
LA REVOLUTION VERTE

LA RÉVOLUTION VERTE.....	1
Introduction	1
Les instituts internationaux de recherche agricole.....	1
Impact de la révolution verte sur le rendement et la production agricole	2
Les ingrédients de la révolution verte.....	3
<i>Des semences à haute réponse</i>	3
<i>Les engrais</i>	4
<i>Les pesticides</i>	5
<i>L'irrigation</i>	5
Impact économique de la révolution verte	6
<i>Fluctuations des prix sur le marché international</i>	6
<i>Évolution des prix des produits agricoles durant les dernières décennies</i>	6
Impact social de la révolution verte	7
<i>Les systèmes agraires</i>	7
<i>La révolution agricole dans les pays industrialisés</i>	7
<i>Productivité par travailleur</i>	7
<i>Productivité et seuil de renouvellement</i>	9
<i>Les paysans sans terre</i>	9
<i>La sécurité alimentaire</i>	9
Conséquences écologiques de la révolution verte.....	9
Conclusions - la révolution verte	10
Sources d'information.....	10

INTRODUCTION

Dans le chapitre précédent, nous avons vu comment les acquis de la génétique pouvaient contribuer à améliorer les variétés de plantes cultivées. À partir des années 60, les méthodes de sélection ont été utilisées afin de développer des semences à haut rendement, en vue de répondre à la croissance démographique des Pays en Voie de Développement (PVD). Ces variétés à haut rendement ont essentiellement été déployées en Asie (riz) et en Amérique Latine (maïs). Le premier effet de cette politique a été, comme escompté, d'augmenter considérablement le rendement et la production pour ces denrées alimentaires. Toutefois, ces augmentations de productions ont été accompagnées d'effets pervers, du point de vue économique, social et écologique. Le but de ce chapitre est d'analyser les conséquences, positives et négatives, de la révolution verte, afin de susciter une réflexion sur la complexité des systèmes agraires, et la difficulté de concevoir des solutions équilibrées et durables aux problèmes de la faim et de la malnutrition.

LES INSTITUTS INTERNATIONAUX DE RECHERCHE AGRICOLE

Au début des années 1960, plusieurs instituts internationaux ont été mis en place pour développer des semences améliorées pour les PVD. Les deux principaux instituts étaient le

CIMMYT en Amérique Latine (Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo - Centre international d'amélioration du maïs et du blé)¹, et l'IRRI en Asie (International Rice Research Institute - Centre International de Recherche sur le Riz)². Les principales semences ciblées étaient le blé, le maïs (CIMMYT), et le riz (IRRI).

Ces instituts fonctionnaient sur financements publics (notamment les fondations Ford et Rockefeller). Les centres de recherche dépendant de ces instituts étaient regroupés en CGIAR (Consultative Group on International Agricultural Research)³.

IMPACT DE LA REVOLUTION VERTE SUR LE RENDEMENT ET LA PRODUCTION AGRICOLE

Le premier effet de la révolution verte a été une augmentation du *rendement* (production par unité de surface) et de la *production* (quantité totale produite), pour les principales cultures ciblées : blé (Figure 3), maïs (Figure 2), et riz (Figure 4). L'augmentation de production résulte du produit du rendement, et celle des surfaces cultivées. Les semences de la révolution verte ont été cultivées sur des surfaces croissantes au fil des années, ce qui explique pourquoi l'impact est encore plus marqué sur les courbes de production que sur les courbes de rendement.

