

MATÉRIELS DE FORMATION DU GCE - ÉVALUATION DE LA VULNÉRABILITÉ ET DES MESURES D'ADAPTATION

CHAPITRE 7 Agriculture



Objectifs et attentes

- Le lecteur doit, après avoir lu cette présentation conjointement avec le livret qui lui est associé :
 - a) avoir un **aperçu des impacts du changement climatique** sur l'agriculture et la sécurité alimentaire
 - b) avoir une **compréhension générale des outils, modèles** et processus disponibles et communément utilisés pour l'évaluation de la vulnérabilité et des mesures d'adaptation (V&A) dans le secteur agricole
 - c) avoir acquis des connaissances sur les **modèles courants basés sur des processus et des statistiques et leurs applications pratiques**, tels que DSSAT, pour mener des analyses de sensibilité et élaborer des mesures d'adaptation saisonnière.



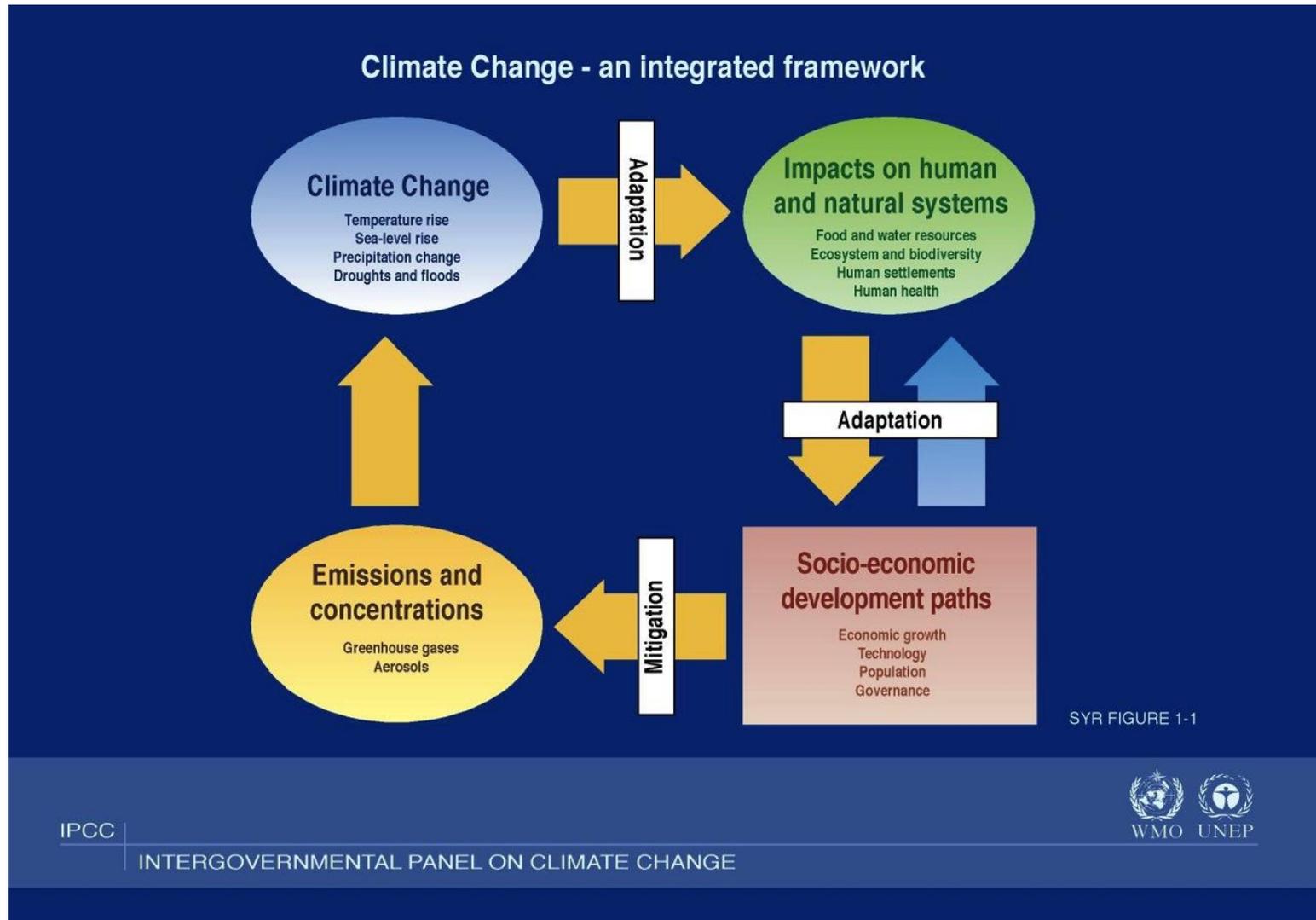
- Aperçu des moteurs et des impacts potentiels du changement climatique sur l'agriculture
- Méthodes, outils et modèles pour l'évaluation V&A dans le secteur agricole
 - a) Introduction aux modèles de culture basés sur des processus
 - b) Comment estimer les fonctions de la production végétale
 - c) Modèles d'équilibre général
- Changements dans la productivité des terres



APERÇU DES MOTEURS ET DES IMPACTS POTENTIELS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR L'AGRICULTURE



Changement climatique : contexte



- Fournisseur de :
 - a) denrées alimentaires, alimentation animale, fibre et combustibles à prix abordables
 - b) moyens d'existence : emplois et revenus
 - c) biens et services
- Chaîne de valeur : production et transformation.

- Agriculture orientée vers le marché
- Technologie
- Changement environnemental
- Changement social et politique
- Augmentation de la productivité

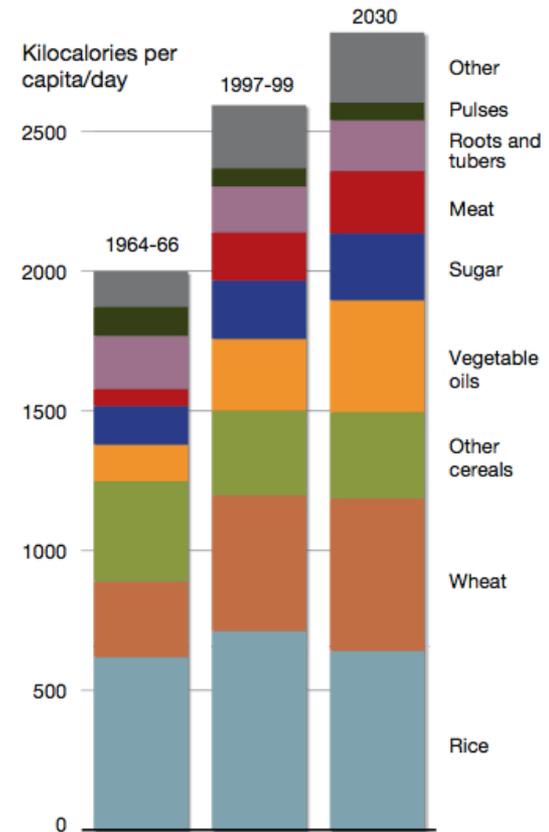
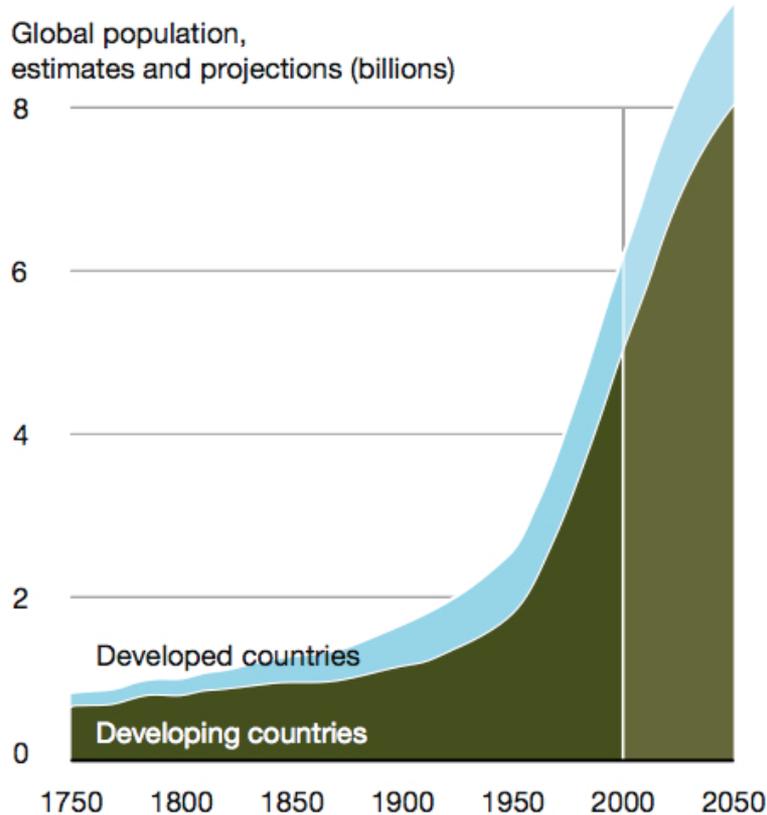
- Spécialisation
- Intensification
- Concentration
- Innovation et efficacité
- Combinaison de fonctions
- L'agriculture n'est plus le pilier le plus solide de l'économie rurale

Sécurité et autosuffisance alimentaires

- Sécurité alimentaire : avoir accès à la nourriture, indépendamment de la source.
 - Autosuffisance alimentaire : cultiver la nourriture dont on a besoin.
- ➔ Ces deux notions peuvent être traitées à différents niveaux (individuel, familial, région, pays, ...).



Moteurs principaux : augmentation de la population et régimes alimentaires

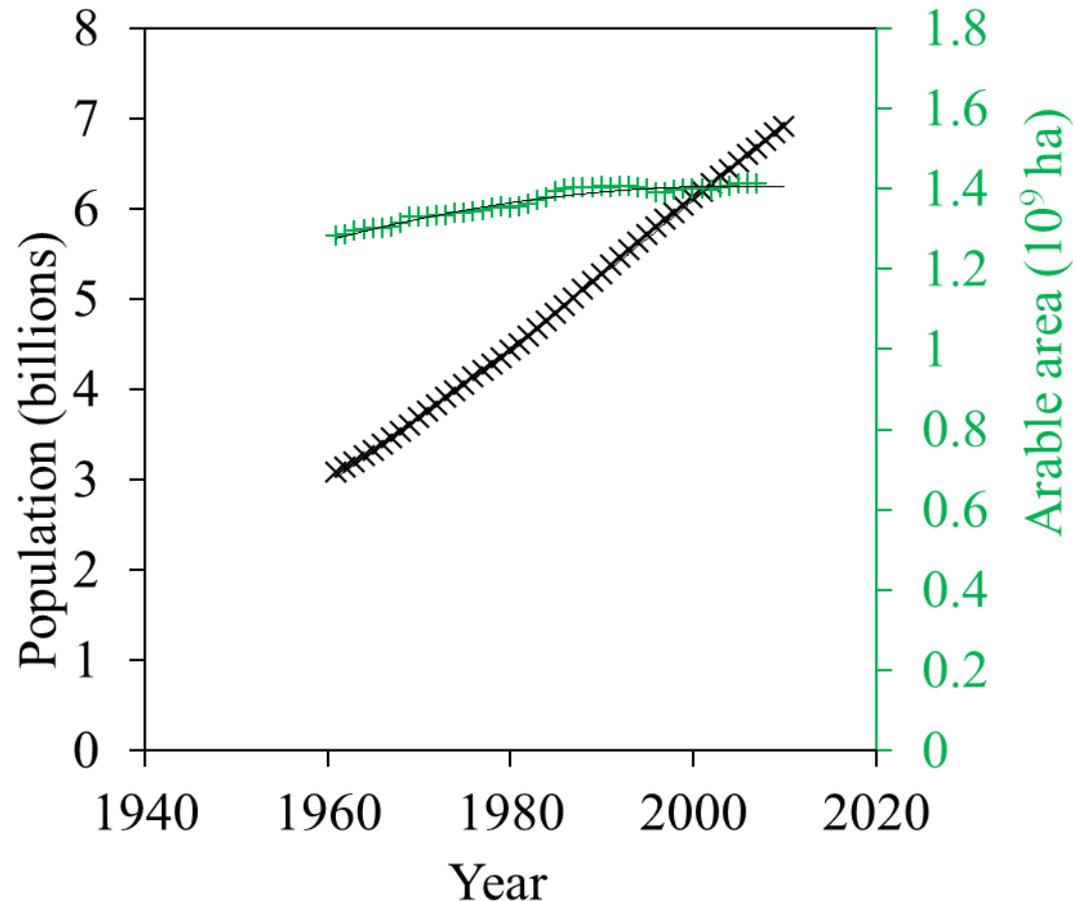


Source : Division de la Population des Nations Unies, 2007

Source : FAO, 2008, FAOSTAT, 2009



Rien de neuf dans le développement nécessaire des ressources alimentaires



Terrain arable
équivalent à 12 % de
la surface totale des
terres.

Prairie = 24 %

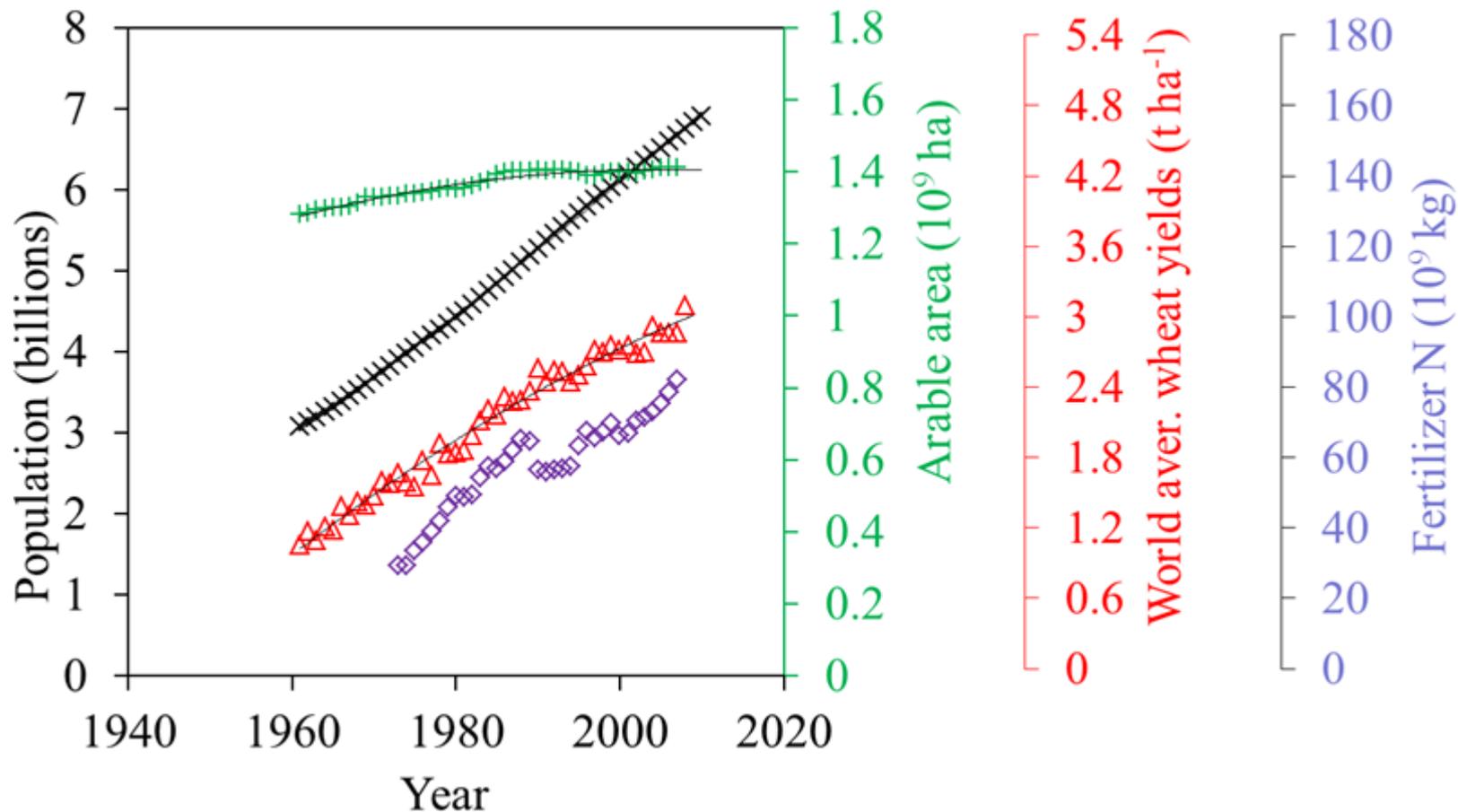
Forêt = 31 %

Reste = 33 %

Source : van Ittersum, 2011 (mise à jour d'Evans, 1998)



Rien de neuf dans le développement nécessaire des ressources alimentaires

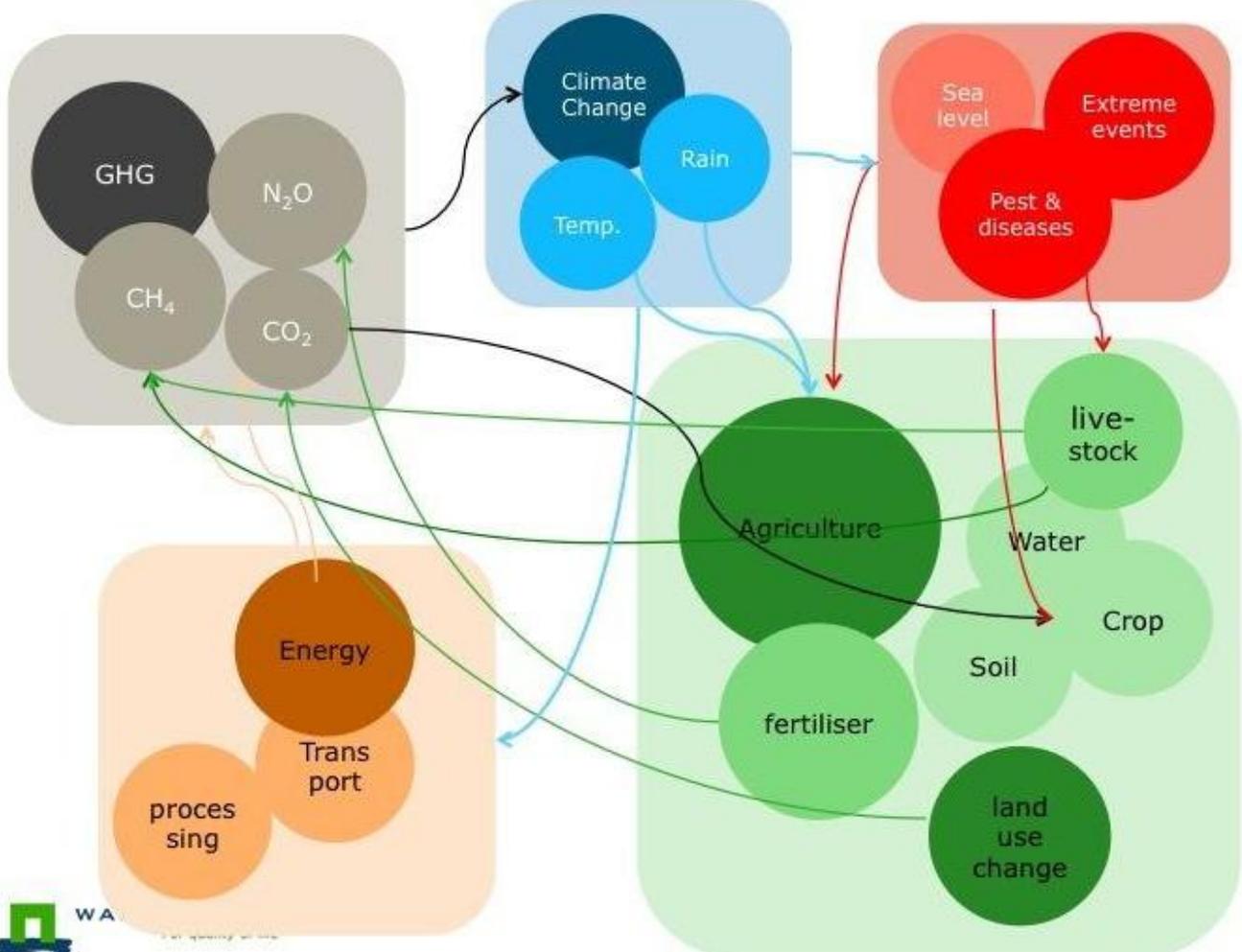


Deux stratégies : l'expansion et l'augmentation de la production par hectare

Source : van Ittersum, 2011 (mise à jour d'Evans, 1998)



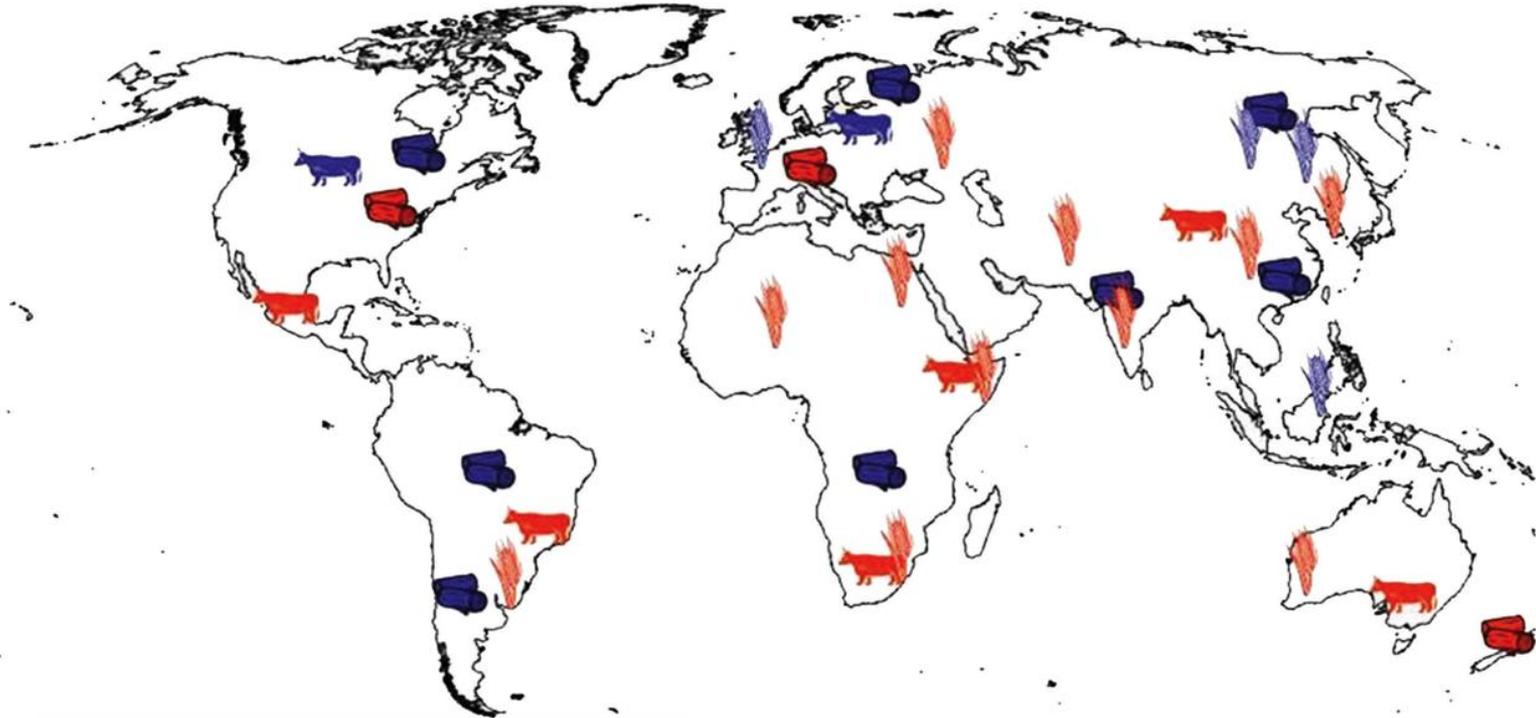
Changement climatique et secteur agricole



Source : Université de Wageningen



Changement climatique et agriculture : impacts (2050) adaptation non prise en compte



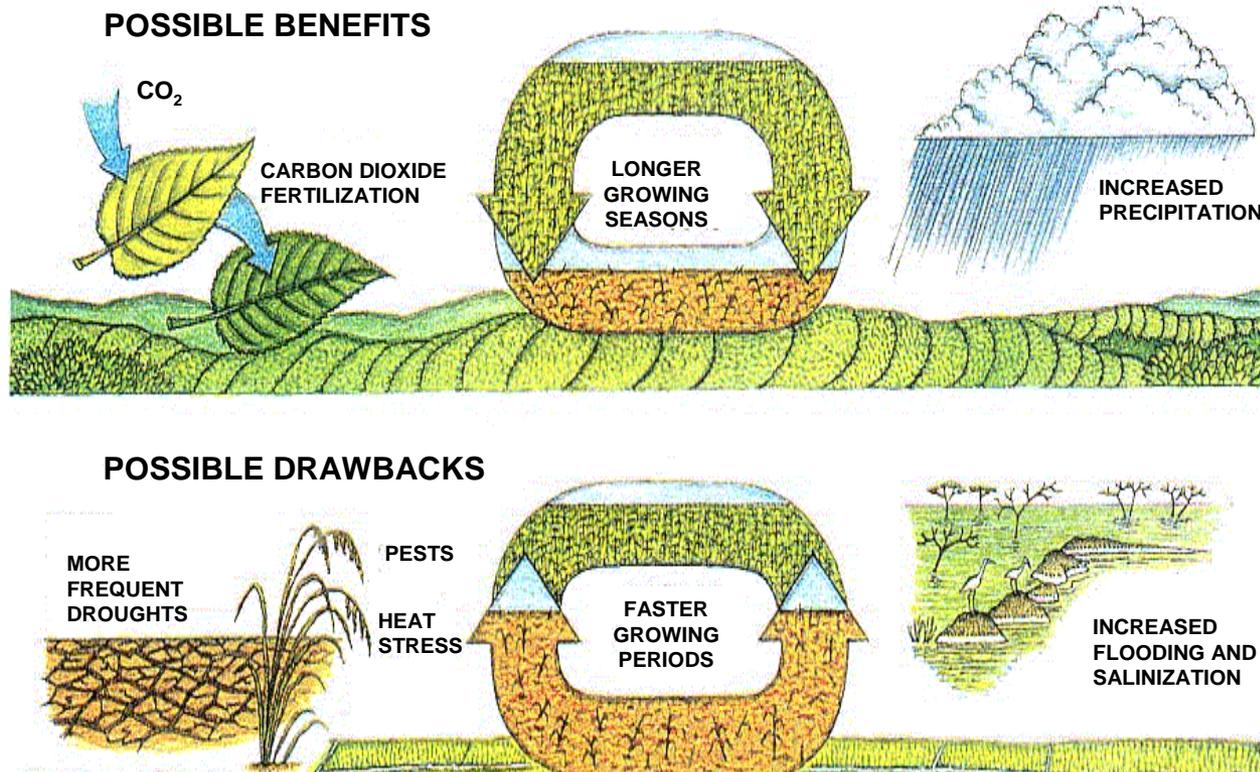
Increased (blue) or decreased (red):

- | | | |
|---|---|---------------------------|
|  |  | -cereal crop productivity |
|  |  | -livestock productivity |
|  |  | -forestry production |

Source : Fondé sur une analyse documentaire et des avis d'experts, IPCC, 2007, chapitre 5



Le changement climatique affecte la production végétale



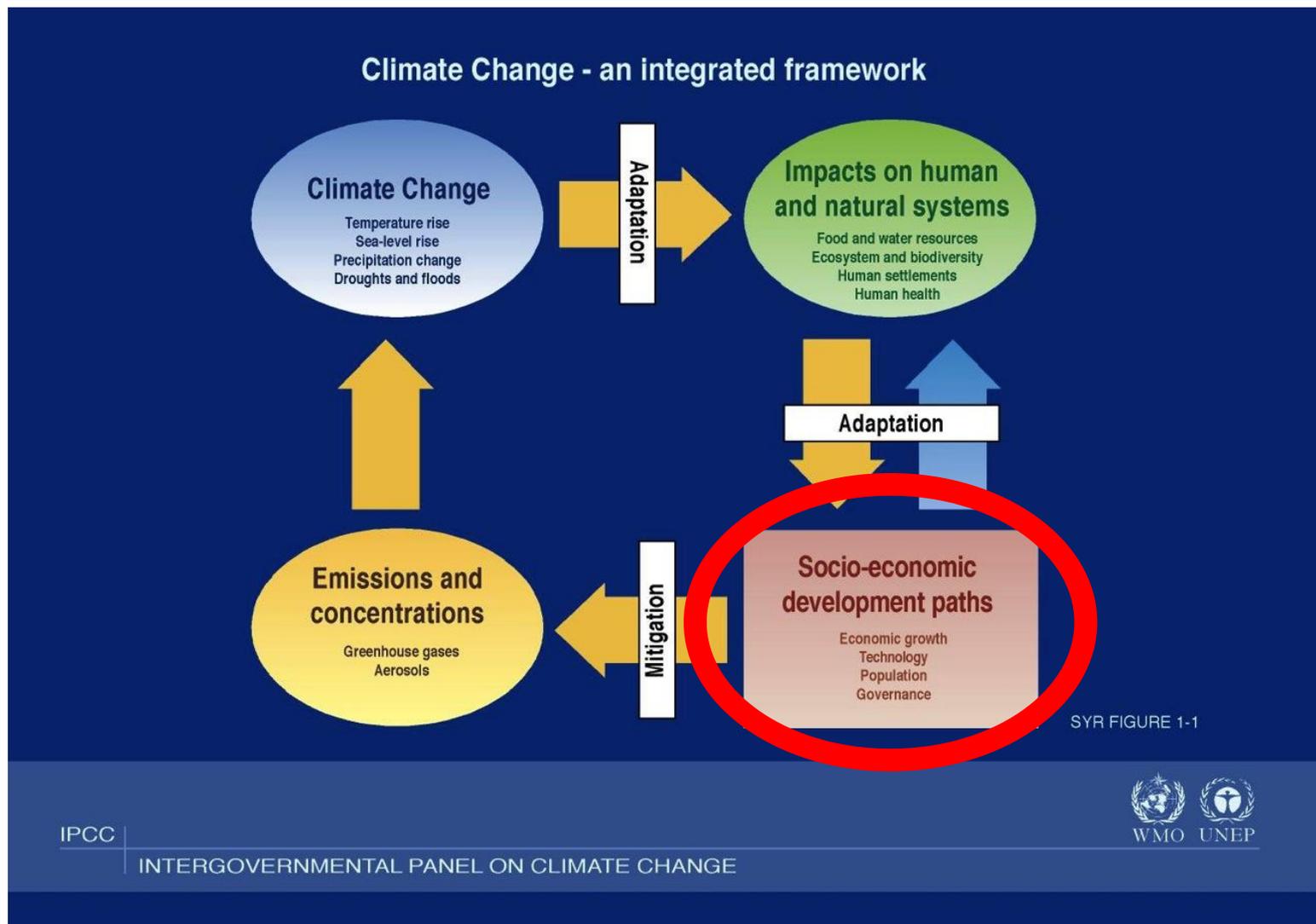
- Changements des conditions biophysiques
- Changements des conditions socio-économiques en réponse aux variations de productivité des cultures (revenus des agriculteurs, marchés et prix, pauvreté, malnutrition et risque de faim, migration)

Agriculture : impacts :

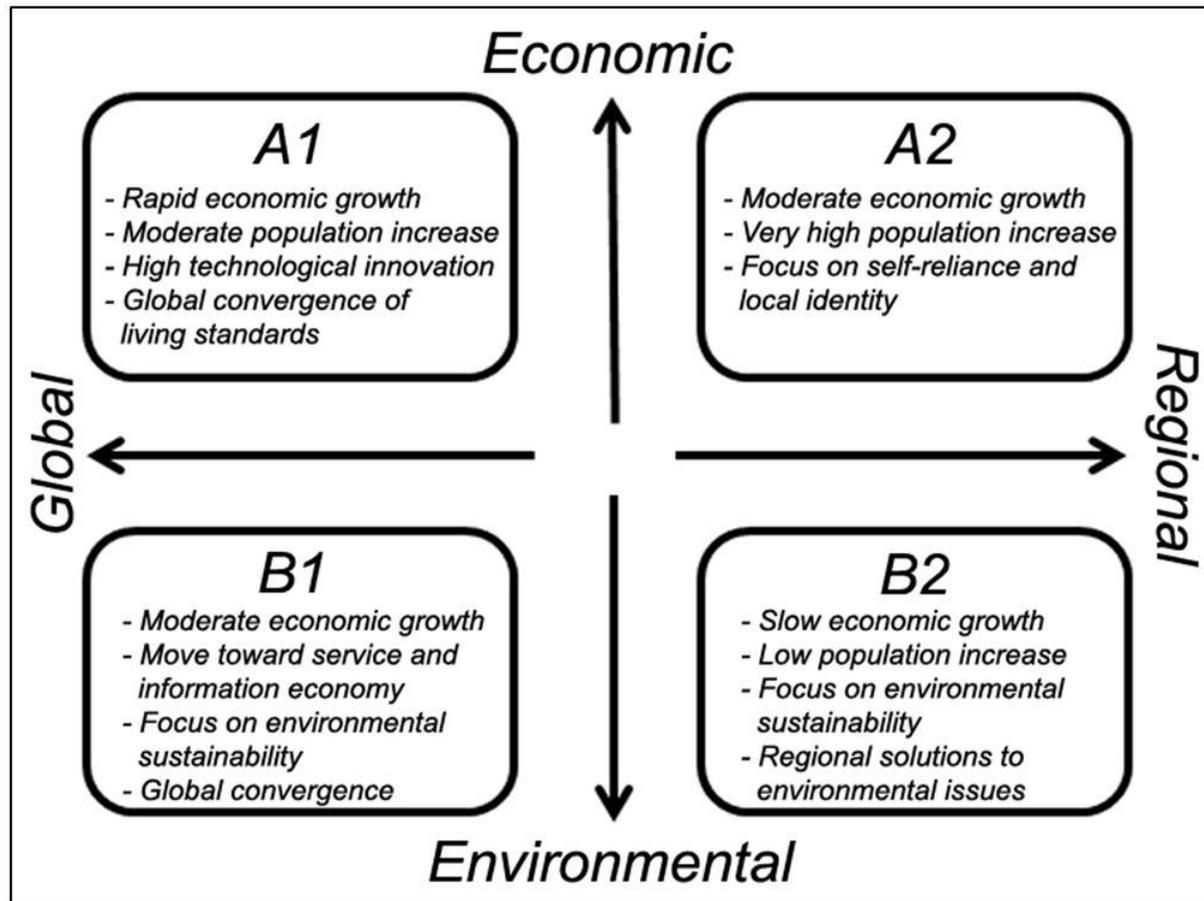
- Impacts directs :
 - a) Baisse de la production liée à des profils de précipitations erratiques et à des températures plus élevées
 - b) Hausse de la production liée à une augmentation du dioxyde de carbone (CO₂).
Augmentation de l'efficacité de l'utilisation de l'eau (WUE), évolution de la concurrence.
- Impacts indirects :
 - a) Intrusion de l'eau salée liée à l'élévation du niveau de la mer
 - b) Augmentation et évolution de la situation au regard des espèces nuisibles et des maladies.
- Conditions extrêmes :
 - a) Température, sécheresse et inondations.



Les impacts dépendent des calendriers et scénarii



Scénarii

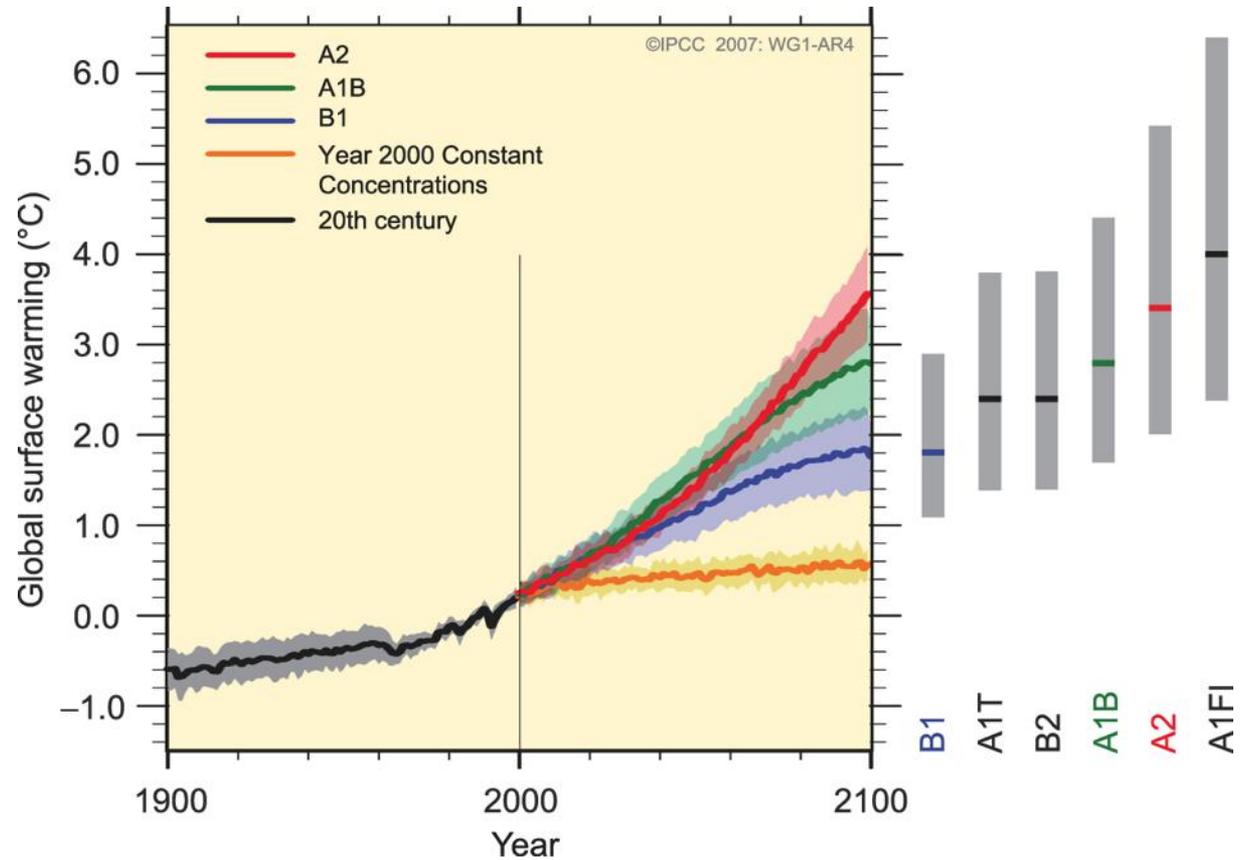
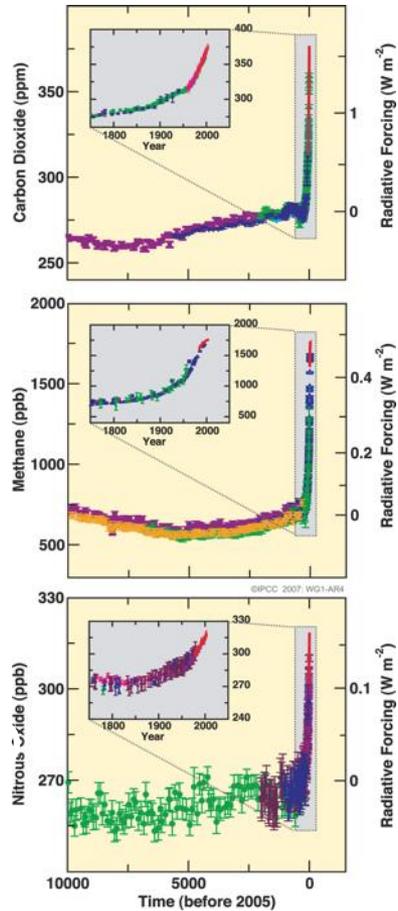


IPCC SRES storylines are oriented along two axes: 1) economic vs. environmental priorities, and 2) global vs. regional development. The four scenarios each describe divergent, yet plausible futures.

Source : http://www.usgs.gov/climate_landuse/land_carbon/Scenarios.asp



Gaz à effet de serre (GES) et projections de température



Source : IPCC, 2007



Changement climatique et autres facteurs

- Le changement climatique doit être considéré en relation avec d'autres changements :
 - a) économiques
 - b) technologiques
 - c) sociétaux.



Qui est exposé aux risques ?

- Les personnes et/ou pays dont la survie dépend de secteurs sensibles au climat tels que l'agriculture, la sylviculture et la pêche.
 - Les personnes qui vivent dans des zones côtières à faible altitude.
 - Les personnes qui se trouvent plus près de la marge de tolérance pour les changements de température et de précipitations (zones plus exposées aux risques d'inondation et de sécheresse)
 - Les pays avec une nutrition pauvre et une infrastructure sanitaire médiocre
 - Les personnes et pays avec une ***faible capacité d'adaptation.***
-



La capacité d'adaptation dépend :

- du capital naturel : sol, eau, végétation, paysage, ...
- du capital financier : économies, crédit, ...
- du capital physique : infrastructure, technologie, ...
- du capital humain : compétences, niveau d'éducation, santé, ...
- du capital social : système juridique, système politique, réseaux, ...

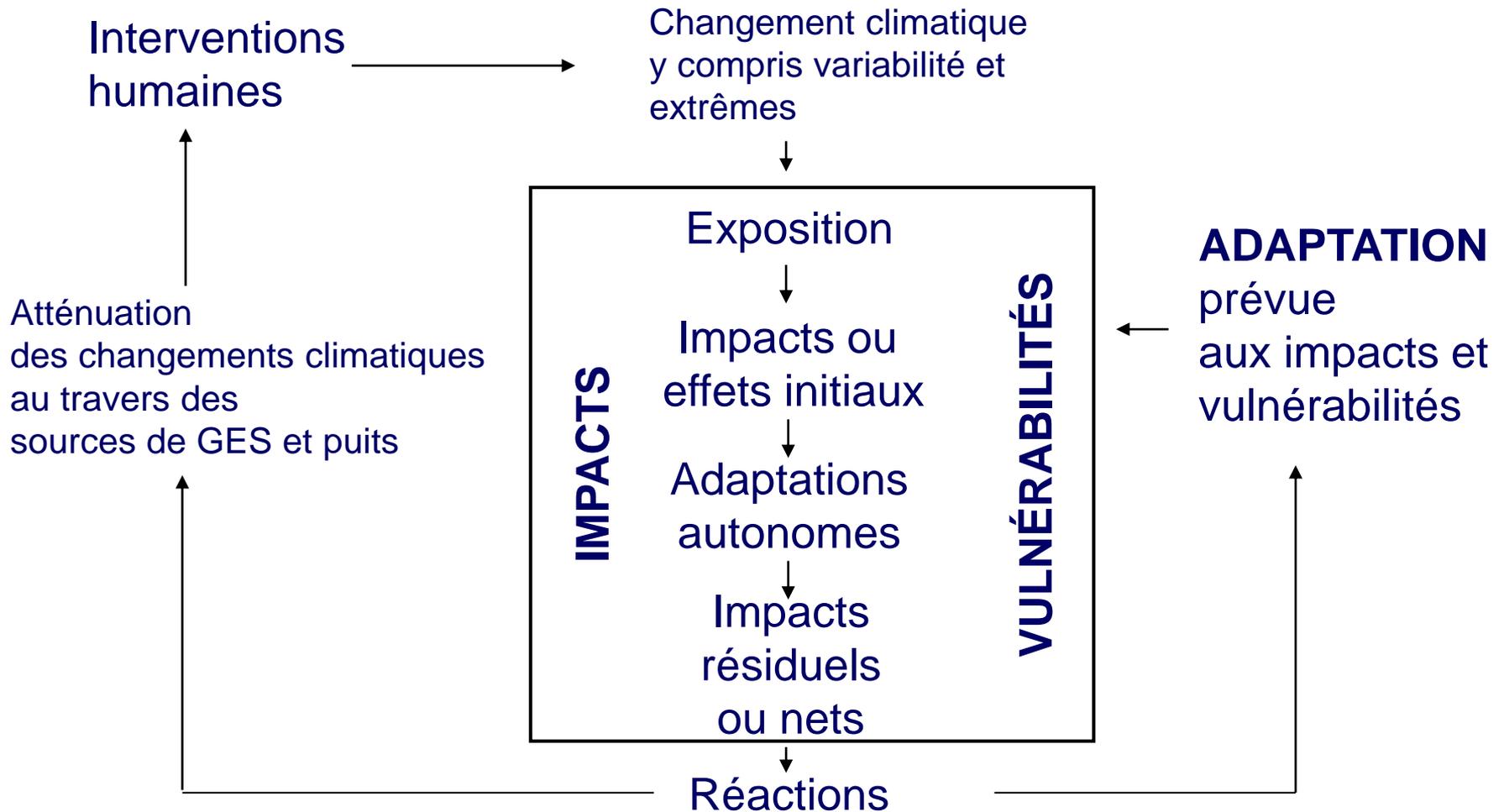


Interactions multiples

- Le changement climatique constitue l'un des nombreux facteurs de stress qui affectent désormais l'agriculture et la population qui en dépend :
 - a) L'intégration des résultats est essentielle si l'on veut formuler des évaluations qui sont pertinentes dans la prise de décisions politiques.
- Les conséquences possibles à l'avenir dépendent de :
 - a) la région et du système agricole
 - b) l'impact sur d'autres pays
 - c) la direction et l'ordre de grandeur
 - d) la réponse socio-économique.



Impact, vulnérabilité et adaptation



Source : IPCC, 2001; Smith et al., 1999



Types d'adaptation

Préventive

Réactive

Naturelle

Changements de la durée
de la saison de croissance

Humaine

privée

Achat d'assurance
Changements dans la
composition du système

Changements des pratiques agricoles

publique

Systemes d'alerte rapide

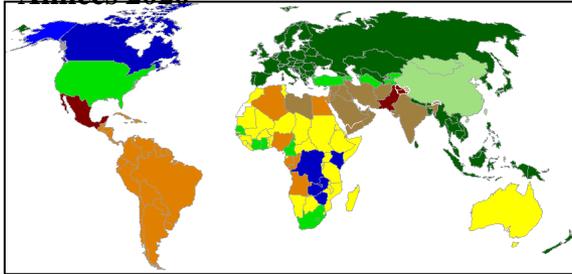
Paiements compensatoires,
subventions

Source : IPCC, 2001

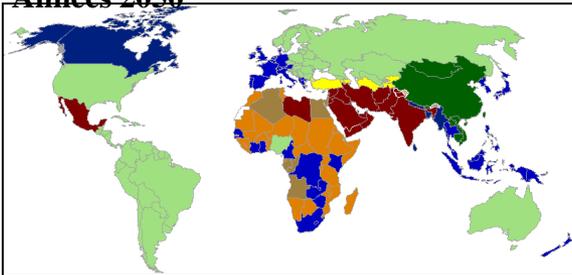


Comment le changement climatique mondial pourrait-il affecter la production alimentaire ?

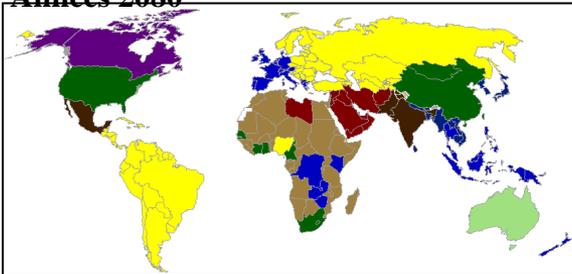
Années 2020



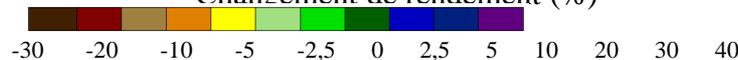
Années 2050



Années 2080



Changement de rendement (%)



Changement en pourcentage des rendements moyens des récoltes pour le scénario de changement climatique mondial du centre Hadley (HadCM2). Les effets physiologiques directs du CO₂ et l'adaptation des cultures sont pris en compte. Les récoltes modélisées comprennent le blé, le maïs et le riz.

Source : NASA/GISS : Rosenzweig et Iglesias, 1994



Quelles sont les réactions au changement ?

- Capacité d'adaptation (adaptation interne)
- Adaptation planifiée.

