

Enjeux sociaux et écologiques de la biologie

La révolution verte

Jacques van Helden

Jacques.van-Helden@univ-amu.fr

Université d'Aix-Marseille, France

<http://jacques.van-helden.perso.luminy.univmed.fr/>

Adresse précédente (1999-2011)

Université Libre de Bruxelles, Belgique

Bioinformatique des Génomes et des Réseaux (BiGRe lab)

<http://www.bigre.ulb.ac.be/>

Introduction

- Au cours précédent, nous avons vu comment les acquis de la génétique pouvait contribuer à l'amélioration de traits intéressants dans les espèces cultivées.
- Nous discuterons aujourd'hui de l'impact des semences améliorées sur l'agriculture des pays en voie de développement (PVD).
- Auparavant, je dresserai un bref résumé de la révolution agricole dans les pays industrialisés.

Les instituts internationaux de recherche agricole

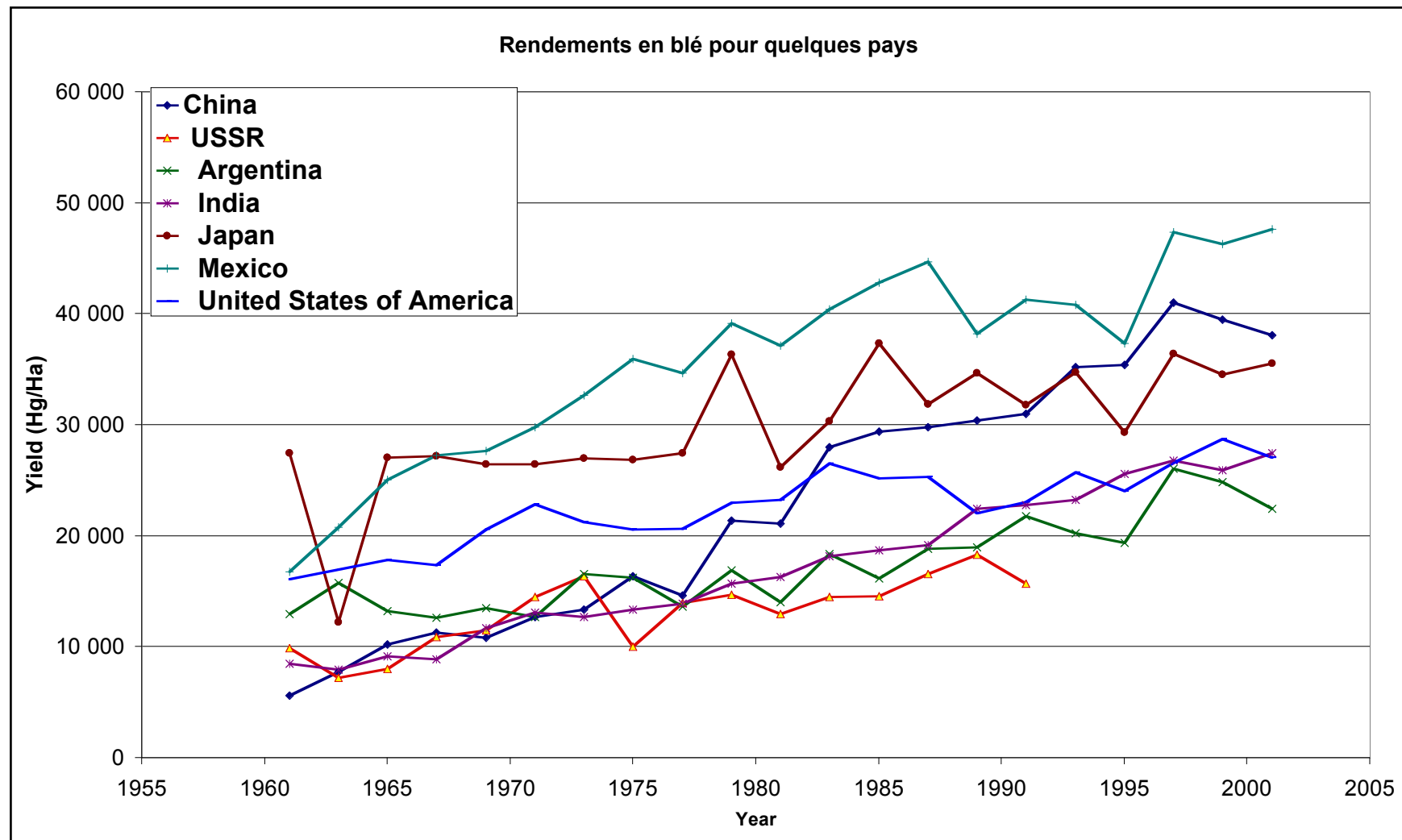
- Depuis le début des années 1960, plusieurs instituts internationaux ont été mis en place pour développer des semences améliorées pour les pays en développement
 - CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo - Centre international d'amélioration du maïs et du blé). <http://www.cimmyt.org/>
 - IRRI (International Rice Research Institute - Centre International de Recherche sur le Riz) <http://www.irri.org/>
- Ces instituts recevaient des financements publics (notamment les fondations Ford et Rockefeller)
- Ces centres se sont regroupés en CGIAR (Consultative Group on International Agricultural Research). <http://www.cgiar.org/>

La révolution verte

- La mission de ces Instituts était de développer des semences à haut rendement pour certaines cultures
 - CIMMYT blé et maïs
 - IRRI riz
- Ces semences améliorées ont été déployées dans les pays en voie de développement.
- Les ingrédients de la révolution verte
 - semences à haut rendement
 - engrais
 - pesticides
 - irrigation

