



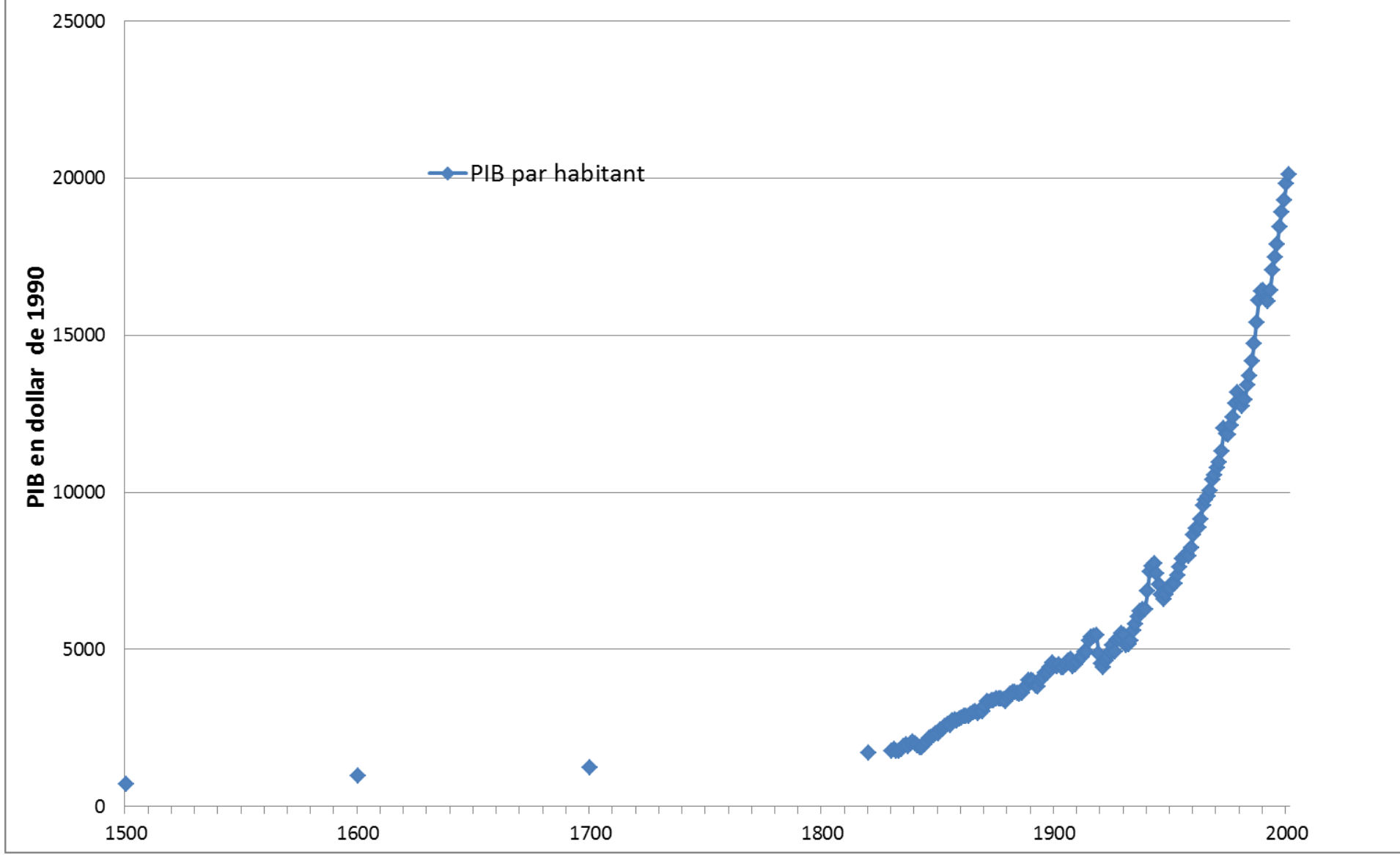
**De l'organique au minéral:  
histoire de la place de  
l'agriculture dans le  
développement**

Benoît DAVIRON (CIRAD), Octobre 2015



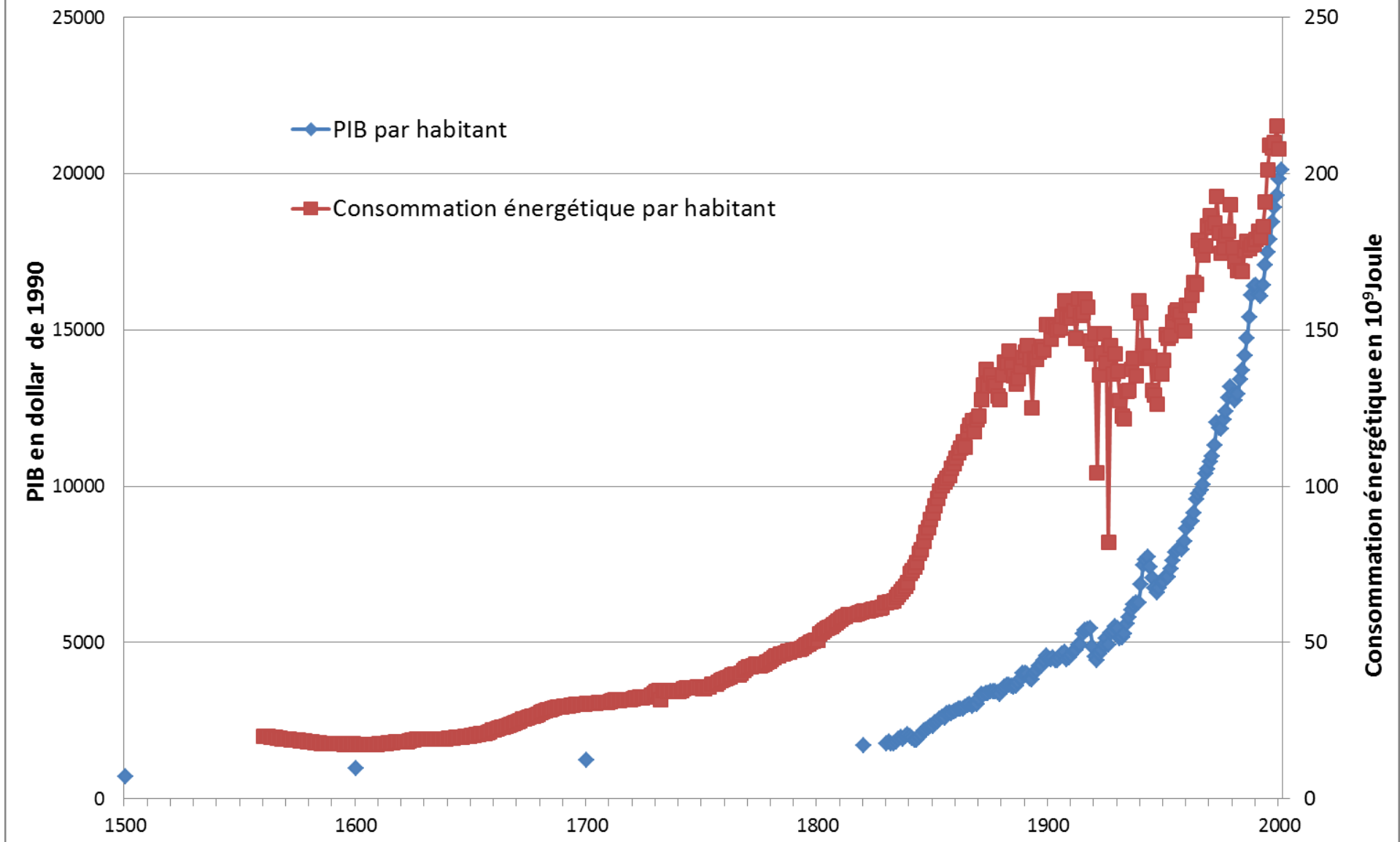
Anthony Wrigley

# Grande Bretagne : PIB par habitant , 1500-2000



Source :  
Maddison, A. (2001). The world economy : a millennial perspective. Paris, OCDE

## Grande Bretagne : PIB par habitant et consommation énergétique, 1500-2000



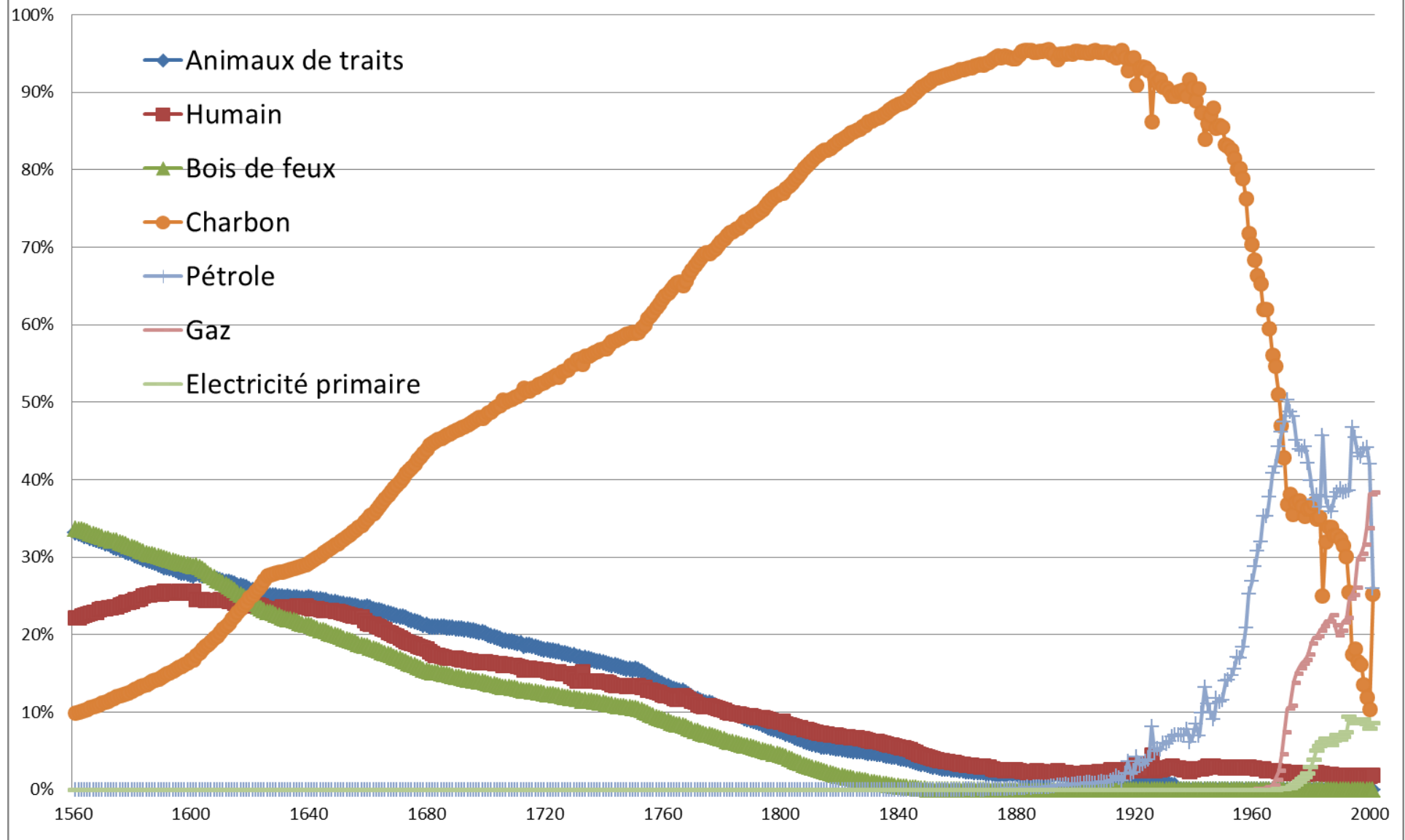
Source :

Maddison, A. (2001). The world economy : a millennial perspective. Paris, OCDE

Warde, P. (2007). Energy Consumption in England & Wales, 1560-2000. Napoli, Consiglio nazionale delle ricerche.




## Composition de la consommation énergétique du Royaume Uni, 1560-200



# Plan

- Quelques caractéristiques d'une économie organique
- L'offre de produits agricoles dans le cadre de l'économie minérale
- La demande de produits agricoles dans le cadre de l'économie minérale
- Éléments de bilan



**Partie I :**  
**Quelques caractéristiques d'une  
économie organique**









# L'agriculture dans les économies organiques 1

- Agriculture = système énergétique solaire contrôlé (Siefertle)
- Énergie produite > énergie consommée
- Énergie disponible dépend de l'espace contrôlé
- Champ, pâturage, bois = trois types d'énergie (métabolique, mécanique, thermique) = jeu à somme nulle

# L'agriculture dans les économies organiques 2 : la diversité

Rendement de différents production céréalière au XVIe

Plante	Lieu	Rendement (kg/ha)
Riz irrigué	Chine du Sud, Taiwan	2500
Riz sur brulis ( <i>slash and burn</i> )	Partie de l'Asie du Sud Est	1500
Maïs	Mexique, Amérique Centrale	1000-1300
Blé et seigle, pluvial	Europe	400-500

# L'agriculture dans les économies organique 2 :

## La diversité (suite)

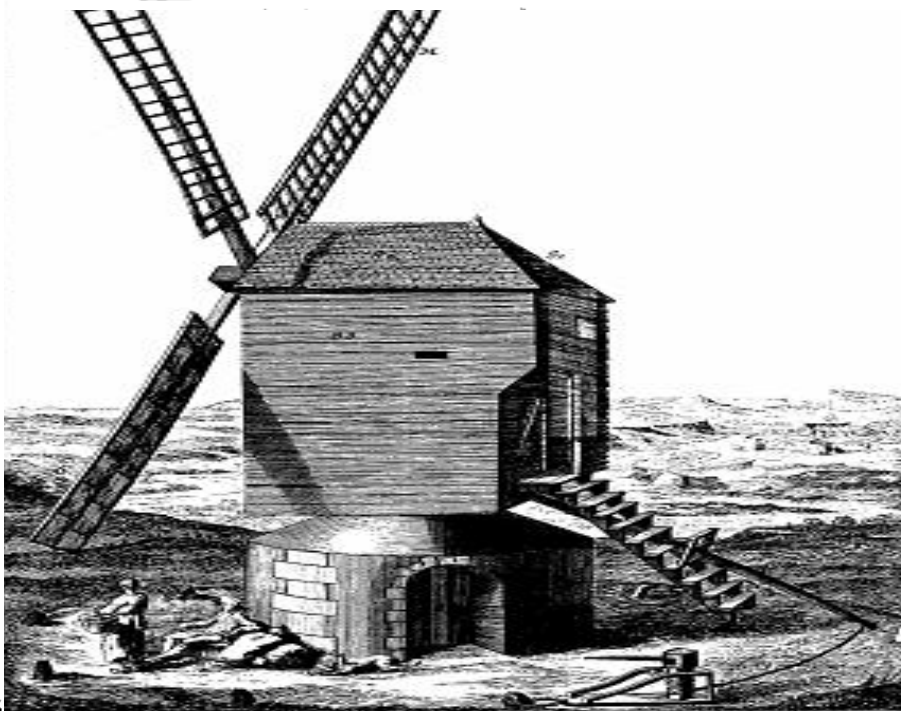
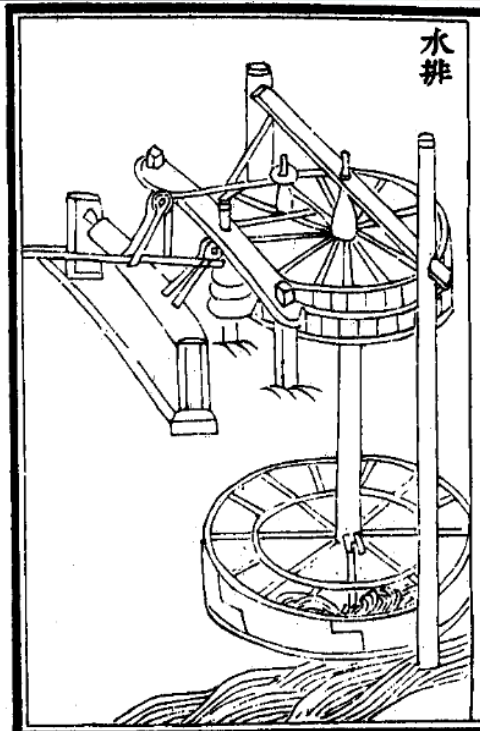
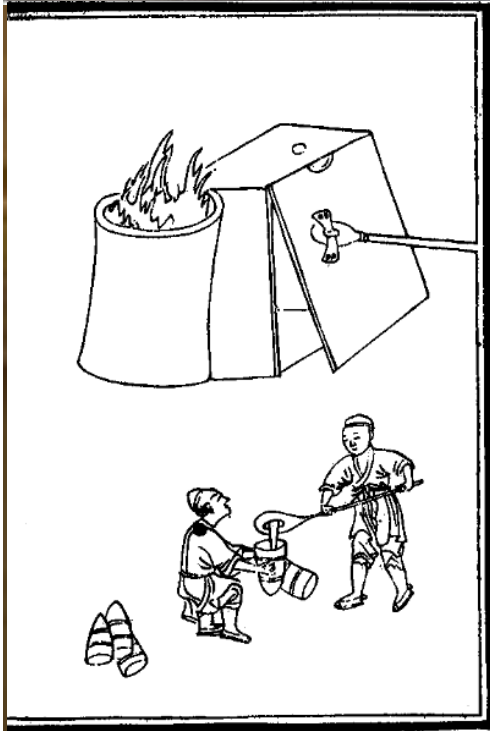
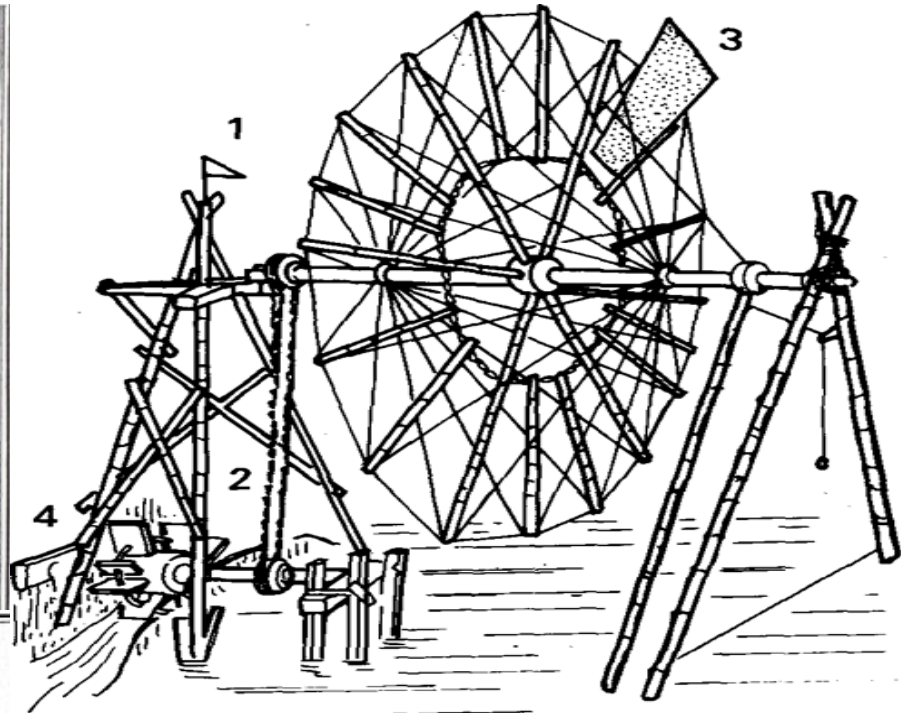
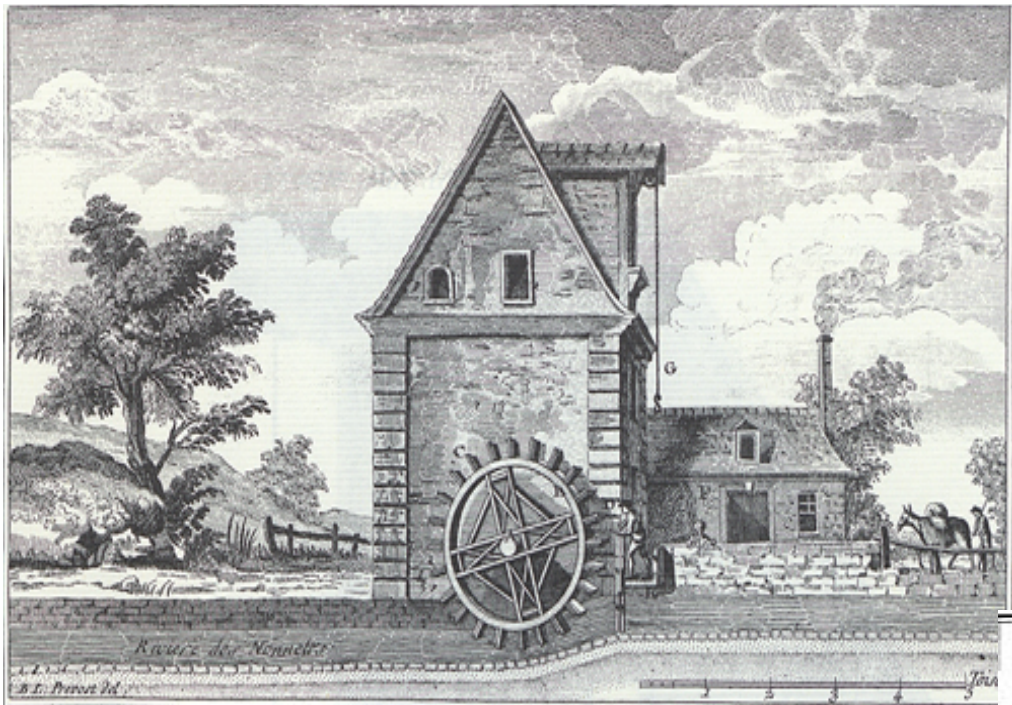
Culture et lieu	Rendement énergétique/ha (jachère incluse)
Horticulture en PPNG	1 390 MJ/Ha
Blé en Inde	11 200 MJ/Ha
Maïs au Mexique	29 400 MJ/Ha
Riziculture intensive en Chine	281 000 MJ/Ha