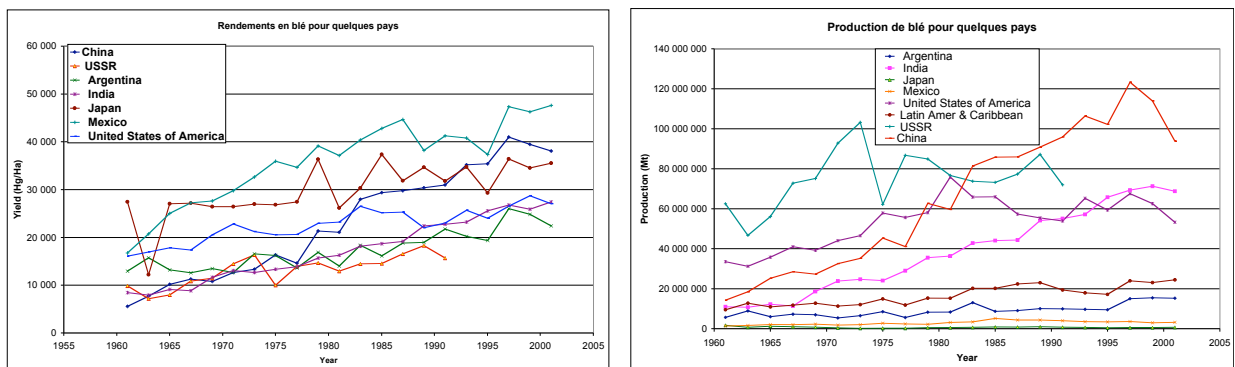


Figure 1 : rendement (gauche) et production (droite) de blé depuis 1960. Données collectées sur le site FAOSTAT (<http://apps.fao.org/>).

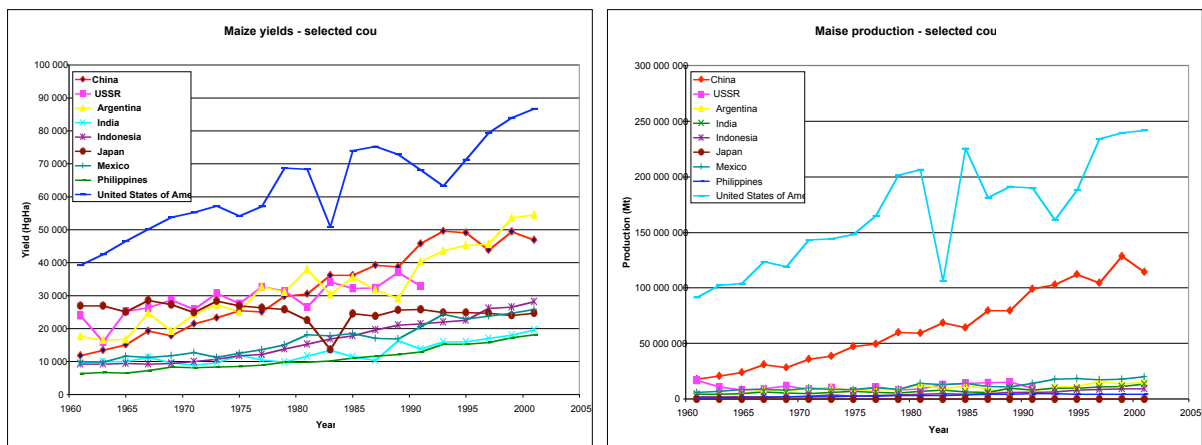


Figure 2: rendement (gauche) et production (droite) de maïs depuis 1960. Données collectées sur le site FAOSTAT (<http://apps.fao.org/>).

