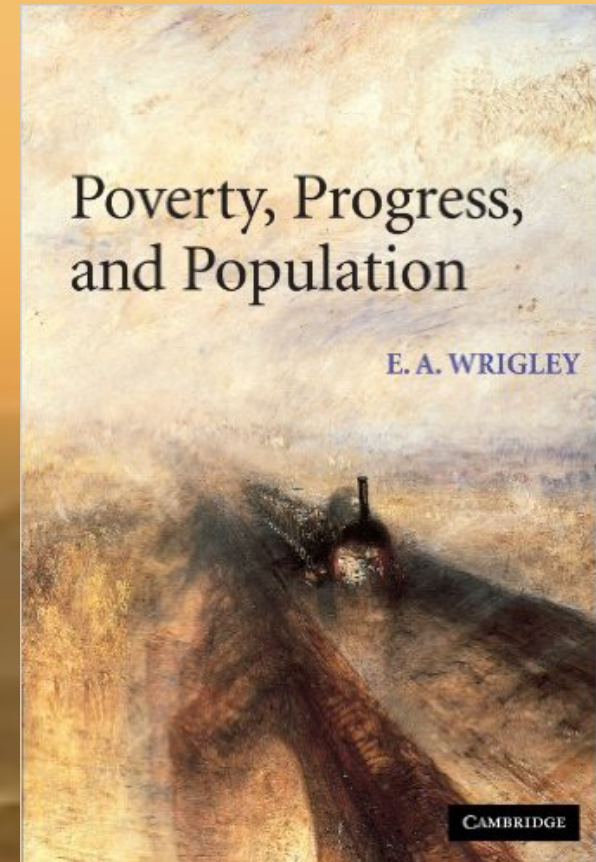
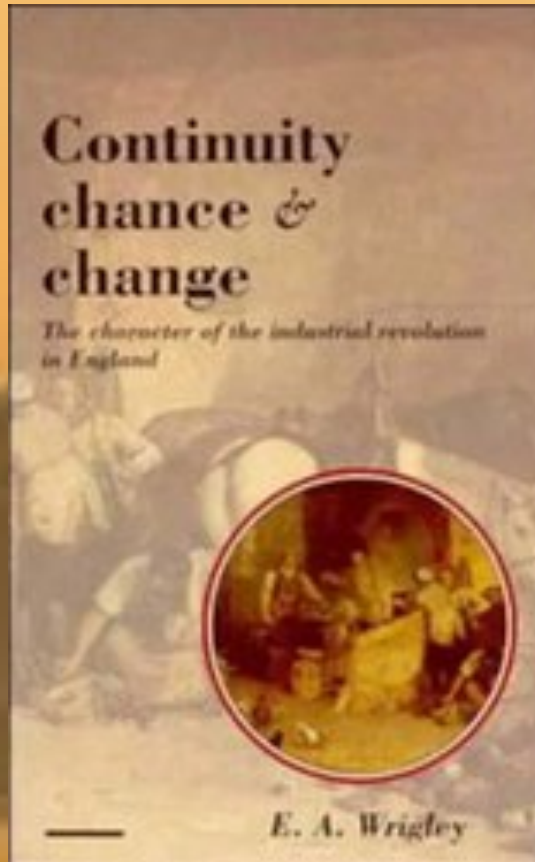
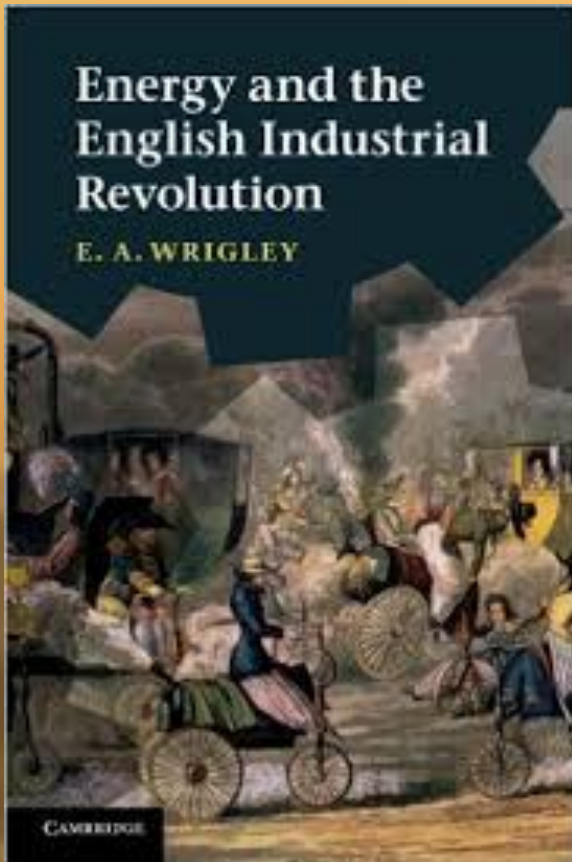


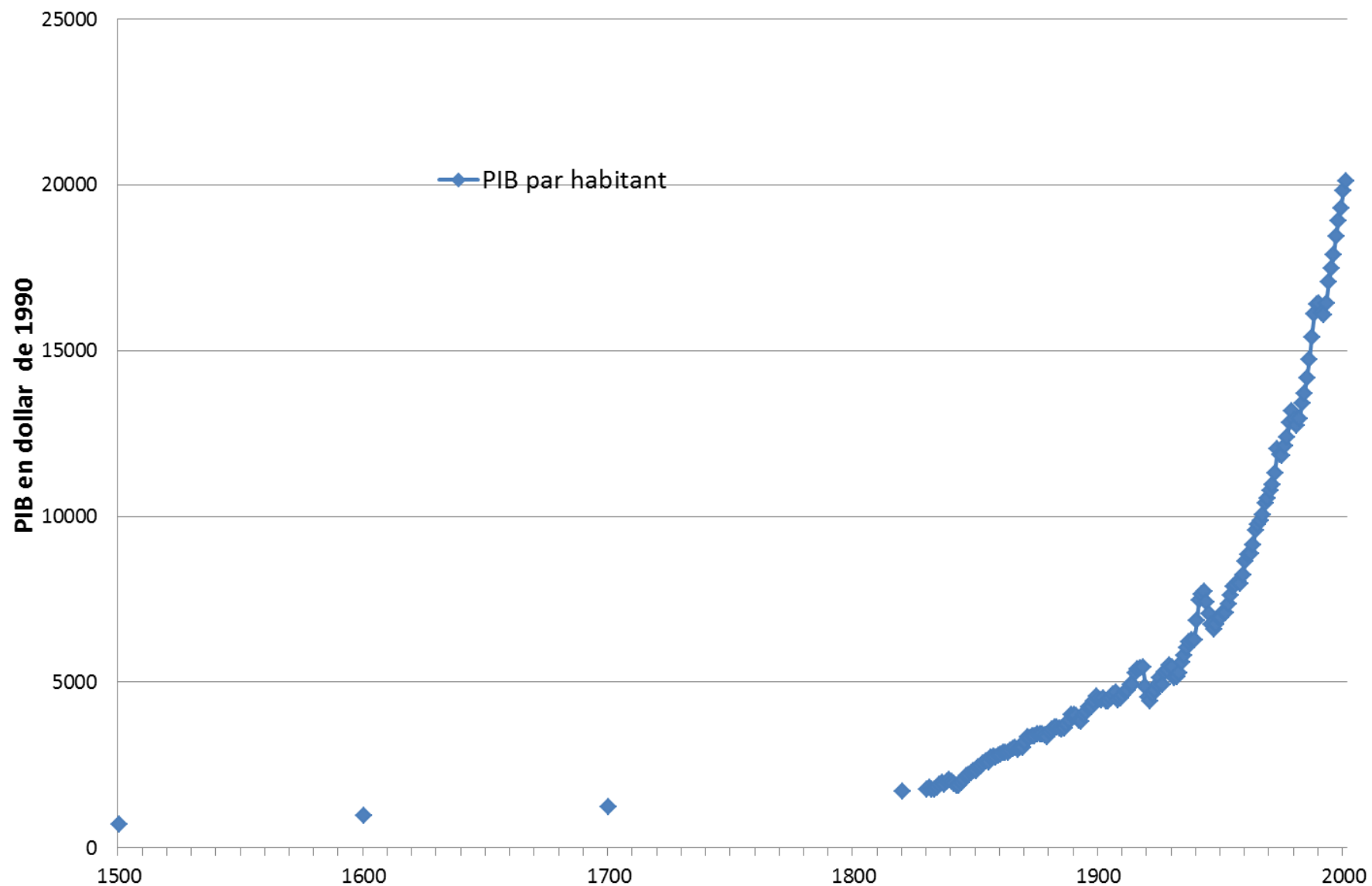
**Agriculture et métabolisme
socio-écologique :
du solaire au minier
... et retour ?**

Benoit DAVIRON (CIRAD), Octobre 2016



Anthony Wrigley

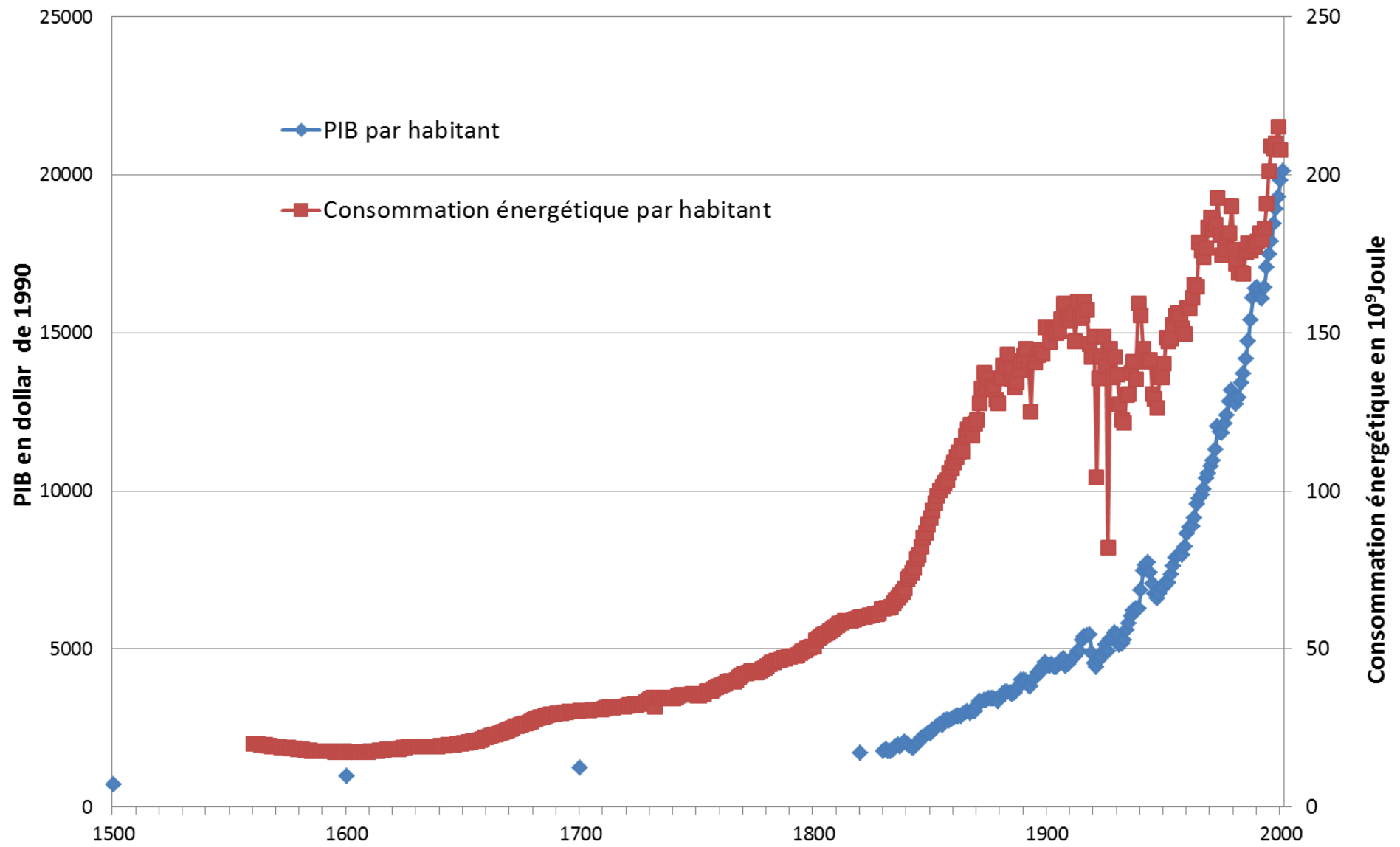
Grande Bretagne : PIB par habitant , 1500-2000