Leach, G. (1975). Energy and food production.



# L'agriculture dans les économies organiques 3 : Le changement

- Le cas de la Révolution agricole en Angleterre
  - Rupture démographique à la fin du XVII
  - Accroissement de la production d'aliments et de matières premières
  - Explosion du nombre de chevaux et surf. avoine
  - Point de vue agronomique :
    - Culture de légumineuses et de navets pour le bétail
    - Accroissement de la taille des troupeaux
    - Accroissement de la quantité d'azote apportée au champ
  - *Mixed farming* : Une unité productive autosuffisante en intrants (Thompson)





# Possibilités limitées d'échanges : La tyrannie de la distance

- La très grande difficulté du transport terrestre : l'absence de source d'énergie mécanique mobile (F.Cottrell)
- La très grande importance des cours d'eau et des mers





# Jonque et caravaques



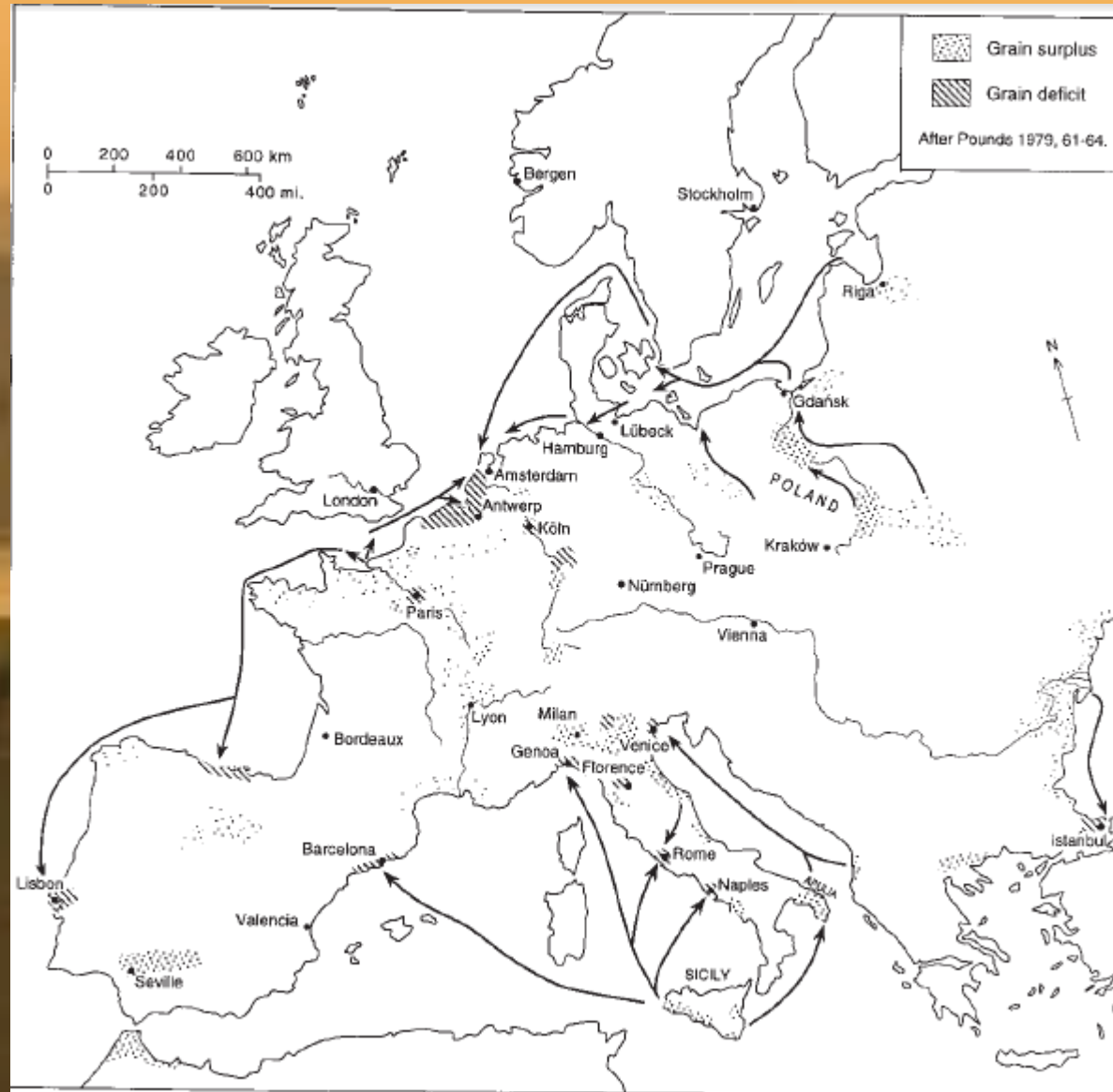
*Caravelle*

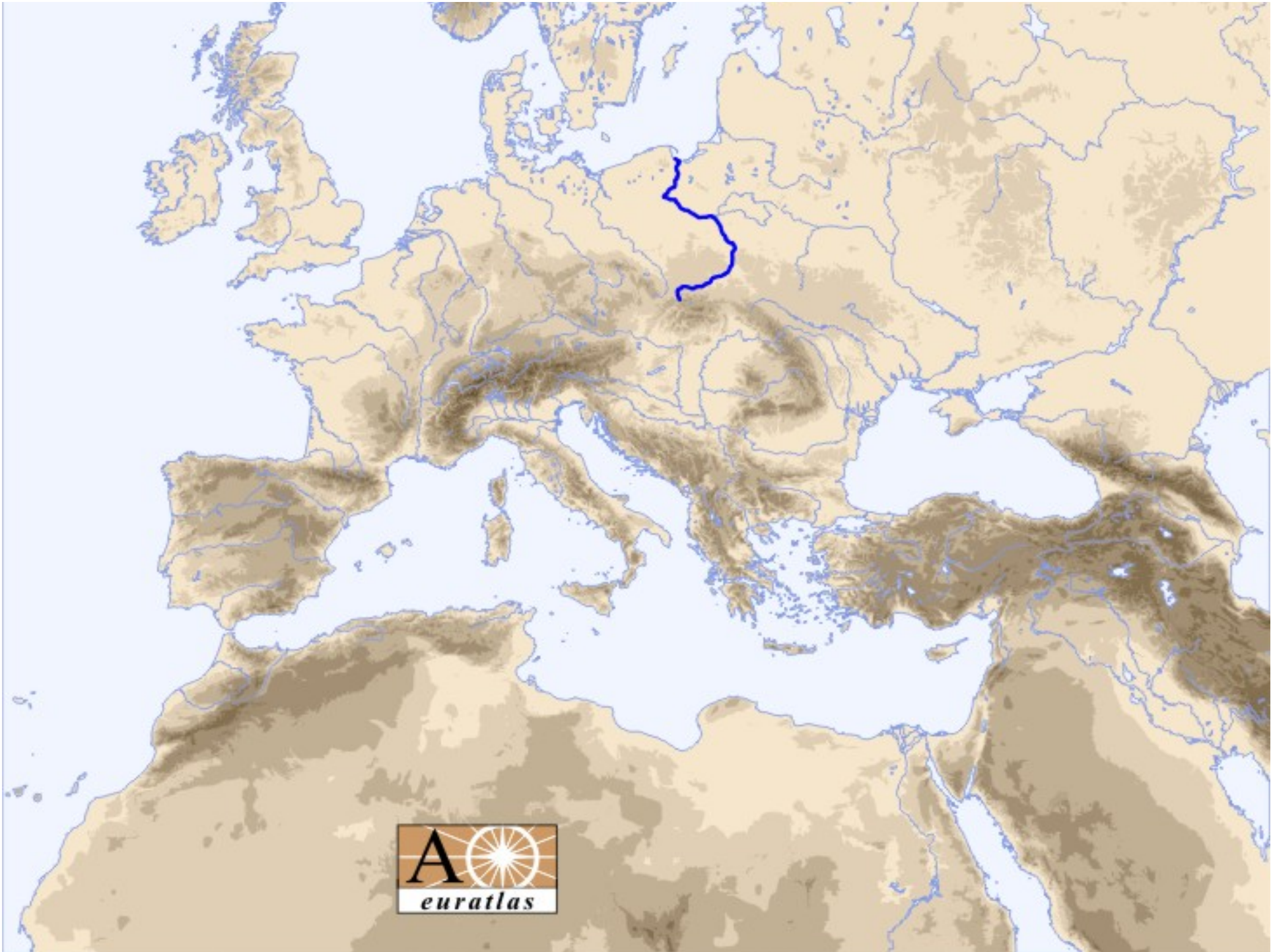
*Jonque impériale*

© www.aventure.com

*"Bateau aux Trésors" Jonque de Zheng He et Santa Maria de Colomb à l'échelle*

# Echanges de céréales en Europe à la fin du Moyen-Age











# Importations de biomasse de l'Europe dès le XVIIe


- Atlantique et Arctique : poisson (morue !) et gras (baleine + poisson)
- Baltique : grain, lin, chanvre, produits forestiers, fourrures
- Îles tropicales: sucre, café, coton, indigo

Les devises Shadok

**Partie II :**  
**L'offre de produits agricoles dans**  
**le cadre de l'économie minérale**



IL VAUT MIEUX POMPER MÊME S'IL NE SE PASSE  
RIEN QUE RISQUER QU'IL SE PASSE QUELQUE CHOSE  
DE PIRE EN NE POMPANT PAS.

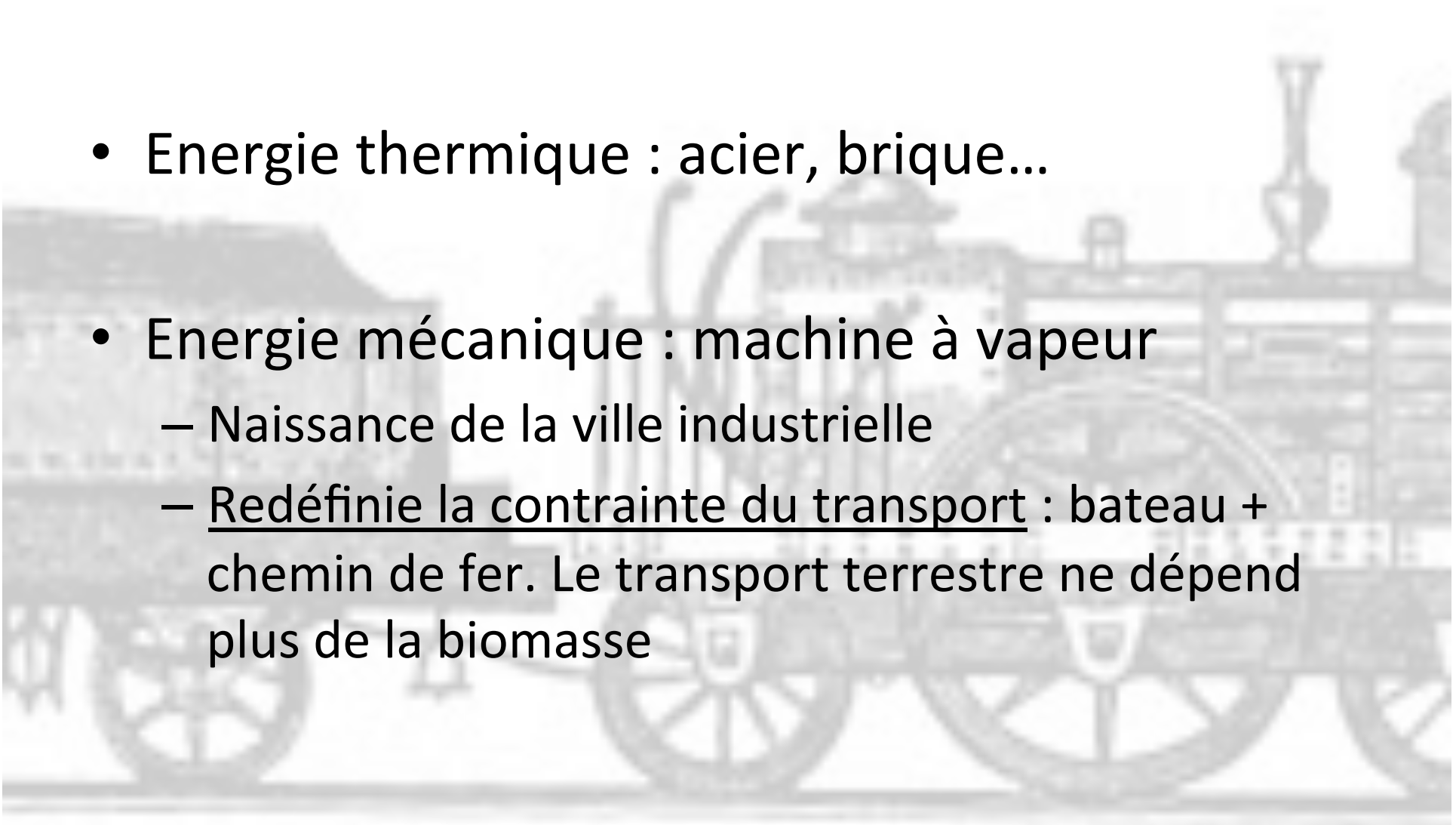


**L'offre agricole dans l'économie  
minérale 1 : le charbon et la  
croissance horizontale**



# Le charbon comme énergie

- Energie thermique : acier, brique...
- Energie mécanique : machine à vapeur
  - Naissance de la ville industrielle
  - Redéfinie la contrainte du transport : bateau + chemin de fer. Le transport terrestre ne dépend plus de la biomasse



# La formation d'un marché mondial

- L'abolition des *Corn Laws*
- Part des importations dans la consommation du Royaume Uni en 1914
  - Fibres textile = 90%
  - Blé = 80%
  - Viande = 40%
- Le reste de l'Europe aussi. France : textile, huiles végétales

