

# Comment expliquer les bons rendements de l'agriculture naturelle ?

Olivier Barbié

Institut Technique d'Agriculture Naturelle

Août 2016

**Mots clé :** agriculture biologique, agriculture naturelle, rendements agricoles

## Résumé

L'agriculteur Masanobu Fukuoka (1913 – 2008) est connue mondialement connu pour ses méthodes particulièrement efficiente. En effet, il a affirmé pouvoir obtenir de bon rendements en céréales sans aucun travail du sol, sans engrais ni pesticides. Nous étudions dans cet articles les facteurs de production qui ont permis de tels rendements. Et il apparaît que dans un contexte pédo-climatique très favorable, le travail mécanique a été remplacé par du travail manuel et que l'absence de produits chimiques a été compensée par une meilleure planification (rotations longues, couvert végétal de légumineuses, semis sous-couvert, etc.).

## Summary

The farmer Masanobu Fukuoka (1913 - 2008) is world-famous for his methods particularly efficient. Indeed, he asserted he could obtain voucher yields in cereal without any work of the soil, without fertilizer nor pesticides. We study in this articles the factors of production which allowed such yields. And it seems that in a very favorable pedo-climatic context, the mechanical work was replaced by the manual labor and that the absence of chemicals was compensated by a better planning (long rotations of cultures, permanent mulch of clover, protection of the seeds by an other culture, etc.).

## **Plan**

- 1. Les facteurs de la production agricole**
  - 1.1. Les facteurs de production*
  - 1.2. Rendements décroissants des facteurs*
- 2. Explication des rendements de Masanobu Fukuoka**
  - 2.1. Un travail important et très technique*
  - 2.2. De lourdes infrastructures traditionnelles*
  - 3.3. Des variétés sélectionnées*
  - 2.4. Une planification précise et efficiente*
  - 2.5. Des sols naturellement fertiles*

## Introduction

Masanobu Fukuoka est mondialement connu pour la performance exceptionnelle de son agriculture naturelle. Prenant à rebours tous les préceptes de l'agriculture conventionnelle de son temps, il est arrivé à produire des céréales avec un bon rendement alors même qu'il ne labourait pas, ne pratiquait aucun autre travail du sol, n'utilisait aucun produit chimique et seulement un peu de fumier de volaille comme engrais et qu'il cultivait des variétés souvent anciennes. De deux choses l'une : soit l'agronomie moderne issue de la recherche scientifique est entièrement à jeter aux orties soit Masanobu Fukuoka a élaboré une méthode qui actionne de manière originale des leviers déjà connus du rendement en céréales. Dans les deux cas, arriver à expliquer les rendements de Fukuoka et de son agriculture naturelle est d'un intérêt capital pour tous ceux qui s'intéressent à l'agronomie.

Afin de ne pas nous égarer dans les méandres d'une analyse exhaustive des déterminants du rendement, nous allons décomposer les causes du rendement en quelques facteurs de production seulement, tels que le travail, le matériel, etc.. Cette méthode présente l'avantage de clarifier la réflexion tout en restant fidèle à la longue tradition scientifique commune tant à l'économie qu'à l'agronomie. Dans un premier temps (1.), nous allons énumérer les facteurs de production puis présenter leurs principales inter-actions (1.1.). Nous attacherons aussi une grande importance à la principale propriété de ces facteurs, à savoir qu'ils obéissent en agriculture à la loi des rendements décroissants. (1.2.) Dit en termes simples, cette loi stipule que plus on emploie un facteur de production, et moins il est efficace. Masanobu Fukuoka a fait grand cas de cette loi. Et c'est en son nom qu'il a affirmé qu'en réduisant l'usage des machines et des produits chimiques on pouvait malgré tout maintenir de hauts rendements. Or, c'est justement cette proposition que nous allons chercher à vérifier dans les pages qui suivent. Pour cela, nous prendrons chaque facteur de production et nous rechercherons dans les écrits de Fukuoka ainsi que dans les sources secondaires des indices nous permettant d'évaluer le degré de son utilisation (2.). De cette manière, peu à peu, nous pourrons faire apparaître les caractéristiques fondamentales de l'agriculture naturelle de Fukuoka, non pas celles qu'il a lui-même mises en avant mais celles qui ont permis concrètement qu'il obtienne de bons rendements.

## 1. Les facteurs de la production agricole

Le rendement brut est le rapport entre une quantité de récolte et une quantité de facteur de production. Les causes impliquées dans l'explication d'un rendement sont en nombre infini. Il serait donc vain de chercher à les comprendre toutes d'un seul coup. Aussi vain en tout cas que d'essayer de ramasser d'un seul coup tous les citrons d'un verger. De même que le cueilleur commence par un seul fruit puis un second puis un troisième, etc., les met dans un contenant puis recommence jusqu'à tous les ramasser, l'agronome commence par les facteurs explicatifs qui s'imposent à lui et, peu à peu, cherche à tous les identifier. Cela revient à les hiérarchiser, de même que le cueilleur range ensemble les oranges abîmées, les oranges intactes, puis classe les oranges selon leur calibre et leur degré de maturité. Mais cette hiérarchisation n'est que provisoire. Car ce faisant, on découvre que certains facteurs ont des affinités entre eux. De telles affinités sont appelées des interactions. Et elles sont fort nombreuses en agronomie.

### 1.1. Les facteurs de production

Depuis plus d'un siècle, les causes explicatives de la production sont appelées facteurs de production. Ce sont des variables en nombre fini qui interagissent les unes sur les autres.

#### *La fonction de production de l'agriculture traditionnelle*

Depuis le livre de David Ricardo<sup>1</sup>, les facteurs de production nécessaires à la production agricoles ( $Y$ )<sup>2</sup> retenus dans les calculs sont la terre ( $S$ )<sup>3</sup> et les avances aux cultures. Les avances aux cultures regroupent les semences ( $y$ ), le travail humain ( $L$ )<sup>4</sup> et les agroéquipements ( $K$ )<sup>5</sup>. Les agroéquipements regroupent les outils, les machines ainsi que toutes les infrastructures liées à l'irrigation, les étables, les serres, les hangars, etc. Pour être plus précis, seule la part des agroéquipements réellement utilisée est prise en compte, ce qui correspond à l'amortissement lié à l'usure<sup>6</sup>. Inversement, nous appellerons agroéquipements, ou capital technique, tout facteur de production pouvant s'amortir pour cause d'usure. Comme Ricardo se fonde sur le rendement net<sup>7</sup>, la relation entre la production et les facteurs de production est la suivante :

$$L \wedge K \rightarrow (Y - y) / S \quad (1)$$

où  $\rightarrow$  signifie l'action de produire  
 $\wedge$  signifie « et »  
 $/$  signifie « divisé par »

On peut alors calculer trois rapports qui portent le nom de productivité apparente et qui sont : la production par unité de surface ( $Y/S$ ) dit rendement brut, la production par unité de travail ( $Y/L$ ) dite productivité apparente du travail, et la production par unité de capitale technique ( $Y/K$ ) dite productivité apparente du capital.

1 RICARDO D., 1817, *Des principes de l'économie politique et de l'impôt*, John Murray.

2  $Y$  comme *yield* « production » en anglais dans la théorie économique ricardienne.

3  $S$  comme surface en français ou *soil* « sol » en anglais.

4  $L$  comme *labor* « labeur » en anglais dans la théorie économique ricardienne.

5  $K$  comme *kapital* en allemand en honneur à la théorie économique de Karl Marx.