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

24/10/16

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

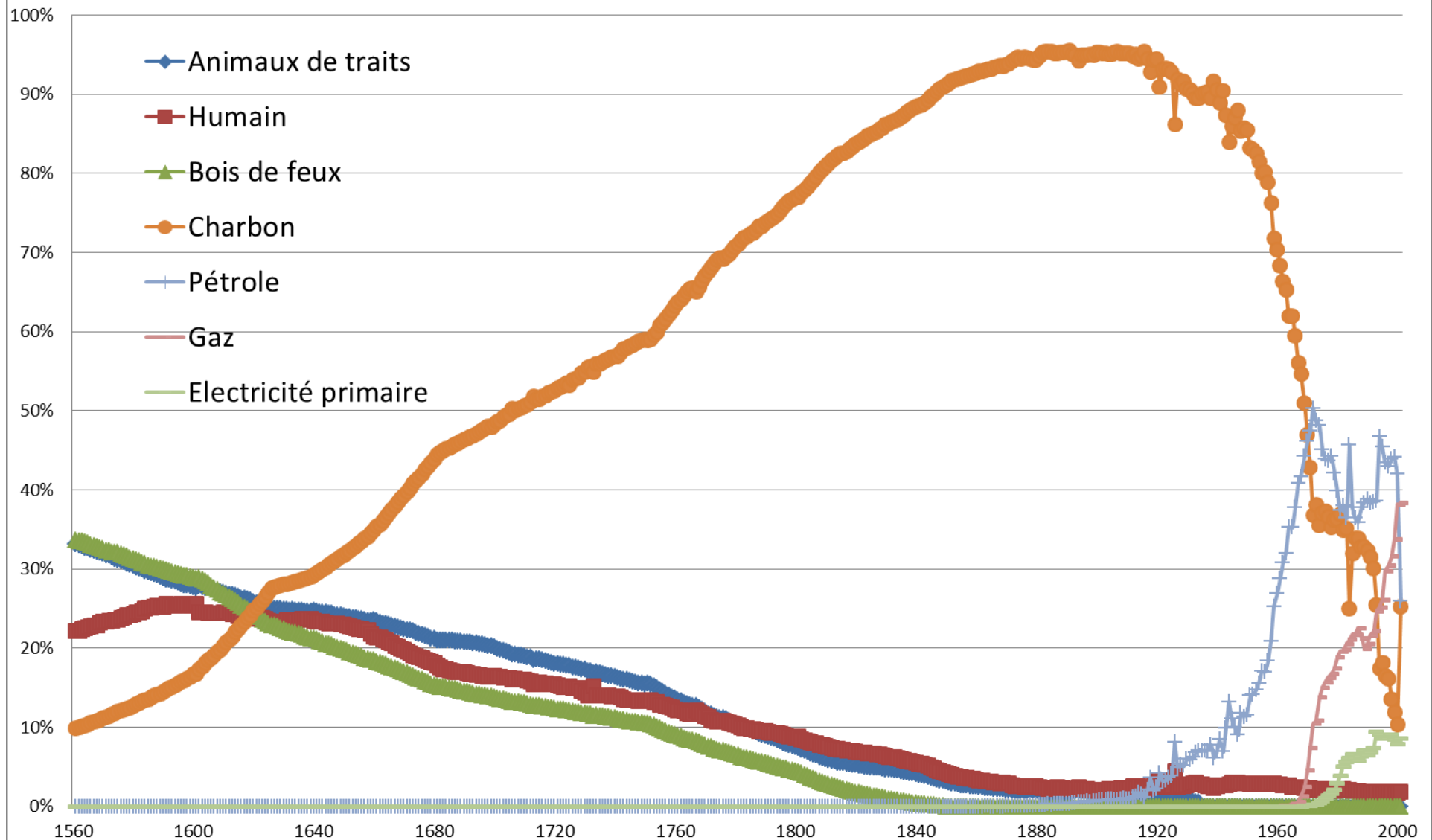


Source :

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


24/10/11 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 agricole dans l'économie minérale 1: le charbon et la croissance horizontale
- L'offre agricole dans l'économie minérale 2 : le pétrole et la croissance verticale
- Eléments de bilan

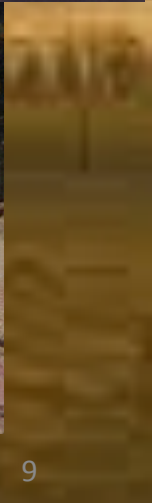


Partie I : **Quelques caractéristiques d'une économie organique**



24/10/16





L'agriculture dans les économies organiques 1

- Agriculture = système énergétique solaire contrôlé (Rolf Peter Sieferle)
- Energie produite > énergie consommée
- Energie 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 différentes productions céréalières 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 organiques 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.

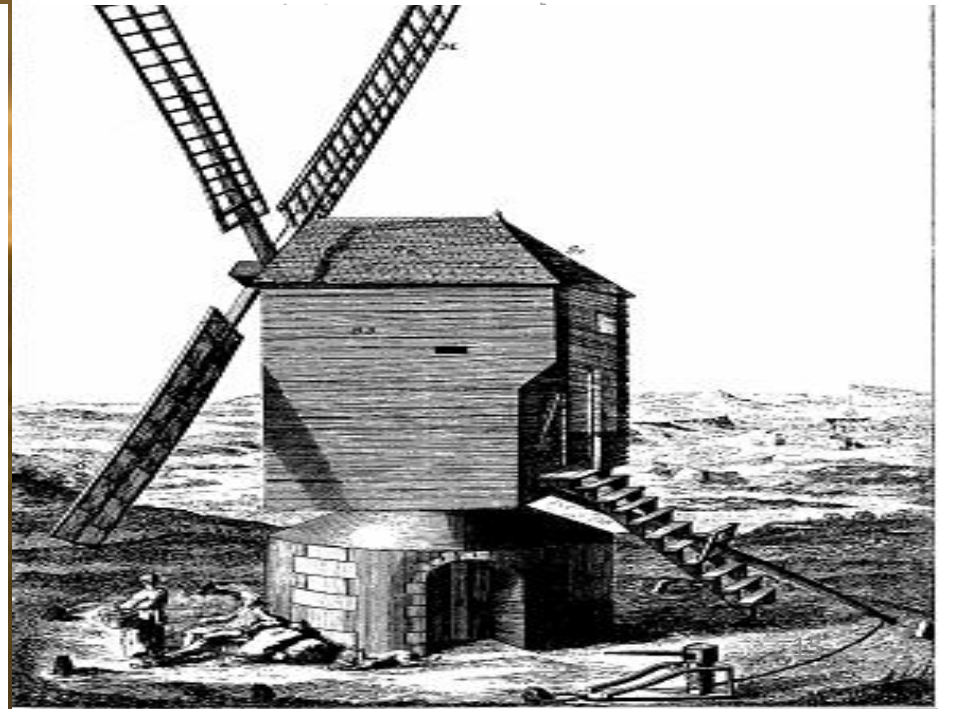
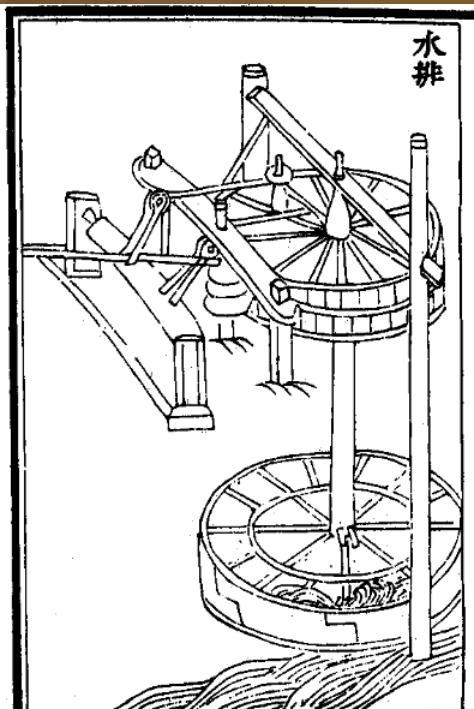
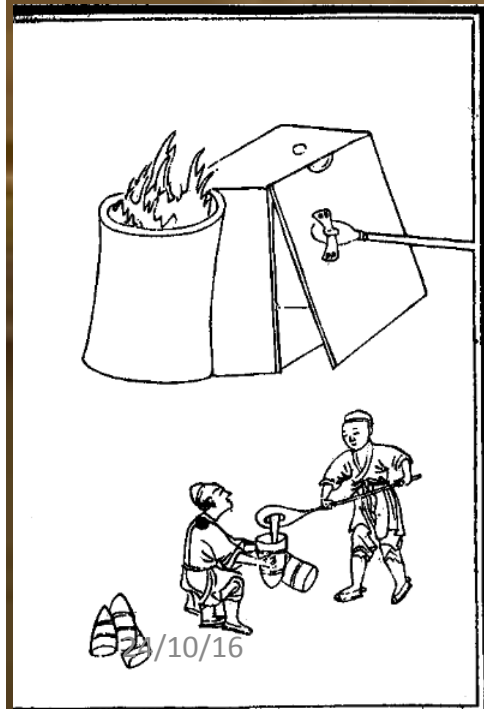
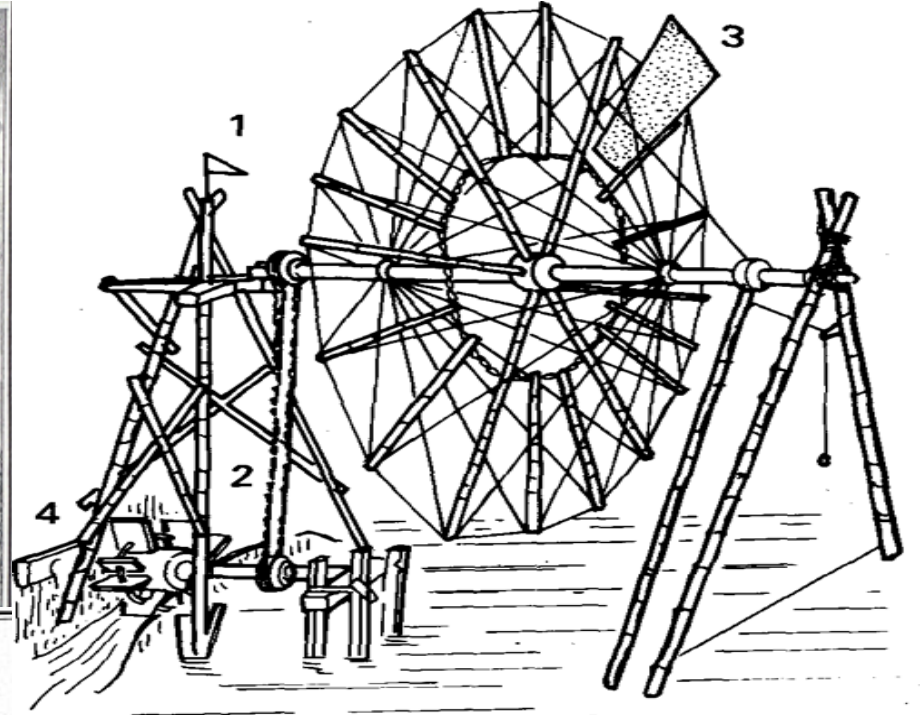
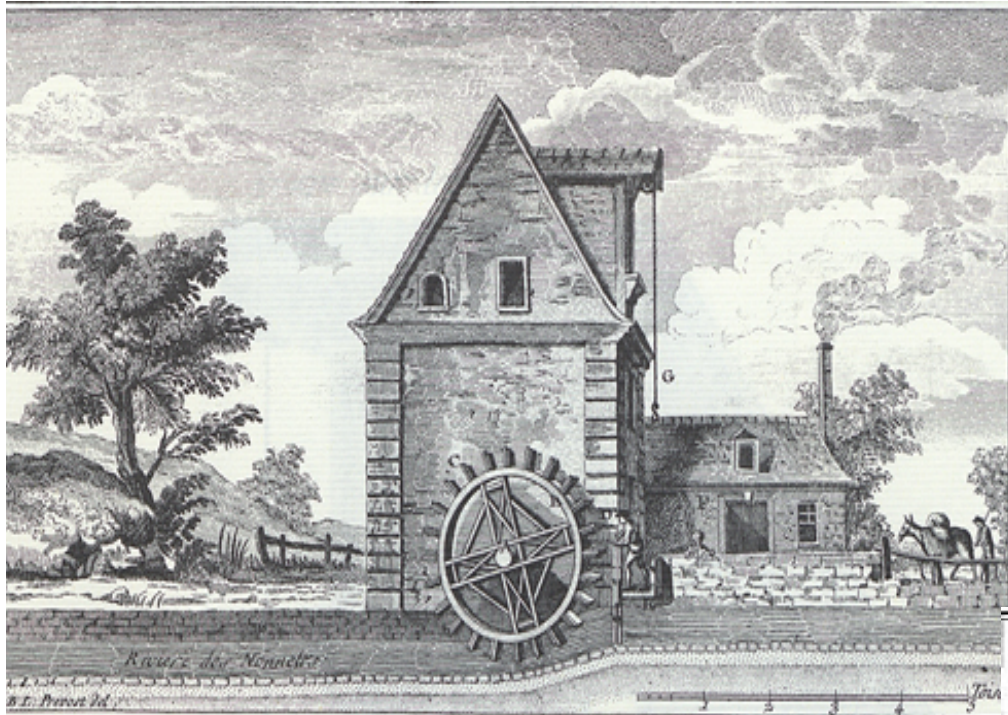
L'agriculture dans les économies organiques 3 :

Le changement

- Le cas de la « révolution agricole » en Angleterre
 - Rupture démographique à la fin du XVIIe
 - 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)

L'agriculture dans les économies organiques 3 : Le changement (suite)

- De multiples « révolutions »
- Riziculture intensive en Chine
- L'arrivée des plantes d'Amérique dans l'ensemble Afrique- Eurasie
- Livre IRD « Agricultures singulières »