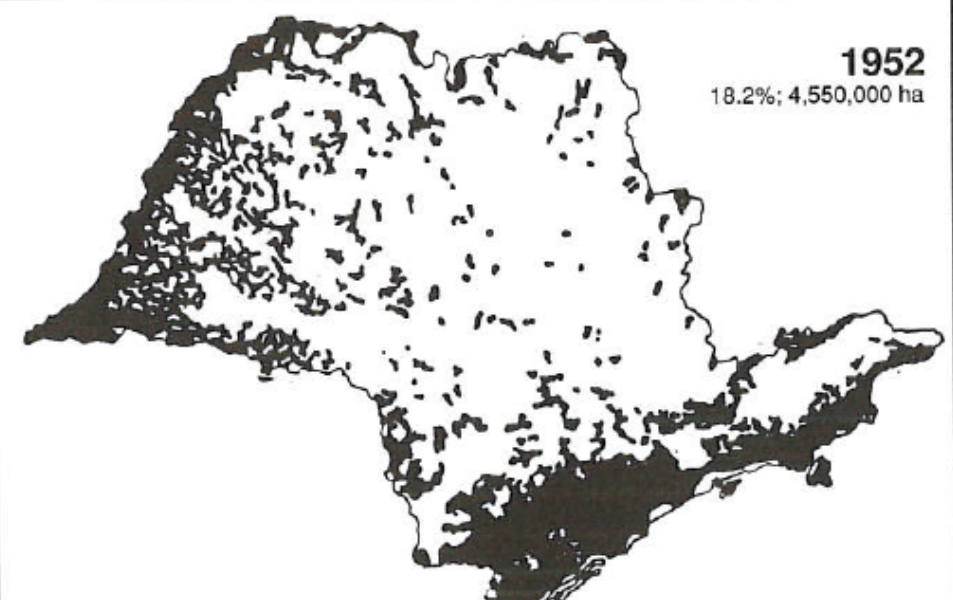
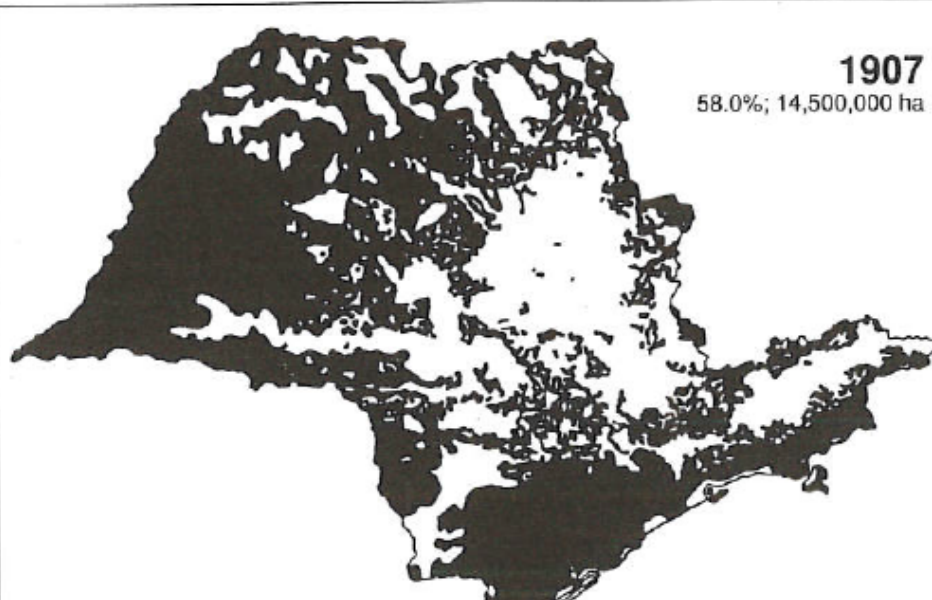
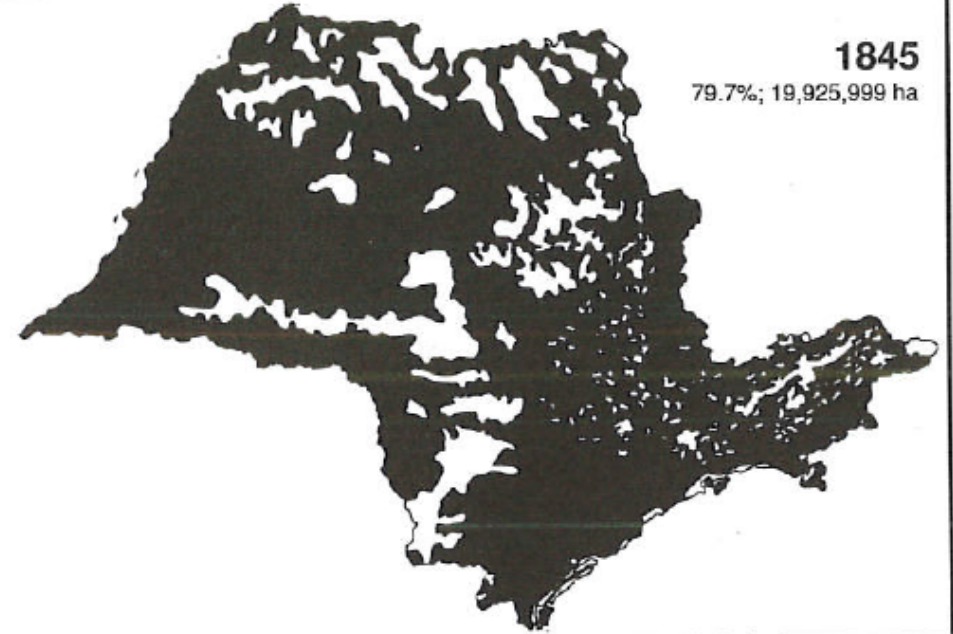
# Front pionnier et logique minière 1

- Front pionnier frontière (*the frontier*) = accès à un territoire vide, ou plutôt, vidé de sa population (Turner, Webb)
- *Tableau : Surfaces cultivées en millions d'ha*

Continent/Pays	1850	1920	Evolution
Europe	132	147	1
Russie	94	178	2
Amérique du Nord	50	179	3,5
Amérique Latine	18	45	2,5
Afrique Tropicale	57	88	1,5
Asie du Sud	71	98	1,3
Asie du Sud-Est	7	21	3



# Surface en forêt de l'état de São Paulo

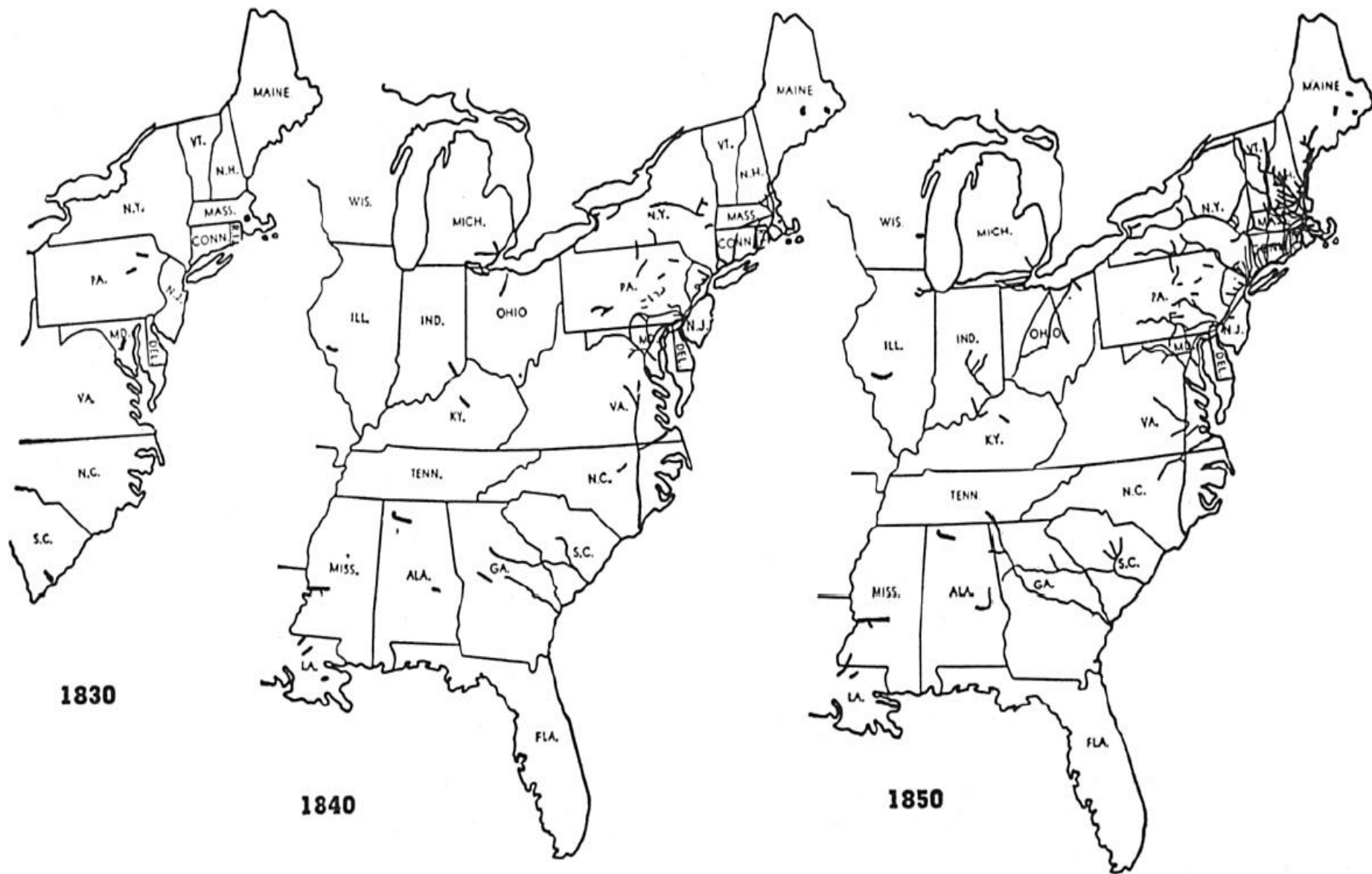


# Front pionnier et logique minière 2

- Le rôle central du chemin de fer

*Tableau : Km de voie ferrée par habitant en 1913*

Pays	Km/Hab
Grande Bretagne	7,8
France	12,9
Allemagne	9,4
Etats-Unis	43,5
Canada	61,3
Australie	65,0
Argentine	41,9

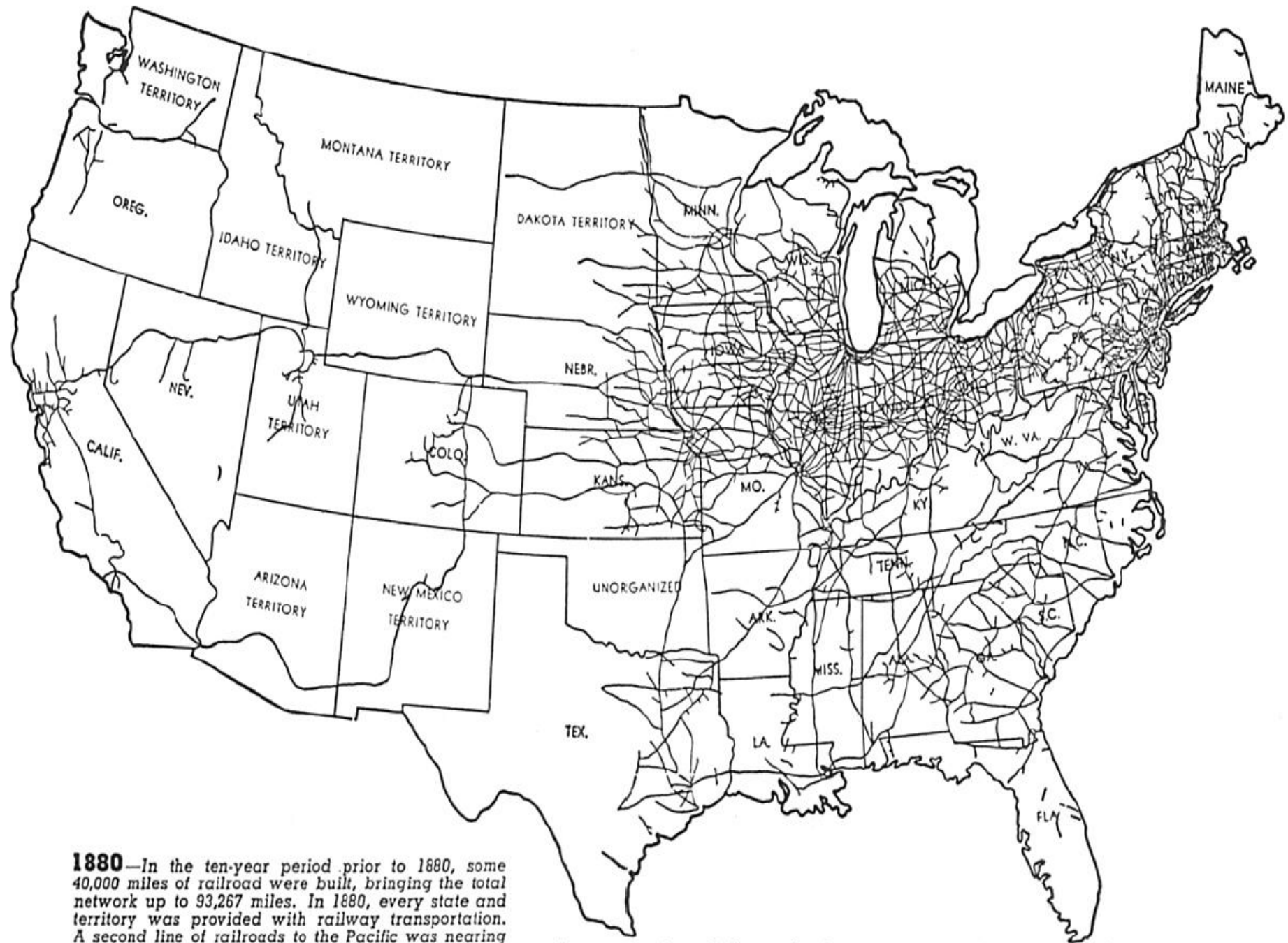


The early stages of railway development in America are shown by this set of maps. During the decade 1830-1840, the total length of completed railroad lines increased from 23 to 2,808 miles, and during the next ten years, more than 6,200 miles of railroad were opened, bringing the total network up to 9,021 miles in 1850. The most intensive growth during this period was in the Atlantic and Seaboard states. In 1850, a trip from Boston or New York to Chicago was made by rail and lake steamers or by stagecoaches, and required several days. One could travel all the way from Boston to Wilmington, North Carolina, by rail, with several changes of cars and a few ferry trips en route. During the first twenty years of railway development, covered by these maps, the population of the United States nearly doubled.

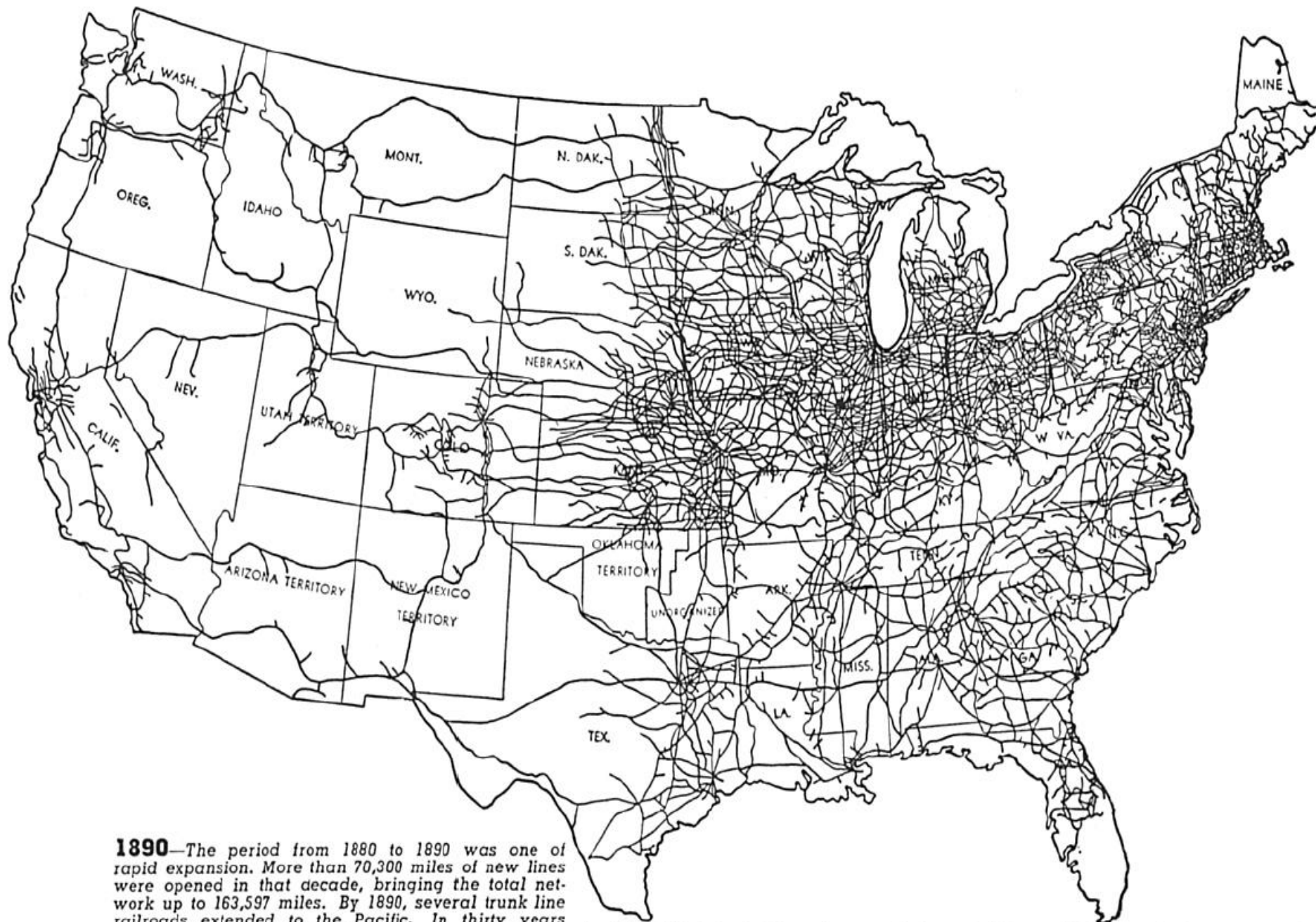




**1860**—This map shows the extent of railway development just prior to the Civil War. The decade 1850-1860 was a period of rapid railway expansion, characterized by the extension of many short, disjointed lines into important rail routes. This decade marked the beginning of railway development in the region west of the Mississippi River. By 1860, the "Iron Horse" had penetrated westward to the Missouri River and was beginning to make itself felt in Iowa, Arkansas, Texas, and California.