6 Il s'agit d'un amortissement réel exprimé en unités réelles et non d'un amortissement exprimé en unités monétaires.

7 Le rendement net est le rapport entre la production déduction faite de la part conservée comme semence sur la surface de terre ; soit  $(Y - y) / S$ .

Ricardo a souhaité prendre en compte le fait qu'il existe des terres de plus ou moins bonne qualité, en se fondant sur l'idée que certaines sont naturellement plus fertiles que d'autres. Et il soutenait qu'historiquement, les agriculteurs avaient commencé par mettre en valeur les terres les plus fertiles pour finir par mettre en valeur les terres les moins fertiles. Il expliquait que, pour une même technique et une même année, l'écart de rendement net entre les bonnes terres et les mauvaises terres constitue la rente foncière. Dans cette logique, je vais noter  $T$  la fertilité naturelle des sols<sup>8</sup>. Il s'agit d'un facteur de production supplémentaire qui vient multiplier l'effet du travail et des agroéquipements.

$$T \cdot (L \wedge K) \rightarrow (Y - y) / S \quad (2)$$

où  $\cdot$  signifie « multiplié par »

### *La fonction de production de l'agriculture conventionnelle*

Depuis 1817, les techniques agricoles ont beaucoup évoluées. C'est pour cela que la fonction de production ricardienne doit être mise à jour. De plus, la hausse des rendements fait que le rendement brut ( $Y / S$ ) est devenu une bonne approximation de la productivité du sol.<sup>9</sup>

La principale innovation de l'agriculture conventionnelle est l'utilisation qu'elle fait des produits chimiques. Je noterais<sup>10</sup>  $I$  les engrais, amendements et pesticides de toutes sortes employés par l'agriculture. L'ensemble de ces avances constitue ce que nous appelons les intrants. Ce facteur de production était ignoré de Ricardo qui s'est basé sur la seule agriculture traditionnelle de son temps appliquée au blé. Le facteur  $I$  est à ranger dans la catégorie des avances aux cultures.

$$T \cdot (y \wedge I \wedge L \wedge K) \rightarrow Y / S \quad (3)$$

Quand on observe les rendements agricoles au cours des deux derniers siècles ( $Yt/S$ ), on voit qu'ils augmentent plus vite que ce que ne le laisserait présager la simple observation des facteurs de production mis en œuvre. Cela provient du fait que la nature même des facteurs de production évolue dans le temps : la sélection génétique modifie le potentiel génétique des semences, les progrès de la chimie améliorent l'efficacité des engrais et des pesticides, les progrès de la théorie agronomique améliorent l'efficacité du travail et les progrès de la mécanisation rendent les machines toujours plus efficaces. Ce progrès est appelé progrès technique ( $A$ )<sup>11</sup>. Il multiplie l'efficacité des avances.

$$T \cdot A \cdot (y \wedge I \wedge L \wedge K) \rightarrow Y / S \quad (4)$$

La particularité du progrès technique est qu'il est intégré aux facteurs de production et qu'il change leur nature. Appliqué aux semences, il transforme une variété non résistante aux maladies à une variété résistante. Appliquée aux engrais, il transforme un engrais fortement lessivable par la pluie par un engrais à diffusion lente. Appliqué au travail, il transforme un travail manuel brutal en un travail planifié, rationnel et précis. Appliqué au matériel, il transforme la houe à manche en une charrue semi-portée réversible à nombreux versoirs non-stop. C'est pourquoi je vais noter  $A_y$  la

8  $T$  comme terre « terre ».

9 Quand  $Y/y$  augmente, le rapport  $(Y - y) / S$  tend vers  $Y / S$ .

10  $I$  comme intrants, traduction de l'anglais *input*, dans la théorie économique de Wassily Leontief. Les semences peuvent ou non être intégrées au intrant. Je préfère ne pas le faire car leur qualité conditionne la qualité de la production et donc l'unité du rendement, propriété qui n'est pas partagée par les autres intrants.

11 On note  $A$  le progrès technique comme le coefficient directeur d'une droite dans la théorie mathématique de René Descartes.

qualité de la semence,  $A_I$  la qualité des intrants,  $H$  la qualité du travail<sup>12</sup> et  $A_K$  la qualité du matériel. Ceci revient à dire que les avances sont un produit mathématique de facteurs. D'où d'ailleurs l'expression de « facteur de production » qui exprime l'idée que les causes explicatives du rendement se multiplient entre elles<sup>13</sup>. Pour finir, j'ajouterai une inconnue à la fin de ce produit, notée<sup>14</sup>  $X$ , de manière à tenir compte de l'efficacité avec laquelle les facteurs de production se combinent entre eux.

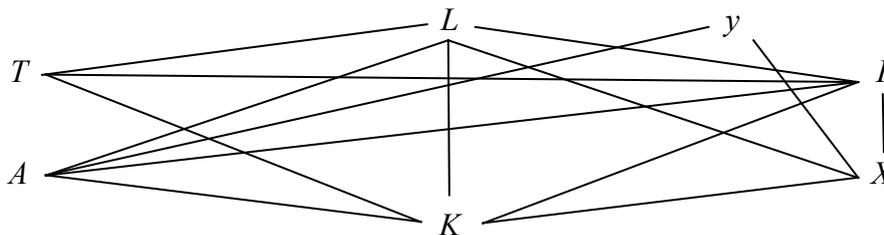
$$Y/S = T \cdot (A_y \cdot y) \cdot (A_I \cdot I) \cdot (H \cdot L) \cdot (A_K \cdot K) \cdot X \quad (5)$$

### *Interactions entre les facteurs de production*

La théorie des facteurs de production suppose qu'ils sont très nombreux et qu'ils interagissent les uns sur les autres à la manière des facteurs d'une multiplication, sans les hiérarchiser. Ceci est à peu près conforme avec l'idée que s'en fait Masanobu Fukuoka quand il écrit :

*« Les facteurs impliqués dans la production sont en nombre infini, et tous sont organiquement liés entre eux. Aucun n'exerce d'influence déterminante sur la production. Qui plus est, ils ne peuvent et ne doivent pas être classés par ordre d'importance. »* (Fukuoka)<sup>15</sup>

En revanche, il faut bien admettre que si l'existence des interactions entre les facteurs est évidente, ces interactions sont rarement aussi simples que pourrait le laisser supposer une simple multiplication.



### Interactions entre les principaux facteurs de production

Par exemple, il existe en pratique une substitution du travail humain par l'investissement dans la mécanisation. En gros, plus on a de machines et moins on travaille. Il s'agit ici d'une relation inverse qui vient amoindrir le résultat du simple produit entre travail et machines. Mais en fait, les horizons de temps concernés ne sont pas les mêmes. À technique constante, la mécanisation multiplie l'efficacité du travail. Et quand on change de technique au cours du temps, alors la mécanisation continue à multiplier l'efficacité du travail. Mais parallèlement (parce que la production commercialisable n'est pas infinie), la mécanisation détruit des emplois.

Enfin, lorsque la quantité d'un facteur augmente, son effet peut être positif (comme un

12  $H$  pour *Human capital* dans la théorie économique de Theodore Schultz et surtout de Gary Becker.

13 Le produit des facteurs de production donne ce que l'on appelle une fonction de production telle que définie par Philip Wicksteed. Tout un courant de l'économie, les nouveaux classiques appelés aussi néo-ricardiens (par exemple Piero Sraffa), soutiennent que les facteurs de production s'additionnent ce qui rend la fonction discontinue et non dérivable. En réalité, il est toujours possible de passer d'une relation additive à une relation multiplicative par un changement de variable utilisant le passage au logarithme. Mais il faut bien prendre garde à ne pas en tirer de conséquences abusives : la fonction multiplicative demeure discontinue et non dérivable en tous points.