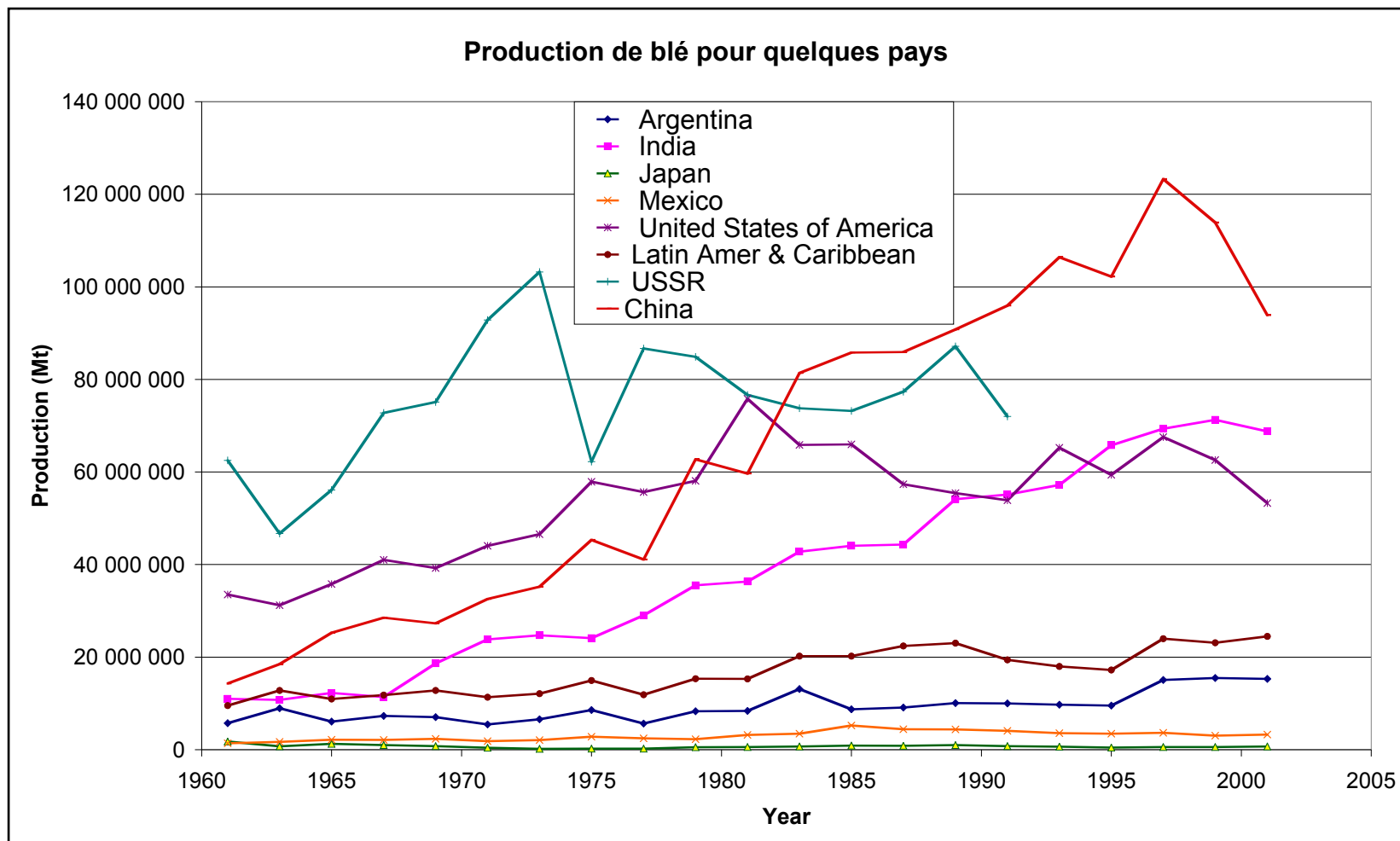
Rendements en blé

- Le rendement est la quantité produite par unité de surface.
- Les courbes ci-dessous indiquent l'évolution du rendement en du blé depuis les années 1960, dans certains pays sélectionnés.



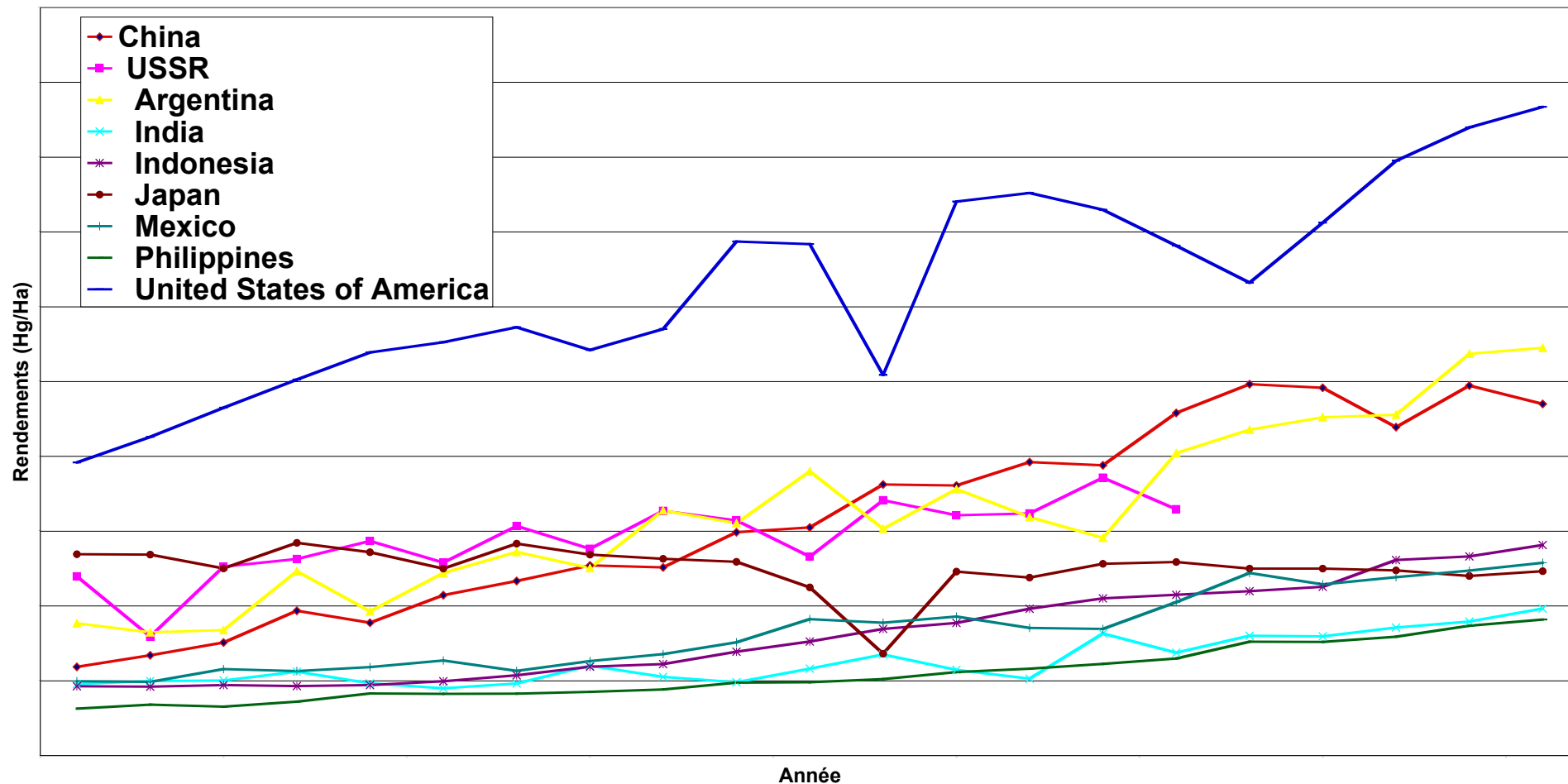
Production de blé

- La production est la quantité produite sur l'ensemble de la surface considérée (par exemple pour un pays donné).

