

# La planète peut-elle nourrir 9 milliards d'habitants à l'horizon 2050?

Michel Griffon

Séance du 7 février 2007

Académie d'Agriculture de France.

# La double nature de la question?

- Les ressources naturelles permettent elles de produire assez de nourriture (et d'autres biens) pour nourrir de manière satisfaisante la population humaine? : le **problème malthusien**.
- Pourrat t'on en terminer avec la sous alimentation d'aujourd'hui et de demain?: **le problème social**.

# 1 - La question malthusienne mondiale

- Ce n'est pas une question nouvelle.  
L'histoire des sociétés est faite de famines
- La question s'est posée à l'échelle continentale après la 2ème Guerre Mondiale.
- Elle est de plus en plus posée à l'échelle mondiale dans un contexte de mondialisation.

# Pour répondre, il faut:

- Une estimation des **besoins alimentaires** par ensemble géographique:
  - On utilisera le scénario de Philippe Collomb
  - Par grand ensemble régional
  - Sur une hypothèse « éthiquement réaliste »
- Une estimation des **possibilités de production**
  - En fonction des surfaces disponibles, des ressources en eau, des technologies disponibles, des perspectives de marché.

## Le facteur multiplicateur des besoins en calories végétales 2050/2000

Regions	Asie	Amérique Latine	Afrique du Nord Moyen Orient	Afrique Subsaharienne	OCDE et Russie
Multiplicat eur des besoins 2050/2000	2.34	1.92	≈2.5*	<b>5.14</b>	≈1**

in P. Collomb : Une voie étroite pour la sécurité alimentaire 2050.

\* : Calcul à partir des données par pays

\*\* : hypothèse

## Food Production Needs in 2000.

Prospects for 2050 (10<sup>6</sup>Mt - metric tons)

Regions	Asia	Latin America	WANA	SSAfrica	OECD and Russia
Production 2000	1800	272	154	262	-
Production needed in 2050	4150	520	390	1350	Idem 2000

## Land available for agriculture in 2000 ( $10^6$ ha)

	World	Asia	Latin Amer.	WANA	SS Africa	OECD	Russia
Area cultivated 2000 (a)	1600	439 E=232 S=207	203	86	228	387	265
Area fitting for agriculture	4400 (IIASA) 4153 (FAO)	586 E=366 S=220	1066	99	1031	874	497
a/b	<b>39%</b>	<b>75%</b> <b>E=63%</b> <b>S=95%</b>	<b>19%</b>	<b>87%</b>	<b>22%</b>	<b>44%</b>	<b>53%</b>

FAO data



## Scenario 1: **Tendancier**; technologie actuelle; croissance basée sur l'agriculture pluviale

	Asia	Latin Am.	WANA	SSAfrica
A: increase (106ha) of agr. To supply food for needs in 2050	+50 (100 kept for protected areas)	+185	0 All space used	+600 (200 kept for protected areas)
B: <b>assumptions on rainfed yields</b>	+50% (possible, difficult with current $\zeta$ ; incr. 4t/ha=>6t/ha)	No change 1.35t/ha	Difficult to increase significantly yields; lack water	+40+ Starting from low yields (1.15t/ha) could reach easily <b>1.60t/ha</b>
C: expected increase of production (106Mt)	≈+1200	+250	0	+1090
D: Total expected production 2050 (prod 2000+C)	3000	≈520	154	1350
E: Needs 2050	4150	520	154	1350
F: Deficit 2050 (D-E)	<b>-1150</b>	<b>0</b>	<b>-236</b>	<b>0</b>
Total area available (incl. Prot. areas)	<b>100</b>	<b>678</b>	<b>0</b>	<b>203</b>

## Increase of food production 2030/2000 with expected **investment in dams** (10<sup>9</sup>ha, 10<sup>6</sup>Mt)

	World	China	India	Other Asia	Asia Total	Latin Amer.	WANA	SS Africa
<b>Dams capacity 2030</b>	-	1064	232	198	1444	364	317	350
<b>Irrigated area 2000 (109ha)</b>	277	55	58	48	161	8.5	25	5
<b>Increase irrigated area 2030/ 2000</b>	+44 to +89	+8 to +16	+5 to +25	+5 to +12	+18 to +53	+2 to +8	+1 to +6	+3 to +6
<b>Product. increase 2030/00</b>	150 to 360	+60 to +120	+25 to +100	+25 to +50	<b>+110 to +270</b>	<b>+10 to +30</b>	<b>+4 to +24</b>	<b>+25 to +35</b>

**Scenario 2: Scenario 1 with current technology  
and nominal investment in irrigation**

	Asia	Latin Amer.	WANA	SSAfrica
<b>A: Rainfed production 2050 (106Mt)</b>	3000	520	154	1350
<b>B: Increase with irrigated prod. 2030/2000</b>	+110 to 270	+10 to 30	+4 to 24	+25 to 35
<b>C: Idem for 2050/2000</b>	+100 to 280 (+10)	+20 to 60 (twofold)	+4 to 24 (no change)	+30 to 70 (x2)
<b>D: Correcting factor</b>	-20 to -45 30Mha*1.5t	-4 to -12 8Mha*1.5t	-0.5 to -2.5 5Mha*1.5t	-10 to -25 50Mha*1.5t
<b>Total production 2050 (A+C-D)</b>	3100 to 3280	532 to 568	156 to 176	1370 to 1395
<b>Food shortage 2050 (106Mt)</b>	<b>-870 to 1150</b>	<b>+12 to 48</b>	<b>-214 to -234</b>	<b>+20 to +55</b>