14  $X$ , comme la variable inconnue (souvent l'abscisse) d'une fonction dans la théorie mathématique de René Descartes. Ce facteur a été introduit dans la théorie économique sous le nom de facteur d'inefficacité par Harvey Leibenstein.

15 FUKUOKA M., *Agriculture Naturelle*, déjà cité, p. 97

facteur supérieur à 1) puis, au-delà d'un certain niveau, avoir un effet négatif (comme un facteur inférieur à 1).

Dans ces conditions, on comprends mieux le désarroi de Masanobu Fukuoka :

*« Dans la nature, les relations causales entre les facteurs sont en effet trop embrouillées pour que l'homme puisse les démêler par la recherche et l'analyse. »* (Fukuoka)<sup>16</sup>

### **1.2. Rendements décroissants des facteurs**

Sur les cinquante dernières années, on a pu observer que le rendement à l'hectare ( $Y/S$ ) augmente lorsque les doses d'engrais augmentent ( $I$ ) et lorsque la mécanisation augmente aussi ( $K$ ). À l'inverse, et conformément à la règle de substitution du travail par les machines, le rendement à l'hectare ( $Y/S$ ) augmente quand la quantité de travail diminue (puisqu'elle est plus que compensée par l'augmentation de la mécanisation).

Un agriculteur progressiste et optimiste pourrait en déduire qu'il peut indéfiniment augmenter son rendement par unité de surface en investissant toujours plus dans les fournitures et le matériel. Mais bien sûr, il existe une limite, contre laquelle vient d'ailleurs buter l'agriculture conventionnelle contemporaine. Car même en multipliant pas dix les doses d'engrais, on ne peut pas multiplier par dix la production. En réalité, le premier kilogramme d'engrais a un effet maximal, le second kilogramme a un effet moindre, le troisième encore moindre, etc. C'est la loi de Turgot.

*« Les productions ne peuvent être exactement proportionnelles aux avances<sup>17</sup>; elles ne le sont même pas, placées dans le même terrain, et l'on ne peut jamais supposer que des avances doubles donnent un produit double. »* (Turgot)<sup>18</sup>

Autrement dit, les intrants et les machines sont de moins en moins rentables au fur et à mesure qu'elles sont mises à contribution.<sup>19</sup> Fukuoka le dit très élégamment : *« cette loi enseigne qu'il existe des limites définies aux rendements, et qu'au-delà d'un certain point, l'effort additionnel est vain. »*<sup>20</sup> On dit que les intrants et les machines ont un rendement décroissant. Il en va de même pour le travail. Autrement dit, les relations  $Y/I$ ,  $Y/K$  et  $Y/L$  tendent vers 0 quand  $I$ ,  $K$  et  $L$  augmentent.

Par contre, quand on mécanise, le changement de technique fait que le travail devient de plus en plus efficace. On dit que, dans ce cas, son rendement est croissant. Mais à technique constante, le travail a un rendement décroissant, comme tous les autres facteurs de production.

---

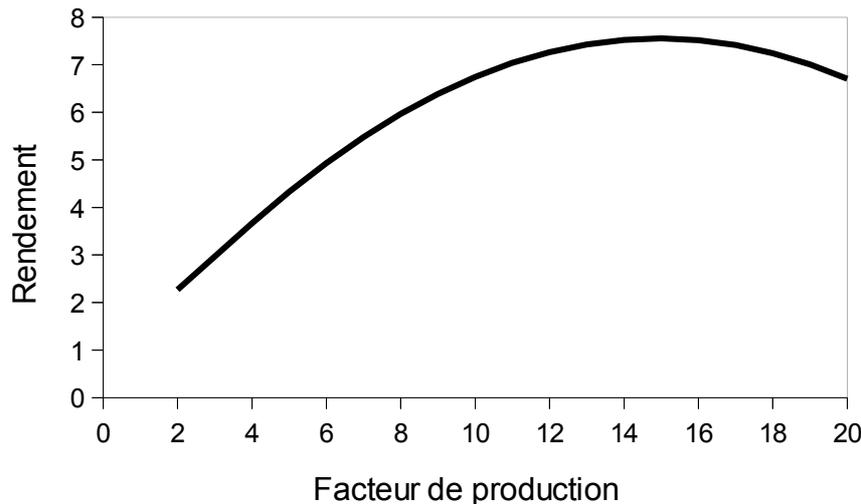
16 FUKUOKA M., *Agriculture Naturelle*, déjà cité, p. 102

17 Les avances correspondent à la somme des coûts liés aux semences, engrais et autres fournitures, amortissement des machines et part des salaires permettant la survie des ouvriers.

18 TURGOT A. R. J., 1769, *Observations sur le mémoire de M. De Saint-Péray*.

19 Les rapports  $Y/S$  et  $Y/K$  diminuent quand  $S$  et  $K$  augmentent.

20 FUKUOKA M., *Agriculture Naturelle*, déjà cité, p. 69.



(les valeurs sont arbitraires)

### Relation entre un facteur de production et le rendement à l'hectare

Un des effets inattendus de la loi de Turgot est que lorsque le rendement d'un facteur de production baisse en dessous d'un certain seuil, alors la récolte baisse. Pour illustrer ce fait, prenons l'exemple du maïs qui est la culture la plus répandue sur la Terre. Sans engrais, le rendement est d'environ 15 q/ha ( $Y/I \geq 0$ ). Le rendement maximal habituel de 140 q/ha s'obtient avec des fumures de l'ordre de 170 kilogrammes d'azote pur par hectare ( $Y/I = 0,8$ ). Mais si l'on augmente encore la fumure azotée, jusqu'à 180 N/ha alors le rendement baisse ( $Y/I < 0,8$ ).<sup>21</sup>

Le raisonnement est le même pour le matériel. Au-delà d'un certain seuil, appelé optimum de production, les rendements des fournitures et du matériel baissent. À ce stade, un kilogramme d'azote supplémentaire ne fait pas augmenter la production mais la fait diminuer. Il en va de même pour le travail. Les rendements des facteurs de production supplémentaires ont un effet négatif sur le rendement lorsqu'ils sont utilisés au-delà d'un certain niveau.

On peut dire que l'agriculture conventionnelle est arrivée à cet optimum de production.<sup>22</sup> Et il faut ajouter tout de suite que cette situation n'est pas durable car les doses d'engrais nécessaires ainsi que les pesticides et le degré de mécanisation mobilisée finissent par réduire à néant la fertilité de la terre. Autrement dit, lorsque l'agriculteur travaille tous les ans et sur une longue période à l'optimum, la quantité optimale de production ne reste pas à l'équilibre mais tend à baisser. Et pour arriver à produire durablement cette production optimale, il faut chaque année réduire la consommation d'engrais et de machines. Mais jusqu'où peut aller ce phénomène ? Si l'on réduit à rien les intrants et la mécanisation, va-t-on obtenir un rendement nul comme le laisse prévoir la courbe des rendements décroissants ? Masanobu Fukuoka avance l'idée qu'au contraire, le rendement sera à nouveau maximal ! Voilà qui interpelle...

## **2. Explication des rendements de Masanobu Fukuoka**

Fukuoka soutient que les rendements augmentent lorsque l'on se conforme à ses principes et

21 THIBAudeau S., « Fertilisation azotée dans le maïs-grain », coordonné par Carl Bérubé, document de travail PAGES, 2006. La loi de Turgot appliquée aux engrais porte le nom de loi de Mitscherlich (du nom du chimiste allemand Eilhard Mitscherlich).