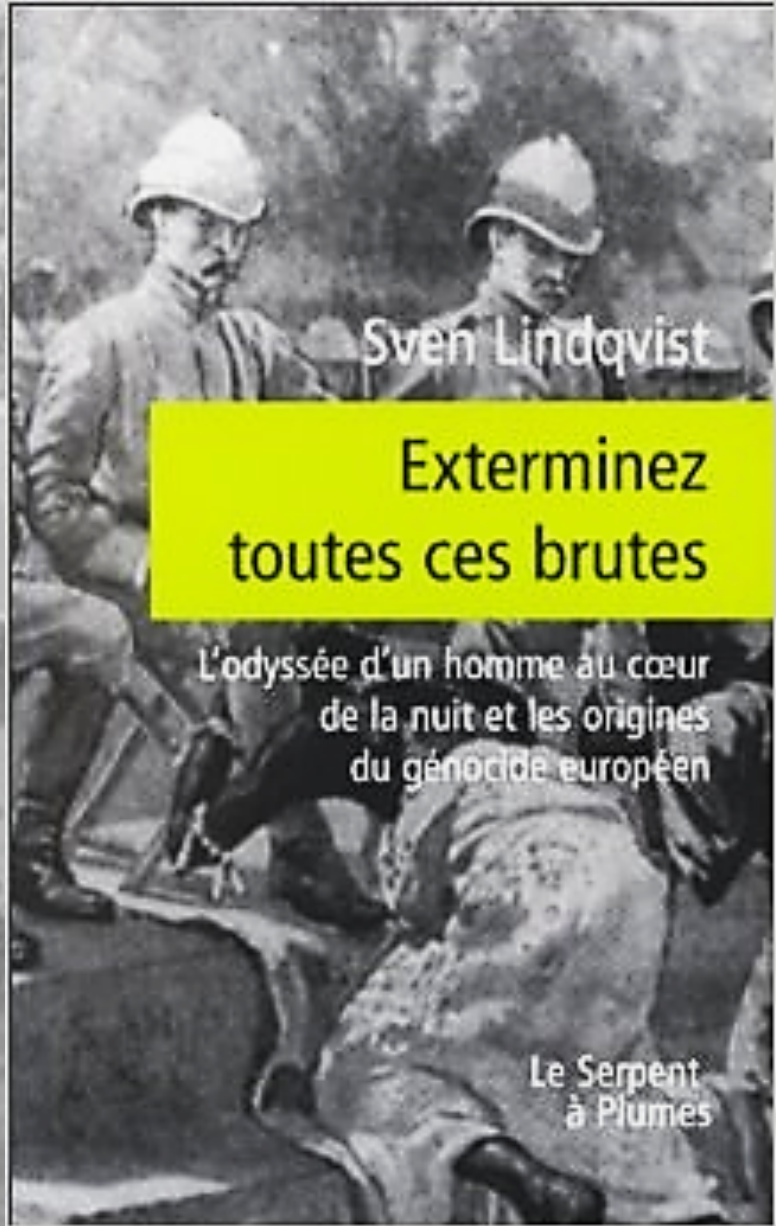
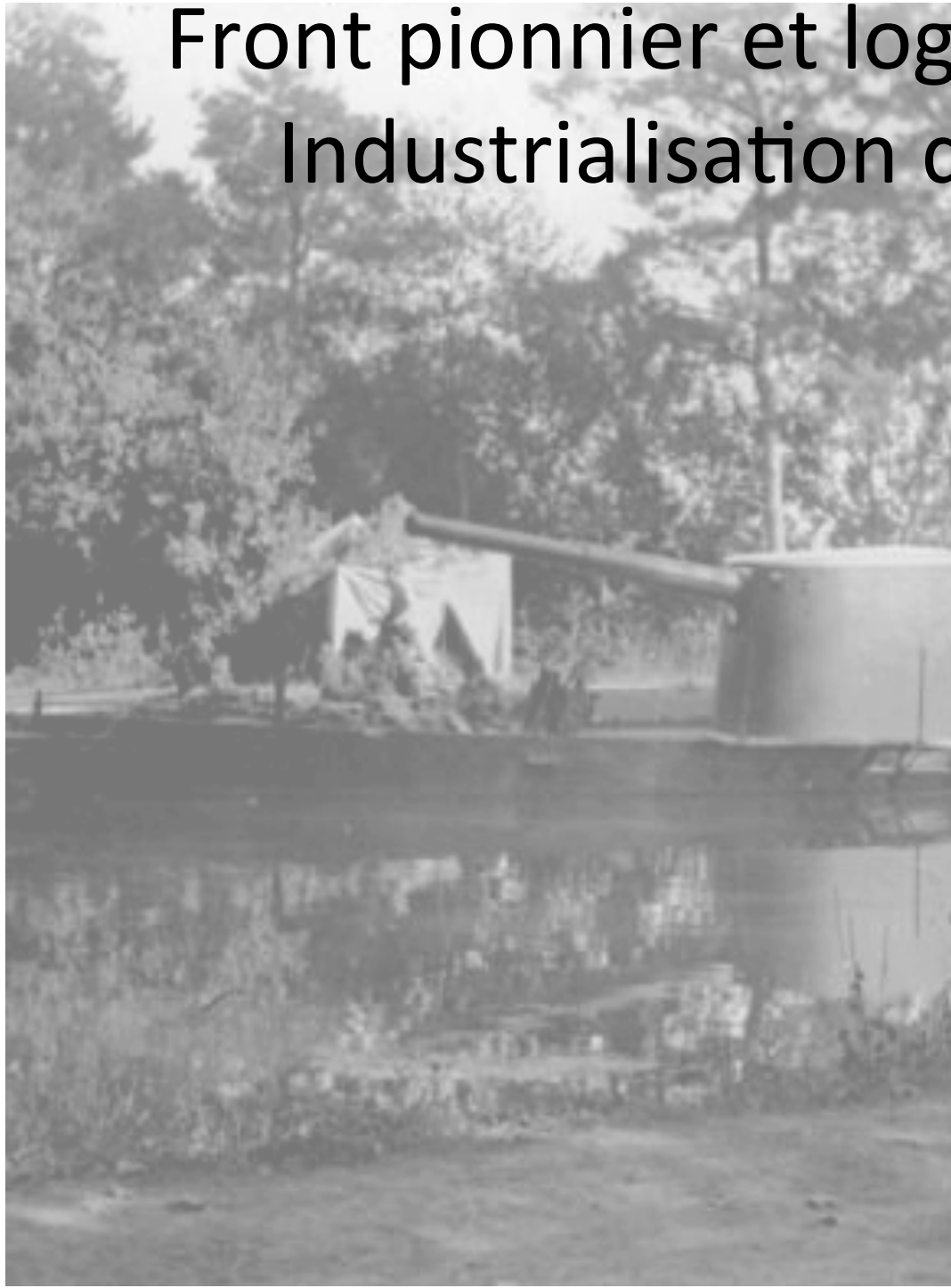
**1880**—In the ten-year period prior to 1880, some 40,000 miles of railroad were built, bringing the total network up to 93,267 miles. In 1880, every state and territory was provided with railway transportation. A second line of railroads to the Pacific was nearing completion, and other transcontinental railroads were under construction. Railway development was exerting a powerful influence upon immigration and agricultural and industrial growth throughout the country.



**1890**—The period from 1880 to 1890 was one of rapid expansion. More than 70,300 miles of new lines were opened in that decade, bringing the total network up to 163,597 miles. By 1890, several trunk line railroads extended to the Pacific. In thirty years from 1860 to 1890, the total mileage of the region west of the Mississippi River increased from 2,175 to 72,389, and the population of that area increased fourfold.



# Front pionnier et logique minière 3 : Industrialisation de la violence



# Front pionnier et logique minière 4 : Migrations

Destinations	Origines	Nombre
Amériques	Europe	55–58 million
Asie du Sud Est, Côtes de l'Océan Indien, Pacifique Sud	Inde, Chine Sud China	48–52 million
Manchourie, Sibérie, Asie Centrale, Japon	Asie du Nord Est, Russie	46–51 million

Source : [McKeown 2004](#) : 156

# Front pionnier et logique minière 5: les sols comme mine

- Logique minière = Exploitation de la fertilité «naturelle» des sols.
- Exemple de Finley dans l'Arkansas
  - 1895 = 1687 kh/ha
  - 1930 = 400 kg/ha
- Sud cotonnier, Brésil du café, Île à sucre
- L'Europe aussi :
  - Guano du Pérou, nitrates du Chili et gaz de coke
  - Tourteaux d'oléagineux




# Crise écologique







An oil pumpjack (jack-o'-lantern) stands in a field at sunset. The sky is filled with soft, orange and pink clouds, and the sun is low on the horizon, casting a warm glow over the scene. The pumpjack is a large, dark metal structure with a long, curved arm and a counterweight. A wooden fence is in the foreground, and a sign is visible on it. The overall mood is serene and industrial.

# **L'offre agricole dans l'économie minérale 2 : le pétrole et la croissance verticale**

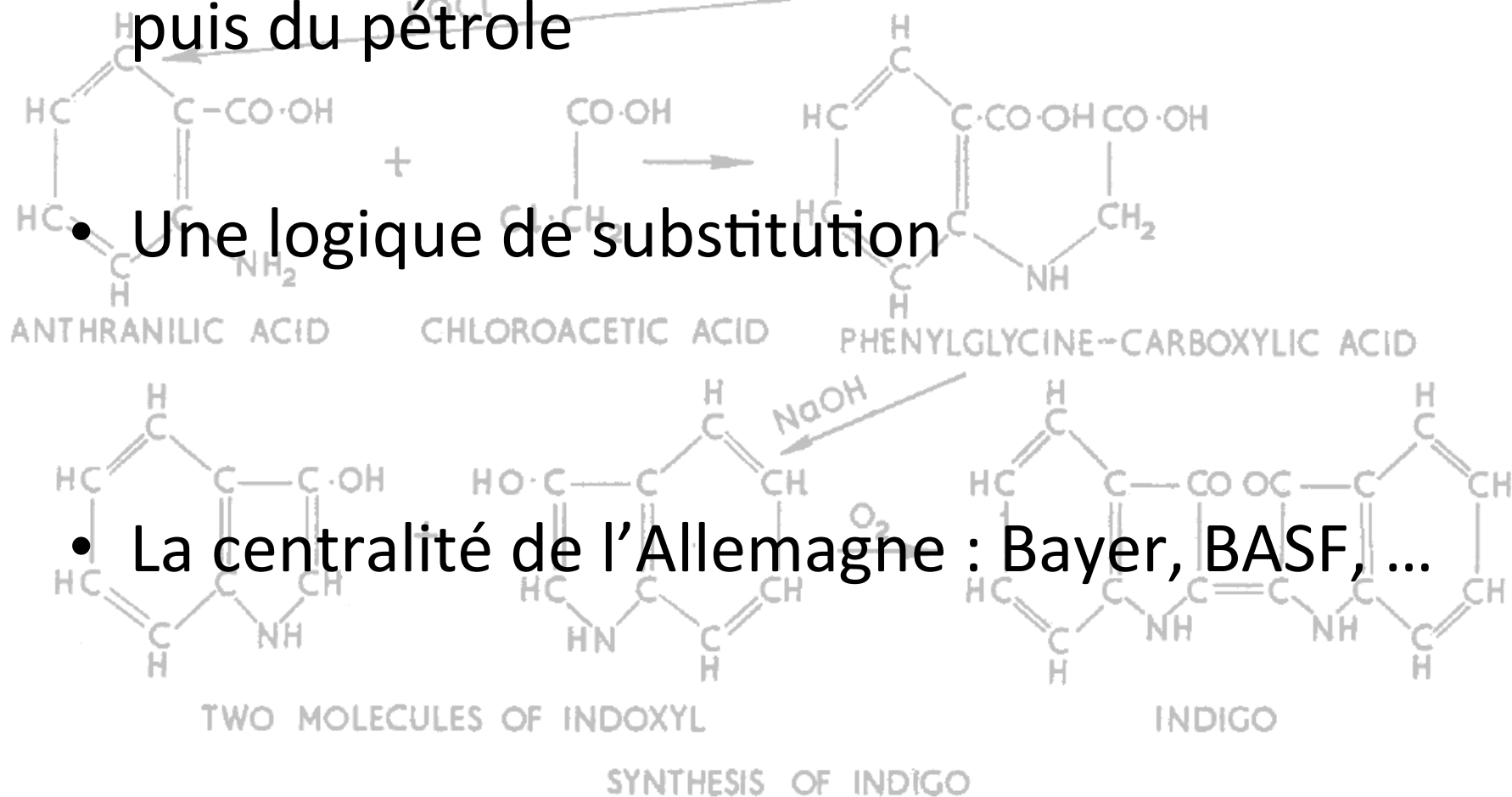


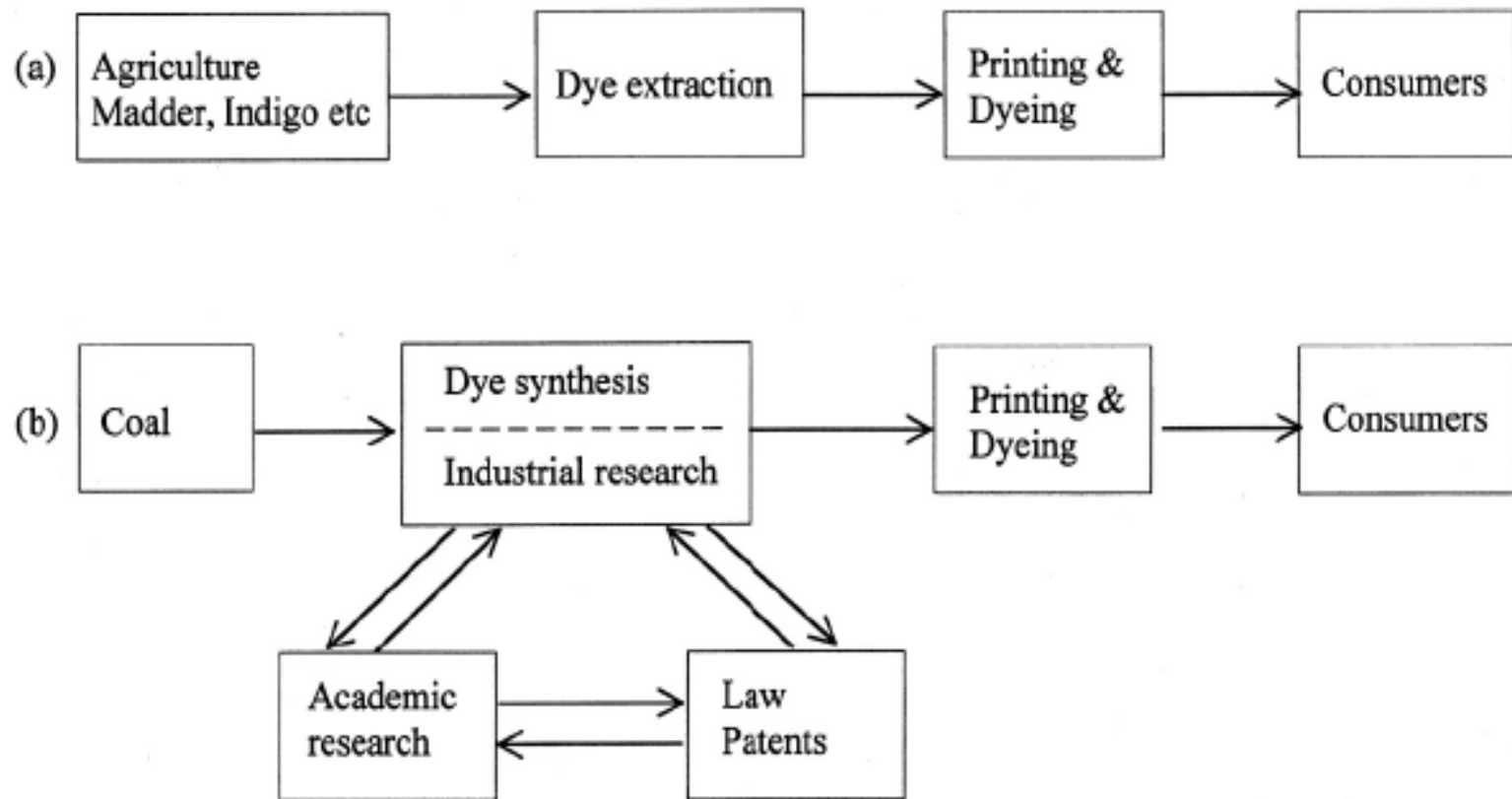
# Intermède : la chimie organique

- Une logique de synthèse à partir du charbon puis du pétrole

- Une logique de substitution

- La centralité de l'Allemagne : Bayer, BASF, ...



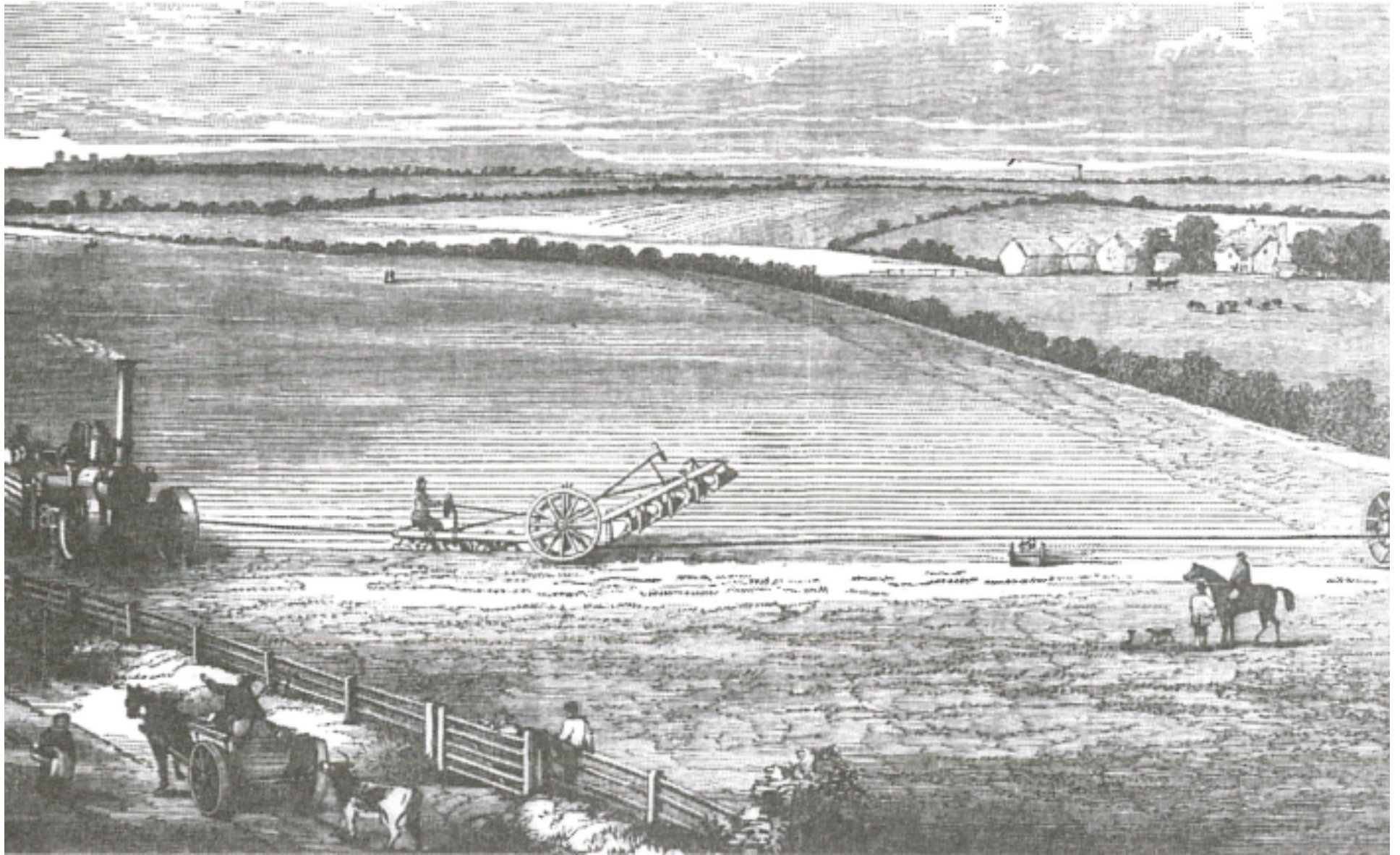


**Figure 1.** Material flows and social relations of dye production: (a) early nineteenth century, (b) late nineteenth century.

