

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
Multiplicateur des besoins 2050/2000	2.34	1.92	≈2.5*	5.14	≈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 (10⁶Mt - 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	39%	75% E=63% S=95%	19%	87%	22%	44%	53%

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: assumptions on rainfed yields	+50% (possible, difficult with current ζ ; 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 1.60t/ha
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)	-1150	0	-236	0
Total area available (incl. Prot. areas)	100	678	0	203

Increase of food production 2030/2000 with expected **investment in dams** (10⁹ha, 10⁶Mt)

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

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

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

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	+1184 ±100	-224 ±10	0

Energy from biomass . Production capacities (Mtep and 10⁹ha)

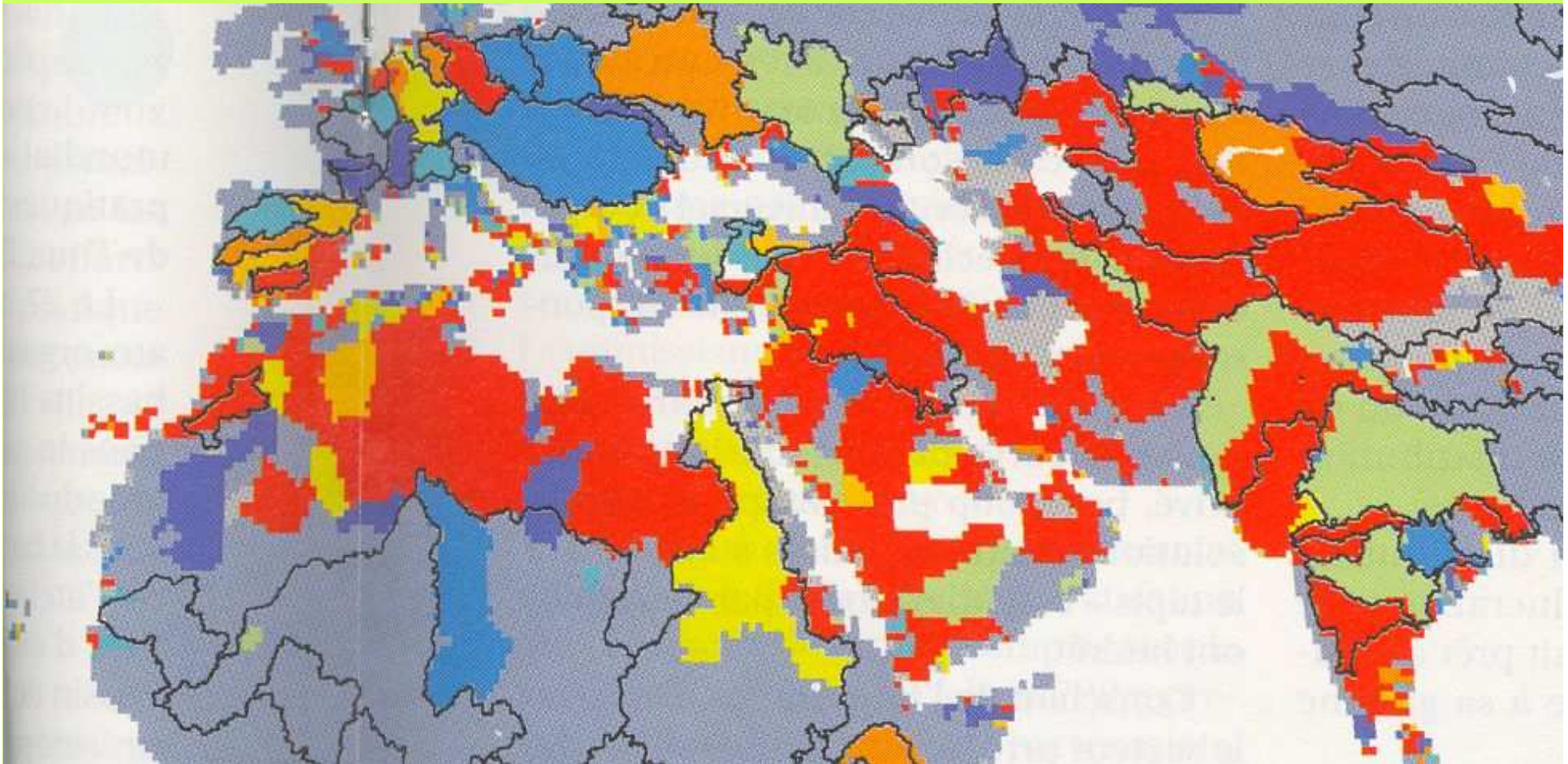
	Needs	Yields (tep/ha)	Area needed (10⁹ha)	Area possible	Production (Mtep)	Shortage/ surplus (Mtep)
North Am. & EU.	2080±400	2	1040±200	150	300	-1800
Japan	540±60	2	270±30	0	0	-540
Russia Oce.	1290±130	1	1290±130	150	150	-1140
Total North	3600±400	/	/	/	/	-3480
Latin Am.	130±50	5	26±10	26	130	0
Africa	240±90	4	60±20	60	240	0
India	300±110	2	150±50	0	0	-300
China	300±110	2	150±50	0	0	-300
Others Asia	230±80	4	60±20	25	100	-130
Total South	1280±480	/	/	/	/	-730
TotalWorld	5080±1080	/	/	/	/	-4580