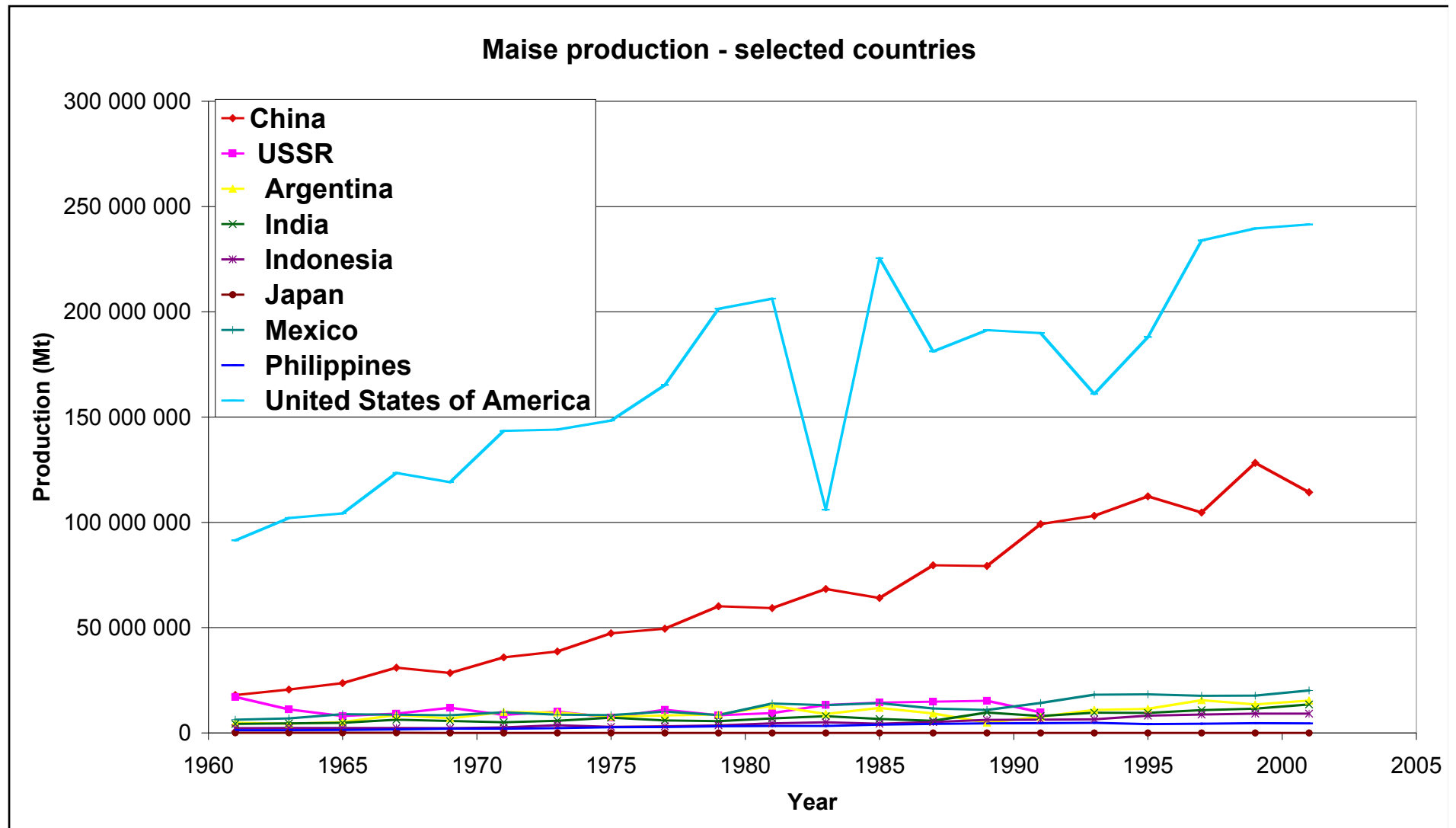


Rendement en maïs

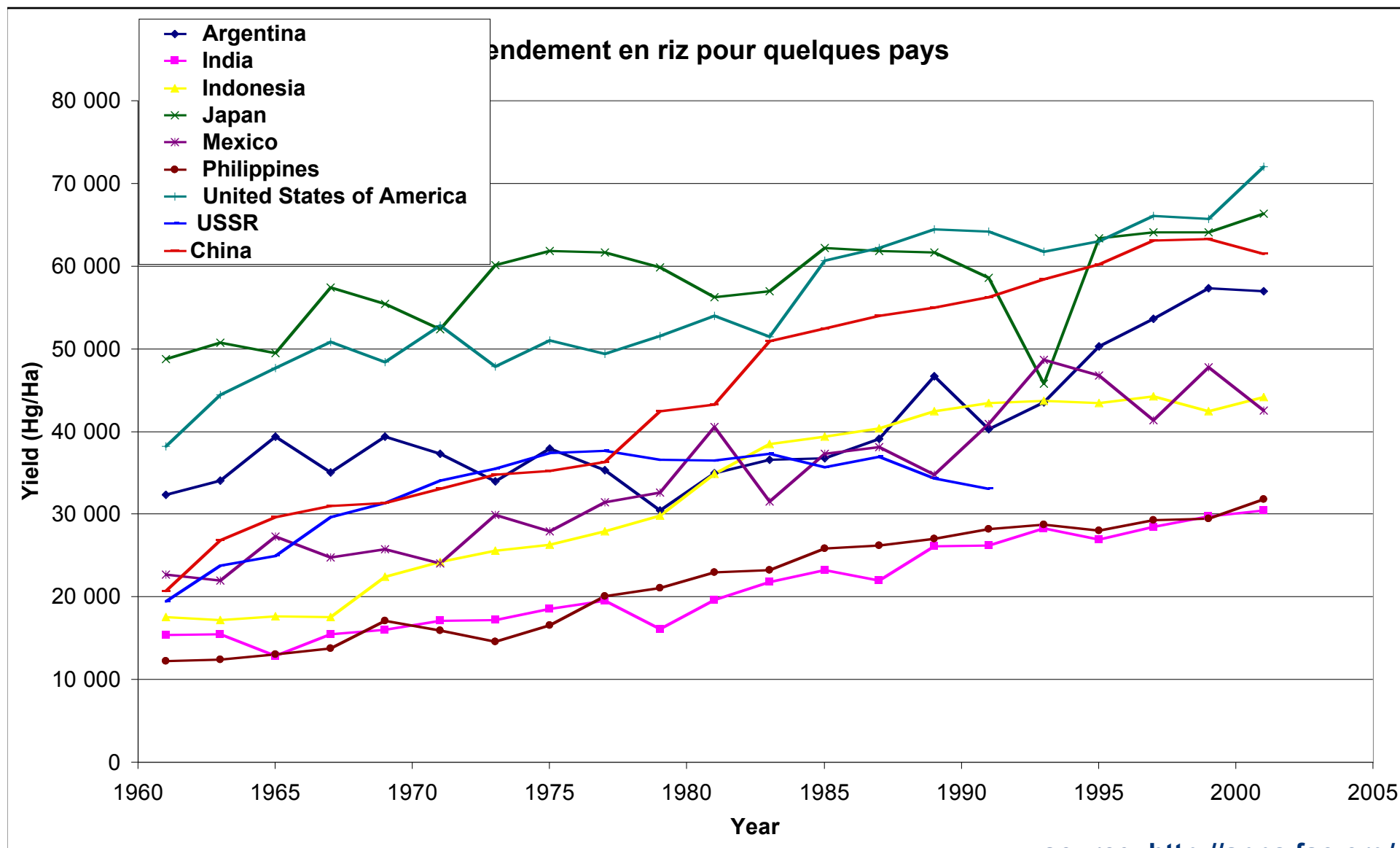
Rendements en maïs pour quelques pays



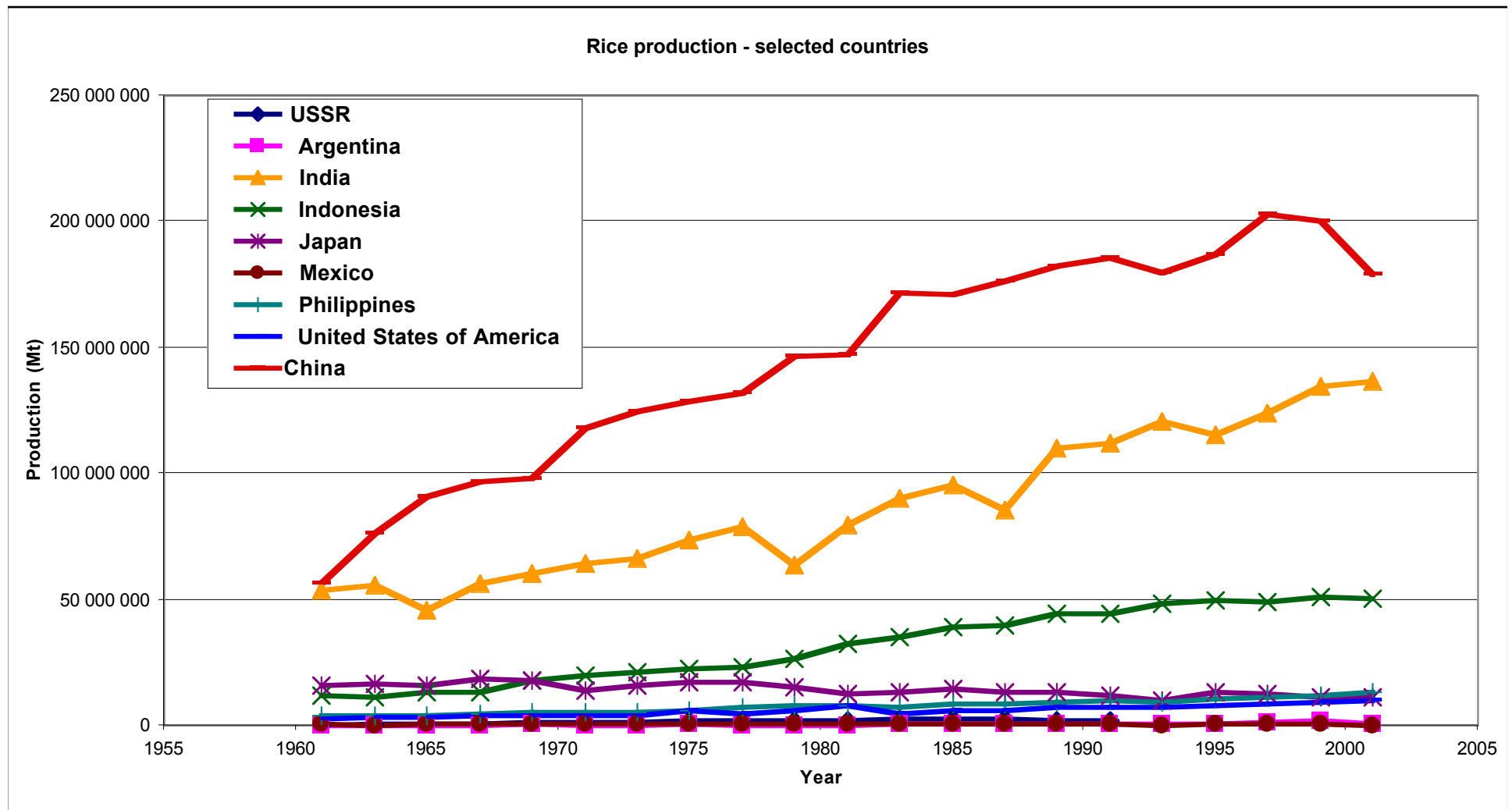
Production de maïs



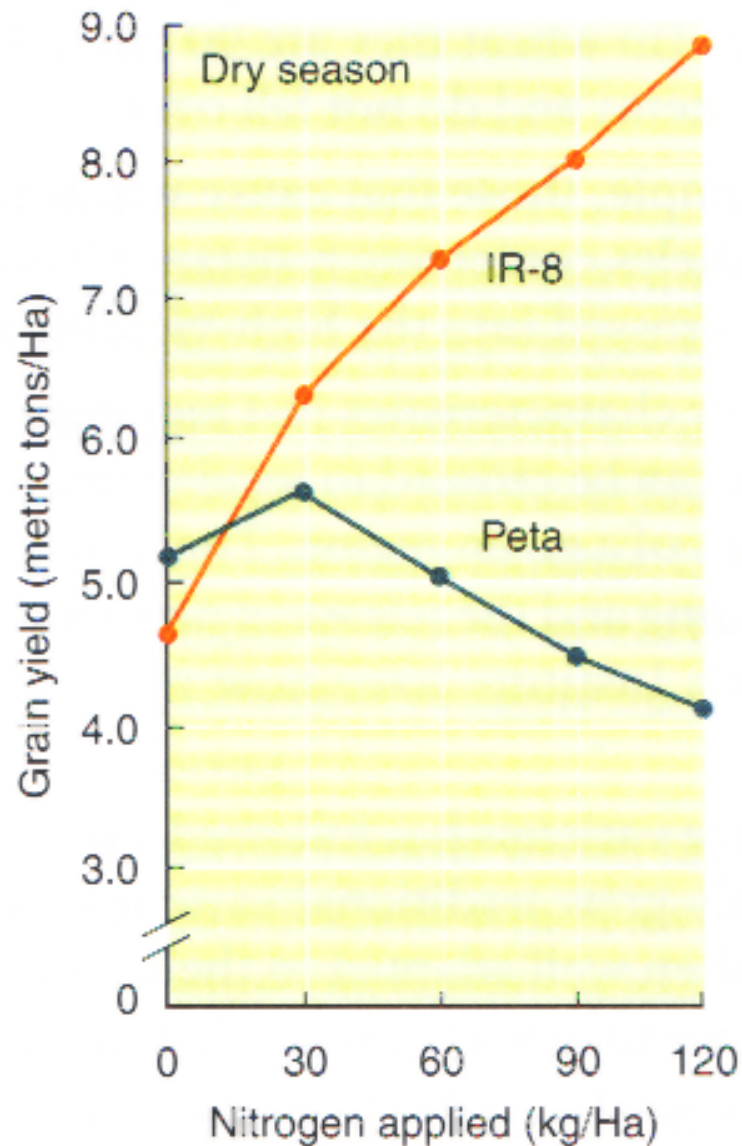
Rendements en riz



Production de riz



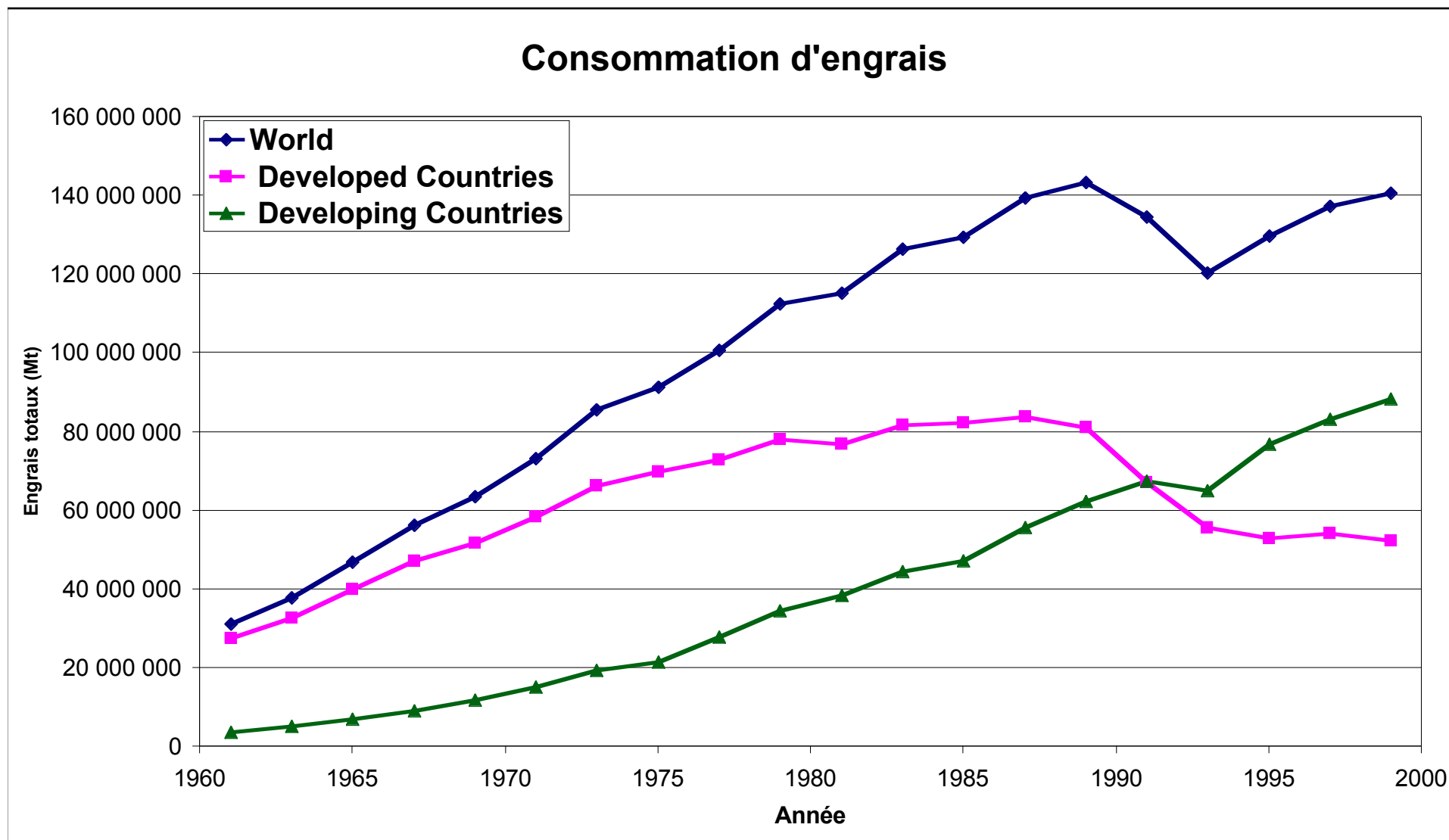