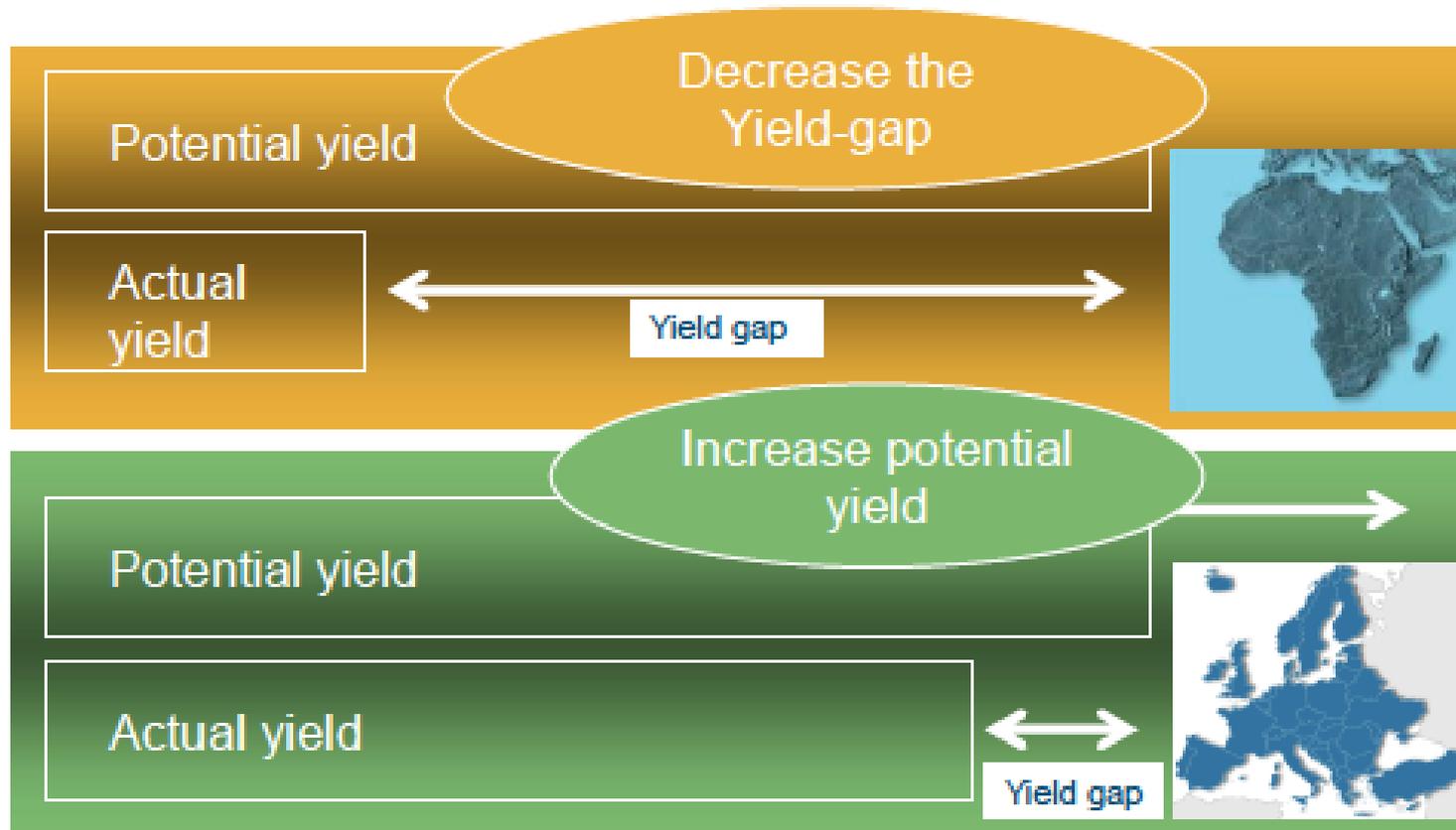


L'adaptation n'est pas un phénomène nouveau

- L'adaptation aux changements de l'environnement et du marché fait partie de l'agriculture
- Les gouvernements changent les politiques et les programmes afin de mieux atteindre des objectifs sociaux plus larges (ex. sécurité alimentaire)
- Planification à court, moyen et long terme.
- Gestion du risque → prise de décision informée



Deux stratégies :



Barrières à l'adaptation

- **Naturelles** : tolérance des cultures à l'engorgement des sols ou aux températures élevées, ...
- **Financières** : coûts, avantages, risques, ...
- **Physiques** : infrastructure, technologie, ...
- **Humaines** : compétences, niveau d'éducation, santé, ...
- **Sociales** : système juridique, acceptation de la technologie, système politique, ...



MÉTHODES, OUTILS ET MODÈLES POUR L'ÉVALUATION V&A DANS LE SECTEUR AGRICOLE



Méthodes, outils et ensembles de données

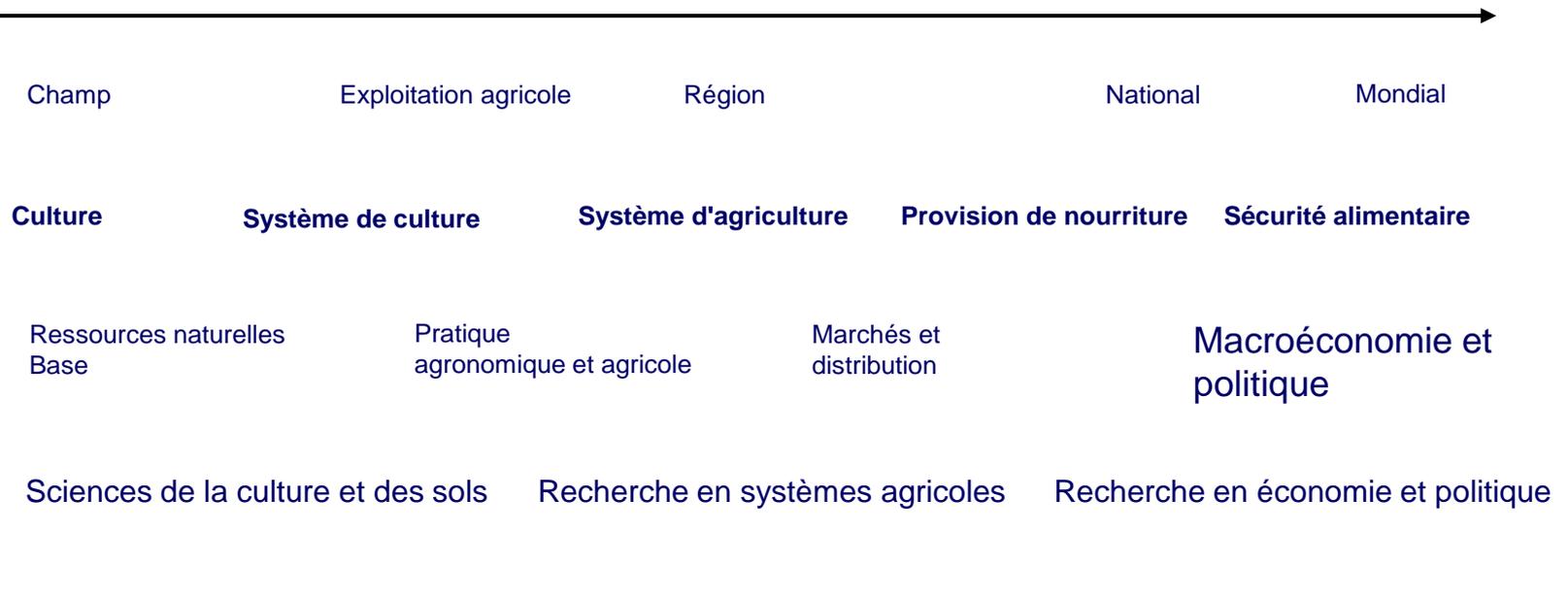
1. Le cadre de travail
2. Le choix des méthodes de recherche et des outils dépend de :
 - Méthodes axées sur la demande : répondre aux parties prenantes
 - Caractéristiques, forces et faiblesses importantes
 - Bon sens
 - Expérimentations
 - Scénarii
 - Modèles
3. Ensembles de données :
 - Sources
 - Échelles
 - Fiabilité



Échelles des systèmes et échelles spatiales reliant production de culture et sécurité alimentaire

Échelles de systèmes

Échelles spatiales



Niveaux

- Champ :
 - a) Conditions relatives à l'environnement et à la gestion
 - b) Démonstration
- Exploitation agricole :
 - a) Impact d'une nouvelle gestion
 - b) Mesures relatives aux interventions politiques
- Régional/national :
 - a) Information sur la demande locale d'eau et l'approvisionnement local en eau
 - b) Outil de planification
 - c) Changement dans l'utilisation des terres
- Mondial :
 - a) Commerce/Organisation mondiale du commerce (OMC)



Modèles

- Champ : modèles de culture
- Exploitation agricole : modèles de ménages agricoles (intégration de modèles biophysiques et économiques)
- Régional/national : modèles d'utilisation des terres, modèles agricoles
- Commerce mondial : modèles économiques



INTRODUCTION AUX MODÈLES DE CULTURE BASÉS SUR DES PROCESSUS



Modèles de culture

Basés sur

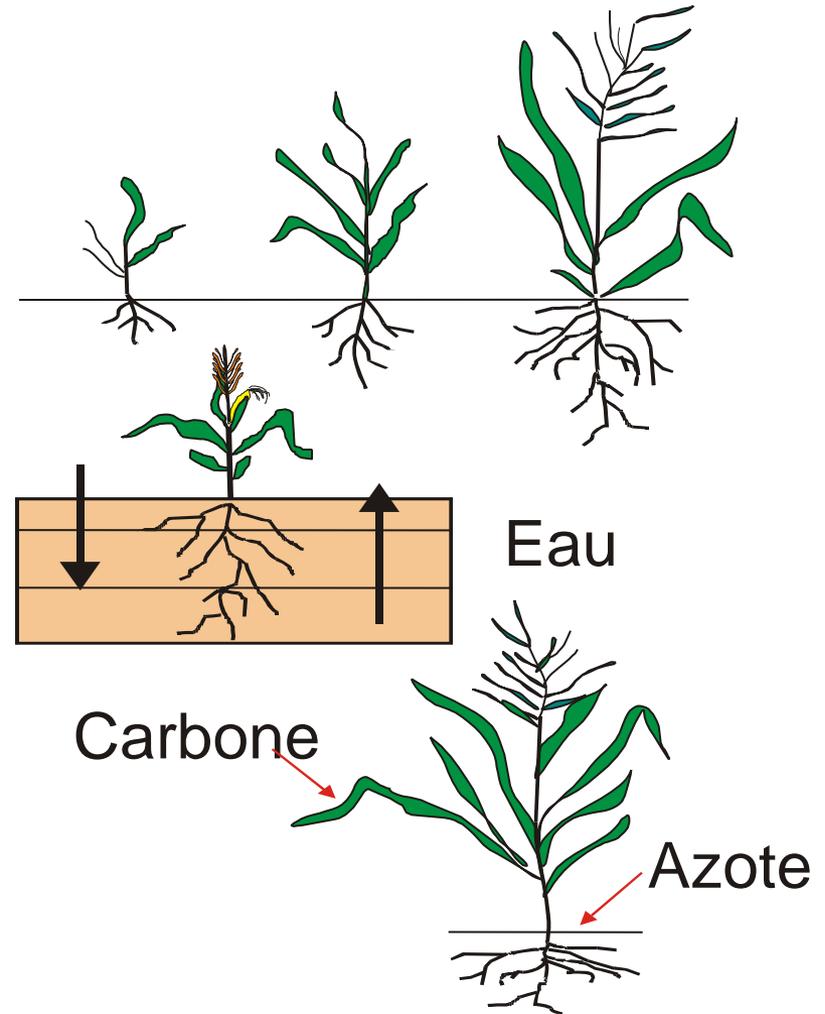
Compréhension des plantes, du sol, des conditions météorologiques, de la gestion

Calculer

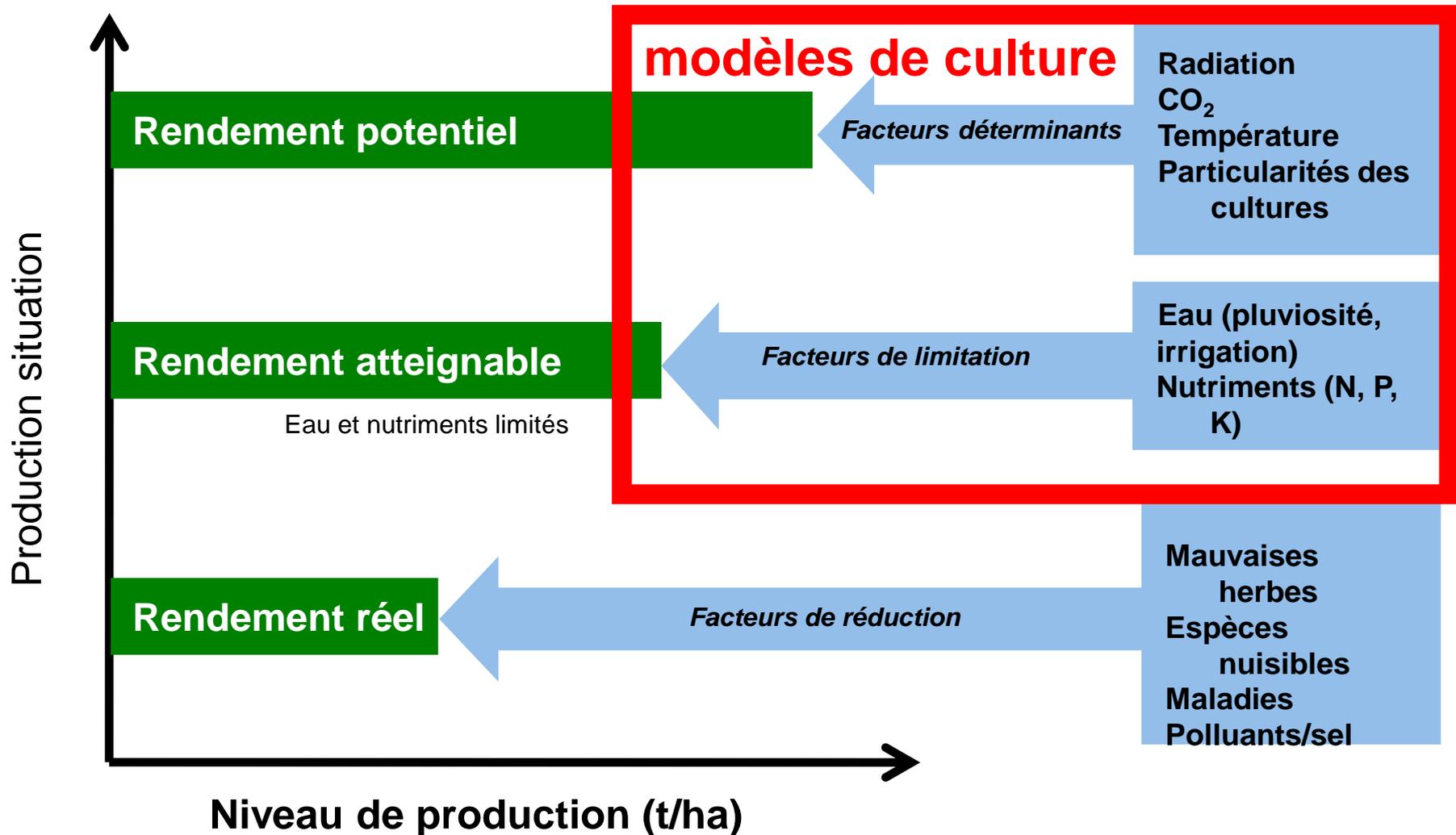
Croissance, rendement, engrais et besoin en eau, etc.

Nécessite

Information (entrées) : météo, gestion, etc.



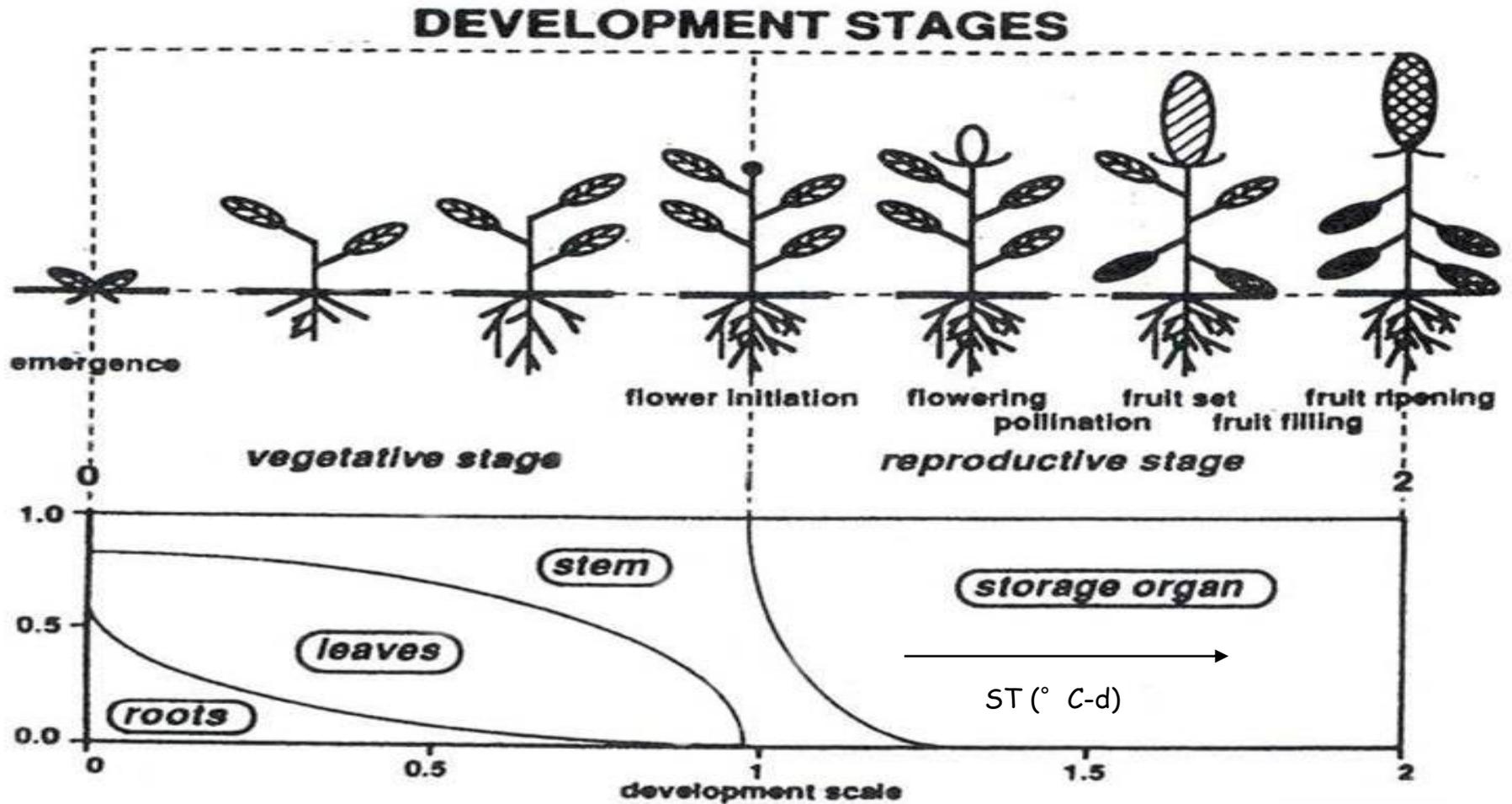
Production : Principes écologiques des niveaux de rendement



Source : Van Ittersum et Rabbinge, 1997



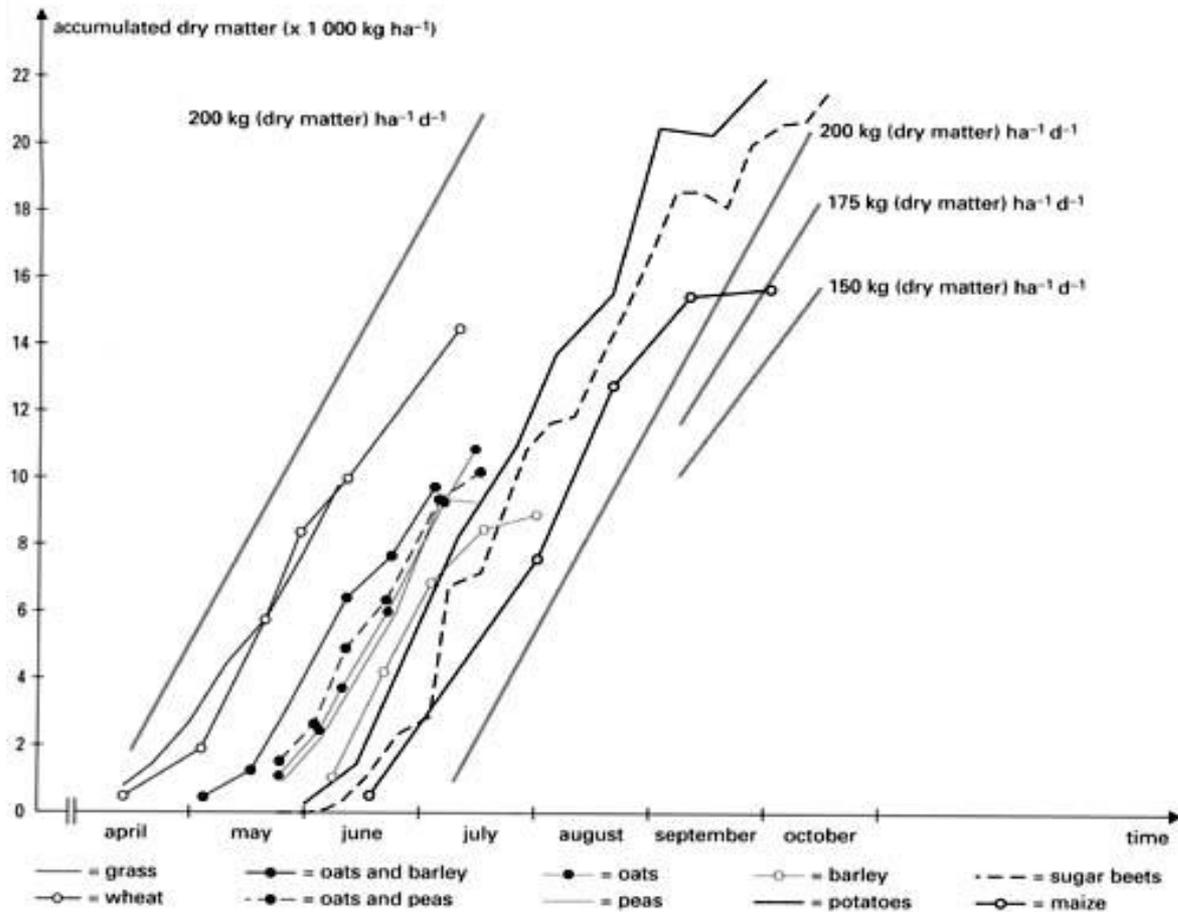
Étapes de développement des cultures



Source : Lövenstein, et al., 1995



Taux de croissance optimaux

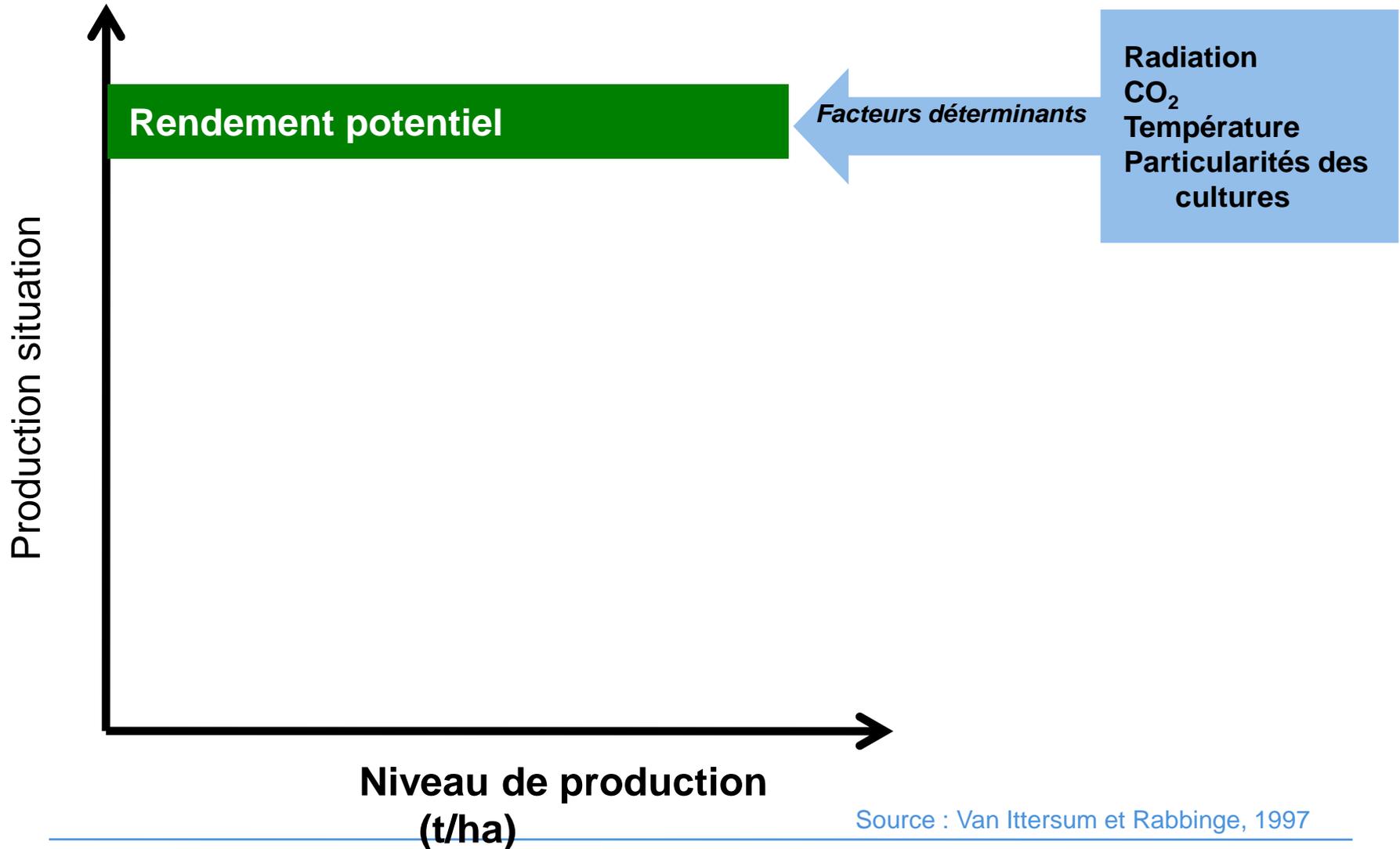


Growth rates of the main agricultural crops in the Netherlands under (near)-optimal growth conditions, compared to growth rates of 200, 175 and 150 kg (dry matter) ha⁻¹ d⁻¹
(Source: Sibma, 1968)

Source : Sibma, L., 1968



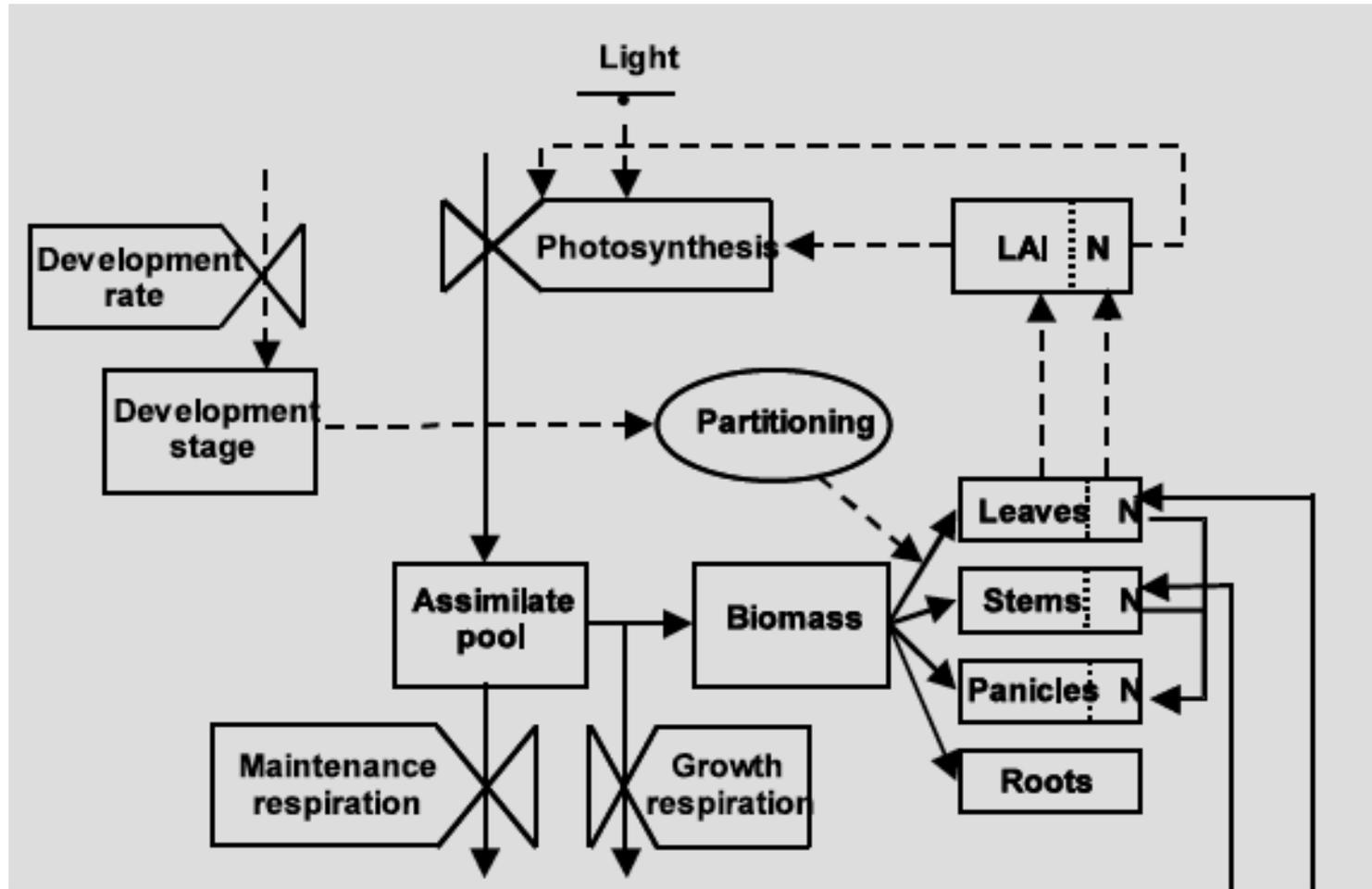
Production : principes écologiques des niveaux de rendement (suite)



Source : Van Ittersum et Rabbinge, 1997



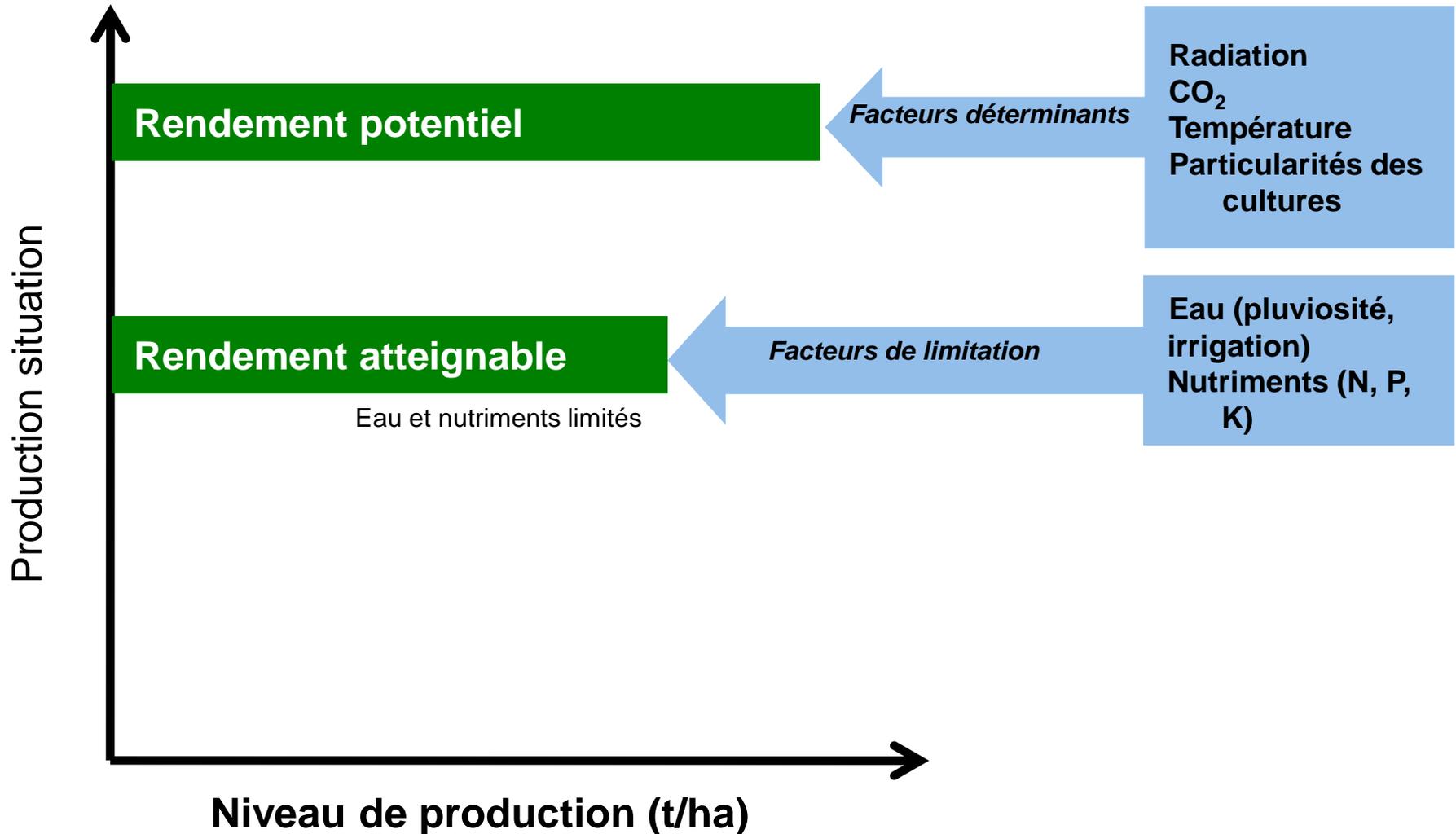
Production potentielle



Source : van Ittersum, et al., 2003



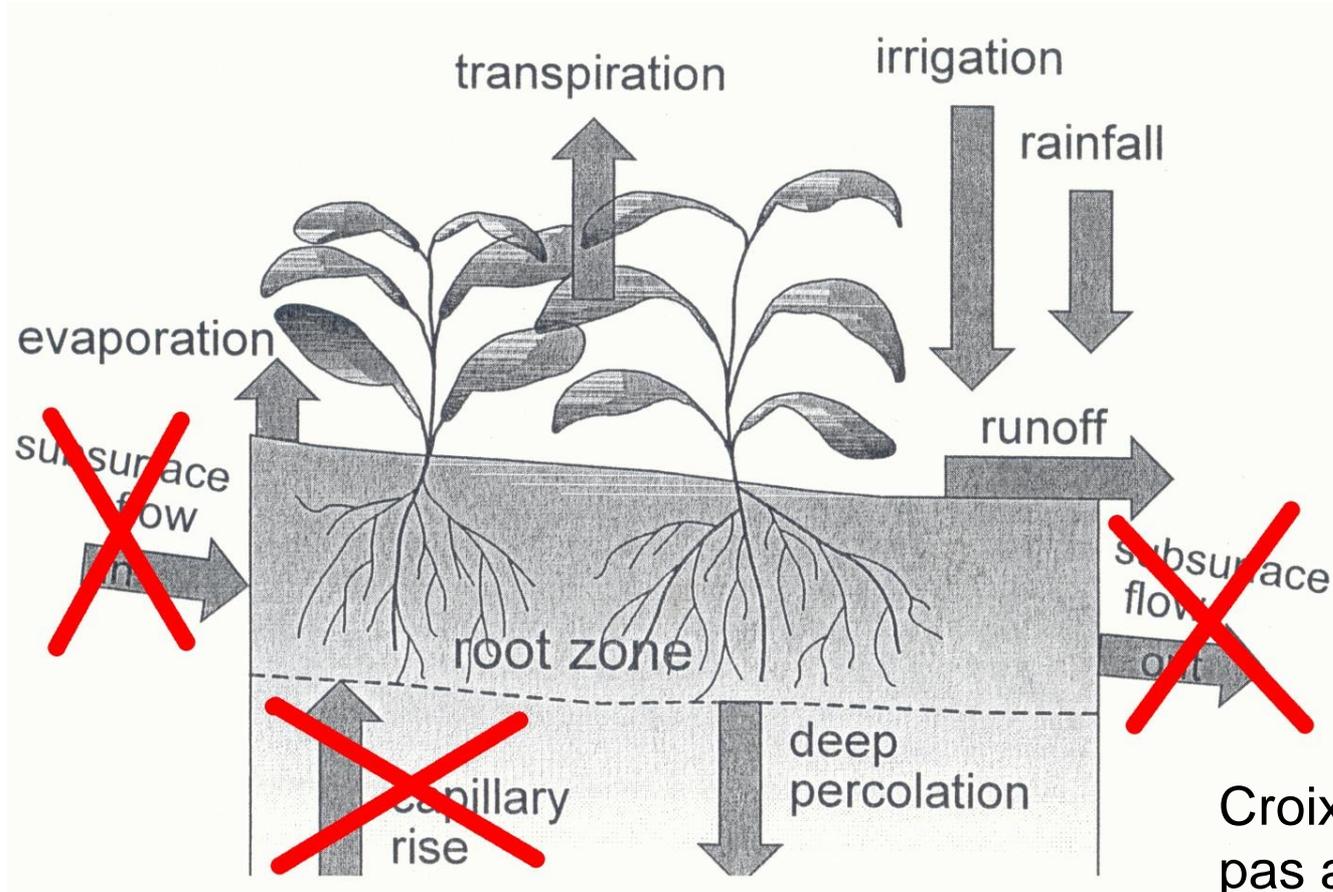
Principes écologiques de production des niveaux de rendement



Source : Van Ittersum et Rabbinge, 1997



Conditions affectant le bilan hydrique du sol : zone racinaire

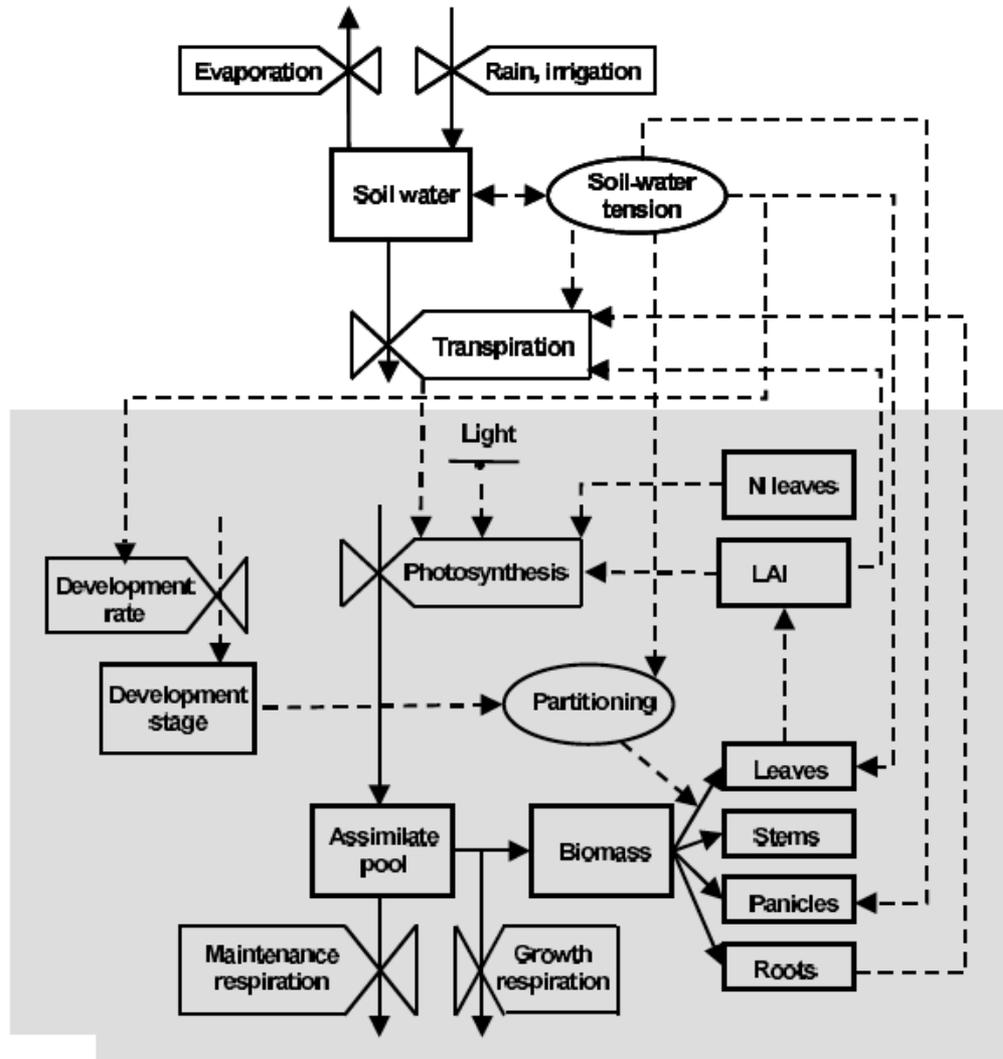


Croix rouges :
pas avec
LINTUL2

Source : Allen, et. Al., 1998



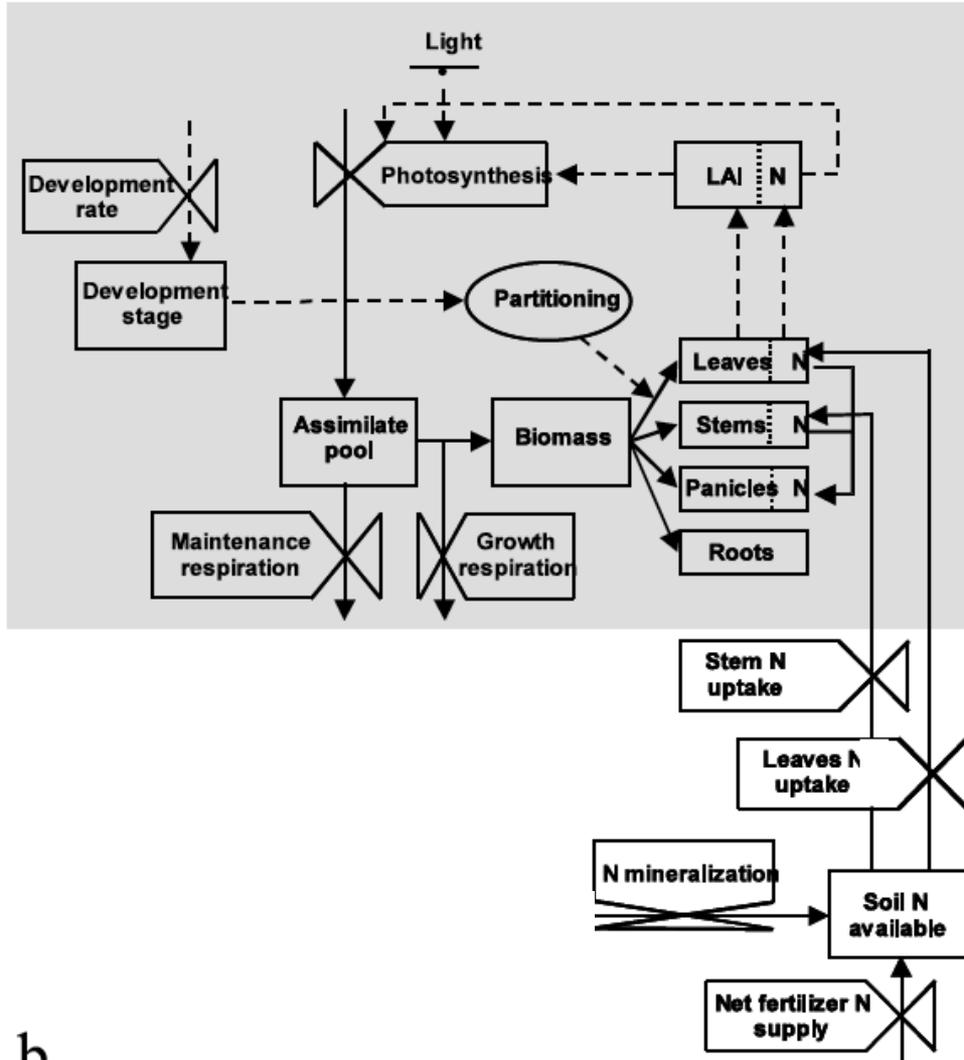
Eau limitée



Source : van Ittersum, M.K., et al., 2003



Nutriments limités

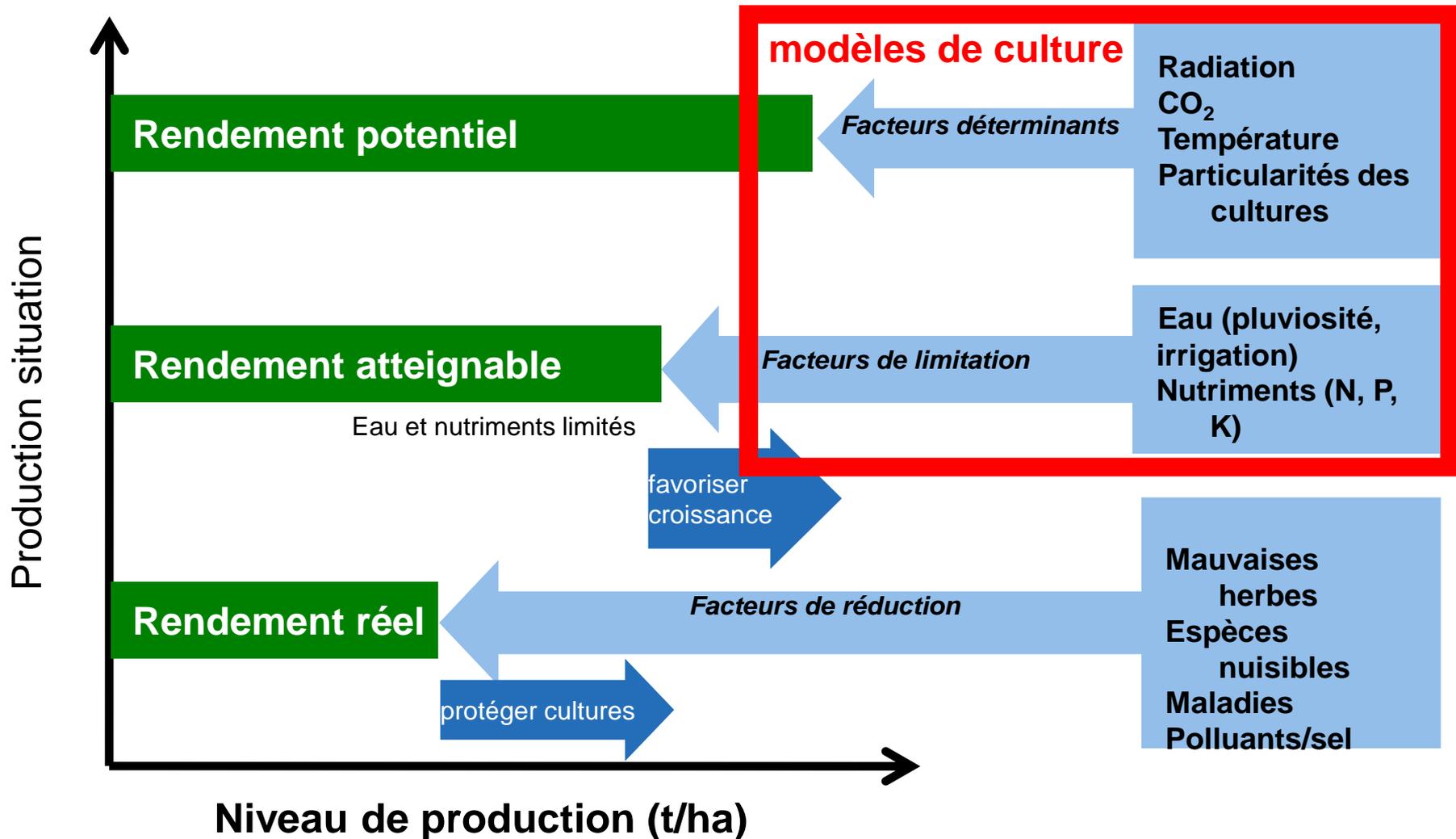


h

Source : van Ittersum, M.K., et al., 2003



La gestion est le facteur le plus important



Source : Van Ittersum et Rabbinge, 1997



Calculs simples (blé) (d'après van Keulen ; Driessen)

- Saison de croissance de 90 jours, avec période de remplissage des grains de 30 jours.
 - a) Étant donné un taux de croissance de 200 kg MS/jour/ha, le rendement potentiel est de 6 000 kg/ha :
 - À noter, le processus est déterminé par la température, de ce fait, des températures plus élevées réduiraient la saison (c.-à.-d. la période de remplissage des grains) et par conséquent, la production possible.
 - À supposer une pluviométrie de 500 mm, la culture ne transpirera que 250 mm d'eau.
 - a) La culture utilise donc 2 500 000 mm³/ha, en supposant une efficacité d'utilisation de l'eau (WUE) de 200 (kg d'eau/kg MS), il en résulte une production totale de biomasse de 12 500 kg MS.
 - Pour le blé, on suppose que la biomasse souterraine (racines) constitue 15 % de la biomasse totale. La biomasse aérienne représente donc 10 625.
 - Avec un indice de récolte (rapport entre le poids du produit récolté et de la plante aérienne entière) de 0,4, un rendement en grain de 4 250 kg/ha peut être atteint.
 - b) 500 mm est considéré comme semi-aride dans une région avec une pluviométrie de 800 mm dont 50 % sont utilisés par la culture.
 - Ainsi 400 mm produiraient des rendements de 6 800 kg/ha, et si 60 % ou 480 mm sont utilisés, le rendement pourrait atteindre jusqu'à 8 160 kg/ha.



Calculs simples (blé) (d'après van Keulen ; Driessen)

- Azote (N) à partir de la matière organique du sol :
 - a) Avec une couche arable de 15 cm et une densité apparente de 1 500 kg de sol/m³, on a 2 250 000 kg de sol pour un hectare. Avec un contenu de matière organique de 1 %, on a 22 500 kg de matière organique. En supposant que la matière organique contienne 58 % de carbone organique (C), on obtient 13 051 kg de C organique pour la terre végétale par hectare.
 - b) En supposant un rapport C/N de 10, on a 1 305 kg de N.
 - c) Avec un taux de décomposition de 2 % par an, on a un rejet d'azote de 26,1 kg.
 - d) En supposant qu'il faille 1 kg N pour chaque grain de 55 kg (blé), on peut atteindre une production limitée en nutriments de 1 435 kg/ha.
 - e) À noter que 1 % de la matière organique du sol constitue un niveau bas, en supposant 2 %, on pourrait obtenir des rendements de 2 870 kg/ha.
 - f) Tous les nombres ont une plage et peuvent être déterminés/mesurés.