Scenario 3: Scenario 2 + Compensation of deficits  
by **Latin America only** (Africa balance =0)

	Asia	Latin America	WANA	SSAfrica
Production needed	4150	520	390	1350
Production obtained	3190±100	1704±100	166±10	1350
Shortage / surplus	-960 ±100	<b>+1184</b> <b>±100</b>	-224 ±10	0

## Energy from biomass . Production capacities (Mtep and 10<sup>9</sup>ha)

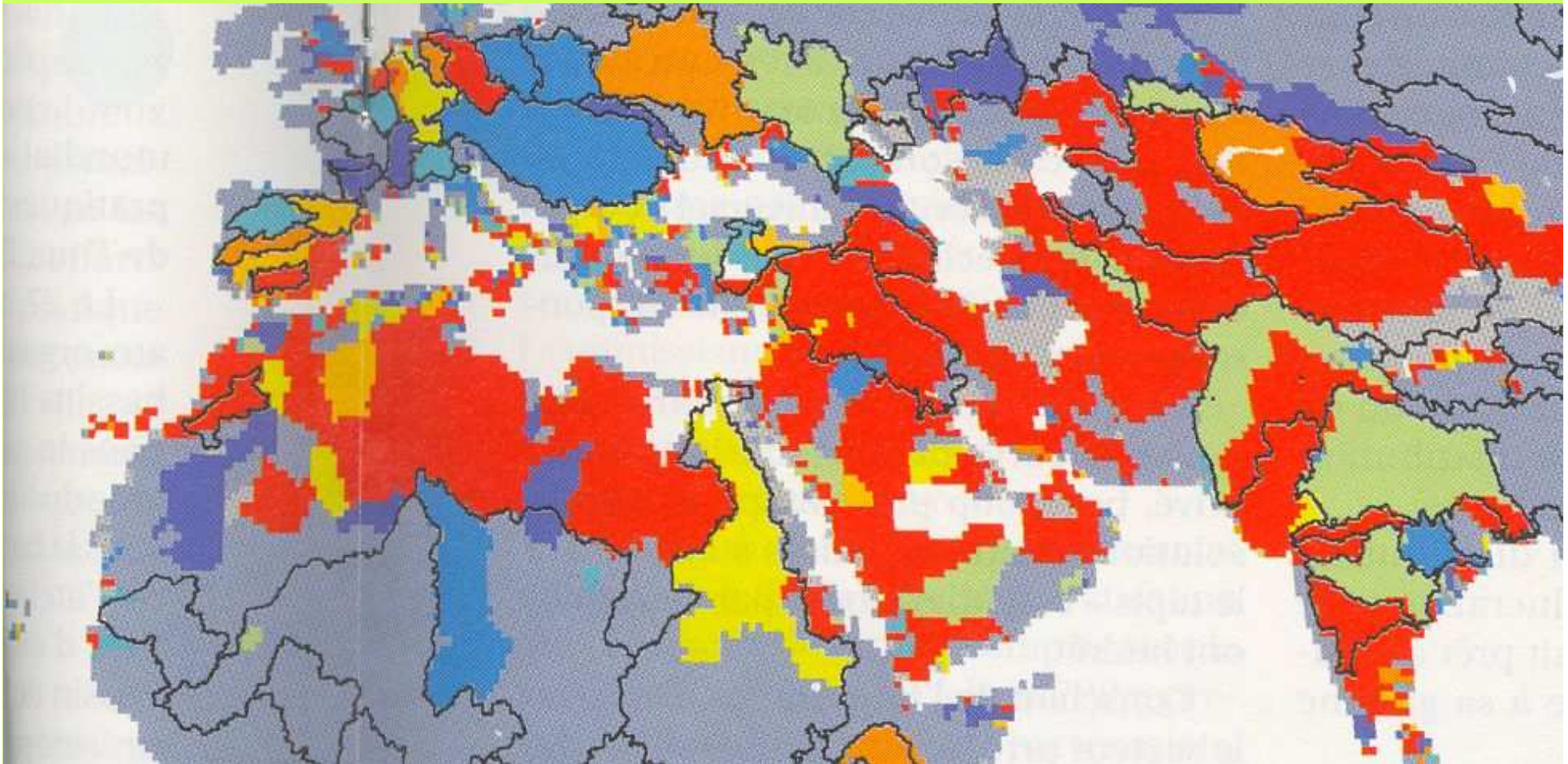
	<b>Needs</b>	<b>Yields (tep/ha)</b>	<b>Area needed (10<sup>9</sup>ha)</b>	<b>Area possible</b>	<b>Production (Mtep)</b>	<b>Shortage/ surplus (Mtep)</b>
<b>North Am. &amp; EU.</b>	<b>2080±400</b>	<b>2</b>	<b>1040±200</b>	<b>150</b>	<b>300</b>	<b>-1800</b>
<b>Japan</b>	<b>540±60</b>	<b>2</b>	<b>270±30</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-540</b>
<b>Russia Oce.</b>	<b>1290±130</b>	<b>1</b>	<b>1290±130</b>	<b>150</b>	<b>150</b>	<b>-1140</b>
<b>Total North</b>	<b>3600±400</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>-3480</b>
<b>Latin Am.</b>	<b>130±50</b>	<b>5</b>	<b>26±10</b>	<b>26</b>	<b>130</b>	<b>0</b>
<b>Africa</b>	<b>240±90</b>	<b>4</b>	<b>60±20</b>	<b>60</b>	<b>240</b>	<b>0</b>
<b>India</b>	<b>300±110</b>	<b>2</b>	<b>150±50</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-300</b>
<b>China</b>	<b>300±110</b>	<b>2</b>	<b>150±50</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-300</b>
<b>Others Asia</b>	<b>230±80</b>	<b>4</b>	<b>60±20</b>	<b>25</b>	<b>100</b>	<b>-130</b>
<b>Total South</b>	<b>1280±480</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>-730</b>
<b>TotalWorld</b>	<b>5080±1080</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>-4580</b>