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

Jonques et caravaques



Caravelle

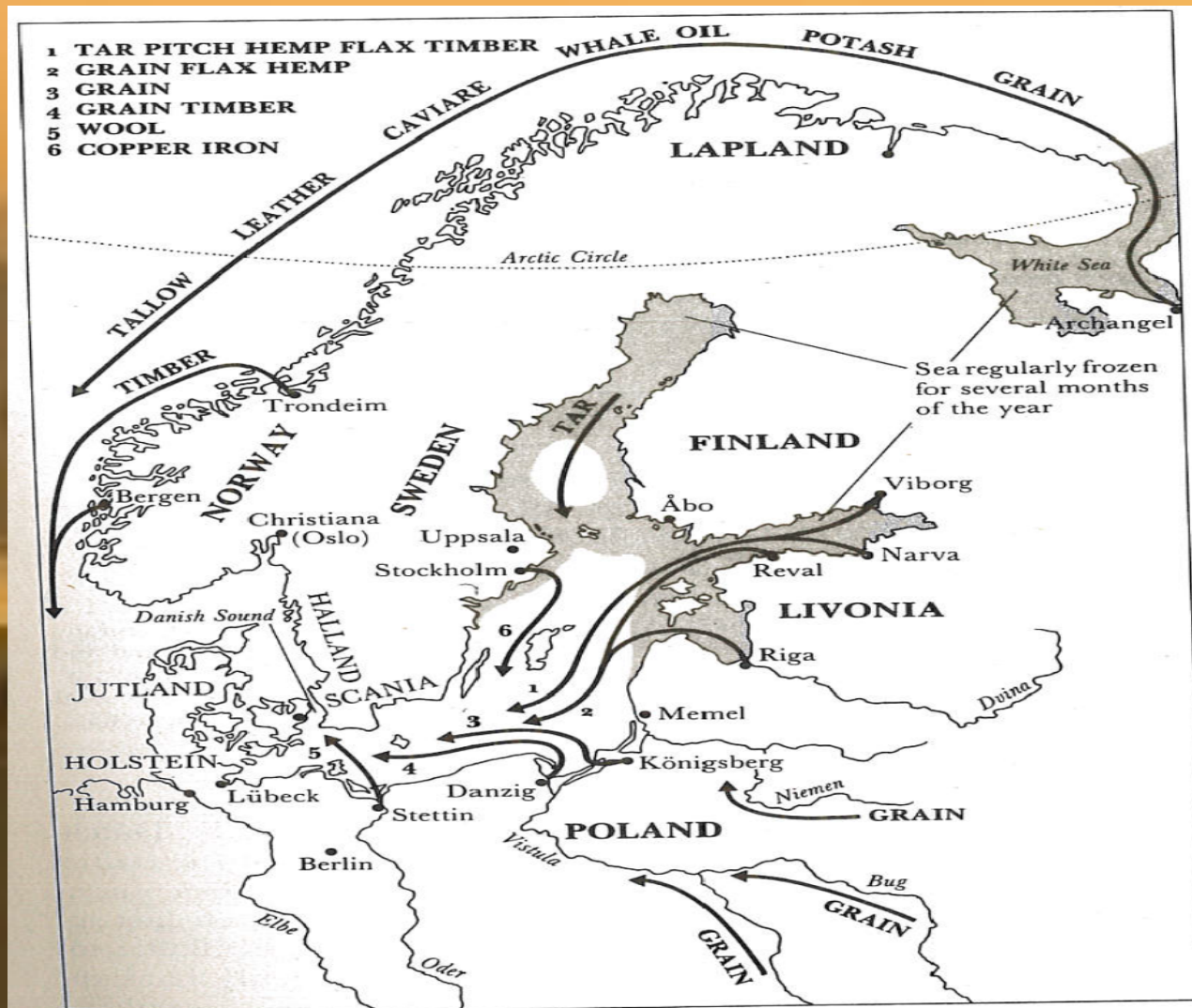
Jonque impériale

© www.aventuras.com

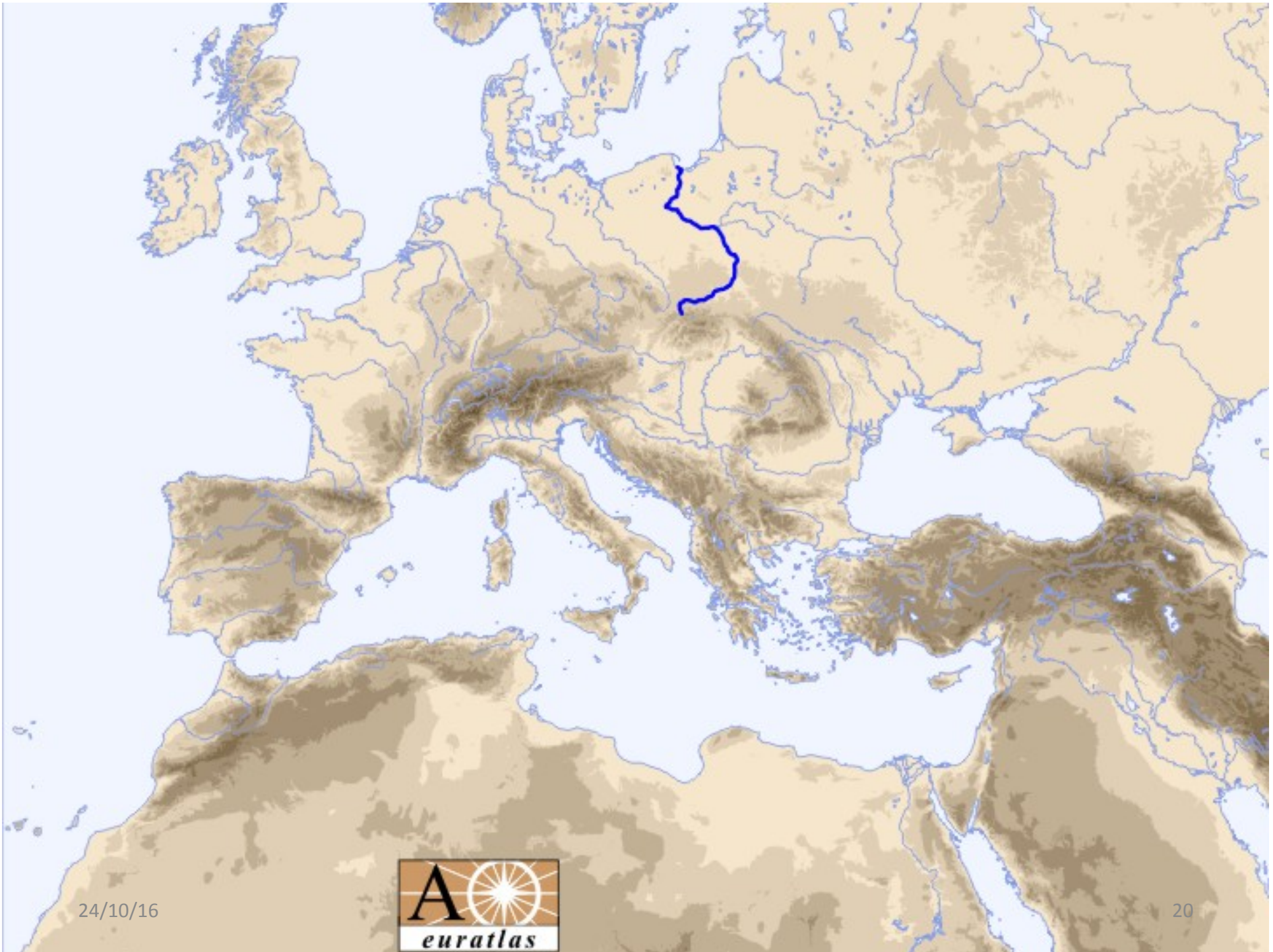
"Bateau aux Trésors" Jonque de Zheng He et Santa Maria de Colomb à l'échelle



Pays-Bas : importations en provenance de la Baltique au XVIe



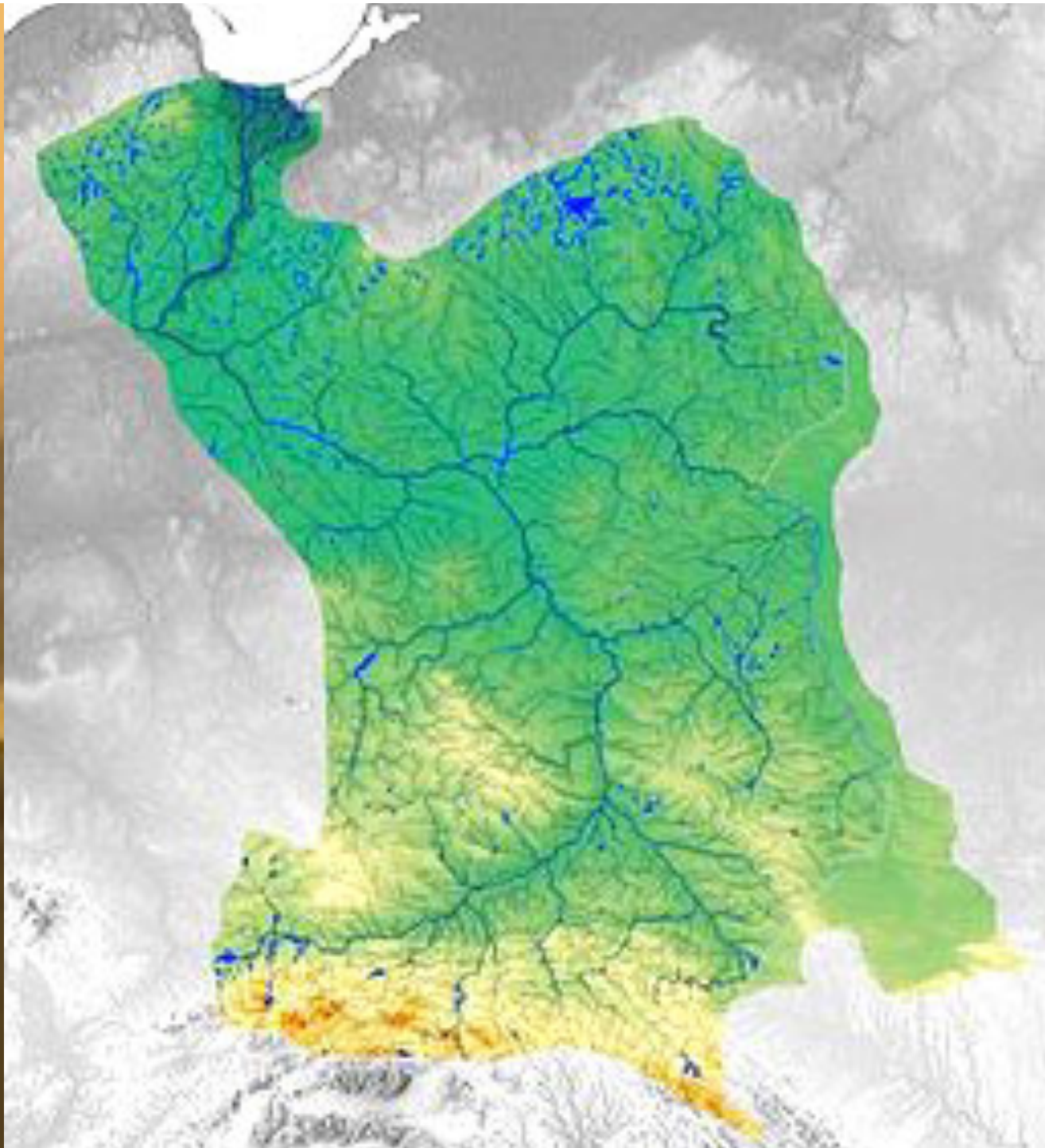
2.1 Scandinavia and the Baltic trade area during the sixteenth century.



24/10/16



20



24/10/16


21

Allegory of Gdańsk trade 1608. Détail



Importation 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

A painting depicting a rural scene with a large brick chimney emitting smoke, a horse-drawn cart, and people working in a field. The scene is set in a hazy, atmospheric environment with a large brick chimney on the right side, emitting a thick plume of dark smoke that rises into the sky. In the foreground, a horse-drawn cart is being pulled by a team of horses, with a person standing nearby. The ground is dirt, and there are some trees and structures in the background. The overall tone is somewhat somber and historical.

Partie II
**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
 - Redéfinie la contrainte du transport : bateau + chemin de fer. Le transport terrestre ne dépend plus de la biomasse
 - Elimine la dépendance vis-à-vis des cours d'eau : naissance de la ville industrielle

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

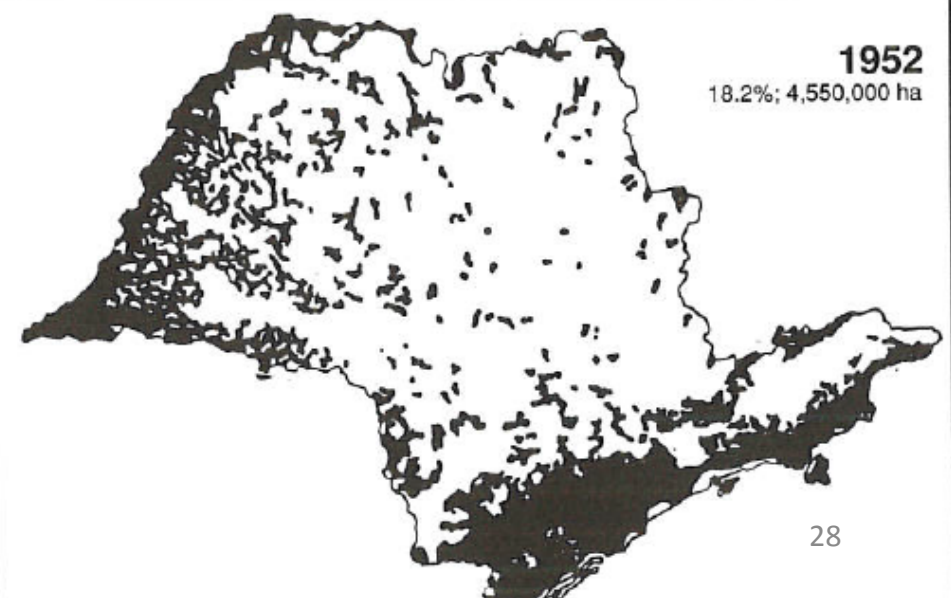
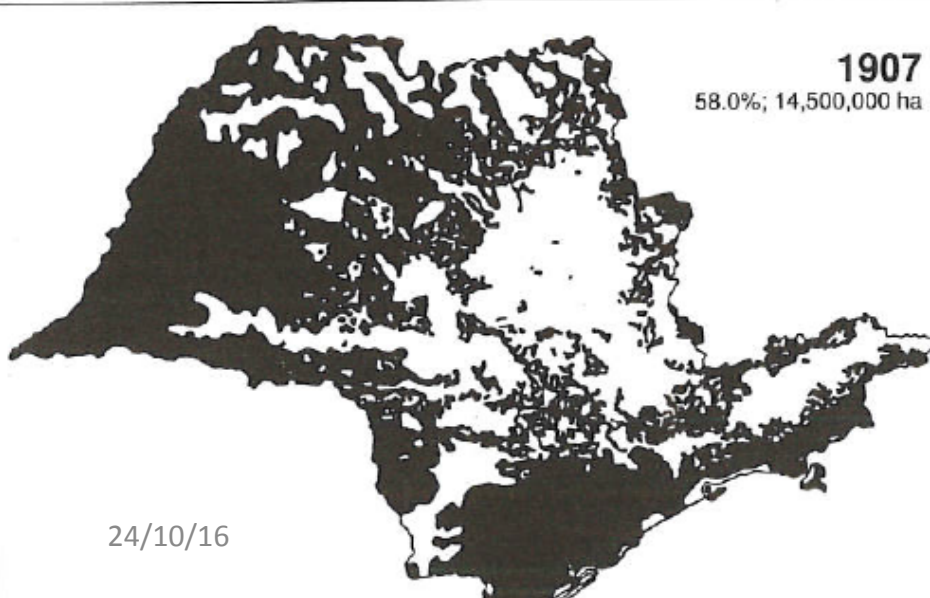
Front pionnier 1