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

	Needs (Mtep)	Yields (tep/ha)	Area needed (10⁹ha)	Area possible (10⁹ha)	Productio nof energy	Deficit/sur plus (Mtep)
NAm.+EU	2080±400	2	1040±200	150	300	-1800
Japan	540±60	2	270±30	0	0	-540
CIS Ocean	1290±130	1	1290±130	150	150	-1140
Total North	3600±400	/	/	300	450	-3480
Latin Am.	130±150	5	26±10	678	3390	+3260
Africa	240±90	4	60±20	203	812	+572
India	300±110	2	150±50	0	0	-300
China	300±110	2	150±50	0	0	-300
Other Asia	230±80	4	60±20	25	100	-130
Total South	1280±480	/	/	907	4302	+3162
World	5080±1080	/	/	1207	4752	-378

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

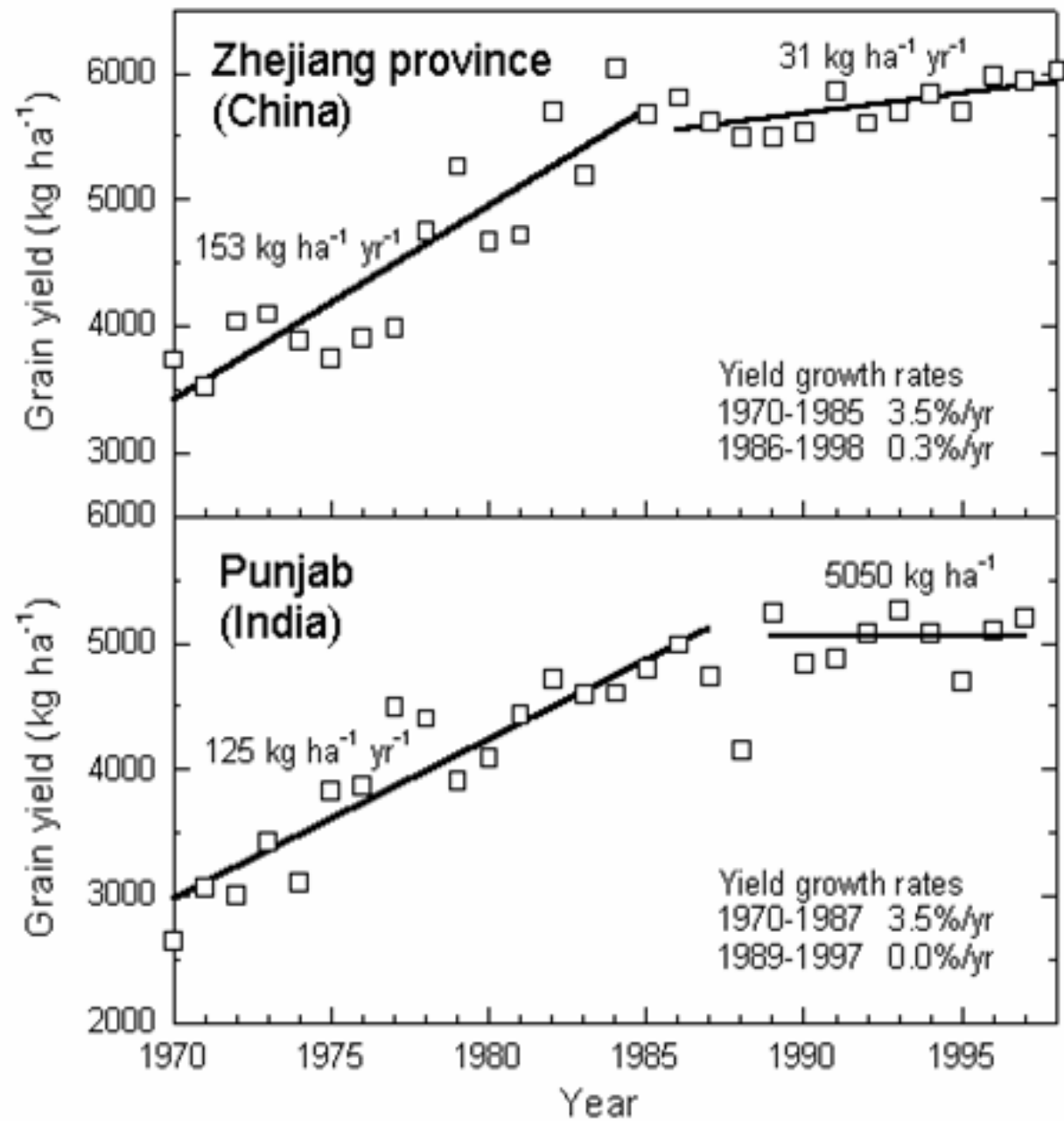
- Une grande partie des sols utilisables serait mobilisée pour les besoins alimentaires
- Les besoins énergétiques (carburants liquides) sont au moins d'un ordre de grandeur supérieur aux potentialités
- Les surfaces forestières seraient directement menacées avec des réductions importantes de la biodiversité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