¹ <http://www.cimmyt.org/>

² <http://www.irri.org/>

³ <http://www.cgiar.org/>

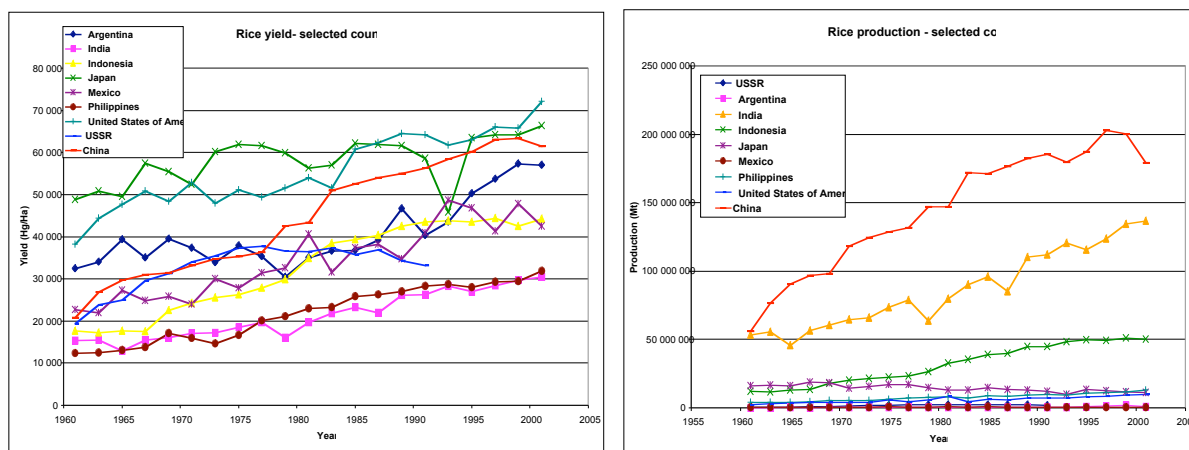


Figure 3 : rendement (gauche) et production (droite) de riz depuis 1960. Données collectées sur le site FAOSTAT (<http://apps.fao.org/>).

LES INGREDIENTS DE LA REVOLUTION VERTE

La révolution verte reposait sur une combinaison de 4 ingrédients complémentaires :

1. Semences à haut rendement (« à haute réponse »)
2. Engrais
3. Pesticides
4. Irrigation

En effet, le rendement des semences sélectionnées dépendait fortement de l'apport d'engrais, et ces semences étaient beaucoup moins résistantes aux insectes et à la sécheresse que les variétés locales. Les quatre ingrédients faisaient donc partie d'un « package », auquel pouvaient souscrire les pays ayant opté pour la révolution verte.

Des semences à haute réponse

Pour être précis, il vaudrait mieux parler de semences à *haute réponse* plutôt que de semences à *haut rendement*. En effet, en absence d'engrais, les variétés sélectionnées lors de la révolution verte ne produisent pas plus que leurs variétés d'origine. Ceci est illustré sur la Figure 4, qui indique le rendement (en tonnes par hectare) pour une variété sélectionnée (IR8) et sa variété parentale (Peta). En l'absence d'engrais azoté, on n'observe pas de différence significative entre les rendements des deux variétés. Par contre, la variété IR8 montre une augmentation linéaire du rendement en fonction de l'apport d'engrais, alors que la variété Peta montre une légère augmentation pour les faibles doses d'engrais, et une perte de rendement pour les fortes doses.

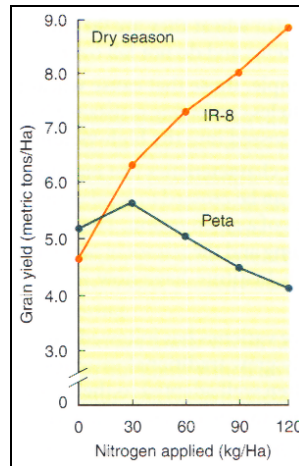


Figure 4: Réponse de deux variétés de riz à l'apport d'engrais azoté. La variété IR-8 a été sélectionnée pour sa haute réponse à l'azote, à partir de la variété Peta. Source: Chrispeels (2003).

Les engrais

La dépendance aux engrais des semences améliorées a eu un impact perceptible (Figure 5) : de 1960 à 2000, la consommation d'engrais augmente de façon régulière (à part une chute en 1990), particulièrement marquée en Chine, en Inde et en URSS. On notera au passage la brusque diminution de la consommation d'engrais en URSS à partir de 1989 (fin du régime communiste), dont l'impact est perceptible au niveau de la consommation mondiale.

L'utilisation massive d'engrais représente évidemment une pollution qui a eu un impact négatif sur l'environnement à l'échelle mondiale. Notons que cette augmentation n'est pas limitée aux pays en voie de développement, et se retrouve également dans les pays industrialisés. Cependant, aux Etats-Unis cette consommation s'est stabilisée vers 1975, alors qu'elle a continué à croître dans les pays en voie de développement.