- Front pionnier frontière (*the frontier*) = accès à un territoire vide, ou plutôt, vidé de sa population (Turner, Webb)

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

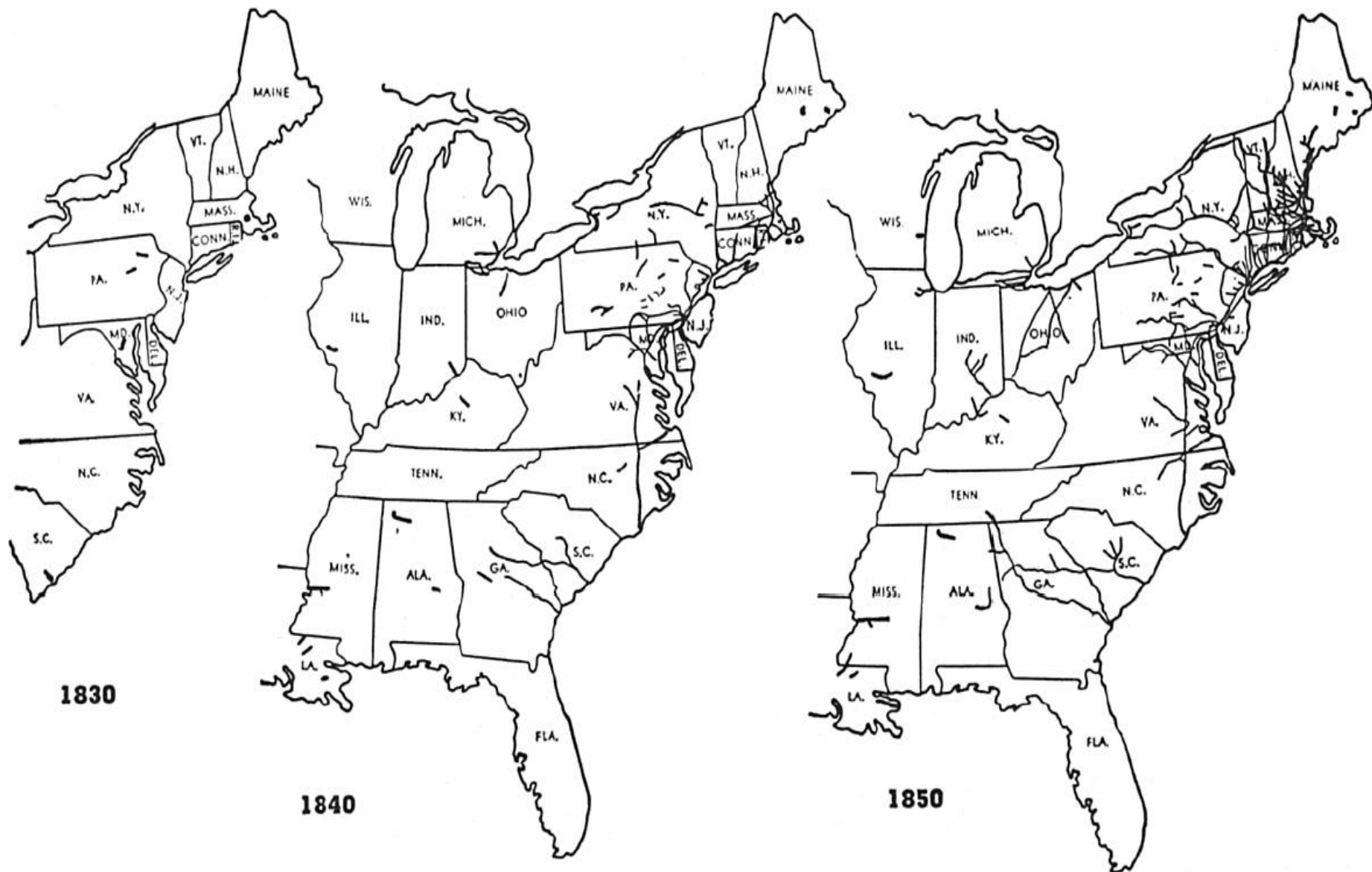


Front pionnier 2

- Le rôle central du chemin de fer

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.

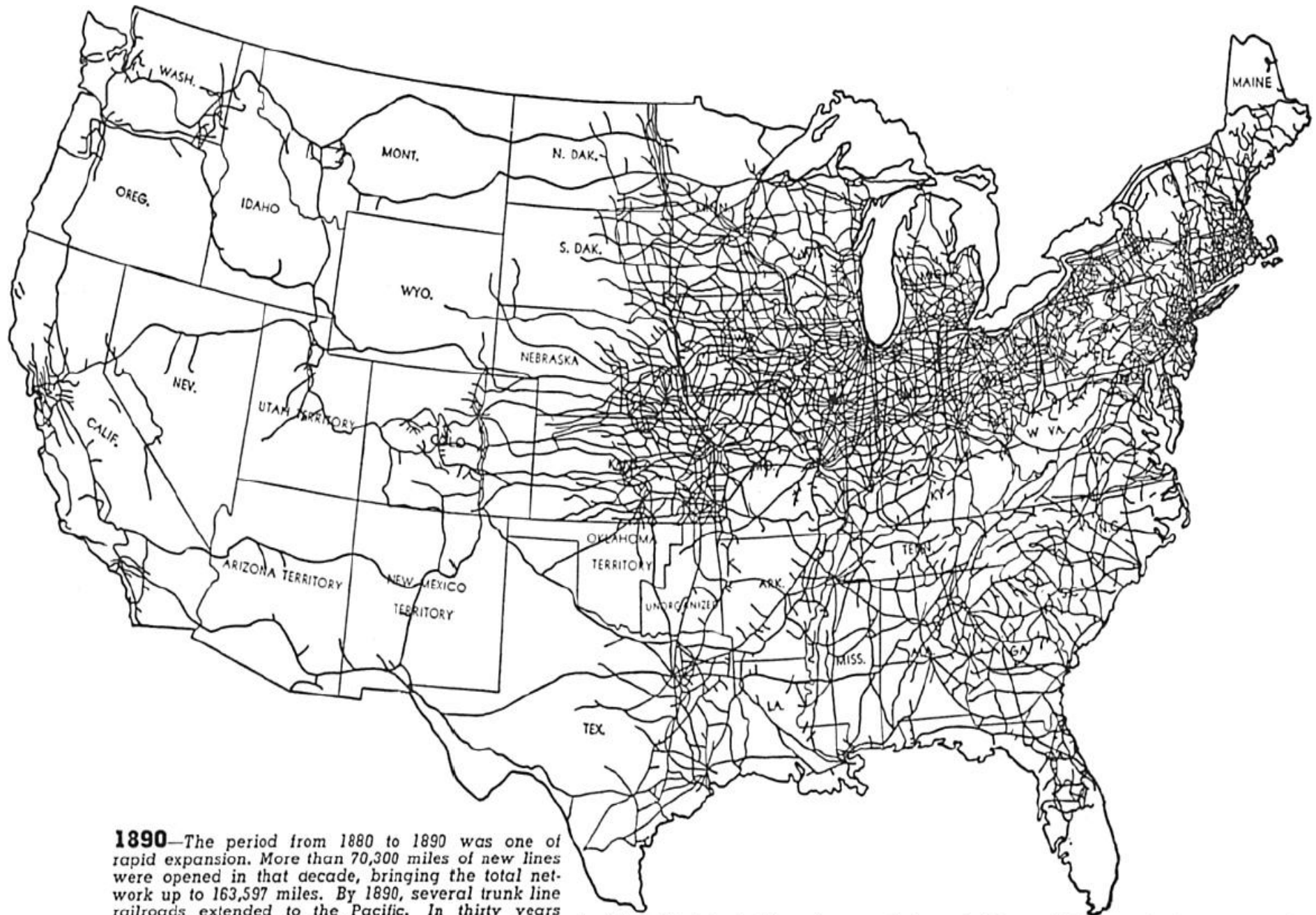


1860—This map shows the extent of railway development just prior to the Civil War. The decade 1850-1860 was a period of rapid railway expansion, characterized by the extension of many short, disjointed lines into important rail routes. This decade marked the beginning of railway development in the region 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.

24/10/15

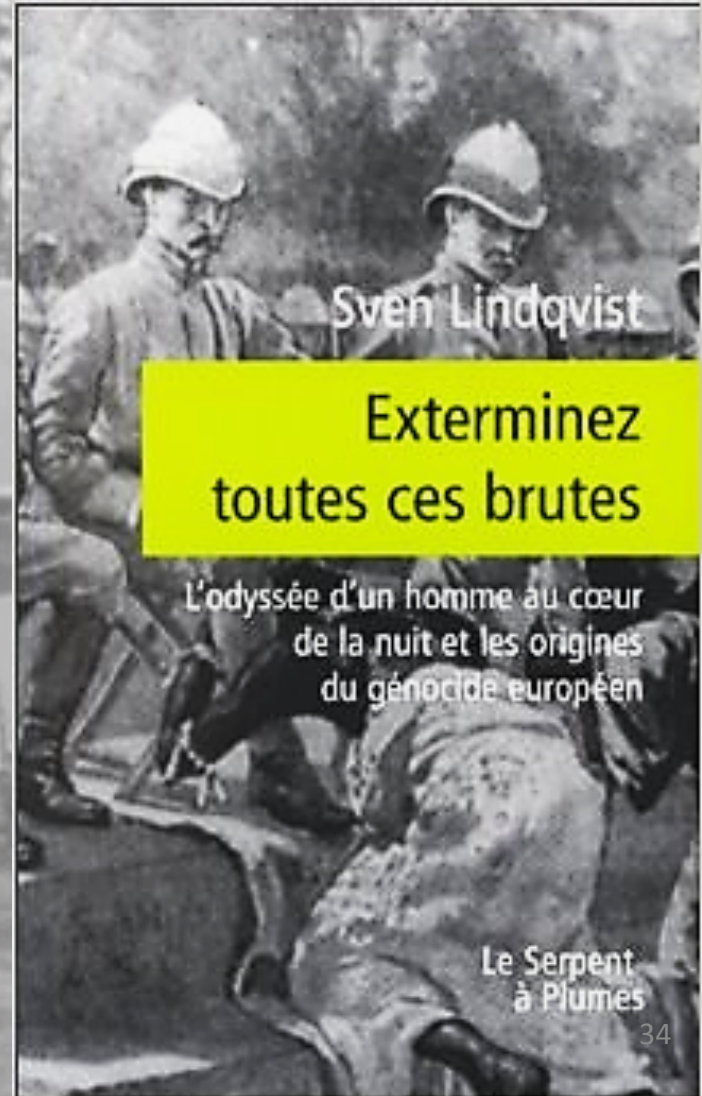


1890—The period from 1880 to 1890 was one of rapid expansion. More than 70,300 miles of new lines were opened in that decade, bringing the total network up to 163,597 miles. By 1890, several trunk line railroads extended to the Pacific. In thirty years from 1860 to 1890, the total mileage of the region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

24/10/16

the region west of the Mississippi River increased from 2,175 to 72,389, and the

Front pionnier 3 : industrialisation de la violence



Front pionnier 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

Front pionnier 5: une exploitation minière de la fertilité des sols

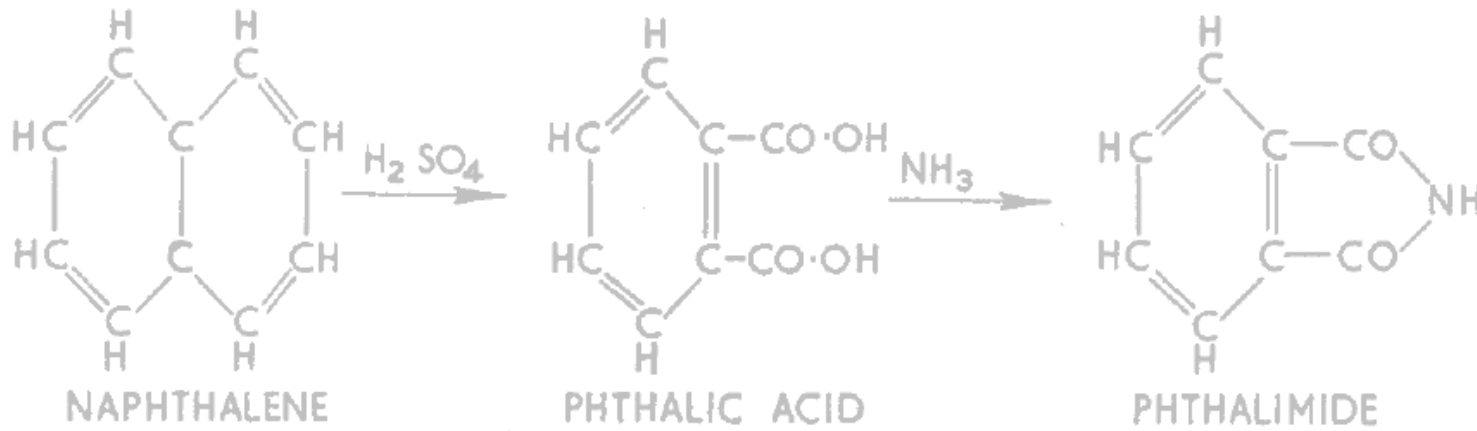
- Exemple de Finley dans l'Arkansas
 - 1895 = 1687 kg/ha
 - 1930 = 400 kg/ha
- Sud cotonnier, Brésil du café, Île à sucre