**Extreme scenario (5) : Latin Am and Africa compensating world biomass energy deficit**

	<b>Needs (Mtep)</b>	<b>Yields (tep/ha)</b>	<b>Area needed (10<sup>9</sup>ha)</b>	<b>Area possible (10<sup>9</sup>ha)</b>	<b>Productio nof energy</b>	<b>Deficit/sur plus (Mtep)</b>
<b>NAm.+EU</b>	<b>2080±400</b>	<b>2</b>	<b>1040±200</b>	<b>150</b>	<b>300</b>	<b>-1800</b>
<b>Japan</b>	<b>540±60</b>	<b>2</b>	<b>270±30</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-540</b>
<b>CIS Ocean</b>	<b>1290±130</b>	<b>1</b>	<b>1290±130</b>	<b>150</b>	<b>150</b>	<b>-1140</b>
<b>Total North</b>	<b>3600±400</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>300</b>	<b>450</b>	<b>-3480</b>
<b>Latin Am.</b>	<b>130±150</b>	<b>5</b>	<b>26±10</b>	<b>678</b>	<b>3390</b>	<b>+3260</b>
<b>Africa</b>	<b>240±90</b>	<b>4</b>	<b>60±20</b>	<b>203</b>	<b>812</b>	<b>+572</b>
<b>India</b>	<b>300±110</b>	<b>2</b>	<b>150±50</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-300</b>
<b>China</b>	<b>300±110</b>	<b>2</b>	<b>150±50</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-300</b>
<b>Other Asia</b>	<b>230±80</b>	<b>4</b>	<b>60±20</b>	<b>25</b>	<b>100</b>	<b>-130</b>
<b>Total South</b>	<b>1280±480</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>907</b>	<b>4302</b>	<b>+3162</b>
<b>World</b>	<b>5080±1080</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>1207</b>	<b>4752</b>	<b>-378</b>

Première conclusion: les voies permettant d'éviter les raretés alimentaires à l'horizon 2050 sont étroites car:

- Une grande partie des sols utilisables serait mobilisée pour les besoins alimentaires
- Les besoins énergétiques (carburants liquides) sont au moins d'un ordre de grandeur supérieur aux potentialités
- Les surfaces forestières seraient directement menacées avec des réductions importantes de la biodiversité globale
- Les ressources en eau deviendraient critiques