Modèles - avantages

- Les modèles sont des outils d'aide ; une interaction des parties prenantes est essentielle
- Les modèles nous permettent de poser la question « et si », l'avantage relatif d'une gestion alternative peut ainsi être souligné :
 - a) Améliorer la planification et la prise de décision
 - b) Aider à la mise en application des enseignements tirés pour la création de politiques
- Les modèles permettent l'intégration entre divers échelons et différents utilisateurs, ainsi qu'une intégration intersectorielle.



Modèles – limites

- Les modèles doivent être calibrés et validés de manière à être réalistes
- Les modèles nécessitent des données et une expertise technique
- Les modèles seuls ne donnent pas de réponse ; une interaction avec les parties prenantes est essentielle.



Modèles de culture

	Valeur
Échelle spatiale des résultats	Journalière à sur des siècles
Temps d'exécution de l'analyse	Site à région
Besoins en données	4 à 5
Compétence ou formation requise	5
Ressources technologiques	4 à 5
Ressources financières	4 à 5
L'échelle de classement est la suivante : 1 (moins) à 5 (le plus exigeant)	

Exemples : CROPWAT, CERES, SOYGRO, APSIM, WOFOST, etc.



Conclusions

- Le bon sens est important lors de l'utilisation de modèles
- Dans la mesure du possible, revenez aux bases et utilisez également des calculs de type "cigar box"
- Les modèles de culture ne calculent pas les niveaux de production réels.



COMMENT ESTIMER LES FONCTIONS DE PRODUCTION DES CULTURES ?



Exposé

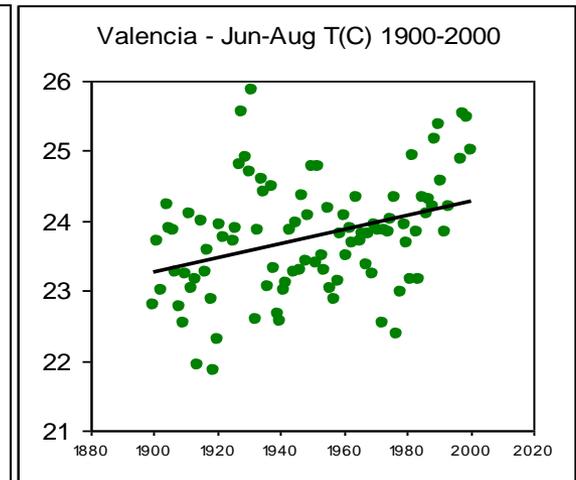
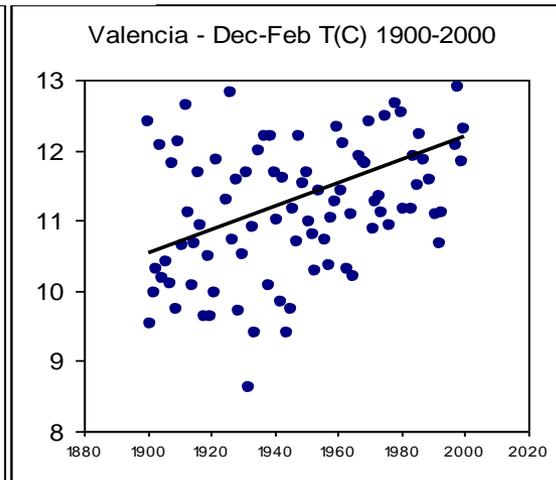
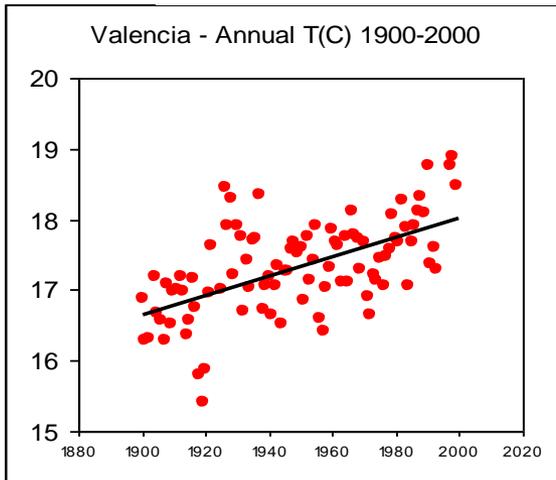
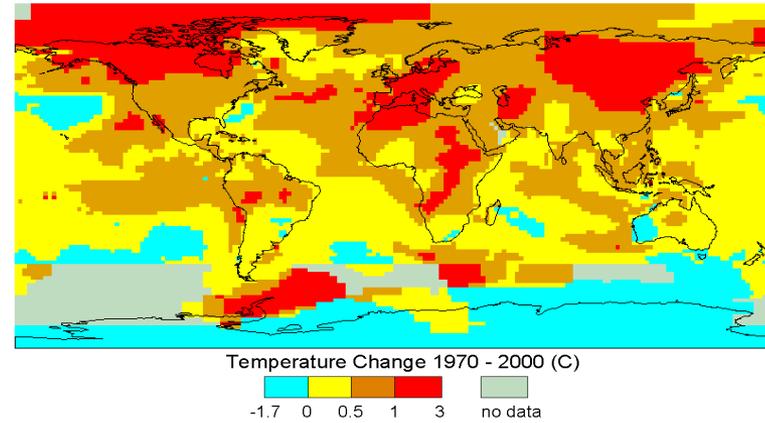
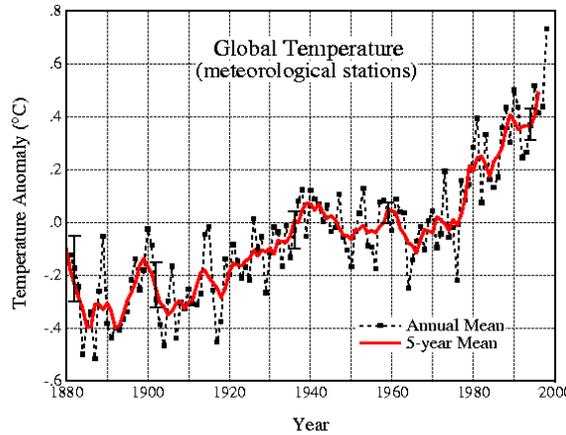
- Problèmes concernant les données
- Sélection des variables : spécification du modèle
- Sélection d'une relation fonctionnelle spécifique : estimation
- Diagnostique des résultats : validation du modèle



- Un ensemble de données observées ou simulées représentant les variables que l'on veut analyser
- Types d'ensemble de données : série chronologique, section transversale
- Données, données de panel, données spatiales
- Les données sont des données requises pour définir les points de comparaison et les scénarii climatiques, non climatiques et socio-économiques.
- Les données sont limitées
- Discussion sur les bases de données et les sources de données de soutien



Groupe de travail IPCC 1 : « Vue d'ensemble sur le réchauffement de la planète »

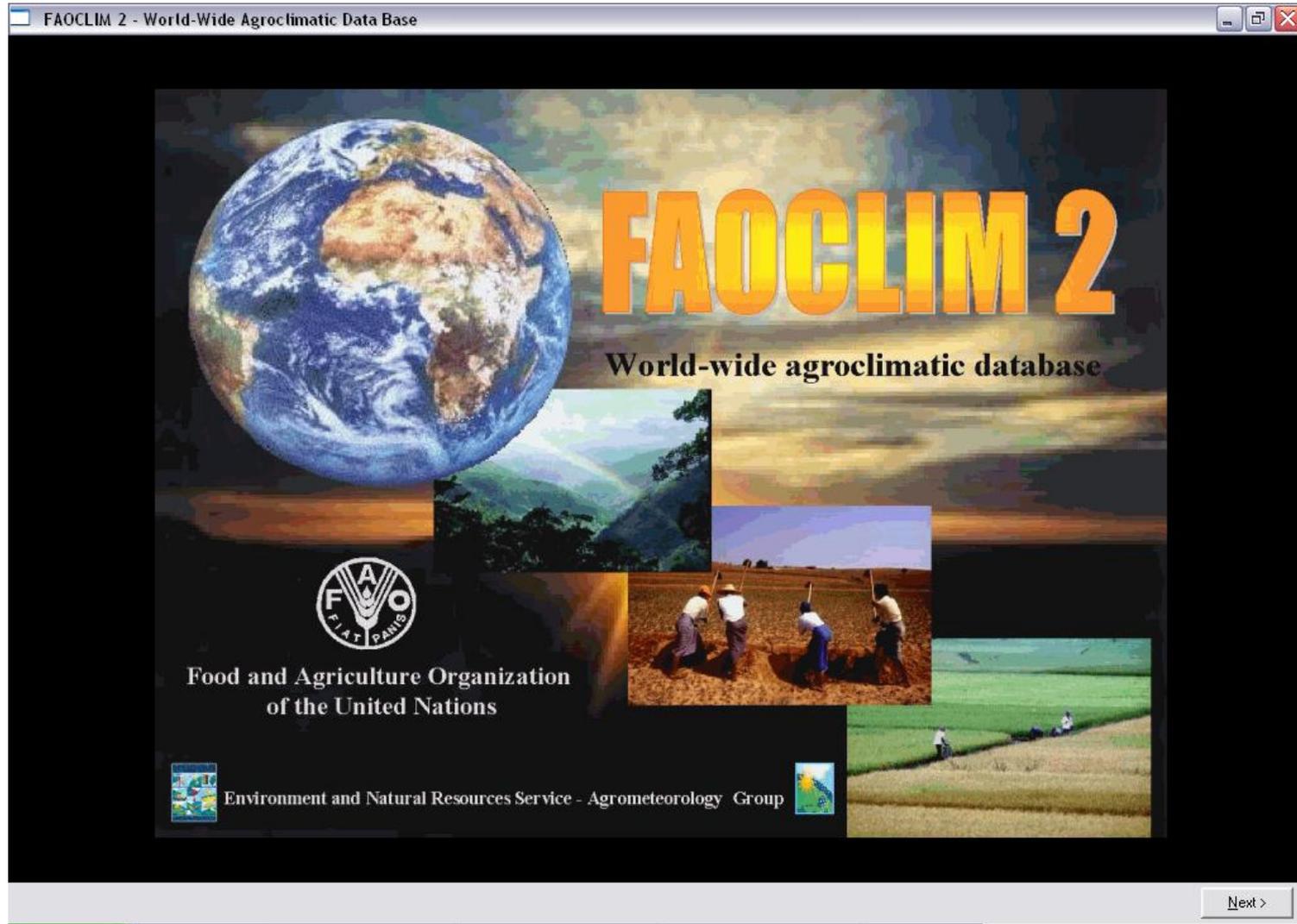


Source des données : GISS/NASA



FAOCLIM

FAOCLIM 2 - World-Wide Agroclimatic Data Base



The splash screen features a large globe on the left side. To the right of the globe, the text "FAOCLIM 2" is displayed in large, bold, orange letters with a gradient effect. Below this, the text "World-wide agroclimatic database" is written in a smaller, black font. The background is a collage of agricultural and natural scenes, including a rainbow over a valley, a sunset over a field, and people working in a field. The FAO logo is centered in the lower half, with the text "Food and Agriculture Organization of the United Nations" below it. At the bottom, there are two small icons and the text "Environment and Natural Resources Service - Agrometeorology Group". A "Next >" button is located in the bottom right corner.

FAOCLIM 2
World-wide agroclimatic database

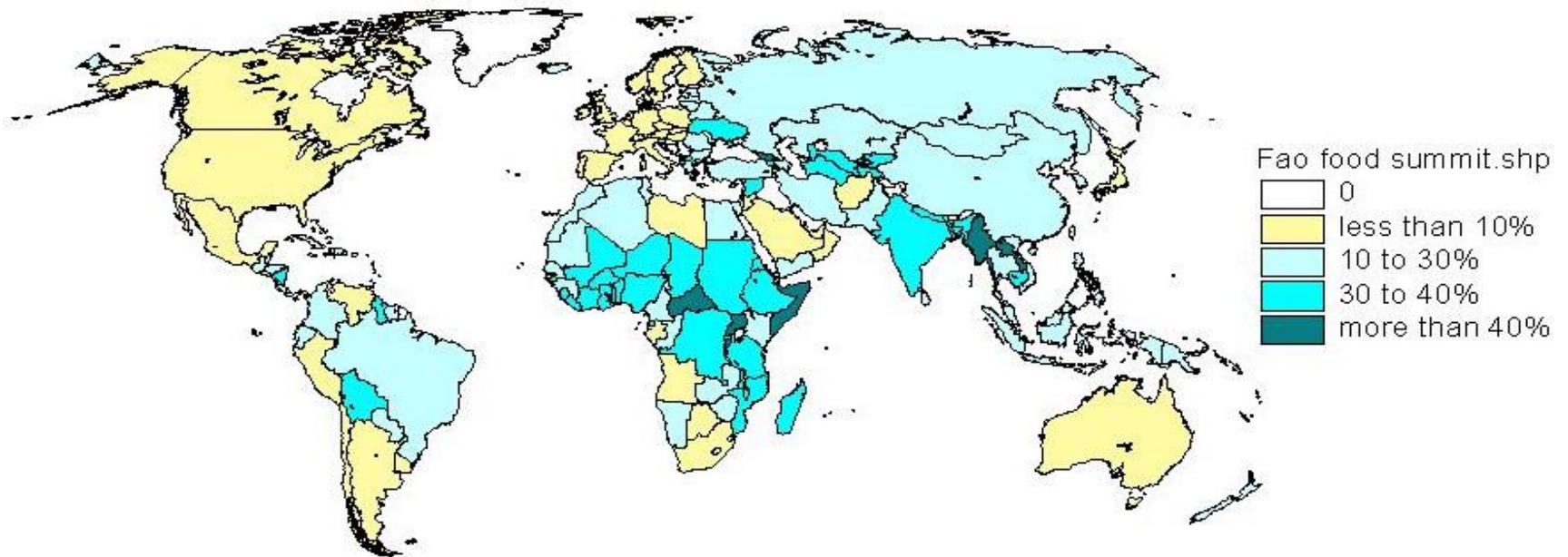

Food and Agriculture Organization
of the United Nations

 Environment and Natural Resources Service - Agrometeorology Group 

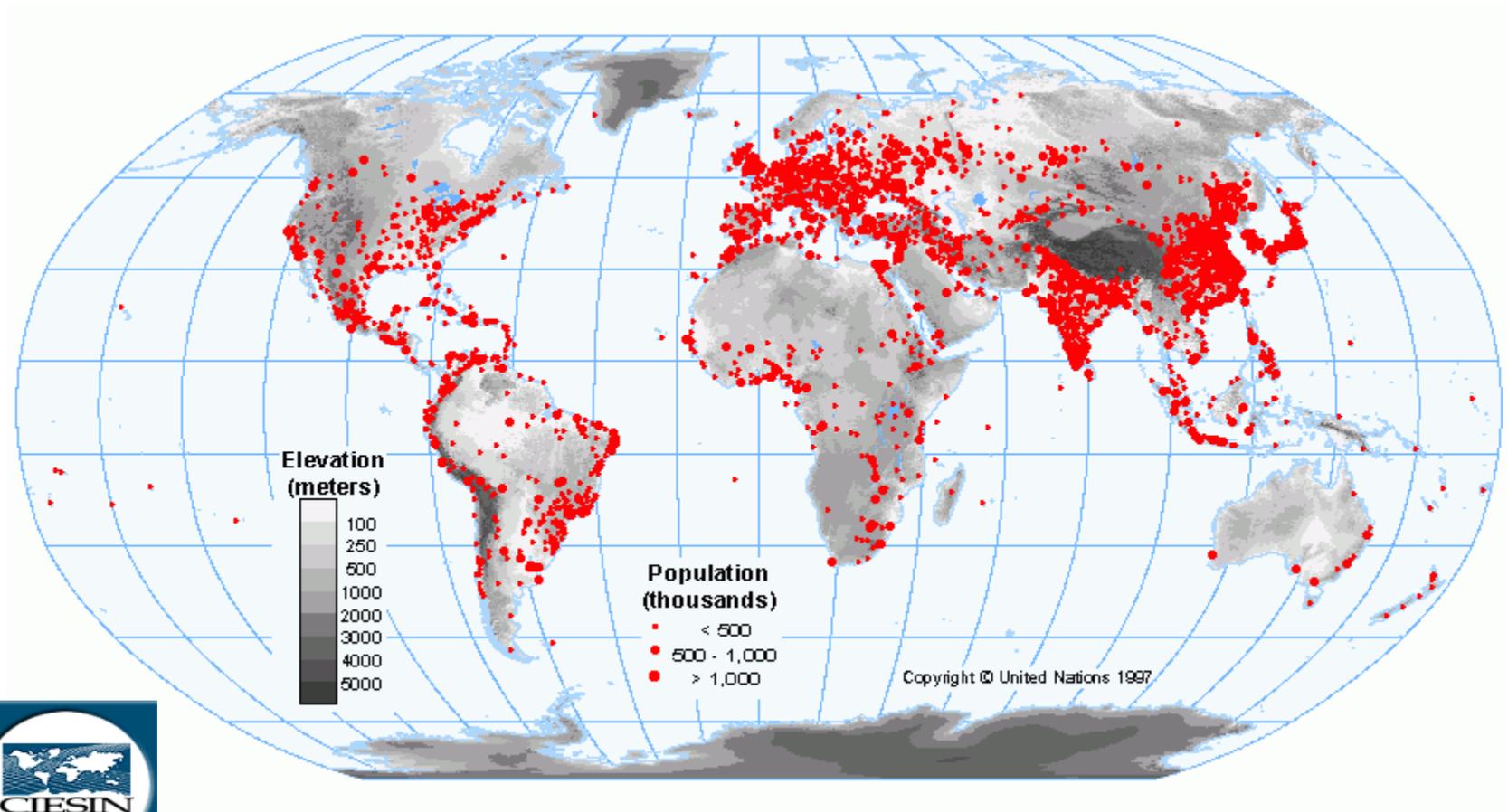
Next >



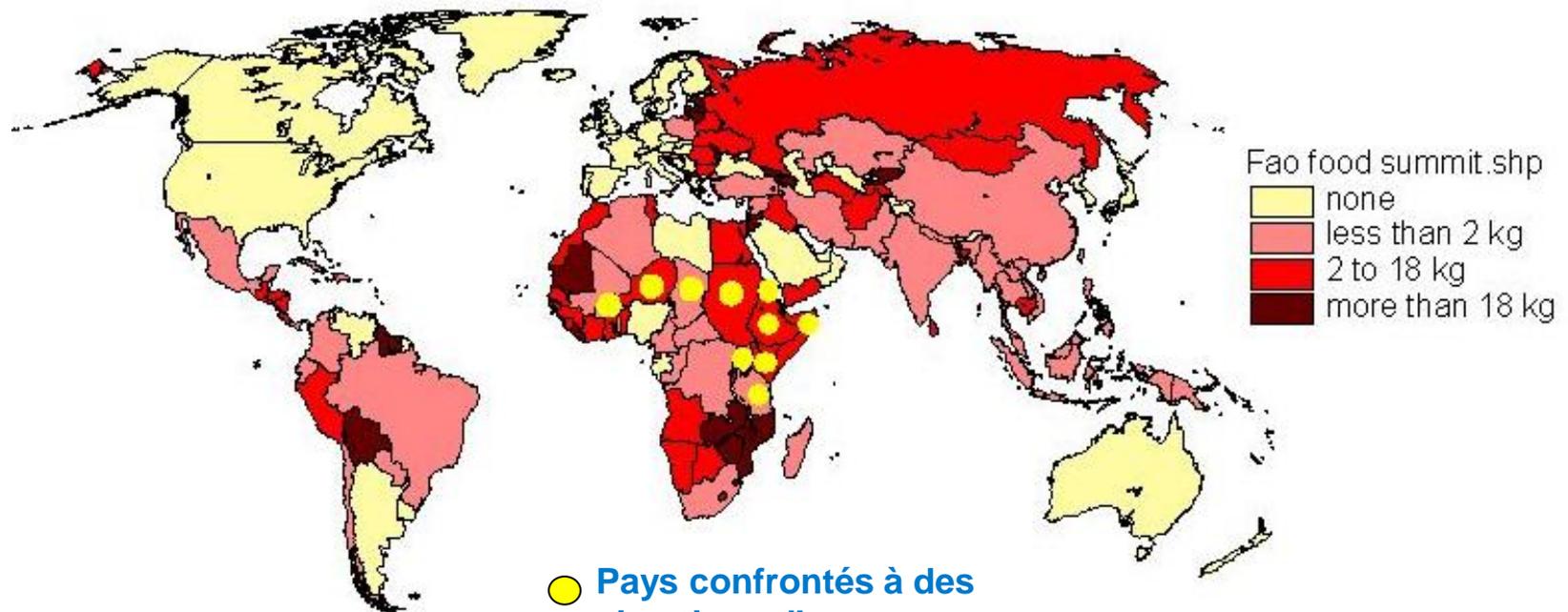
PIB agricole en pourcentage du PIB total



Population

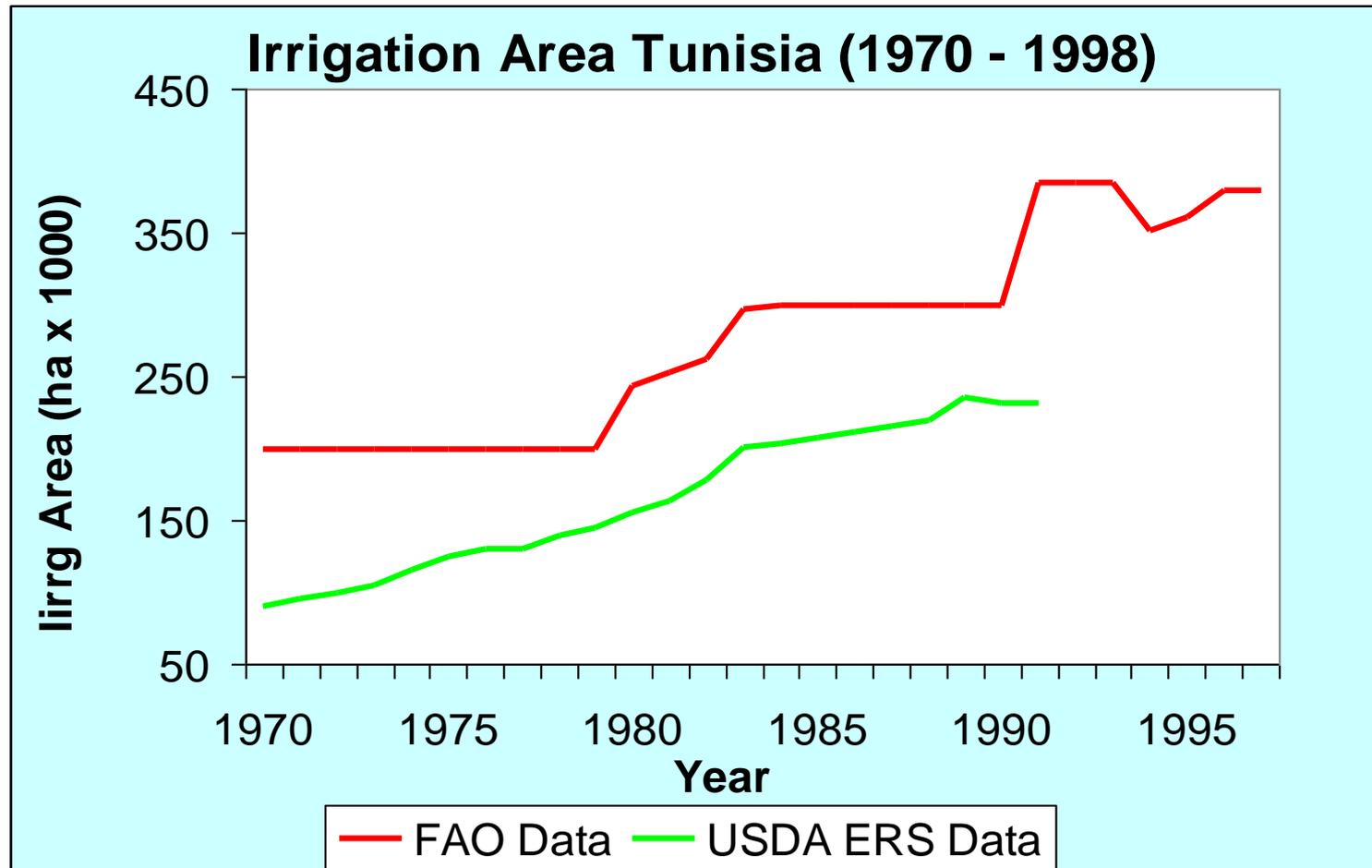


Aide alimentaire reçue de sources extérieures en 2000



- **Pays confrontés à des situations d'urgence alimentaire exceptionnelles en raison de la sécheresse d'août 2001**

Données : échelles, sources, fiabilité



Sélection des variables

Economiques

Eau

Gestion

Géographiques

Climat

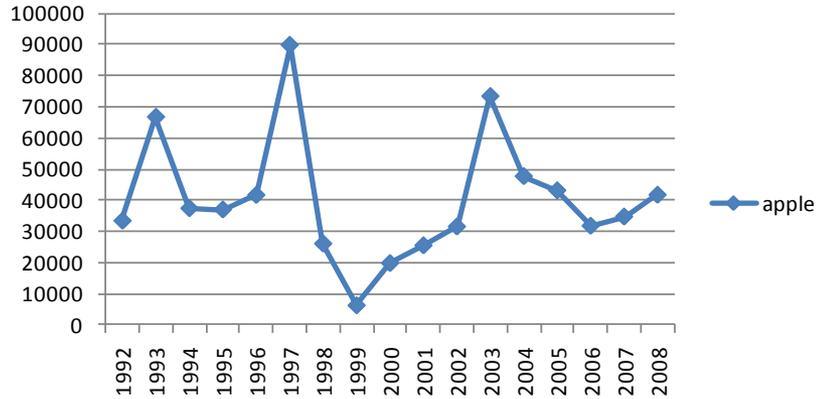
Type of variable	Name	Definition	Unit	Source of Data
Economic	Y_t	Crop yield at a site in year t	T/ha	MARM
	GAV_t	Gross added value of agriculture a site in year t	K€ current prices	MARM and INE
	L_t	Total employment of agricultural sector at a site in year t	1000 People	Labour Force Survey (LFS). INE
	P_t	Farm product price index	Base year: 2000=100	INE
Water	$Irrig_{it}$	Net water needs of crops in the ith month in year t	mm / month	Planning Hydrographic Office - CHEBRO
	$Prec_{it}$	Total precipitation in the ith month/ 3 month period in year t	mm / month	AEMET
Managment	Mac_t	Machinery in year t	N°	FAO
Geographic	T_t	Irrigated area by crop type	ha	MARM
	$Altitude_t$	Dummy variables indicating 0-600, 601-1000 and more than 1000 meters		INE
	$Area_ebro_t$	Dummy variables indicating the 3 main areas of the basin: Northern, Central and Low Ebro		
Climate	T_Max_{it}	Maximum temperature in the ith month / 3 month period in year t	° C	AEMET
	T_Mean_{it}	Average temperature in the ith month / 3 month period in year t	° C	AEMET
	Fr_{it}	No. of days with temperatures below 0° C in the ith month/ 3 month period in year t		AEMET

Source : Quiroga, Iglesias, 2011

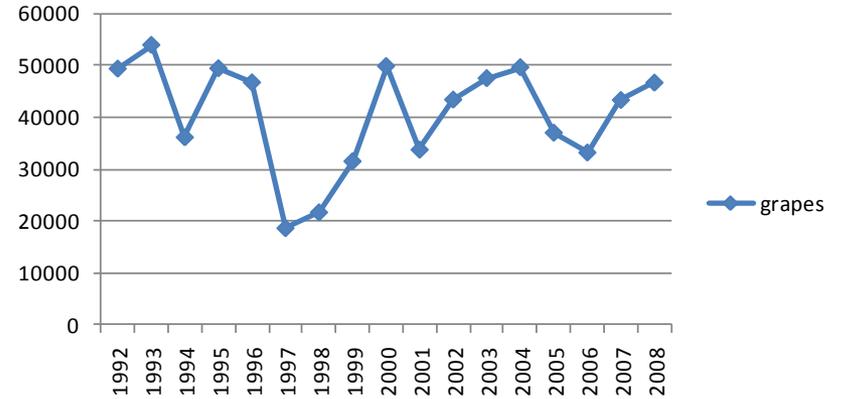


Moldavie : rendements des cultures (1992-2008)

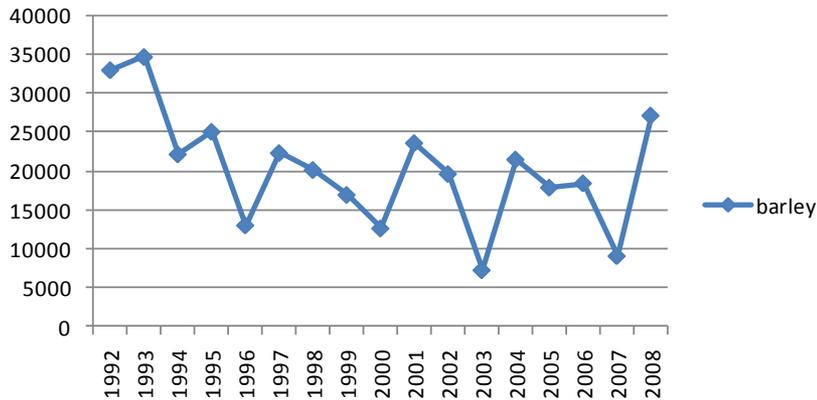
apple



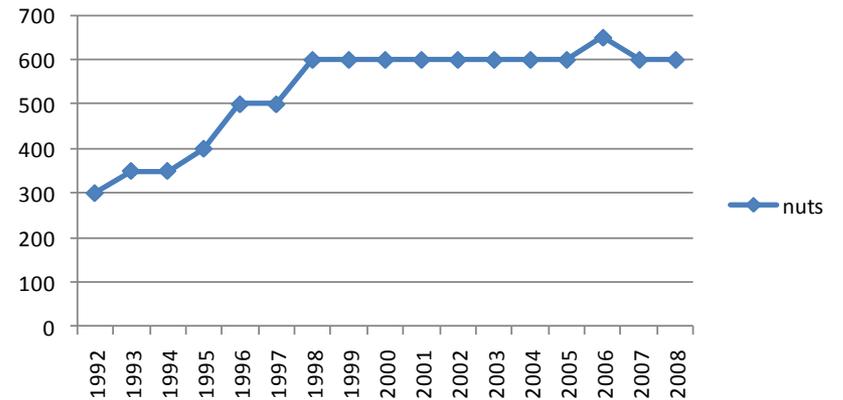
grapes



barley

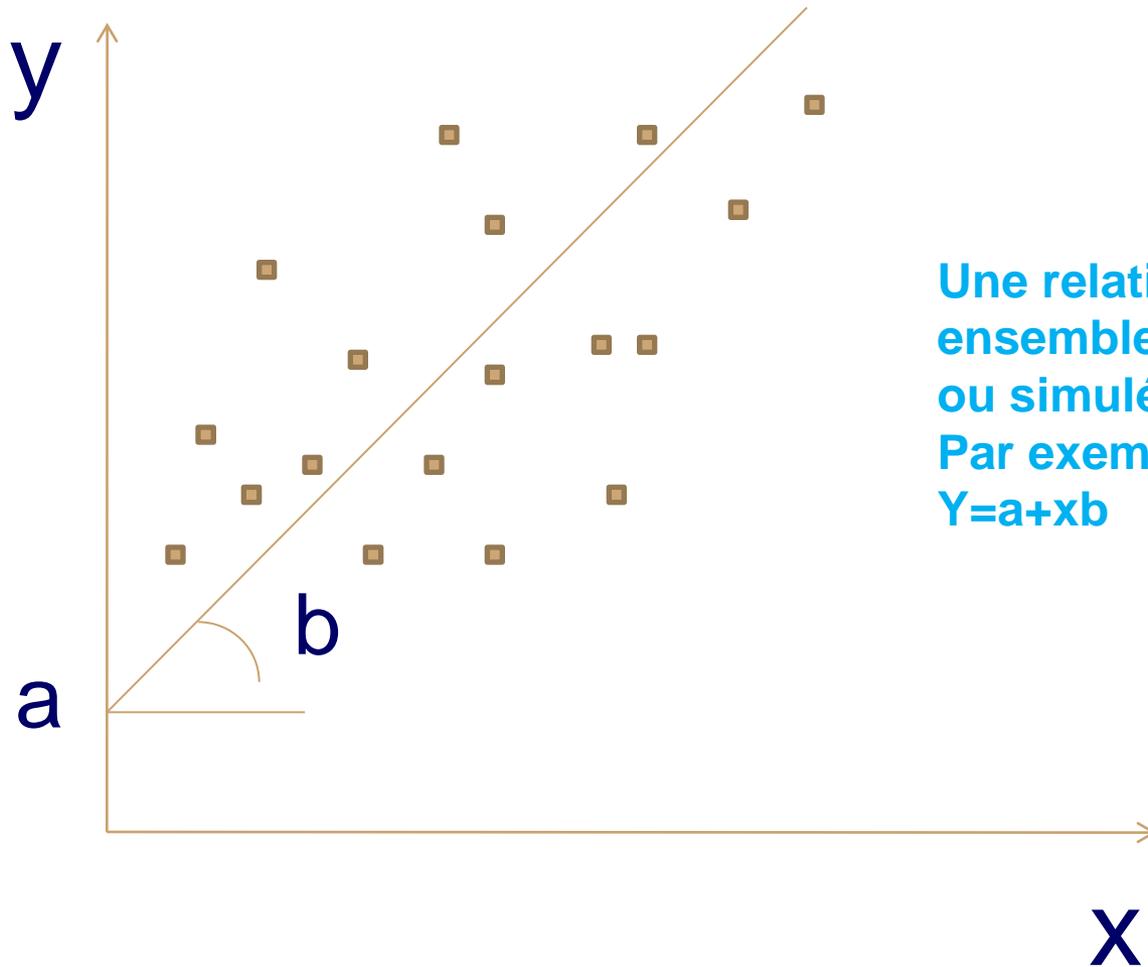


nuts



Source : FAO

Ce qu'il faut estimer...



Une relation entre un ensemble de points observés ou simulés (x,y)
Par exemple :
 $Y=a+xb$

Moindres carrés ordinaires

- Comme les valeurs au carré sont toujours positives, nous utilisons la méthode des "moindres carrés ordinaires" pour le calcul
- Choisir « a » et « b » pour minimiser la somme des carrés résiduels. Ceci permet d'éviter la compensation entre les valeurs positives et négatives.
- Nous utilisons des logiciels spéciaux (E-views, R, STATA, SPSS,...)



Interprétation de l'estimation

$$Q_t = \alpha + \beta E_t + u_t$$

Dependent Variable: Q
Method: Least Squares

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	3.268859	0.123597	26.44769	0.0000
E	0.519333	0.138008	3.763072	0.0024
R-squared	0.521367	Mean dependent var		3.335333
Adjusted R-squared	0.484550	S.D. dependent var		0.659901
S.E. of regression	0.473775	F-statistic		14.16071
Sum squared resid	2.918019	Prob(F-statistic)		0.002368

Où Q = production ; E = emploi

Coefficients

- Chacun des coefficients représente l'effet de la variable explicative sur la variable dépendante (Y).
- La valeur estimée pour « b » indique la variation qui se produit sur la variable dépendante (Y) lorsque la variable explicative (X) varie dans une unité et que les autres restent constantes.
- Dans l'exemple de la diapositive précédente : chaque augmentation d'une unité de l'emploi produit une augmentation de 0,52 unités de production.



Application pratique

1. Estimer les fonctions statistiques de l'incidence sur le rendement pour certaines cultures en Espagne
2. Évaluer les effets du changement climatique
3. Adaptation : changements de gestion pour améliorer le rendement dans le cadre du changement climatique





ÉTUDE DE CAS LOCAL

Variables climatiques, technologiques et de gestion

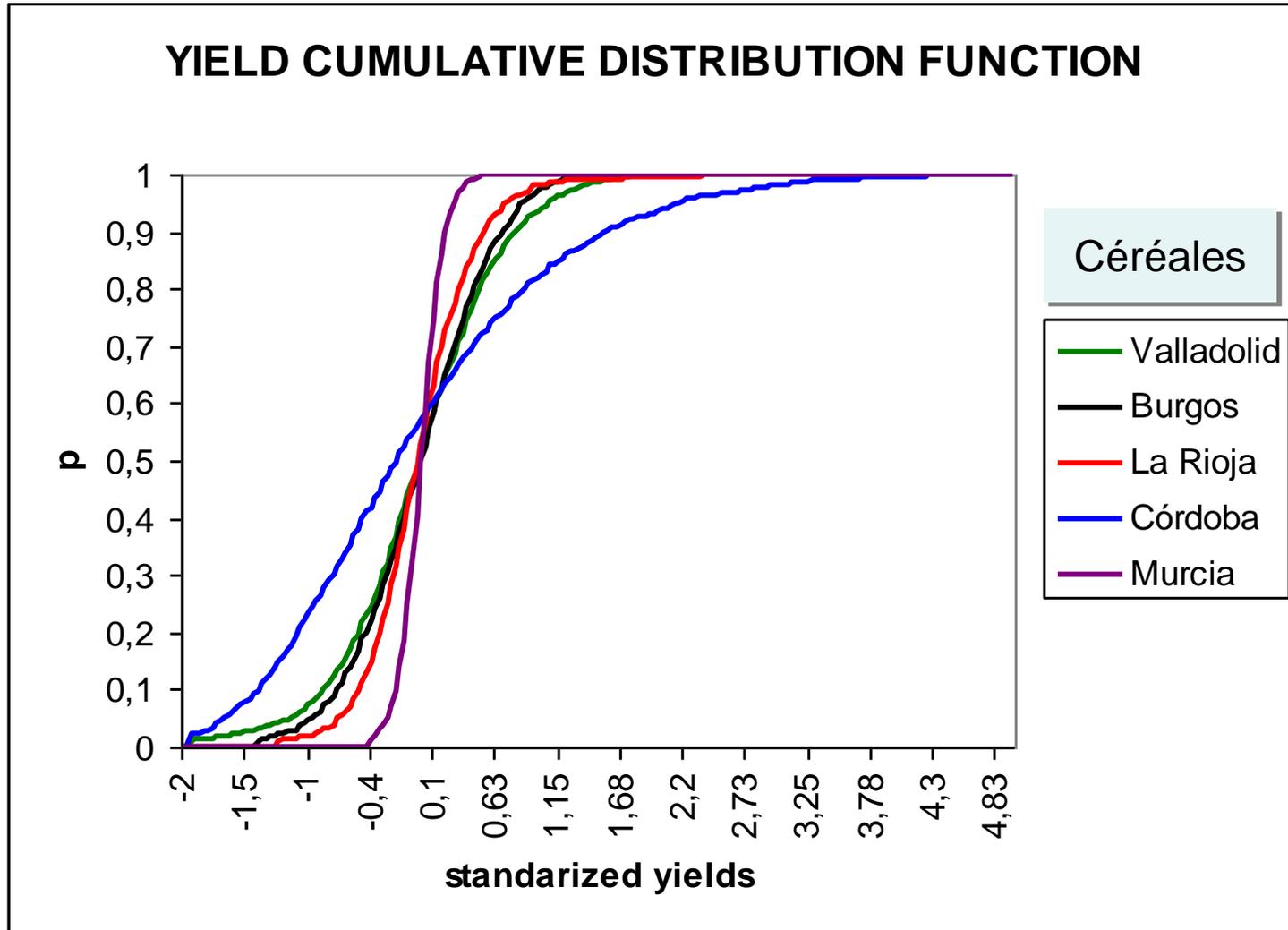
Cultures	Sites pour l'analyse
Blé	Burgos, Cordoue, Murcie & La Rioja
Raisin	Burgos, Cordoue, Murcie & La Rioja
Olives	Cordoue, Murcie & La Rioja
Oranges	Valence, Murcia & Cordoue
Orge	Valladolid

Comment la sécheresse affecte-t-elle le rendement du raisin ?

Estimation du modèle de régression

Culture/ Site		Raisin/Cordoue			Raisin/La Rioja	
		Estimation	Valeur P		Estimation	Valeur P
Variables	$\ln R_{t-1}$	0,2553	(0,0316)	Mac (mécanisation)	0,0025	(0,0000)
	Temp moy oct	-0,1162	(0,0000)	Temp moy dec	-0,0488	(0,0442)
	Temp moy jan-fev	0,0781	(0,0155)	Prec. tot. fev	0,0055	(0,0263)
	Prec. tot. fev	-0,0043	(0,0000)	Prec. tot. sep	-0,0022	(0,0496)
	Prec. tot. août	0,0130	(0,0148)	Tmax mai	0,0748	(0,0000)
	Séch	-0,2101	(0,0046)			
	Imp ⁷⁶	-0,7094	(0,0005)			
Ljung-Box	Q ₁	0,6293	(0,428)		0,2939	(0,588)
	Q ₂	2,3256	(0,313)		0,3180	(0,853)
	Q ₃	2,3476	(0,503)		0,7825	(0,854)
	Q ₄	3,1141	(0,539)		0,8015	(0,938)
Test de White		0,6028	(0,8089)		1,3900	(0,2230)
R ²		0,84			0,73	





MODÈLES D'ÉQUILIBRE GÉNÉRAL

Mécanismes du marché :
Modèle du GTAP



Équilibre général calculable

- Les estimations relatives à l'impact du marché et les effets économiques directs qui leur sont associés sont entrés dans un **modèle d'équilibre général calculable (EGC)**, qui modélise la plupart des pays de l'UE de manière individuelle.
- Ce cadre saisit non seulement les effets directs d'un impact climatique particulier mais aussi les effets indirects sur le reste de l'économie.
- In fine, le modèle EGC traduit les scénarii de changements climatiques en changements dans le bien-être du consommateur et du PIB, en comparaison avec le scénario de base sans changement climatique.



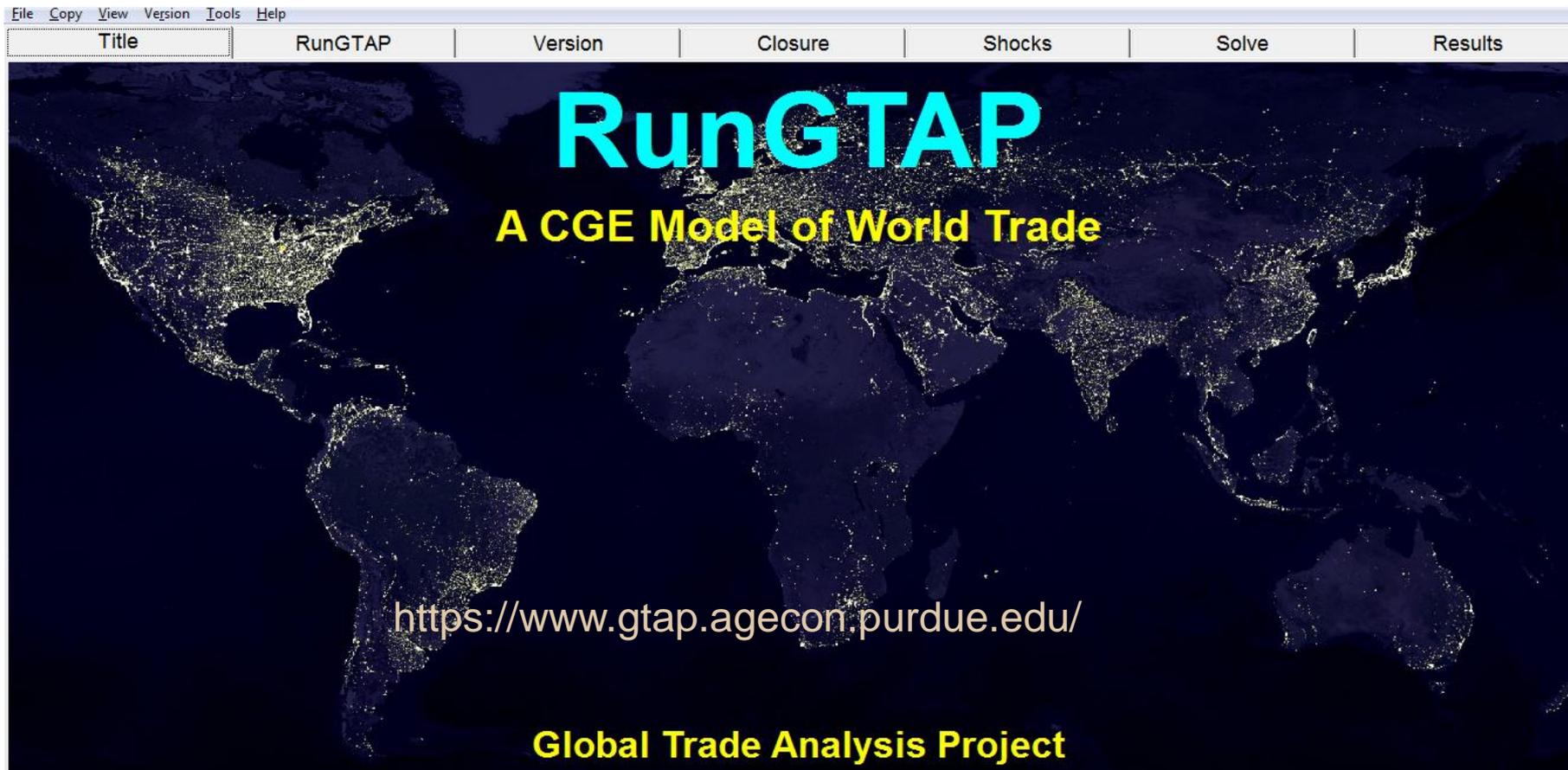
Théorie d'équilibre général

- La théorie d'équilibre générale est une branche de la théorie économique néoclassique.
- Elle vise à **expliquer le comportement de l'offre, la demande et des prix dans l'ensemble de l'économie** avec plusieurs marchés, en cherchant à prouver **l'existence de prix d'équilibre des biens et que tous les prix sont équilibrés**, d'où l'appellation d'équilibre général, par opposition à l'équilibre partiel.
- Comme tous les modèles, il décrit une **abstraction** de l'économie réelle mais il s'agit d'un modèle utile qui permet à la fois de considérer **les prix d'équilibre en tant que prix à long-terme** et de considérer les prix réels comme des déviations par rapport à l'équilibre.
- Un modèle EGC se base sur les relations commerciales entre les pays au niveau international (il s'agit d'un modèle théorique basé sur une théorie économique).



- Le GTAP est une base de données internationale qui représente l'économie mondiale sur une période d'un an (2004), et inclut une représentation des principaux secteurs économiques.
- Les pays sont reliés par les flux d'échanges commerciaux, les prix du marché et les flux commerciaux. Il prend en compte les marchés équilibrés sans excès d'offre ou de demande.
- Les variations des prix relatifs entraînent des effets sur l'équilibre général et changent les flux économiques.