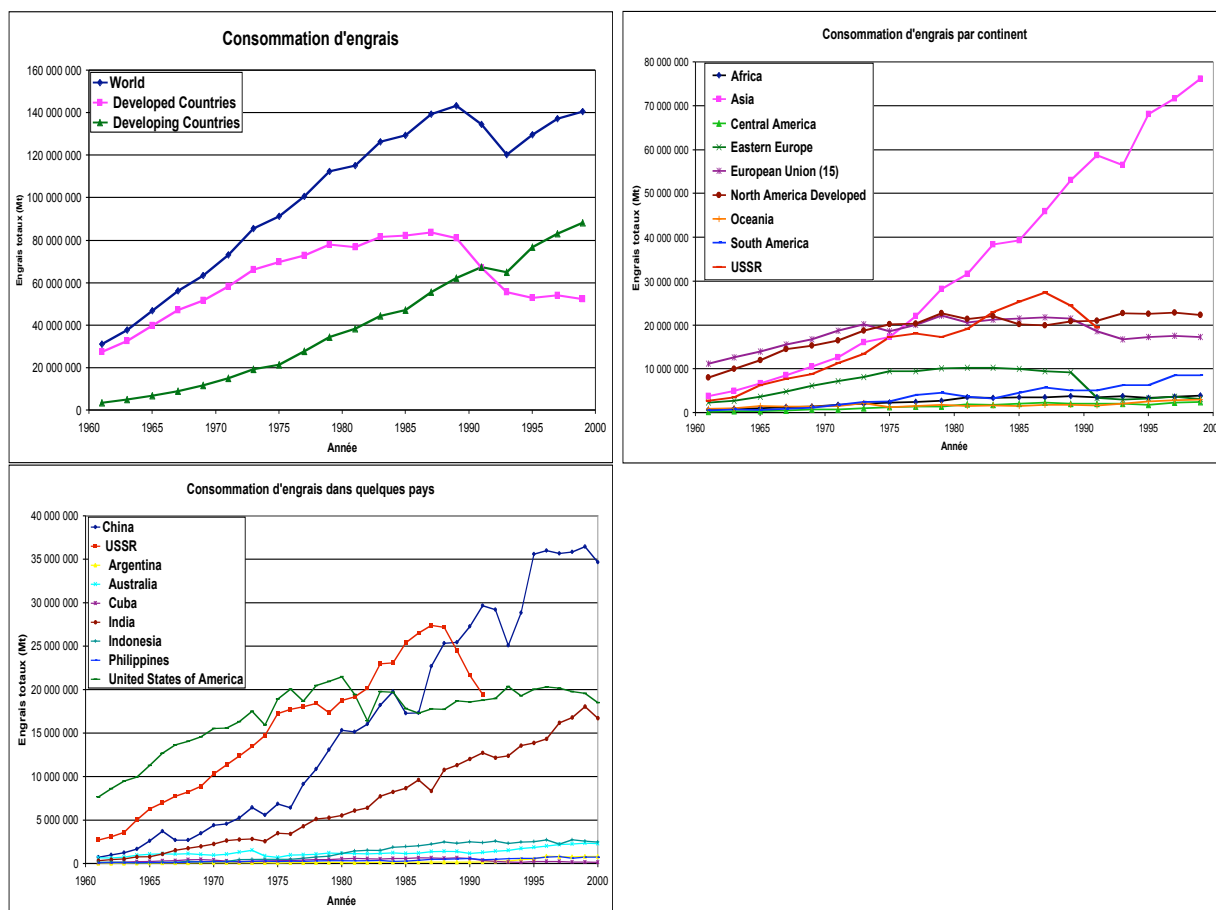


Figure 5: évolution de la consommation d'engrais au cours des 40 dernières années. **A** : dans le monde. **B** : par continent. **C** : dans quelques pays sélectionnés. Données collectées sur le site FAOSTAT (<http://apps.fao.org/>).

Les pesticides

Les semences améliorées sont plus sensibles aux attaques des insectes que les variétés locales. Ceci est d'une part lié à l'augmentation de rendement : l'apport d'engrais azoté a généralement pour effet de favoriser les ravageurs. La sensibilité aux insectes s'explique également par une substitution de cultures traditionnelles (avec rotations de cultures, cultures mixtes) par des monocultures, qui offrent un terrain idéal pour les insectes ravageurs. La réponse à cette augmentation de la sensibilité des cultures a été de recourir à l'utilisation systématique d'insecticides chimiques. Comme nous l'avons vu dans le chapitre sur les ravageurs, le recours systématique pose plusieurs problèmes (pollution, prolifération d'insectes résistants, ...).