22 BISAULT L., « Les rendements du blé et du maïs ne progressent plus : Une période favorable de 50 années s'est achevée », *Agreste Primeur*, n°210, mai 2008.

que ces rendements sont durables.

« *Pourtant, répétons-le, les moissons naturelles donnent toujours les meilleurs rendements possibles et ne sont jamais inférieures aux moissons produites par l'agriculture scientifique.* »  
(Fukuoka)<sup>23</sup>

Comme nous l'avons montré dans le texte *Quels sont les vrais rendements de l'agriculture naturelle ?*, cette phrase est une exagération. Mais il est indéniable que Fukuoka a eu des rendements importants en amidon de céréales (riz et céréale d'hiver). Par conséquent, on s'attend donc légitimement à ce qu'il arrive à ce résultat enviable en augmentant la consommation d'au moins un facteur de production. Et bien non : Fukuoka soutient qu'il arrive à augmenter sa production en réduisant en annulant sa consommation d'engrais, en réduisant les besoins en mécanisation à presque rien, en économisant le temps de travail et en rejetant tout savoir scientifique. Il y a donc là un mystère qui mérite d'être percé. Pour cela, nous allons analyser systématiquement la façon dont Fukuoka fait usage de chacun des facteurs de production.

### ***2.1. Un travail important et très technique***

Contrairement à ce qui est souvent avancé, l'agriculture naturelle nécessite beaucoup de travail. De plus, ce travail, bien que manuel (*L*), doit être associé à un savoir-faire (*H*) difficile à acquérir.

#### *Le travail manuel*

Avant 1930, la part de la population occupée en France à l'agriculture était de 14,5% en 1955 contre 1,33% en 2009. Le travail nécessaire a donc été divisé par dix quand, dans le même temps, le rendement des terres a été multiplié par dix. Comme l'agriculture naturelle n'utilise ni machines ni engrais, elle devrait logiquement nécessiter beaucoup plus de travail que l'agriculture conventionnelle pour arriver à produire bien moins.

Or, Bill Mollison affirme qu'il est possible d'obtenir des rendements significatifs tout en travaillant moins.<sup>24</sup> Quant à Fukuoka, son objectif en termes de gestion du temps est d'avoir suffisamment de période sans travail pour avoir le loisir d'écrire des poèmes<sup>25</sup> et de faire de longues siestes.<sup>26</sup> Là encore, il franchi une ligne rouge et affirme que le travail, qu'il soit mécanisé ou manuel, est nuisible à l'obtention de hauts rendements.

Malheureusement, la réalité est têtue. Parce qu'il a condamné la mécanisation, Bill Mollison se discrédite totalement en prenant pour référence l'agriculture chinoise de Mao Tsé Tong au motif qu'elle a su « *augmenter le plus possible l'intervention humaine* »<sup>27</sup>. Il aurait surtout dû avouer qu'il

23 FUKUOKA M., *Agriculture Naturelle*, déjà cité, p. 97.

24 « *il est possible de développer un système agricole qui, arrivé à maturité, fournisse divers produits à la communauté avec une dépense minimum de travail* » (Mollison, *Perma-culture 1*, déjà cité, p. 28.)

25 FUKUOKA M., *La révolution d'un seul brin de paille*, déjà cité, p. 137.

26 FUKUOKA M., *La révolution d'un seul brin de paille*, déjà cité, p. 140.

27 MOLLISON B., *Perma-culture 1*, 1978, déjà cité, p. 20. Il écrit aussi « *Un changement de direction d'une agriculture largement utilisatrice de main-d'œuvre, avec pour objectif à long terme une productivité améliorée et une moindre consommation d'énergie, est devenue nécessaire* » (*Perma-culture 1*, p. 19), c'est moi qui souligne. Le discrédit tient au fait que l'agriculture visée par Mollison est en réalité l'agriculture chinoise initiée par la politique du Grand Bond en Avant, mise en place par Mao Tsé Tong en 1958. Le bond en avant consistait en une réforme agraire (partage des terres) et l'application des méthodes agricoles soviétiques de *dry farming*. Le résultat du Bond en Avant a été une famine catastrophique qui a fait au moins trente millions de morts et a portée le cannibalisme à un niveau encore jamais vue.

enviait à la chine la révolution culturelle qui a amené un grand-nombre de Chinois (surtout des intellectuels) à retourner à la campagne pour y cultiver les champs.<sup>28</sup> Pour sa part, Fukuoka, totalement étranger au rationalisme et à ses dérivés étatistes, ne pipe mot. Toutefois, il dévoile le cœur de sa méthode à plusieurs reprises. Par exemple, lorsque dans une incise il signale que sa ferme est peuplée de nombreux hôtes qui constituent tout au long de l'année une main-d'œuvre abondante, motivée et gratuite.

*« Parmi les hôtes, il y a des chercheurs agronomes, des étudiants, des écoliers, des agriculteurs, des hippies, des poètes et des vagabonds, jeunes et vieux, d'hommes et femmes de différentes races et nationalités. La plupart de ceux qui restent longtemps sont des jeunes qui ont besoin d'une période de recueillement. »<sup>29</sup>*

À la fin de sa vie, il change de stratégie en évitant la main d'œuvre non familiale, mais il maintient un niveau de travail à l'hectare important (environ une personne à plein temps pour deux hectares).<sup>30</sup> Il faut donc voir dans la performance de l'agriculture naturelle l'influence significative d'une forte augmentation du travail afin de compenser le manque de machines et de pesticides. Le différentiel entre le travail manuel nécessité par l'agriculture naturelle et celui nécessité par l'agriculture conventionnelle peut être évalué approximativement en reprenant les chiffres donnés par Fukuoka.

Selon lui, les étapes de la production naturelle de riz sont : drainage et entretien des canaux d'irrigation, entretien des talus de terre, enrobage des semences, semis du trèfle, semis du riz, semis de l'orge, épandage de fumier, moisson et battage du riz, paillage, moisson et battage de l'orge.<sup>31</sup> Le temps à consacrer à chaque étape n'est que rarement donné. Tout au plus sait-on qu'il faut une heure pour semer 1 000 m<sup>2</sup> de riz ou d'orge et 2 à 3 heures pour pailler un demi-hectare. Ces seules opérations représentent déjà au moins 24 heures de travail à l'hectare. Et l'on peut raisonnablement penser que la totalité du travail engagé par Fukuoka est entre 2 et 10 fois plus. Ceci est à comparer aux 5 heures en moyenne que passe l'agriculteur conventionnel actuel pour produire quelques 70 quintaux de blé, soit approximativement 11 heures de sa vie pour produire 118 quintaux de glucides. Le sujet peut être tourné dans tous les sens, la conclusion est sans appel : l'agriculture naturelle de Fukuoka demande énormément de travail.

C'est d'ailleurs cette masse considérable de travail qui a empêché toute extension sérieuse de l'agriculture naturelle. Tous ceux qui se sont essayé seul à réaliser des boulettes d'argile pour semer ont renoncé. De même, tous ceux qui ont voulu mettre en place des buttes paillées conformément aux recommandations d'Emilia Hazelip ou de Jean-Marie Lespinasse se sont vu contraints soit de ne cultiver que des parcelles microscopiques soit de renoncer à ce système. On peut d'ailleurs étendre ce constat aux maraîchers passés à l'agriculture biologique qui finissent par abandonner à force de ne plus arriver à contrôler les adventices qui se multiplient faute de désherbant.