Modèle du GTAP



BASE DE DONNÉES DU GTAP

- 113 régions mondiales
- 57 secteurs
- Facteurs : terres, main-d'œuvre, capital et
- ressources naturelles



BASE DE DONNÉES DU GTAP

Old sector	New sector	Old sector description
1 pdr	1 Food	Paddy rice
2 wht	1 Food	Wheat
3 gro	1 Food	Cereal grains nec
4 v_f	1 Food	Vegetables, fruit, nuts
5 osd	1 Food	Oil seeds
6 c_b	1 Food	Sugar cane, sugar beet
7 pfb	1 Food	Plant-based fibers
8 ocr	1 Food	Crops nec
9 ctl	1 Food	Cattle, sheep, goats, horses
10 oap	1 Food	Animal products nec
11 rmk	1 Food	Raw milk
12 wol	1 Food	Wool, silk-worm cocoons

L'alimentation représente le secteur agricole

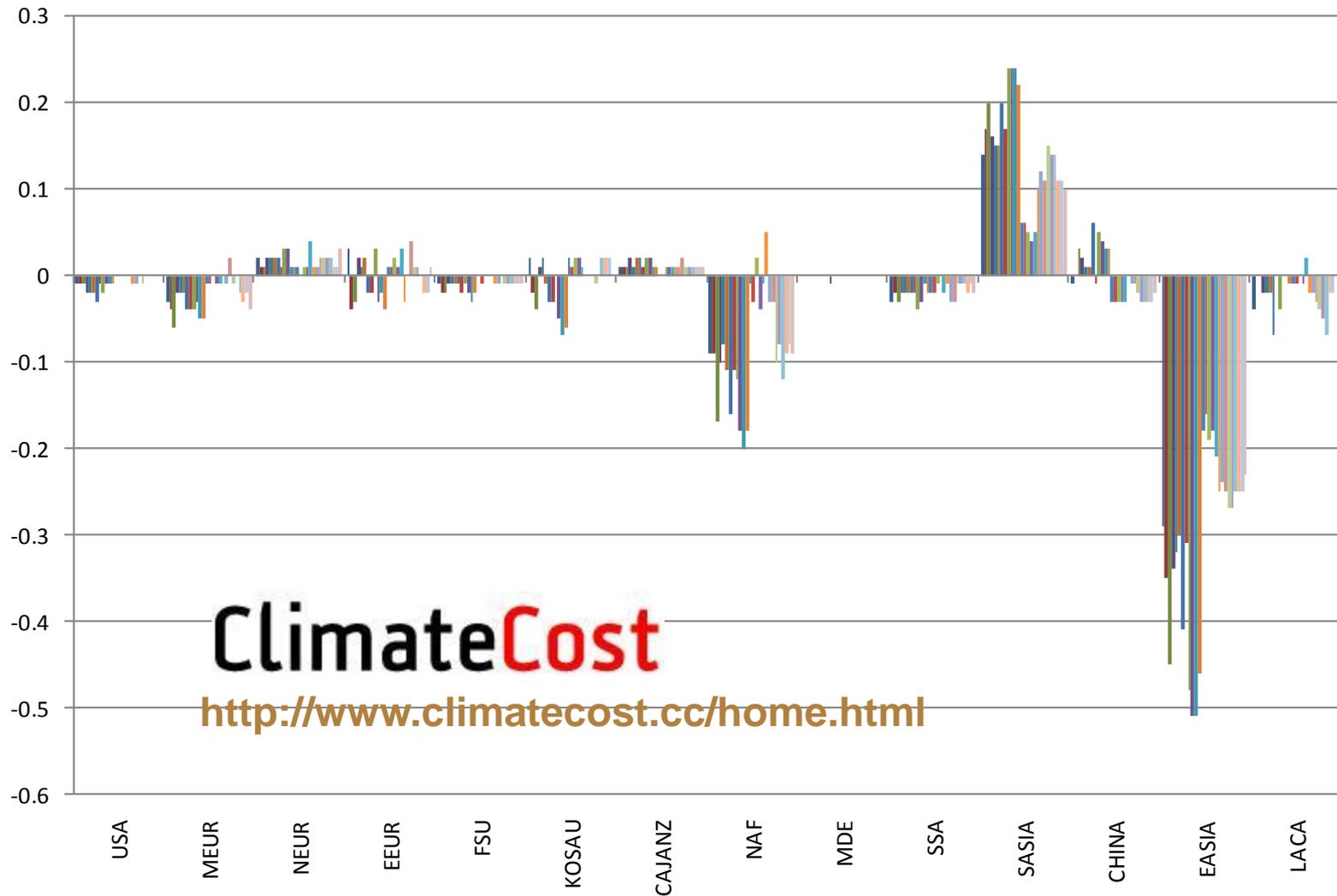


BASE DE DONNÉES DU GTAP

Region	Countries
USA	USA
MEUR	France, Portugal, Spain, Italy, Macedonia, Serbia, Slovenia, Albania, Bosnia Herzegovina, Croatia, Cyprus Greece
NEUR	Norway, Finland, Sweden, German, Austria, Ireland, UK, Belgium, Denmark, Finland, Luxemburg, Netherlands, Switzerland
EEUR	Czech Republic, Estonia, Latvia, Lithuania, Poland, Slovakia, Romania, Hungary, Bulgaria
FSU	Belarus, Ukraine, Azerbaijan, Moldova, Georgia, Russia, Armenia, Tajikistan, Turmekistan, Uzbekistan, Kazakhstan
KOSAU	South Africa, Republic of Korea, Australia
CAJANZ	Japan, New Zealand, Canada
NAF	Argelia, Tunisia, Libya, Morocco, Egypt
MDE	Turkey, Israel, Jordan, Lebanon, Syria, Iran, Iraq, Saudi Arabia, Kuwait, Oman, United Arab Emirates, Yemen
SSA	Eritrea, Guinea, Benin, Burkina Faso, Gambia, Ghana, Guinea-Bissau, Ivory Coast, Liberia, Nigeria, Mauritania, Mali, Central Africa Republic, Angola, Togo, Cameroon, Rep. Dem. Congo, Rep Congo, Equat. Guinea, Senegal, Niger, Sudan, Sierra Leone, Chad, Kenya, Ethiopia, Tanzania, Burundi, Mozambique, Rwanda, Zambia, Botswana, Gabon, Malawi, Djibouti, Somalia, Zimbabwe, Lesotho, Namibia, Uganda, Zimbabwe, Madagascar
SASIA	Afganistan, Nepal, India, Sri Lanka, Pakistan, Bangladesh
CHINA	China, Taiwan
EASIA	Mongolia, Indonesia, Papua New Guinea, Malaysia, Cambodia, Laos, Myanmar, Thailand, Philipines, Vietnam, Korea Democ. Peoples Rep.
LACA	Mexico, Nicaragua, Belice, Costa Rica, Cuba, Dominican Republic, El Salvador, Guatemala, Guyana, Haiti, Honduras, Argentina, Uruguay, Jamaica, Nicaragua, Panamá, Puerto Rico, Suriname, Colombia, Ecuador, Venezuela, Peru, Bolivia, Brazil, Paraguay, Chile



Variations du PIB % (dollars constant, 2004) imputables au changement climatique



ClimateCost

<http://www.climatecost.cc/home.html>



VARIATIONS DE LA PRODUCTIVITÉ DES TERRES



Motifs d'inquiétude

	Effet possible	Degré de confiance
Emplacement optimal des cultures (zones)	changement	élevé
Productivité des récoltes	changement	élevé
Exigences en matière d'irrigation	augmentation	élevé
Salinité du sol et érosion	augmentation	moyen
Dommages causés par des conditions extrêmes	augmentation	moyen
Dégradation environnementale	augmentation	moyen
Espèces nuisibles et maladies	augmentation	moyen

Source : Iglesias et al, 2011



ClimateCost

climate policy in an integrated disaggregated framework

Site under construction

[Home](#) [Project Overview](#) [Team](#) [Reports and Publications](#) [7FWP Partner Projects](#) [Project Team Area](#)

ClimateCost (the Full Costs of Climate Change) is a major research project on the economics of climate change, funded from the European Community's Seventh Framework Programme.

The objective of the project is to advance knowledge in three areas:

- Long-term targets and mitigation policies.
- Costs of inaction (the economic effects of climate change).
- Costs and benefits of adaptation.

The projects is addressing these objectives through seven tasks:

1. Identify and develop consistent scenarios for climate change and socio-economic development, including mitigation scenarios.
2. Quantify in physical terms, and value as economic costs, the effects of future climate

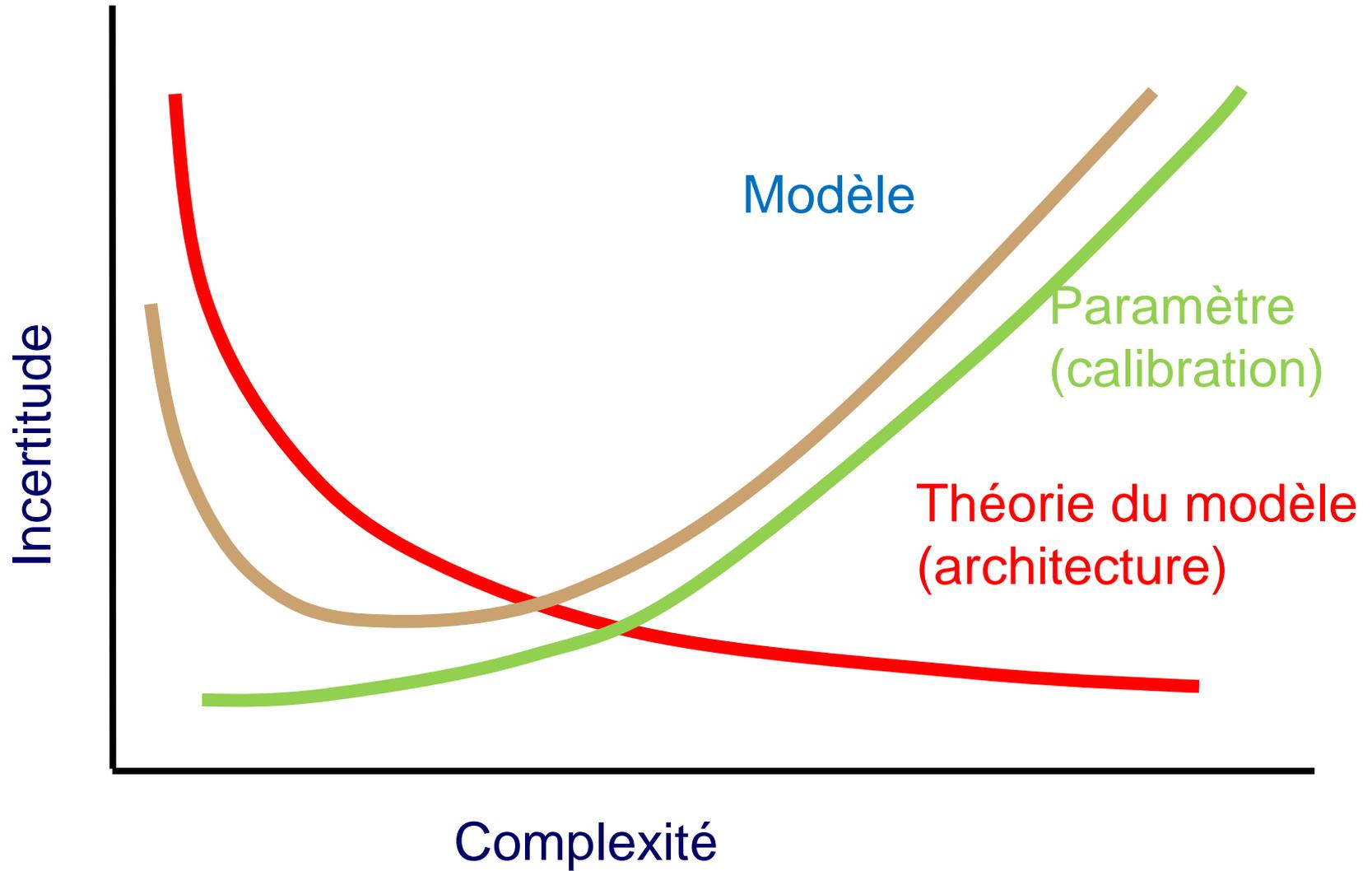
Download Document

[ClimateCost Project E](#)

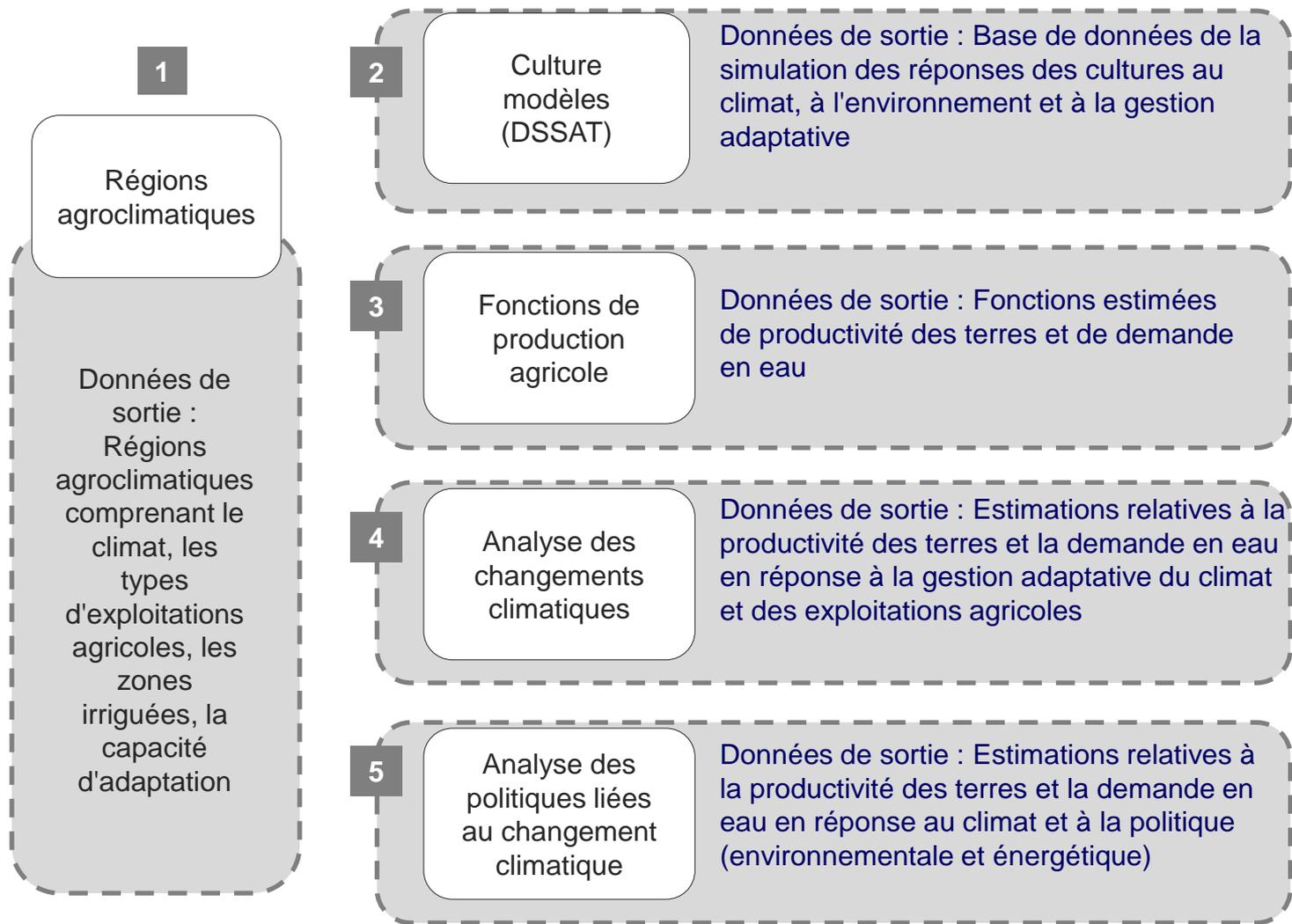
Project Funders:



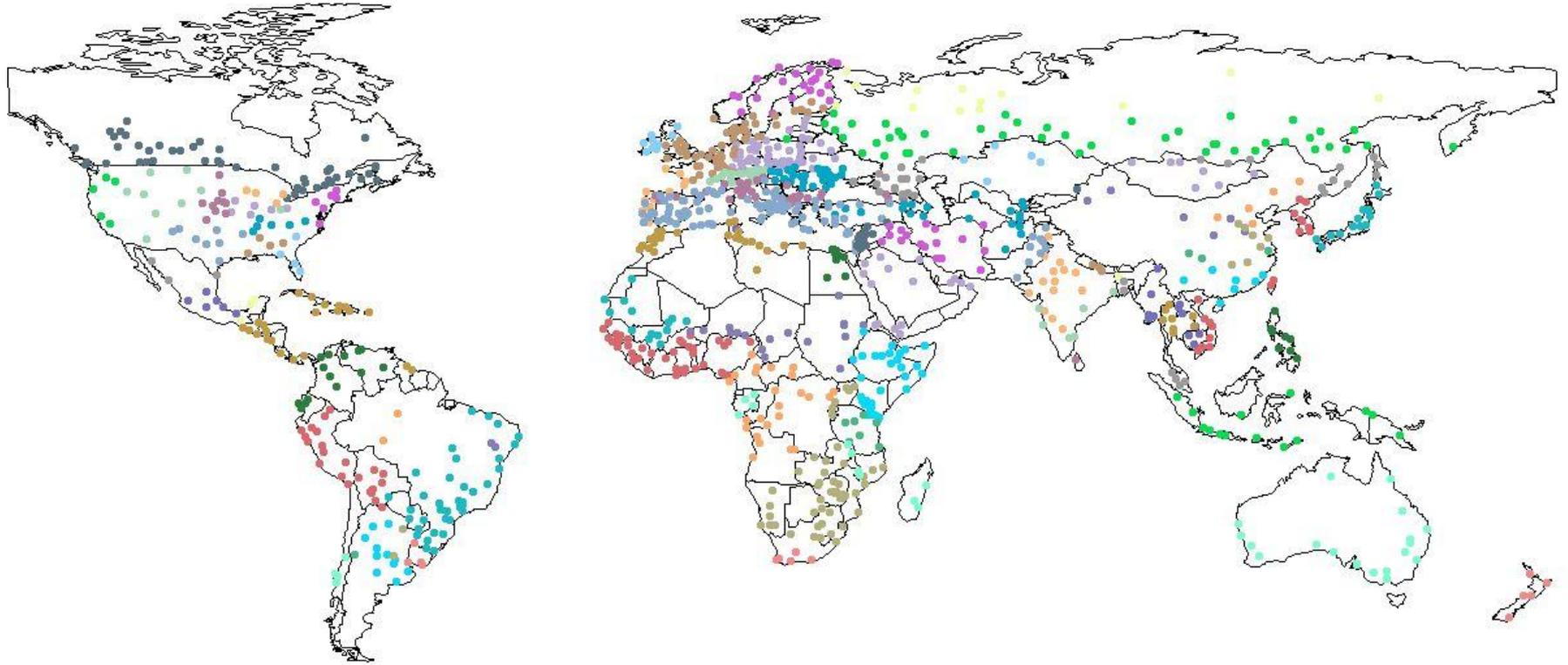
Enjeux : taux d'actualisation, durabilité et incertitude



Modèle ClimateCrop



Comprendre l'incertitude mondiale, les terres et l'eau (Iglesias et al., 2011)



Stations (1141) et zones agroclimatiques (73)



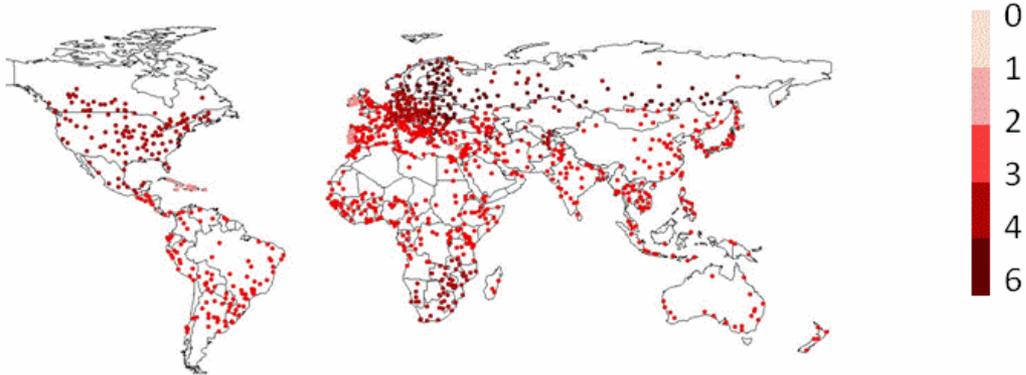
Scénarii climatiques

Scénarii climatiques	Nom	Scénarii climatiques	Nom
A1B.BCM2_1_M.2080	A1B_1	E1.CNCRM33_2_M.2080	E1_1
A1B.CNCRM3_1_M.2080	A1B_2	E1.DMICM3_1_M.2080	E1_2
A1B.DMIEH5_4_M.2080	A1B_3	E1.DMICM3_2_M.2080	E1_3
A1B.EGMAM_1_M.2080	A1B_4	E1.EGMAM2_2_M.2080	E1_4
A1B.EGMAM_2_M.2080	A1B_5	E1.EGMAM2_3_M.2080	E1_5
A1B.EGMAM_3_M.2080	A1B_6	E1.HADCM3C_1_M.2080	E1_6
A1B.HADGEM_1_M.2080	A1B_7	E1.HADGEM2_1_M.2080	E1_7
A1B.INGV SX_1_M.2080	A1B_8	E1.INGVCE_1_M.2080	E1_8
A1B.IPCM4_1_M.2080	A1B_9	E1.IPCM4v2_1_M.2080	E1_9
A1B.MPEH5_1_M.2080	A1B_10	E1.IPCM4v2_2_M.2080	E1_10
A1B.MPEH5_2_M.2080	A1B_11	E1.IPCM4v2_3_M.2080	E1_11
A1B.MPEH5_3_M.2080	A1B_12	E1.MPEH5C_1_M.2080	E1_12
		E1.MPEH5C_2_M.2080	E1_13
		E1.MPEH5C_3_M.2080	E1_14

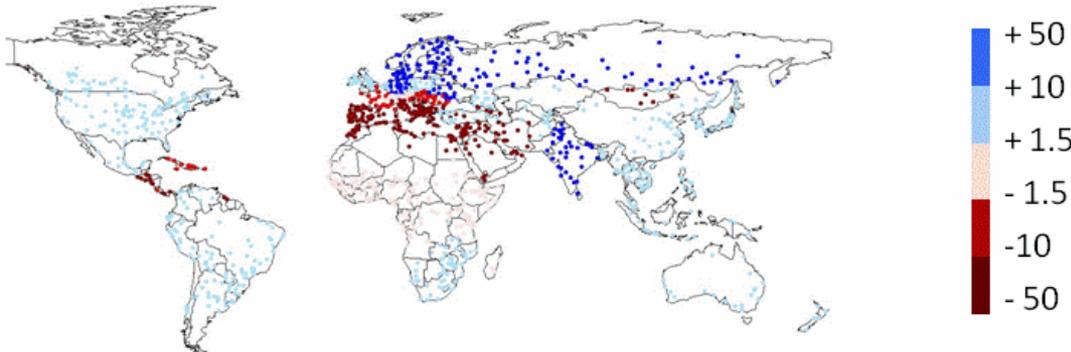


Scenario A1B_1

Temp change (C)

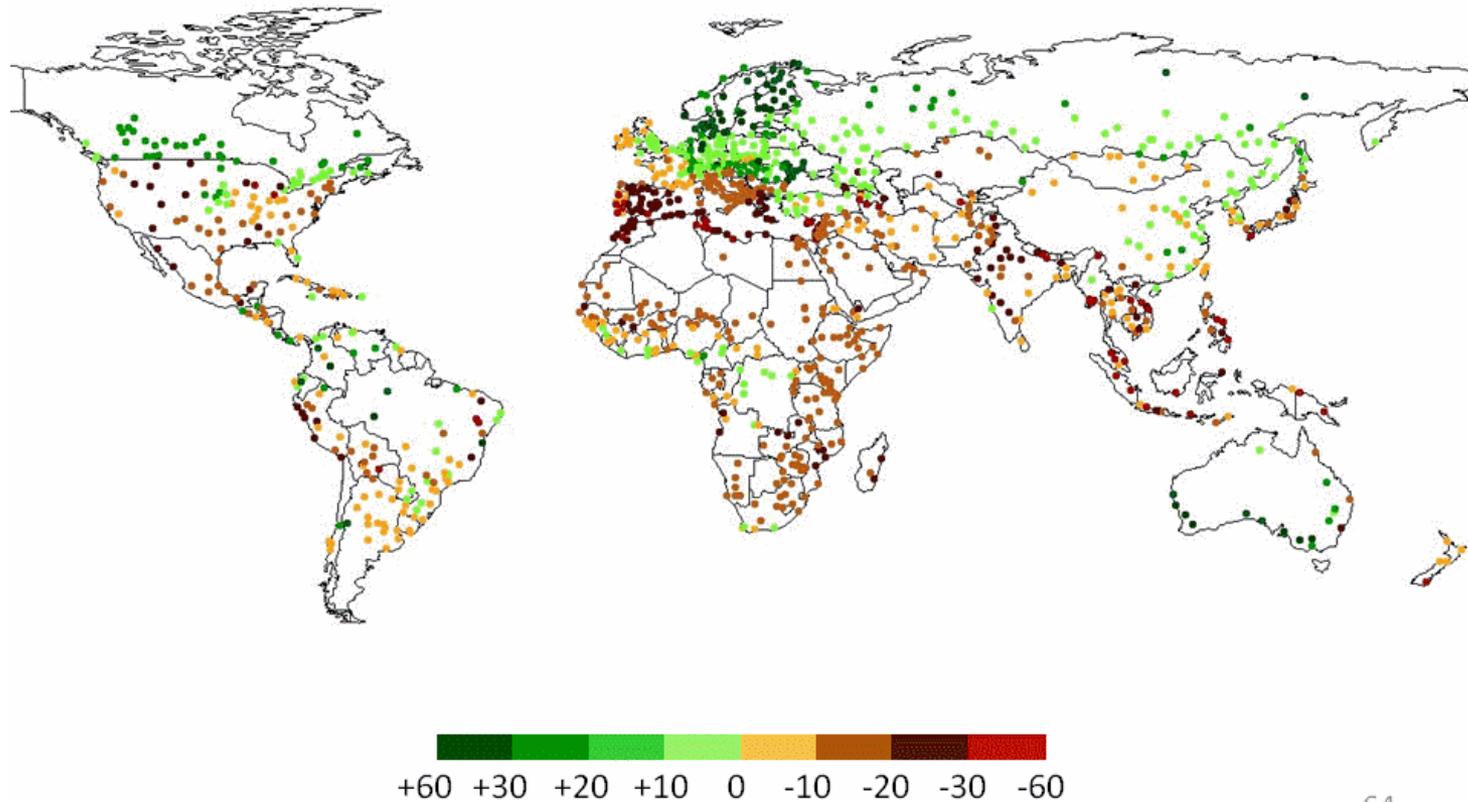


Precip change (%)



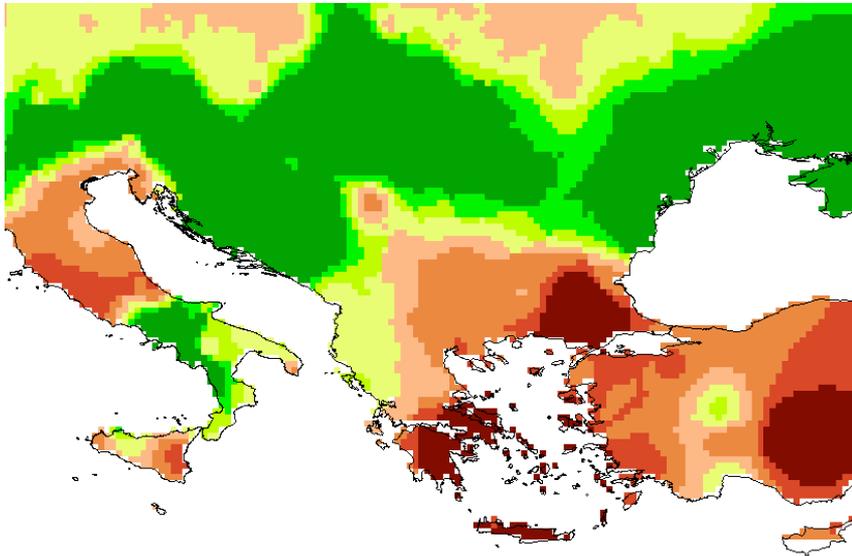
Scenario A1B_1

Agricultural productivity changes (% of baseline)

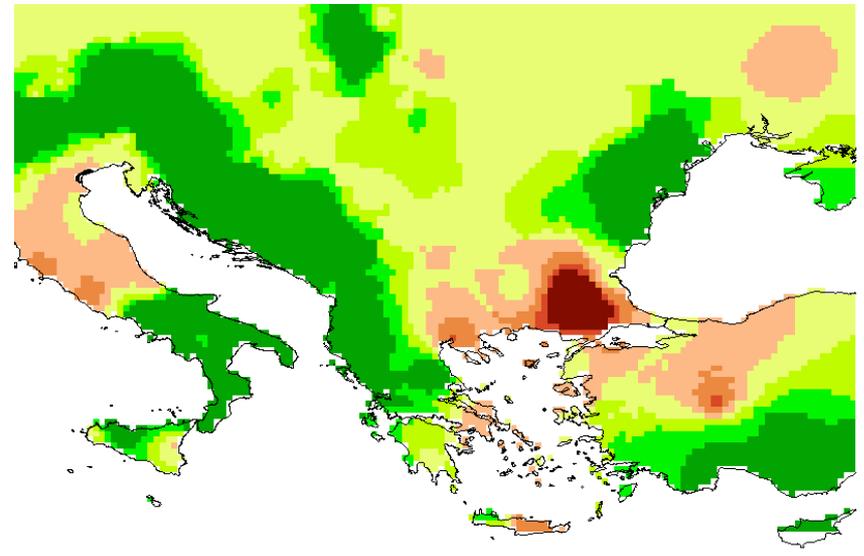


Évolution de la productivité des terres

HadCM3 A2



HadCM3 B2



Scenario yield changes from baseline (%)



-60 -15 -10 -5 0 5 10 15 60

Source : Iglesias et al, 2012



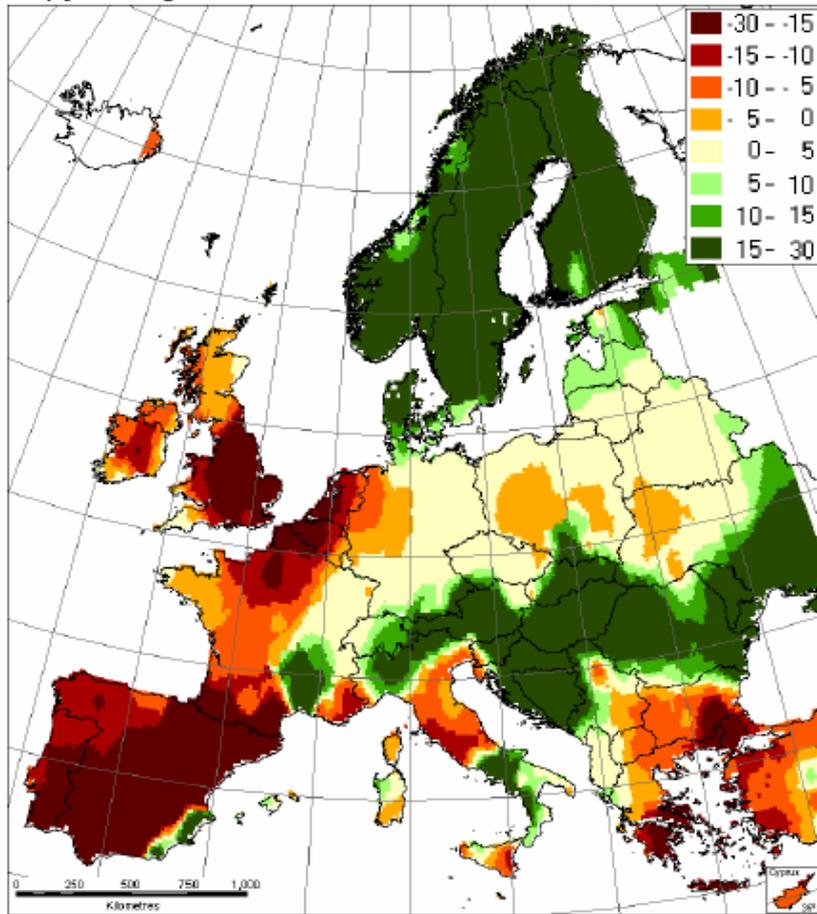


Complexité : il est nécessaire de comprendre les vulnérabilités locales

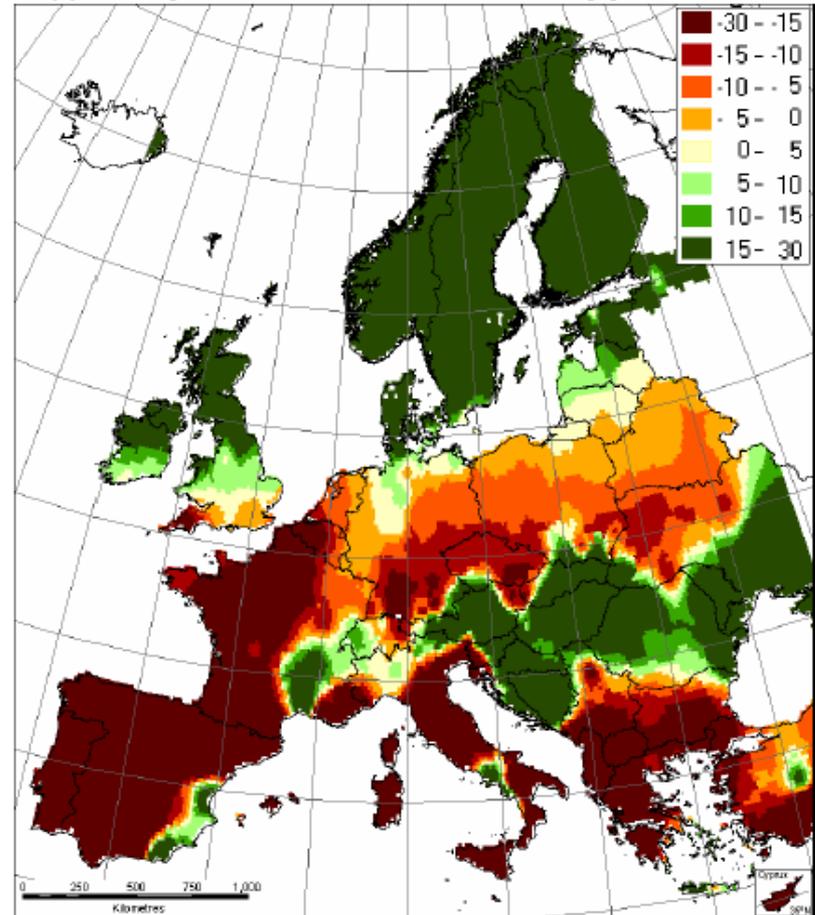


Projet PESETA

Crop yield changes under the HadCM3/IRHAM A2 scenario [%]



Crop yield changes under the ECHAM4/ RCA3 A2 scenarios [%]



Variations de rendement des cultures dans le scénario HadCM3/IRHAM A2 et pour le scénario ECHAM4/ RCA3 A2 pour les années 2080.

Démarrer une expérimentation avec DSSAT



Questions à se poser

- Pensez-vous que les modèles/outils présentés pourraient répondre à vos besoins ?
- Quelles sont les principales barrières qui vous empêchent de commencer à utiliser ces outils ?
- Élaborez un plan initial autour de vos objectifs. Comment ceux-ci peuvent-ils être atteints avec les outils présentés ?



Application pratique du DSSAT

- Effets de la gestion (azote et irrigation)
- Effet du changement climatique sur les zones humides et sèches
 - a) Analyse de sensibilité aux variations de niveaux de température et de précipitations (seuils)



Données requises pour DSSAT

- **Météo** quotidienne (Tmin, Tmax, précipitations et radiation solaire)
- Texture du **sol**
- **Gestion** (date de plantation, variété, espace entre les rangs, irrigation et quantités d'engrais azoté (N) et dates)
- Bibliothèques DSAAT et exemples
- Exigences supplémentaires en matière de **validation** :
 - a) Dates de floraison et de maturité des cultures, biomasse et rendement des cultures.

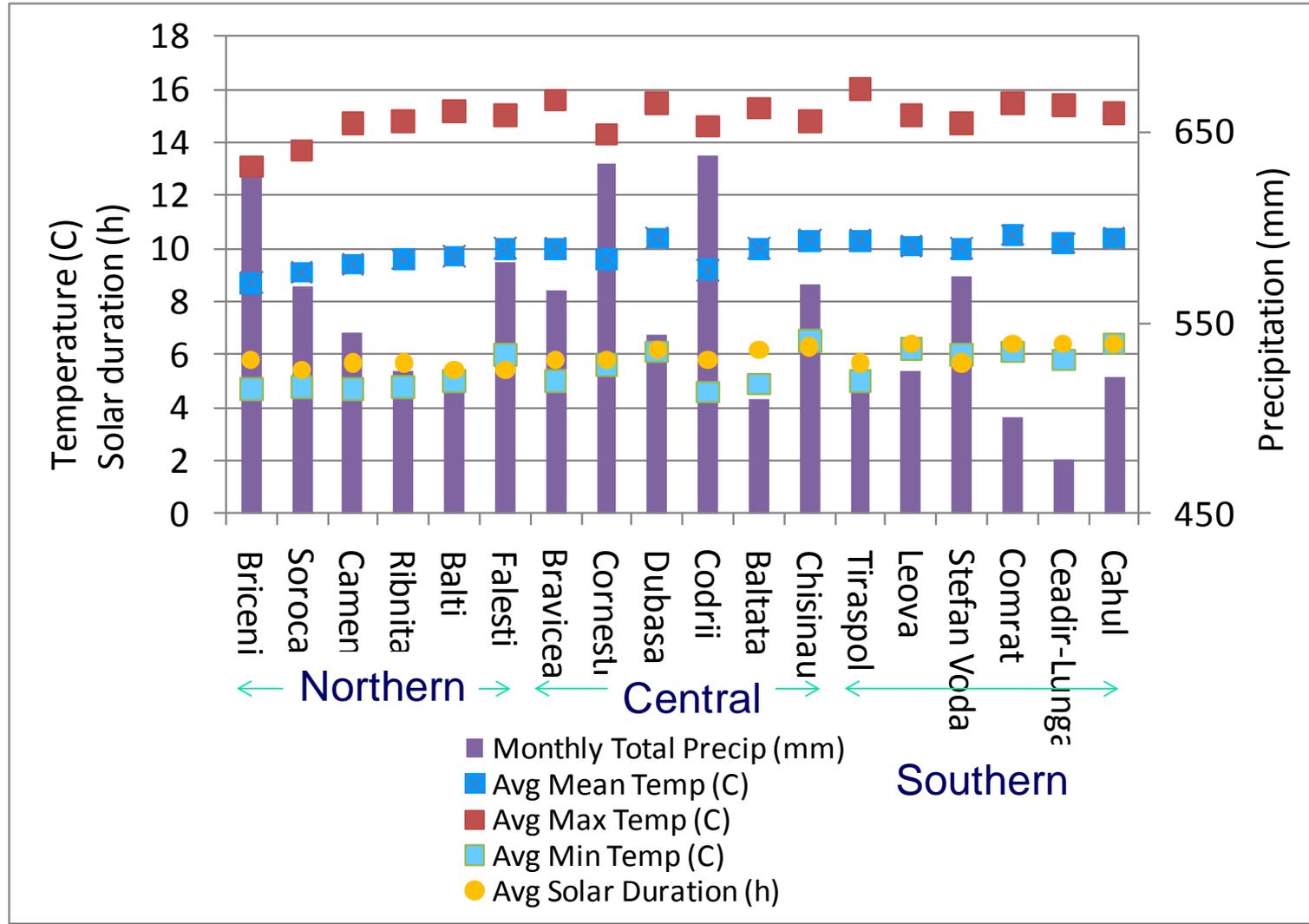


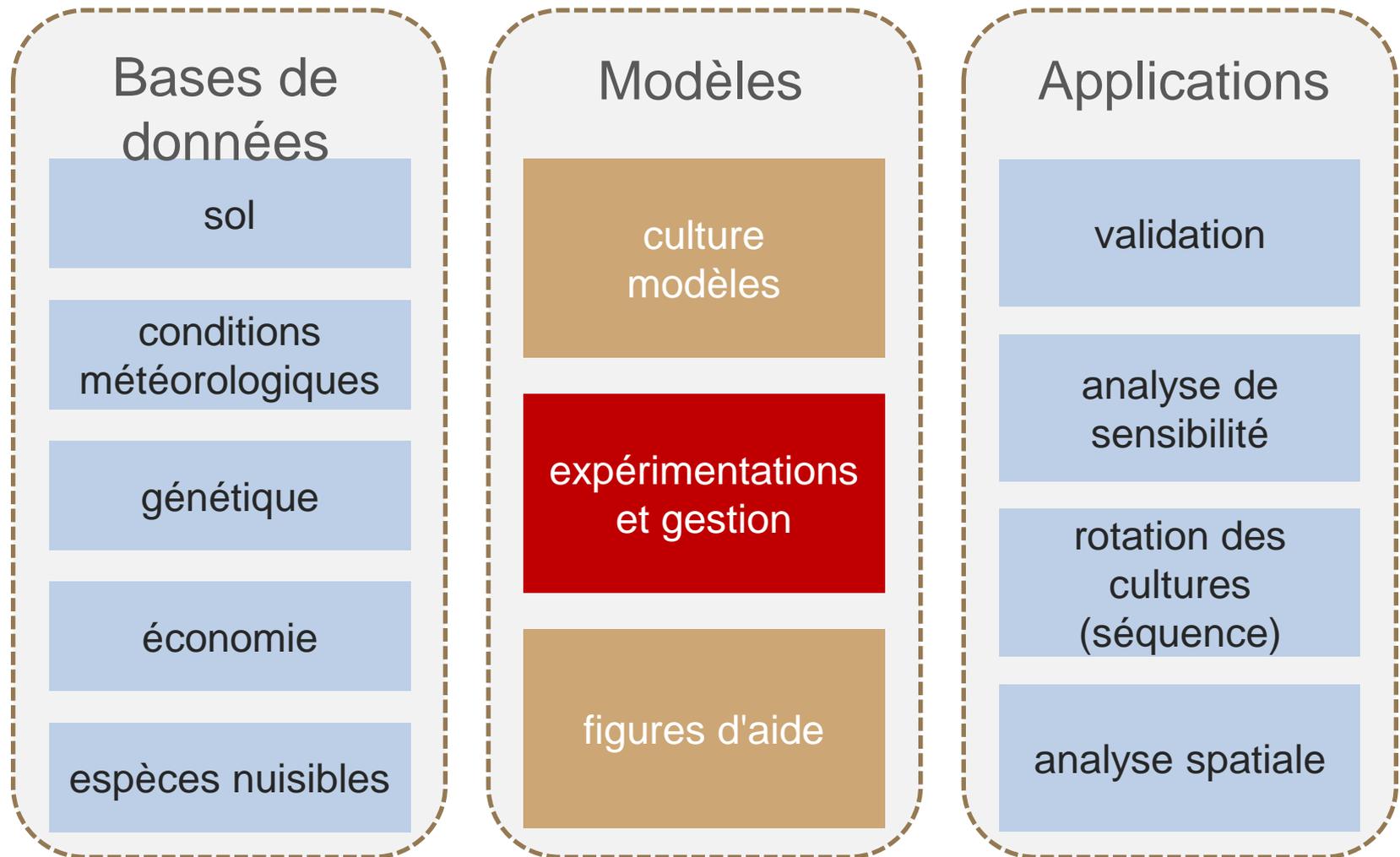
Fichiers d'entrée nécessaires

- Conditions météorologiques
- Sols
- Cultivars
- Fichiers de gestion (fichiers *.MZX) et description de l'expérimentation.

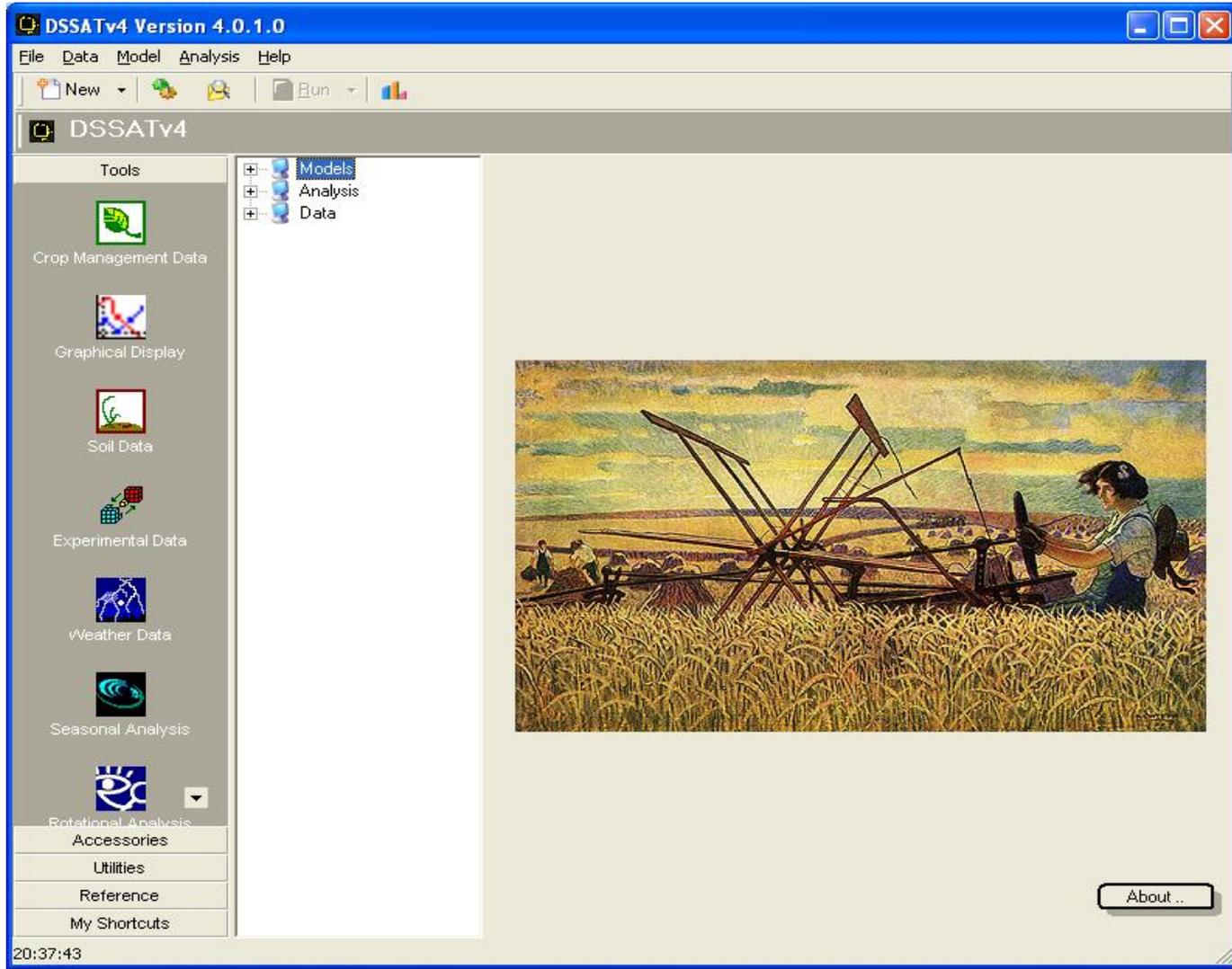


Conditions météorologiques





Ouvrir DSSAT...



Examiner les fichiers de données

The screenshot shows the DSSATv4 - Daily software interface. On the left is a 'Tools' sidebar with icons for Crop Management Data, Graphical Display, Soil Data, Experimental Data, Weather Data, Seasonal Analysis, and Rotational Analysis. The main window displays a file explorer view of the 'Data' directory. The 'Weather' folder is expanded, showing a list of files named '01B35301.WTH' through '01B37801.WTH'. The 'Soil' folder is also visible. Red arrows point from labels to the 'Soil' folder, the 'Weather' folder, and the '01B35301.WTH' file.

Sols

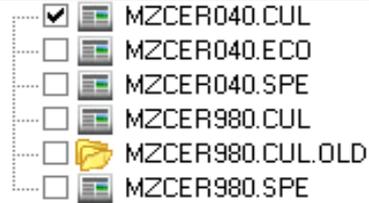
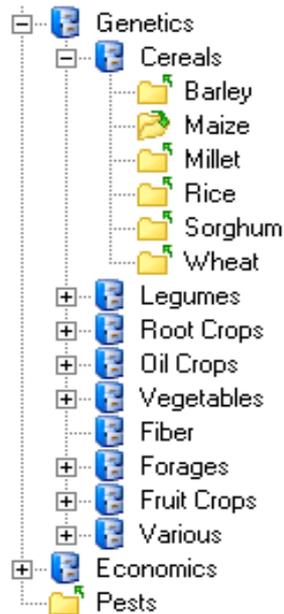
Fichier météorologique

Fichier génotype (définition des cultivars)

```
*WEATHER DATA : 01b3
@ INSI      LAT      LONG  ELEV  TAV  AMP  REFHT  WNDHT
01B3      33.300  -84.300  300  -99.0 -99.0 -99.0 -99.0
@DATE  SRAD  TMAX  TMIN  RAIN  DEWP  WIND  PAR
53001  1.7   9.1  -1.0  0.0
53002  0.0   3.9   0.8  0.0
53003  0.0   4.8   2.0  0.5
53004  0.2   2.8  -0.3  0.0
53005  0.0   7.4   1.4  0.0
```



Examiner le fichier cultivar ...



```
! COEFF      DEFINITIONS
! =====
! VAR#       Identification code or number for a specific cultivar
! VAR-NAME   Name of cultivar
! ECO#       Ecotype code or this cultivar, points to the Ecotype in the
!            ECO file (currently not used).
! P1         Thermal time from seedling emergence to the end of the juvenile
!            phase (expressed in degree days above a base temperature of 8°C)
!            during which the plant is not responsive to changes in
!            photoperiod.
! P2         Extent to which development (expressed as days) is delayed for
!            each hour increase in photoperiod above the longest photoperiod
```



Examiner le fichier cultivar ...

The screenshot displays the DSSATv4 Version 4.0.1.0 software interface. The title bar reads "DSSATv4 - Maize Genotype Data". The menu bar includes "File", "Data", "Model", "Analysis", and "Help". The toolbar contains icons for "New", a tree view, a person icon, "Run", and a bar chart. The left sidebar shows "Tools" with three options: "Crop Management Data", "Graphical Display", and "Soil Data". The main window is divided into a file explorer on the left and a file list on the right. The file explorer shows a tree structure: "Models", "Analysis", "Data" (expanded), "Soil", "Weather" (expanded), "Daily", "Climate", "Generated", "Genetics" (expanded), and "Cereals" (expanded). Under "Cereals", there are folders for "Barley", "Maize", "Millet", and "Rice". The file list on the right shows a list of files with checkboxes: MZCER040.CUL (checked), MZCER040.ECO, MZCER040.SPE, MZCER980.CUL, MZCER980.CUL.OLD (folder), and MZCER980.SPE. A yellow callout bubble labeled "View File" points to the "View File" icon in the toolbar.