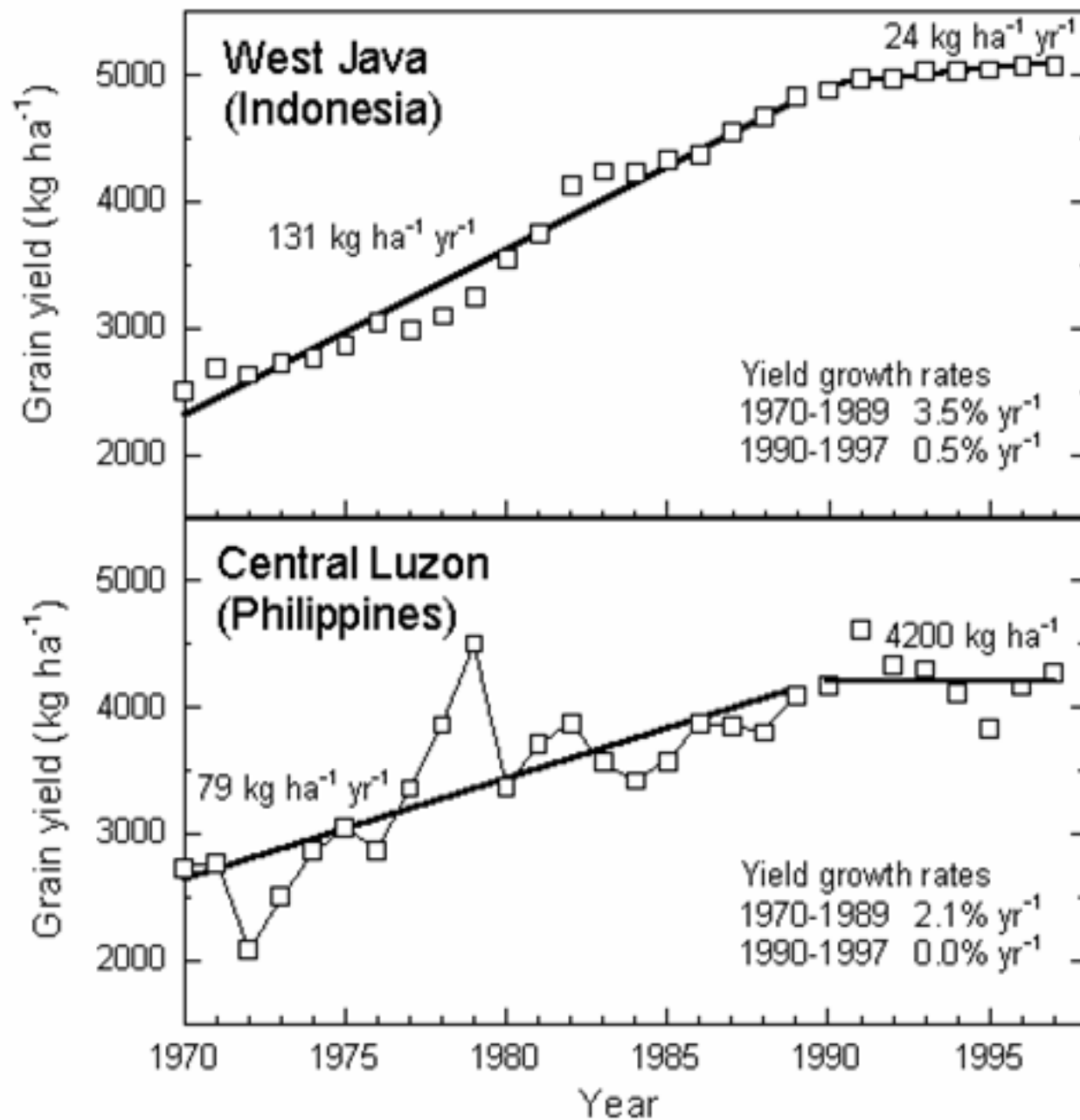


Les stress hydriques des bassins versants

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^a:+ 