Mais dire cela ne suffit pas. Car il n'est tout simplement pas concevable d'atteindre un rendement en céréales même moyen uniquement avec du travail manuel. Dans les années 1960, la Chine employait environ 80% de sa population active aux travaux agricoles. Néanmoins, ses rendements en riz restaient proches de 12 quintaux par hectare alors qu'ils avoisinaient déjà les 35 quintaux au Japon, plus mécanisé. Les rendements de Fukuoka ne peuvent donc être expliqués que par d'autres facteurs de production que le seul travail manuel.

---

28 « [il est] est souhaitable, socialement et écologiquement, que toutes les régions puissent atteindre leur autosuffisance alimentaire, et que tout le monde ait quelque contact avec le processus de production d'aliments. » (MOLLISON B., *Perma-culture 1.*, 1978, déjà cité, p. 27).

29 M. Fukuoka, *La révolution d'un seul brin de paille*, déjà cité, p. 174.

30 « Il y a environ quatre ans, je me suis arrêté de recevoir des étudiants dans mes cabanes et me suis retiré dans une vie solitaire et studieuse. Mon fils et ma bru s'occupent d'une moitié de mon verger pendant que je me réserve l'autre moitié plus un demi-hectare de riz paddy où j'agis à ma guise » (FUKUOKA M., *La voie du retour à la nature*, déjà cité, p. 217).

31 FUKUOKA M., *Agriculture Naturelle*, déjà cité, pp. 196-200.

## *Le savoir-faire*

Comme nous l'avons dit, les activités agricoles préconisées par Bill Mollison et Masanobu Fukuoka, mais c'est vrai aussi de Robert Art, n'implique qu'un travail humain, très faiblement mécanisé. Pour autant, celui-ci n'est pas dénué de subtilité. Et beaucoup de connaissances sont nécessaires pour exécuter ce travail manuel. Encore qu'il ne faille pas confondre ce savoir faire, fondamentalement pratique, avec un savoir pur de nature calculatoire, tel qu'il est utilisé par exemple lors de la planification ou de la conception.

À propos du savoir-faire, il serait extrêmement étrange qu'il ait fallu écrire tant de livres sur la permaculture, l'agriculture naturelle ou le jardin-forêt si ces pratiques étaient aussi simples que leurs inventeurs ont bien voulu l'admettre. En réalité, ces formes d'agriculture biologique nécessitent l'acquisition d'un grand nombre de connaissances qui forment un capital humain transmissible et donc un progrès technique appliqué au travail.

Un autre indice du capital humain nécessaire à la mise en œuvre de l'agriculture naturelle est la longue durée d'expérimentations que Fukuoka a dû attendre avant d'acquérir le savoir-faire nécessaire à l'obtention des premiers résultats probants (plus de dix ans en céréales). Et ce savoir-faire consiste simplement à réaliser un semis direct de céréales dans un couvert de trèfle blanc tout en restituant les pailles au sol, savoir-faire que Fukuoka maîtrisait en 1960 alors que l'Europe de 2015 balbutie encore en ce domaine.

*« On pourrait considérer que répandre de la paille est plutôt sans importance alors que c'est le fondement de ma méthode pour faire pousser le riz et les céréales d'hiver. »<sup>32</sup>*

*« Je ne laboure pas mes champs mais j'y sème du trèfle. C'est la façon la plus simple de faire pousser du riz. »<sup>33</sup>*

Rien que pour savoir comment répandre la paille, ou trouver la bonne longueur des pailles, Fukuoka a fait des essais pendant des années. Quant à faire pousser du trèfle dans une céréale, c'est une véritable gageure. Car il n'est pas évident du tout de maintenir en vie le trèfle sans qu'il ne concurrence la jeune céréale.

À l'inverse, l'agriculture naturelle stricte appliquée aux cultures maraîchères et fruitières n'est pas un progrès techniques malgré sa simplicité puisque ses rendements sont faibles :

*« J'entends par culture « semi-sauvage » des légumes une méthode consistant tout simplement à éparpiller des légumes dans un champ, un verger, sur des talus, ou sur toute autre terre découverte et inutilisée. »<sup>34</sup>*

Dans ce dernier cas, il s'agit plutôt d'une régression technique<sup>35</sup>.

## **2.2. De lourdes infrastructures traditionnelles**

Masanobu Fukuoka dit qu'il obtient de bons rendements en économisant sur ses coûts de mécanisation, de fertilisation et de traitements. Pour être exact, il travaille sans tracteur ni même animaux de trait. Curieusement, il ne parle jamais de ce fait pourtant absolument fondamental.

32 FUKUOKA M., *La révolution d'un seul brin de paille*, déjà cité, p. 72.

33 FUKUOKA M., *La révolution d'un seul brin de paille*, déjà cité, p. 215.

34 FUKUOKA M., *Agriculture Naturelle*, déjà cité, p. 250.

35 Concrètement, la valeur du facteur  $H$  est inférieure à 1.

Fukuoka fut toute sa vie un agriculteur sans tracteur. Car ce qui caractérise le mieux l'agriculture naturelle sous toutes ses différentes espèces (Mokiti Okada, Masanobu Fukuoka, Bill Mollison, Robert Hart, Emilia Hazelip, Jean-Marie Lespinasse, etc.) c'est qu'elle est dépourvue du symbole absolu de l'agriculture moderne : le tracteur. Pour tout dire, ils ignorent même la charrue attelée au bœuf de l'agriculture traditionnelle. C'est un choix qui n'a pas été fait par la biodynamie ni même par l'agriculture biologique ou par l'agriculture traditionnelle des Amishs. Pour des raisons principalement philosophiques, l'agriculture naturelle a réduit à presque rien la mécanisation et s'est obstinément opposée à tout progrès technique appliqué aux agroéquipements.

Il s'ensuit que Masanobu Fukuoka a réduit au maximum possible les coûts de mécanisation. Mais pour autant, il n'a pas supprimé le facteur agroéquipements de sa fonction de production. Au contraire ! Et il est d'ailleurs tout à fait frappant que la seule production qu'il ait réussie est justement celle qui nécessite les plus lourdes infrastructures. Alors que ses légumes et ses vergers se perdent dans les herbes folles et qu'il n'arrive à y planter du trèfle blanc qu'après plusieurs années de binage régulier, ses céréales ne souffrent pas de la concurrence des plantes adventices. La seule explication est à chercher du côté du système d'irrigation dont ne saurait se passer la culture du riz asiatique. Avec ses murs en pierre sèche, ses talus, ses bassins de rétention, ses canaux d'irrigation, tous faits à la main, le système d'irrigation a permis à Fukuoka d'atteindre trois objectifs :

- irriguer les céréales, y compris l'orge.
- noyer par submersion les adventices jusqu'à les faire périr.
- noyer le trèfle blanc pour qu'il évite d'étouffer les cultures.

Nous savons tous, au moins d'expérience, que la réussite d'une culture tient avant tout dans le potentiel génétique des semences, la faible concurrence des adventices, une bonne fumure et une irrigation bien menée. L'irrigation par submersion, combinée au paillage, permet de lutter contre les adventices alors même que Fukuoka ne désherbe ni manuellement ni mécaniquement. En ralentissant la pousse du trèfle, elle permet à celui-ci de fournir de l'azote à la culture. Elle permet aussi d'activer la décomposition des pailles. Enfin, l'eau apportée aux plantes permet d'accroître la production même pendant les périodes de faibles précipitations. Autrement dit, les équipements d'irrigation, bien qu'ils demandent beaucoup de main-d'œuvre lorsqu'ils sont réalisés et entretenus à la main, sont la clé véritable du rendement en céréales de Fukuoka. Notons qu'ici la main-d'œuvre correspond au coût réel en valeur travail de l'amortissement des installations d'irrigation.