Examinar le fichier cultivar ...

```

MZCER040.CUL - Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
*MAIZE CULTIVAR COEFFICIENTS: GECER040 MODEL
!
!The P1 values for the varieties used in experiments IBWA8301 and
!UFGA8201 were recalibrated to obtain a better fit for version 3
!of the model. After converting from 2.1 to 3.0 the varieties
!IB0035, IB0060, and IB0063 showed an earlier simulated flowering
!date. To correct this, the P1 values were recalibrated.
!The reason for this is that there was an error in PHASEI in
!version 2.1 that had TLNO=IFIX(CUMDTT/21.+6.) rather than
!TLNO=IFIX(SUMDTT/21.+6.); see p. 74 of Jones & Kiniry.
!-Walter Bowen, 22 DEC 1994.
!
!All G2 values were increased by a factor of 1.1 for Ritchie's
!change to RUE -walter, 28 DEC 1994
!
! COEFF      DEFINITIONS
! =====
! VAR#       Identification code or number for a specific cultivar
! VAR-NAME   Name of cultivar
! ECO#       Ecotype code or this cultivar, points to the Ecotype in the
!            ECO file (currently not used).
! P1         Thermal time from seedling emergence to the end of the juvenile
!            phase (expressed in degree days above a base temperature of 80C)
!            during which the plant is not responsive to changes in
!            photoperiod.
! P2         Extent to which development (expressed as days) is delayed for
!            each hour increase in photoperiod above the longest photoperiod
!            at which development proceeds at a maximum rate (which is
!            considered to be 12.5 hours).
! P5         Thermal time from silking to physiological maturity (expressed
!            in degree days above a base temperature of 80C).
! G2         Maximum possible number of kernels per plant.
! G3         Kernel filling rate during the linear grain filling stage and
!            under optimum conditions (mg/day).
! PHINT      Phylochron interval; the interval in thermal time (degree days)
!            between successive leaf tip appearances.
!
! PIO        Pioneer
! AS         Asgrow (Monsanto)
! DK         Dekalb (Monsanto)
! LH         Holden (Monsanto)
! C/LOL      Land of Lakes
!
!@VAR#  VRNAME.....  ECO#   P1   P2   P5   G2   G3  PHINT
!      !              !      !   !   !   !   !   !
!      !              !      1   2   3   4   5   6
!
!PC0001 2500-2600 GDD  IB0001 160.0 0.750 780.0 750.0 8.50 49.00
!PC0002 2600-2650 GDD  IB0001 185.0 0.750 850.0 800.0 8.50 49.00
!PC0003 2650-2700 GDD  IB0001 212.0 0.750 850.0 800.0 8.50 49.00
!PC0004 2700-2750 GDD  IB0001 240.0 0.750 850.0 800.0 8.50 49.00
!PC0005 2750-2800 GDD  IB0001 260.0 0.750 850.0 800.0 8.50 49.00

```



Examinar le fichier météorologique ...

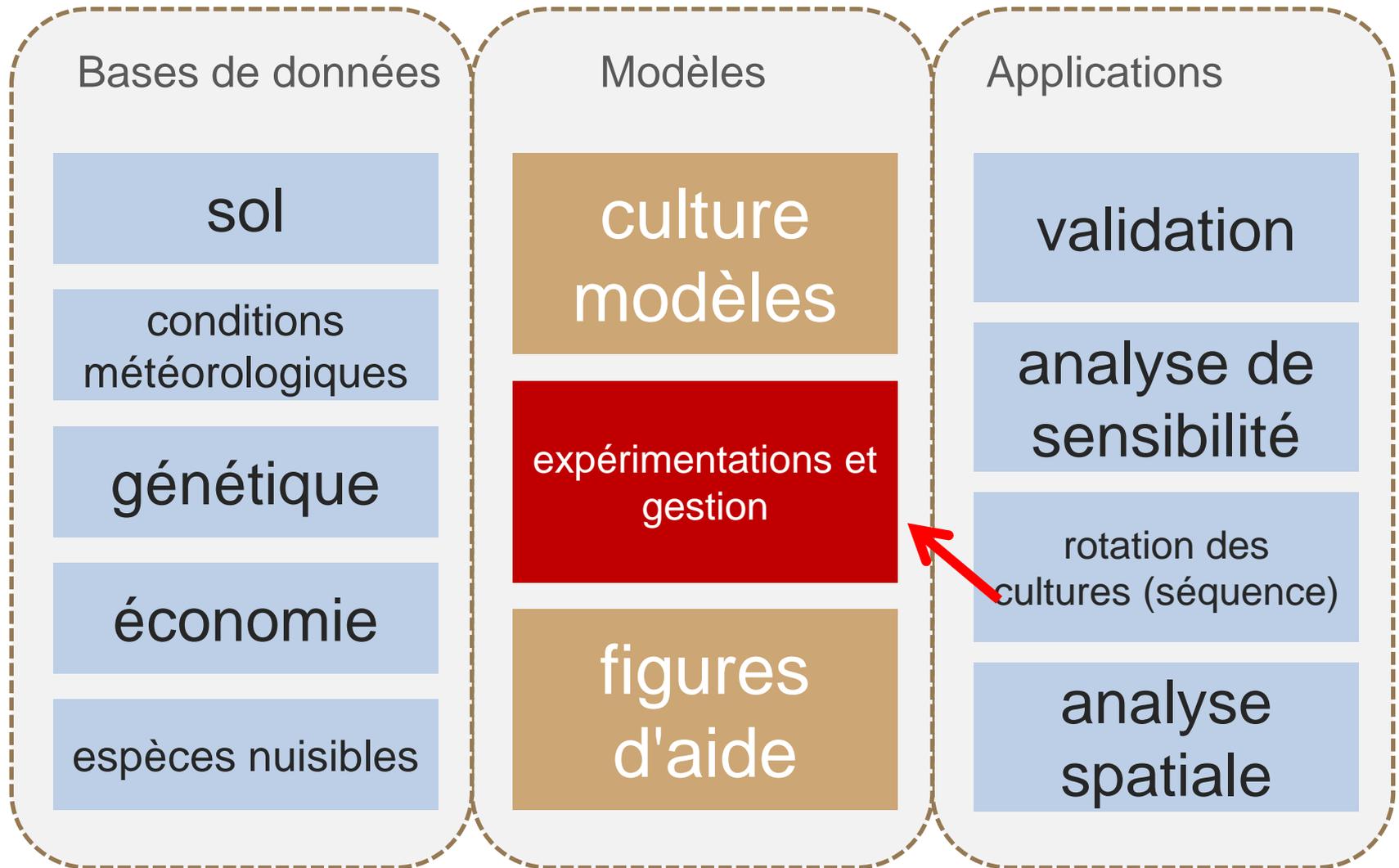
```
01B35301.WTH - Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
*WEATHER DATA : 01b3
@ INSI      LAT      LONG      ELEV      TAV      AMP      REFHT      WNDHT
  01B3      33.300   -84.300    300     -99.0    -99.0    -99.0    -99.0
@DATE      SRAD      TMAX      TMIN      RAIN      DEWP      WIND      PAR
53001      1.7       9.1      -1.0      0.0
53002      0.0       3.9       0.8      0.0
53003      0.0       4.8       2.0      0.5
53004      0.2       2.8      -0.3      0.0
53005      0.0       7.4       1.4      0.0
53006      6.2      11.3       0.4      0.0
53007      6.4      10.0      -1.2      0.0
53008      0.0       5.5       1.5      0.0
53009      0.0       6.0       2.1      0.0
53010      0.0      10.1       5.7      0.0
53011      5.9      10.5       5.5      0.0
53012      0.0       7.3       5.6      0.0
53013      0.0       8.3       5.5      0.0
53014      0.0       9.6       5.2      0.0
53015      0.0       7.8       4.5     13.1
53016      0.0       5.8       2.7      0.5
53017      0.0       5.5       0.9      5.4
53018      0.0       5.2       0.9      0.7
53019      4.9       4.5      -3.6      0.0
53020      0.0       4.9       1.3      0.0
-----
```



Programme pour générer les données météorologiques ...



Modéliser les réponses des cultures au changement climatique et à la gestion DSSAT



Programme pour générer les expérimentations ...



XBuild

Version: 4.0.1.0

Creating Crop Management Files for Documenting Experiments and Simulating Crop Growth and Yield

Developed by:

Agricultural and Biological Engineering Department The University of Florida

Central Lab for Agricultural Climate Egypt Ministry of Agriculture and Land Reclamation

Department of Biological and Agricultural Engineering University of Georgia

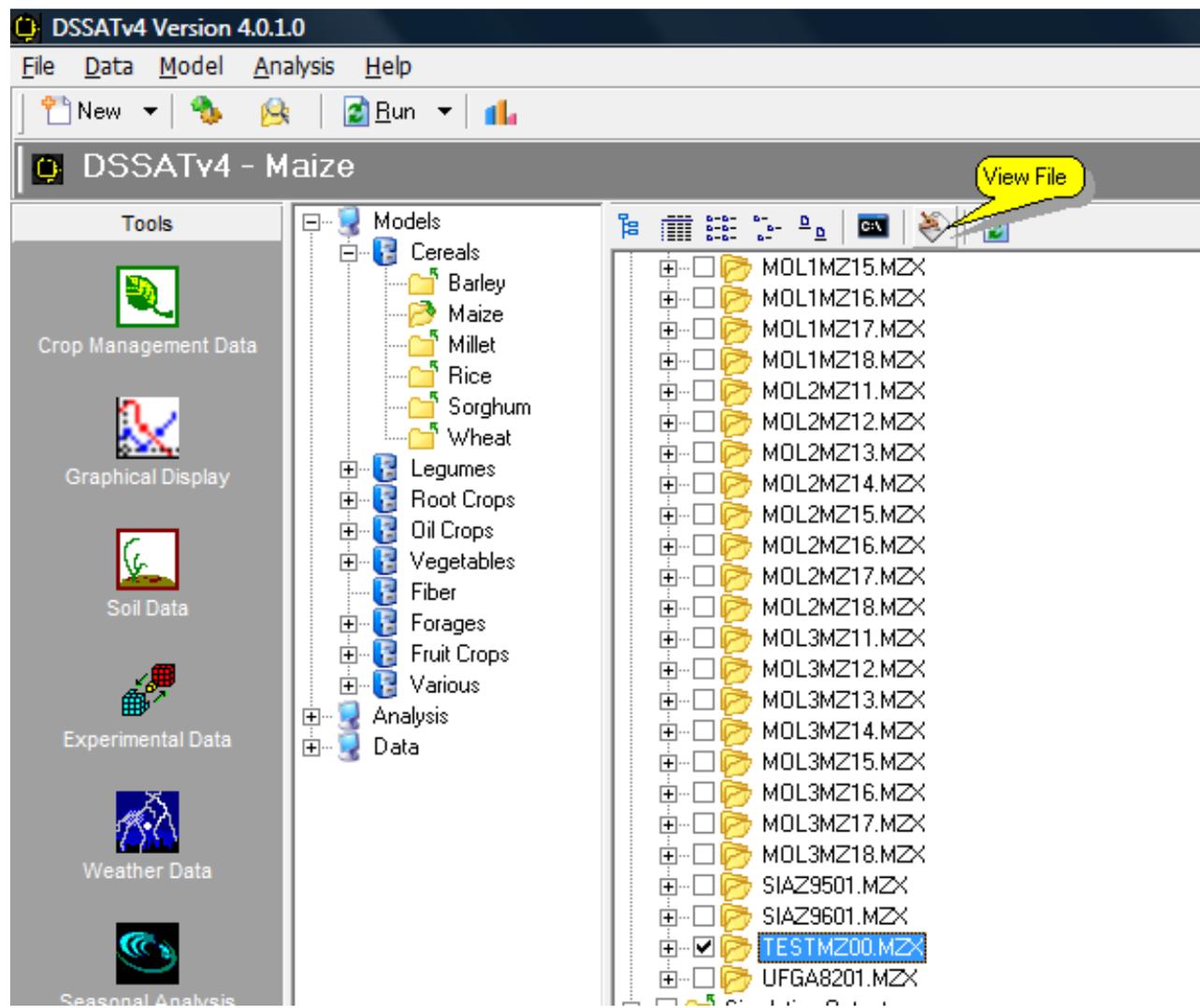
International Consortium for Agricultural System Applications



Supported by USDA-FAS Project: Integrated Crop Management Information System



Le fichier expérimentation peut également être édité en utilisant un éditeur de texte (Notepad) ...



Banque mondiale de Moldavie en utilisant DSSAT

```

MOLDOVA
@NOTES
MOLDOVA WORLD BANK STUDY, 2010

*TREATMENTS
@N R O C TNAME..... CU FL SA IC MP MI MF MR MC MT ME MH SM
1 1 0 0 04BR BASE MZ D 1 4 0 1 1 0 1 1 0 0 0 0 1
2 1 0 0 16SO BASE MZ D 1 16 0 1 1 0 1 1 0 0 0 0 1
3 1 0 0 06CA BASE MZ D 1 6 0 1 1 0 1 1 0 0 0 0 1
4 1 0 0 15RI BASE MZ D 1 15 0 1 1 0 1 1 0 0 0 0 1
5 1 0 0 01BA BASE MZ D 1 1 0 1 1 0 1 1 0 0 0 0 1
6 1 0 0 13FA BASE MZ D 1 13 0 1 1 0 1 1 0 0 0 0 1
7 1 0 0 03BR BASE MZ D 1 3 0 1 1 0 1 1 0 0 0 0 1
8 1 0 0 11CO BASE MZ D 1 11 0 1 1 0 1 1 0 0 0 0 1
9 1 0 0 12DU BASE MZ D 1 12 0 1 1 0 1 1 0 0 0 0 1
10 1 0 0 09CO BASE MZ D 1 9 0 1 1 0 1 1 0 0 0 0 1
11 1 0 0 02BA BASE MZ D 1 2 0 1 1 0 1 1 0 0 0 0 1
12 1 0 0 08CH BASE MZ D 1 8 0 1 1 0 1 1 0 0 0 0 1
13 1 0 0 18TI BASE MZ D 1 18 0 1 1 0 1 1 0 0 0 0 1
14 1 0 0 14LE BASE MZ D 1 14 0 1 1 0 1 1 0 0 0 0 1
15 1 0 0 17ST BASE MZ D 1 17 0 1 1 0 1 1 0 0 0 0 1
16 1 0 0 10CO BASE MZ D 1 10 0 1 1 0 1 1 0 0 0 0 1
17 1 0 0 07CE BASE MZ D 1 7 0 1 1 0 1 1 0 0 0 0 1
18 1 0 0 05CA BASE MZ D 1 5 0 1 1 0 1 1 0 0 0 0 1
  
```

↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓



```

*CULTIVARS
@C CR INGENO CNAME
1 MZ 990002 medium
  
```

Type de variété



```

*FIELDS
@L ID_FIELD WSTA.... FLFA FLOB FLDT FLDD FLDS FLST SLTX SLDP ID_SOIL
1 01BA0001 01BA5301 -99 0 DR000 0 0 00000 -99 90 IBML000990
2 02BA0001 02BA5301 -99 0 DR000 0 0 00000 -99 90 IBML000990
3 03BR0001 03BR5301 -99 0 DR000 0 0 00000 -99 90 IBML000990
4 04BR0001 04BR5301 -99 0 DR000 0 0 00000 -99 90 IBML000990
5 05CA0001 05CA5301 -99 0 DR000 0 0 00000 -99 90 IBML000990
6 06CA0001 06CA5301 -99 0 DR000 0 0 00000 -99 90 IBML000990
7 07CE0001 07CE5301 -99 0 DR000 0 0 00000 -99 90 IBML000990
8 08CH0001 08CH5301 -99 0 DR000 0 0 00000 -99 90 IBML000990
9 09CO0001 09CO5301 -99 0 DR000 0 0 00000 -99 90 IBML000990
10 10CO0001 10CO5301 -99 0 DR000 0 0 00000 -99 90 IBML000990
11 11CO0001 11CO5301 -99 0 DR000 0 0 00000 -99 90 IBML000990
12 12DU0001 12DU5301 -99 0 DR000 0 0 00000 -99 90 IBML000990
13 13FA0001 13FA5301 -99 0 DR000 0 0 00000 -99 90 IBML000990
14 14LE0001 14LE5301 -99 0 DR000 0 0 00000 -99 90 IBML000990
15 15RI0001 15RI5301 -99 0 DR000 0 0 00000 -99 90 IBML000990
16 16SO0001 16SO5301 -99 0 DR000 0 0 00000 -99 90 IBML000990
17 17ST0001 17ST5301 -99 0 DR000 0 0 00000 -99 90 IBML000990
18 18TI0001 18TI5301 -99 0 DR000 0 0 00000 -99 90 IBML000990
  
```

Où ? Météo, sol



```

*INITIAL CONDITIONS
@C PCR ICDAT ICRT ICND ICRN ICRE
1 MZ 53120 1200 -99 1.00 1.00
@C ICBL SH2O SNH4 SNO3
1 5 0.262 0.5 4.6
1 15 0.262 0.5 4.6
1 30 0.262 0.5 4.4
1 45 0.262 0.2 3.8
1 60 0.262 0.2 3.8
1 90 0.261 0.2 2.8

*PLANTING DETAILS
@P PDATE EDATE PPOP PPOE PLME PLDS PLRS PLRD PLDP PLWT PAGE PENV PLPH
1 53130 -99 5.0 5.0 S R 15 0 5.5 -99 -99 -99.0 -99.0

*FERTILIZERS (INORGANIC)
@F FDATE FMCD FACD FDEP FAMN FAMP FAMK FAMC FAMO FOCD
1 53120 FE001 -99 15 0 0 0 0 0 0

*RESIDUES AND OTHER ORGANIC MATERIALS
@R RDATE RCOD RAMT RESN RESP RESK RINP RDEP
1 53120 RE001 1000 1.10 -99 -99 -99 15

*ENVIRONMENTAL MODIFICATIONS
@E ODATE EDAY ERAD EMAX EMIN ERAIN ECO2 EDEW EWIND
1 53001 A 0.0 A 0.0 A 0.0 A 0.0 M 1.0 A 0 A 0.0 A 0.0

*SIMULATION CONTROLS
@N GENERAL NYERS NREPS START SDATE RSEED SNAME.....
1 GE 1 1 S 53120 2150 MZ
@N OPTIONS WATER NITRO SYMBI PHOSP POTAS DISES
1 OP Y Y N N N N
@N METHODS WTHR INCON LIGHT EVAPO INFIL PHOTO
1 ME M M E R S C
@N MANAGEMENT PLANT IRRIG FERTI RESID HARVS
1 MA R R A N M
@N OUTPUTS FNAME OVVEV SUMRY FPROT GROUT CAOUT WAOUT NIOUT MIOUT DIOUT LONG
1 OU Y Y Y 5 N N Y N N N N

@ AUTOMATIC MANAGEMENT
@N PLANTING PFRST PLAST PH20L PH20U PH20D PSTMX PSTMN
1 PL 100 150 40 100 30 40 10
@N IRRIGATION IMDEP ITHRL ITHRU IROFF IMETH IRAMT IREFF
1 IR 50 80 100 GS000 IR001 10 1.00
@N NITROGEN NMDEP NMTHR NAMNT NCODE NAOFF
1 NI 15 20 10 FE001 GS000
@N RESIDUES RIPCN RTIME RIDEP
1 RE 100 1 20
@N HARVEST HFRST HLAST HPCNP HPCNR
1 HA 0 365 100 0

```

Conditions initiales

Banque mondiale de Moldavie en utilisant DSSAT

Détails des plantations (date, profondeur, densité)

Engrais inorganiques (type, date, profondeur, quantité)

Engrais organique (type, date, profondeur, quantité)

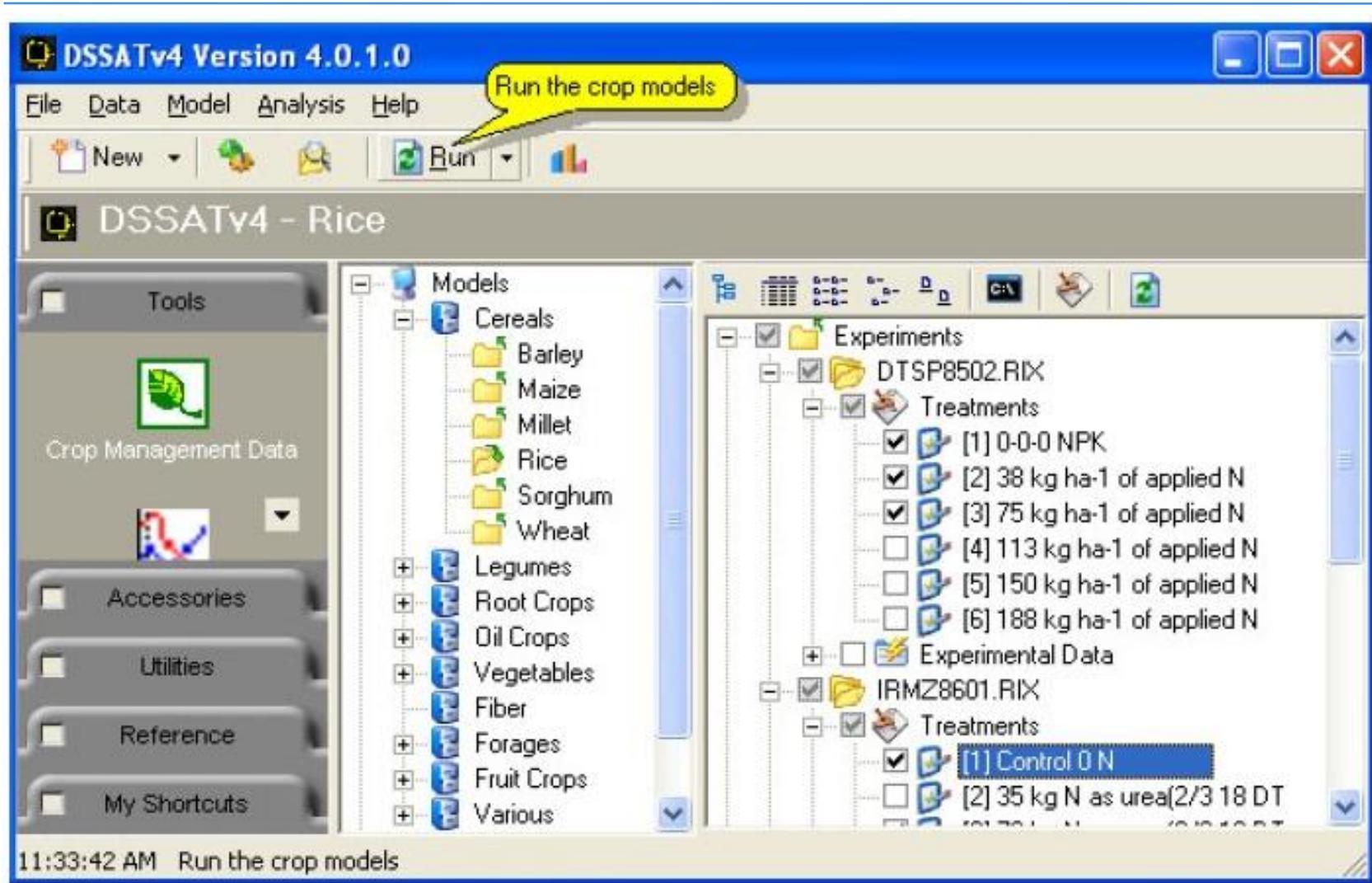
Modifications env

Contrôles de simulation

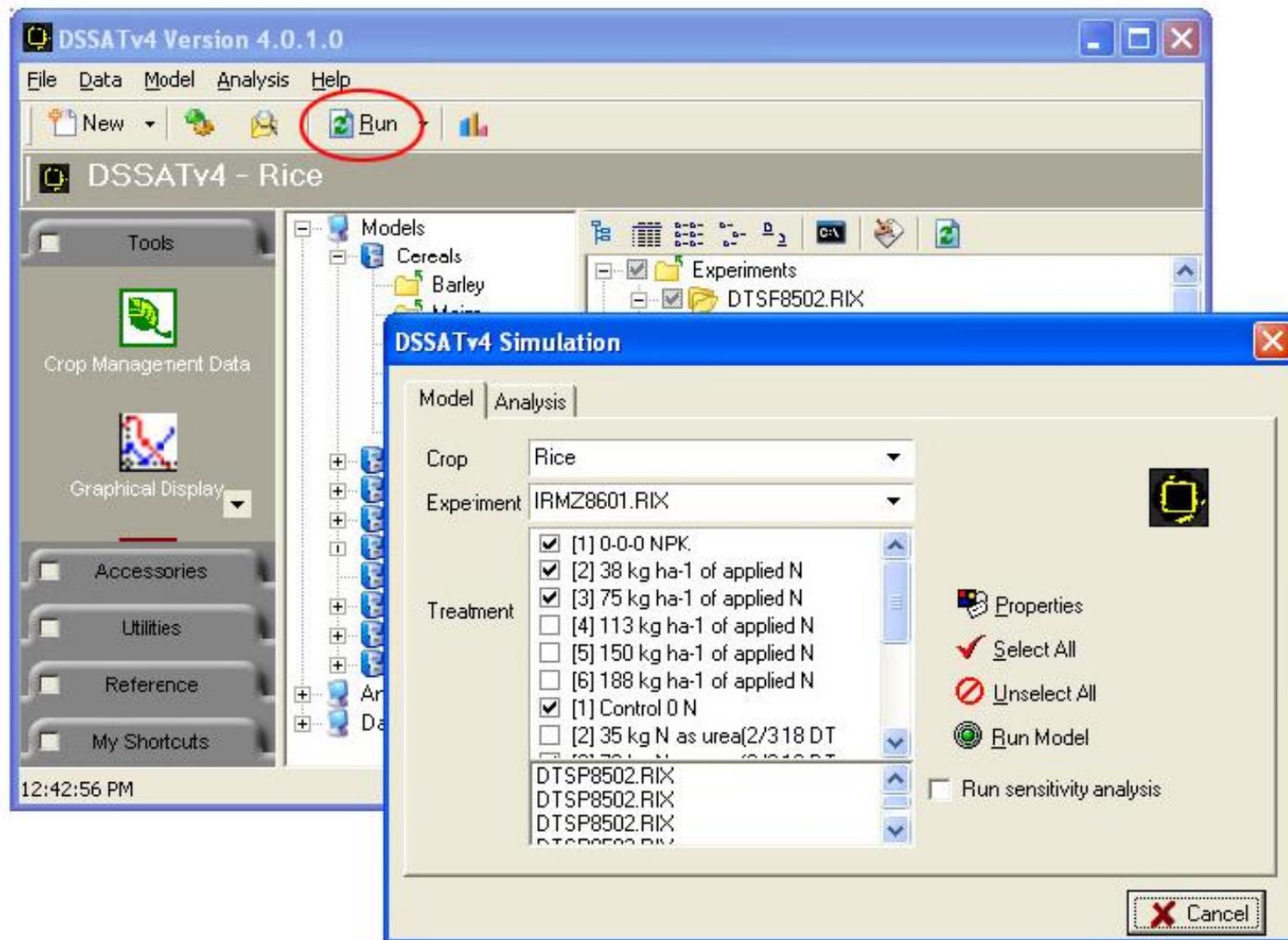
-
-
-
-
-
-
-



Pour exécuter le modèle



Pour exécuter le modèle (suite)



Pour exécuter le modèle (suite)

The screenshot displays the DSSATv4 software interface. The main window has a menu bar with 'File', 'Data', 'Model', 'Analysis', and 'Help'. The 'Run' button in the toolbar is circled in red. A 'DSSATv4 Simulation' dialog box is open, showing the 'Analysis' tab. The 'Crop' is set to 'Rice', the 'Experiment' is 'IRM28601.RN', and the 'Treatment' is '[1] Control 0 N'. The 'Run Model' button is circled in red. A command prompt window titled 'C:\DSSAT4\DSCSM040.EXE' shows the following table of results:

RUN	IRI	FLO	MAT	TOPWT	SEEDW	RAIN	TIRR	CET	PESW	TNUP	TNLF	TSON	TSOC	
		dap	dap	kg/ha	kg/ha	mm	mm	mm	mm	kg/ha	kg/ha	kg/ha	t/ha	
1	RI	1	62	90	5700	2486	486	62	169	60	56	11	5310	53
2	RI	2	62	91	8506	3628	486	62	200	54	83	10	5310	53
3	RI	3	62	91	10096	4627	486	62	210	54	104	10	5310	53
4	RI	1	58	86	5860	3174	13	782	245	154	55	6	3686	37
5	RI	3	58	86	11359	6268	13	760	357	152	112	6	3686	37



Afficher les résultats...

**Report
les
résultats**

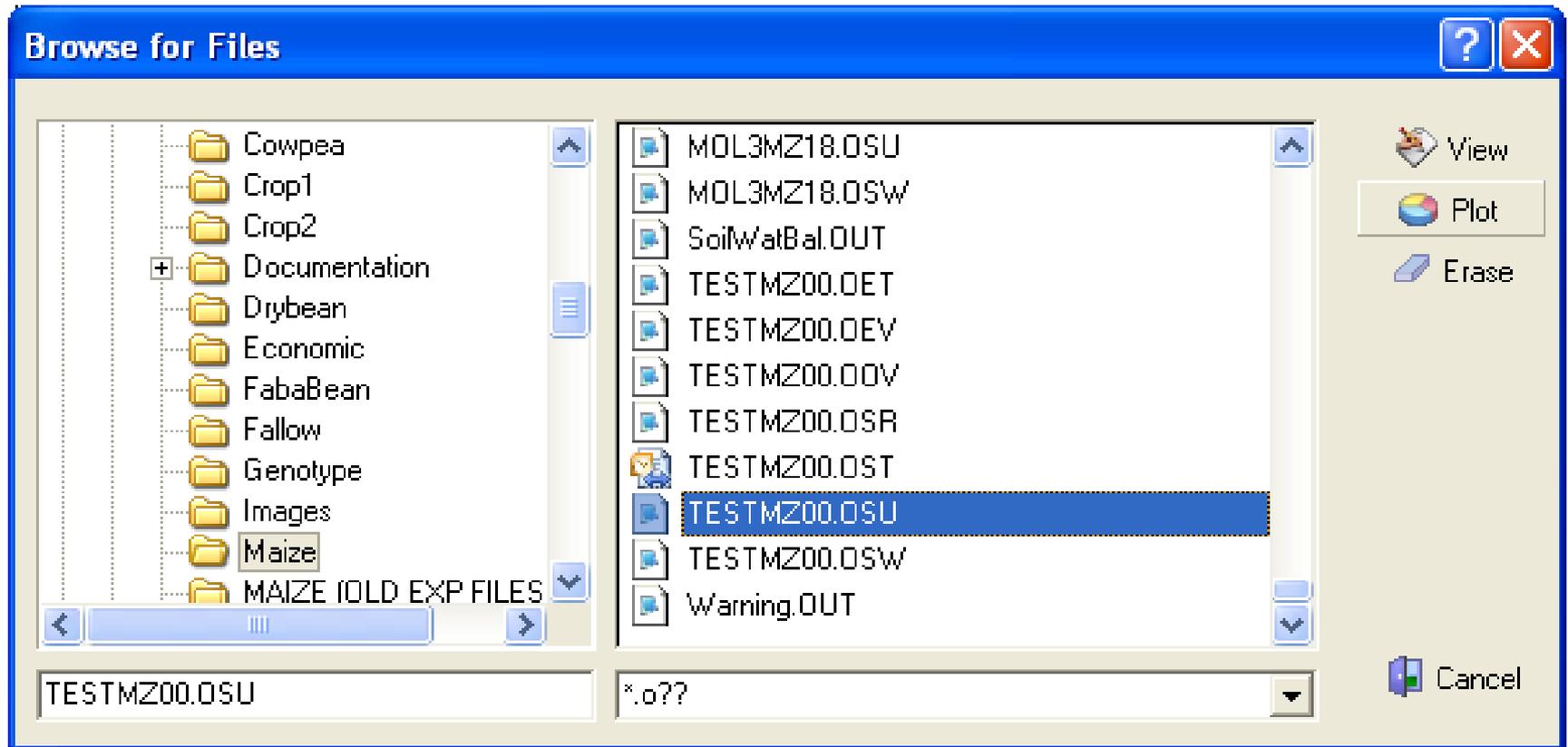
**.OSU
Résumé
des résultats**

*SUMMARY : TESTM200M2 BASE CLIMATE

! IDENTIFIERS										DATES			
@	RUNNO	TRNO	R#	O#	C#	CR	TNAM	FNAM	SDAT	PDAT	AD.		
	1	1	1	0	0	MZ	04BR BASE MZ D	04BR0001	1953120	1953130	195321		
	2	2	1	0	0	MZ	16SO BASE MZ D	16S00001	1953120	1953130	195321		
	3	3	1	0	0	MZ	06CA BASE MZ D	06CA0001	1953120	1953130	195321		
	4	4	1	0	0	MZ	15RI BASE MZ D	15RI0001	1953120	1953130	195321		
	5	5	1	0	0	MZ	01BA BASE MZ D	01BA0001	1953120	1953130	195311		
	6	6	1	0	0	MZ	13FA BASE MZ D	13FA0001	1953120	1953130	195311		



Afficher les résultats suite

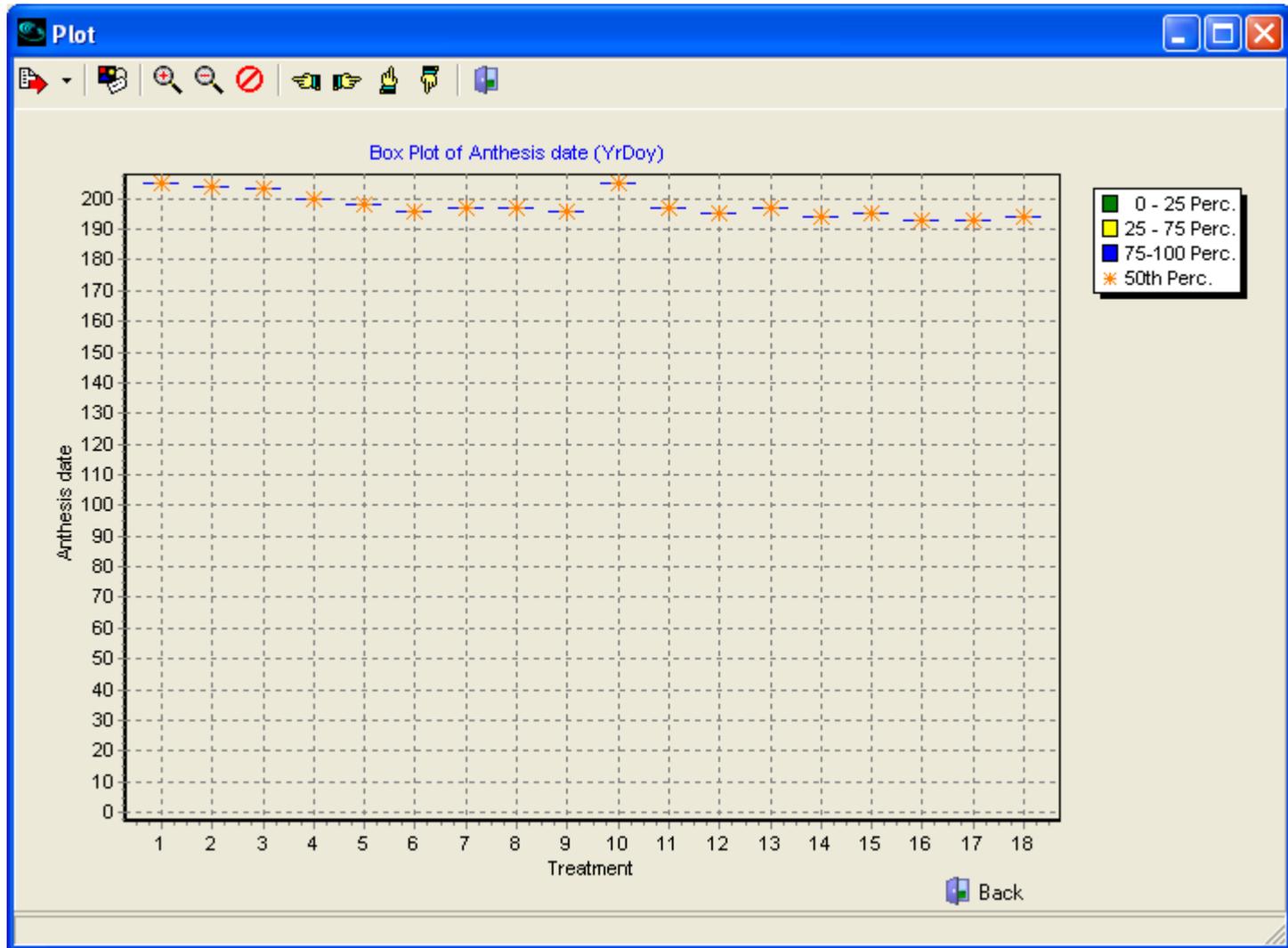


Sélectionner les variables à reporter

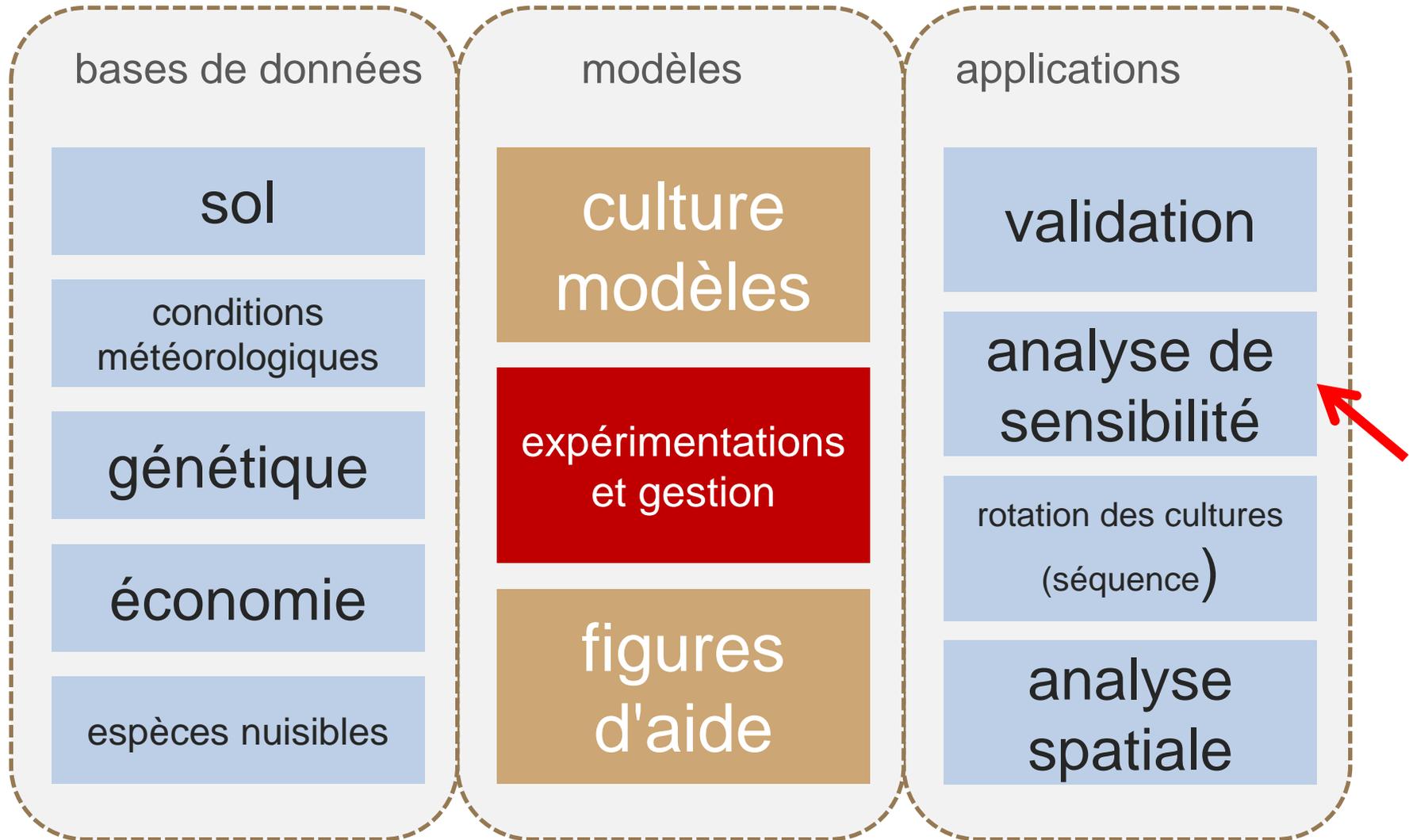
The screenshot displays the 'Seasonal Analysis' software interface. The title bar reads 'Seasonal Analysis : C:\DSSAT4\Maize\TESTMZ00.OSU'. The main window is divided into several sections:

- Analysis:** A sidebar on the left with icons for 'Biophysical' and 'Economic' analysis.
- Biophysical Analysis:** A central list of variables with checkboxes. The 'Irrig mm' variable is selected and highlighted in blue. Other variables include 'Anthesis date', 'Byproduct kg/ha', 'Tops N kg/ha', 'Tops P kg/ha', 'Tops wt kg/ha', 'Drainage mm', 'Sowing wt kg/ha', 'ET total mm', 'Grain N kg/ha', 'Number #/m2', 'Number #/unit', 'Harvest date', 'Har yield kg/ha', 'Mat yield kg/ha', 'Weight g/unit', 'Irrig apps #', 'Maturity date', 'N fixed kg/h', 'N APPLICATION #', 'Soil N kg/ha', and 'Tot N app kg/ha'.
- Plot Parameters:** A sub-window on the right with a 'Graph Type' section containing radio buttons for 'Box-Plot' (selected), 'Cumulative Function Plot', and 'Mean-Variance Plot'. Below this is a list of selected variables for plotting, including '04BR BASE MZ D', '16SO BASE MZ D', '06CA BASE MZ D', '15RI BASE MZ D', '01BA BASE MZ D', '13FA BASE MZ D', '03BR BASE MZ D', '11CO BASE MZ D', and '12DU BASE MZ D'. A red arrow points to the 'Plot' button next to this list.
- View Summary Data:** A button located above the 'Plot Parameters' window.

Exemple : date d'anthèse



Modéliser les réponses des cultures au changement climatique et de gestion DSSAT



Analyse de sensibilité

Effectuer analyse de sensibilité

DSSATv4 Version 4.0.1.0

File Data Model Analysis Help

DSSATv4 - Maize

Tools

- Crop Management Data
- Graphical Display
- Soil Data
- Experimental Data
- Weather Data
- Seasonal Analysis
- Rotational Analysis
- Accessories
- Utilities
- Reference
- My Shortcuts

Models

- Cereals
 - Barley
 - Maize
 - Millet
 - Rice
 - Sorghum
 - Wheat
- Legumes
- Root Crops
- Oil Crops
- Vegetables
- Fiber
- Forages
- Fruit Crops
- Various

Analysis

- Seasonal
- Sequence
- Spatial

Data

- Soil
- Weather
- Genetics
- Economics
- Pests

MOL3MZ15.MZX

MOL3MZ16.MZX

MOL3MZ17.MZX

MOL3MZ18.MZX

TESTMZ00.MZX

Treatments

- [1] 04BR BASE MZ D
- [2] 16SO BASE MZ D
- [3] 06CA BASE MZ D
- [4] 15RI BASE MZ D
- [5] 01BA BASE MZ D
- [6] 13FA BASE MZ D
- [7] 03BR BASE MZ D
- [8] 11CO BASE MZ D
- [9] 12DU BASE MZ D
- [10] 09CD BASE MZ D
- [11] 02BA BASE MZ D
- [12] 08CH BASE MZ D
- [13] 18TI BASE MZ D
- [14] 14LE BASE MZ D
- [15] 17ST BASE MZ D
- [16] 10CD BASE MZ D
- [17] 07CE BASE MZ D
- [18] 05CA BASE MZ D

*EXP.DETAILS: MOLDOVA MZ BASE CLIMATE

*GENERAL

@PEOPLE

A. IGLESIAS

@ADDRESS

UPM, ESPAIN

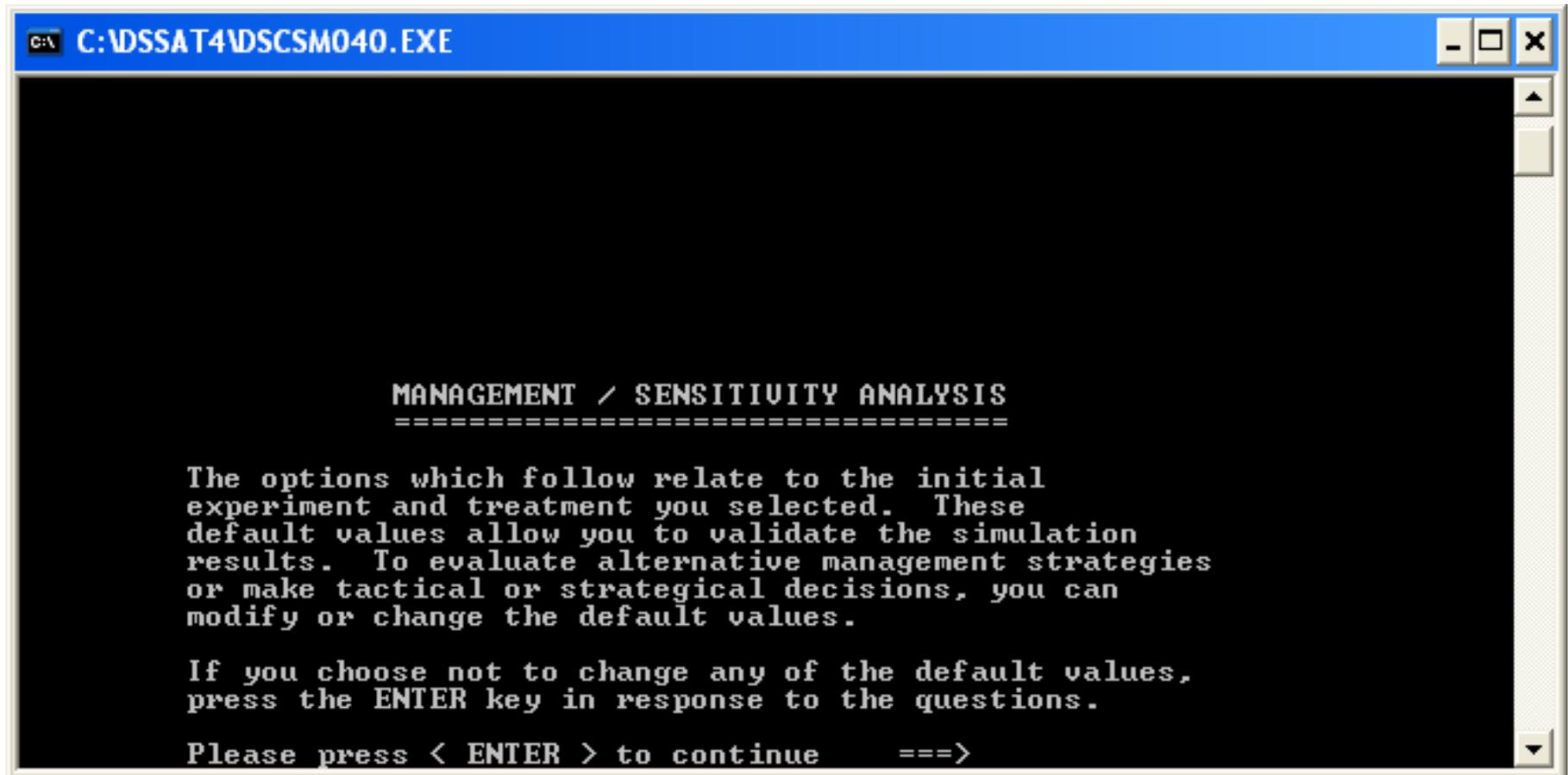
@SITE

MOLDOVA

@NOTES



Démarrage de l'analyse de sensibilité



```
C:\DSSAT4\DSCSM040.EXE

MANAGEMENT / SENSITIVITY ANALYSIS
=====

The options which follow relate to the initial
experiment and treatment you selected.  These
default values allow you to validate the simulation
results.  To evaluate alternative management strategies
or make tactical or strategical decisions, you can
modify or change the default values.

If you choose not to change any of the default values,
press the ENTER key in response to the questions.

Please press < ENTER > to continue    ==>
```



Créer une année de référence sans évolution

```
C:\> C:\DSSAT4\DSCSM040.EXE

MANAGEMENT / SENSITIVITY ANALYSIS OPTIONS
=====

0. RETURN TO THE MAIN MENU

1. Simulation Timing ..... APR 30 1953
2. Crop ..... MAIZE                      MZCER040.SPE MZCER040.CUL
3. Cultivar ..... MEDIUM SEASON         MAT : 0
4. Weather ..... 04BR                     OBSERVED      WMOD:N
5. Soil ..... IBML000990                  -99
6. Initial Conditions ..... AS REPORTED
7. Planting ..... MAY 10 1953             ROW SP: 15. PLANTS/m2: 5.00
8. Harvest ..... AT HARVEST MATURITY
9. Water and Irrigation ..... ON REPORTED DATE(S)
10. Nitrogen ..... AUTOMATIC N-FERTILIZER AP      NO N-FIX SIMUL.
11. Phosphorus ..... N/A
12. Residue ..... NO RESIDUE APPLICATION
13. Pests and Diseases ..... PEST & DISEASE INTERACTION NOT SIMULATED
14. Field .....
15. Crop Process Options .... H20:R NIT:Y N-FIX:N PEST:N PHOTO:C WTH:M ET:R
16. Output Control ..... FREQ: 5 OUV:Y SUM:Y GROWTH:N H20:Y NIT:N PEST:N

SELECTION ? [Default = 0] ==>
```



Créer une année de référence sans évolution

```
C:\> C:\DSSAT4\DSCSM040.EXE

MANAGEMENT / SENSITIVITY ANALYSIS OPTIONS
=====

0. RETURN TO THE MAIN MENU

1. Simulation Timing ..... APR 30 1953
2. Crop ..... MAIZE                                MZCER040.SPE MZCER040.CUL
3. Cultivar ..... MEDIUM SEASON                   MAT : 0
4. Weather ..... 04BR                               OBSERVED      WMOD:N
5. Soil ..... IBML000990                            -99
6. Initial Conditions ..... AS REPORTED
7. Planting ..... MAY 10 1953                       ROW SP: 15. PLANTS/m2: 5.00
8. Harvest ..... AT HARVEST MATURITY
9. Water and Irrigation .... ON REPORTED DATE(S)
10. Nitrogen ..... AUTOMATIC N-FERTILIZER AP        NO N-FIX SIMUL.
11. Phosphorus ..... N/A
12. Residue ..... NO RESIDUE APPLICATION
13. Pests and Diseases ..... PEST & DISEASE INTERACTION NOT SIMULATED
14. Field .....
15. Crop Process Options .... H2O:R NIT:Y N-FIX:N PEST:N PHOTO:C WITH:M ET:R
16. Output Control ..... FREQ: 5 OUV:Y SUM:Y GROWTH:N H2O:Y NIT:N PEST:N

SELECTION ? [Default = 0] ==>

Please enter Run 1 name : ==> base
```



Simulation avec évolution

```
C:\DSSAT4\DSCSM040.EXE
Grain N at maturity (%)          1.7          -99
Tops weight at anthesis (kg [dm]/ha) 3314        -99
Tops N at anthesis (kg/ha)       44          -99
Leaf number per stem, maturity   21.05       -99
*RUN      1      : base          ... Press < ENTER > key to continue

Maize YIELD :          354 kg/ha   [DRY WEIGHT]

Do you want to run more simulations ?
Y or N ? [Default = "N"] ==> y
```



Simulation avec évolution

```
C:\DSSAT4\DSCSM040.EXE

MANAGEMENT / SENSITIVITY ANALYSIS OPTIONS
=====

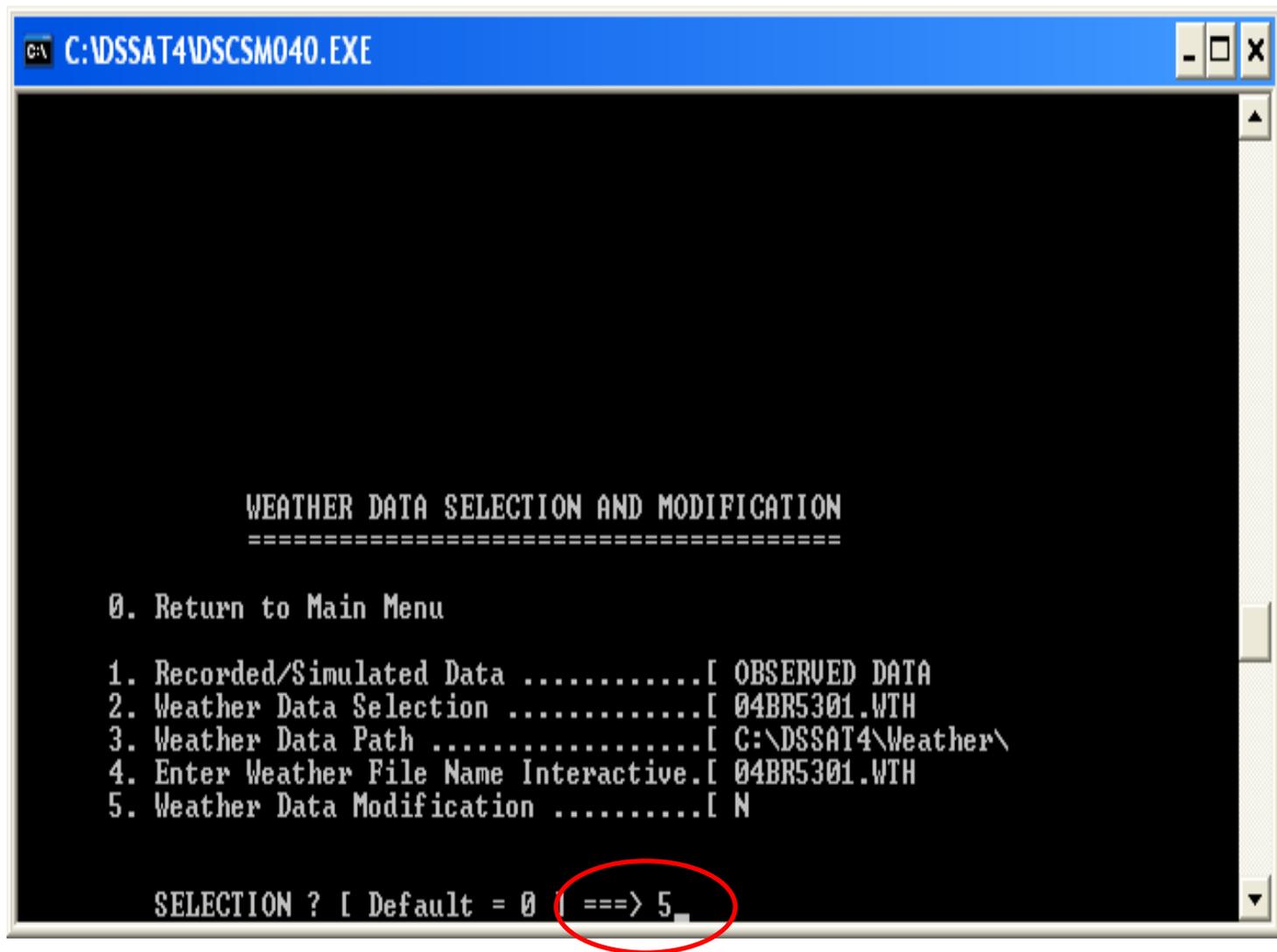
0. RETURN TO THE MAIN MENU

1. Simulation Timing ..... APR 30 1953
2. Crop ..... MAIZE                                MZCER040.SPE MZCER040.CUL
3. Cultivar ..... MEDIUM SEASON                    MAT : 0
4. Weather ..... 04BR                                OBSERVED      WMOD:N
5. Soil ..... IBML000990                             -99
6. Initial Conditions ..... AS REPORTED
7. Planting ..... MAY 10 1953                        ROW SP: 15. PLANTS/m2: 5.00
8. Harvest ..... AT HARVEST MATURITY
9. Water and Irrigation .... ON REPORTED DATE(S)
10. Nitrogen ..... AUTOMATIC N-FERTILIZER AP        NO N-FIX SIMUL.
11. Phosphorus ..... N/A
12. Residue ..... NO RESIDUE APPLICATION
13. Pests and Diseases ..... PEST & DISEASE INTERACTION NOT SIMULATED
14. Field .....
15. Crop Process Options .... H2O:R NIT:Y N-FIX:N PEST:N PHOTO:C WTH:M ET:R

SELECTION ? [Default = 0] ==> 4
```



Sensibilité aux modifications météorologiques



```
C:\DSSAT4\DSCSM040.EXE

WEATHER DATA SELECTION AND MODIFICATION
=====

0. Return to Main Menu

1. Recorded/Simulated Data .....[ OBSERVED DATA
2. Weather Data Selection .....[ 04BR5301.WTH
3. Weather Data Path .....[ C:\DSSAT4\Weather\
4. Enter Weather File Name Interactive.[ 04BR5301.WTH
5. Weather Data Modification .....[ N

SELECTION ? [ Default = 0 ] ==> 5
```



Température maximale

```
C:\ IDSSAT4\IDSCSM040.EXE

SELECT/REVISE WEATHER VARIABLES:
=====

0) RETURN                OFFSET  MULT.  VALUE
1) Photoperiod (Daylength) 0.00   1.00
2) Solar Radiation        0.00   1.00
3) Maximum Temperature    0.00   1.00
4) Minimum Temperature    0.00   1.00
5) Rainfall               0.00   1.00
6) Carbon Dioxide         0.00   1.00 330.00
7) Humidity (dew point)   0.00   1.00
8) Wind speed             0.00   1.00

Relative adjustments of CO2 from a base value of 330. ppm.

PFD and Solar Radiation automatically changed together.

CHOICE ? < Default = 0 > ==> 3
```



Réchauffement de 5°C

```
C:\ \DSSAT4\DSCSM040.EXE

Select modification option, then enter amount:

0) NO CHANGE          < ambient conditions >
1) Additive Change    < 3.0 = 3 higher >
2) Subtractive Change < 3.0 = 3 lower >
3) Multiplicative Change < 1.2 = 20% higher >
4) Constant Value     < 100 = constant of 100 >

<== CHOICE? < Default = 0 >
1
<=== Amount
5
```

Répéter ce processus pour les temp. min.