Semences à haut rendement ou à haute réponse ?



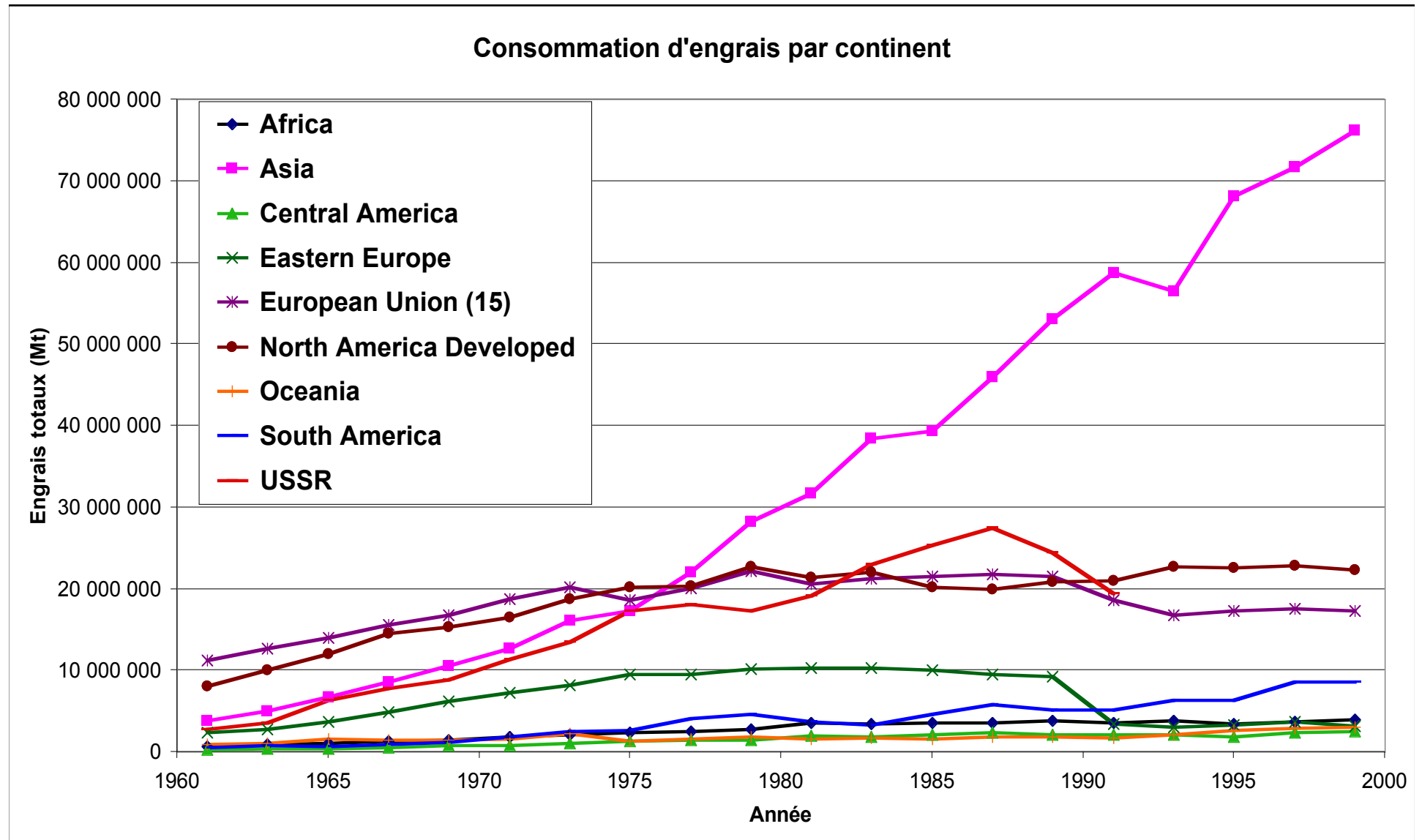
source: Chrispeels (2003)

- Pendant la révolution verte, les instituts de recherche ont sélectionné des semences dites à **haut rendement**.
- Cependant, ce rendement dépend fortement du taux d'engrais utilisé.
 - Sans engrais, les rendements sont identiques à ceux obtenus avant sélection.
- Il est plus approprié de parler de semences à **haute réponse**.
- Figure
 - La variété de riz IR8 a été sélectionnée à partir de la variété Peta.
 - La productivité de la variété ID-8 augmente linéairement en fonction de l'apport en azote
 - En absence d'engrais azoté, elle ne donne pas de meilleur rendement que la variété parente.