C'est tout simplement parce que l'irrigation par submersion des légumes et des arbres fruitiers n'est pas possible que l'agriculture naturelle stricte est un échec complet dans ces productions : les mauvaises herbes étouffent le trèfle et les cultures, et lorsque le trèfle arrive à prendre le dessus sur les mauvaises herbes, c'est lui qui vient concurrencer les cultures.

L'agriculture naturelle exige beaucoup de travail. Et l'on peut dire que ce surcroît de travail se substitue aux machines qui ne sont pas employées. Mais il ne se substitue pas aux équipements, loin de là. Toutefois, ces équipements ne sont pas améliorés par un véritable progrès technique. Ce sont exactement les mêmes que ceux qui étaient déjà réalisés par les anciens Japonais, mais aussi bien avant eux par les Babyloniens ou les Égyptiens de l'Antiquité.

### ***3.3. Des variétés sélectionnées***

Les Égyptiens antiques cultivaient du blé dur et de l'orge dans des bassins irrigués par submersion. Ces céréales à paille étaient cultivées à la main sans labour ni sarclage et étaient simplement semées à la volée sur les restes des cultures précédentes, en général une inter-culture de sorgho ou de mil<sup>36</sup>. Des animaux étaient parfois lâchés dans les parcelles pour les piétiner et ainsi enfoncer les graines dans le limon. Les parcelles de céréales étaient ensuite ensemencées en trèfle

---

36 Des vaches tirant de petites araires étaient utilisées pour tracer des sillons de semis dans les terres les plus sèches.

d'Alexandrie. Malgré cette rotation bien pensée, le rendement en blé ou orge n'était que de 10 quintaux par hectare en moyenne.<sup>37</sup> Il n'est donc pas possible d'expliquer l'agriculture naturelle de Fukuoka uniquement par des pratiques fondées sur le travail manuel, la connaissance des cycles de la nature, la restitution des pailles non coupées, la culture du trèfle et l'irrigation. Car si Fukuoka n'avait fait qu'appliquer une agriculture antique à sa région, il n'aurait obtenu que des rendements comparables aux rendements antiques. Or, ses rendements étaient 6 à 7 fois supérieurs ! Parmi les explications qu'il reste à envisager, il y a plus que les intrants et les semences.

Les intrants de l'agriculture conventionnelle sont les engrais (azote, phosphore, potasse, autres minéraux en poudre, granulés, lisiers et purins), les amendements (fumier, compost, calcaire, marne, sable), les pesticides (herbicides, fongicides, insecticides), les régulateurs de croissance et autres hormones, etc. De tout cela, l'agriculture biologique ne conserve que les produits qui ne sont pas issus d'une synthèse industrielle. Quant à l'agriculture naturelle, elle ne conserve que le fumier, et encore à des doses très faibles. Il n'est donc pas possible que les intrants jouent un rôle véritable dans les rendements en grain de Fukuoka.

Le dernier facteur de production qui puisse avoir un effet majeur sur le rendement est la dose à l'hectare de semence ( $y$ ) et surtout la qualité de la semence ( $A_y$ ). Par qualité de la semence, il faut comprendre sa faculté germinative et son potentiel génétique. Les doses de semence à l'hectare ont un impact très faible en culture céréalière car le nombre d'épis est à peu près le même quelle que soit la densité de semis, les plantes étant capable de produire plus ou moins d'épis selon l'espace dont elles disposent (phénomène de tallage). Et bien souvent, une légère baisse de la dose de semis accroît le rendement tant il est fréquent que l'agriculteur sème trop dense par crainte de rater son semis. Ce phénomène semble avoir été très spectaculaire sur la parcelle de Marc Bonfils qui affirme avoir obtenu 100 à 150 épis par plants pour une densité de semi de 1,5 à 4 graines par mètre carré. Quant à la faculté germinative des graines elle dépend surtout de leur âge et des conditions de conservation. Les taux de levée de Fukuoka étant corrects, il n'y a pas à se préoccuper de cet aspect.

C'est donc le potentiel génétique des semences qui explique l'essentiel de la performance agricole. Fukuoka pensait qu'il avait pratiquement atteint ce potentiel au moins pour le riz. Puisqu'il poussait ses plantes à leur maximum productif, le choix des variétés était essentiel. Alors même que les produits chimiques n'ont pas vu leur efficacité augmenter sensiblement ces vingt dernières années (par contre ils sont moins polluants) et que les pratiques de mécanisation sont à peu près constantes depuis l'invention du *dry farming* (c'est surtout la taille des engins qui évolue), les rendements français en orge d'hiver sont passés d'une moyenne de 45 q/h en 1981 à 70 q/ha en 2000 (depuis, les rendements stagnent)<sup>38</sup>. Cette hausse des rendements de +55% est très largement à mettre au crédit de l'amélioration génétique (au moins pour moitié). De plus, les variétés modernes sont moins sensibles aux maladies cryptogamiques qui sont la première cause de variation du rendement d'une année sur l'autre (il y a plus de champignons durant les années humides). Grâce à la génétique, les rendements sont donc plus élevés et plus réguliers. Dans tous les cas, et par définition, Fukuoka n'a pas pu obtenir des rendements supérieurs au potentiel génétique. Ce qui signifie que l'essentiel de son rendement s'explique, comme pour toutes les agricultures du monde, par la valeur génétique de ses semences.

Précisons maintenant la nature du progrès génétique mis en œuvre par Fukuoka. En effet, notre agriculteur japonais a attaché un soin tout particulier à la génétique de son riz. Il a essayé plusieurs variétés et a fini par sélectionner sa propre souche à partir de variétés qu'il estimait être anciennes. Il semait donc ce que nous appelons des semences fermières. Le potentiel génétique de cette variété personnelle était très certainement inférieur à celui des variétés commercialisées à la même époque. Mais malgré tout, les variétés anciennes résultent d'un processus de sélection long. Il s'ensuit que c'est toujours le progrès génétique qui reste le facteur de production le plus efficace,

---

37 MAZOYER M., ROUDART L., 2002, *Histoire des agricultures du monde : Du néolithique à la crise contemporaine*, Collection Points Histoire, Éditions du Seuil.

38 GATE Ph. et al., « Les origines du plafonnement des rendements du blé en France », communication Arvalis, 2009.

qu'il provienne d'une sélection massale (sélection faite à la ferme) ou d'une sélection par hybridation.

#### 2.4. Une planification précise et efficiente

Si je résume les avancées de cette enquête, il apparaît que le rendement en céréales s'explique, par ordre d'importance, par le potentiel génétique des variétés cultivées, par le système d'irrigation, par beaucoup de travail et par une longue expérience. Mais il ne faudrait pas croire qu'il suffit d'employer ces facteurs de production en grande quantité pour produire de hauts rendements. Car les effets des facteurs de production ne s'additionnent pas. Pour obtenir de hauts rendements, les facteurs de production doivent être combinés intelligemment dans des proportions bien précises.