# Trois innovations...

- Tracteur + synthèse de l'ammoniac + pesticides (PDB)
- ...Liées au militarisme













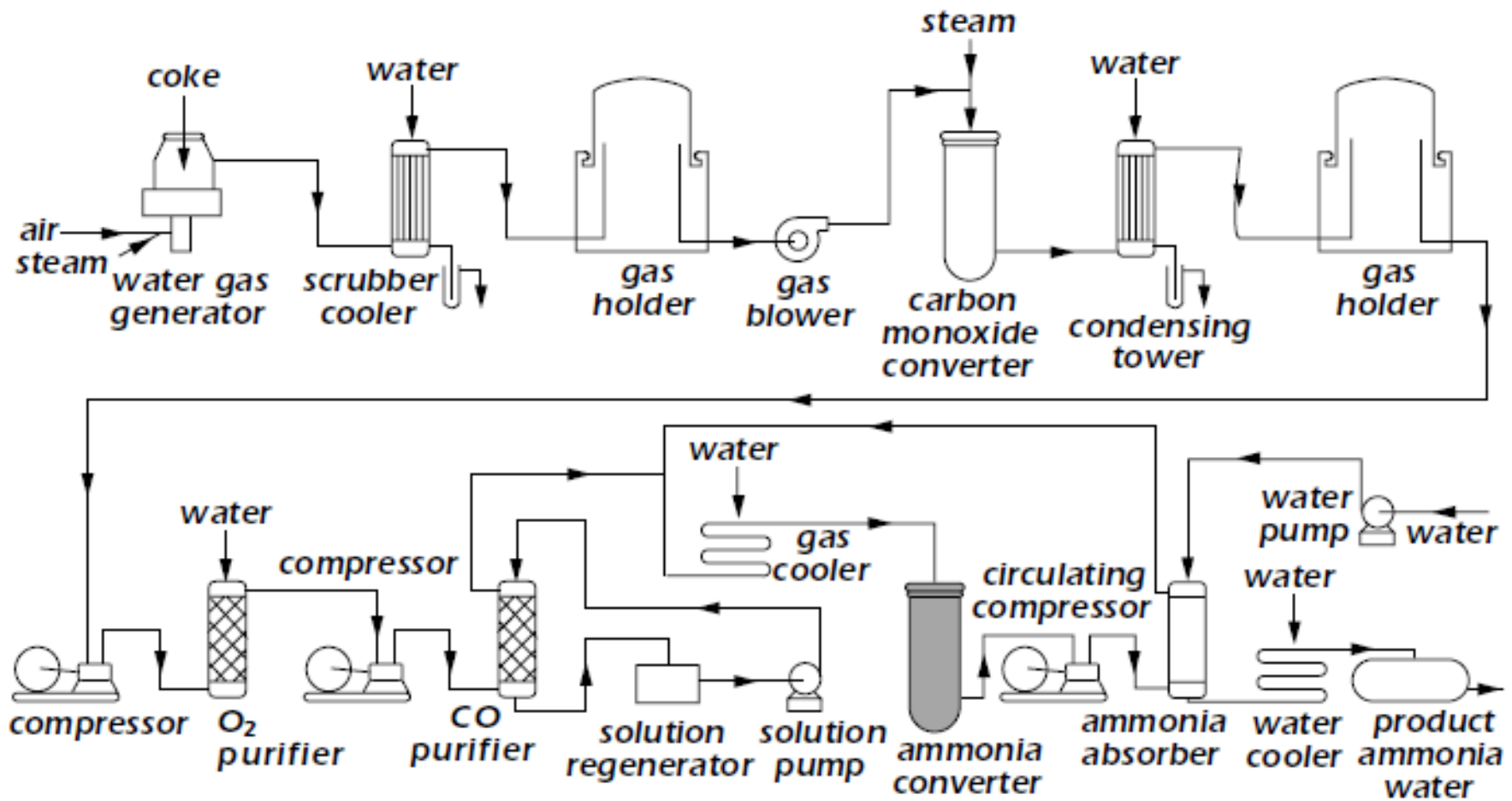


Figure 6.1  
Classical Haber-Bosch process of ammonia synthesis.

Smil, V. (2001). Enriching the earth : Fritz Haber, Carl Bosch, and the transformation of world food production. Cambridge, Mass. ; London, MIT Press.

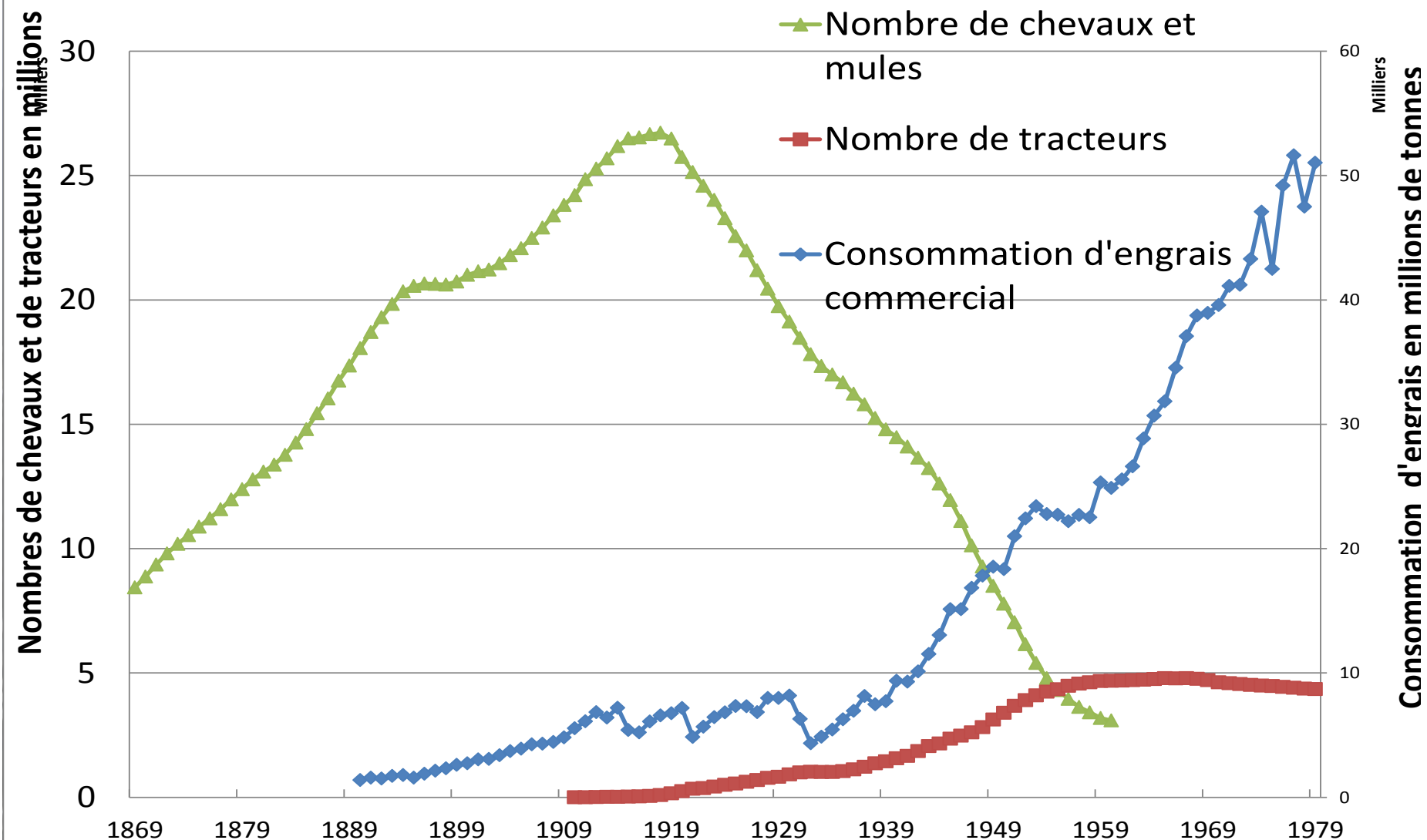
**ENEMIES BOTH!**



***IT'S YOUR JOB  
TO HELP  
ELIMINATE THEM***

Russell, E. (2001). War and nature : fighting humans and insects with chemicals from World War I to Silent spring. Cambridge, Cambridge University Press.

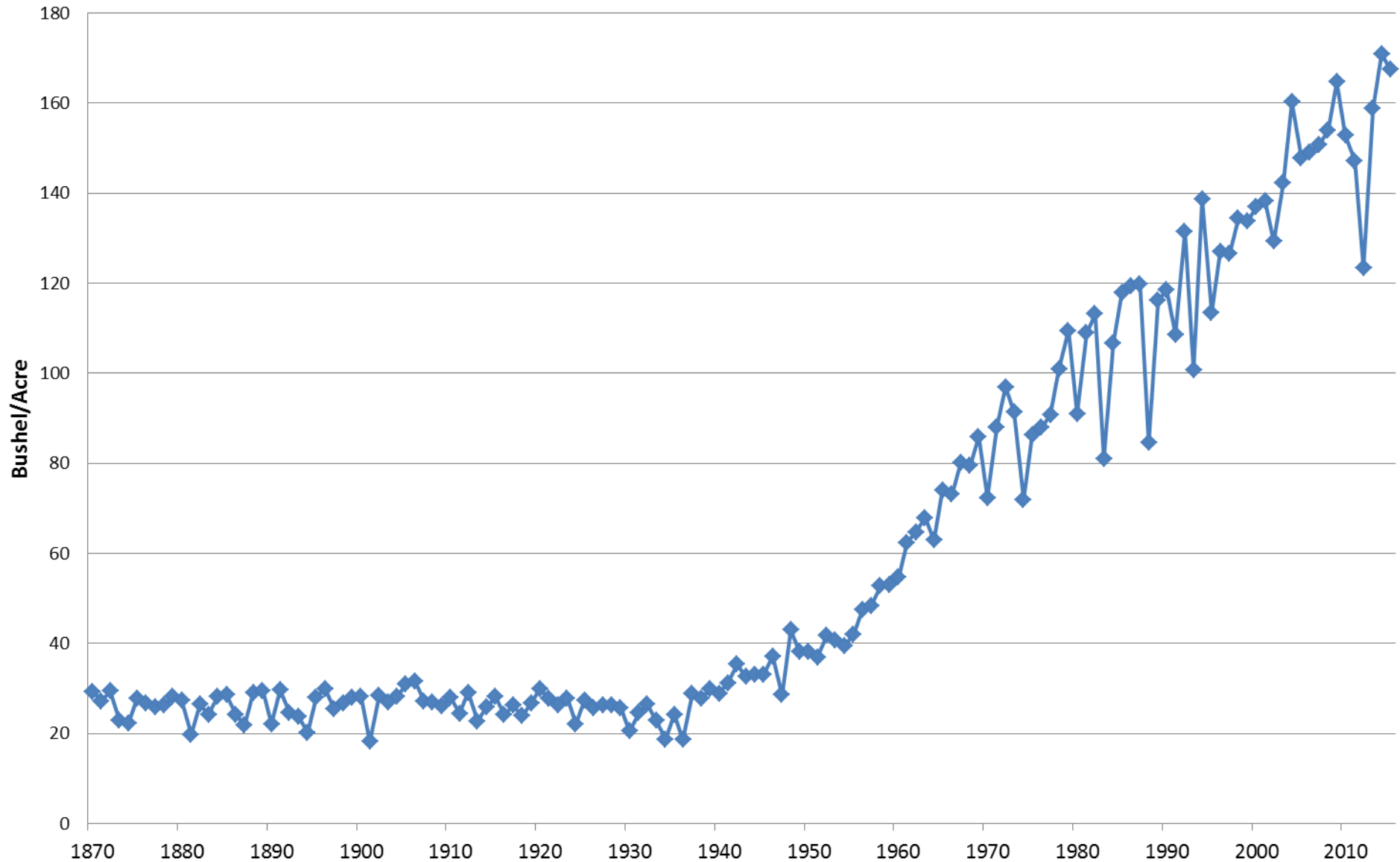
# Etats-Unis : nombre de tracteurs, de chevaux et utilisation d'engrais, 1869-1979





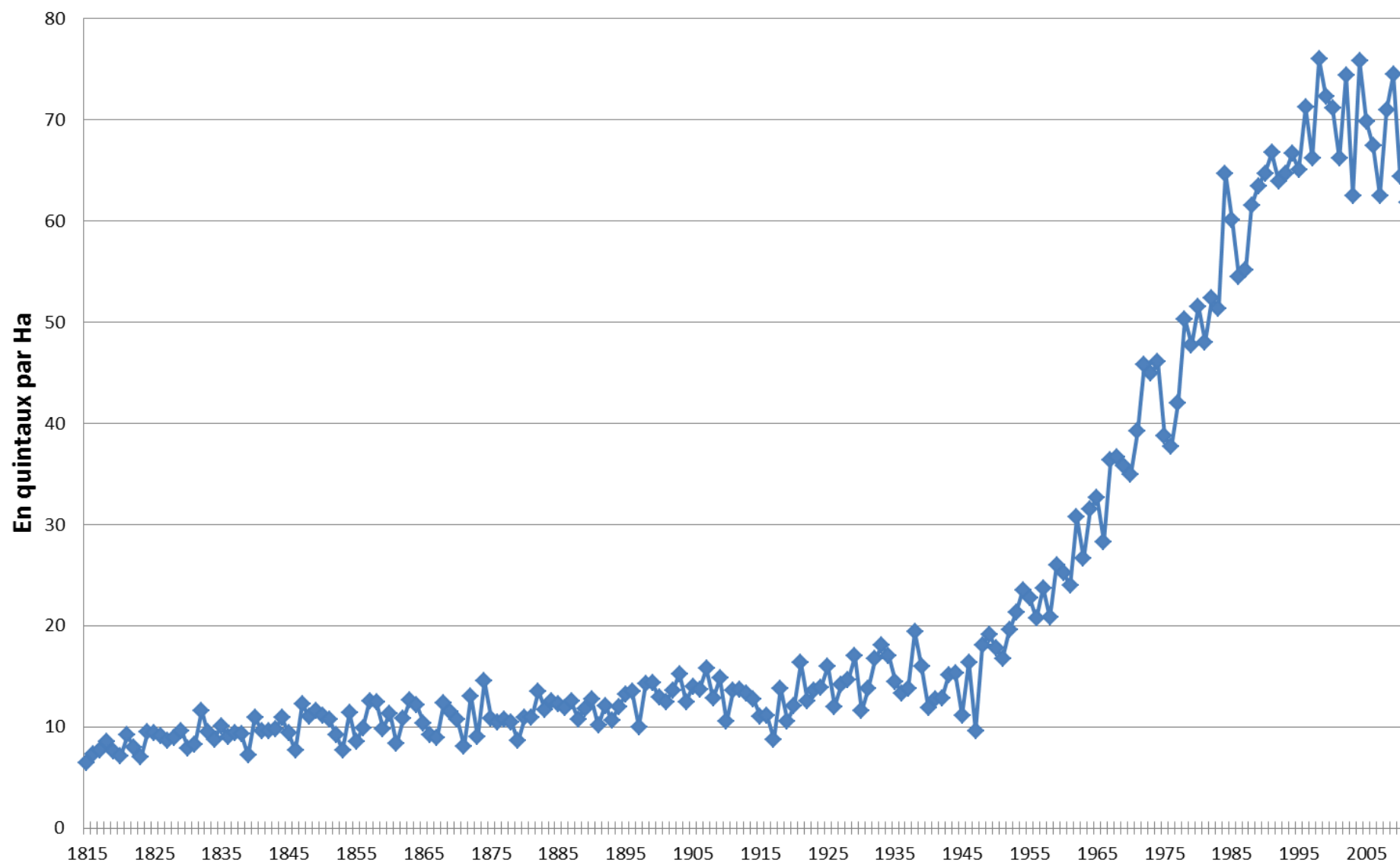
# Rendement du maïs aux Etats-Unis, 1870-2015

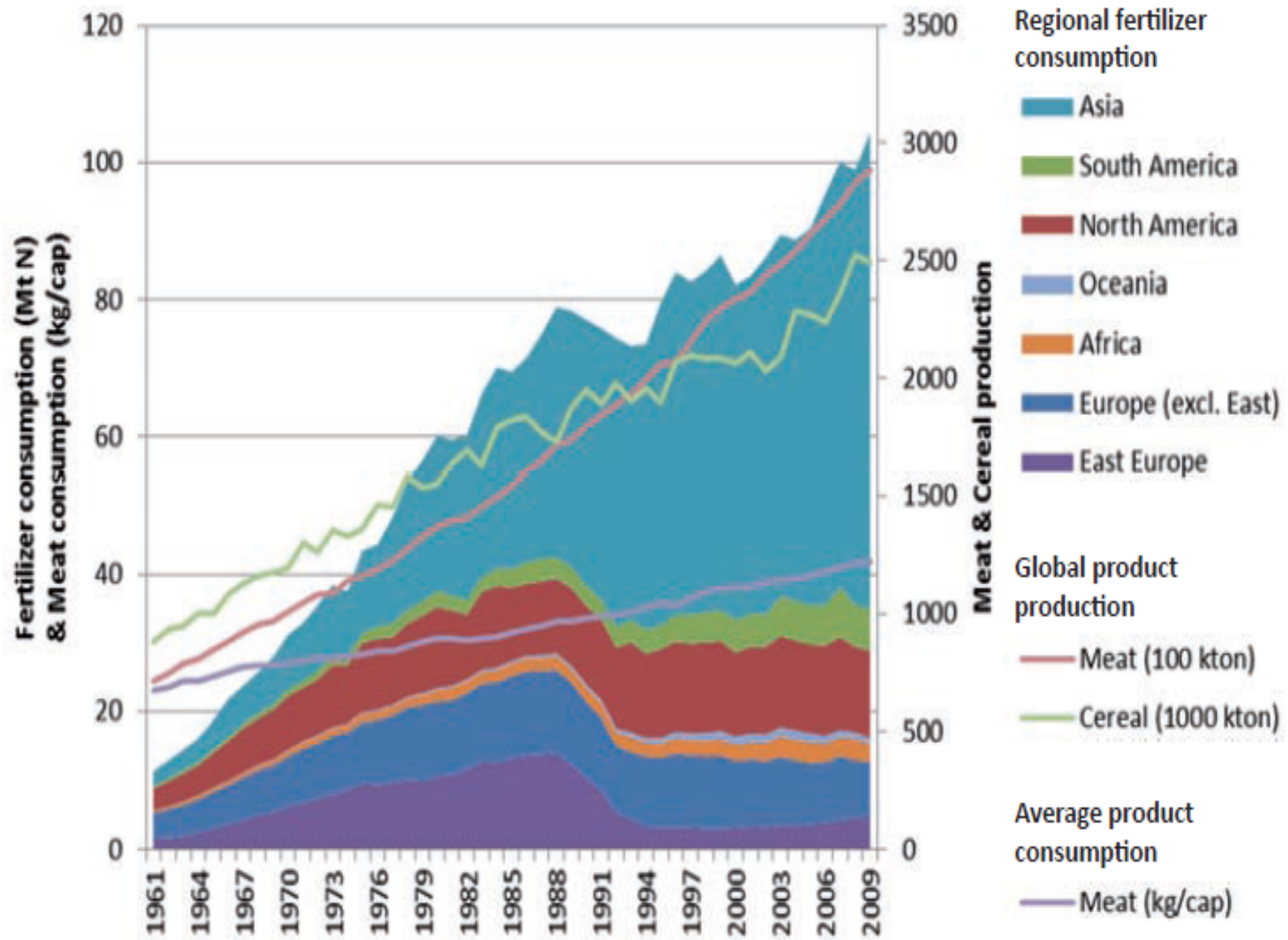
Rendement du maïs aux Etats-Unis, 1870-2015



# Rendement du blé en France, 1815-2014

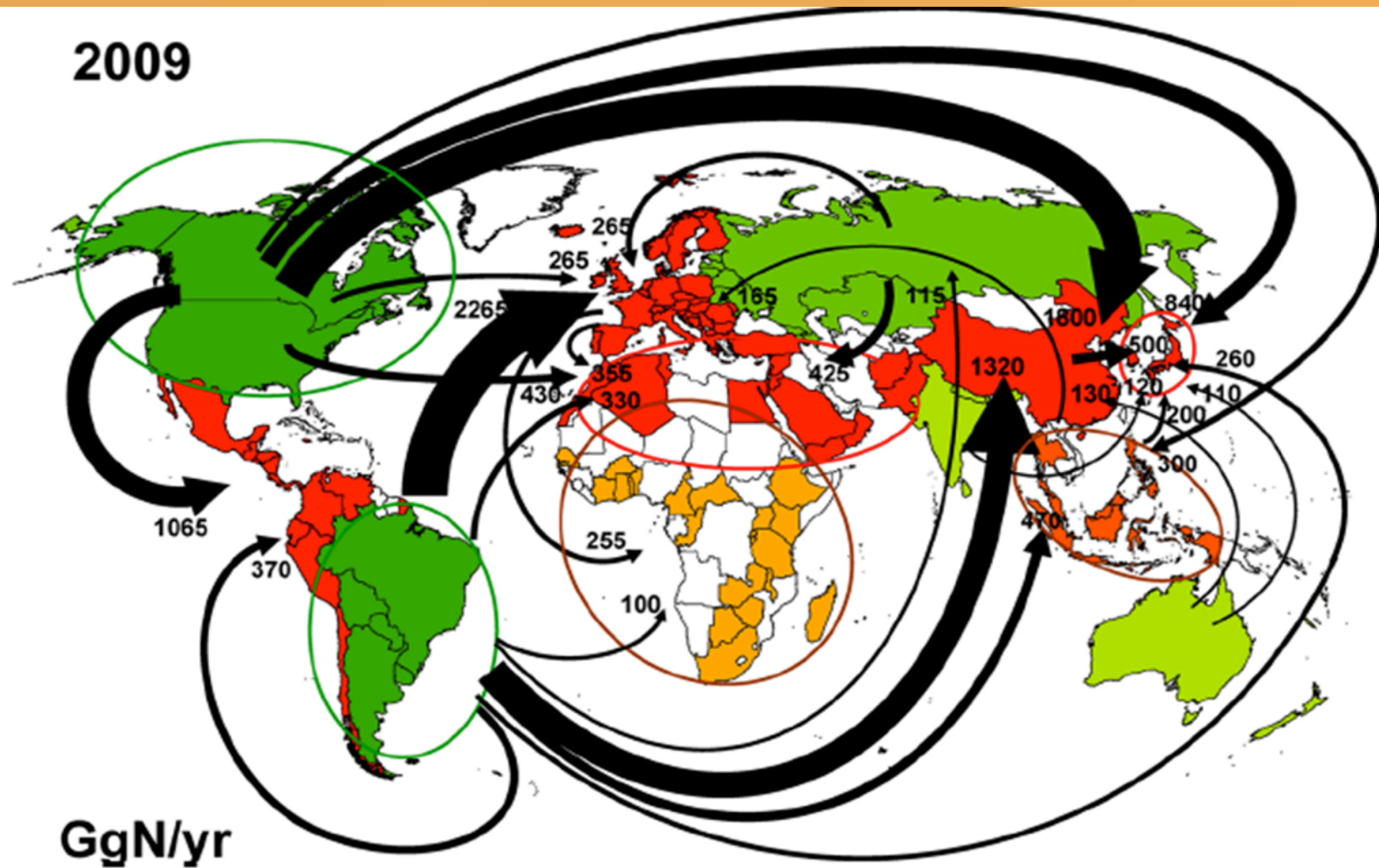
France : rendement en blé, 1815-2014







# La désintégration de la production animale et de la production végétale



Les devises Shadok

**Partie III :  
La demande de produits agricoles  
dans une économie minérale**



IL VAUT MIEUX POMPER MÊME S'IL NE SE PASSE  
RIEN QUE RISQUER QU'IL SE PASSE QUELQUE CHOSE  
DE PIRE EN NE POMPANT PAS.