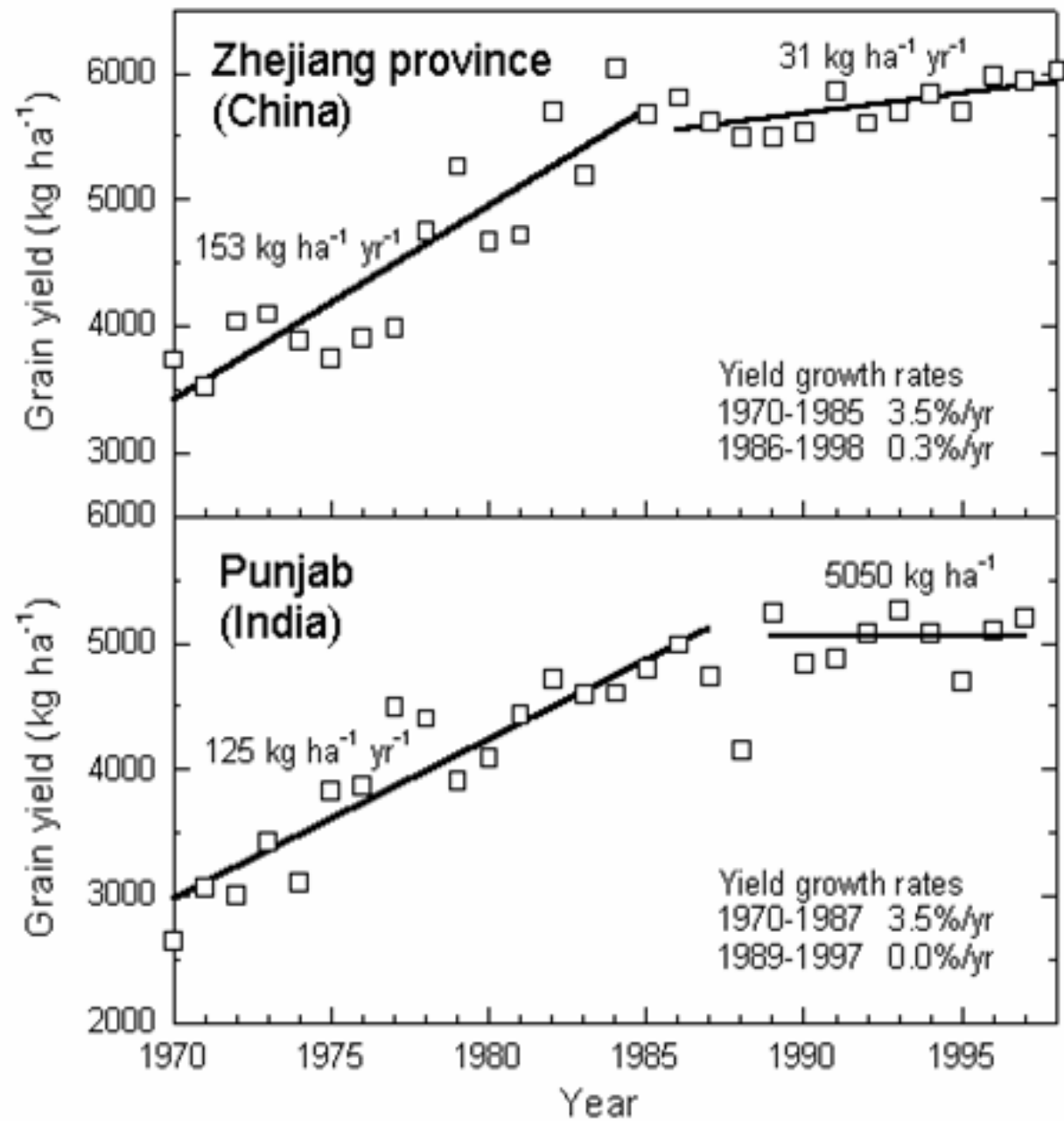


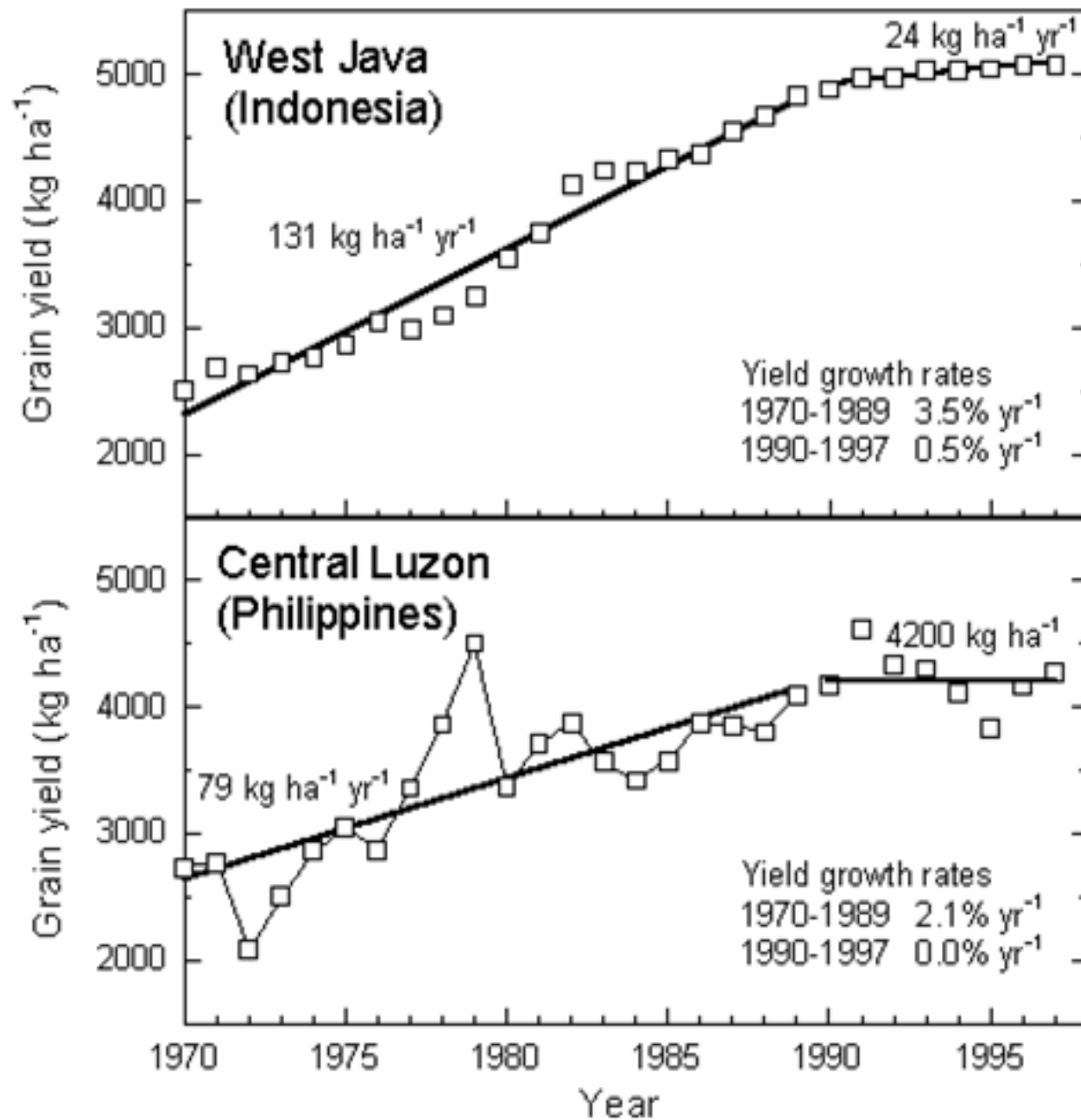
**Les stress hydriques des bassins versants**