En effet, lorsque deux organisations (association, entreprise, nation, ...) mobilisent en même quantité des facteurs de qualité comparable, il arrive généralement que malgré tout, l'une produise plus que l'autre. Harvey Leibenstein a proposé d'expliquer cet écart de rentabilité par un facteur de production spécifique appelé le facteur d'inefficience, noté *X*. Plus ce facteur s'accroît et plus l'efficacité des facteurs (que l'on appelle aussi l'efficience) augmente. Très schématiquement, le facteur *X* évalue la performance de la planification, du management de l'organisation. L'influence du facteur *X* sera avérée lorsque nous constaterons une variation du rendement associée à une invariance des autres facteurs de production. En revanche, une baisse de l'emploi d'un facteur associée à une hausse du rendement ne peut être que le fruit d'une interaction entre facteurs reposant sur des bases physiques et non sur la seule planification.

La planification agricole se traduit essentiellement par le choix de l'itinéraire technique, le choix des assolements, le choix des rotations. Il ne s'agit pas ici d'un savoir faire mais d'un calcul. Pour mémoire, l'assolement est le plan des parcelles où figure le nom des cultures, la rotation est le calendrier sur plusieurs années des différents assolements et l'itinéraire technique est le calendrier des travaux agricoles (les façons culturales) visant à produire une seule production. Fukuoka met en œuvre ces différents concepts sans toujours les nommer. Par exemple, il donne à plusieurs reprises l'itinéraire technique de la culture du riz, montrant ainsi à ceux qui en douteraient combien il était pétri de science agronomique alors même qu'il s'en défendait avec véhémence. Il a aussi présenté l'assolement. Mais sans trop s'y attarder car celui-ci n'a guère évolué dans le temps et se résume à deux types de parcelles : les rizières et le verger (les légumes étant plantés principalement sous les arbres fruitiers). Enfin, alors même que Fukuoka condamne par avance toute planification (« *Le meilleur plan est donc l'absence d'action et de tout plan* »<sup>39</sup>), il est obligé d'expliquer que le rendement en légume dépend des rotations choisies et de proposer des rotations d'une complexité tout à fait exceptionnelle<sup>40</sup>.

*« (...) tant que le producteur adhèrera fermement au schéma de rotation naturelle des cultures de légumes (...) la production sera importante. »*<sup>41</sup>

L'effet de la planification de Fukuoka apparaît pleinement dans la production des céréales. Sur le fond, sa pratique n'est guère éloignée de celle des Égyptiens antiques. Eux-aussi cultivaient au moins deux céréales en semis direct et du trèfle dans des zones irriguées par submersion. Mais la grande différence est qu'ils le faisaient dans le cadre d'une rotation où ces trois cultures se succédaient. Fukuoka a comme figé la rotation et cultivé ces trois cultures que sont le riz, l'orge et le trèfle, sur la même parcelle et en même temps. Du point de vue de la consommation des facteurs de production, rien ne change. Et pourtant, la production à l'hectare double ! On est là typiquement

39 FUKUOKA M., *Agriculture Naturelle*, déjà cité, p. 149.

40 FUKUOKA M., *Agriculture Naturelle*, déjà cité, pp. 168-174.

41 FUKUOKA M., *Agriculture Naturelle*, déjà cité, p. 250.

face à une hausse de l'efficacité des facteurs telle que décrite par Leibenstein. En l'espèce, cette efficacité explique à elle seule 50% du rendement. Pourquoi 50 % ?

Si les Égyptiens antiques avaient disposé de semences du niveau génétique de celles de Fukuoka, ils n'auraient pas réussi à obtenir le même rendement. Parce qu'ils ne faisaient que deux récoltes de céréales par an tous les deux ans. Alors que Fukuoka faisait deux récoltes par an.

Le raisonnement est limpide. Mais il ne répond pas à la question essentielle. Les Égyptiens ont inventé l'agriculture rationnelle, celle-là même qui nous a été transmise par les grands agronomes romains que furent Caton, Varron, Columelle et Palladius. S'ils n'ont pas appliqué la méthode de Fukuoka, plus rentable, ce n'est pas par manque d'intelligence mais parce qu'ils ne le pouvaient pas. La cause la plus probable de cette impossibilité, c'est qu'ils ne disposaient pas de suffisamment d'azote pour produire autant de récoltes sur la même parcelle. Il se peut que le fleuve Nil emportait les cultures durant ses crues et en particulier le trèfle, empêchant le maintien des plantes une année complète. Quoi qu'il en soit, le résultat est que l'azote apporté par le trèfle d'Alexandrie était divisé par deux : une moitié pour lui-même et l'autre moitié pour les céréales à paille. Alors que chez Fukuoka, le trèfle blanc se maintient toute l'année et durant plusieurs années. Il peut donc nourrir chaque année deux récoltes.

Les conséquences du maintien du trèfle sur le sol, comme couvert vivant permanent, sont très importantes :

- il empêche le repiquage du riz.
- il empêche de moissonner bas. La quantité de paille laissée sur le terrain sous forme de chaumes est très importante. Cela contribue à maintenir un taux d'humus élevé.<sup>42</sup>
- il empêche d'enfouir les pailles. Les pailles se décomposent en surface et en recouvrant le sol, elles limitent la levée des mauvaises herbes tout en contribuant à modérer la croissance du trèfle.
- il retient le sol et les éléments minéraux du sol. Ainsi, le lessivage est réduit. Or le lessivage fait perdre jusqu'à 50 kilos d'azote par hectare et par an.
- il apporte de l'azote atmosphérique au sol, entre 50 et 100 kg par hectare et par an.

Cette réflexion sur la planification et son efficacité est d'ailleurs le fondement de la permaculture.

*« La permaculture, telle qu'elle est ici définie, se veut une méthode d'agriculture planifiée, dont le choix, la disposition sur le terrain et la conduite des plantes et des animaux constituent la base. » (c'est moi qui souligne)<sup>43</sup>*

La conclusion s'impose d'elle-même. La planification de Fukuoka permet un doublement du rendement.

## **2.5. Des sols naturellement fertiles**

D'après Fukuoka lui-même, ses rendements s'expliquent d'abord par la fertilité du sol qu'il cultivait (notée *T* dans la fonction de production). Selon lui, la fertilité de ses sols avait été détruite et, grâce à sa méthode, il a pu la reconstituer.

*« Il va sans dire que l'amélioration de la terre du verger est le but principal de l'organisation du verger. (...) On pourrait dire que, plutôt que de faire pousser des agrumes et des légumes*

---

42 Les peintures égyptiennes montrent que les anciens égyptiens ne moissonnaient que les épis et laissaient la quasi-totalité des pailles au champ.

43 MOLLISON B., 1978, *Perma-culture 2, une agriculture pérenne pour l'autosuffisance et les exploitations de toutes tailles*, Éditions Charles Corlet, 1981, p. 17.

sur ces hauteurs, j'ai aidé à restaurer la fertilité du sol.» (Fukuoka)<sup>44</sup> [c'est moi qui souligne]

Un tel processus de restauration laisse entendre que les sols qu'il a travaillé étaient naturellement fertiles. C'est d'ailleurs ce qu'on pu constater les observateurs. Par exemple, Vic Salzman décrit ainsi la terre de la ferme de Fukuoka :

« Sa ferme surplombe la baie de Matsuyama, au sud du Japon [île de Shikoku]. C'est une terre riche, où le climat est doux et où il pleut beaucoup. » (Salzman)<sup>45</sup>

Autrement dit, l'agriculture naturelle est apparue dans des conditions de cultures idéales telles que nous ne pourrions les retrouver en France que dans le Gers ou certains cantons du Lot-et-Garonne. Il est certains que ces paramètres ont eu un impact très positif sur les rendements obtenus par Fukuoka en céréales. Mais il faut bien garder en tête que les agriculteurs de la vallée auxquels il s'est comparé bénéficiaient des mêmes conditions de sol et de climat.