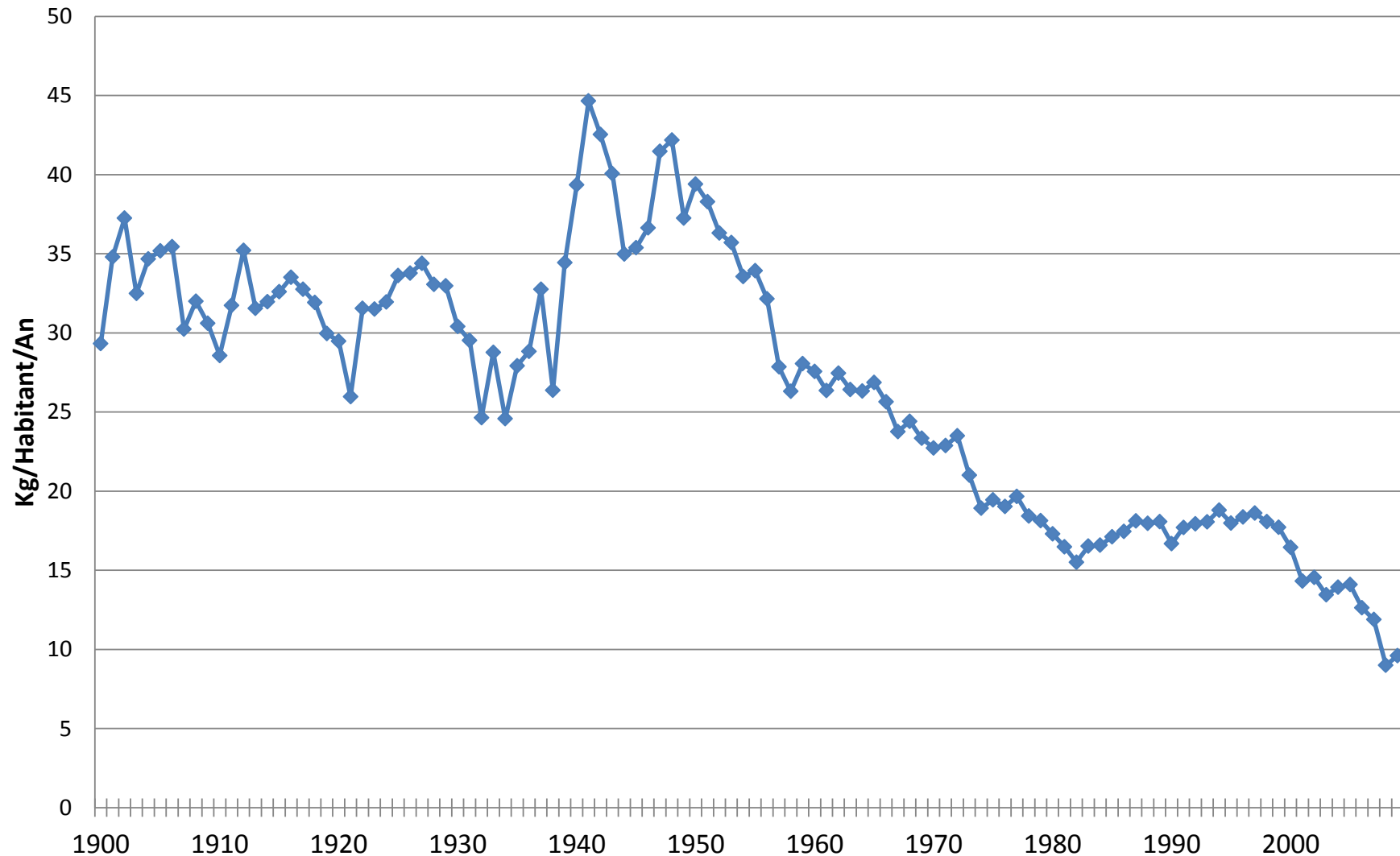
# La disparition des débouchés non-alimentaires

- Exemple des matières grasses en France

1817		1993	
<b>Eclairage</b>	43%	<b>Usages industriels</b>	9%
<b>Savon</b>	20%	<b>Alimentation humaine</b>	68%
<b>Alimentation</b>	35%	<b>Alimentation animale</b>	18%
<b>Autres</b>	2%	<b>Autres</b>	1%



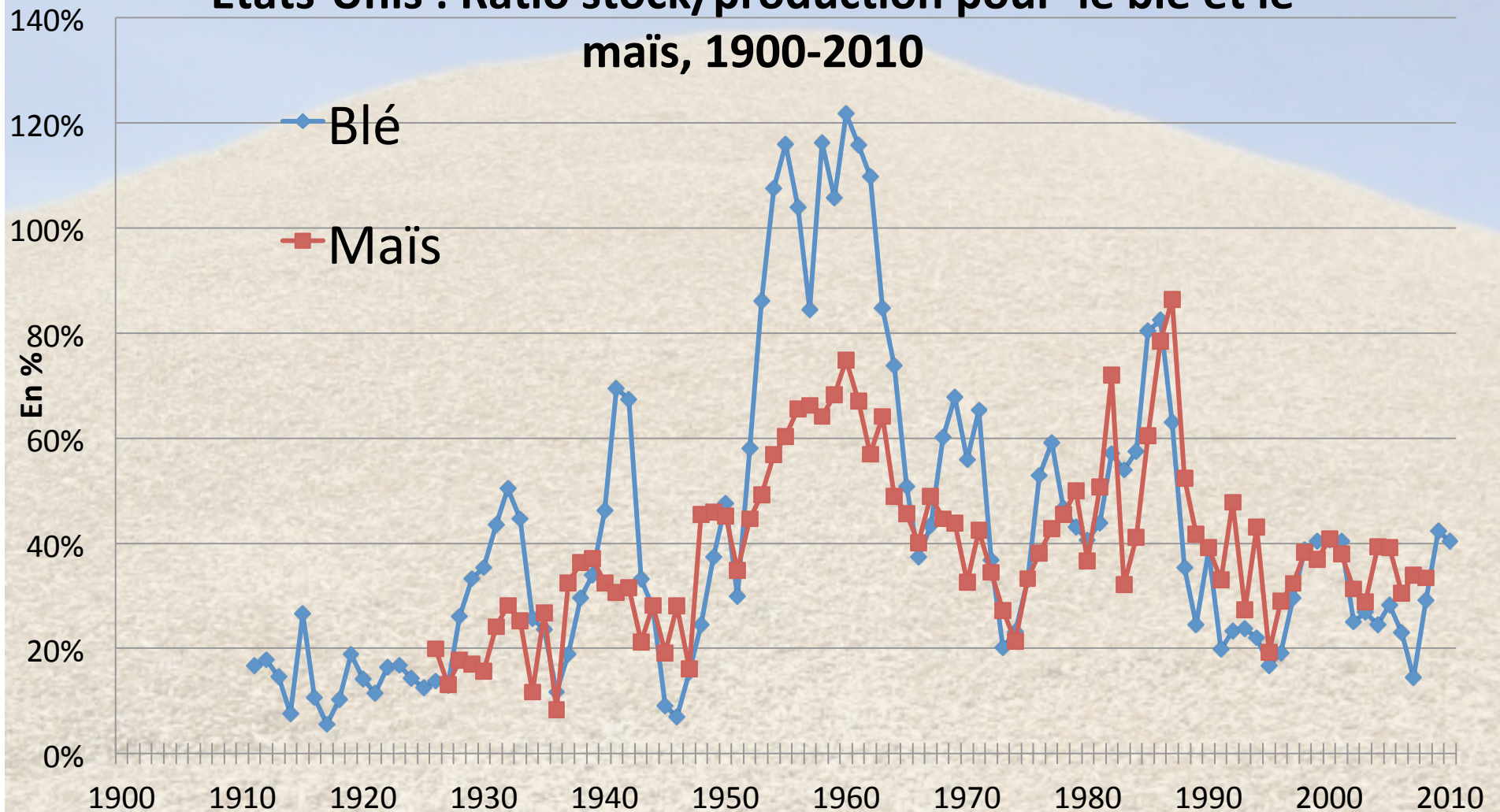
## Consommation non-alimentaire de produits agricoles aux Etats-Unis, 1900-2011



**+produit à double usage + nourriture pour animaux de travail  
(1/4) + bois**

# Surproduction structurelle et accumulation de stocks

## Etats-Unis : Ratio stock/production pour le blé et le maïs, 1900-2010





# La recherche de nouveaux débouchés :

- Aide alimentaire et subventions aux exportations
- Viande
- Biocarburants



SURE.

*You're right in liking* **MEAT**

**Viande**

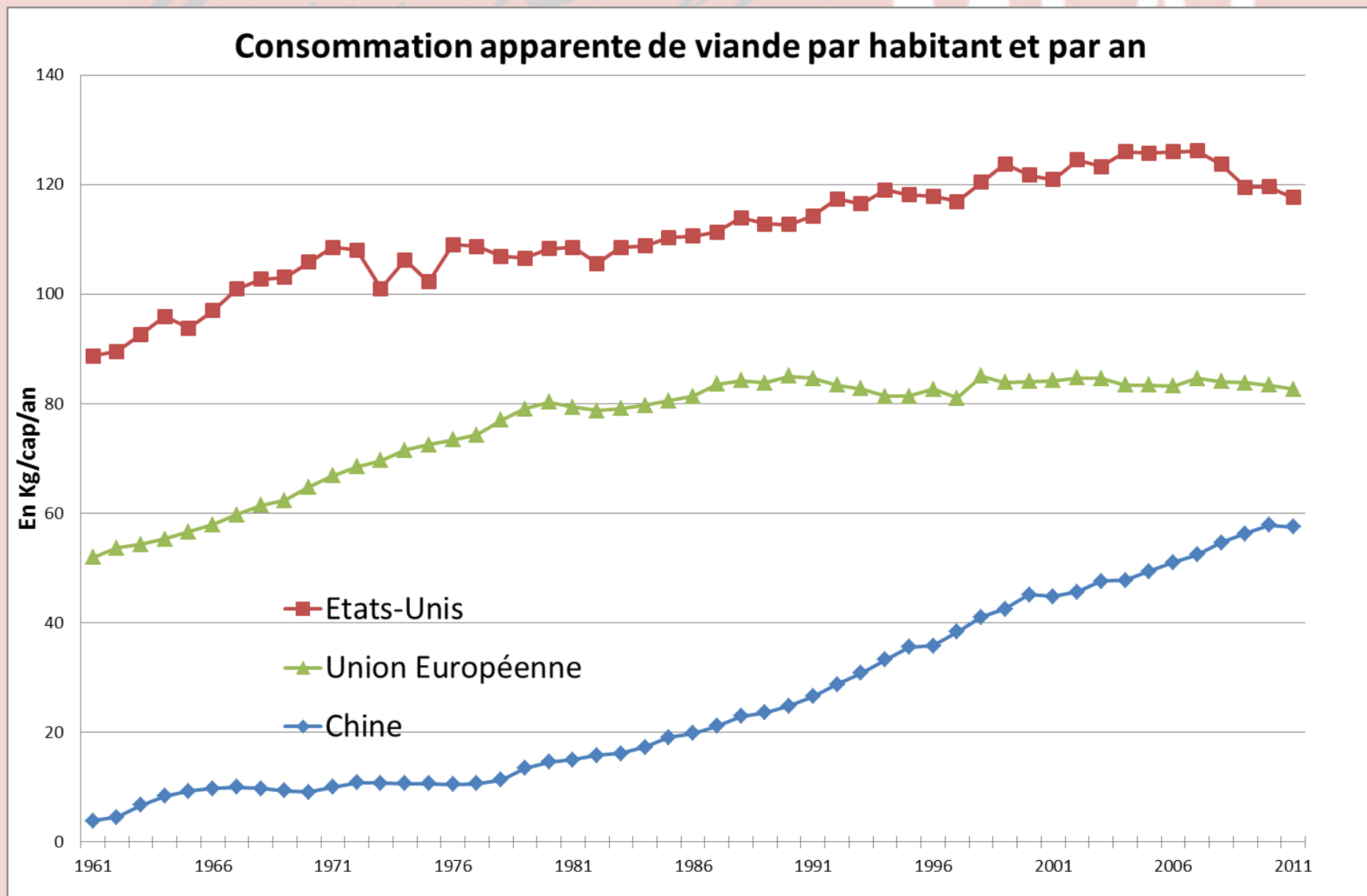
*Round of beef cut for savory,  
square-meal Swiss Steak*



# SURE Viande

« We come now to the one type of adjustment which many, including myself, hold in high regard. It is a shift in the composition of the diet, toward more livestock products. Does this type of shift provide an opportunity during the years ahead to keep our agricultural resources largely in use, to consume the production of these resources, and to do so without sharply depressing farm prices and incomes? I believe it does, if we can make the needful changes. Livestock condense about 7 pounds of dry matter in the form of grain and other feed to about 1 pound of dry matter in the form of meat, milk, and eggs. The other 6 pounds are used for heat and energy or are wasted and cannot be recovered by man. Thus far more agricultural resources are needed to provide a diet which contains a high percentage of livestock products. Increasing and decreasing livestock numbers is the time-honored method of adjusting the food supply to changing needs. The amount of flexibility provided by this system is tremendous”. (Paarlberg 1954)

# Consommation de viande, 1961-2011





# Biocarburants : le retour du non-alimentaire

	1995-1997	2000-2002	2007-2009
<b>USA</b>			
Ethanol	4542	7167	34887
Biodiesel	0	29	2318
<b>EU</b>			
Ethanol	102	1034	4889
Biodiesel	450	978	8041
<b>Brazil</b>			
Ethanol	14177	11490	25308
Biodiesel	0	0	957

# Utilisation de matières grasses en France, 1993-2009

	1993		2009	
	Q. (1000 t.)	%	Q (1000 t.)	%
<b>Utilisations industrielles</b>	243	9%	120	3%
<b>Alimentation humaine</b>	1715	68%	1953	44%
<b>Alimentation animale</b>	509	18%	298	7%
<b>Biofuel</b>	11	0%	1960	44%
<b>Waste</b>	30	1%	115	3%
<b>Total use</b>	2508		4449	

# Les devises Shadok

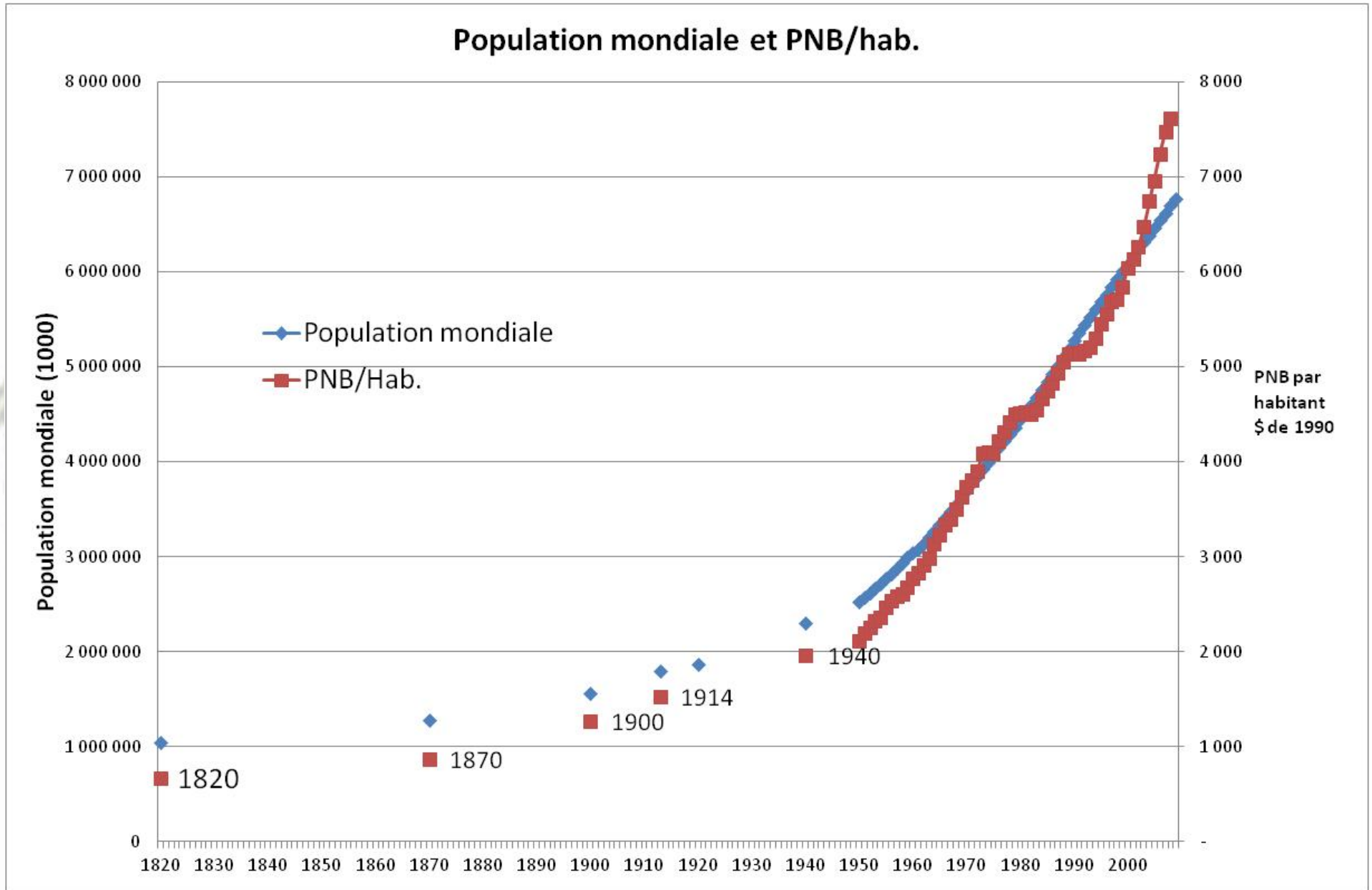
## Partie III : Éléments de bilan



IL VAUT MIEUX POMPER MÊME S'IL NE SE PASSE  
RIEN QUE RISQUER QU'IL SE PASSE QUELQUE CHOSE  
DE PIRE EN NE POMPANT PAS.