Une fois les changements terminés ...

```
C:\> C:\DSSAT4\DSCSM040.EXE

SELECT/REVISE WEATHER VARIABLES:
=====
0) RETURN                OFFSET  MULT.  VALUE
1) Photoperiod (Daylength) 0.00   1.00
2) Solar Radiation        0.00   1.00
3) Maximum Temperature    5.00   1.00
4) Minimum Temperature    5.00   1.00
5) Rainfall               0.00   1.00
6) Carbon Dioxide         0.00   1.00 330.00
7) Humidity (dew point)   0.00   1.00
8) Wind speed             0.00   1.00

Relative adjustments of CO2 from a base value of 330. ppm.
PFD and Solar Radiation automatically changed together.

CHOICE ? < Default = 0 > ==> 0
```



Afficher les résultats...

**.OSU
Résumé
des résultats**

```
*SUMMARY : TESTM200MZ BASE CLIMATE

!IDENTIFIERS.....
@  RUNNO  TRNO R#  O#  C#  CR  TNAM                FNAME          SDAT
   1      1   1  0   0  MZ  base                04BR0001 1953120 19
   2      1   1  0   0  MZ  +5                04BR0001 1953120 19
```



Afficher les résultats...

TESTMZ00.OSU - Bloc de notas

Archivo Edición Formato Ver Ayuda

*SUMMARY : TESTMZ00MZ BASE CLIMATE DSSAT Cropping System Model Ver. 4.0.

! IDENTIFIERS							DATES					DRY WEIGHTS				
@	RUNNO	TRNO	R#	O#	C#	CR TNAM	FNAM	SDAT	PDAT	ADAT	MDAT	HDAT	DWAP	CWAM	HWAM	HWAP
	1	1	1	0	0	MZ base	04BR0001	1953120	1953130	1953205	1953225	1953225	-99	3748	354	354
	2	1	1	0	0	MZ +5	04BR0001	1953120	1953130	1953186	1953216	1953216	-99	4184	1015	1015

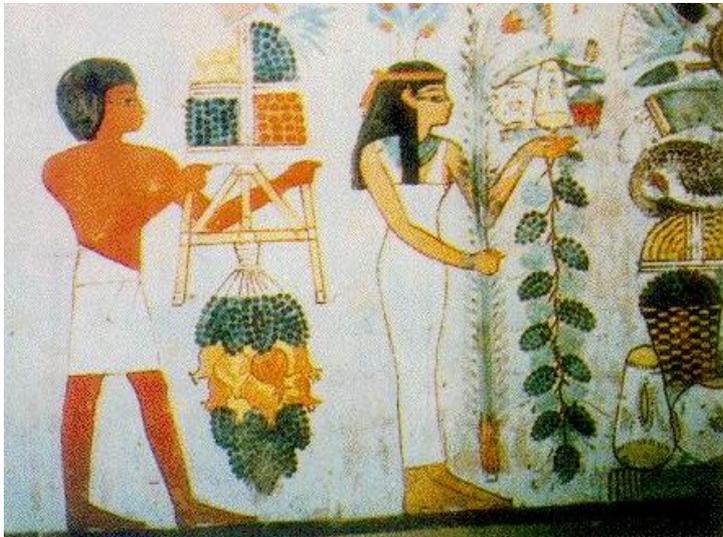


INFORMATIONS SUPPLÉMENTAIRES SUR L'AGRICULTURE

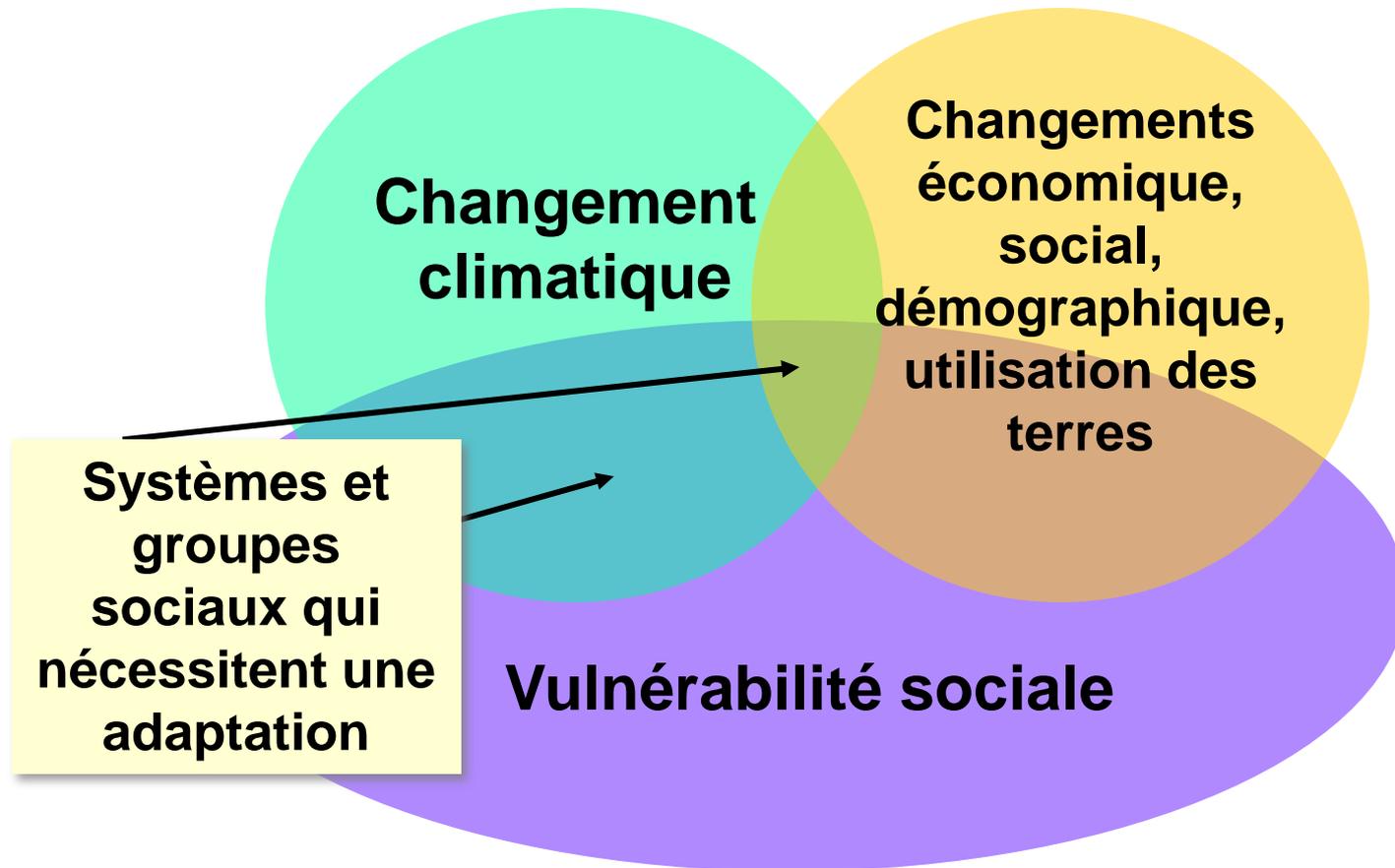


Changements climatiques, agriculture et sécurité alimentaire

- Le changement climatique constitue l'un des nombreux facteurs de stress affectant désormais l'agriculture et la population qui en dépend.



Interactions multiples, vulnérabilité et adaptation



Mozambique, inondations

Interactions multiples : les parties prenantes définissent l'adaptation



Interactions multiples

- Le changement climatique constitue l'un des nombreux facteurs de stress affectant désormais l'agriculture et la population qui en dépend.
 - a) L'intégration des résultats est essentielle si l'on veut formuler des évaluations qui sont pertinentes dans la prise de décisions politiques.
- Les conséquences futures potentielles dépendent de :
 - a) la région et du système agricole [Où ?]
 - b) l'ampleur [Combien ? Les scénarii sont importants.]
 - c) la réponse socio-économique [Que se passe-t-il en réaction au changement ?]
 - d) la capacité d'adaptation (*adaptation interne*) et adaptation prévue.]



Où ? Systèmes et groupes sociaux



Production de manioc, Mozambique



Production de café, Kenya

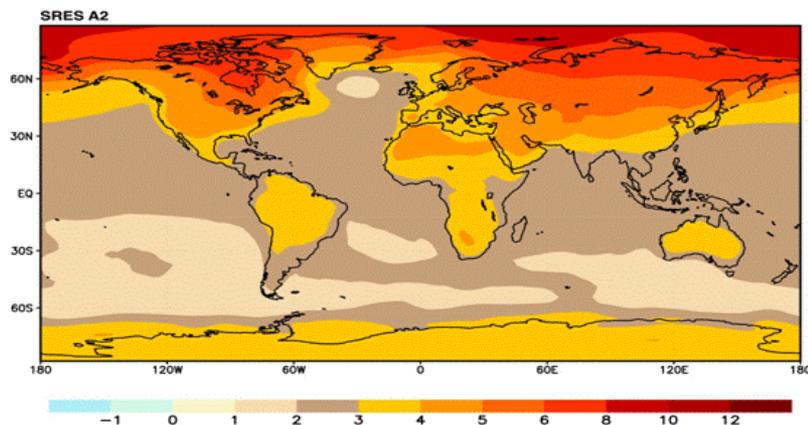


Production de légumes, Égypte

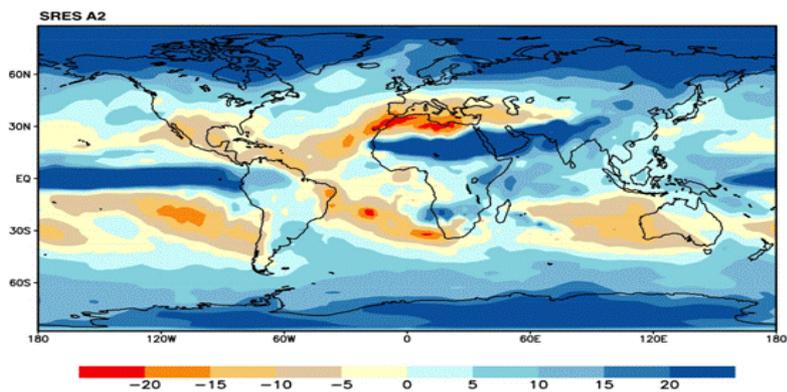
Combien ? Scénarii climatiques et SRES

Modèle HadCM2, années 2050

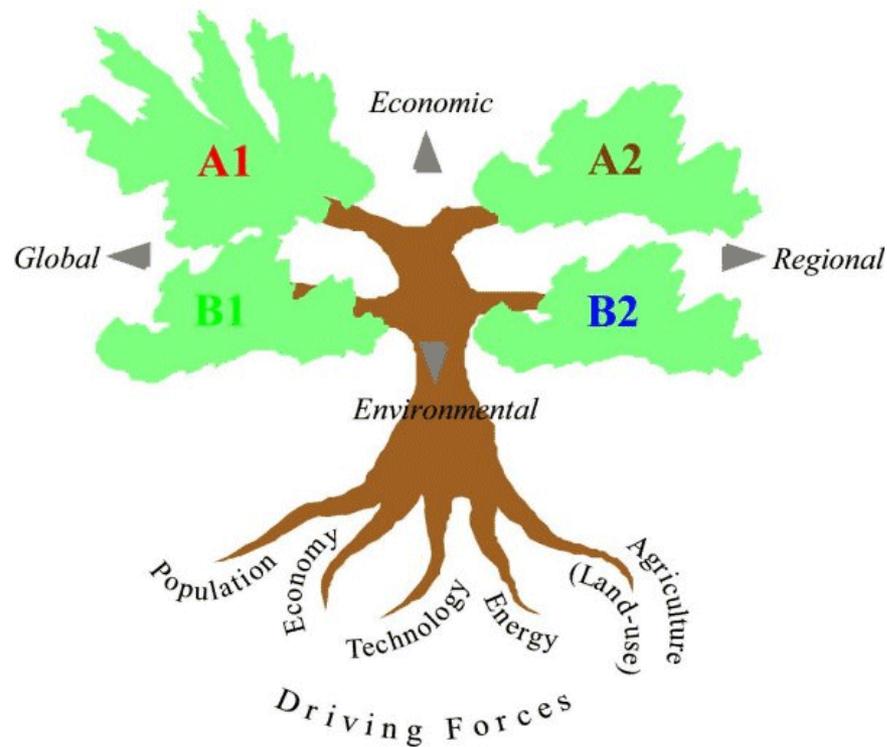
Variation de température



Évolution des précipitations



SRES Scenarios



Quelles sont les réactions au changement ?

- Capacité d'adaptation (adaptation interne)
- Adaptation planifiée.



Limites à l'adaptation

- Limites technologiques (ex. tolérance des cultures à l'engorgement du sol ou aux températures élevées ; réutilisation de l'eau)
- Limites sociales (ex. acceptation de la biotechnologie)
- Limites politiques (ex. la stabilisation de la population rurale ne représente pas toujours un programme optimal d'utilisation des terres)
- Limites culturelles (ex. acceptation du prix de l'eau et des tarifs).



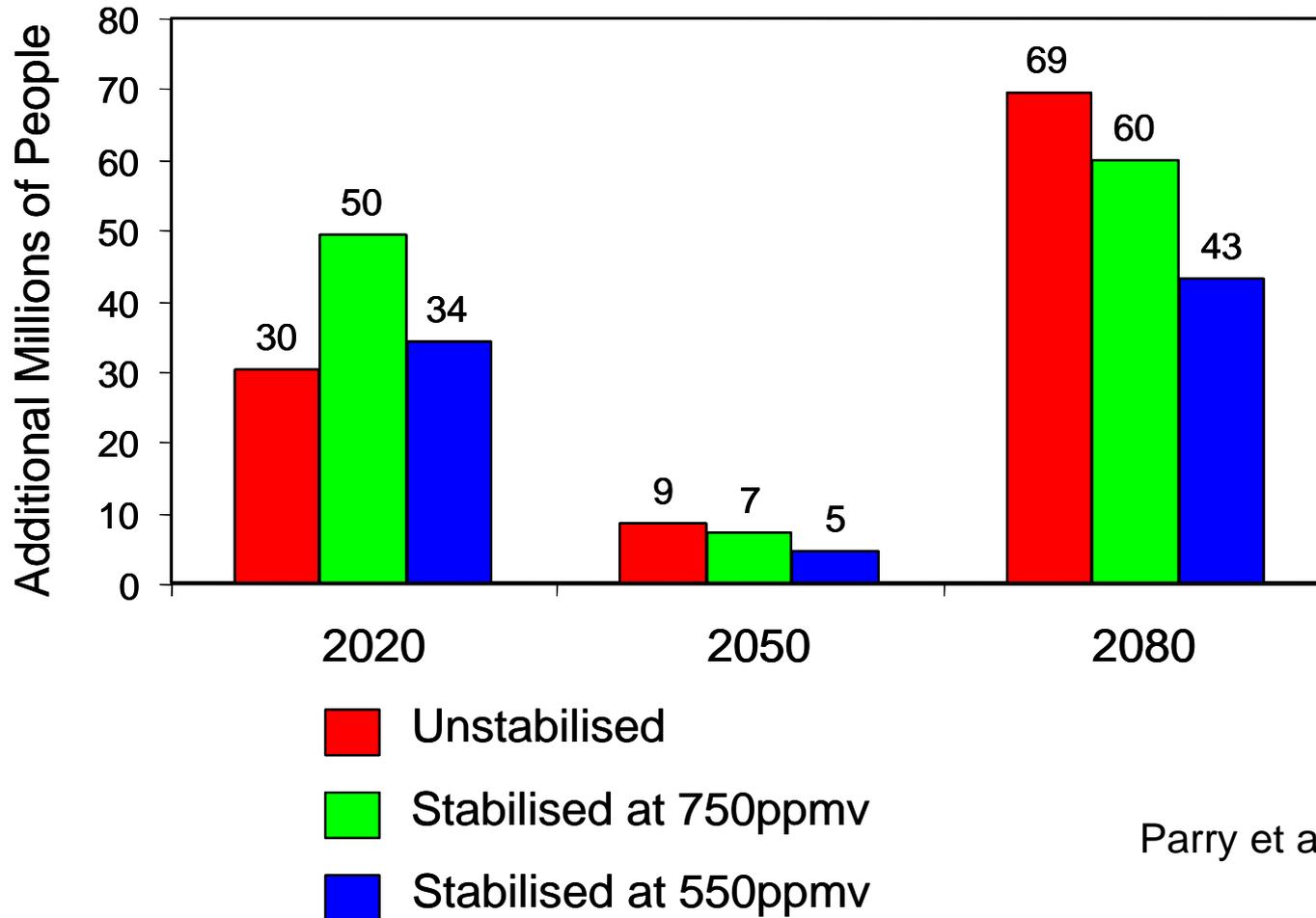
Différences entre les pays développés et les pays en voie de développement

Variation potentielle (%) des rendements nationaux en céréales pour les années 2080 (comparés avec 1990) en utilisant les scénarii MCG HadCM3 et SRES (Parry et al., 2004)

Scénario	A1F1	A2a	A2b	A2c	A2c	B1a	B2b
CO ₂ (ppm)	810	709	709	709	527	561	561
Monde (%)	-5	0	0	-1	-3	-2	-2
Développés (%)	3	8	6	7	3	6	5
En voie de développement (%)	-7	-2	-2	-3	-4	-3	-5
Développés - en développement (%)	10	10	8	10	7	9	9



Des personnes supplémentaires exposées au risque de la faim



Parry et al., 2004



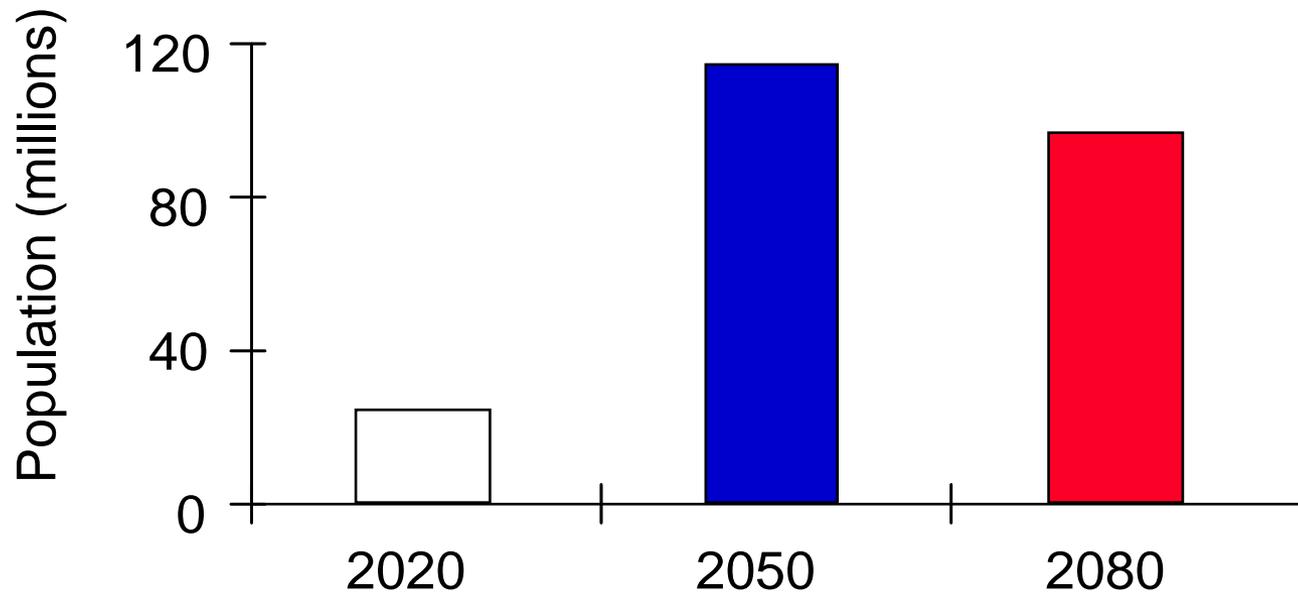
Des personnes supplémentaires exposées au risque de la faim (suite)

- Dans l'ensemble, la possibilité d'avoir des personnes supplémentaires exposées au risque de famine est plus élevée suivant le scénario "non stabilisé", même s'il existe des variations décennales.
 - a) **Sur toutes les décennies, le scénario « non stabilisé » est le plus chaud**
 - b) **Dans les années 2020, le réchauffement est bénéfique pour la production agricole agrégée**
 - c) **Dans les années 2080, le réchauffement excède le seuil de tolérance optimale des cultures dans de nombreuses régions de basse latitude, exposant plus de personnes au risque de famine.**



Interaction et intégration : eau

Population supplémentaire en situation de stress extrême dû au manque d'eau



Conclusions

- Bien que la production mondiale paraisse stable, les différences régionales de production de cultures sont susceptibles de s'accroître avec le temps, menant à une polarisation sensible des effets avec des augmentations notables des prix et du risque de famine dans les nations les plus pauvres
- Les effets les plus graves se trouvent en marge (ils frappent les régions et les groupes vulnérables tels que les femmes et les enfants).



Méthodes, outils et ensembles de données

- Le cadre de travail
- Le choix des méthodes de recherche et des outils
 - a) Méthodes axées sur la demande : répondre aux parties prenantes
 - b) Caractéristiques, forces et faiblesses importantes
 - c) Exemples
- Ensembles de données : sources, échelles, fiabilité



Cadres de travail

- Cadre des politiques d'adaptation (APF), US Country Studies, GIEC, sept étapes
- Tous ont en commun les éléments essentiels :
 - a) Définition du problème
 - b) Sélection et test des méthodes
 - c) Application des scénarii (climatiques et socioéconomiques)
 - d) Évaluation de vulnérabilité et d'adaptation
- Les études peuvent utiliser un cadre comme guide ou se servir des meilleurs éléments de chaque.



Méthodes axées sur la demande

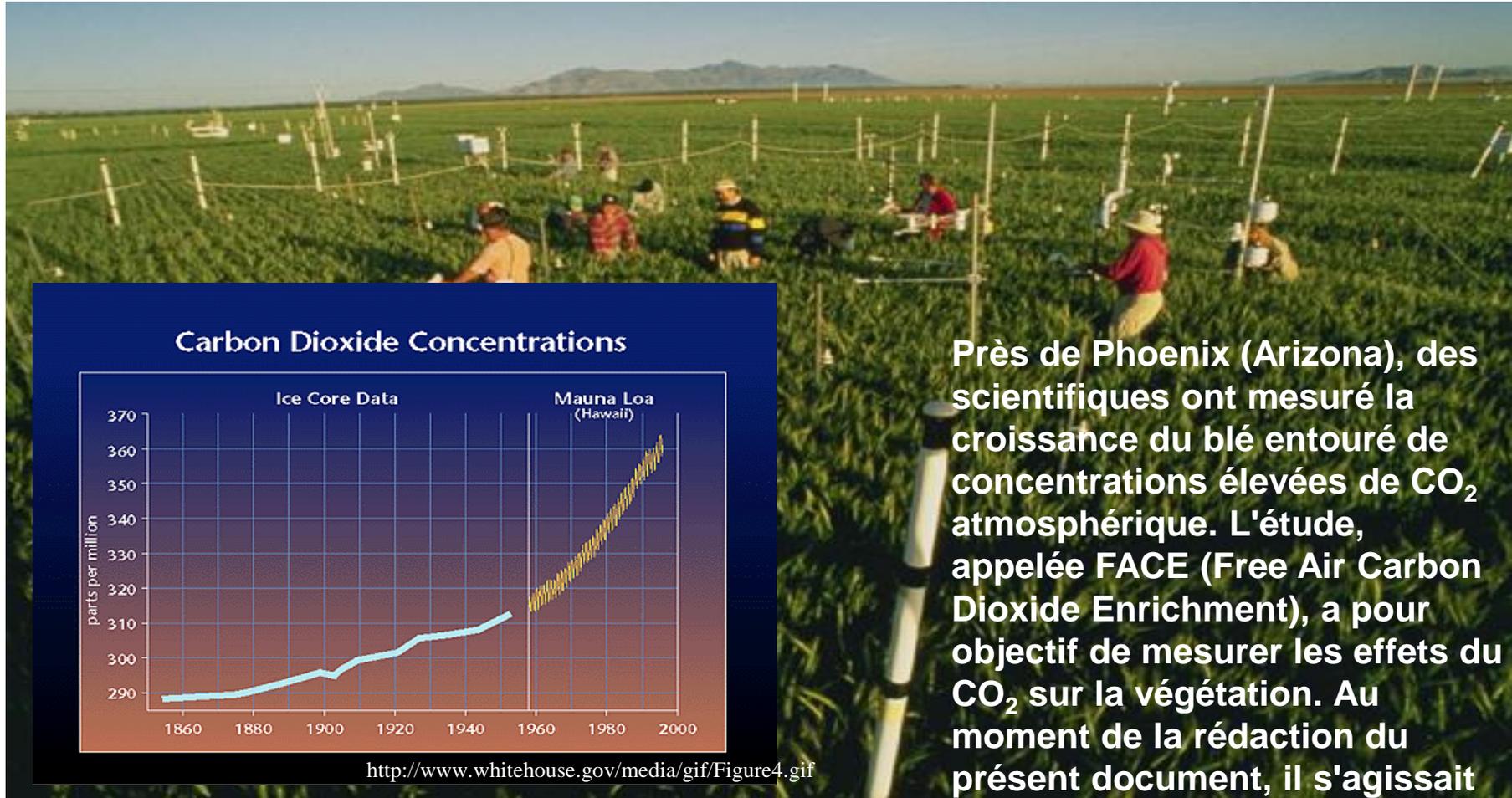
- Besoin d'estimations quantitatives :
 - a) Les modèles sont des outils d'aide
 - b) Les enquêtes sont des outils d'aide à la conception d'options d'adaptation
- Variables clés pour les études agronomiques et socio-économiques : production de cultures, convenance du terrain, disponibilité des ressources en eau, revenus agricoles, ...



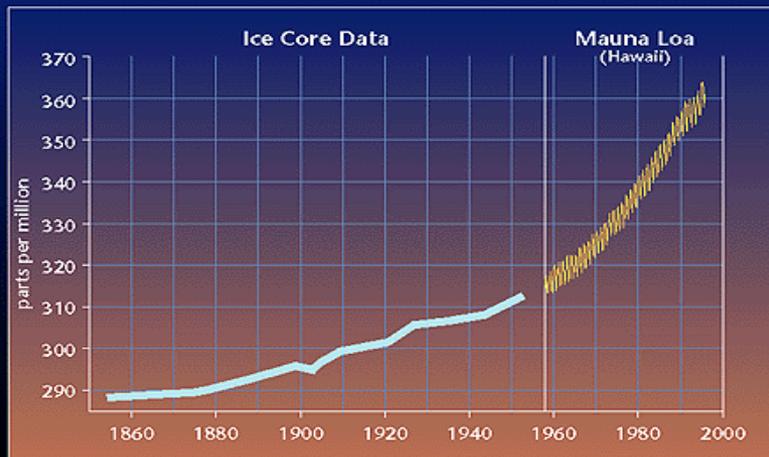
Méthodes et outils quantitatifs

- Expérimentaux
- Analogues (spatiaux et temporels)
- Fonctions de production (dérivées de statistiques)
- Indices agroclimatiques
- Modèles de simulation de cultures (génériques et spécifiques aux cultures)
- Modèles économiques (exploitations agricoles, nationaux et régionaux) - renseignent sur ce qui est pertinent en matière de politique
- Outils d'analyse sociale (enquêtes et interviews) - permettent la contribution directe des parties prenantes (recherche scientifique induite par la demande) et émettent des avis d'experts.
- Intégrateurs : SIG (Système d'information géographique)





Carbon Dioxide Concentrations



<http://www.whitehouse.gov/media/gif/Figure4.gif>

Près de Phoenix (Arizona), des scientifiques ont mesuré la croissance du blé entouré de concentrations élevées de CO₂ atmosphérique. L'étude, appelée FACE (Free Air Carbon Dioxide Enrichment), a pour objectif de mesurer les effets du CO₂ sur la végétation. Au moment de la rédaction du présent document, il s'agissait

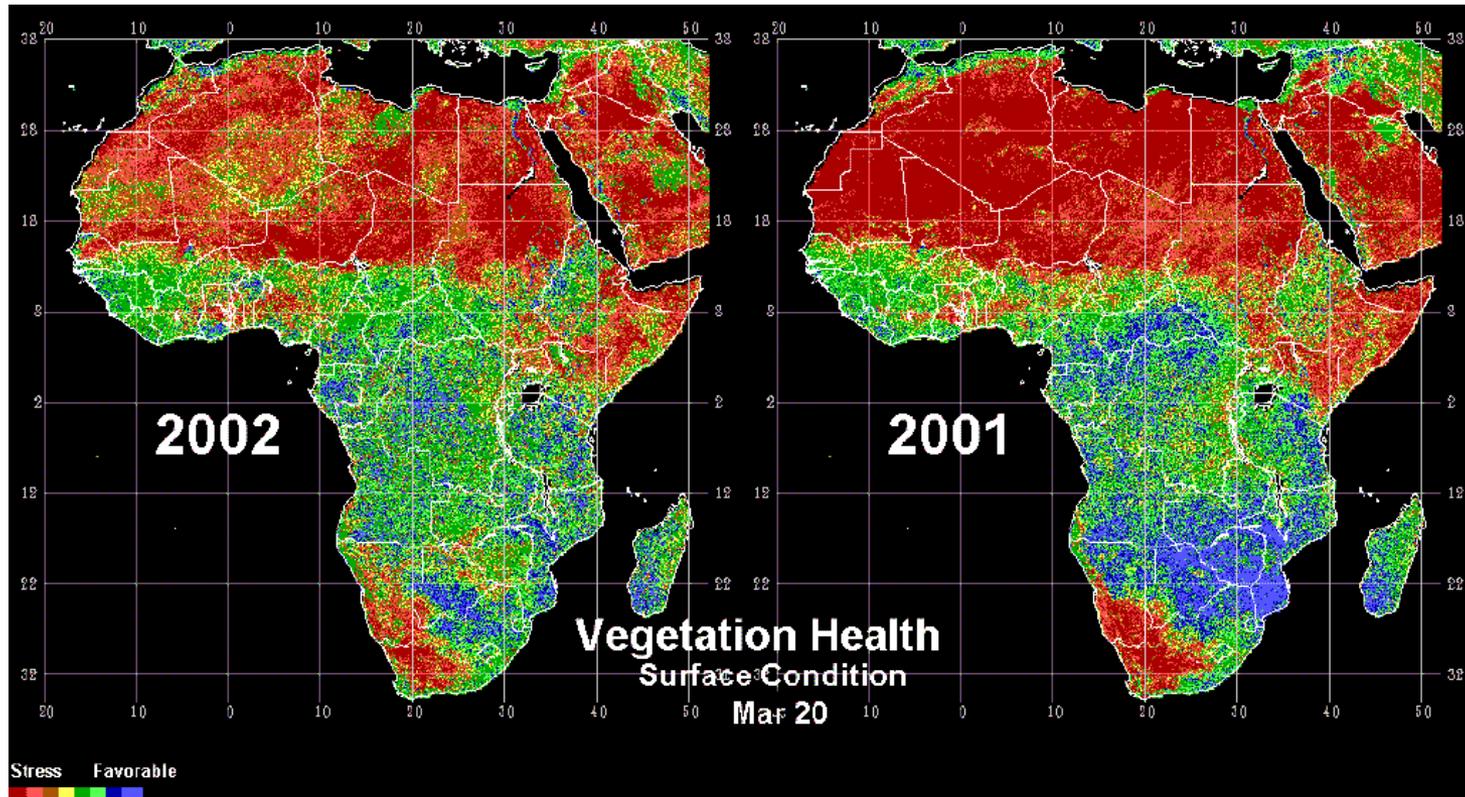
Expérimentation

	Valeur
Échelle spatiale des résultats	Saisons à décennies
Temps d'exécution de l'analyse	Site
Besoins en données	4 à 5
Compétence ou formation requise	1
Ressources technologiques	4 à 5
Ressources financières	4 à 5
Échelle de classement : 1 (moins) à 5 (le plus exigeant).	

Exemples : chambres de croissance, champs expérimentaux.



Équivalents : sécheresse, inondations



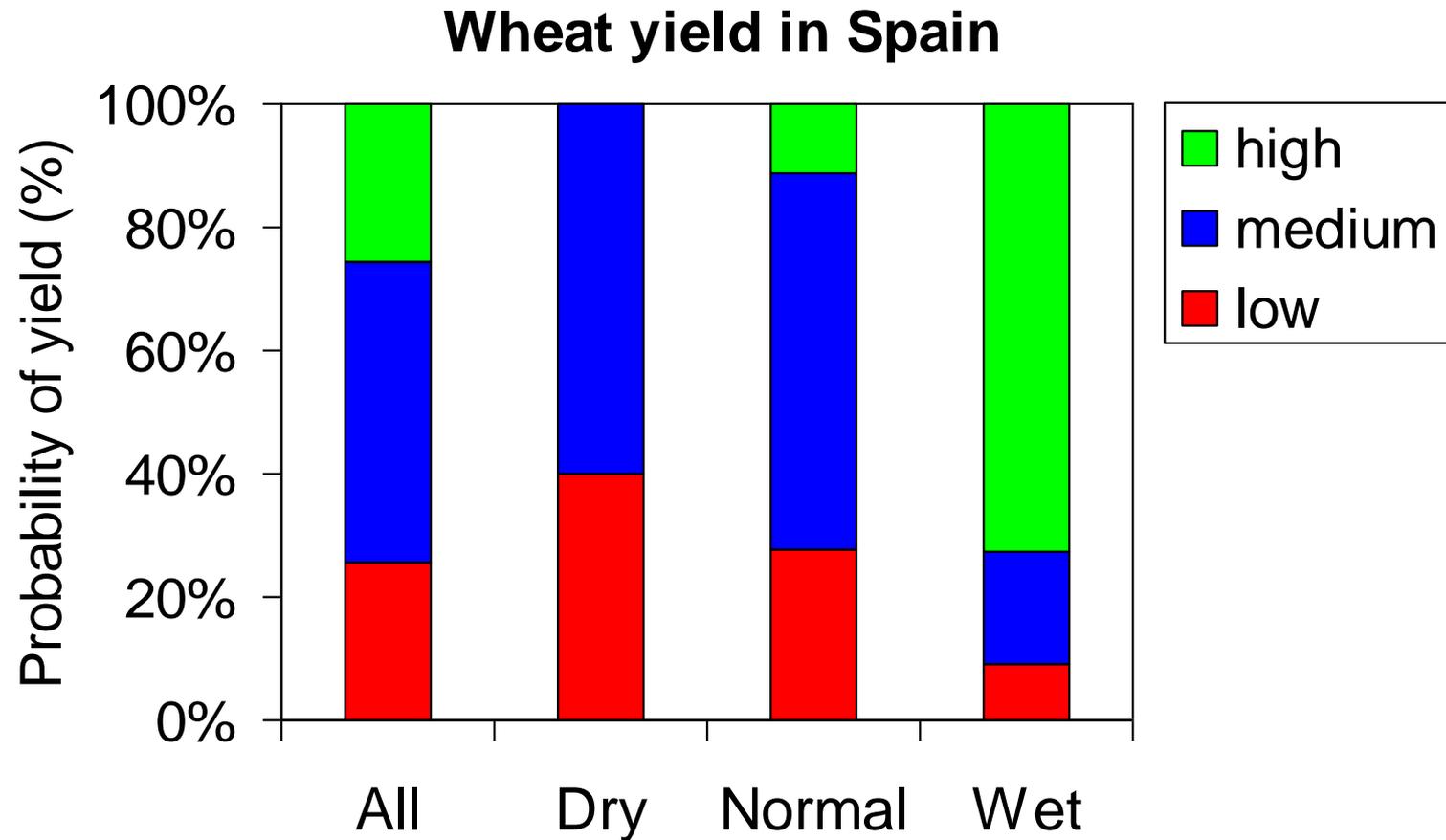
Santé de la végétation africaine (index VT)

Santé de la végétation : **Rouge – stressé**, **Vert – satisfaisant**, **Bleu – favorable**



(Source : NOAA/NESDIS)

Équivalents : sécheresse



Equivalents (espace et temps)

Exemple : climat existant dans d'autres zones ou à d'autres époques

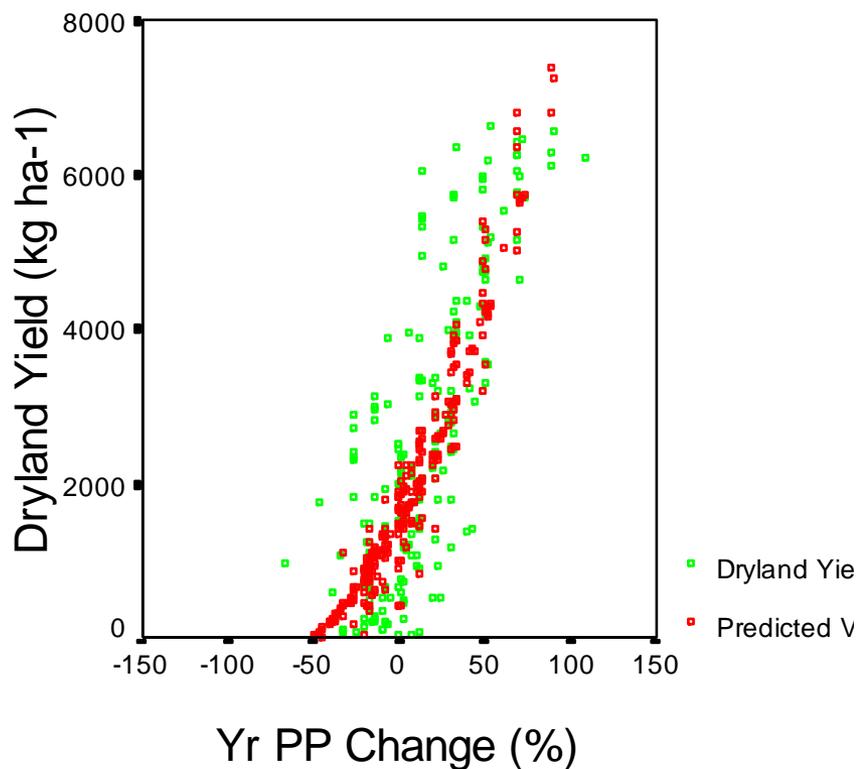
	Valeur
Échelle spatiale des résultats	Décennies
Temps d'exécution de l'analyse	Site à région
Besoins en données	1 à 2
Compétence ou formation requise	1 à 3
Ressources technologiques	1 à 3
Ressources financières	1 à 2
Échelle de classement : 1 (moins) à 5 (le plus exigeant).	



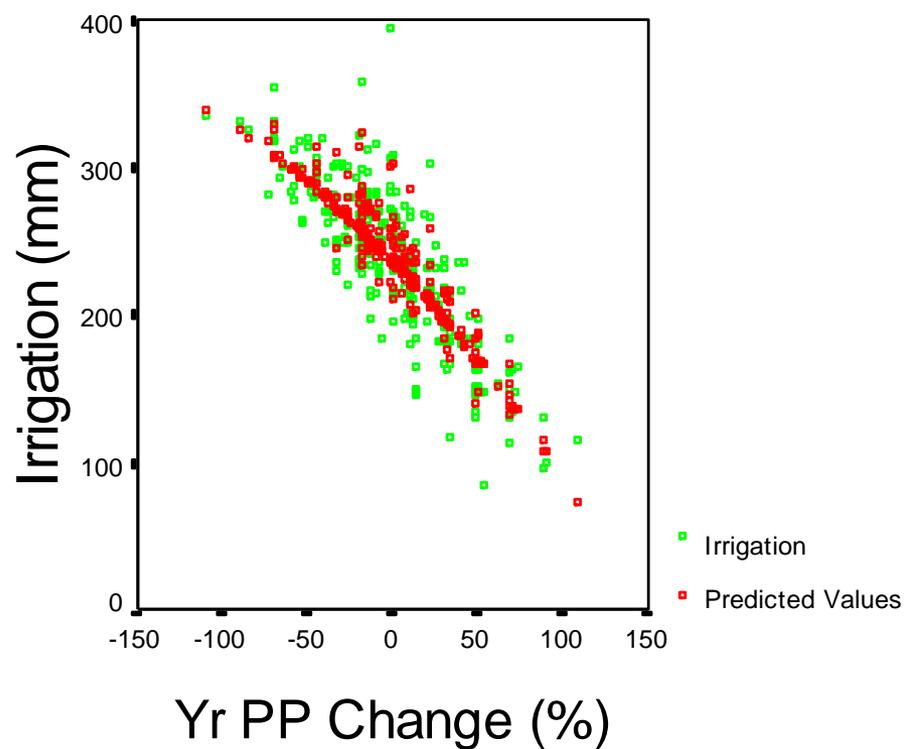
Fonctions de production

Fonctions dérivées de statistiques (Almeria, blé)

Rendement



Besoins d'irrigation



(Source : Iglesias et al, 1999)

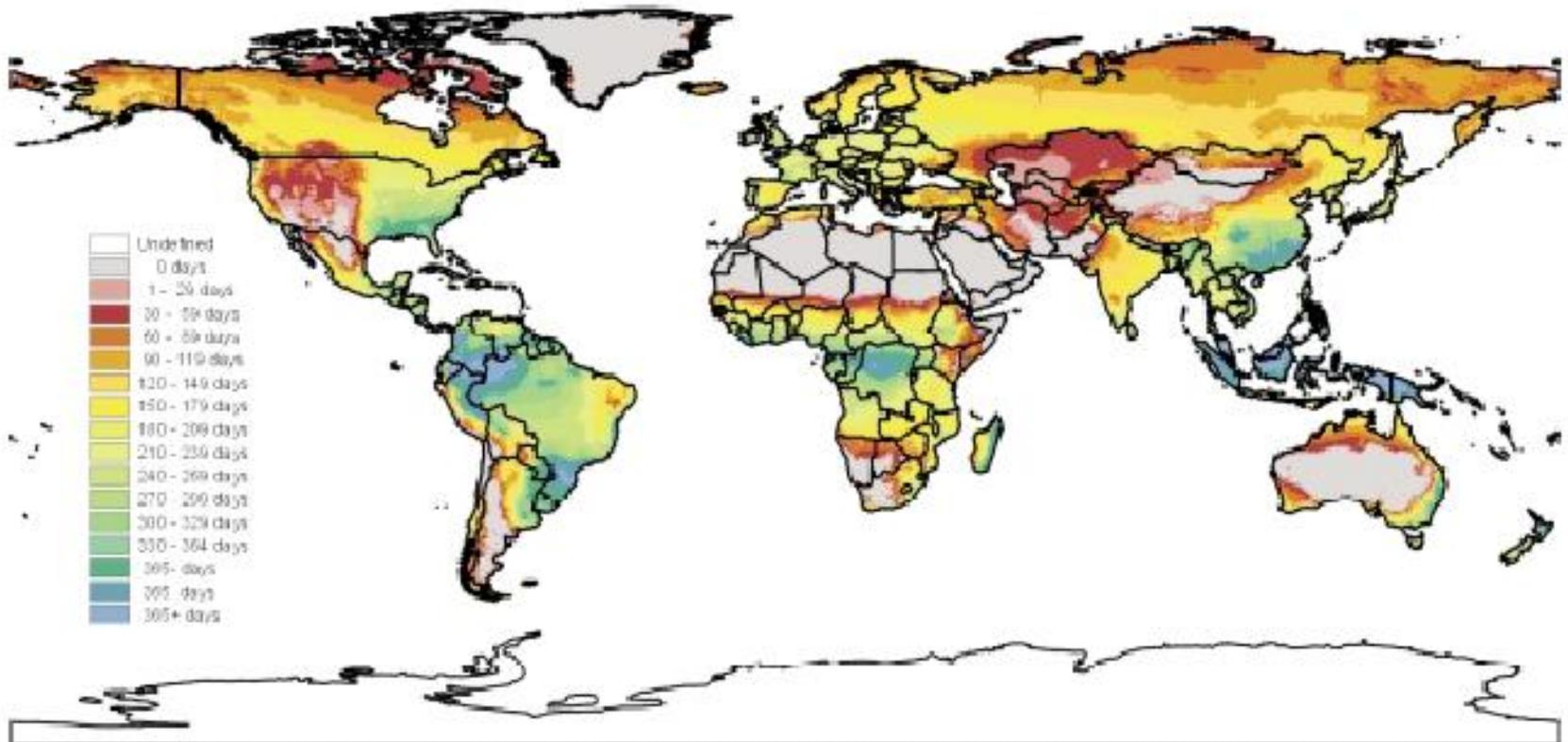
Fonctions de production

Exemple : dérivé de données empiriques.