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

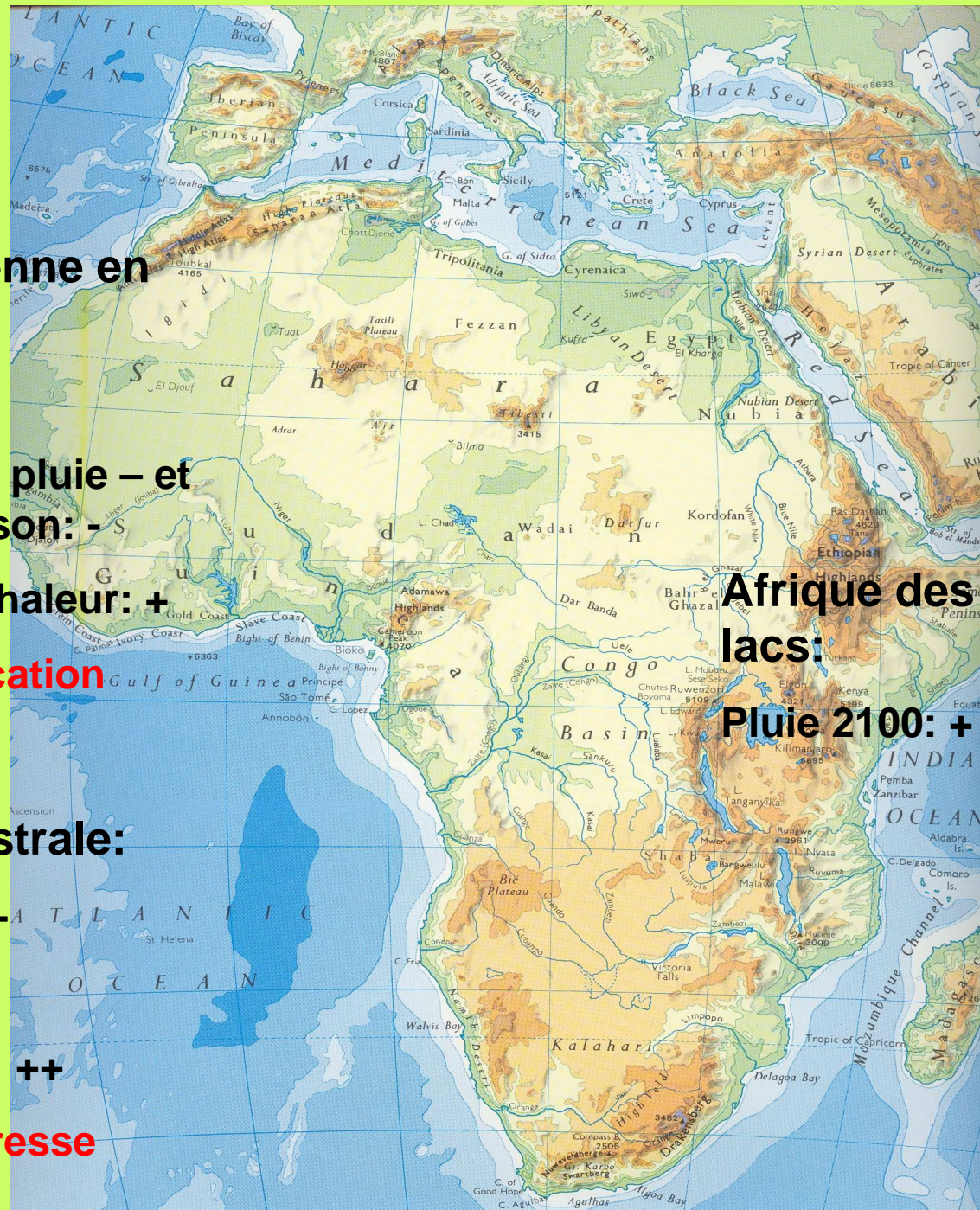
Afrique Australe:

2100: Pluie: -

H° sol: - -

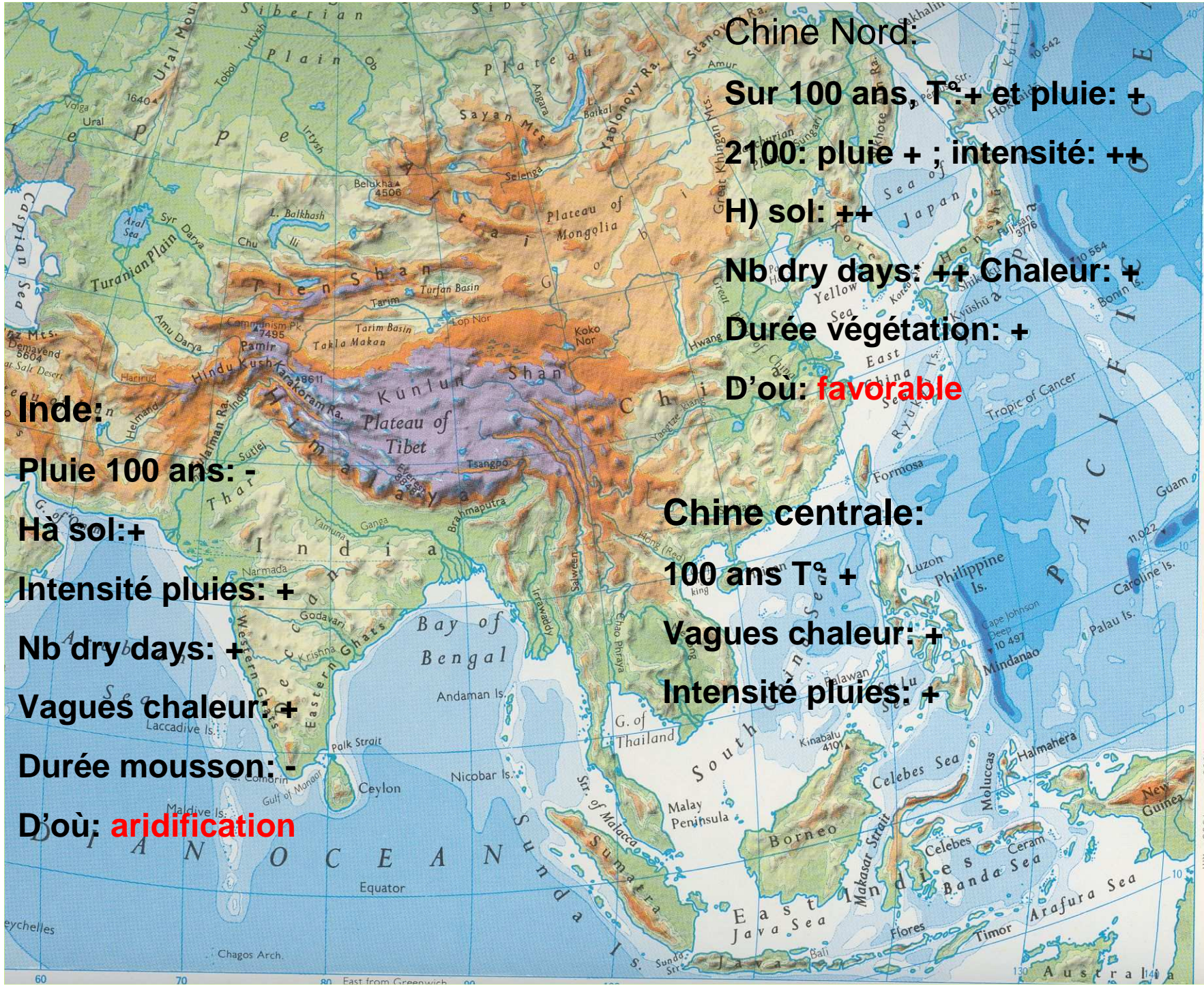
Nb dry days: ++

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