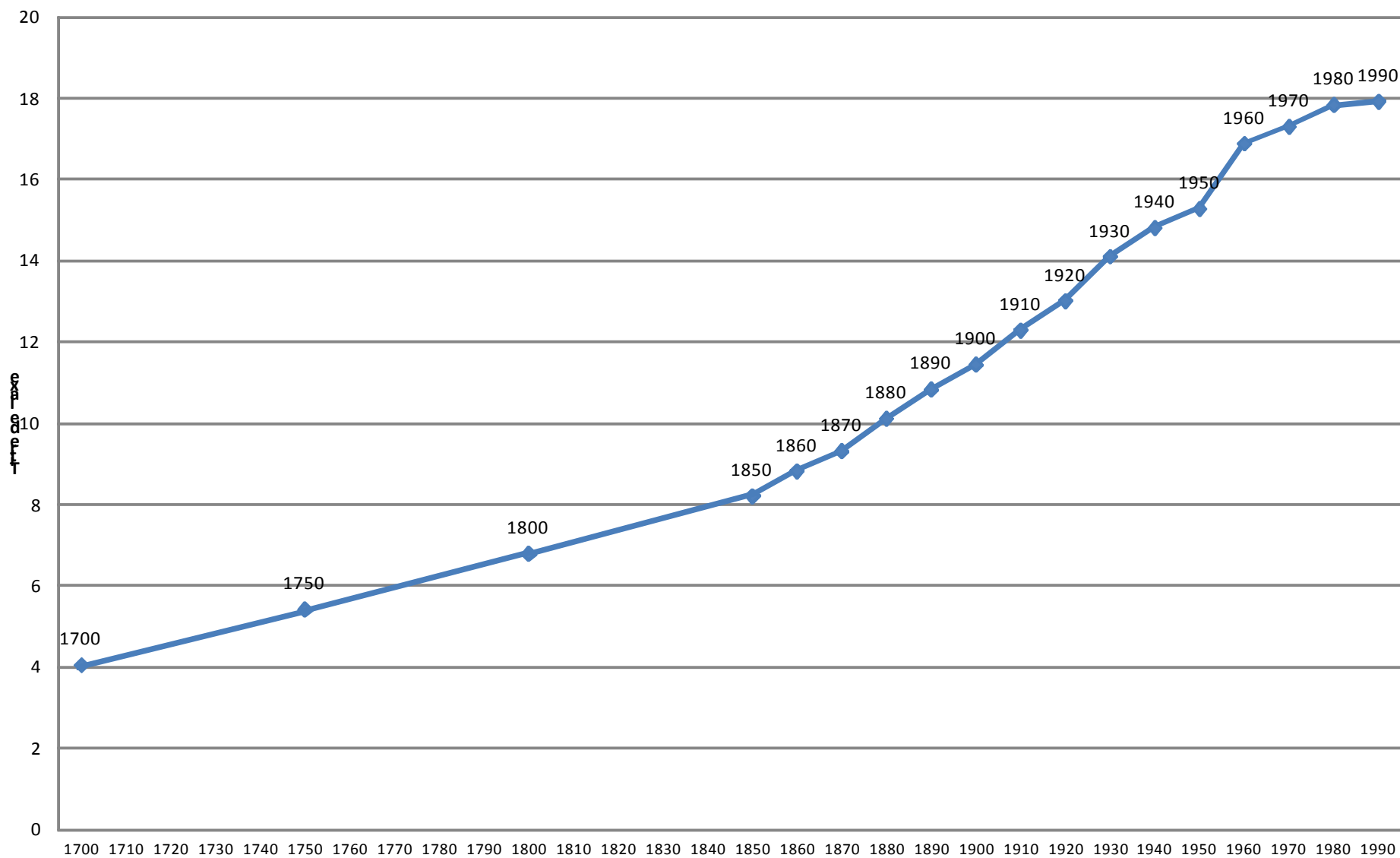


# Malthus a eu tord...



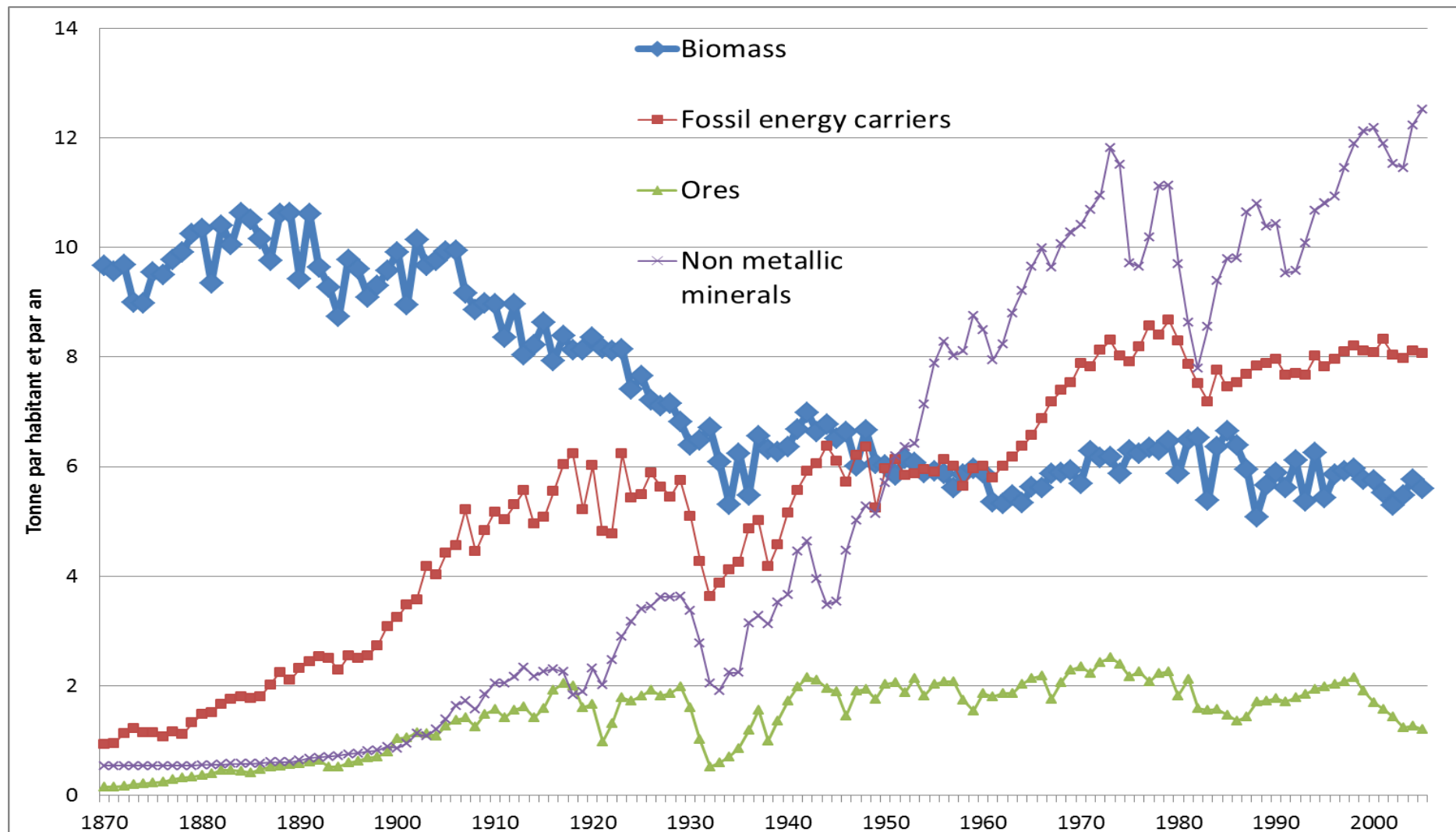
# Une relative stabilisation des surfaces cultivées dans le monde (1700-1990)

Surfaces cultivées : Monde



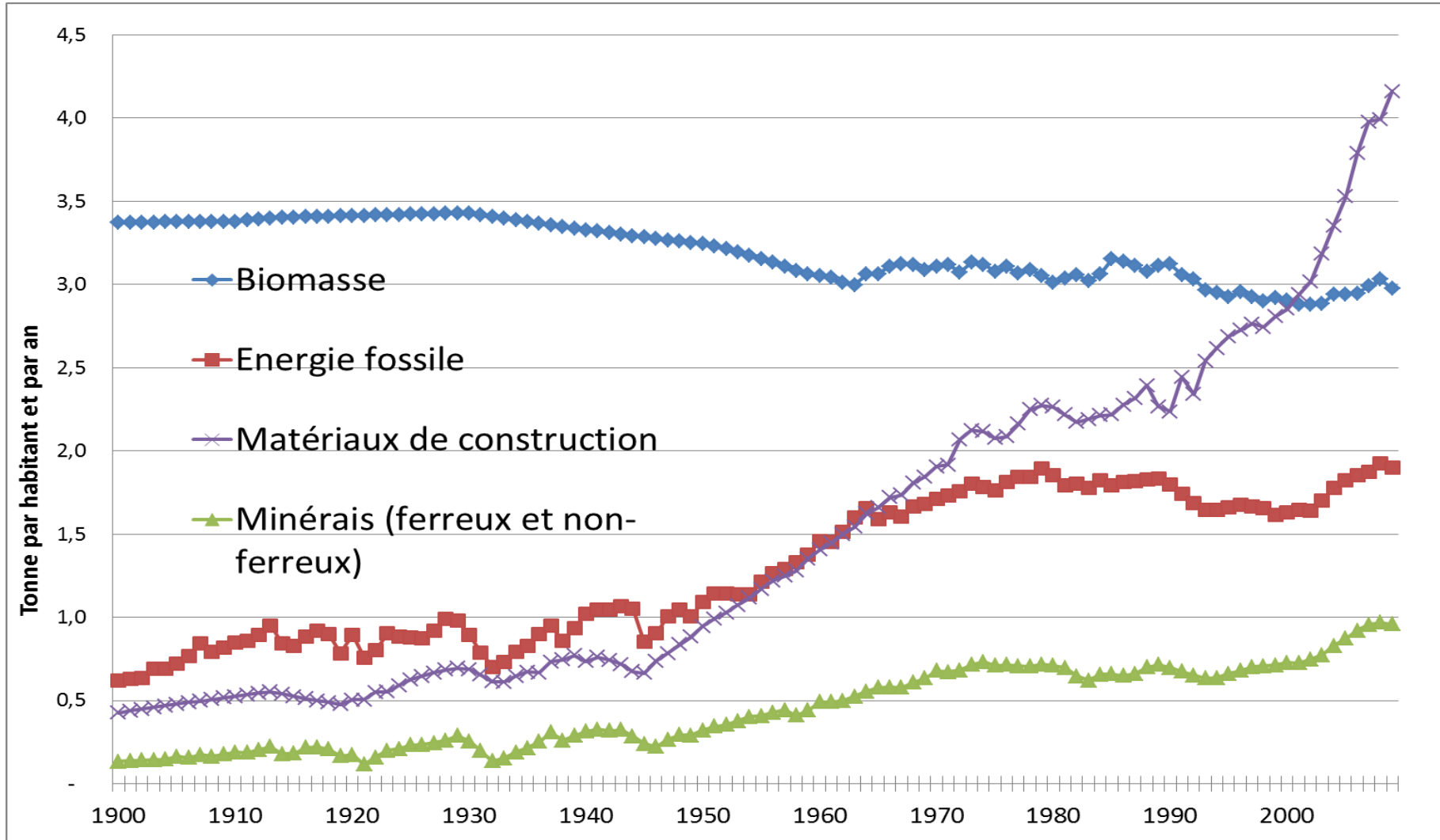
# Une pression « limitée » sur la biomasse

Consommation matérielle par habitant aux Etats-Unis, 1870-2005



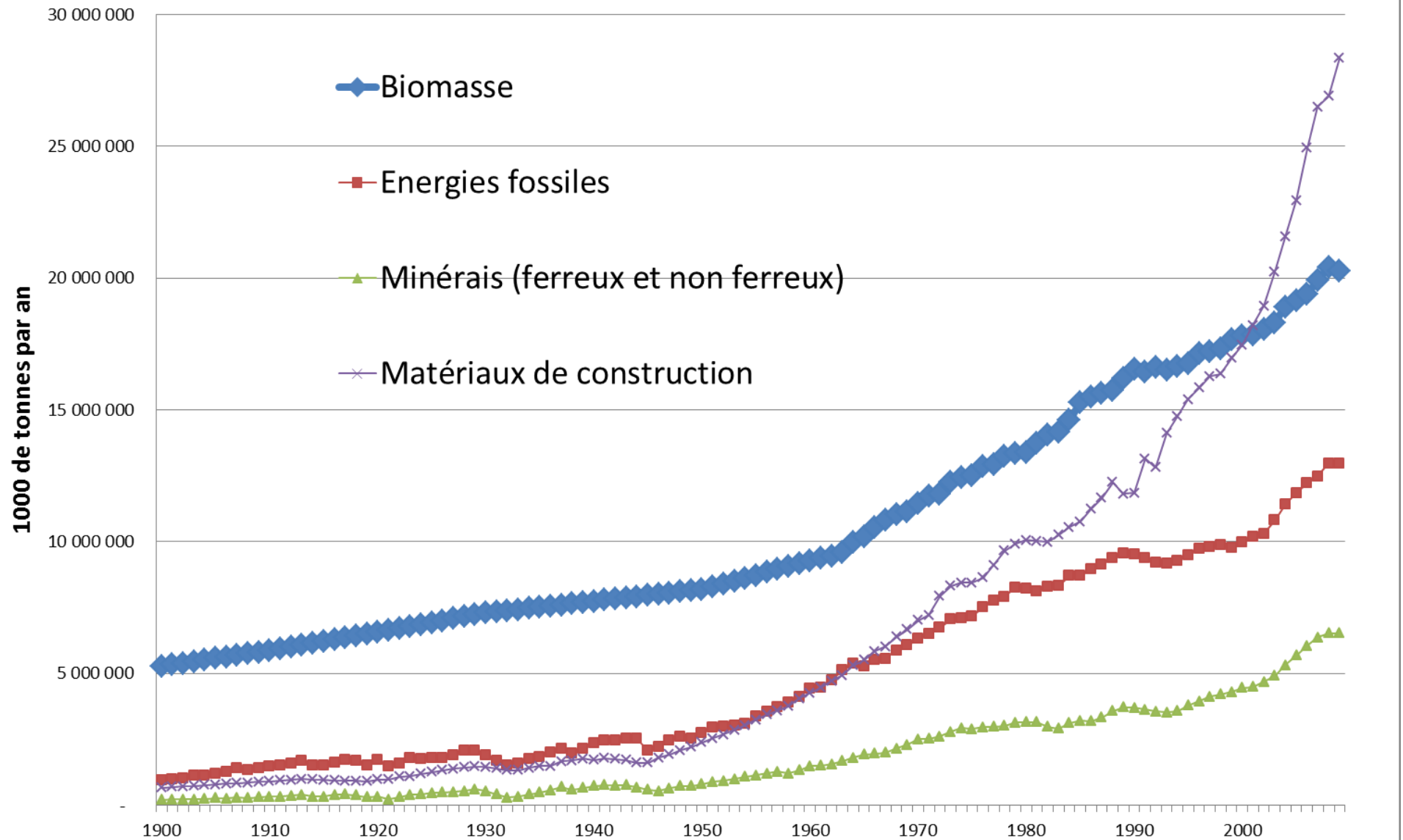


# Consommation de matières par humain, 1900-2009



Krausmann, F., et al. (2009). "Growth in global materials use, GDP and population during the 20th century." *Ecological Economics* 68(10): 2696-2705.

# Consommation totale de matières par humain, 1900-2005



# L'effondrement du taux de retour énergétique

	1800	1970
<b>Apports d'énergie (Petajoules)</b>		
Travail humain	18.6	6.9
Travail animal	93	9
Energie fossile	0	550
<b>Total</b>	<b>21</b>	<b>625</b>
<b>Contenu énergétique des produits (Petajoules)</b>		
Produits végétaux	100	320
Produits animaux	14	100
<b>Total</b>	<b>114</b>	<b>420</b>
<b>Productivité énergétique du travail (GJ/T./An)</b>	<b>18.4</b>	<b>182.6</b>
<b>Taux de Retour Energétique</b>	<b>5</b>	<b>0,7</b>

Schulman, J. P. (1978). Analyse énergétique de l'agriculture française Paris, Paris I.



# Des déchets envahissants (1)

- Déchet = « Tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit ou plus généralement tout bien meuble abandonné ou que son détenteur destine à l'abandon» (code de l'environnement)
- L'abandon, suppose d'une façon ou d'une autre, l'existence d'un bien commun – une rue, une rivière, l'atmosphère ... - sur lequel le déchet sera « déchargé ». De ce fait les déchets sont de bien qui n'ont pas vraiment de prix bien qu'il affecte la qualité du bien commun.
- Pas de transformation (en forme, temps, lieu...) sans déchet. Les économistes croient que tous les inputs se transforment en output mais c'est évidemment faux. Il y a toujours du déchet ne serait-ce que la chaleur qui faudra d'une façon ou d'une autre évacuée.