	Valeur
Échelle spatiale des résultats	Saisons à décennies
Temps d'exécution de l'analyse	Site à l'échelle mondiale
Besoins en données	2 à 4
Compétence ou formation requise	3 à 5
Ressources technologiques	3 à 5
Ressources financières	2 à 4
Échelle de classement : 1 (moins) à 5 (le plus exigeant).	



Indices agroclimatiques



Durée des périodes de croissance (climat de référence, 1961-1990).

(IIASA-FAO, AEZ)



Indices agroclimatiques

	Valeur
Échelle spatiale des résultats	Saisons à décennies
Temps d'exécution de l'analyse	Site à l'échelle mondiale
Besoins en données	1 à 3
Compétence ou formation requise	2 à 3
Ressources technologiques	2 à 3
Ressources financières	1 à 3
Échelle de classement : 1 (moins) à 5 (le plus exigeant).	

Exemple : FAO, etc.



Modèles de culture

Basés sur

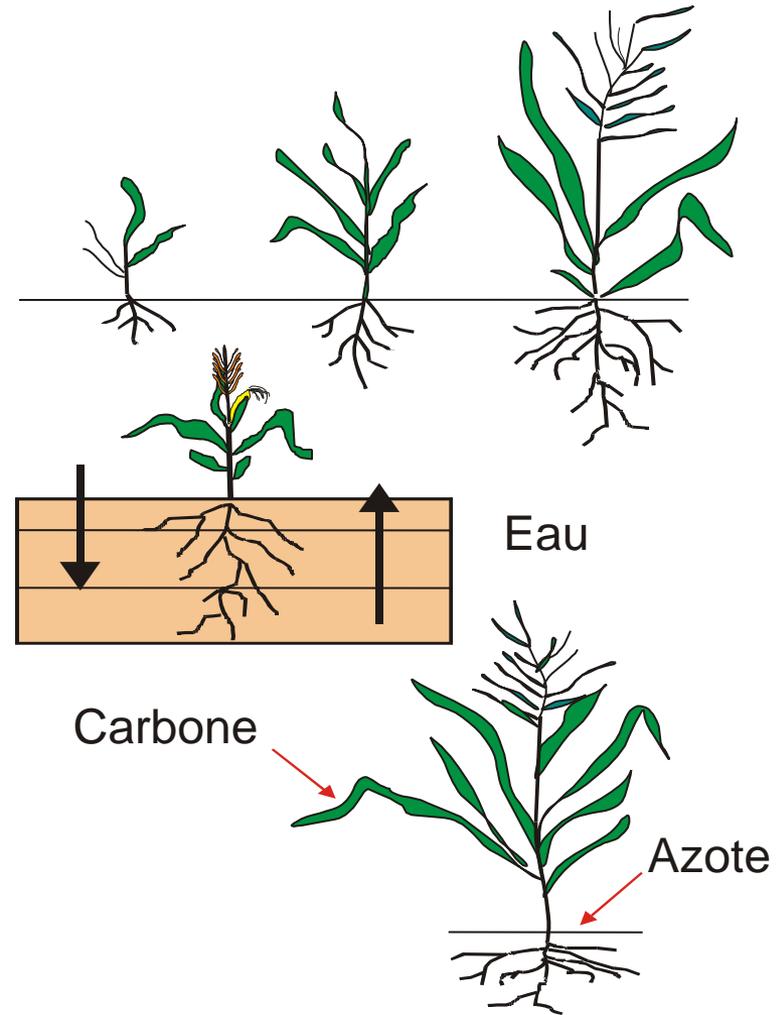
Compréhension des plantes, du sol, des conditions météorologiques, de la gestion

Calculer

Croissance, rendement, engrais et besoins en eau, etc.

Nécessite

Information (entrées) : météo, gestion, etc.



Modèles - avantages

- Les modèles sont des outils d'aide ; une interaction des parties prenantes est essentielle
 - Les modèles nous permettent de poser la question « et si », l'avantage relatif d'une gestion alternative peut ainsi être souligné :
 - a) Améliorer la planification et la prise de décision
 - b) Aider à la mise en application des enseignements tirés pour la création de politiques
 - Les modèles permettent l'intégration entre divers échelons et différents utilisateurs, ainsi qu'une intégration intersectorielle.
-



Modèles – limites

- Les modèles doivent être calibrés et validés de manière à être réalistes
- Les modèles nécessitent des données et une expertise technique
- Les modèles seuls ne donnent pas de réponse ; une interaction avec les parties prenantes est essentielle.



Modèles de culture

	Valeur
Échelle spatiale des résultats	Journalière à sur des siècles
Temps d'exécution de l'analyse	Site à région
Besoins en données	4 à 5
Compétence ou formation requise	5
Ressources technologiques	4 à 5
Ressources financières	4 à 5
Échelle de classement : 1 (moins) à 5 (le plus exigeant).	

Exemples : CROPWAT, CERES, SOYGRO, APSIM, WOFOST, etc.



Modèles économiques

- Considérer à la fois les producteurs et les consommateurs de biens agricoles (offre et demande)
- Exemple de mesures économiques intéressantes :
 - a) Comment les prix répondent-ils aux quantités de production ?
 - b) Comment le revenu est-il maximisé avec différentes possibilités de production et de consommation ?



Modèles économiques (suite)

- Micro-économiques : exploitation agricole
- Macro-économiques : économies régionales
- Tous : le rendement des cultures est une entrée primaire (la demande constituant l'autre entrée primaire)
- Les modèles économiques doivent être élaborés selon un processus ascendant.

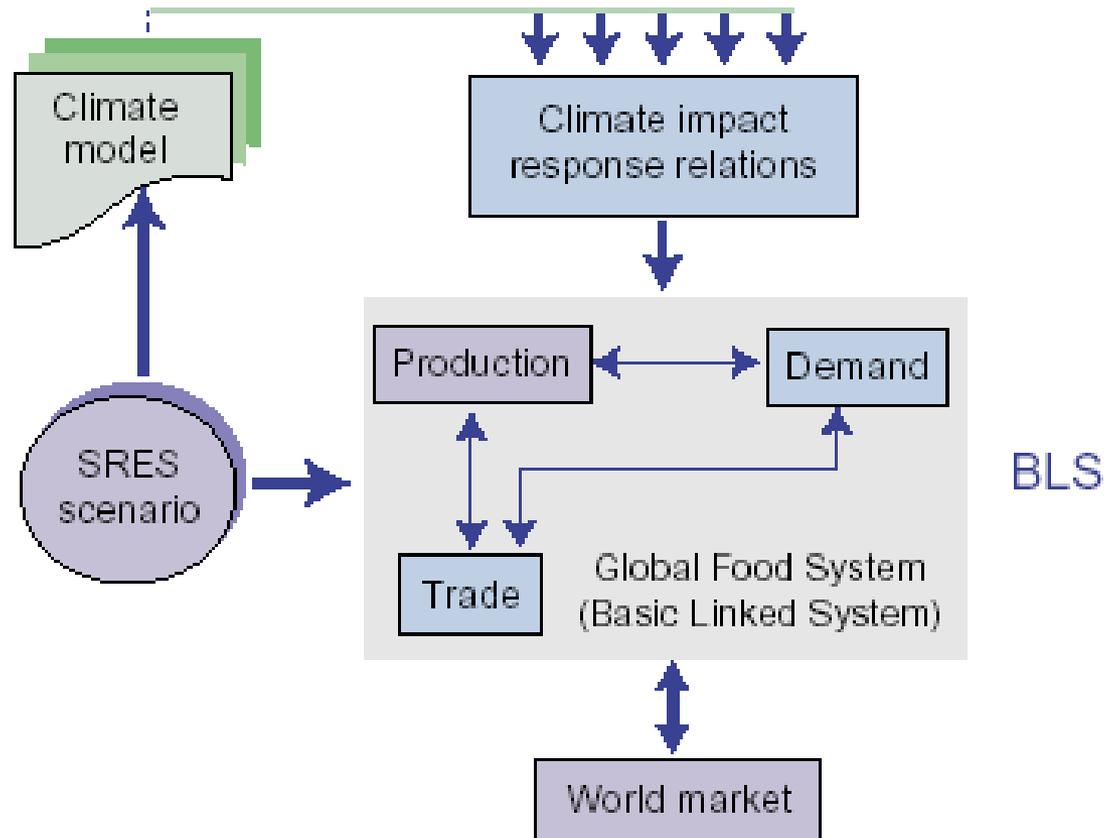


Modèles agricoles - différences

	Petit exploitant agricole	Agriculteur commercial
Stratégie de production	Stabiliser la production alimentaire	Maximiser le revenu
Risque	Malnutrition et migration	Dette et cessation d'activité
Source du risque	Conditions météorologiques	Conditions météorologiques, marchés et politiques
Mécanismes non-structurels de limitations des risques	Quasiment inexistant	Assurance, crédit, législation
Intrants et actifs de fermes	Très faible	Très important
Prix des cultures vivrières	Local pour les cultures primaires et quasi mondial pour les cultures industrielles, avec une certaine intervention de la part des gouvernements.	Mondial avec une certaine intervention des politiques



Modèles agricoles commerciaux



(Source : Parry et al., 1999)



Outils des sciences sociales

- Enquêtes et interviews
- Permettent l'implication directe des parties prenantes (recherche scientifique induite par la demande), fournissent un avis d'expert de manière rigoureuse.



Enquêtes et interviews

- Élaboration d'options d'adaptation avec les parties prenantes.



Enquêtes auprès des parties prenantes : exemple : conception d'options d'adaptation

Groupe de parties prenantes (comprenant des femmes)	Adaptation Niveau 1	Adaptation Niveau 2	Adaptation Niveau 3
Petits exploitants agricoles ou agriculteurs commerciaux	Conseils tactiques pour changer le calendrier des cultures et les besoins en eau	Gestion du risque de la disponibilité de l'eau (quantité et fréquence)	Éducation aux pratiques d'économie d'eau et changements dans les choix de cultures
Agriculteurs commerciaux	Conseils tactiques pour améliorer le rendement en eau et en unités foncières	Investissement dans la technologie d'irrigation, partage du risque (ex. assurance)	Participation du secteur privé au développement des entreprises agro-industrielles
Gestionnaires de ressources	Éducation aux alternatives dans la gestion des terres et de l'eau	Gestion intégrée des ressources pour l'eau et les terres	Alternatives à l'utilisation des ressources naturelles et de l'infrastructure



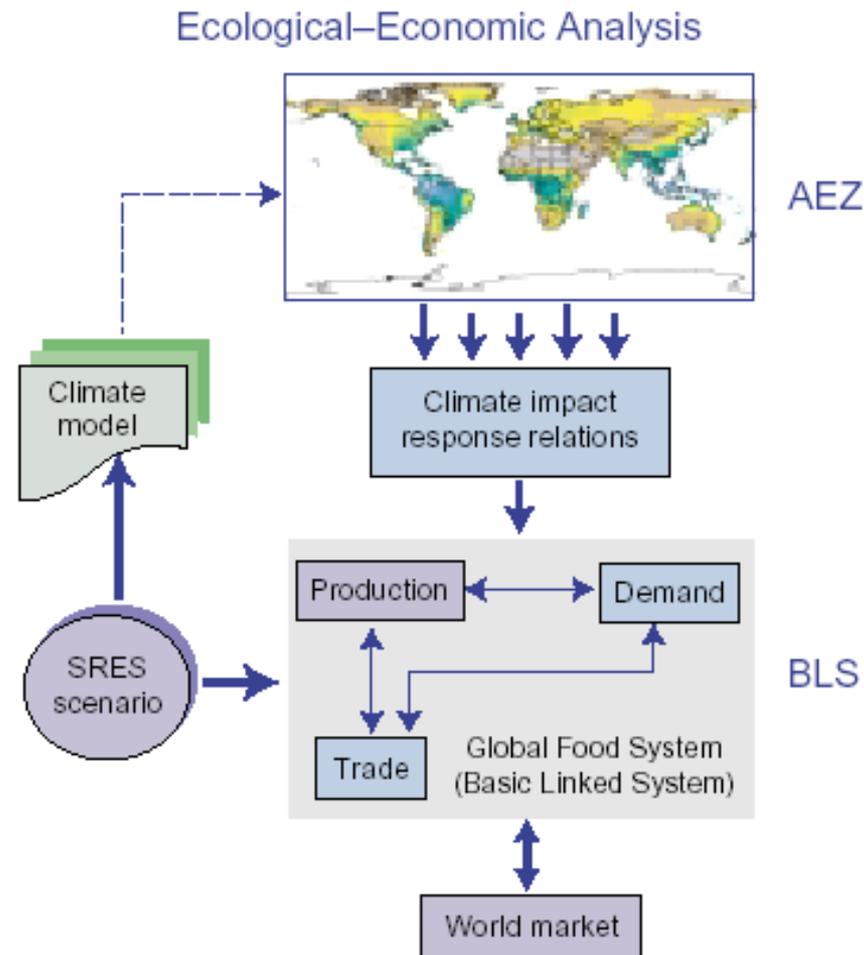
Outils économiques et sociaux

Exemples : exploitation agricole, économétrie, E/S (entrées/sorties), économies nationales, BLS, ...

	Valeur
Échelle spatiale des résultats	Annuelle à sur des siècles
Temps d'exécution de l'analyse	Site à région
Besoins en données	4 à 5
Compétence ou formation requise	5
Ressources technologiques	4 à 5
Ressources financières	4 à 5
Échelle de classement : 1 (moindre) à 5 (le plus exigeant).	



Intégrateurs : systèmes d'information géographique (SIG)



Intégrateurs : SIG (Système d'information géographique)

Exemple : toutes les applications possibles ...

	Valeur
Échelle spatiale des résultats	Mensuelle à sur des siècles
Temps d'exécution de l'analyse	Région
Besoins en données	5
Compétence ou formation requise	5
Ressources technologiques	5
Ressources financières	5
Échelle de classement : 1 (moins) à 5 (le plus exigeant).	



Conclusions

- Les mérites de chaque approche varient selon le niveau de l'impact étudié, et ils peuvent fréquemment être complémentaires
- Par exemple, les indices agroclimatiques simples renseignent sur la façon dont les cultures répondent aux variations des précipitations et des températures sur de vastes régions géographiques. Les modèles spécifiques aux cultures sont utilisés pour tester des gestions alternatives qui peuvent à leur tour être utilisées en tant que composantes du modèle économique qui analyse la vulnérabilité régionale ou les stratégies d'adaptation nationale.
- Par conséquent, une combinaison d'approches représente souvent le choix le plus fructueux.

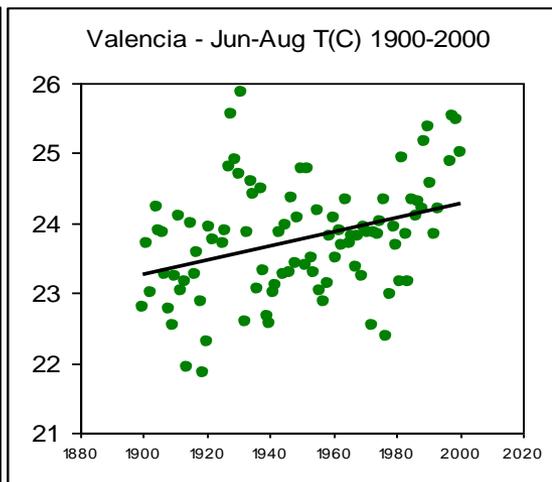
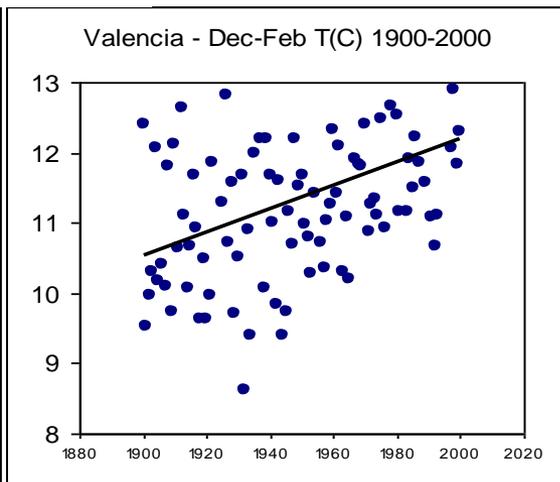
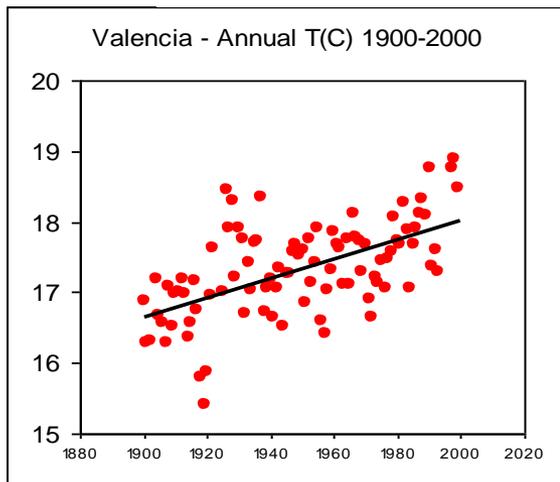
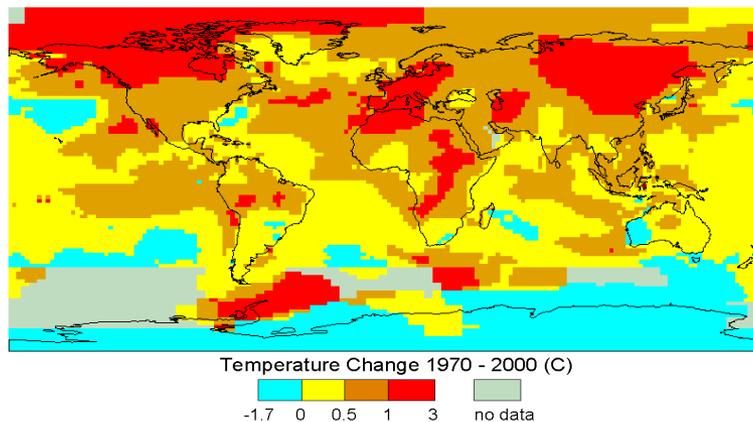
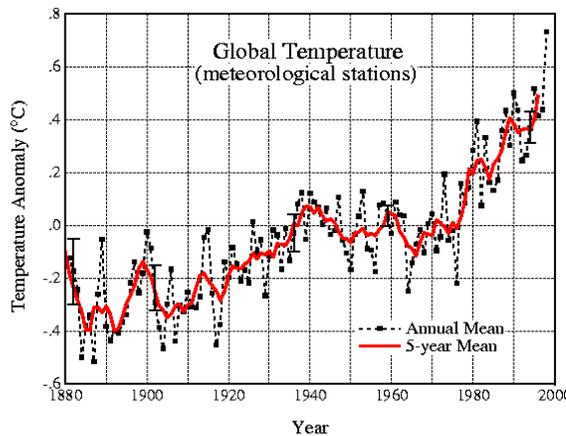


Ensembles de données

- Les données sont des données requises pour définir les points de comparaison et les scénarii climatiques, non climatiques, environnementaux et socioéconomiques.
- Les données sont limitées
- Discussion sur les bases de données et les sources de données de soutien

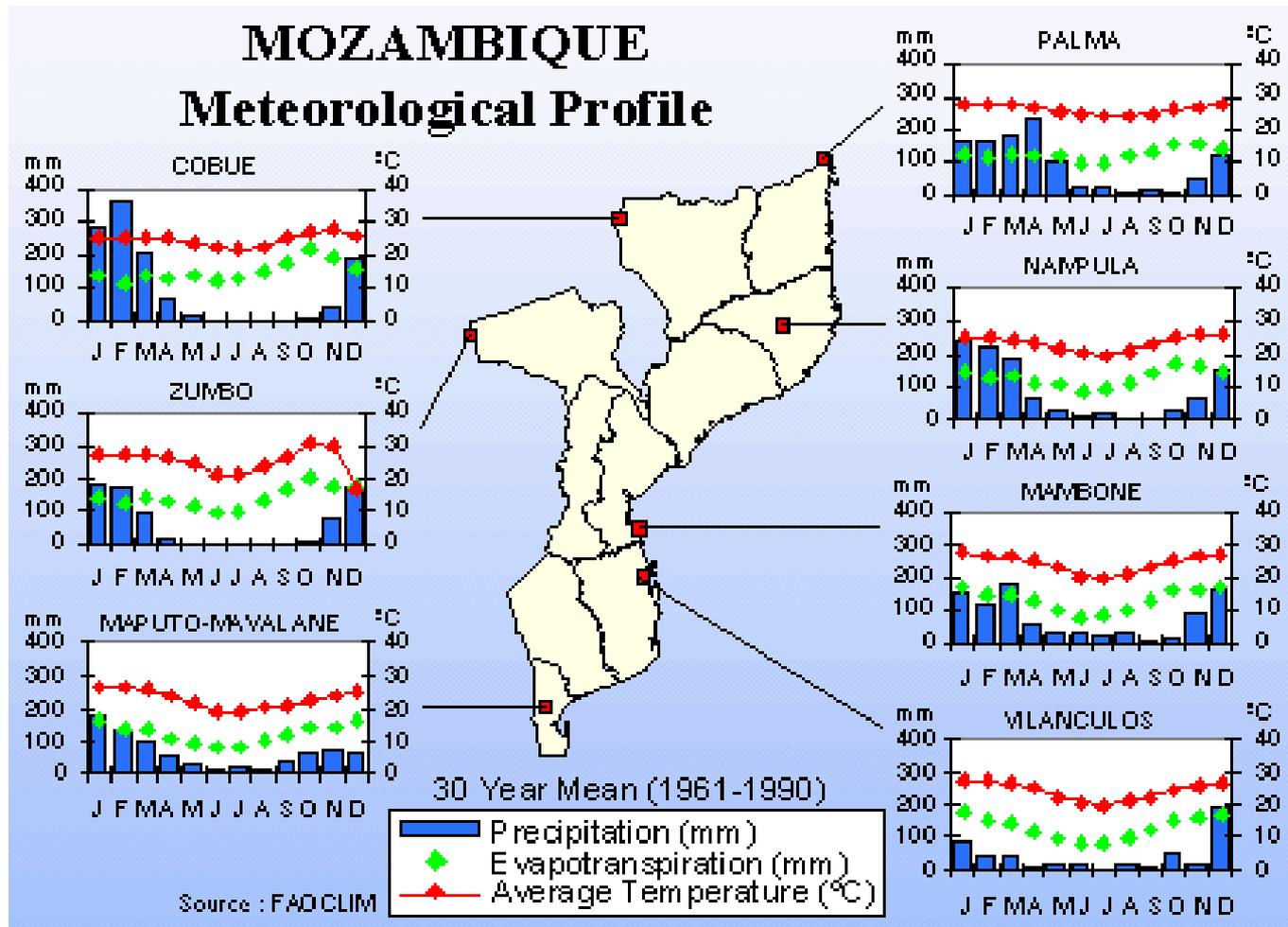


Groupe de travail IPCC 1 : « Vue d'ensemble sur le réchauffement de la planète »



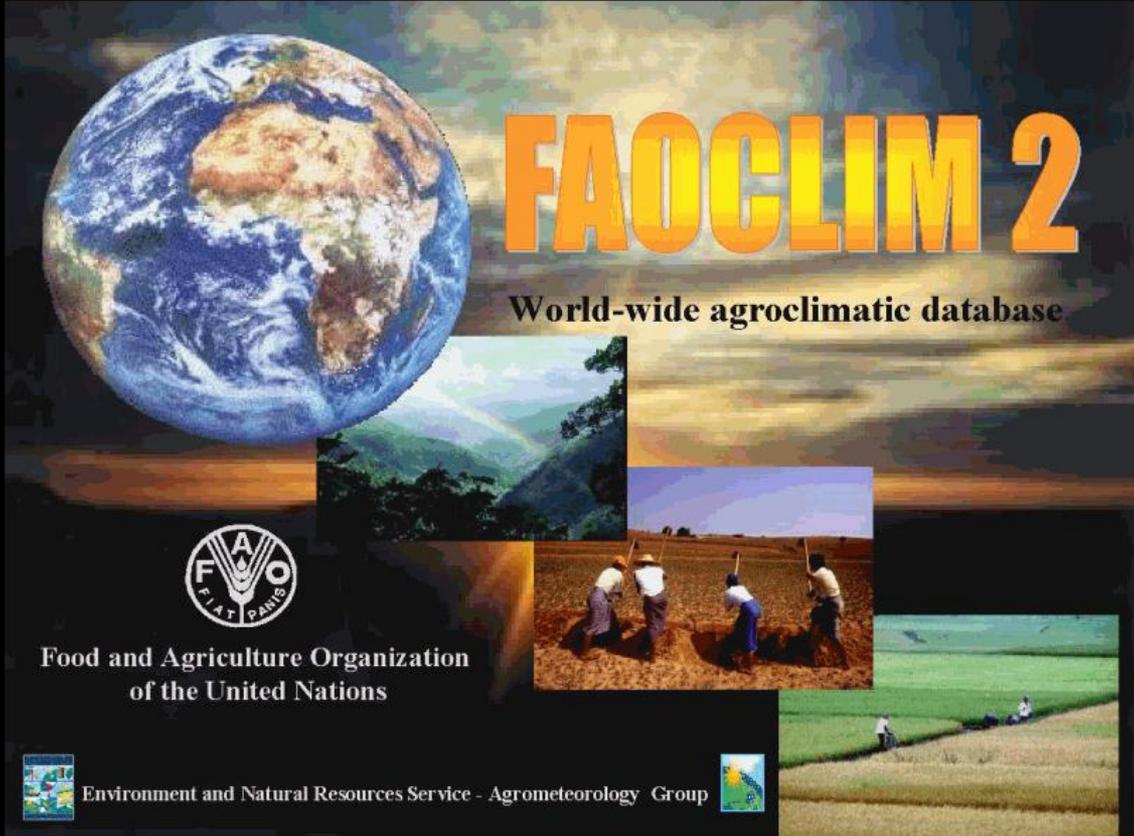
(Source des données :
GISS/NASA)





FAOCLIM

FAOCLIM 2 - World-Wide Agroclimatic Data Base



The splash screen features a large globe on the left, the title 'FAOCLIM 2' in large orange letters, and the subtitle 'World-wide agroclimatic database'. It includes the FAO logo and text: 'Food and Agriculture Organization of the United Nations' and 'Environment and Natural Resources Service - Agrometeorology Group'. The background is a collage of agricultural and natural scenes.

FAOCLIM 2
World-wide agroclimatic database

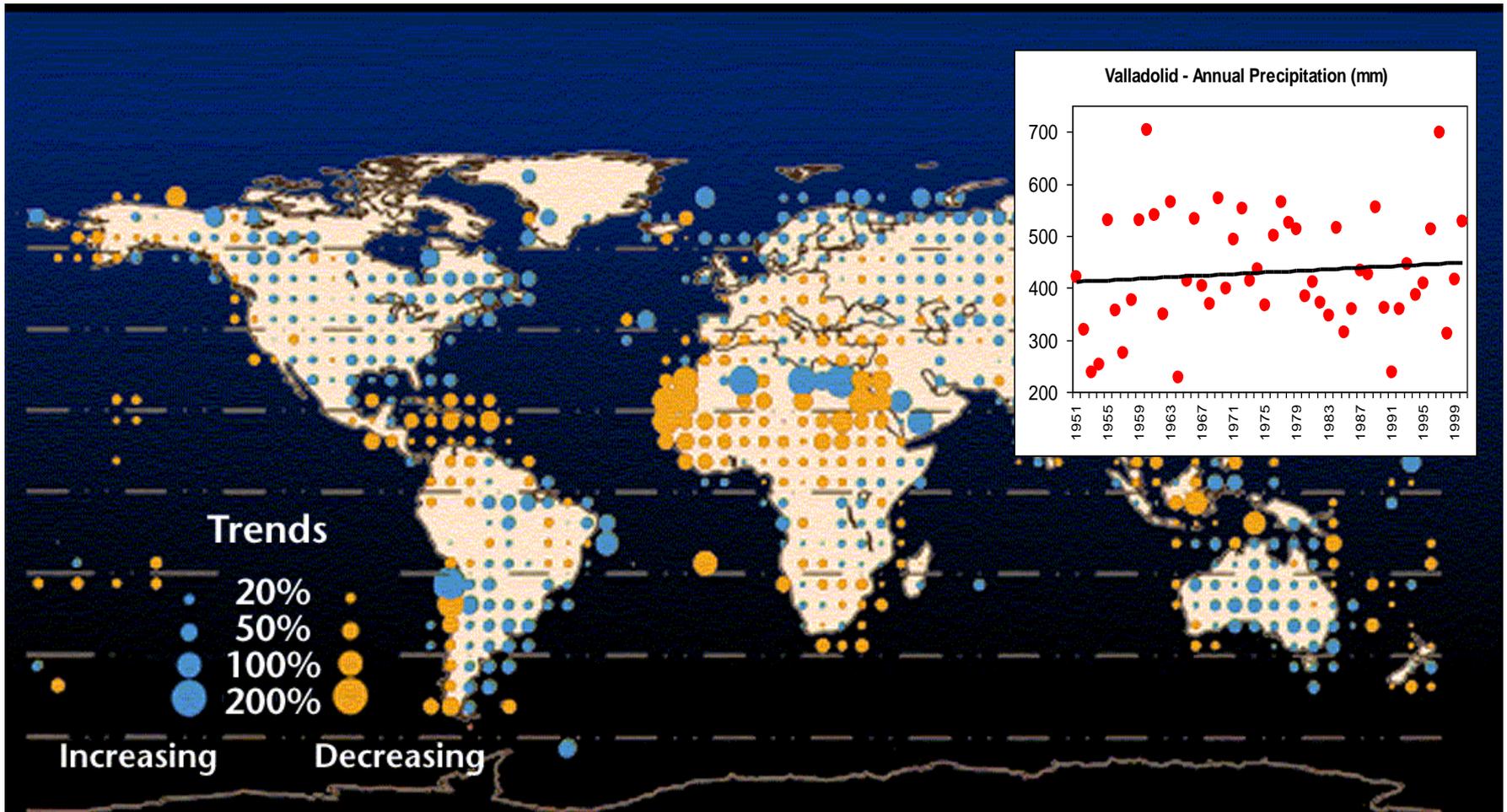

Food and Agriculture Organization
of the United Nations

 Environment and Natural Resources Service - Agrometeorology Group 

Next >



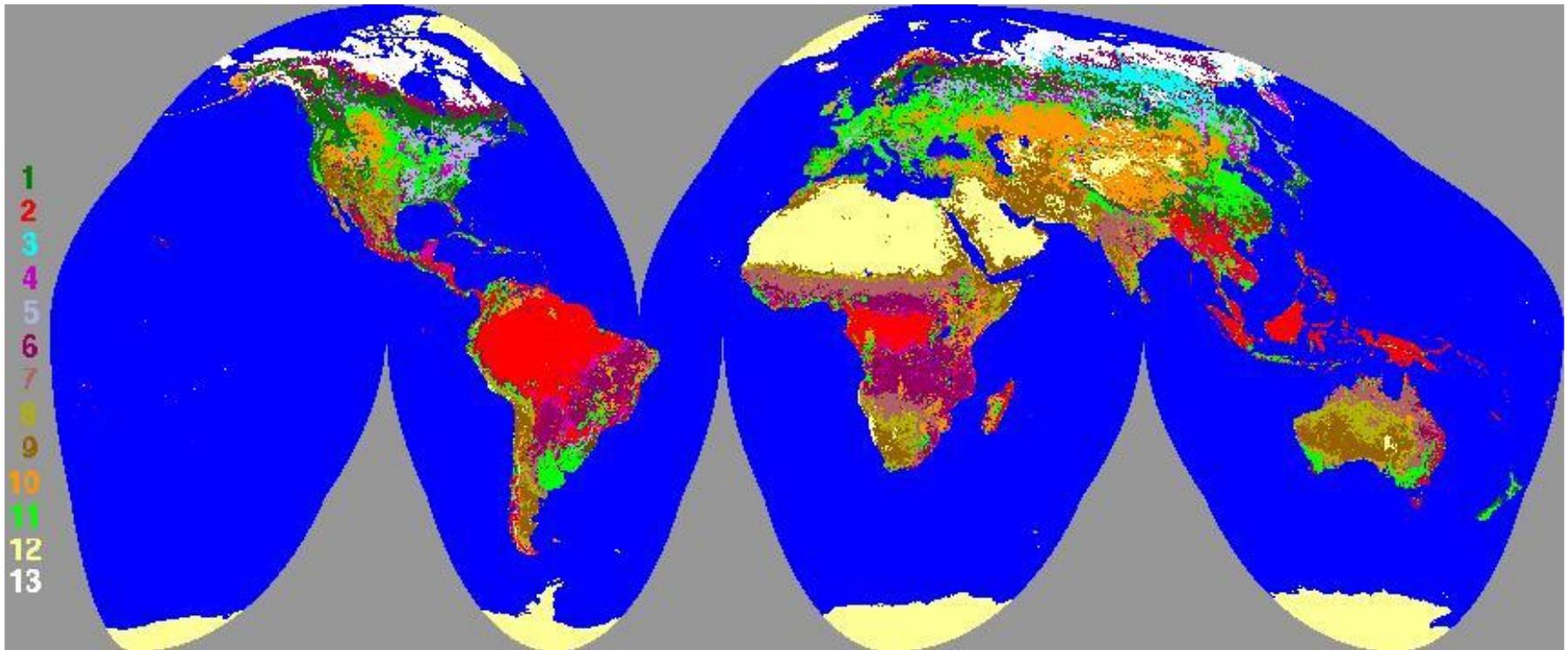
Précipitation annuelle 1901-1995



(Source : NOAA, NCDC)



Classification mondiale de l'occupation du sol



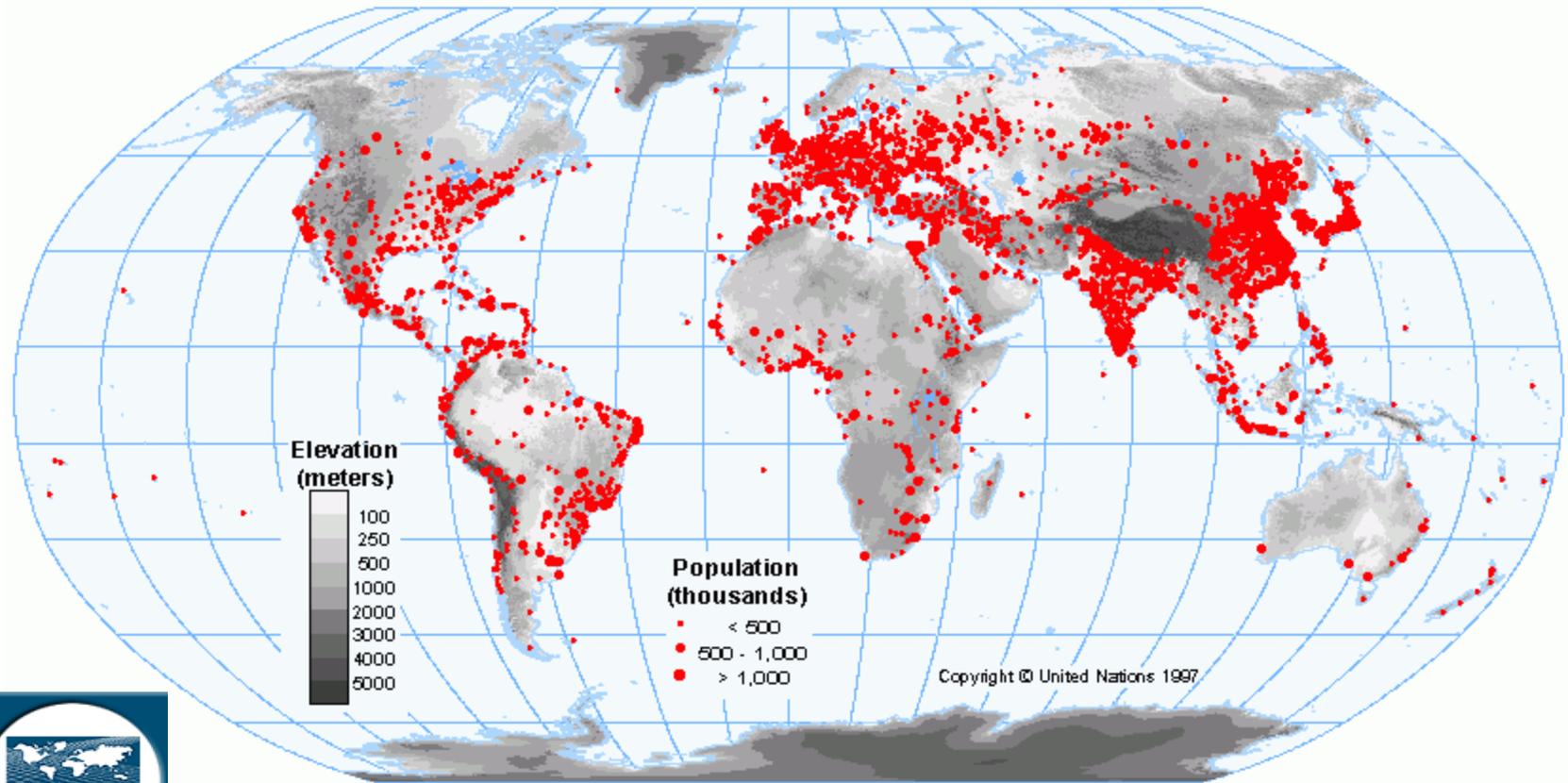
1 : Forêts sempervirentes de conifères
2 : Forêts sempervirentes de feuillus
3 : Forêts décidues de conifères
4 : Forêts décidues de feuillus
5 : Forêts mixtes
6 : Terres boisées

7 : Prairies boisées/arbustes
8 : Forêts clairsemées ou maquis fermés
9 : Maquis ouverts
10 : Herbages
11 : Terres cultivées
12 : Terres nues
13 : Mousses et lichens

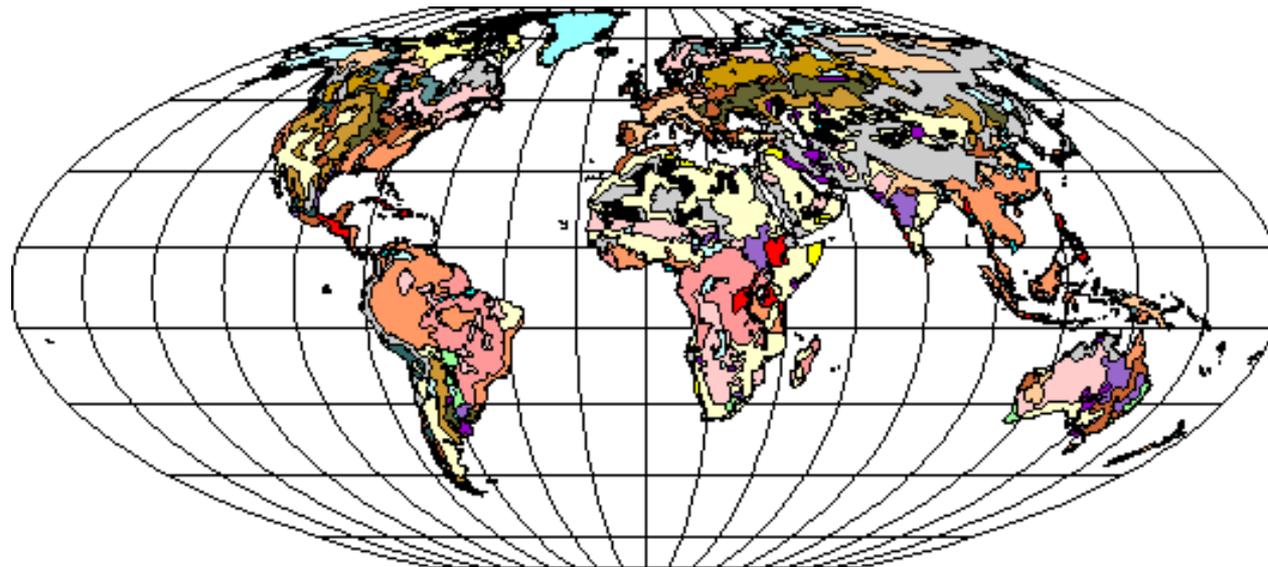


(Source : De Fries et al., 1998)

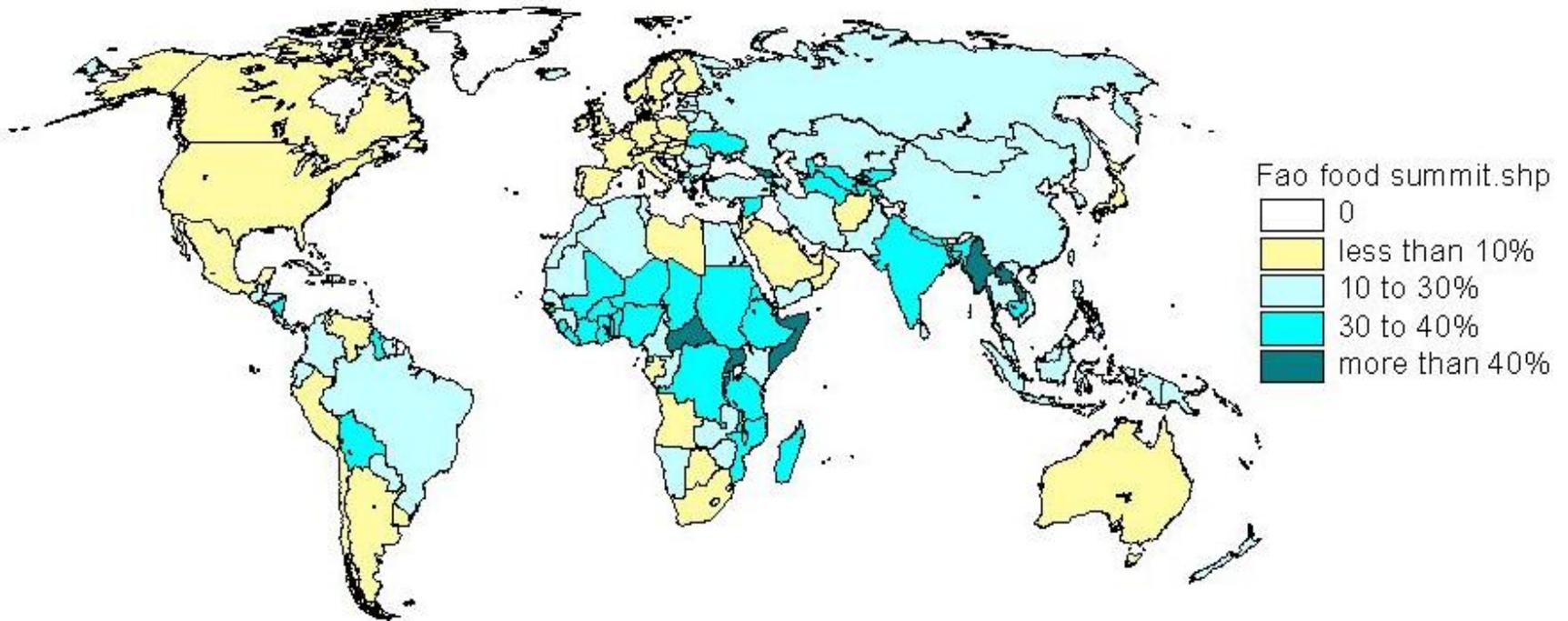
Population



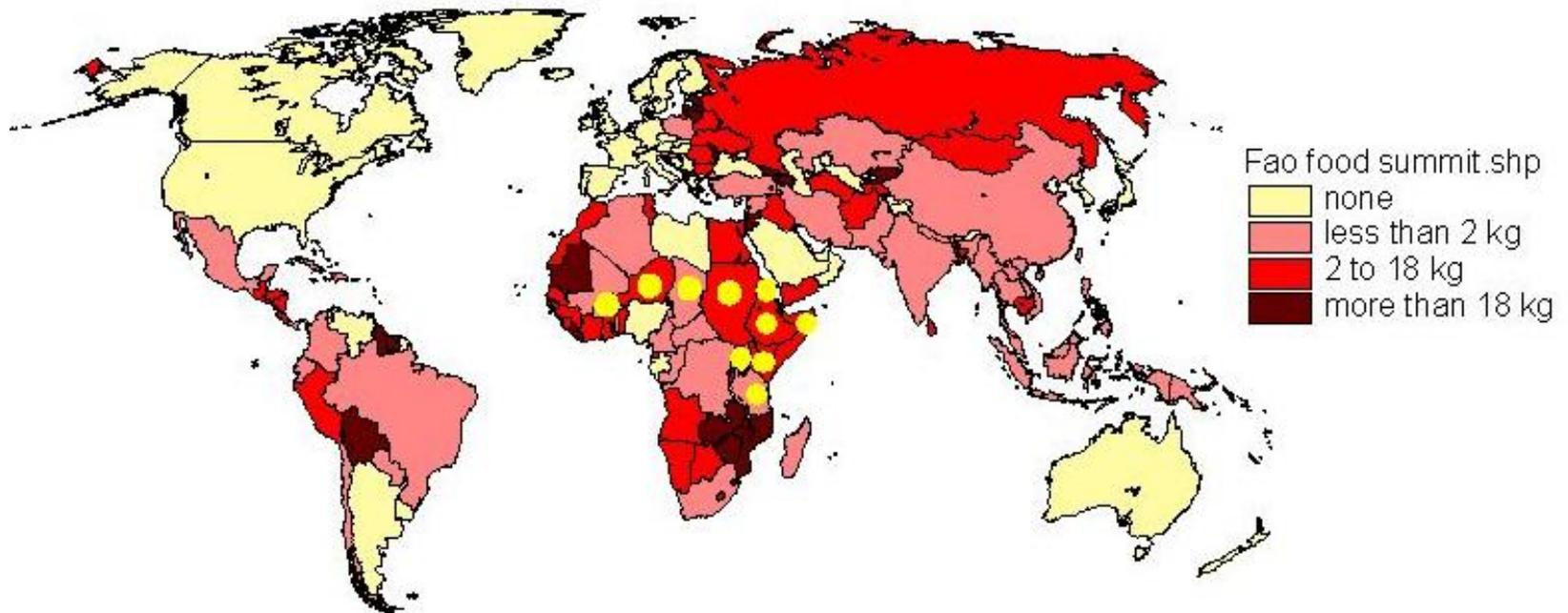
Sols FAO



PIB agricole en pourcentage du PIB total



Aide alimentaire reçue de sources extérieures en 2000



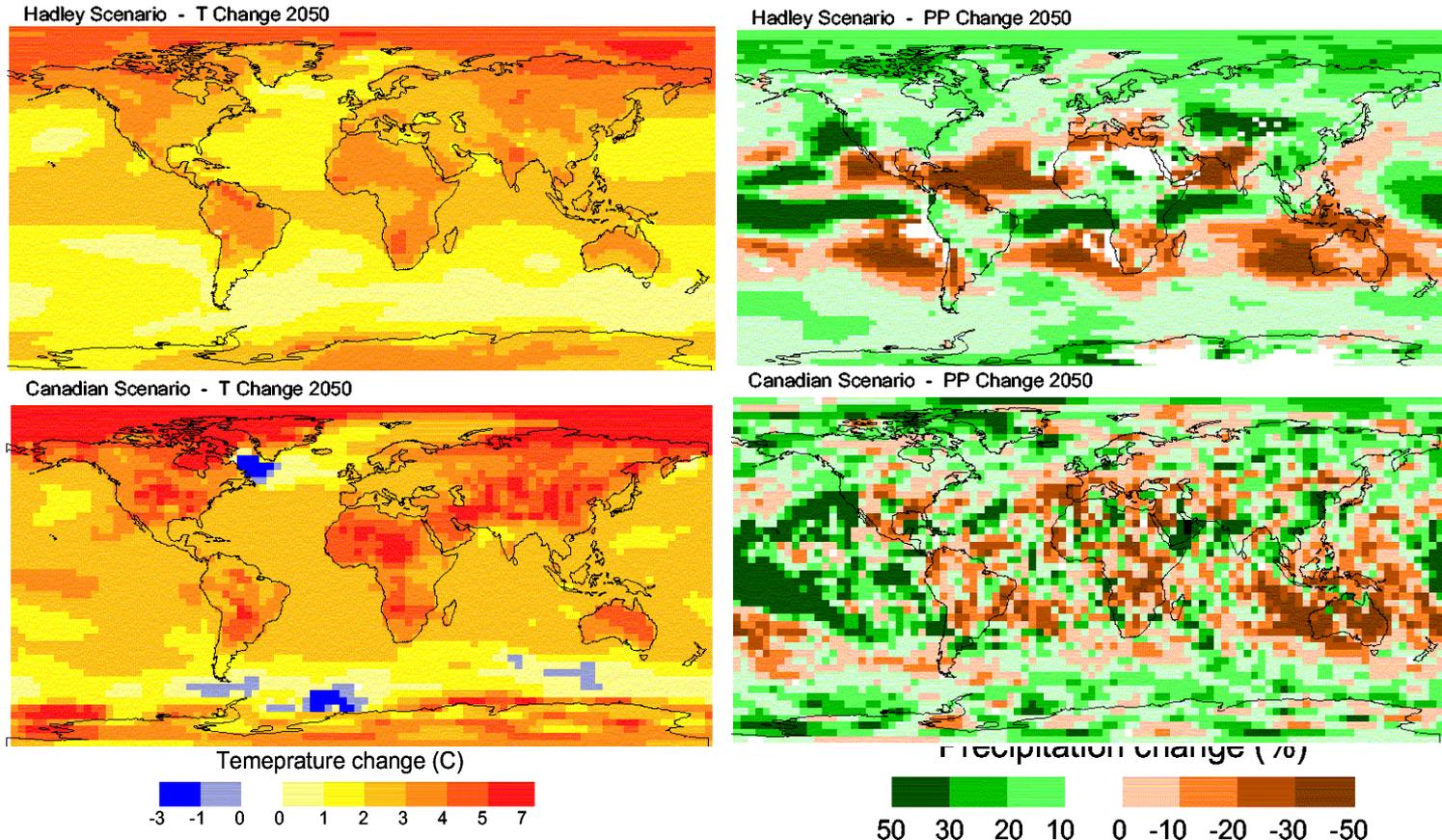
 Pays confrontés à des situations d'urgence alimentaire exceptionnelles en raison de la sécheresse d'août 2001



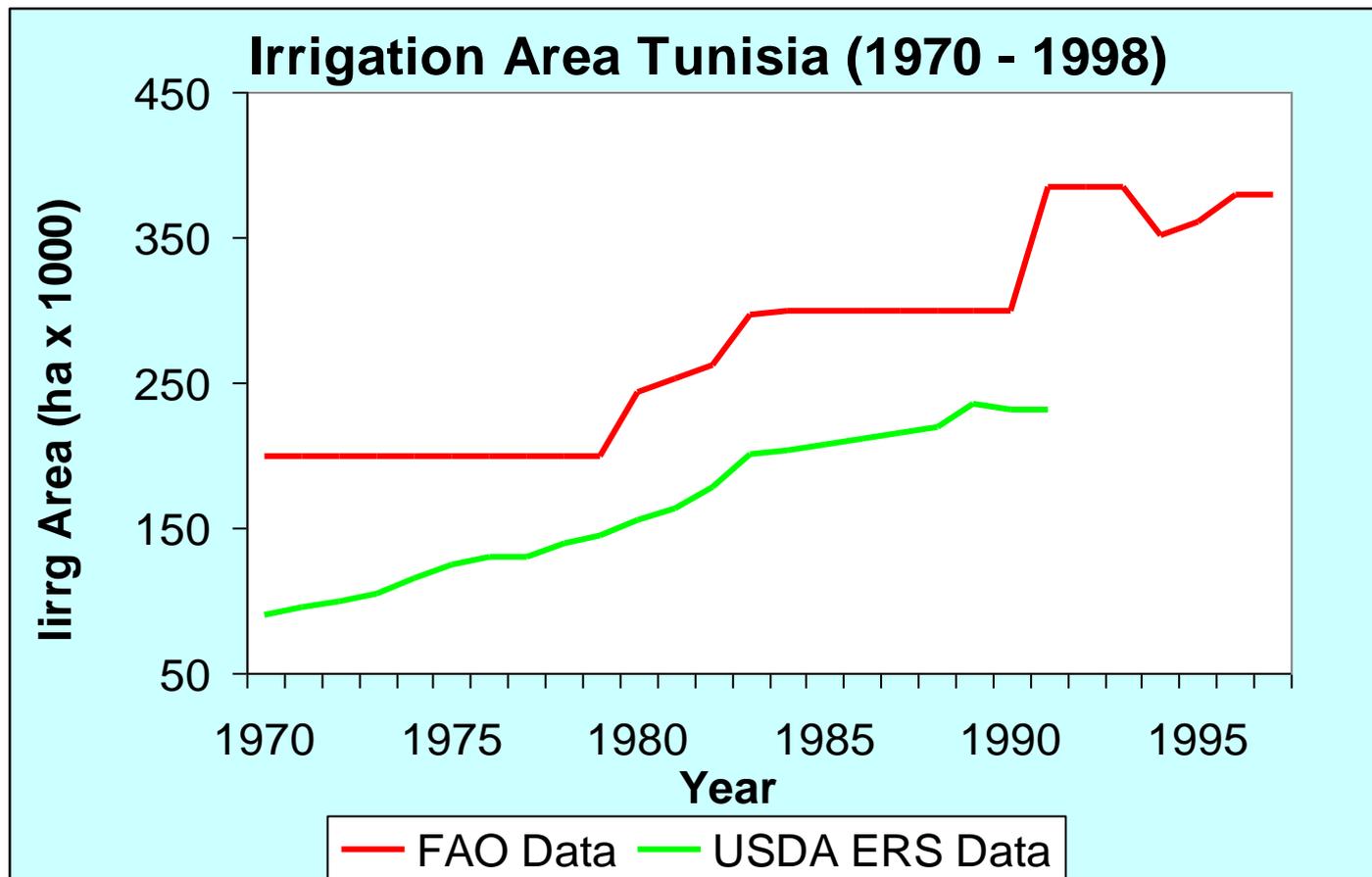
- FEWS NET en coopération avec USGS et US AID
 - Botswana, surveillance des crues dans un village
 - Séquestration du carbone
 - Suivi environnemental et système d'information
 - Performance de couverture du sol
 - Madagascar préservation
 - Fièvre de la vallée du Rift
 - Utilisation des terres au Sahel
 - Culture arbustive durable



Évolution prévue de la température annuelle et des précipitations pour les années 2050



L'évolution prévue de la température annuelle et des précipitations pour les années 2050, par rapport à la situation actuelle, pour deux modèles de circulation générale (MCG)MCG, suivant des modèles climatiques fondés sur une augmentation des concentrations de gaz à effet de serre, définis par le scénario IPCC « Business-as-usual ».