Crise écologique

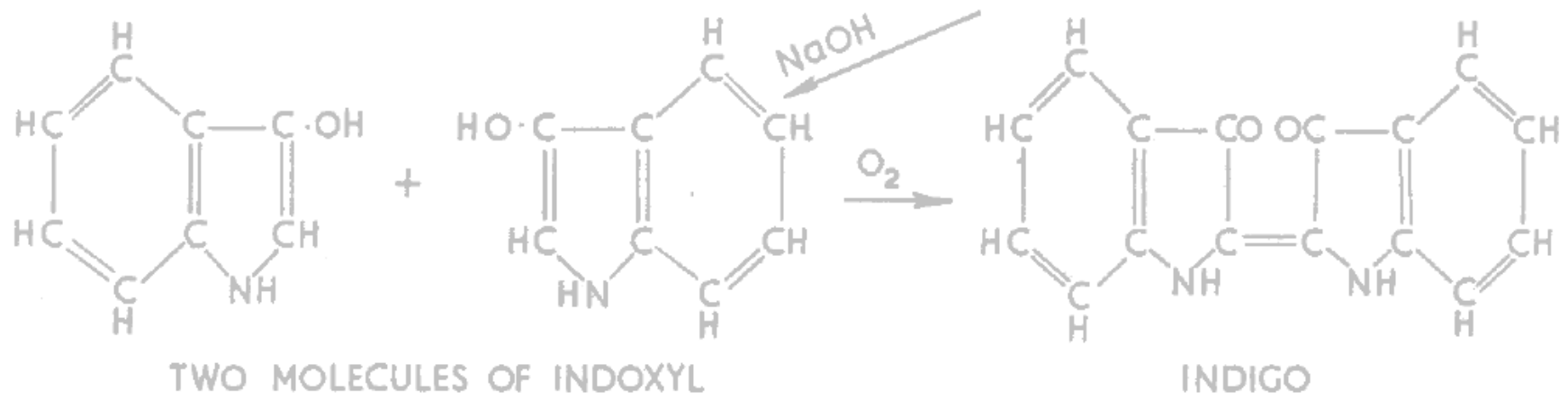
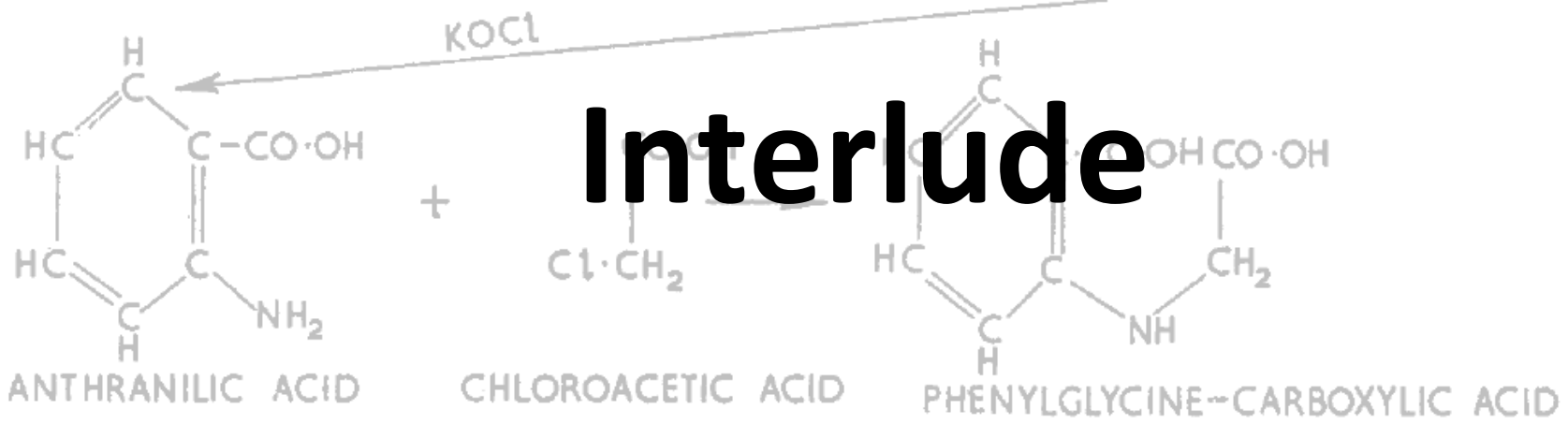




24/10/16



Interlude



SYNTHESIS OF INDIGO

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...

D'abord les teintures puis... n'importe quels matériaux

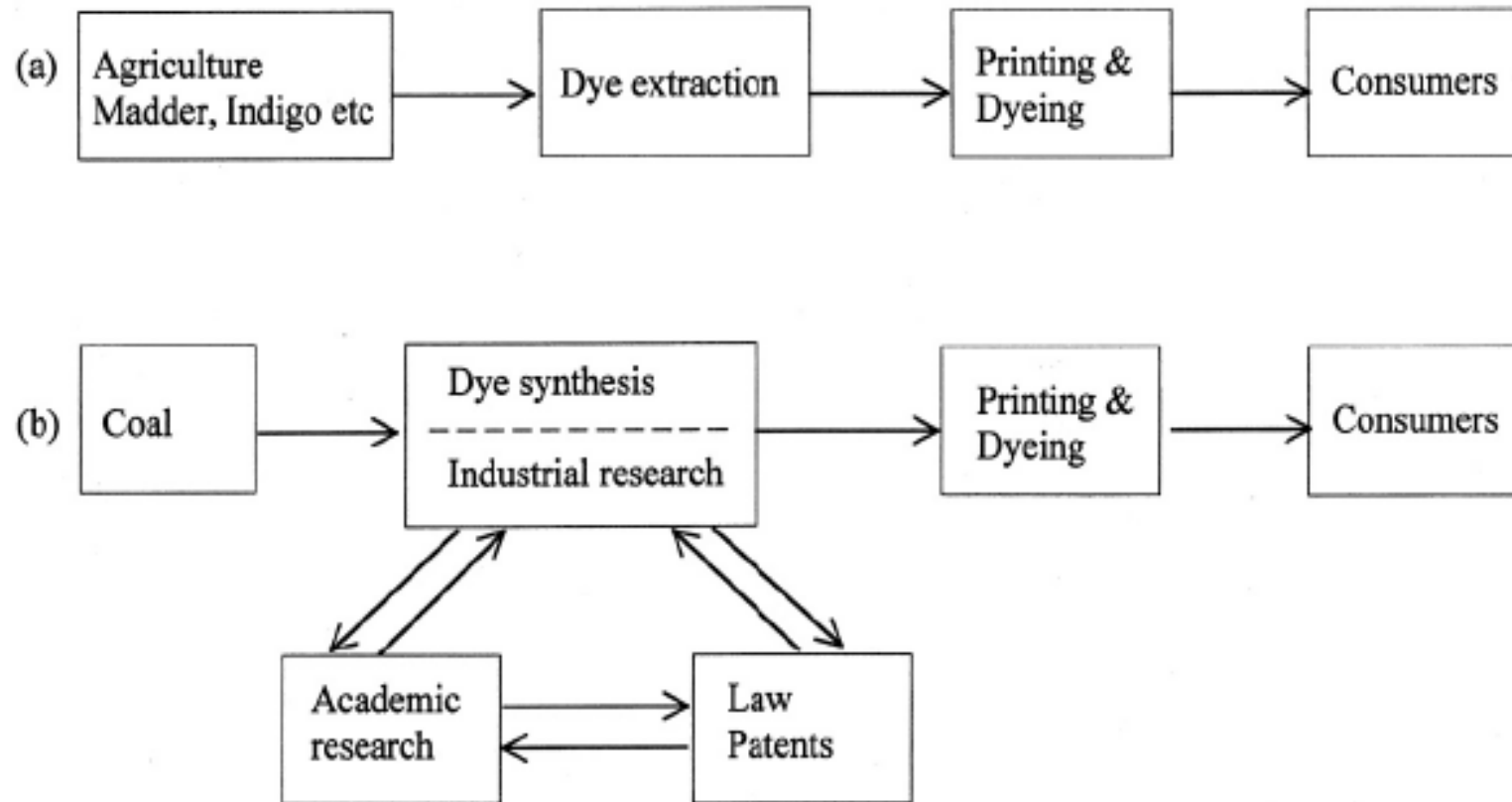



Figure 1. Material flows and social relations of dye production: (a) early nineteenth century, (b) late nineteenth century.

La disparition des débouchés non-alimentaires

- Exemple des matières grasses en France

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

An oil pumpjack (jack-o'-lantern) is the central focus, silhouetted against a dramatic sunset sky with orange and yellow clouds. The pumpjack is a large mechanical structure with a long, angled arm and a counterweight. In the foreground, there is a wooden fence and a small sign. The background shows a line of trees and a clear horizon where the sun is setting.

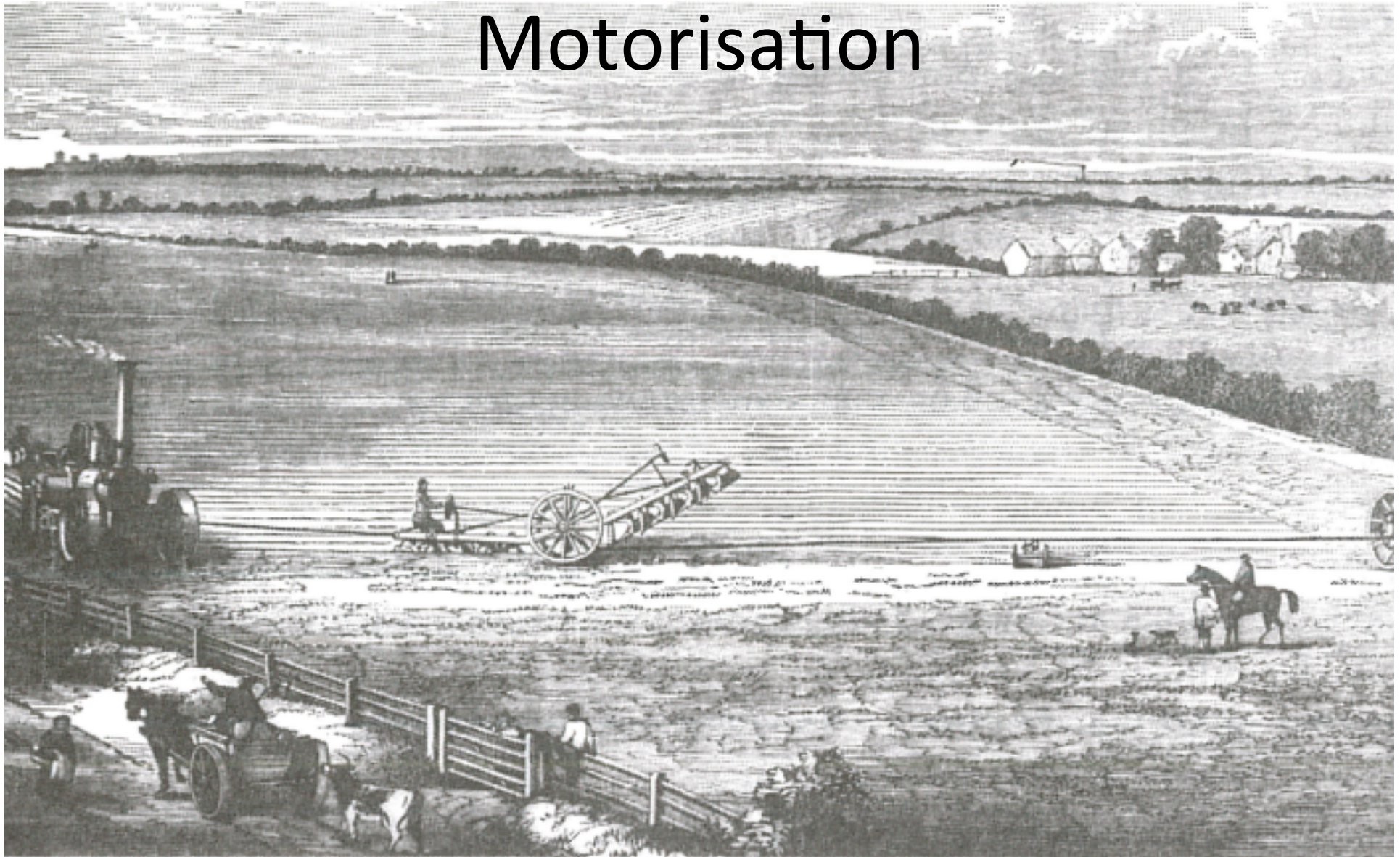
Partie 3
L'offre agricole dans l'économie
minérale 2 : le pétrole et la
croissance verticale

Trois innovations ...