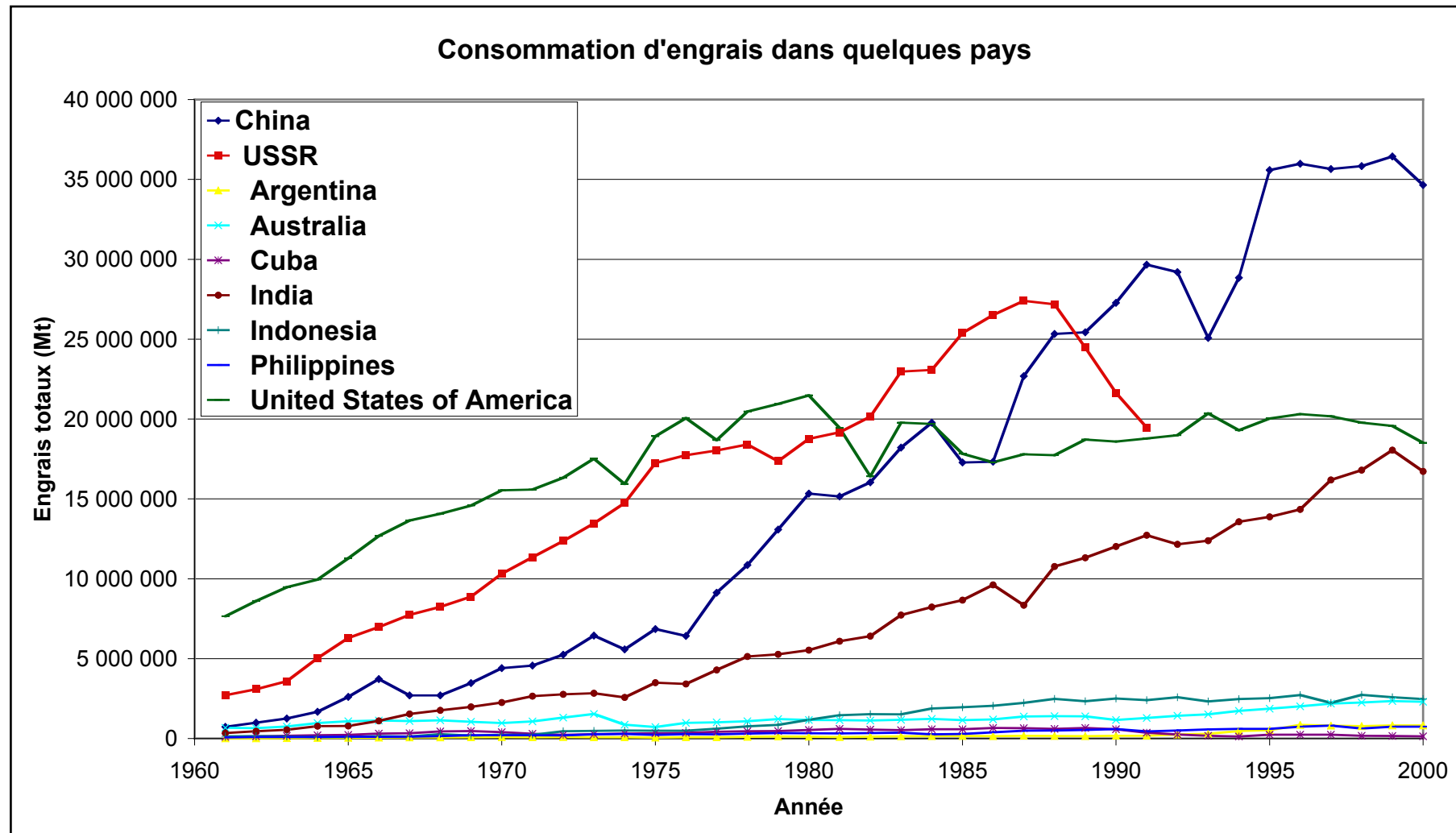
Consommation d'engrais dans le monde



Consommation d'engrais par continent



Consommation d'engrais pour quelques pays



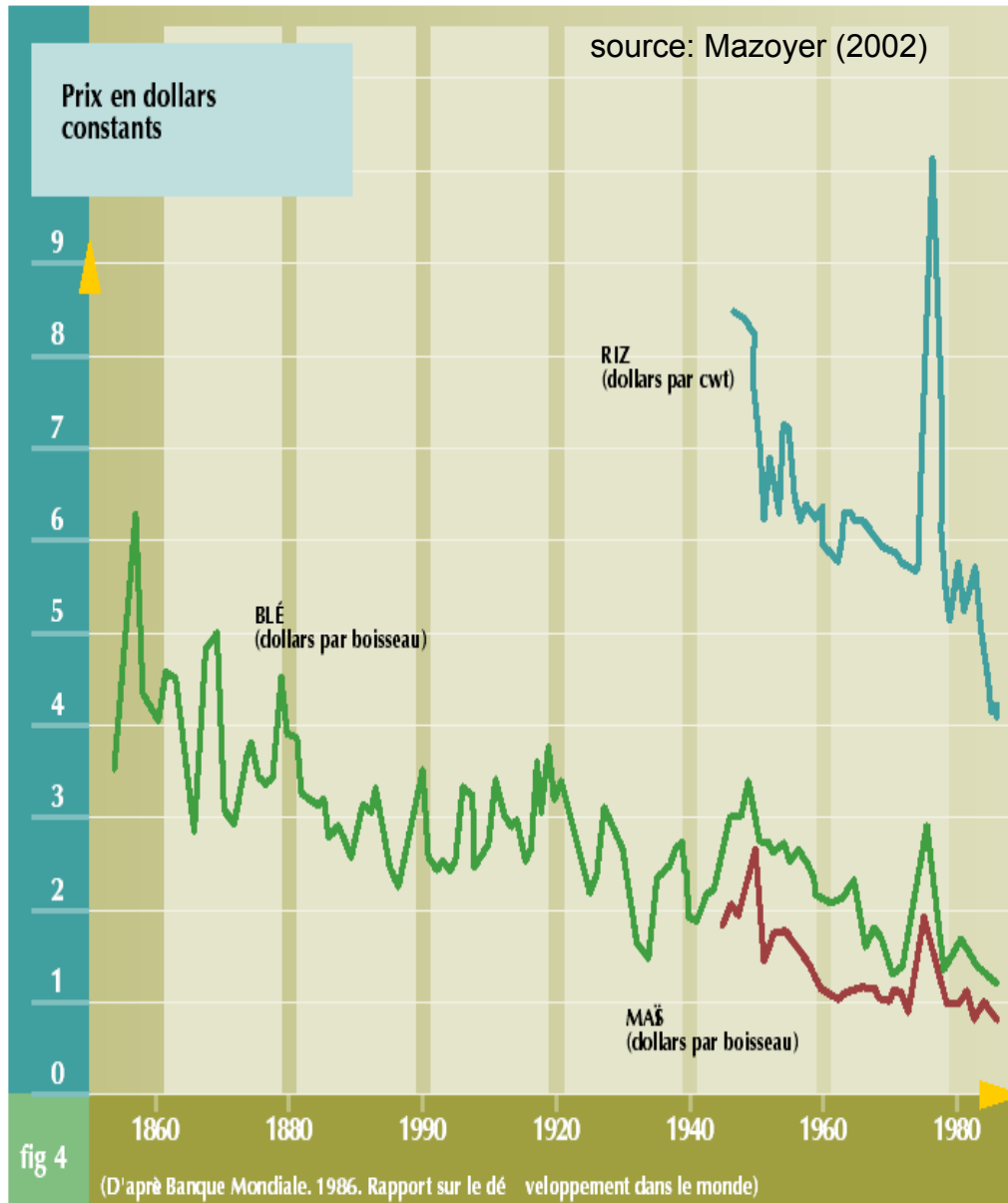
Les pesticides

- Les semences améliorées sont plus sensibles aux attaques des insectes que les variétés locales.
- La révolution verte a donc été caractérisée par une augmentation de consommation de pesticides.

L'irrigation

- Les semences sélectionnées durant la révolution verte dépendaient fortement de l'eau. Pour obtenir de bons rendements, il a fallu développer l'irrigation.
- Dans certaines régions d'Inde, l'extension de ces aménagements a été telle que les ponctions d'eau pour l'irrigation ont provoqué une baisse des nappes phréatiques.