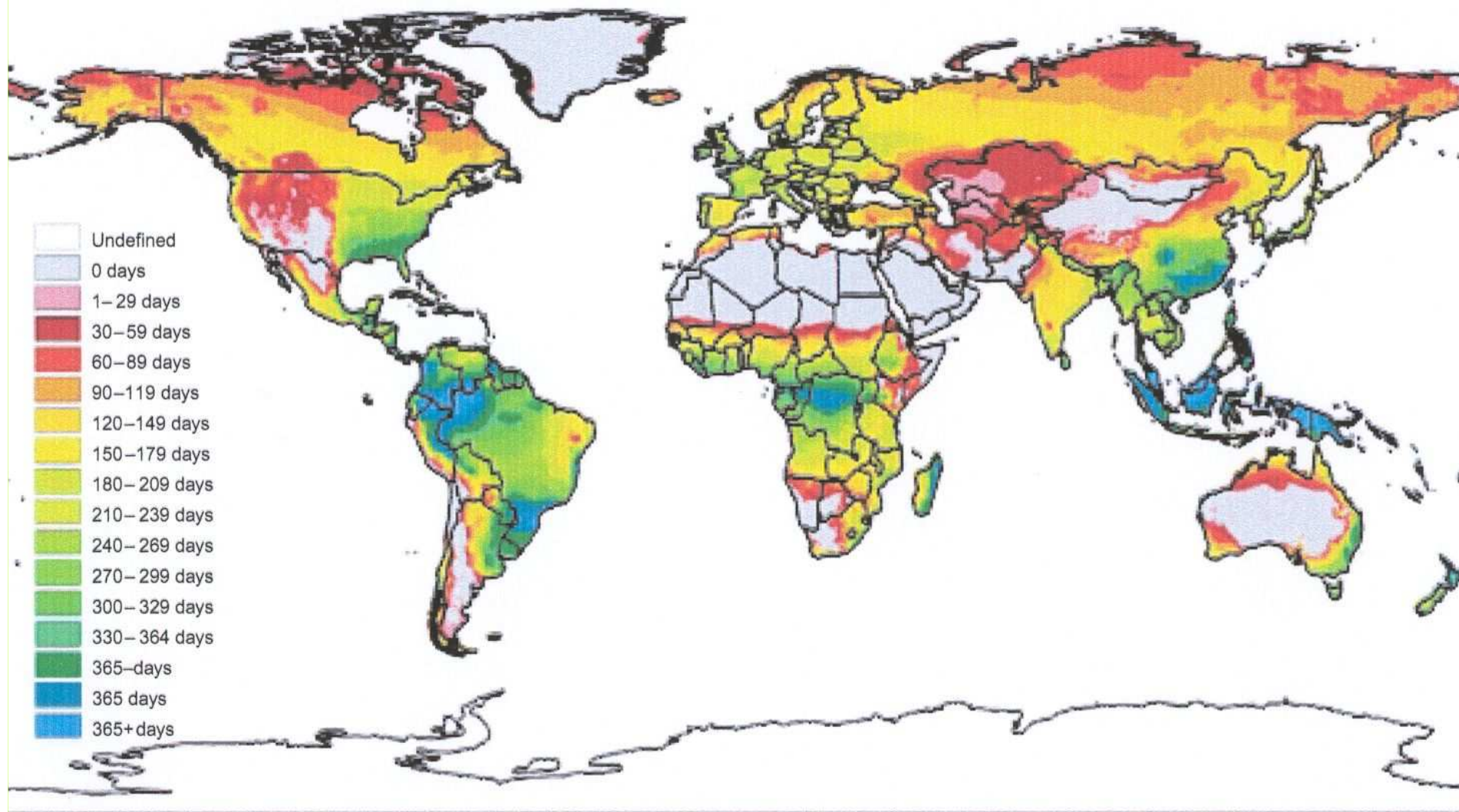


Plate B. Total length of growing periods.