L'irrigation

Outre leur dépendance vis-à-vis des engrais et leur sensibilité aux insectes, les semences améliorées étaient peu résistantes à la sécheresse. Pour obtenir de bons rendements, il a fallu développer l'irrigation. Des plans d'irrigation ont été mis en place dans plusieurs pays. Dans certaines régions d'Inde, on a constaté que cette irrigation provoquait une baisse alarmante des nappes phréatiques, et l'Inde est actuellement à la recherche de solutions alternatives, afin de préserver les eaux souterraines.

IMPACT ECONOMIQUE DE LA REVOLUTION VERTE

Fluctuations des prix sur le marché international

L'augmentation de production liée à la révolution verte a amené certains pays à exporter leurs excédents. Cette exportation a fait progressivement diminuer le prix des produits sur le marché international.

Il faut savoir que, toutes cultures confondues, le marché de l'exportation ne représente que 10% de la production agricole. Ce pourcentage est encore plus faible pour certaines cultures, comme le riz (4%). L'immense majorité des produits agricoles sont donc vendus sur des marchés locaux ou régionaux. Cependant, les prix du marché mondial exercent un effet sensible sur les prix des marchés intérieurs. En effet, il suffit qu'un produit soit produit de façon légèrement excédentaire dans quelques pays pour provoquer une augmentation de l'offre, accompagnée par une diminution de prix, sur le marché mondial. Dans un contexte de libre circulation des produits, les prix intérieurs ne peuvent se maintenir à un niveau supérieur à celui du marché extérieur, et les fluctuations des prix sur le marché mondial sont suivies au niveau des marchés intérieurs. En dépit de sa faible importance quantitative, le marché international exerce donc une forte influence sur les marchés intérieurs.

Évolution des prix des produits agricoles durant les dernières décennies

La Figure 6 indique l'évolution des prix sur le marché international pour le riz, le blé et le maïs, durant les dernières décennies. Si l'on néglige les fluctuations occasionnelles, les prix montrent une tendance régulière à la baisse.

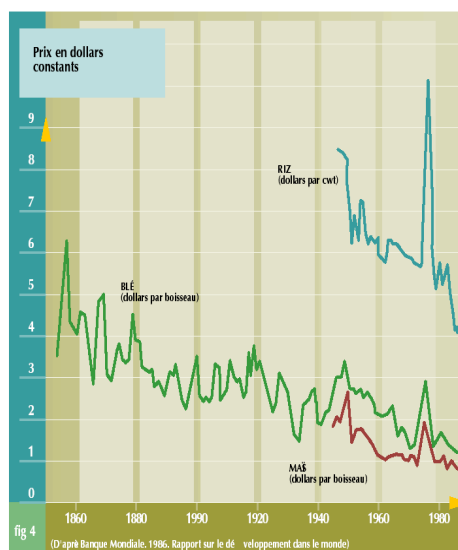


Figure 6: fluctuations des prix sur le marché international. Source: Mazoyer (2002).

En gros, les prix des principaux produits agricoles ont diminué de moitié entre 1970 et 2000 (Figure 7). Parallèlement à cette baisse, on a assisté à une augmentation du revenu moyen dans les zones urbaines. En termes relatifs, le pouvoir d'achat des zones urbaines a donc augmenté, mais pour les agriculteurs cette diminution des prix représente une diminution de revenu.

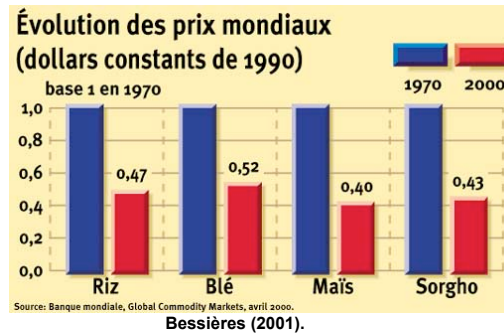


Figure 7: Evolution des prix mondiaux pour quelques denrées alimentaires. Source : Bessières (2001).

IMPACT SOCIAL DE LA REVOLUTION VERTE

Les systèmes agraires

Avant d’analyser l’impact social de la révolution verte, il est essentiel de réaliser les différences essentielles entre l’agriculture des pays industrialisés et celle des pays en voie de développement.