# Des déchets envahissants (2)

- Le passage de l'organique au minéral a des implications majeures sur la production de déchets et surtout dans la capacité du vivant de les mobiliser pour leur métabolisme avec deux problèmes distinctes :
  - Celui des déchets déjà produits par les sociétés organiques mais en quantité bien moindre (CO<sub>2</sub>) et qui se caractérise aujourd'hui par des phénomènes de saturations
  - Celui des déchets qui ne trouvent pas leur place – ou sur des pas de temps très long au regard de l'existence humaine – dans des processus du vivant (molécule de synthèse)

Les devises Shadok

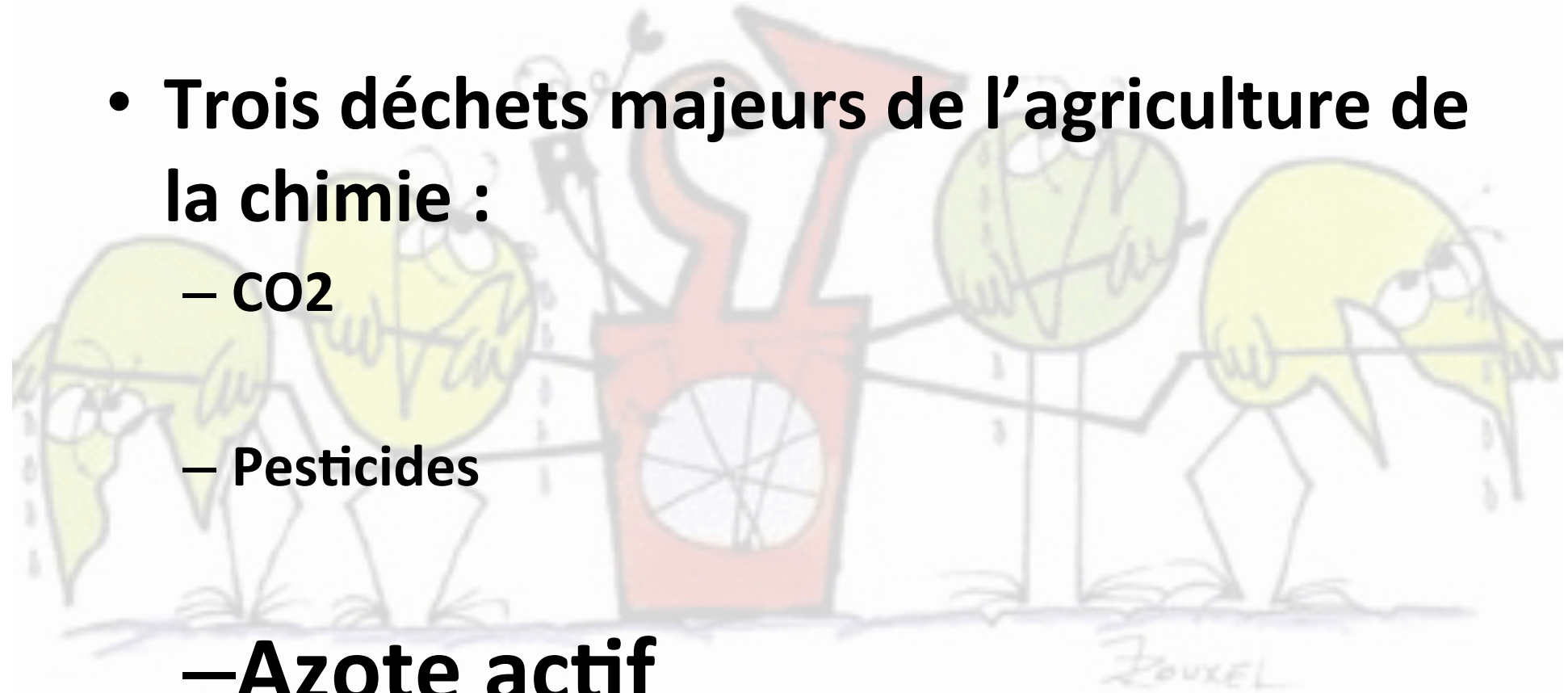
## Des déchets envahissants (3)

- Trois déchets majeurs de l'agriculture de la chimie :

- CO<sub>2</sub>

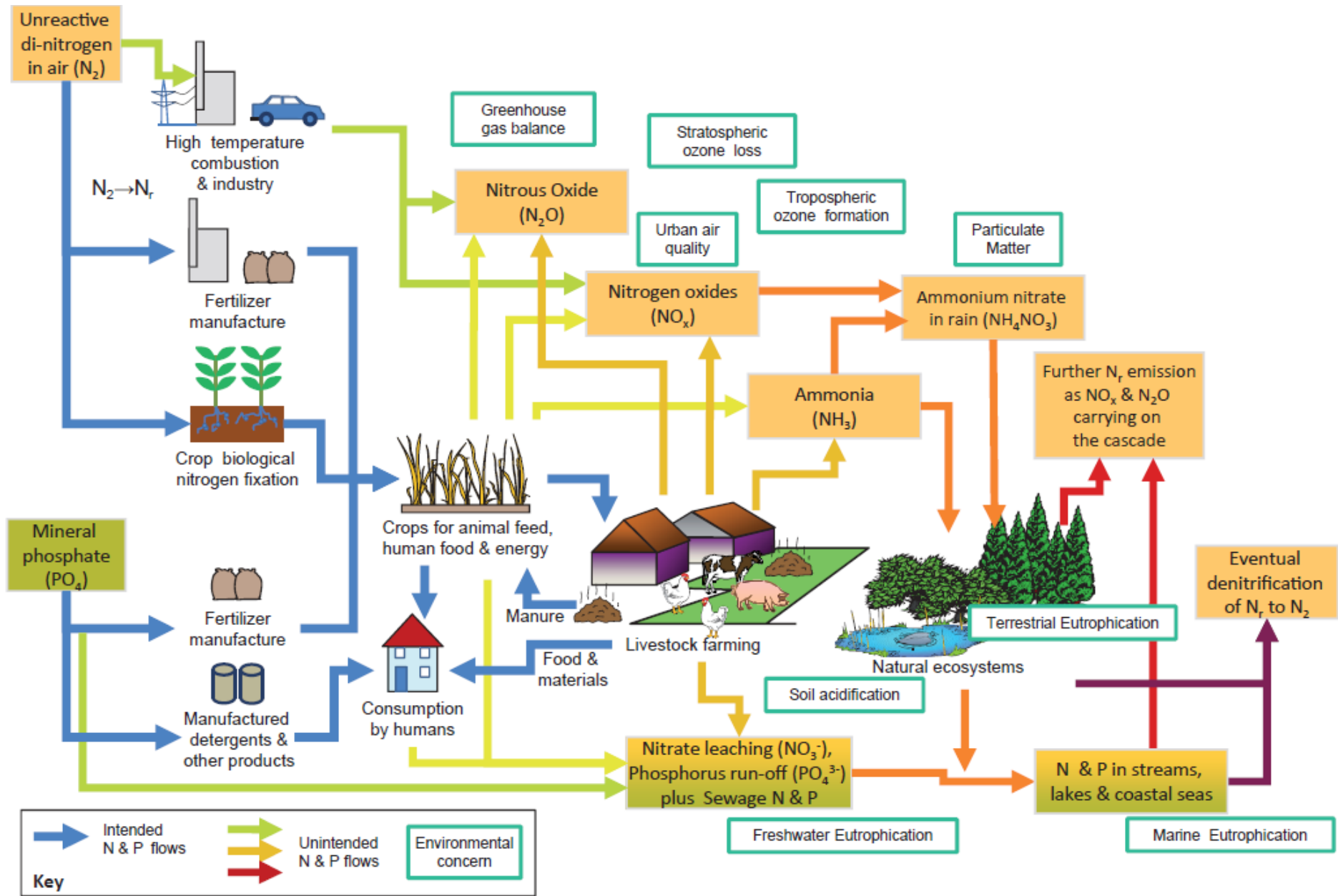
- Pesticides

- Azote actif



Fouxel

IL VAUT MIEUX POMPER MÊME S'IL NE SE PASSE RIEN QUE RISQUER QU'IL SE PASSE QUELQUE CHOSE DE PIRE EN NE POMPANT PAS.

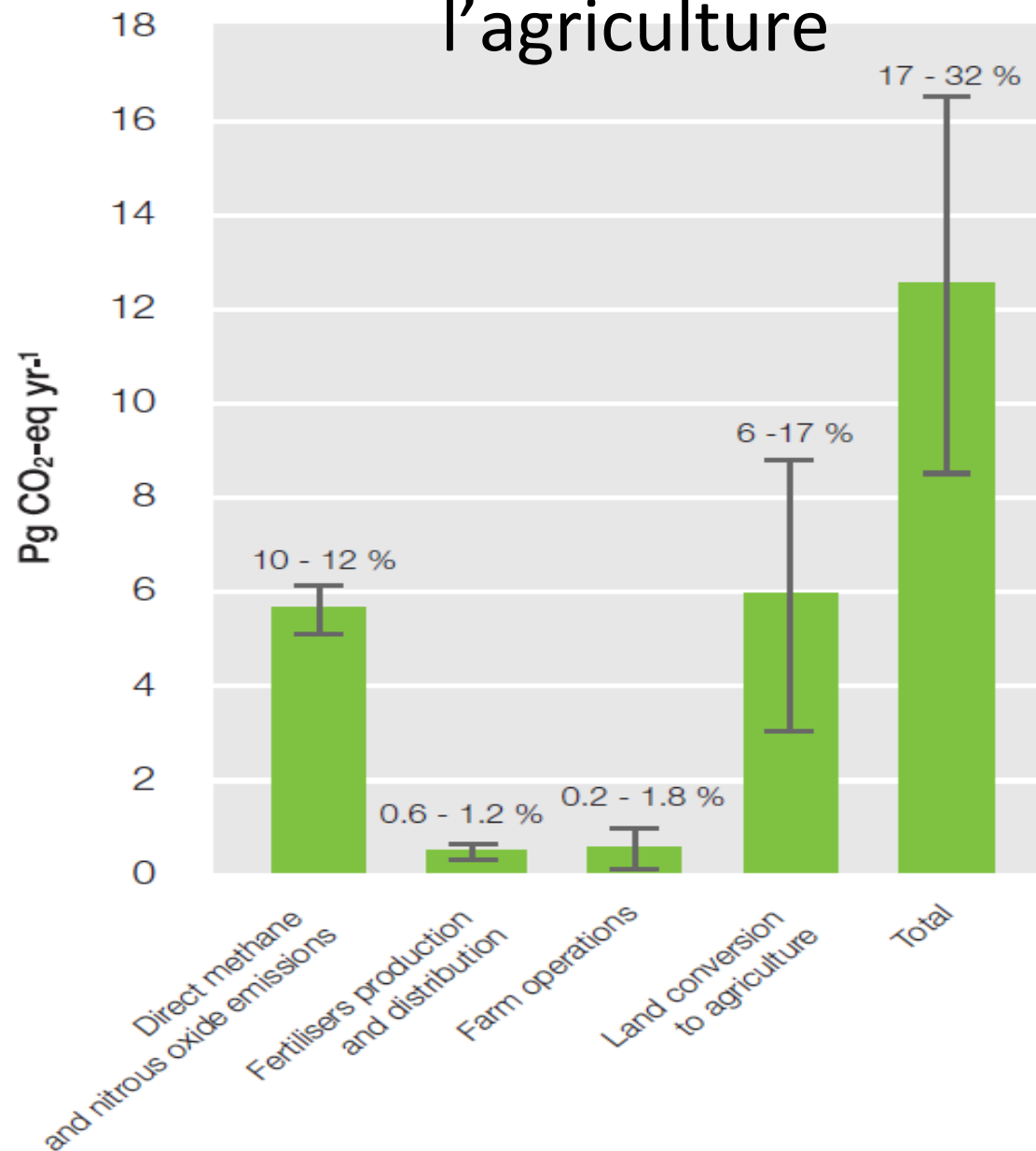




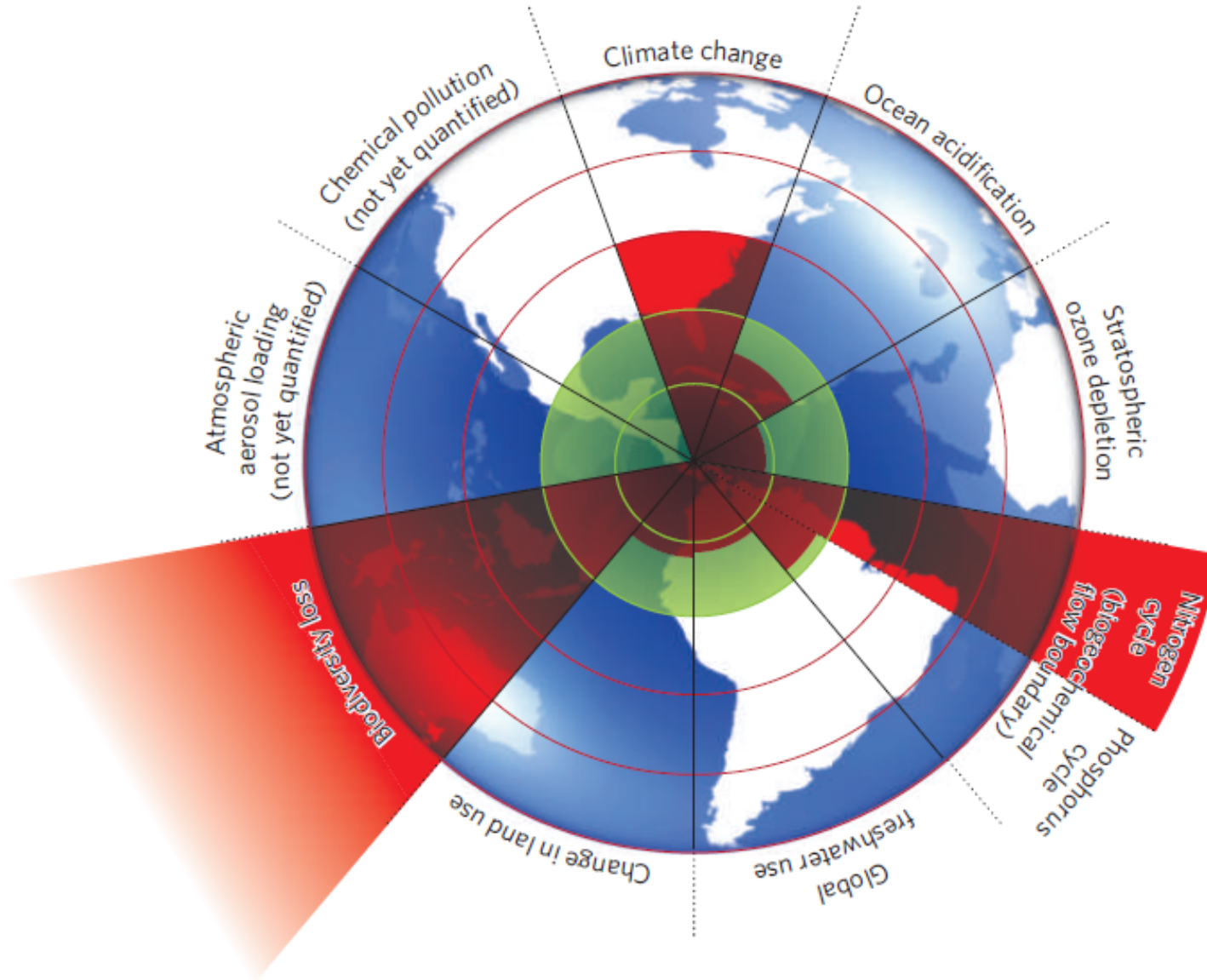
# La désintégration de la production animale et de la production végétale (suite)



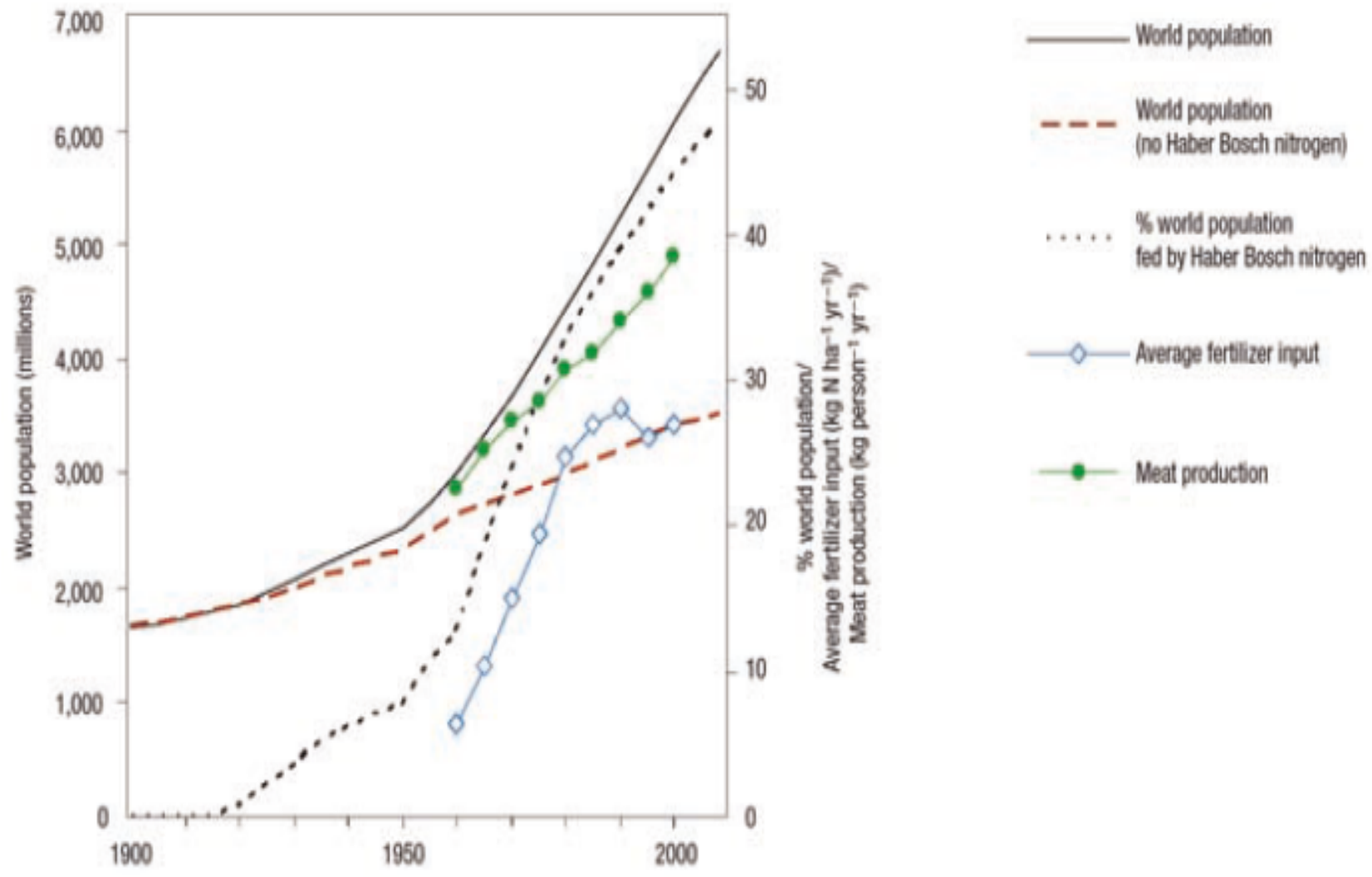
# Gaz à effet de serre : contribution de l'agriculture



# Les *planetary boundaries* du Stockholm Resilience Centre










# Conclusion

- **Un nécessaire retour à une économie organique (?)**
- **Une inévitable réduction de la consommation (?)**
- **Une nécessaire hiérarchisation des « besoins » (?)**
- **Et la pollution azotée (?)**





**Merci pour votre attention**