## A cela il faut ajouter:

- Le fait que les rendements des cultures intensives en intrants plafonnent
- Beaucoup de sols connaissent des traitements réduisant leur fertilité
- Les prix de l'énergie vont tendre à augmenter, entraînant une hausse des coûts de motorisation et des coûts des engrais
- Les molécules de pesticides pourraient se raréfier
- Le changement climatique pourrait redistribuer géographiquement la production dans des zones à faible densité de population





# Amérique du Sud



**Brésil:**

**Sur 100 ans: t<sup>a</sup>:+ et pluie: + (Nord)**

**Durée mousson: +**

**Pluie 2100: Amazonie:- Guyanes: - -**

**Intensité pluies: + (Ouest Amazone)**

**Nb dry days: ++**

**D'où: tendance assèchement et perte régularité des pluies**

**Argentine:**

**Pluie sur 100 ans: +**

**H) Sol Pampa: +**

**Dry days: ++**

**D'où: climat plus marqué?**

**Chili:**

**Runoff: +**



## Amérique Centrale:

2100: Pluie :- -

Runoff: ++

Nb dry days: ++

**D'où:  
sécheresses,  
+ pluies  
catastrophiques.**

**Afrique  
Subsaharienne en  
général:**

**Albedo: +**

**Sur 100 ans: pluie – et  
durée mousson: -**

**Vagues de chaleur: +**

**D'où: aridification**

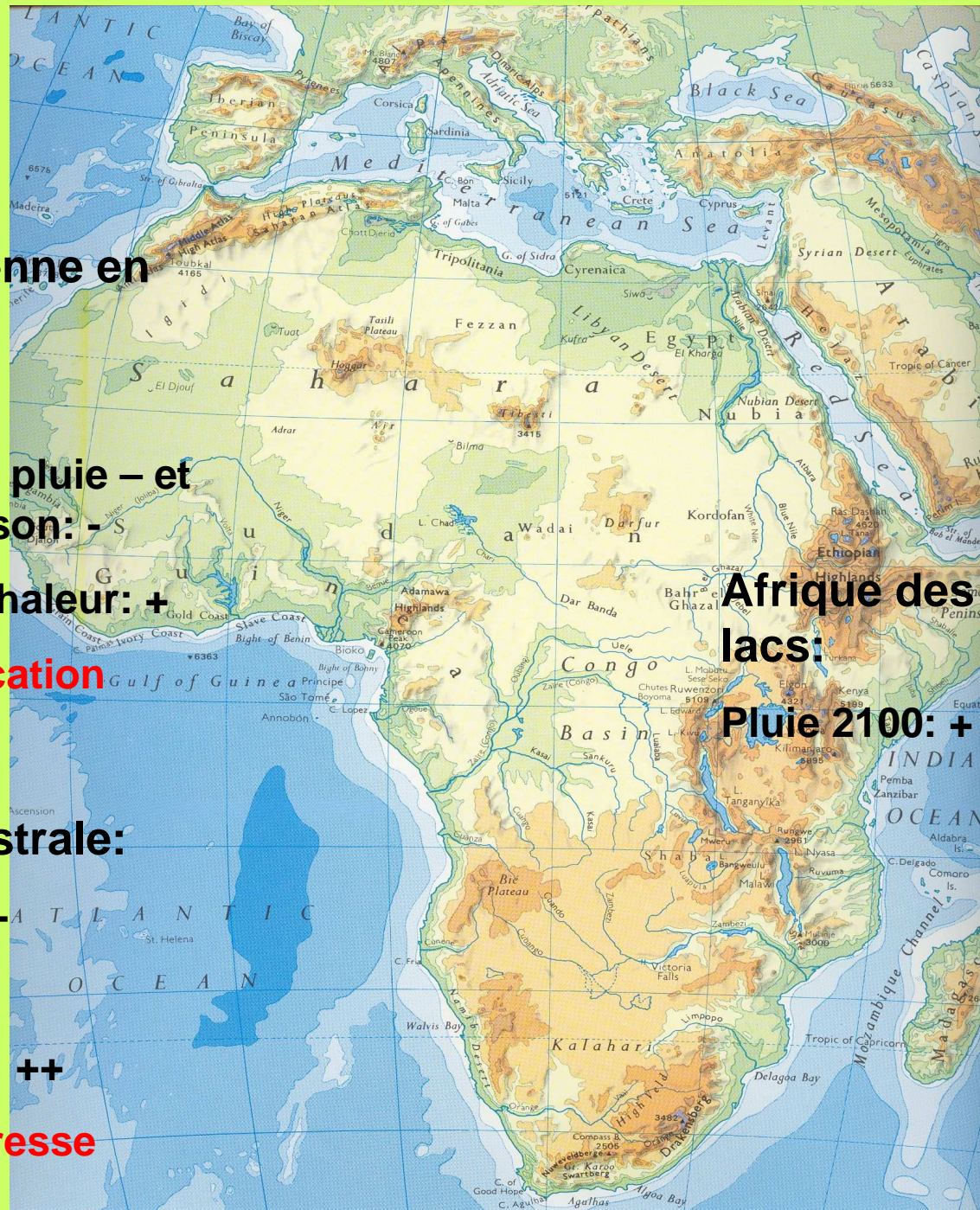
**Afrique Australe:**

**2100: Pluie: -**

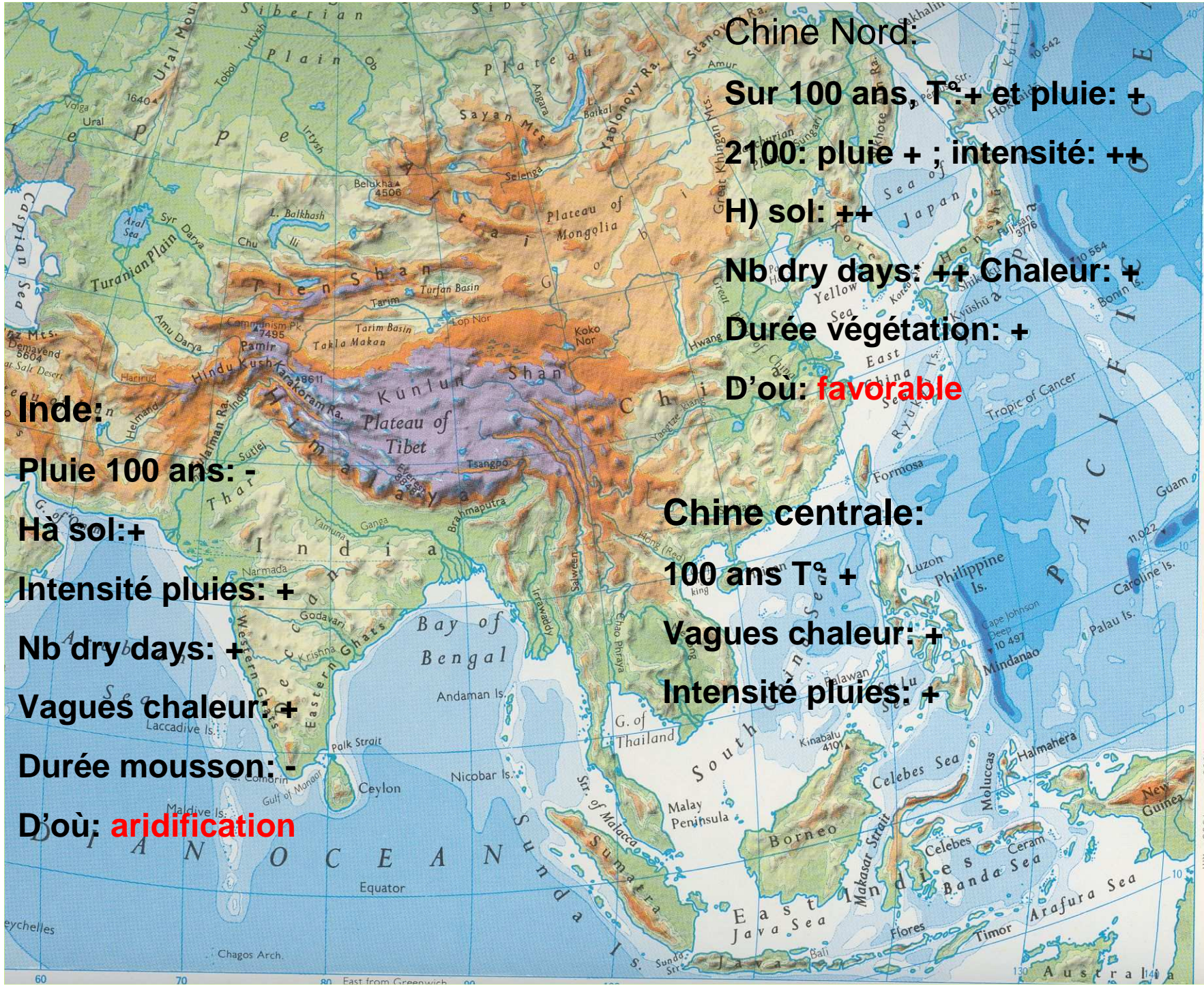
**H° sol: - -**

**Nb dry days: ++**

**D'où: sécheresse**



**Afrique des grands  
lacs:  
Pluie 2100: +**



Chine Nord:  
 Sur 100 ans, T°: + et pluie: +  
 2100: pluie + ; intensité: ++  
 H) sol: ++  
 Nb dry days: ++ Chaleur: +  
 Durée végétation: +  
 D'où: favorable

Inde:  
 Pluie 100 ans: -  
 Ha sol: +  
 Intensité pluies: +  
 Nb dry days: +  
 Vagues chaleur: +  
 Durée mousson: -  
 D'où: aridification