- Liées aux énergies fossiles

...et au militarisme

Motorisation







Synthèse de l'ammoniac

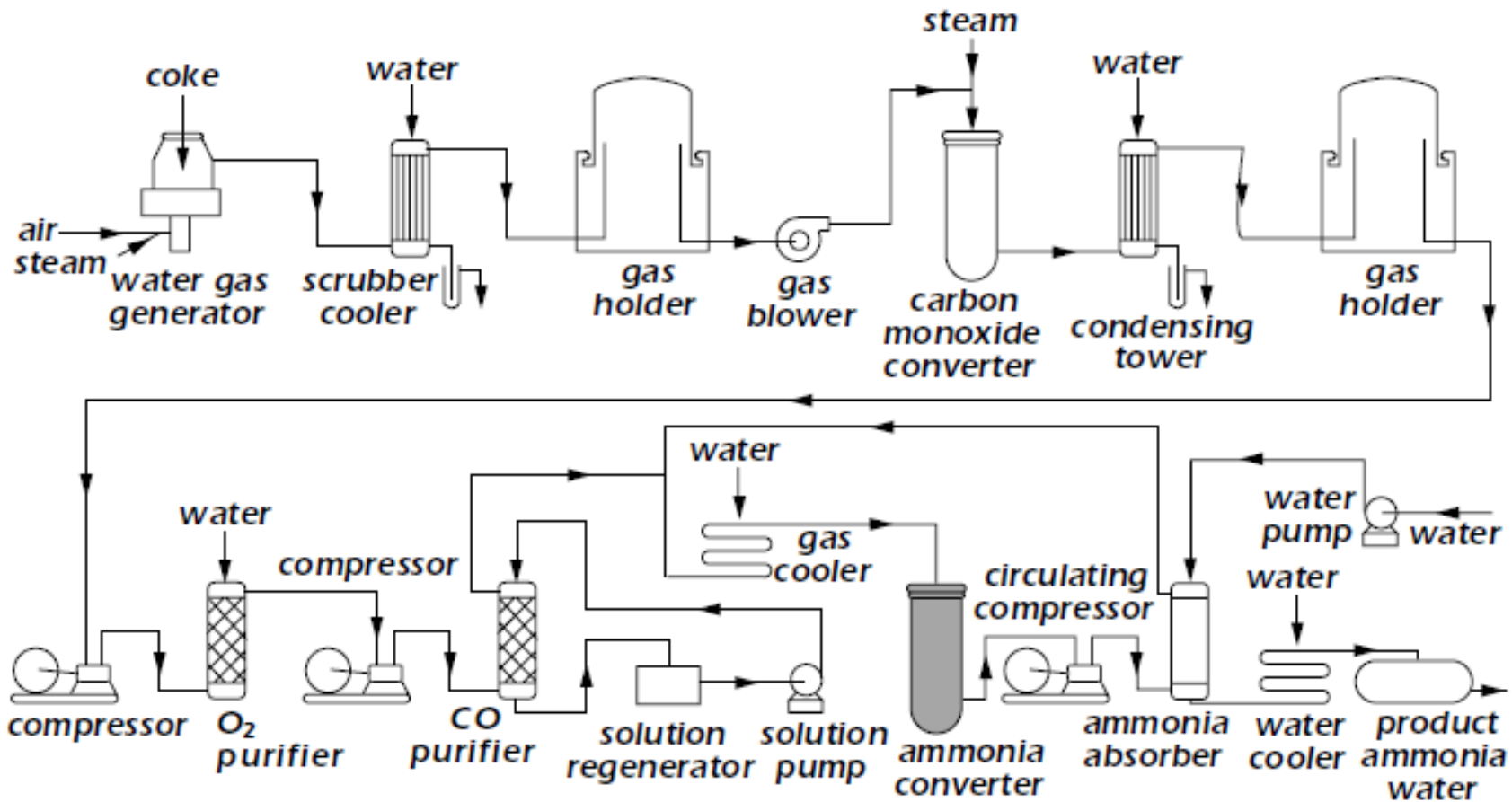


Figure 6.1
Classical Haber-Bosch process of ammonia synthesis.

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

24/10/16

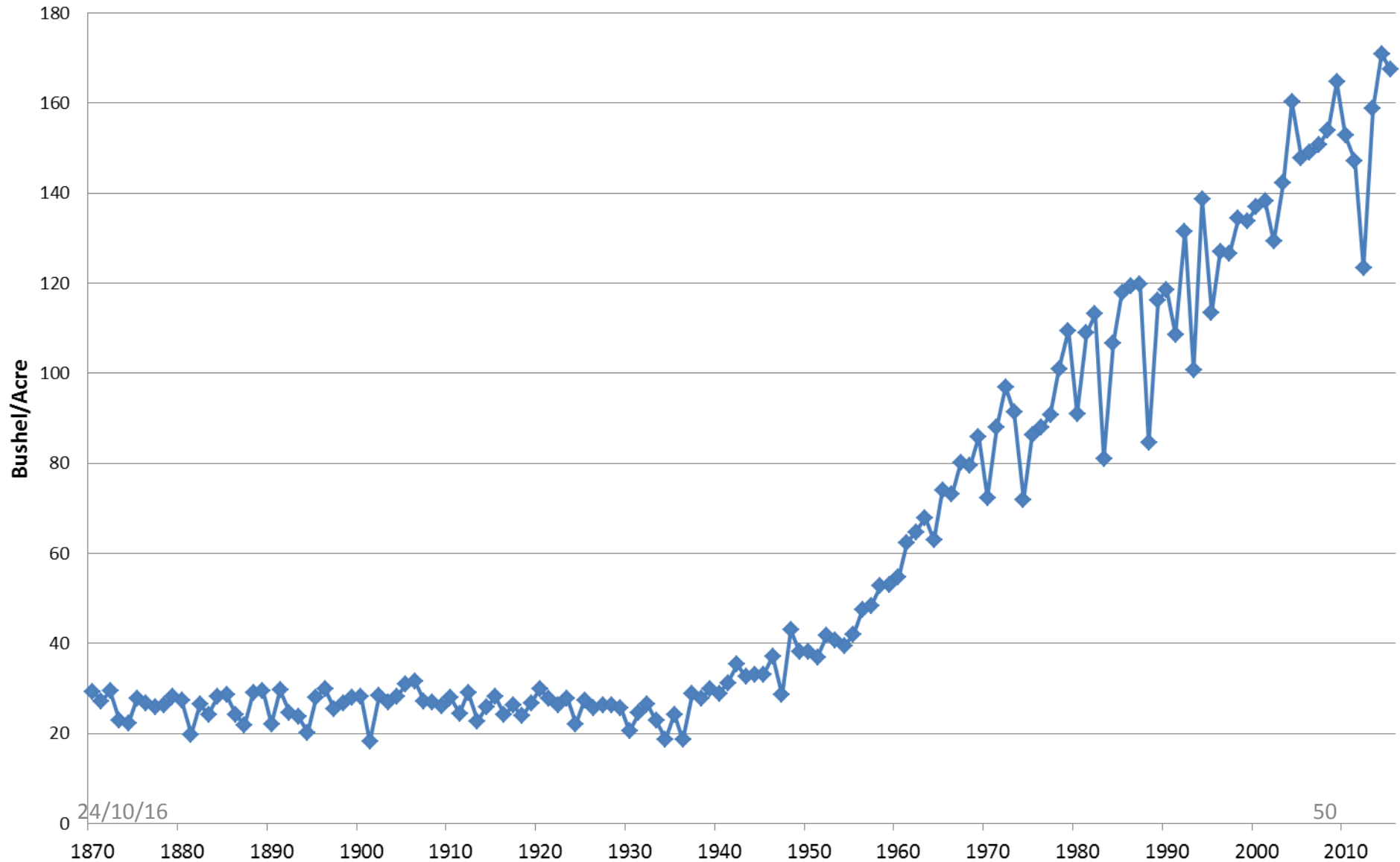
Pesticides



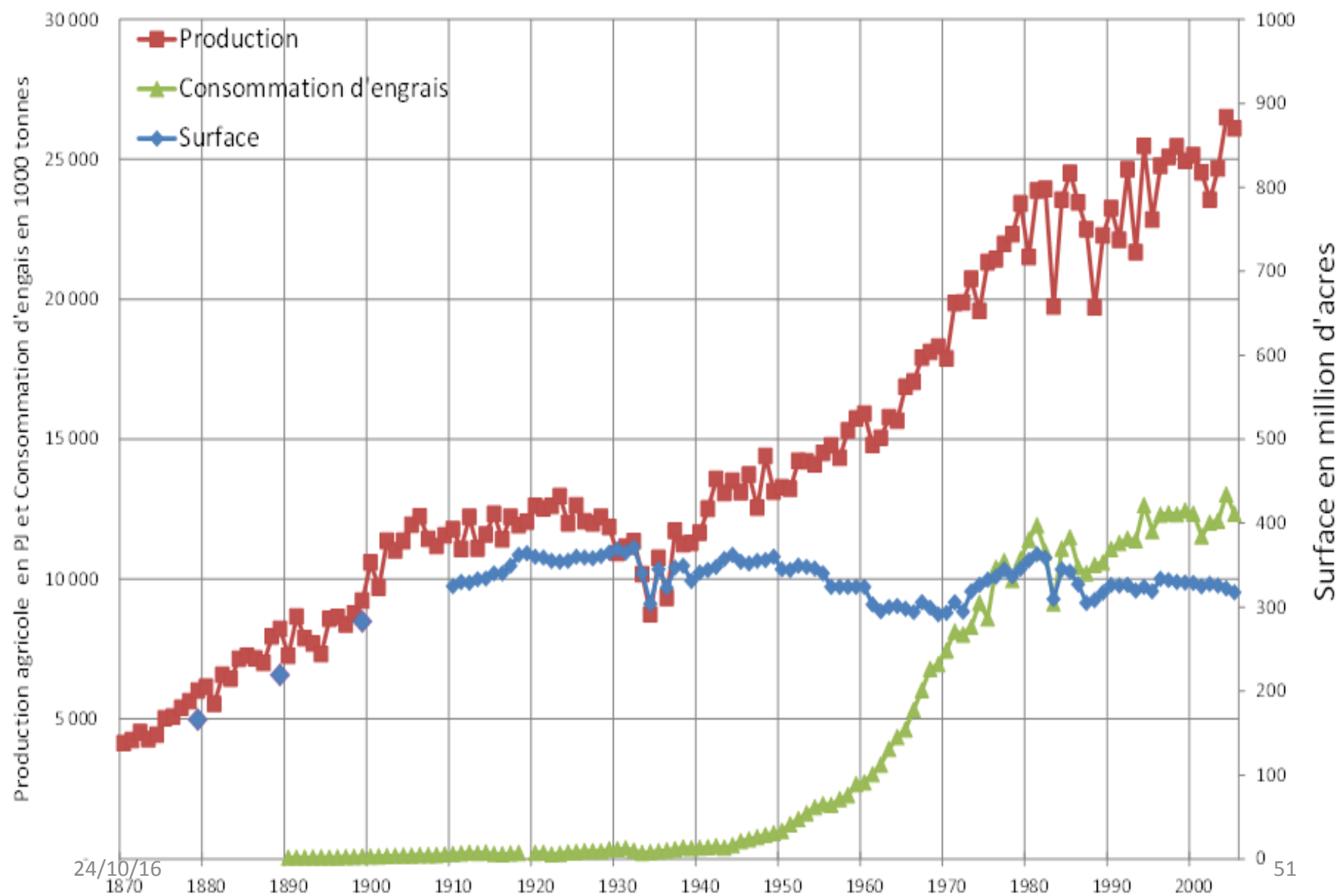
Russell, E. (2001). War and nature : fighting humans and insects with chemicals from World War I to Silent spring. Cambridge, Cambridge University Press.

Rendement du maïs aux Etats-Unis, 1870-2015

Rendement du maïs aux Etats-Unis, 1870-2015

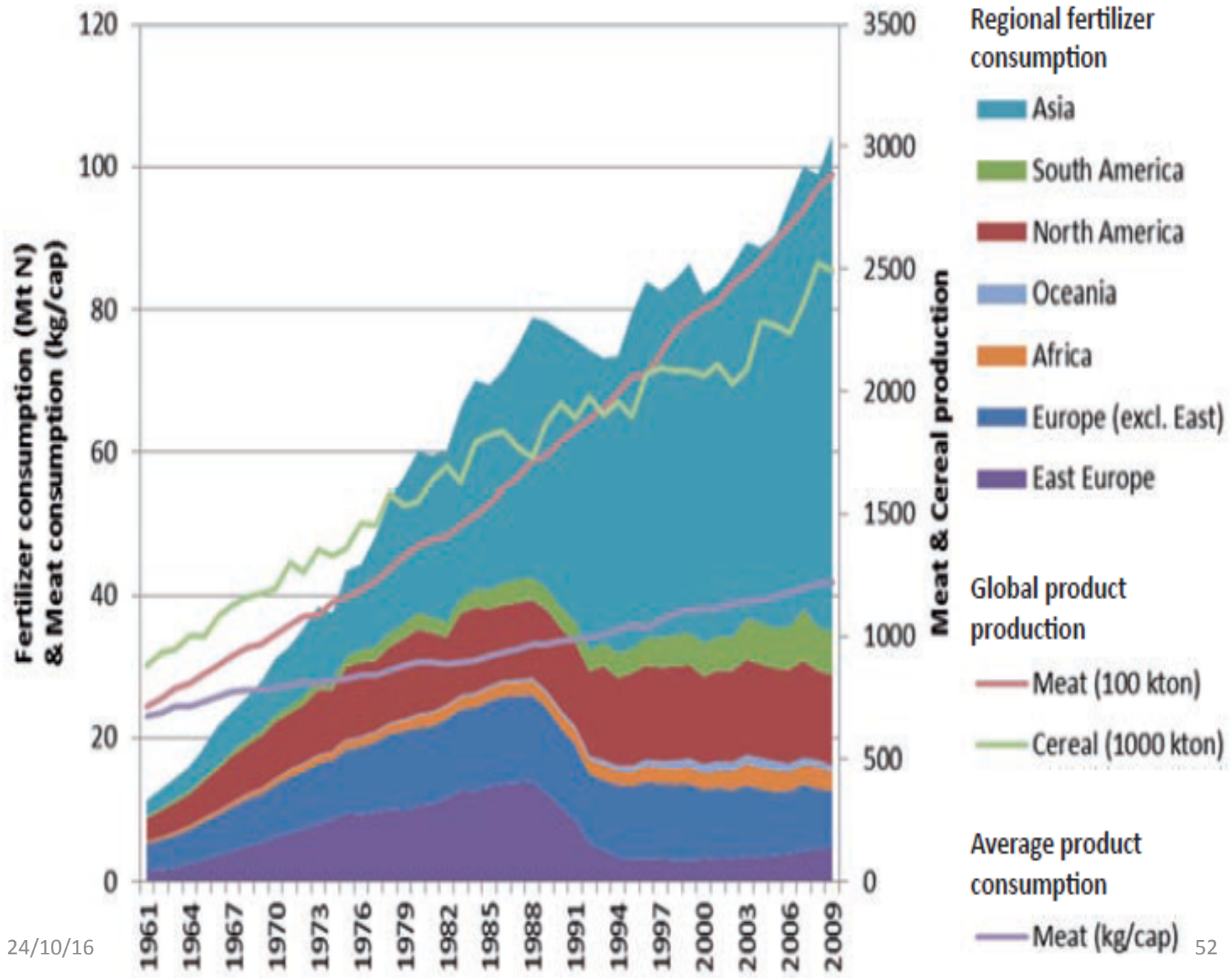


Etats-Unis : Production agricole, surface cultivée et consommation d'engrais azoté, 1870-2005