La révolution agricole dans les pays industrialisés

Durant la seconde moitié du 19^{ème} siècle, l’agriculture a subi, en Europe et en Amérique du Nord, une profonde transformation, désignée sous le nom de *révolution agricole*. (attention, ne pas confondre avec la *révolution verte* qui fait l’objet de ce chapitre). Le principal moteur de la révolution agricole est la mécanisation, qui a considérablement augmenté la productivité par travailleur, et augmente sensiblement la superficie cultivée par actif (Figure 8). Par ailleurs, l’amélioration des variétés cultivées et le développement d’une agriculture à fort taux d’intrants chimiques (engrais, pesticides) ont provoqué une augmentation du rendement (production par unité de superficie).

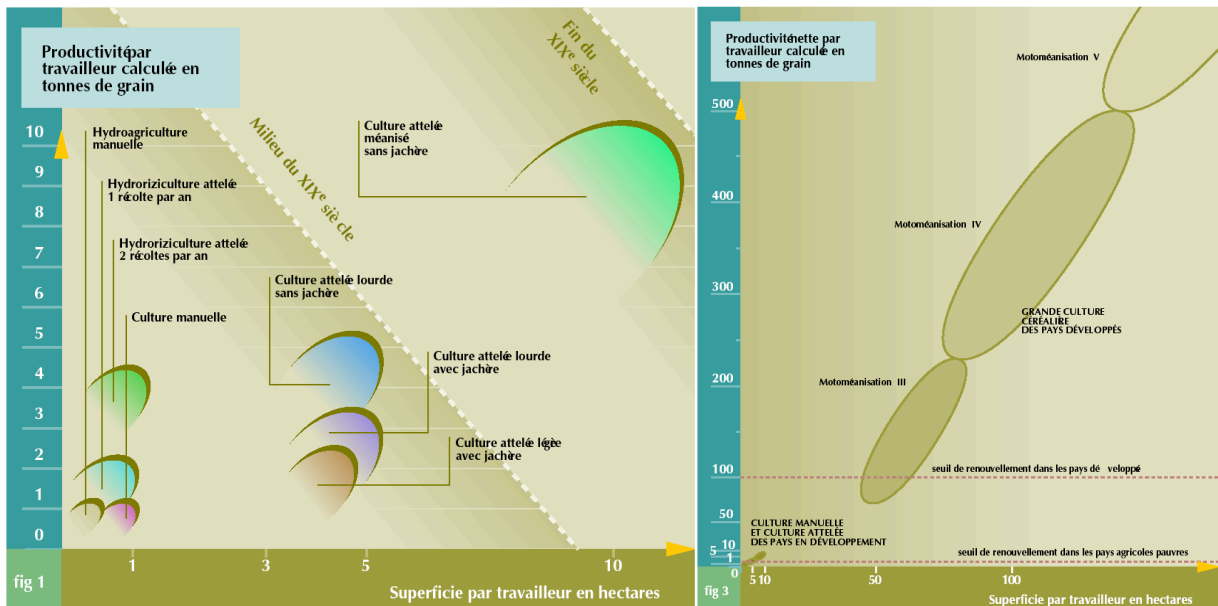


Figure 8: productivité et superficie par travailleur dans différents systèmes agraires. Source: Mazoyer (2002).

Productivité par travailleur

La Table 1 indique le nombre de travailleurs actifs dans les principaux systèmes agraires, ainsi que la production par travailleur et par surface.

	Travailleurs (millions)	Travailleurs (%)	tonnes/ha	ha/travailleur	t/travailleur
Révolution agricole	60	4.4%	10	100	1000
Révolution verte	800	58.8%			
traction animale	400	29.4%	10	5	50
outillage manuel	400	29.4%	10	1	10
Ni révolution verte ni révolution agricole	500	36.8%	1	1	1
Total	1360				

Table 1: personnes actives et production par travailleur dans différents systèmes agraires. Source: Mazoyer (2002).

Notons tout d'abord que les chiffres sont donnés ici en population active. Si l'on inclut les personnes dépendant économiquement de ces actifs, les 1360 millions d'actifs des milieux ruraux représentent 3 milliards de personnes, soit la moitié de l'humanité.

Evidemment, ce chiffre global recouvre des proportions très différentes, selon qu'on considère les pays concernés : dans les pays développés, la population agricole représente moins de 10% de la population active (Figure 9), alors que dans les pays en développement, elle en représente plus de la moitié.