Chine centrale:  
 100 ans T°: +  
 Vagues chaleur: +  
 Intensité pluies: +



**Russie:**

**Sur 100 ans: T°+ ; Pluie: +**

**200! Pluie: + ; H° sol: ++**

**Intensité pluie: ++**

**Durée végétation: +**





**Le Canada:**

**+2°C sur 100 ans**

**En 2100: Pluies: ++**

**intensité des pluies: ++**

**Dry days: --**

**Durée végétation: +**

**D'où: Rendement et  
Surfaces: ++**

**Les USA:**

**Pluies sur 100 ans: +**

**En 2100: pluies: ++**

**Intensité des pluies: ++**

**Nb dry days: ++**

**H) sol: --**

**Vagues de chaleur: +**

**Durée végétation: +**

**D'où: continentalisation,  
assèchement: new dry  
farming**

**lutte/sécheresse?**

**Irrigation?**





**Europe Nord:**

**100 ans: Pluie et T°: +**

**2100: Pluie: + Intensité: ++**

**Dry days: ++ sauf Norvège**

**Vagues chaleur: +**

**Durée végétation: +**

**Europe Sud:**

**2100: Pluie: - ; Intensité: ++**

**H° sol: - - Runoff: ++**

**Extension climat méditerranéen**

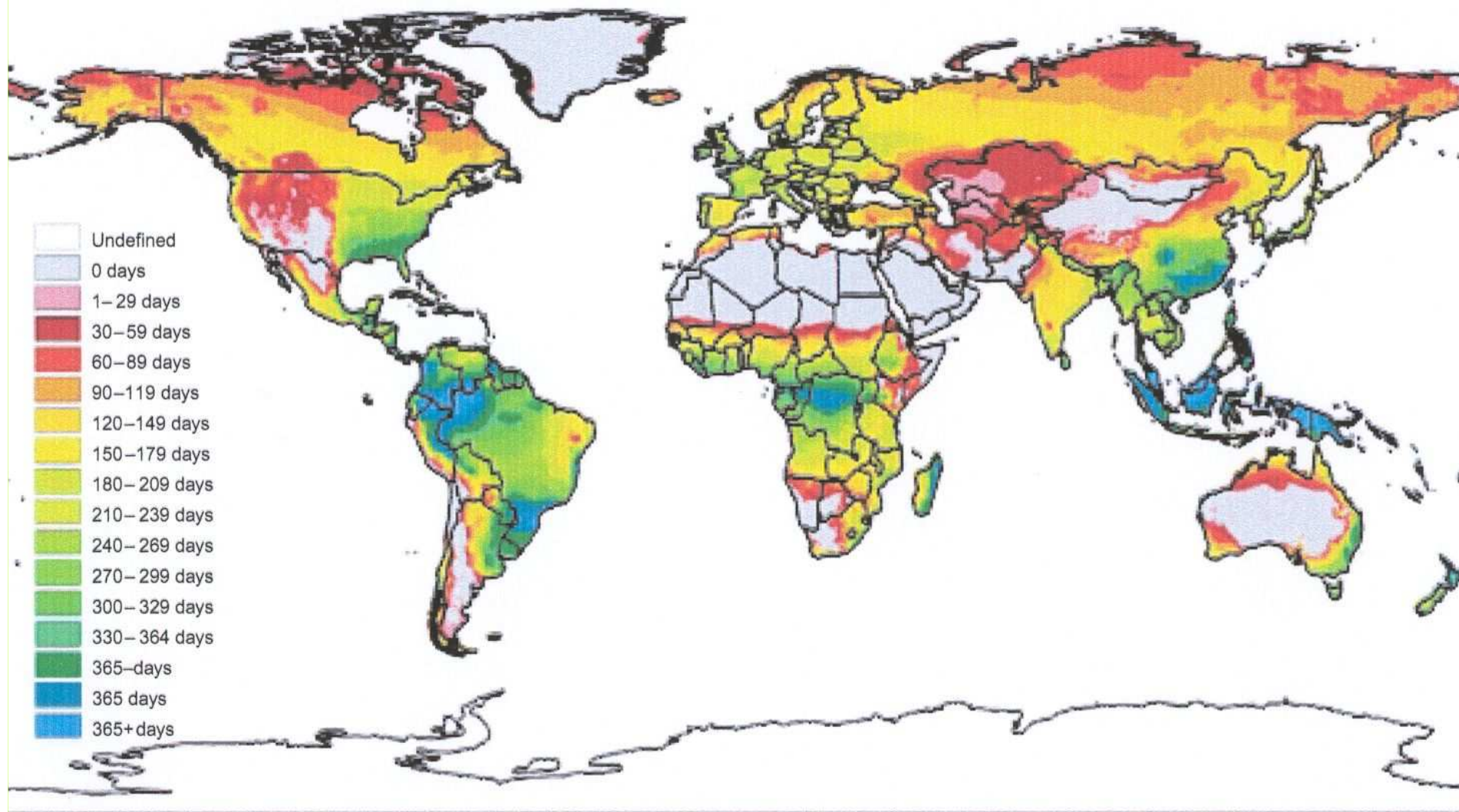


Plate B. Total length of growing periods.