24/10/16

51



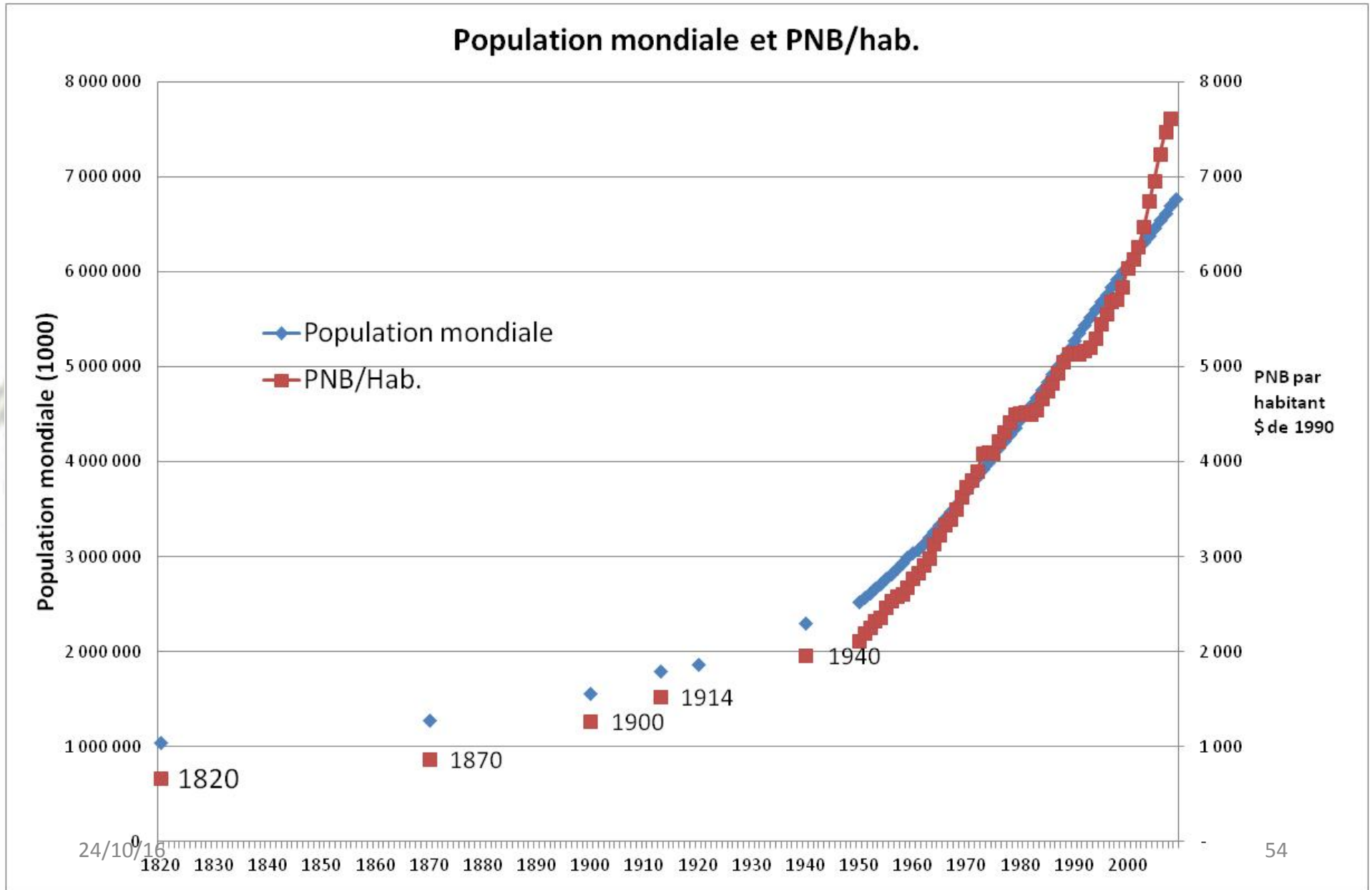
Les devises Shadok

Partie III : Éléments de bilan



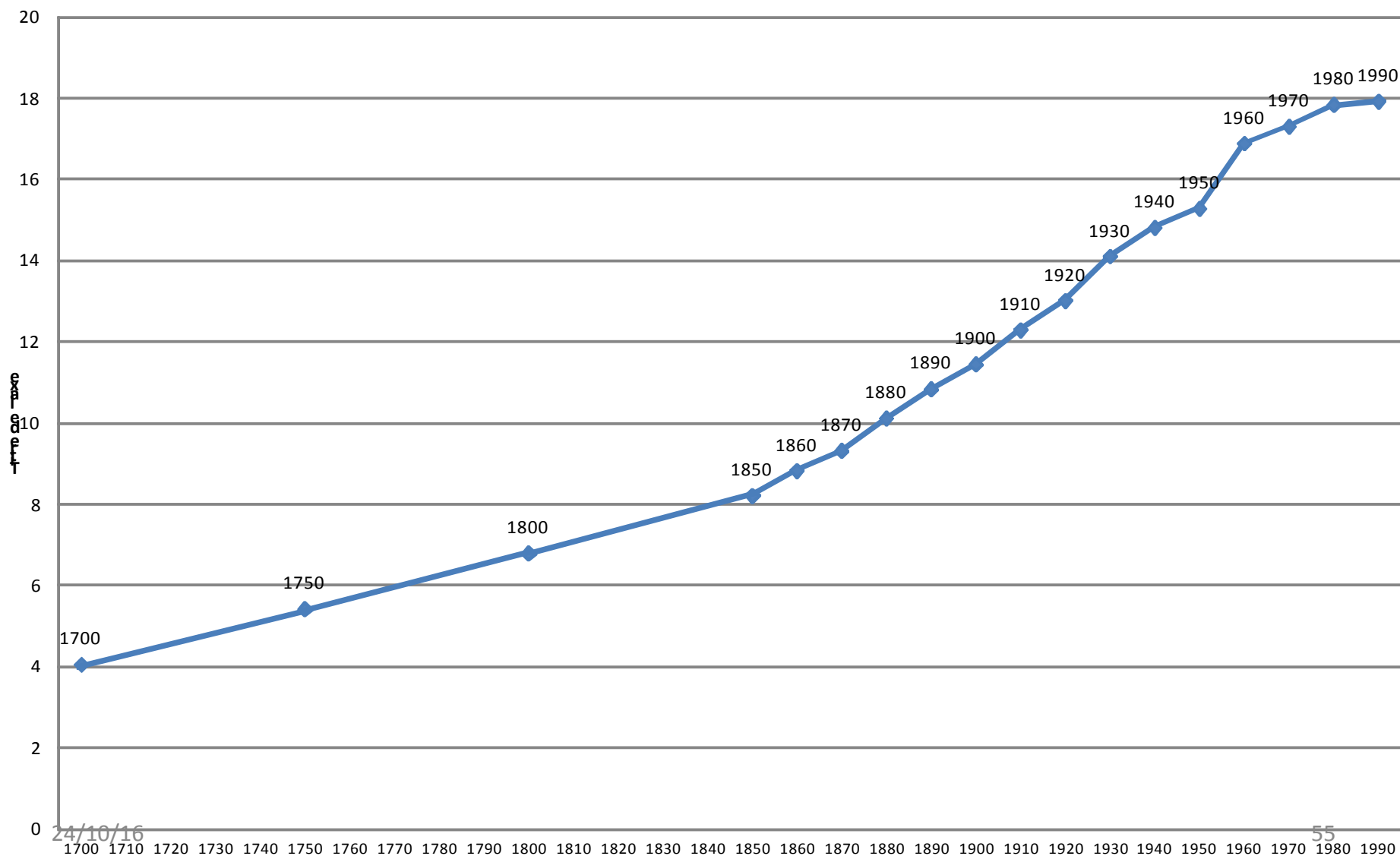
IL VAUT MIEUX POMPER MÊME S'IL NE SE PASSE
RIEN QUE RISQUER QU'IL SE PASSE QUELQUE CHOSE
DE PIÈRE EN NE POMPANT PAS.

Malthus a eu tort...



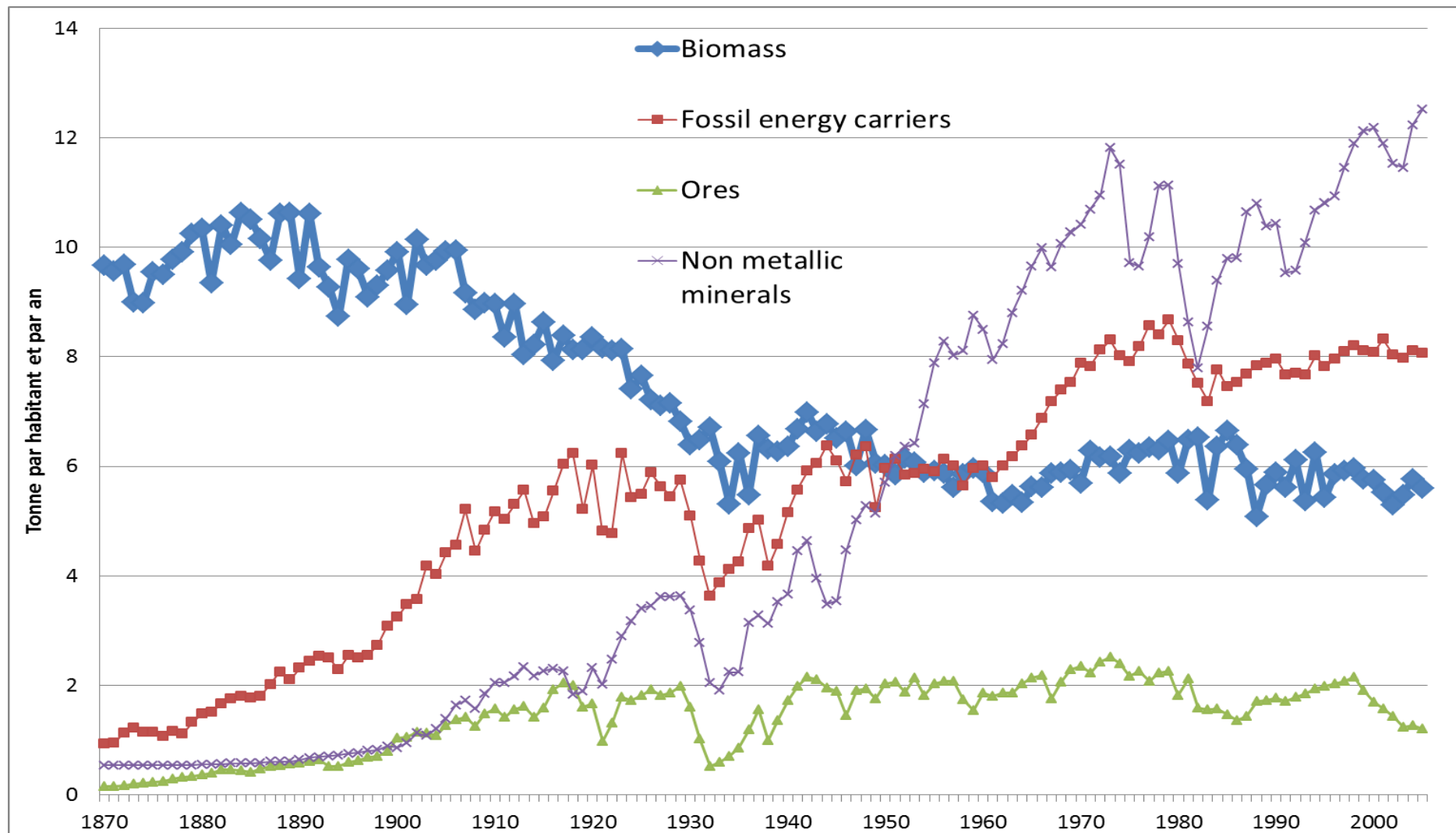
Une relative stabilisation des surfaces cultivées dans le monde (1700-1990)

Surfaces cultivées : Monde



Une pression « limitée » sur la biomasse

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



24/10/16

56

L'effondrement du taux de retour énergétique

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

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 (CO₂) 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