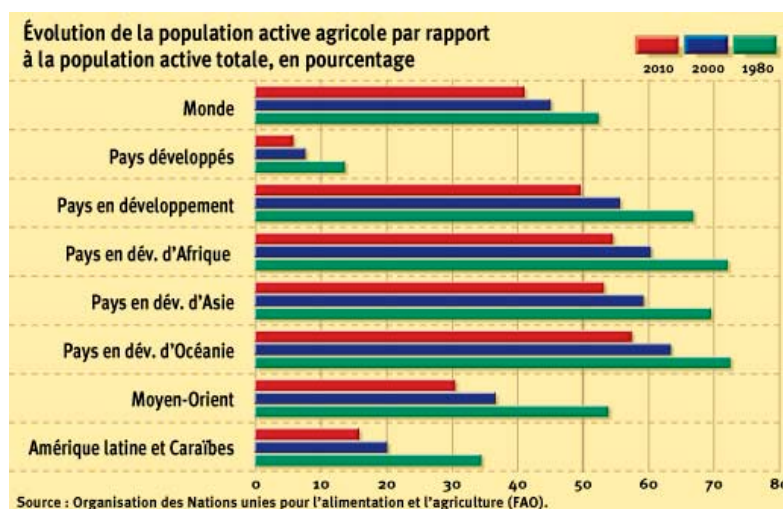


Figure 9: population agricole active dans différentes régions géographiques. Source: Bessières (2001).

Si l'on ne tient compte que des travailleurs actifs, une première constatation est que l'agriculture telle que nous la connaissons en Europe ne représente qu'une toute petite fraction (4,4%) des agriculteurs dans le monde. L'agriculture à forte mécanisation compte 28 millions de tracteurs, répartis entre 60 millions de travailleurs.

Une autre constatation est que la révolution verte ne dépend pas forcément d'une mécanisation. Seule la moitié des agriculteurs de la révolution verte ont recours à une mécanisation, et encore s'agit-il d'une mécanisation légère (basée essentiellement sur la traction animale).

Par ailleurs, une importante proportion d'agriculteurs n'ont pas été touchés par la révolution verte : 500 millions d'actifs travaillent encore actuellement selon des systèmes traditionnels, sans recourir aux semences améliorées (ni aux engrais, pesticides et plans d'irrigation dont dépendent ces semences).

Notons enfin les fortes différences de productivité entre les différents systèmes agraires.

Productivité et seuil de renouvellement

Le seuil de renouvellement représente le revenu socialement acceptable et permettant de renouveler les moyens de production. Le taux de renouvellement peut se calculer en termes de superficie à cultiver. Pour les agriculteurs qui n'ont pas bénéficié de la révolution verte, ce taux est plus ou moins équivalent à une production de 1ha/travailleur. Le taux de renouvellement est 100 fois plus élevé pour l'agriculture à forte mécanisation (Figure 8).

Le taux de renouvellement a fortement augmenté durant les dernières décennies. Il y a 50 ans, un agriculteur qui cultivait 1ha et produisait 1t, devait vendre 200 kg pour pouvoir renouveler son outillage, ses vêtements, ... Il disposait donc de 800 ha pour sa consommation, ce qui lui permettait de nourrir une famille moyenne. Il y a 20 ans, il devait vendre 400 kg pour renouveler ses moyens de production et il ne lui restait que 600 kg pour sa consommation. Aujourd'hui, il doit vendre 600 kg pour le renouvellement, et 1ha ne suffit donc plus à nourrir sa famille et renouveler son outillage (Mazoyer, 2002). L'augmentation du taux de renouvellement a des conséquences néfastes pour les agriculteurs à faible revenu : précarité, endettement, abandon des terres cultivées, exode rural, ...

Les paysans sans terre

Les pays qui ne sont pas entrés dans le système de la révolution verte en ont subi les effets pervers. Du fait de la baisse des prix sur le marché international, les produits d'importation sont entrés en concurrence avec les produits locaux. La baisse subséquente des prix a entraîné l'appauvrissement, l'endettement de bon nombre de paysans. Les paysans ne pouvant plus atteindre le seuil de renouvellement ont dû abandonner leurs terres, et se rabattre sur les régions urbaines.