Contraintes de durée de végétation

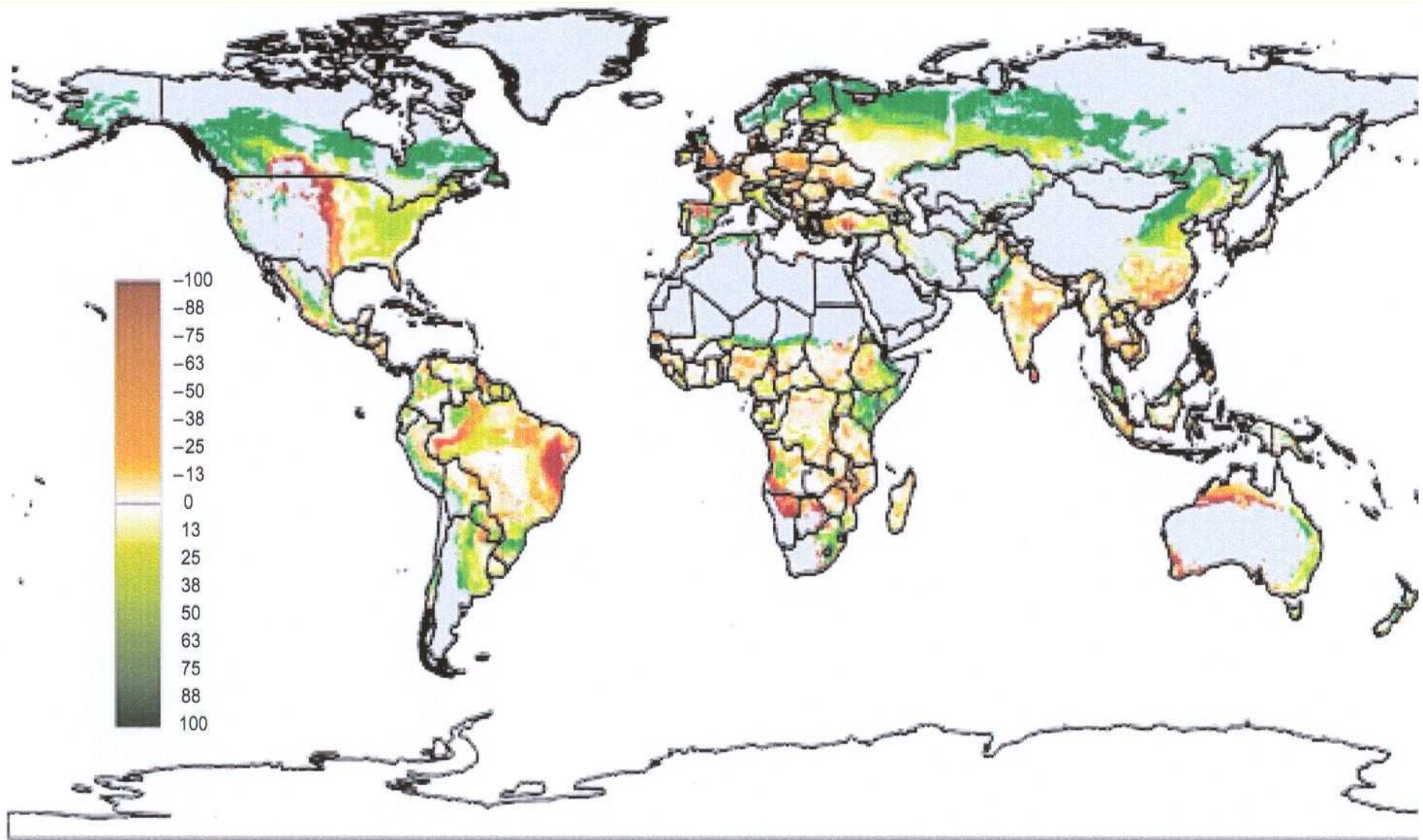


Plate L. Max-Planck Institute of Meteorology/ECHAM4 2080: Impacts of climate change on multiple cropping production potential of rain-fed cereals.

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