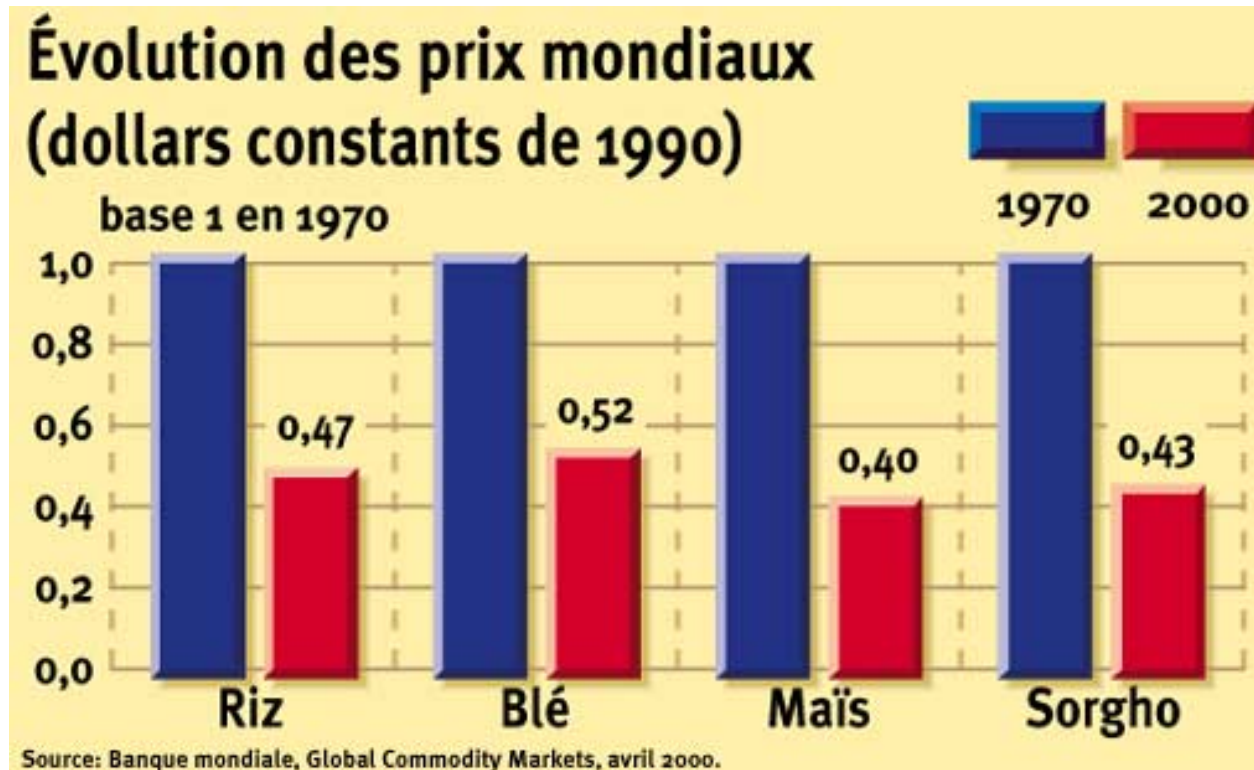
Fluctuations des prix sur le marché international



- 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.
- Le marché de l'exportation ne représente que 10% de la production agricole, mais il affecte fortement les prix des marchés intérieurs.

Évolution des prix mondiaux

- Les prix mondiaux des produits agricoles ont baissé.
- Parallèlement, les revenus moyens augmentaient en zone urbaine.



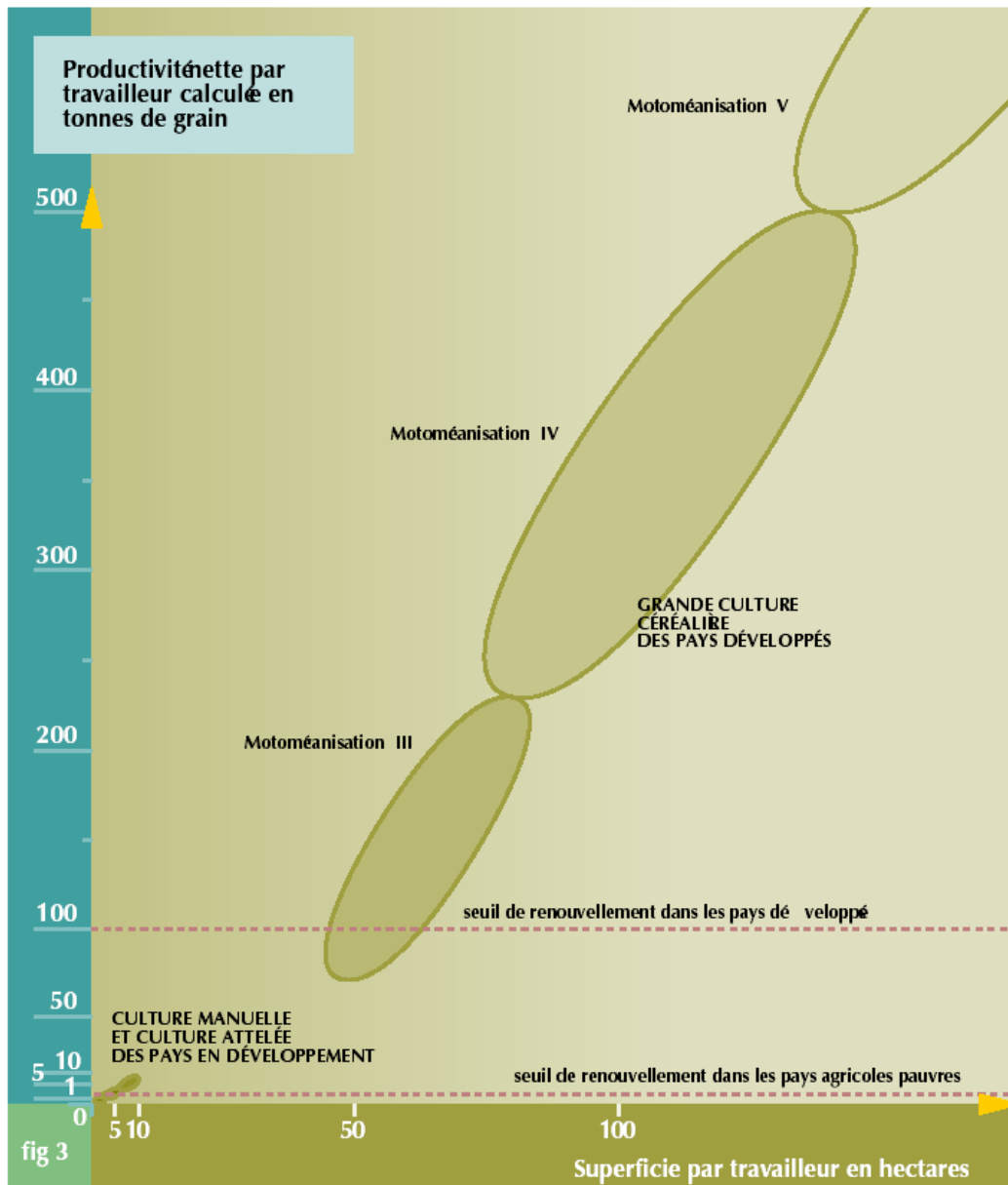
Bessières (2001).