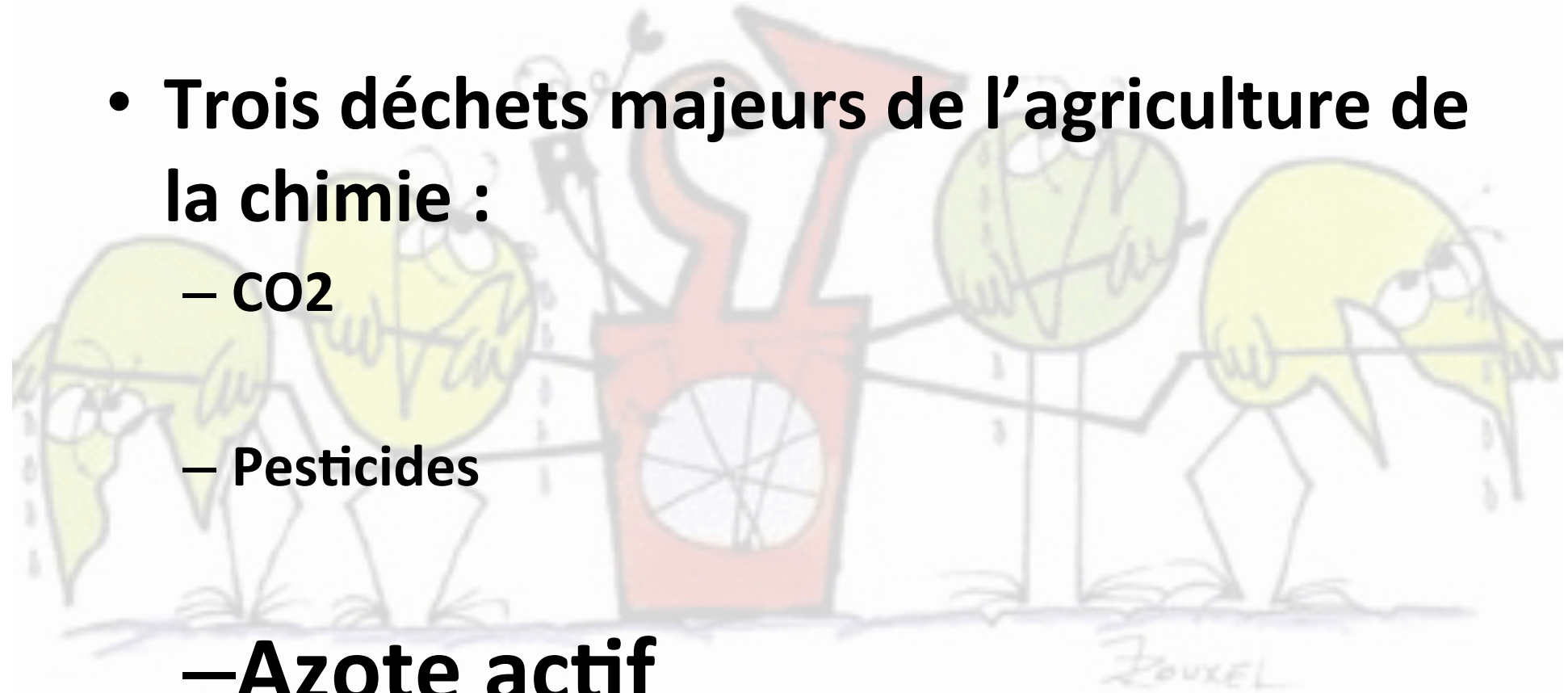
Des déchets envahissants (3)

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

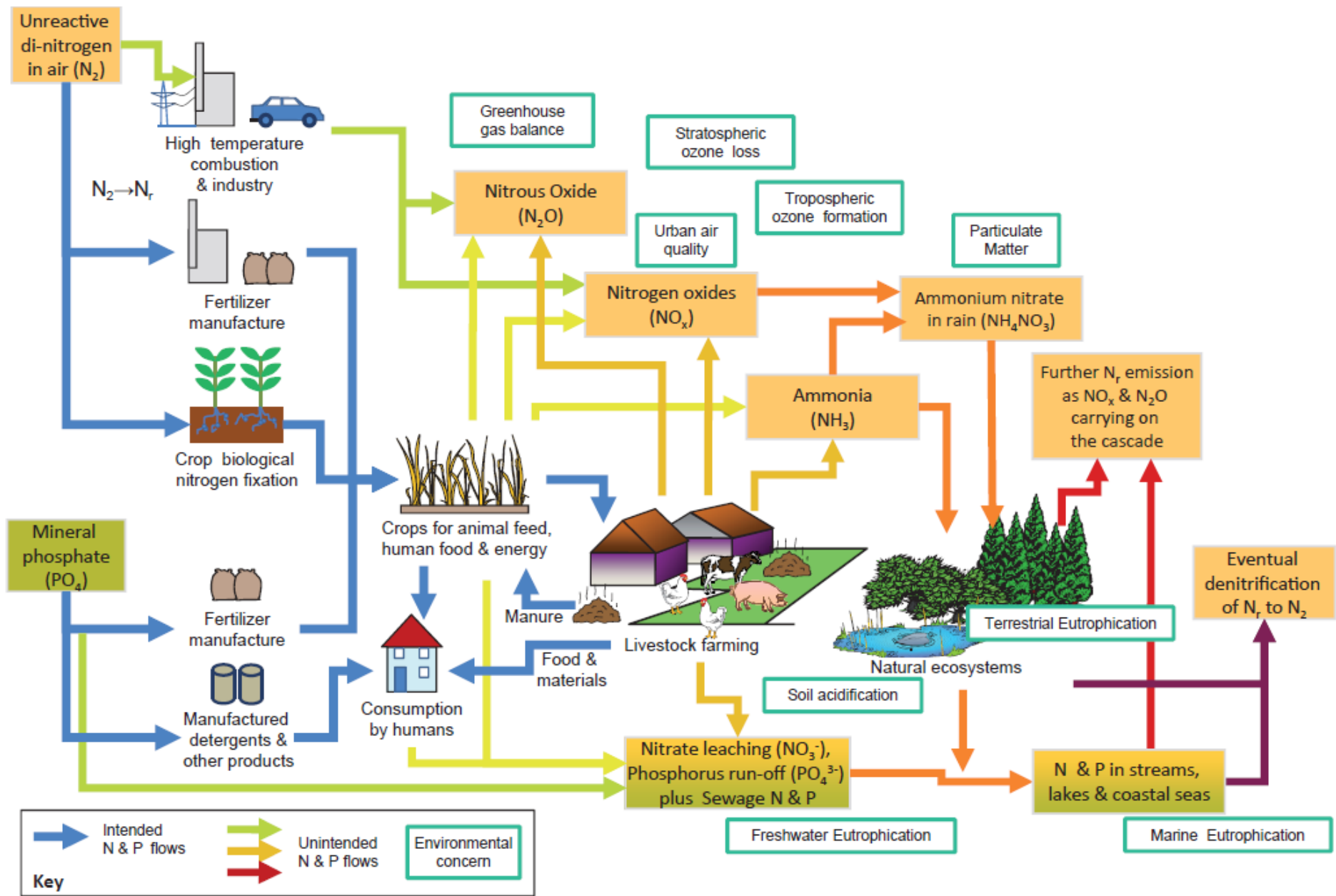
- CO₂

- Pesticides

- Azote actif



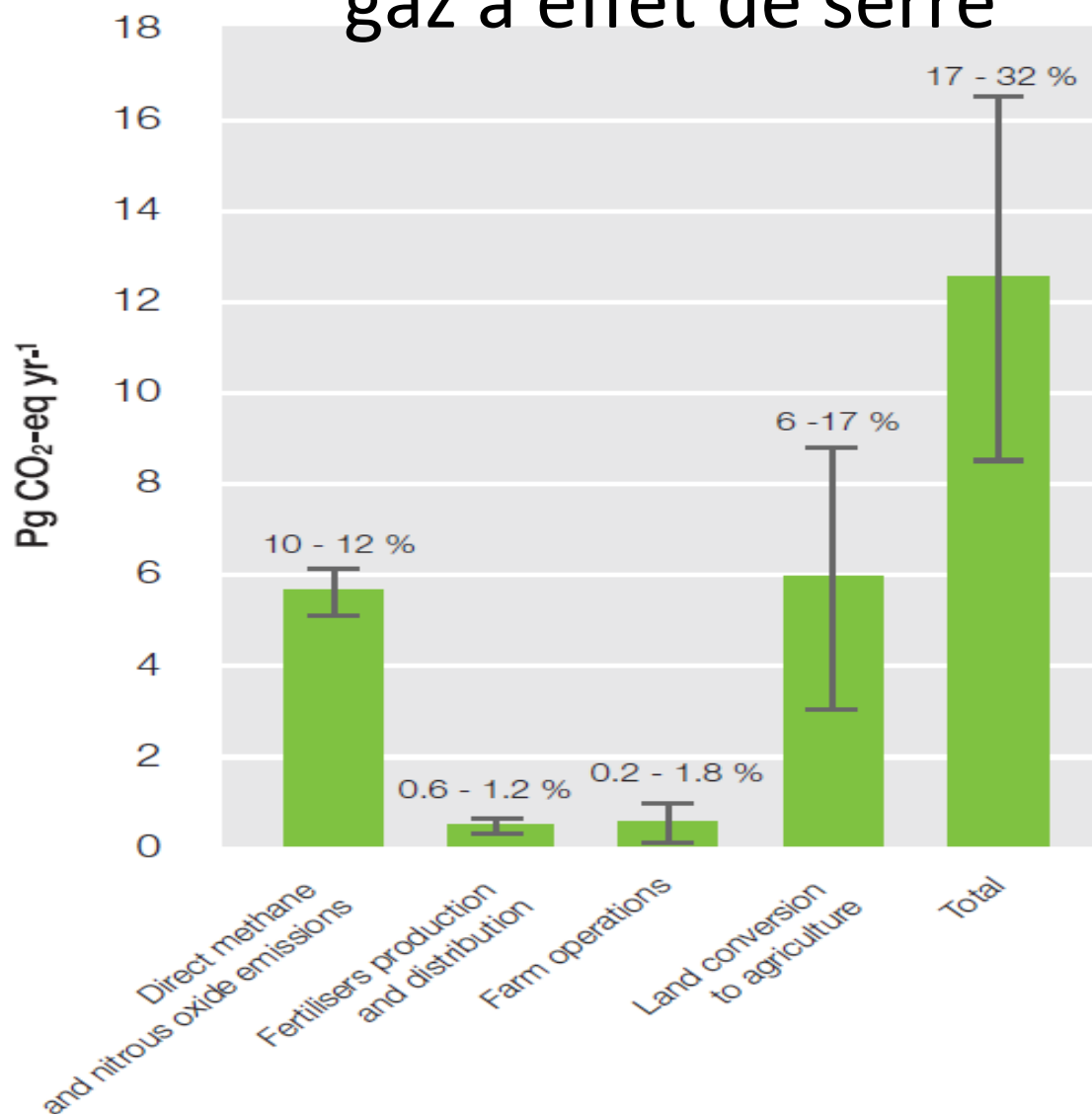
IL VAUT MIEUX POMPER MÊME S'IL NE SE PASSE RIEN QUE RISQUER QU'IL SE PASSE QUELQUE CHOSE DE PIRE EN NE POMPANT PAS.



Pollution locale (suite)



Pollution globale : contribution de l'agriculture à la production de gaz à effet de serre

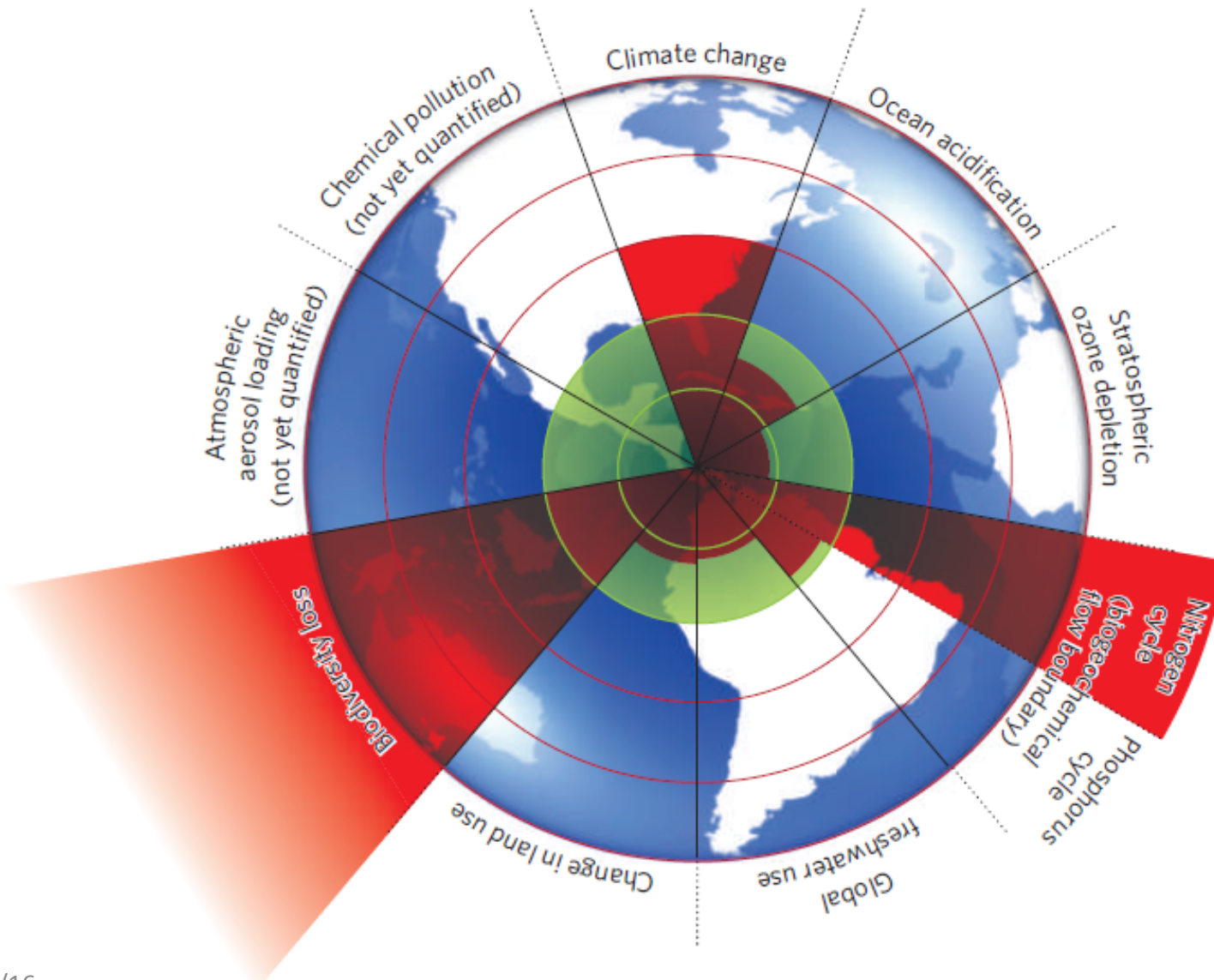


24/10/16

Source: Bellarby J, Foereid B, Hastings A et al. (2008) Cool Farming: Climate Impacts of Agriculture and Mitigation Potential. Amsterdam: Greenpeace

63

Les *planet 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 de votre attention