## Conclusion

Les rendements permis par l'agriculture naturelle de Fukuoka appliquée à la culture des céréales à paille ont pu être équivalents à ceux obtenus par l'agriculture conventionnelle de la même époque. Mais ils l'ont été avec une méthode assez différente qui mobilisait des quantités différentes de facteur de production. Comme nous l'avons vu, l'agriculture conventionnelle et l'agriculture naturelle apportent un soin tout particulier à la sélection génétique des semences ( $A_y$ ). Mais elle le font de manière presque opposée, chacune cherchant les plantes les mieux adaptées à ses propres techniques. Quant aux doses de semence, dans le cas des céréales à paille, leurs variations n'ont pas un impact important sur les rendements ( $y$ ) ; elle sont juste un peu plus faibles en agriculture naturelle et un peu plus élevées en agriculture conventionnelle.<sup>46</sup> En ce qui concerne le travail manuel mobilisé ( $L$ ) il est complètement substituable par la mécanisation ( $K$ ) : l'agriculture conventionnelle fait le choix des machines et l'agriculture naturelle fait le choix du travail manuel. Mais à cause du phénomène de substitution, ces choix stratégiques n'ont pas d'impact significatifs sur le rendement tant que la main-d'œuvre est disponible de façon illimitée. Enfin, on ne fera injure ni aux uns ni aux autres en considérant que les savoir-faire nécessaires ( $H$ ) à l'agriculture conventionnelle sont équivalents à ceux nécessaires à l'agriculture naturelle.<sup>47</sup>

Avec nos notations, la fonction de production de l'agriculture conventionnelle est :

$$Y/S = T \cdot (A_y \cdot y) \cdot (A_I \cdot I) \cdot (H \cdot L) \cdot (A_K \cdot K) \quad (6)$$

$Y$  : production

$A_I$  : progrès technique incorporé aux intrants

$A_K$  : progrès technique incorporé aux matériels, machines et installations

$S$  : surface cultivée

$I$  : intrants

$T$  : fertilité de la terre

$H$  : savoir faire

$X$  : efficacité de la planification

$A_y$  : progrès génétique

$L$  : travail manuel

$y$  : semence

$K$  : matériels, machines et installations

44 FUKUOKA M., 1975, *La révolution d'un seul brin de paille*, Guy Trédaniel éditeur, 2005, p. 86.

45 SALZMAN V., *The Close to Nature Garden*, Rodale Press, vidéo en ligne <https://www.youtube.com/watch?v=VsRSsvfu5fM>. 3'49".

46 On en déduit que le produit ( $A_y \cdot y$ ) pour Fukuoka que pour ses voisins.

47 On en déduit que le produit  $[(H \cdot L) \cdot (A_K \cdot K)]$  est à peu près constant, quelle que soit la méthode agricole choisie.

Et celle de l'agriculture naturelle est

$$Y/S = T \cdot (A_y \cdot y) \cdot (H \cdot L) \cdot (A_K \cdot K) \cdot X \quad (7)$$

Sachant que le travail manuel ( $H \cdot L$ ) peut compenser le manque de travail mécanique ( $A_K \cdot K$ ), seules les quantités de deux facteurs de production sont susceptibles d'expliquer les écarts de rendements entre agriculture conventionnelle et agriculture naturelle : l'efficacité de la conception ( $X$ ) et les quantités de produits chimiques employées ( $A_I \cdot I$ ).

Si l'on compare ces deux méthodes appliquées à la production des mêmes variétés sur des terres de même valeur agronomique ( $T$ ), et que l'on admette les déclarations de Fukuoka lorsqu'il dit qu'il fait aussi bien (en riz) que ses voisins qui pratiquait l'agriculture conventionnelle, alors il apparaît que l'efficacité de l'agriculture naturelle ( $X$ ) compense à elle seule l'absence des produits chimiques que Fukuoka s'interdisait (les produits chimiques sont représentés dans notre fonction de production par le produit  $A_I \cdot I$ ). Cela signifie que la valeur de l'efficacité de l'agriculture conventionnelle est beaucoup plus faible que celle de l'efficacité de l'agriculture naturelle. La supériorité de l'agriculture naturelle tient tout entière dans l'excellence de sa planification fondée sur des rotations longues, un couvert végétal permanent de légumineuses, des semis semis sous-couverts, la restitutions des pailles, etc.

## Bibliographie

- BECKER Gary S., 1964, 1993, 3e éd., *Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis, with Special Reference to Education*, Chicago, University of Chicago Press.
- BISAULT Laurent, « Les rendements du blé et du maïs ne progressent plus : Une période favorable de 50 années s'est achevée », *Agriste Primeur*, n°210, mai 2008.
- FUKUOKA Masanobu, 1975, *La révolution d'un seul brin de paille*, Guy Trédaniel éditeur, 2005. Titre original : *Shizen noho wara ippon no Kakumei*, Tokyo, 1975. Première traduction *The one straw revolution*, Rodale Press, Emmaus, USA, 1978. La traduction française est une traduction de la traduction anglaise.
- FUKUOKA Masanobu, 1985, *L'agriculture naturelle : théorie et pratique pour une philosophie verte*, publié en 1985 aux États-Unis et en 1989 en français, éditions Trédaniel.
- FUKUOKA Masanobu, 1987, *La voie du retour à la nature : Théorie et pratique pour une philosophie verte*, Troisième édition de 2012, Le Courrier du Livre, Paris, traduit en français en 2005. Titre original : *The Road Back to Nature: Regaining the Paradise Lost*.
- GATE Philippe et alli, « Les origines du plafonnement des rendements du blé en France », communication Arvalis, 2009.
- LEIBENSTEIN Hayek, 1978, « *X-Inefficiency Xists-Reply to an Xorcist* », *American Economic Review*, n°. 68.
- LEONTIEF Wassily, 1966, *Input-Output Economics*, Oxford University Press, Oxford, 1966.
- MARX Karl, *Das Kapital, Kritik der politischen Ökonomie*, Volume I, Verlag von Otto Meisner, 1867.
- MAZOYER Marcel., ROUDART Laurence, 2002, *Histoire des agricultures du monde : Du néolithique à la crise contemporaine*, Collection Points Histoire, Éditions du Seuil.
- MOLLISON Bill, 1978, *Perma-culture 2, une agriculture pérenne pour l'autosuffisance et les exploitations de toutes tailles*, Éditions Charles Corlet, 1981.

- MOLLISON Bill, HOLMGREN David, 1978, *Perma-culture 1, une agriculture pérenne pour l'autosuffisance et les exploitations de toutes tailles*, Éditions Charles Corlet, 1981.
- RICARDO David, 1817, *Des principes de l'économie politique et de l'impôt*, John Murray.
- SALZMAN Vic, *The Close to Nature Garden*, Rodale Press, vidéo en ligne <https://www.youtube.com/watch?v=VsRSsvfu5fM>.
- SRAFA Piero, 1960, *Production of Commodities by Means of Commodities: Prelude to a critique of economic theory*, 1960.
- THIBAudeau Sylvie, « Fertilisation azotée dans le maïs-grain », coordonné par Carl Bérubé, document de travail PAGES, 2006.
- TURGOT Anne Robert Jacques, 1769, *Observations sur le mémoire de M. De Saint-Péravy*.
- WICKSTEED Philip H., 1894, *The Co-ordination of the Laws of Distribution*, London.