La sécurité alimentaire

Le nombre de personnes vivant dans des conditions d'insuffisance alimentaire chronique est passé de 920 millions en 1970 à 826 millions en 1997. Ce nombre a donc légèrement diminué depuis le début de la révolution verte. Cependant, à ce rythme, il faudrait plus de 200 ans pour voir disparaître l'insuffisance alimentaire.

Il faut également savoir que les 3/4 des gens qui souffrent d'insuffisance alimentaire sont des ruraux : paysans sous-équipés, ouvriers agricoles sous-payés, artisans et commerçants en relation avec eux. Le « réservoir » de pauvreté et de sous-alimentation résulte d'un flux permanent entre l'exode rural, et un flot de nouveaux pauvres ruraux (Mazoyer, 2002).

CONSEQUENCES ECOLOGIQUES DE LA REVOLUTION VERTE

Dans les pays qui ont souscrit aux semences de la révolution verte, cette modification du système agricole a entraîné, selon les endroits : une dégradation des sols ; une baisse des nappes phréatiques (exemple de l'Inde); une pollution par les engrais et pesticides. De plus, les systèmes traditionnels de polyculture ont été remplacés par des monocultures, et le remplacement des variétés locales par les semences sélectionnées a occasionné une perte de la biodiversité.

Dans les pays sans révolution verte, l'appauvrissement des paysans (effet de la baisse des prix) a provoqué un abandon des surfaces cultivées, qui a été suivi d'une dégradation de ces terres.

Du point de vue écologique, la révolution verte a donc eu essentiellement des conséquences négatives.

CONCLUSIONS - LA REVOLUTION VERTE

Une première constatation, et elle est importante, est que la révolution verte a effectivement entraîné une hausse de la production alimentaire mondiale. Cette hausse est cependant limitée à certains pays, principalement asiatiques, et l'on est loin d'avoir résolu les problèmes de la faim et de la malnutrition dans le monde.

Par ailleurs, la révolution verte a eu bon nombre d'effets pervers économiques et écologiques. Ce modèle n'est donc pas extensible aux 500 millions de paysans qui n'en ont pas encore bénéficié (principalement en Afrique), et son maintien dans les pays qui en ont bénéficié n'est pas compatible avec un développement durable, en raison notamment de la forte dépendance des semences vis-à-vis des engrais et pesticides.

Le développement durable est un développement qui permet à toutes les populations vivant actuellement sur Terre de satisfaire leurs besoins sans compromettre les possibilités des générations futures.

Commission mondiale pour l'environnement et le développement, dite commission Brundtland (1987)

On peut imaginer des tas de scénarios alternatifs pour le développement, et il est difficile de prévoir les conséquences des uns et des autres. En tout cas, la plupart des observateurs pensent qu'une extension de la révolution verte et de la révolution agricole ne ferait qu'amplifier les effets pervers déjà observés. Les villes du Sud ne pourront pas absorber les 500 millions de paysans laissés pour comptes par la révolution verte

Il faut donc tirer les leçons de la révolution verte. Un aspect essentiel est que les évaluations d'une stratégie de développement ne peuvent pas se limiter à la seule productivité. Il est crucial de prendre en compte les enjeux écologiques, sociaux, et économiques.

SOURCES D'INFORMATION

1. FAOSTAT: <http://apps.fao.org/>
2. Chrispeels, M. J. & Sadava, D. E. (2003). Plants, genes, and crop biotechnology. 2nd edit. 1 vols, Jones and Barnett, Boston.
3. Mazoyer, M. (2002). Protéger la paysannerie pauvre dans un contexte de mondialisation. World Food Summit - FAO. <http://www.fao.org/worldfoodsummit/msd/Y1743f.pdf>
4. Fabre, R. (1978). Paysans sans terre. Les moissons de l'agropolitique. 1 vols, Bordas, Paris.
5. Bessières, M. (2001). Cinq cent millions de paysans à l'épreuve de la mondialisation. Le Courrier de l'UNESCO. http://www.unesco.org/courier/2001_01/fr/doss12.htm
6. Dasgupta, K. (2001). Pas si rose, la révolution verte. Le Courrier de l'UNESCO. http://www.unesco.org/courier/2001_01/fr/doss22.htm