## Contraintes de durée de végétation

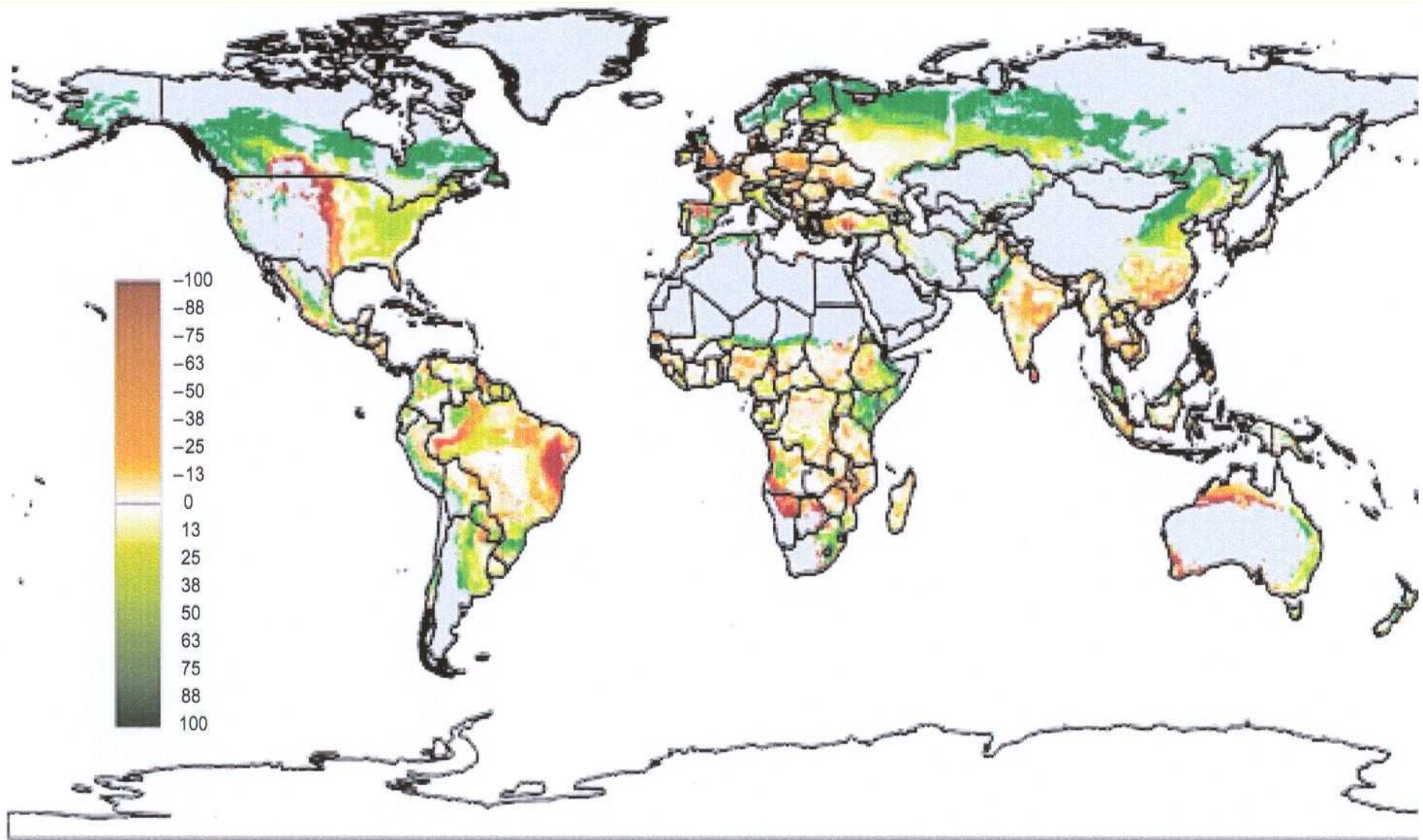


Plate L. Max-Planck Institute of Meteorology/ECHAM4 2080: Impacts of climate change on multiple cropping production potential of rain-fed cereals.

## Changement climatique et potentiel céréaliier



# Document Acrobat

Précipitations et évaporation 2100 différents continents IPCC 2006



Document Acrobat

Evolution de la pluviométrie



**Document Acrobat**

Température



**Document Acrobat**

Température 2



## Il faut donc poser une nouvelle équation technologique:

- Doubler la production mondiale
- Sur des surfaces limitées
- Donc: accroître les rendements
- En réduisant la consommation énergétique
- En économisant l'eau
- En respectant l'environnement (pollutions)
- En produisant des services écologiques (séquestration du Carbone, gestion de l'eau, gestion de la biodiversité locale, ...)
- => Une agriculture écologiquement intensive.

## 2 - La question sociale

# Qui devra consentir les efforts productifs?

	Nb de Personnes (millions)	Nb de familles (millions)	% population
Grandes exploitations	50 à 60	20	2%
Exploitations familiales des PED	Environ 1900	Environ 1000%	Environ 3/4
Familles agricoles sous alimentées	600	150 à 200	Environ 1/4

- La production de denrées alimentaires à coûts très bas ne pourrait pas suffire à alimenter les plus pauvres
- La seule voie réaliste est que les petites exploitations et les sous alimentés
  - Produisent leur alimentation
  - Produisent un excédent pour nourrir les villes
  - Obtiennent pas ce moyen un emploi.

# Cela suppose :

- Le recours au modèle technologique « écologiquement intensif »
- L'instauration de politiques agricoles appropriées

# Au plan des politiques agricoles:

- L'accès à la terre et à l'eau
- Le financement d'infrastructures de réhabilitation de l'écologie fonctionnelle des écosystèmes
- L'accès au crédit, aux assurances, à l'épargne
- L'accès à l'information, à la formation, aux soins et santé
- Un fonctionnement équitable des marchés: réduction des asymétries, organisation des producteurs, protection des marchés naissants.
- Un financement international

# En résumé, il faudra

- Un profond changement technologique
- Des politiques agricoles qui cessent d'être adverses au producteurs agricoles.

# Faute de ces changements,

- La pauvreté et la sous alimentation se perpétueront dans des proportions équivalentes à ce qu'elles sont aujourd'hui,
- La pression sur les ressources naturelles sera accrue, et particulièrement:
  - L'aridification, l'érosion
  - La perte de biodiversité
  - Le changement climatique régional