Productivité par travailleur

- Population mondiale
 - 6 milliards
- La révolution agricole ne concerne que 4.6% des agriculteurs dans le monde.
 - Population agricole mondiale : 3 milliards dont 1.3 milliards d'actifs
 - Nombre de tracteurs dans le monde: 28 millions
 - L'agriculture à mécanisation lourde ne concerne donc qu'une fraction infime des agriculteurs
- La révolution verte n'a atteint qu'une fraction des agriculteurs des Pays en Voie de Développement
 - La révolution verte n'a touché que 800 millions d'agriculteur, soit 60% des agriculteurs dans le monde.
 - Les 40% restants n'utilisent ni mécanisation, ni semences améliorées.
- Il existe de fortes différences de productivité selon les systèmes agraires
- La vision « occidentale » de l'agriculture n'est donc pas du tout représentative de l'agriculture à l'échelle mondiale.
- Source: Mazoyer (2002)

	Travailleurs (millions)	%	t/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
uniquement outillage manuel	400	29.4%	10	1	10
Ni révolution verte ni révolution agricole	500	36.8%	1	1	1
Total	1360	100.0%			

Productivité et seuil de renouvellement

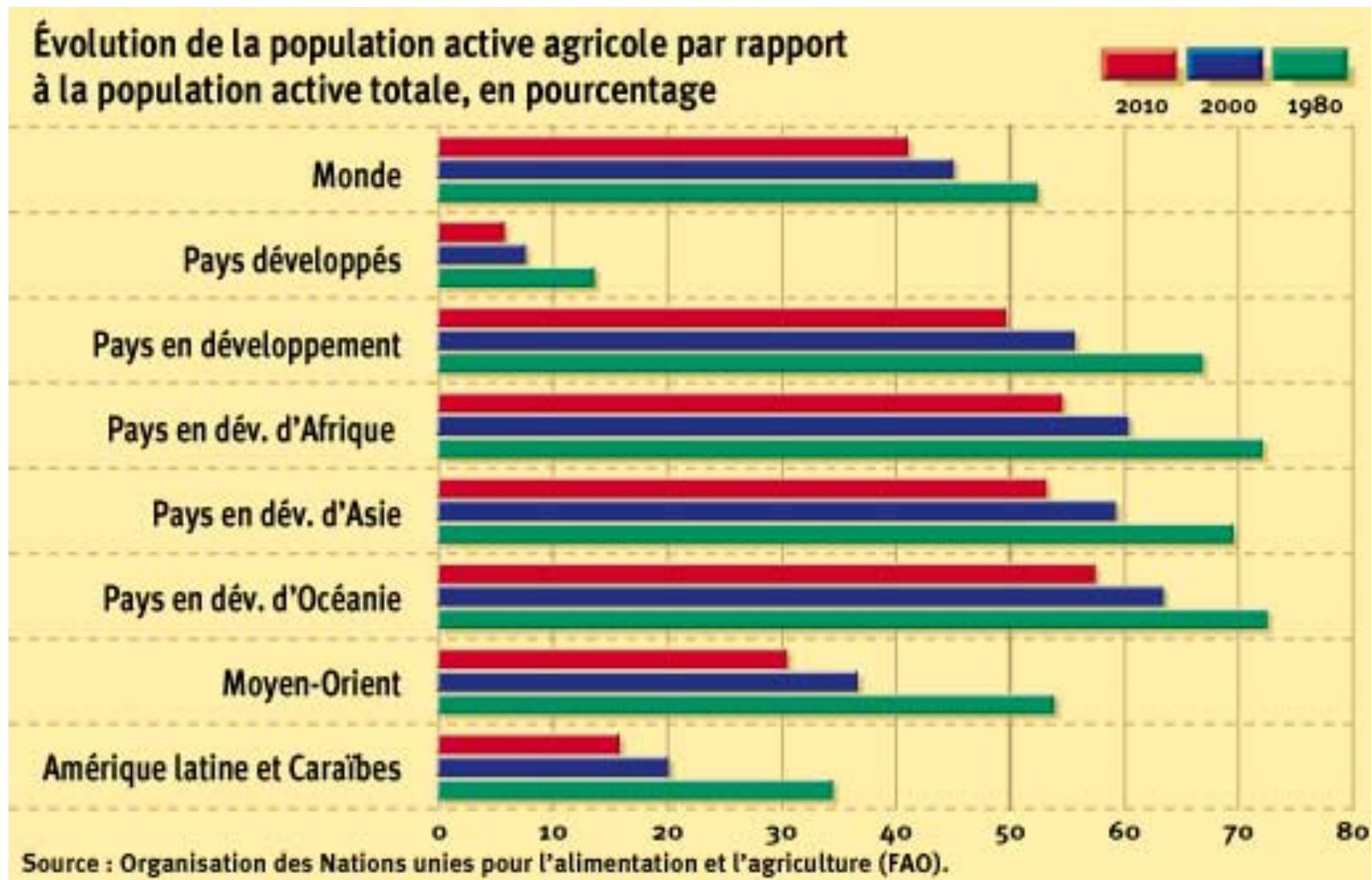


- Le seuil de renouvellement représente le revenu socialement acceptable et permettant de renouveler les moyens de production.
- On peut exprimer ce seuil en terme du nombre d'hectares nécessaires à une famille d'agriculteur pour atteindre le seuil de revenus nécessaire.
- Pour les agriculteurs qui n'ont pas bénéficié de la révolution verte, ce taux est plus ou moins équivalent à une production de 1ha/travailleur.
- Le seuil de renouvellement est 100 fois plus élevé pour l'agriculture à forte mécanisation.
- source: Mazoyer (2002)

Seuil de renouvellement pour un paysan traditionnel

- 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 kg 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.
- Conséquences
 - précarité
 - endettement
 - abandon des surfaces cultivées
 - exode rural
- Source : Mazoyer (2002)

Population active agricole



Bessières (2001).

La sécurité alimentaire

- Nombre de personnes vivant dans des conditions d'insuffisance alimentaire chronique.
 - 1969-1971 920 millions (à 40 millions près)
 - 1996-1998 826 millions
- 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.
- 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.
- Source: Mazoyer (2002)

Conséquences sociales de la révolution verte

- Les pays qui ne sont pas entrés dans la révolution verte en ont subi les effets pervers.
 - Du fait de la baisse des prix sur le marché, 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.

Conséquences écologiques de la révolution verte

- Dans les pays où l'on a appliqué la révolution verte
 - dégradation des sols;
 - baisse des nappes phréatiques;
 - pollution (engrais, pesticides);
 - remplacement des variétés locales par les semences sélectionnées, et 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.

Conclusions - la révolution verte

- La révolution verte a effectivement entraîné une hausse de la production alimentaire mondiale.
 - Cette hausse est cependant limitée à certains pays, principalement asiatiques.
- La révolution verte a eu plusieurs types d'effets pervers
 - baisse des prix du marché
 - appauvrissement des paysans qui n'ont pas bénéficié de la révolution verte; endettement et perte des fermes; paysans sans terre
 - dégradation des sols
 - pollution (engrais, pesticides)
- Le modèle de la révolution verte n'est donc pas extensible aux 500 millions de paysans qui n'en ont pas encore bénéficié (principalement en Afrique).
- Les semences de la révolution verte, à forte dépendance vis-à-vis des engrais et pesticides, ne sont pas compatibles avec un développement durable.

Définition du développement durable

- *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)

Quelques pistes pour un développement durable

- Il existe bien entendu des tas de scénarios alternatifs, et il est difficile de prévoir les conséquences des uns et des autres.
- Cependant, 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.
 - Les évaluations ne doivent pas se limiter à la productivité, mais prendre en compte l'effet sur les populations actives: éviter l'appauvrissement des paysans et l'exode rural.
 - Les stratégies devront être compatibles avec un maintien de l'écosystème.

Sources d'information

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