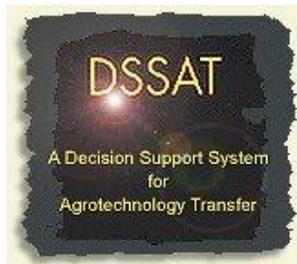
Applications pratiques : questions stratégiques

- Quelles composantes du système agricole sont particulièrement vulnérables et peuvent donc nécessiter une attention particulière ?
- Les systèmes hydrologiques/d'irrigation peuvent-ils répondre aux tensions provoquées par l'évolution de l'approvisionnement/des besoins en eau ?
- Le climat affectera-t-il de manière significative l'agriculture nationale ?
- Comment l'utilisation des terres et les régimes de propriété foncière concernant les populations pauvres peuvent-ils être pris en compte ?



Applications pratiques : DSSAT

Question : Quelles composantes du système agricole sont particulièrement vulnérables, et peuvent donc nécessiter des modèles de culture tels que le système d'appui à la prise de décisions pour les transferts agrotechnologiques (DSSAT) ?



**Decision Support System
for Agrotechnology Transfer**



**Consortium international pour l'agriculture
Applications des systèmes**

<http://www.icasanet.org/>

<http://www.clac.edu.eg>



Applications pratiques : DSSAT

1. Aperçu et exemples précédents d'utilisation antérieure
2. Usage guidé du modèle



Système d'appui à la prise de décisions pour les transferts agrotechnologiques (DSSAT)

Composantes	Description
Bases de données	Conditions météorologiques, sol, génétique, espèces nuisibles, expérimentations, économie
Modèles	Modèles de culture (maïs, blé, riz, orge, sorgho, millet, soja, arachide, haricots secs, pommes de terre, manioc, etc.)
Logiciels de soutien	Graphiques, conditions météorologiques, espèces nuisibles, sol, génétique, expérimentations, économie
Applications	Validation, analyse de sensibilité, stratégie saisonnière, rotation des cultures

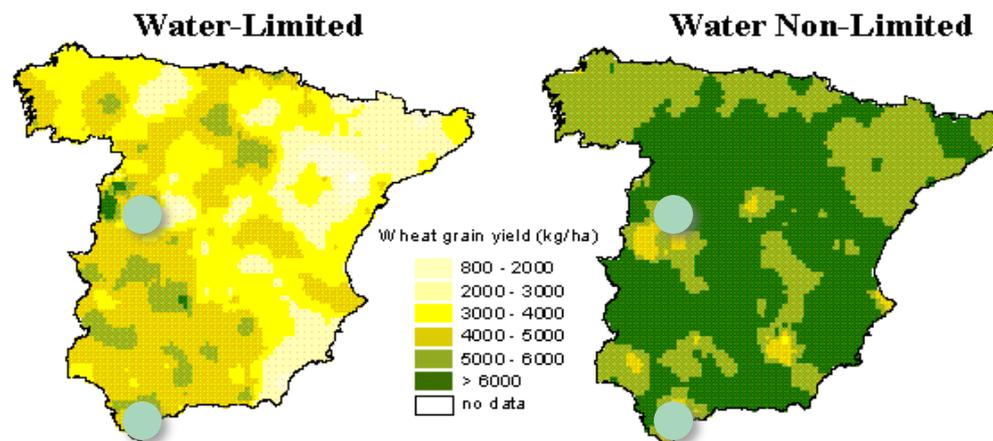


Données requises

- Conditions météorologiques : précipitations quotidiennes, températures minimales et maximales, radiation solaire
- Sol : texture du sol et mesure de la teneur du sol en eau
- Gestion : date de plantation, variété, espace entre les rangs, irrigation et quantités d'engrais azoté (N) et dates, le cas échéant
- Données sur les cultures : dates d'anthèse et de maturité, biomasse et rendement, mesures de croissance, indice foliaire (LAI).



Simulated Wheat Yield with the 1961-90 Climate



Site Validation	SEVILLA		ZAMORA	
	Obs	Sim	Obs	Sim
Planting (DOY)	325	325	305	305
Anthesis (DOY)	108	110	135	137
Phys. Maturity (DOY)	149	150	175	176
Rainfed Yield (kg ha ⁻¹)	6013	6769	6250	6821

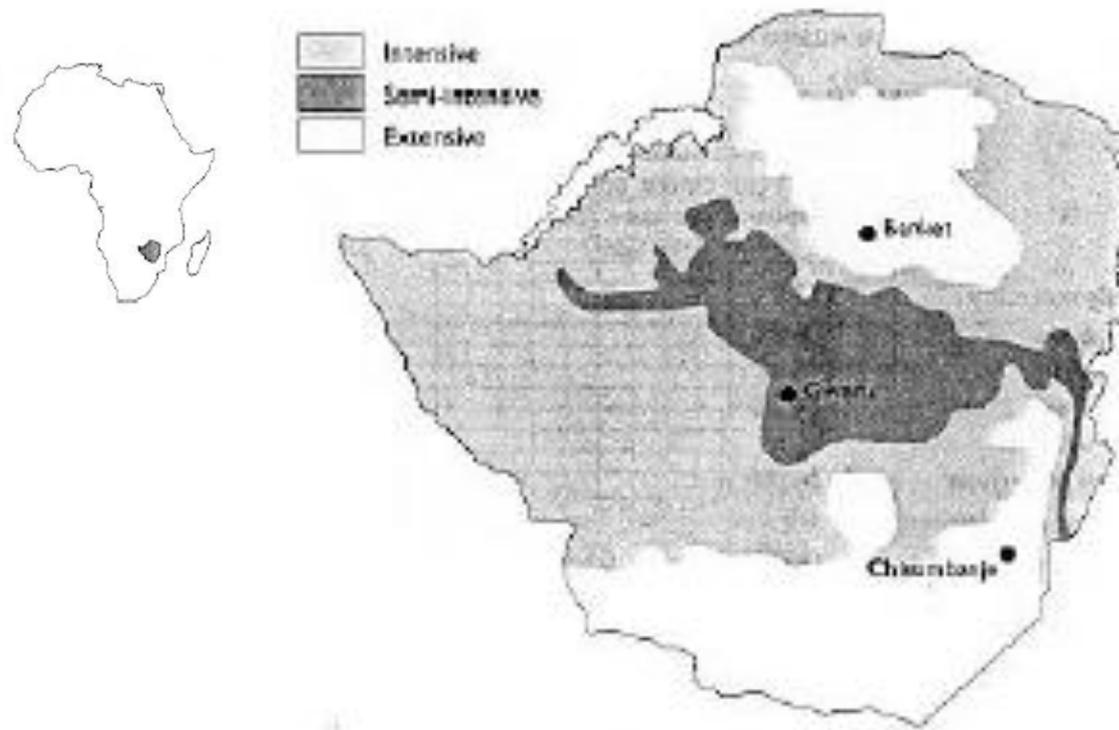
Exemples

- La gestion optimale peut-elle représenter une option d'adaptation pour la production de maïs au Zimbabwe ?
- L'adaptation peut-elle se réaliser en optimisant les variétés de cultures ?
- Le début de la saison des pluies affecte-t-il le rendement du maïs à Kasungu, dans le centre du Malawi ?

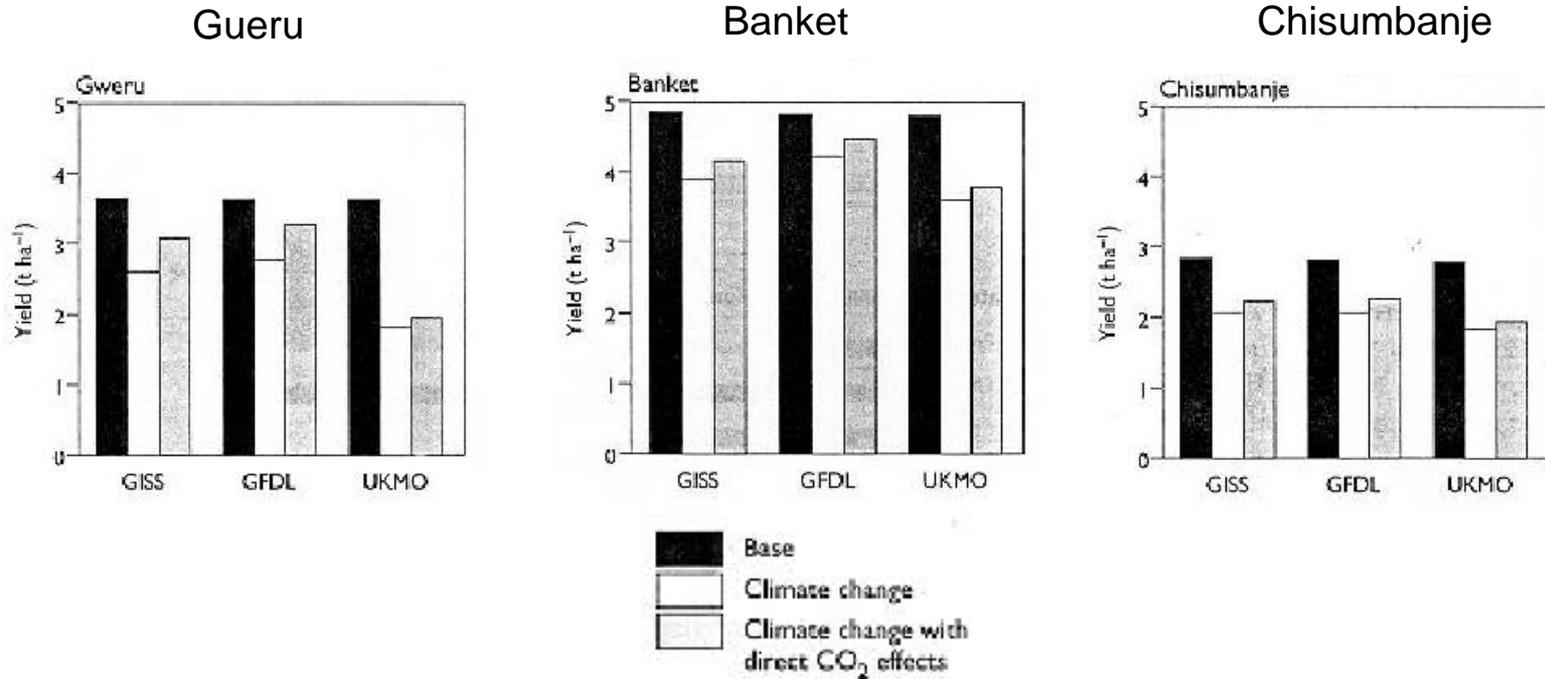


Une gestion optimale peut-elle représenter une option d'adaptation pour la production de maïs au Zimbabwe ?

Zones agroclimatiques



Impacts : Zimbabwe



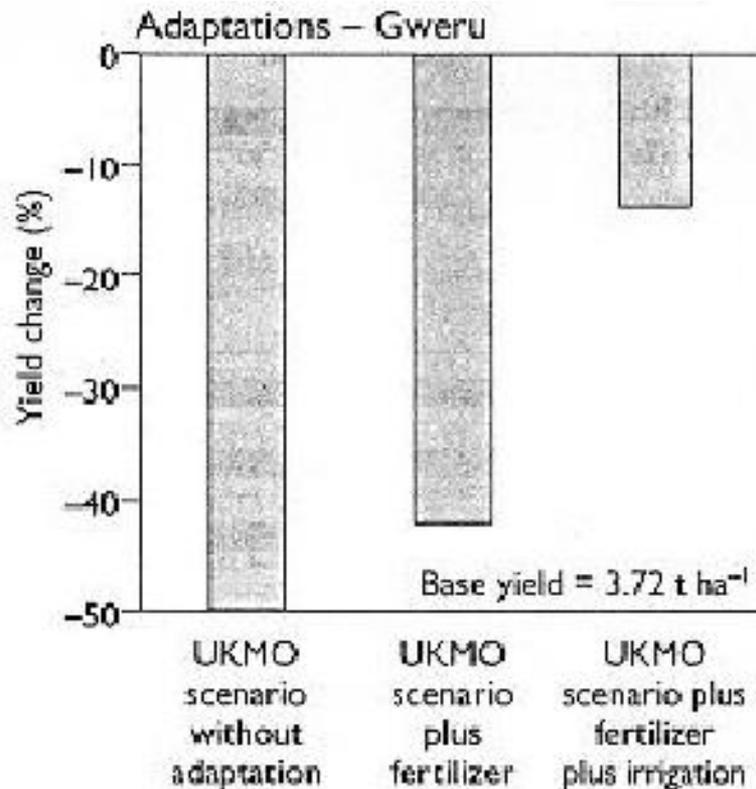
Impacts du changement climatique : Modèle CERES-Maïs



(Source : Muchena, 1994)

Adaptation : Zimbabwe

Stratégies d'adaptation, Gueru : Modèle CERES-Maïs



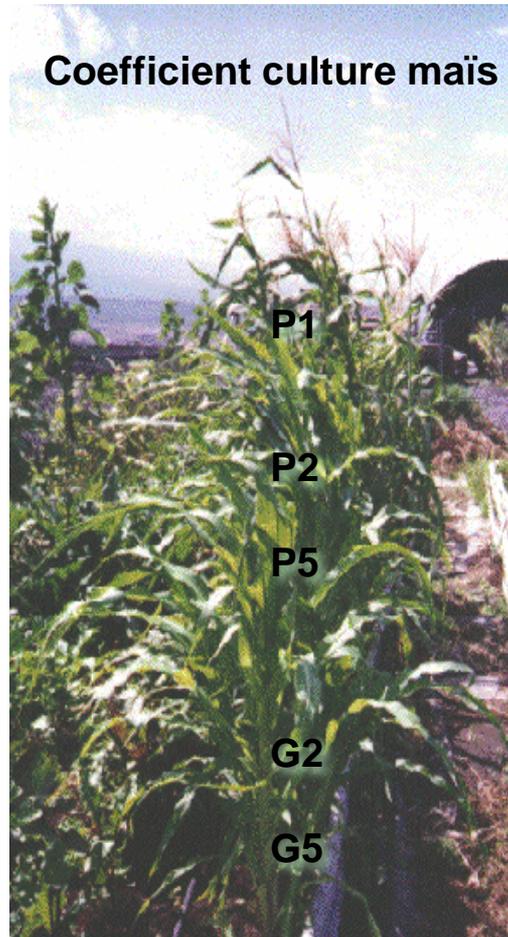
Utilisation accrue d'intrants
et amélioration de la
gestion :

- Engrais
- Engrais et irrigation.



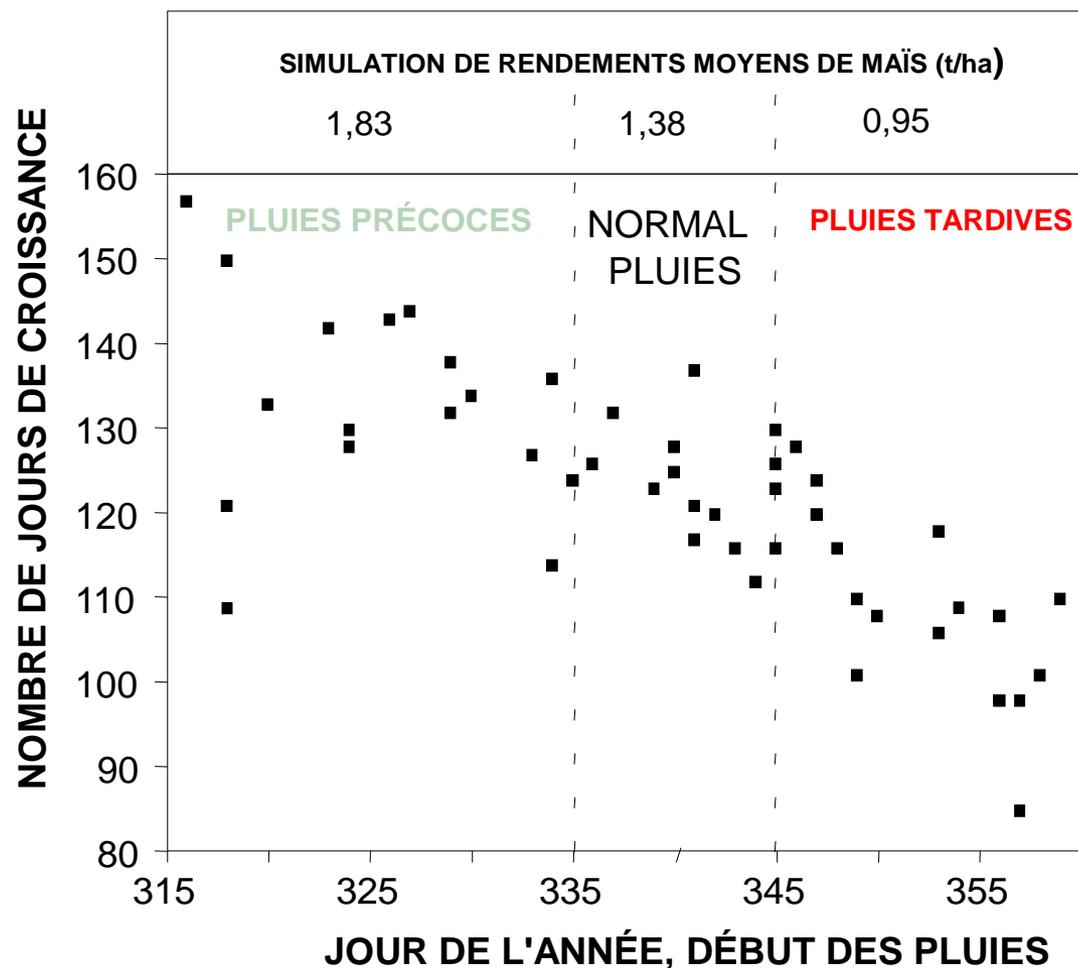
(Source : Muchena, 1994)

L'adaptation peut-elle se réaliser en optimisant les variétés de cultures ?



- **Phase juvénile (degrés jour de croissance base 8° C depuis l'émergence jusqu'à la fin de la phase juvénile)**
- **Sensibilité à la photopériode**
- **Durée de la période de remplissage du grain (degrés jour de croissance base 8° C depuis l'apparition des soies jusqu'à la maturité physiologique)**
- **Nombre potentiel de grains**
- **Poids potentiel des grains (taux de croissance).**

Le début de la saison des pluies affecte-t-il le rendement du maïs à Kasungu, dans le centre du Malawi ?

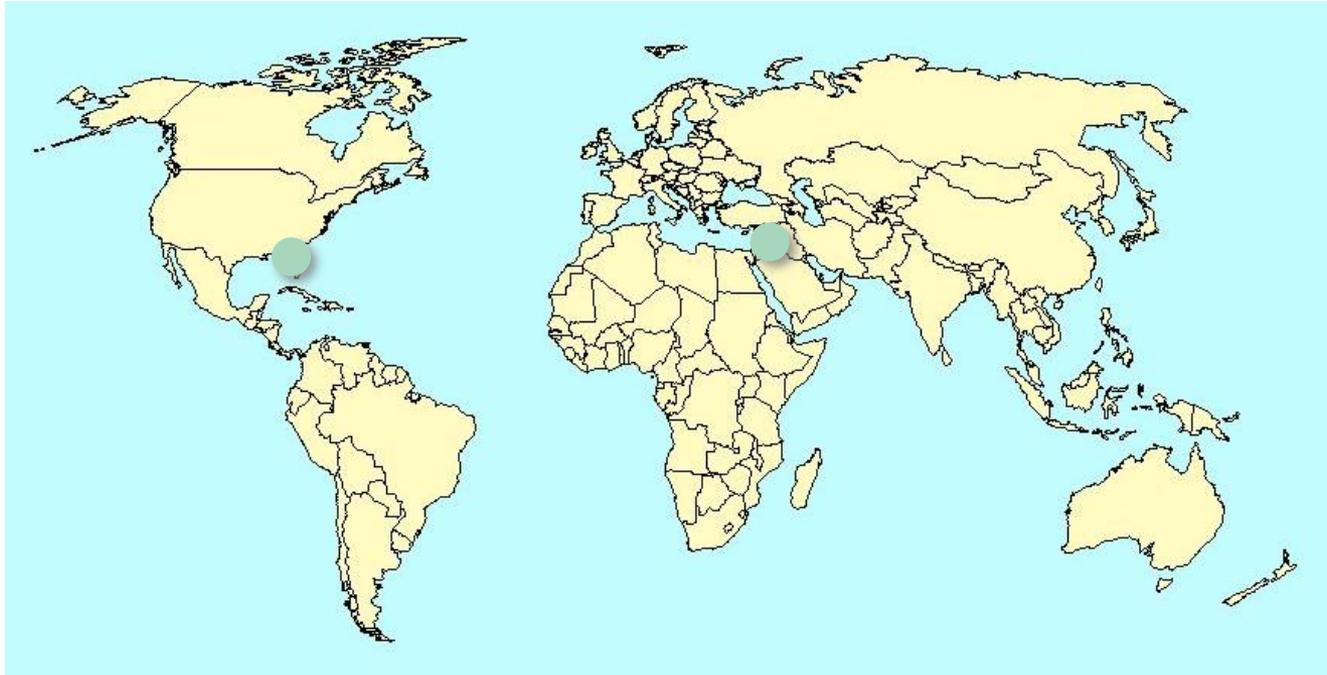


Applications pratiques : Exemples pratiques

1. Effets de la gestion (azote et irrigation) dans des sites humides et secs (Floride, USA et Syrie)
2. Effet du changement climatique sur les zones humides et sèches :
 - a) **Analyse de sensibilité aux variations de niveaux de température et de précipitations (seuils) et de concentration de CO₂.**
3. Adaptation : changements de gestion pour améliorer les rendements dans le cadre du changement climatique



Application 1. Gestion



- Objectif : débiter

Conditions météorologiques

	Syrie	Floride, USA
Rs (MJ m ² jour ¹)	19,3	16,5
T Max (° C)	23,0	27,4
T Min (° C)	8,5	14,5
Précipitations (mm)	276,4	1364,3
Jours de pluie (nombre)	55,7	114,8

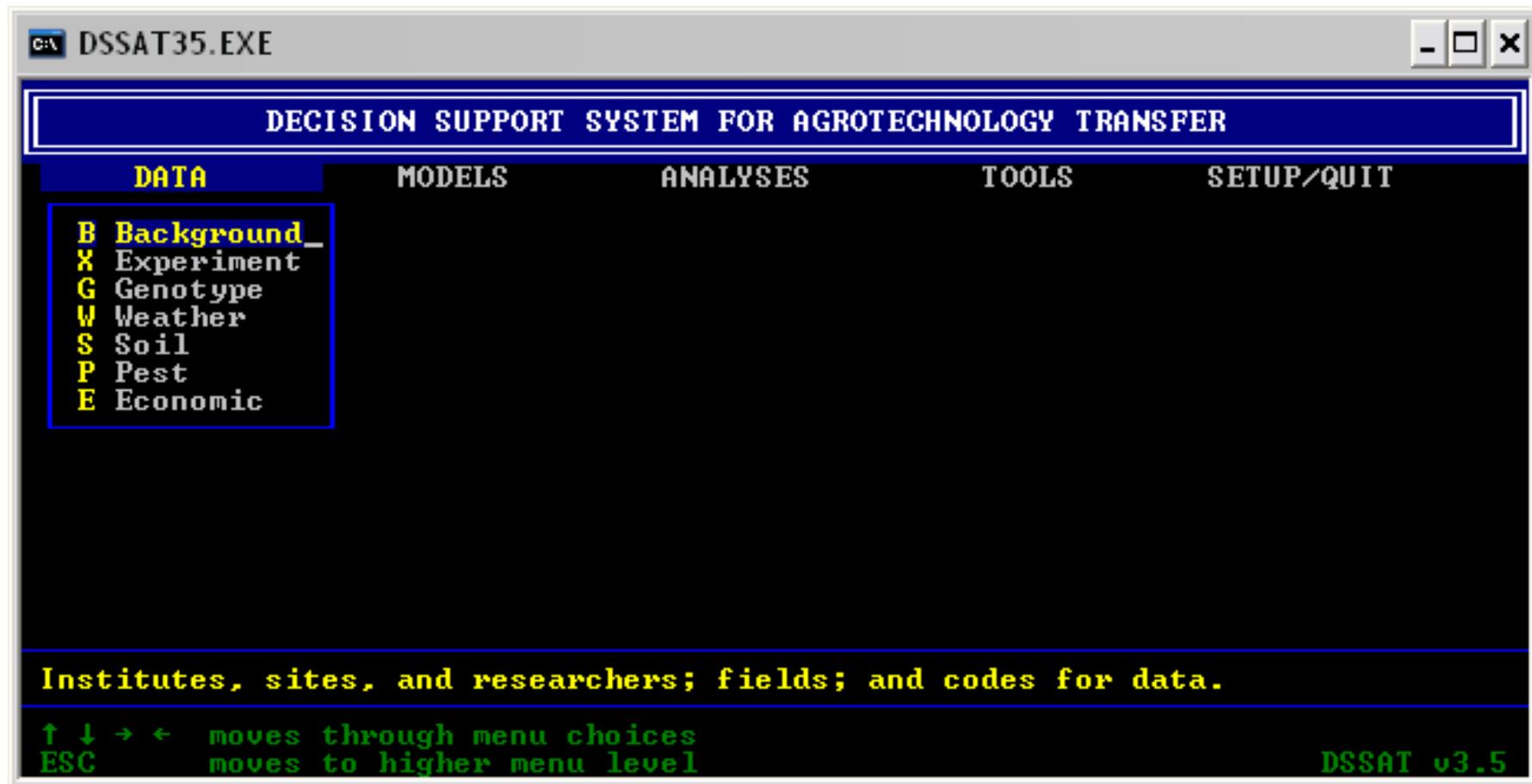


Fichiers d'entrée nécessaires

- Conditions météorologiques
- Sols
- Cultivars
- Fichiers de gestion (fichiers *.MZX) et description de l'expérimentation.



Ouvrir DSSAT...



Examiner les fichiers de données. . .

```
Command Prompt - dssat3
C:\DSSAT3\WEATHER\ROR06701.VTH
WEATHER : Rothamsted,England
P INSI  LAT  LONG  ELEV  TAU  AMP  REFHT  WNDHT
RORO    53.00  0.00  -99  -99  -99  -99  -99
ODATE  SRAD  TMAX  TMIN  RAIN
67060  10.3  8.9  2.2  0.0
67061  10.2  10.6  4.4  0.0
67062  4.6  10.0  3.9  0.0
67063  7.0  10.0  5.6  1.0
67064  6.3  12.2  3.9  0.0
67065  3.3  12.2  3.3  0.0
67066  7.0  10.6  5.6  4.1
67067  7.6  10.6  5.0  13.2
67068  3.1  10.6  5.0  8.1
67069  8.9  10.0  3.9  0.8
67070  10.0  7.2  2.8  0.0
67071  7.9  7.8  2.2  0.0
67072  10.0  9.4  1.7  0.0
67073  9.6  13.3  2.8  0.0
67074  11.0  11.7  6.1  0.3
67075  9.7  11.1  1.7  0.0
67076  4.3  10.0  2.8  0.5
1:1
```

Fichier météorologique

```
Command Prompt - dssat3
C:\DSSAT3\SOIL\SOIL2.SOL
IB00000000  IBSMAT  SALO  150  DEFAULT - MEDIUM SANDY LOAM
PSITE  COUNTRY  LAT  LONG  SCS  FAMILY
Generic  Generic  -99  -99  Generic
P SCOM  SALB  SLU1  SLDR  SLRO  SLNF  SLPF  SMHB  SMPX  SMKE
-99  0.13  6.0  0.50  70.0  1.00  1.00  IB001  IB001  IB001
P SLB  SLMH  SLLL  SDUL  SSAT  SRGF  SSKS  SDBM  SLOC  SLCL  SLSI  SLCF  SLNI
5  -99  .086  .220  .320  1.000  -99  1.61  0.70  10  30  0 .070
15  -99  .086  .220  .320  1.000  -99  1.61  0.70  10  30  0 .070
30  -99  .086  .220  .320  0.819  -99  1.61  0.66  10  30  0 .066
45  -99  .086  .220  .320  0.607  -99  1.61  0.58  10  30  0 .058
60  -99  .086  .220  .320  0.607  -99  1.61  0.58  10  30  0 .058
1.61  0.43  10  30  0 .043
1.62  0.26  10  30  0 .026
1.62  0.12  10  30  0 .012
LT - SHALLOW SANDY LOAM
SCS FAMILY
Generic
SMHB  SMPX  SMKE
IB001  IB001  IB001
6 Next  F10 Menu
```

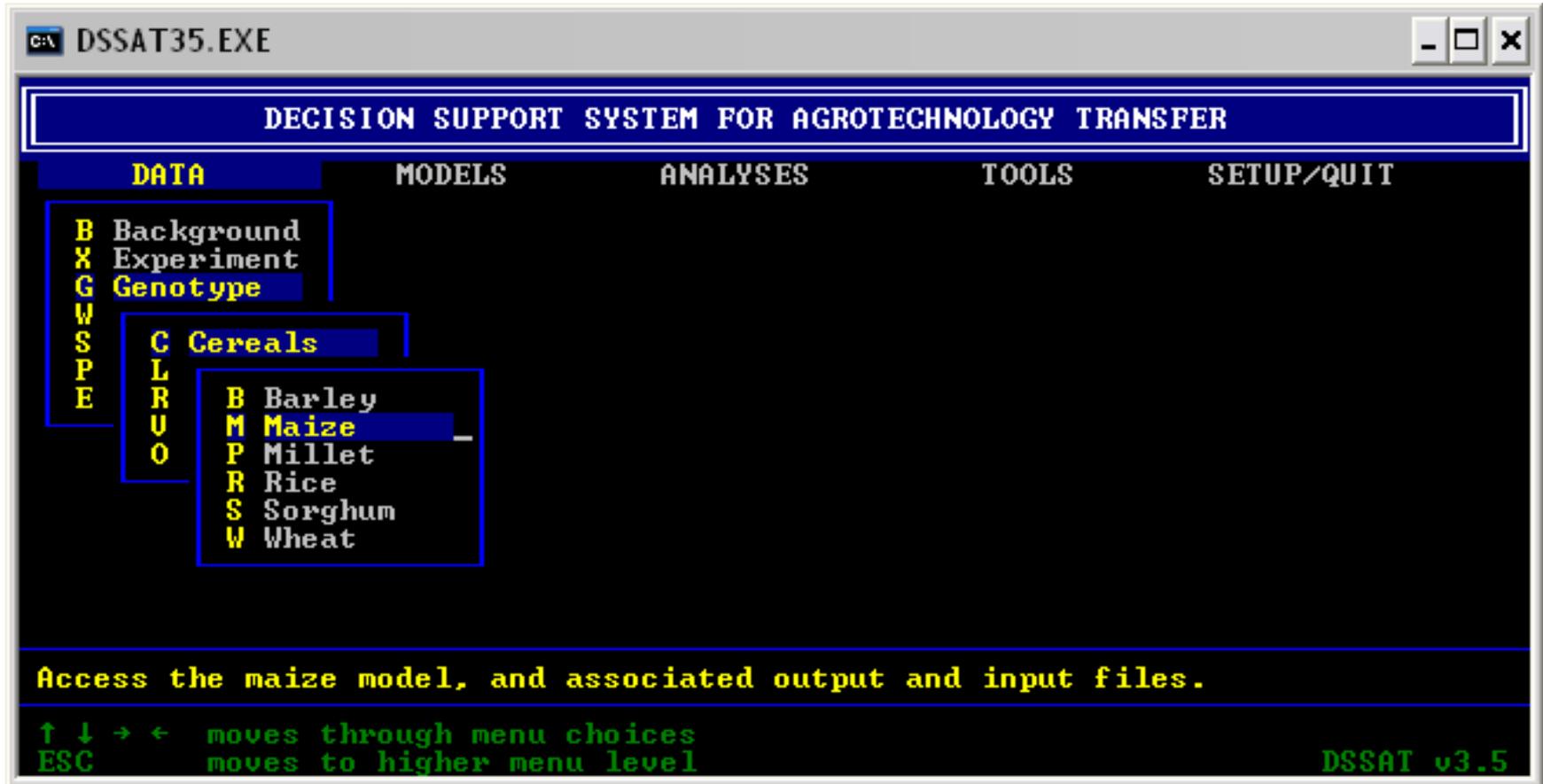
Fichier sol

```
Command Prompt - dssat3
C:\DSSAT3\GENOTYPE\MZCER940.CUL
MAIZE GENOTYPE COEFFICIENTS - GECER940 MODEL
!The P1 values for the varieties used in experiments IBWA8301 and
!UFGA8201 were recalibrated to obtain a better fit for version 3
!of the model.
!The reason for this is that there was an error in PHASE1 in
!version 2.1 that had TLNO=IFIX(CUMDIT/21.+6.) rather than
!TLNO=IFIX(SUMDIT/21.+6.); see p. 74 of Jones & Kiniry.
!-Walter Bowen, 22 DEC 1994.
QUARN  URNAME.....  ECON  P1  P2  P5  G2  G3  PHINT
1  1  2  3  4  5  6
IB0001  CORNL281  IB0001  110.0  0.300  685.0  825.4  6.60  75.00
IB0002  CPI70  IB0001  120.0  0.000  685.0  825.4  10.00  75.00
IB0003  LG11  IB0001  125.0  0.000  685.0  825.4  10.00  75.00
IB0004  F7 X F2  IB0001  125.0  0.000  685.0  825.4  10.00  75.00
IB0005  P10 3995  IB0001  130.0  0.300  685.0  825.4  8.60  75.00
IB0006  INRA  IB0001  135.0  0.000  685.0  825.4  10.00  75.00
IB0007  EDO  IB0001  135.0  0.300  685.0  825.4  10.40  75.00
IB0008  A654 X F2  IB0001  135.0  0.000  685.0  825.4  10.00  75.00
IB0009  DEKALB XL71  IB0001  140.0  0.300  685.0  825.4  10.50  75.00
1:1
F2 Save  F3 Open  Alt-F3 Close  F5 Zoom  F6 Next  F10 Menu
```

Fichier génotype (Définition de cultivars)



Emplacement du fichier cultivar. . .



Sélectionner le fichier cultivar. . .

```
C:\ DSSAT35.EXE
General File Manager - GENOTYPE COEFFICIENT Version 1.0
- Files In Directory: C:\DSSAT35\GENOTYPE -
```

L	FILE NAME	FILE HEADING
↑	CHGR0980.SPE	CHICKPEA SPECIES COEFFICIENTS - CRGR0980 MODEL
↙	CSSIM980.CUL	CASSAVA GENOTYPE COEFFICIENTS - CSSIM980 MODEL
↙	CSSIM980.SPE	CASSAVA SPECIES COEFFICIENTS - CSSIM980 MODEL
↙	G0GR0980.CUL	BAHIA GENOTYPE COEFFICIENTS - CRGR0980 MODEL
↙	G0GR0980.ECO	BAHIA ECOTYPE COEFFICIENTS - CRGR0980 MODEL
↙	G0GR0980.SPE	BAHIA SPECIES COEFFICIENTS - CRGR0980 MODEL
↙	MLCER980.CUL	MILLET GENOTYPE COEFFICIENTS - GECER980 MODEL
↙	MLCER980.SPE	MILLET SPECIES COEFFICIENTS - GECER980 MODEL
↙	MZCER980.CUL	MAIZE GENOTYPE COEFFICIENTS - GECER980 MODEL
↙	MZCER980.SPE	MAIZE SPECIES COEFFICIENTS - GECER980 MODEL
↙	PNGR0980.CUL	PEANUT GENOTYPE COEFFICIENTS - CRGR0980 MODEL
↓	PNGR0980.ECO	PEANUT ECOTYPE COEFFICIENTS - CRGR0980 MODEL

```
F1 - Help F4 - Search F7 - Colour OFF
F2 - Institute Listing F5 - Sort F8 - Edit
F3 - Site Listing F6 - Print F9 - Remake List
Esc - Quit L - Include/Exclude In Sublist F10 - Edit Config File
```

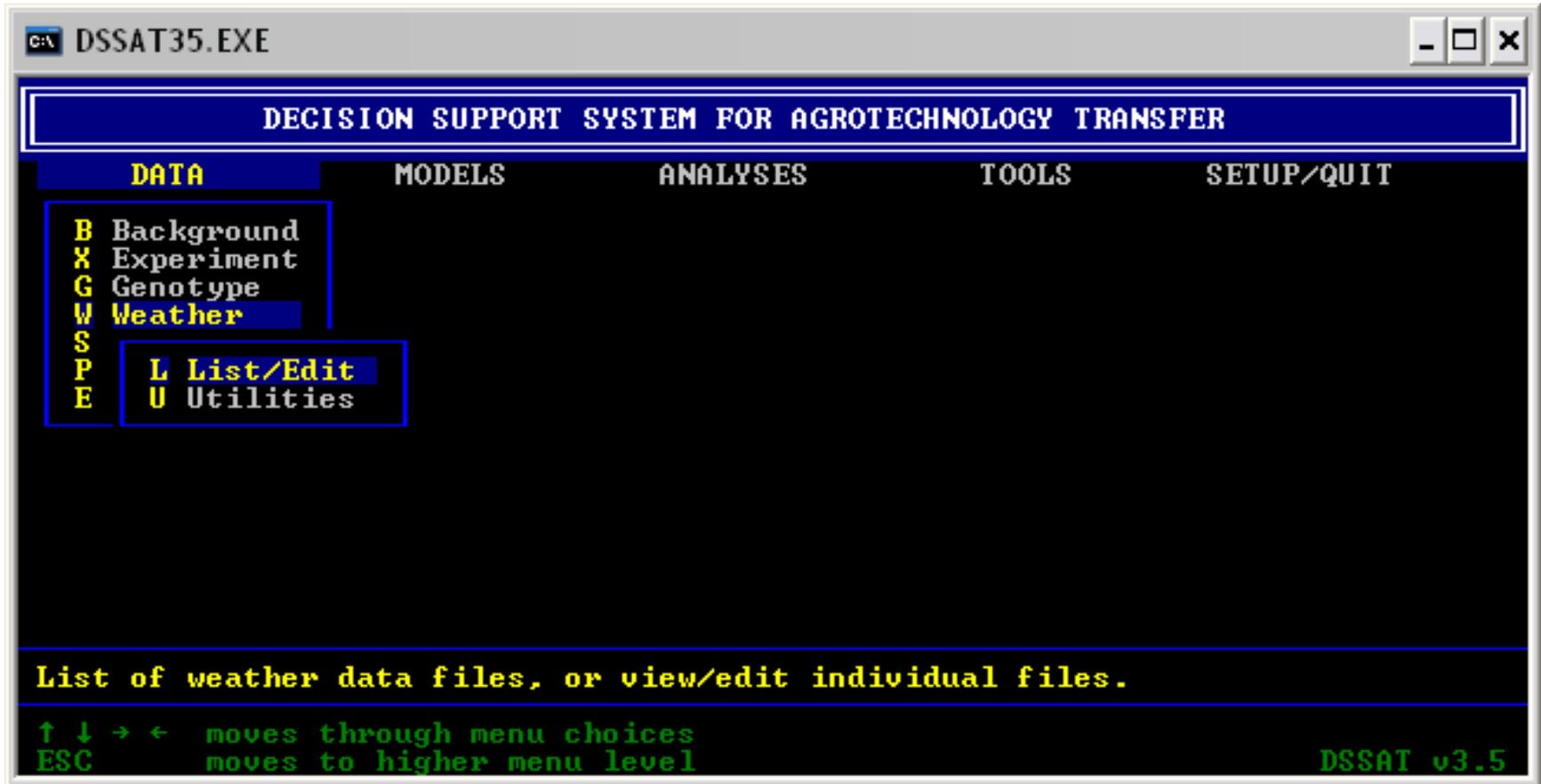


Examiner le fichier cultivar. . .

```
DSSAT35.EXE
File Edit Search Windows
C:\DSSAT35\GENOTYPE\MZCER980.CUL
*MAIZE GENOTYPE COEFFICIENTS - GECER980 MODEL
?
?The P1 values for the varieties used in experiments IBWA8301 and
?UFGA8201 were recalibrated to obtain a better fit for version 3
?of the model. After converting from 2.1 to 3.0 the varieties
?IB0035, IB0060, and IB0063 showed an earlier simulated flowering
?date. To correct this, the P1 values were recalibrated.
?The reason for this is that there was an error in PHASE1 in
?version 2.1 that had TLNO=IFIX(CUMDTT/21.+6.) rather than
?TLNO=IFIX(SUMDTT/21.+6.); see p. 74 of Jones & Kiniry.
?-Walter Bowen, 22 DEC 1994.
?
?
?All G2 values were increased by a factor of 1.1 for Ritchie's
?change to RUE -Walter, 28 DEC 1994
?
?
? COEFF      DEFINITIONS
? =====
? VAR#       Identification code or number for a specific cultivar
? VAR-NAME   Name of cultivar
? ECO#       Ecotype code or this cultivar, points to the Ecotype in the
?            ECO file (currently not used).
?
? 1:1
F2 Save  F3 Open  Alt-F3 Close  F5 Zoom  F6 Next  F10 Menu
```



Emplacement du fichier météorologique. . .



```
C:\> DSSAT35.EXE

DECISION SUPPORT SYSTEM FOR AGROTECHNOLOGY TRANSFER

  DATA      MODELS      ANALYSES      TOOLS      SETUP/QUIT

  B Background
  X Experiment
  G Genotype
  W Weather
  S
  P
  E

  L List/Edit
  U Utilities

List of weather data files, or view/edit individual files.

↑ ↓ → ←  moves through menu choices
ESC      moves to higher menu level

DSSAT v3.5
```



Sélectionner le fichier météorologique. . .

```
C:\ DSSAT35.EXE
Weather File Manager (WFM) Version 1.0
- Files In All Installed Directories -
```

FILENAME	SITE NAME	ZONE	YR	LAT	LONG	ELEU
↑ AAAA8201.WTH	BREDA, SYRIA	XXX	-9	35.2	0.0	0
ALCL5601.WTH	CLANTON, AL	XXX	-9	32.5	-86.4	185
ALCL5701.WTH	CLANTON, AL	XXX	-9	32.5	-86.4	185
ALCL5801.WTH	CLANTON, AL	XXX	-9	32.5	-86.4	185
ALCL5901.WTH	CLANTON, AL	XXX	-9	32.5	-86.4	185
AUCB7001.WTH	AUCB	XXX	-9	-35.0	149.0	-99
AUCR.CLI	CROSSVILLE, ALABAMA, U	XXX	-9	34.3	-86.0	573
CCPA.CLI	PALMIRA, VALLE, COLOMB	XXX	-9	3.5	-76.3	965
CCPA7801.WTH	PALMIRA, VALLE, COLOMB	XXX	-9	3.5	-76.3	965
CCPA7901.WTH	PALMIRA, VALLE, COLOMB	XXX	-9	3.5	-76.3	965
CCPA8001.WTH	PALMIRA, VALLE, COLOMB	XXX	-9	3.5	-76.3	965
↓ CCPA8101.WTH	PALMIRA, VALLE, COLOMB	XXX	-9	3.5	-76.3	965

```
F1 - Help           F4 - Search        F7 - Colour OFF
F2 - Institute Listing F5 - Sort          F8 - Edit
F3 - Site Listing    F6 - Print         F9 - Remake List
Esc - Quit           F10 - Working List

- File Location: C:\DSSAT35\WEATHER -
```



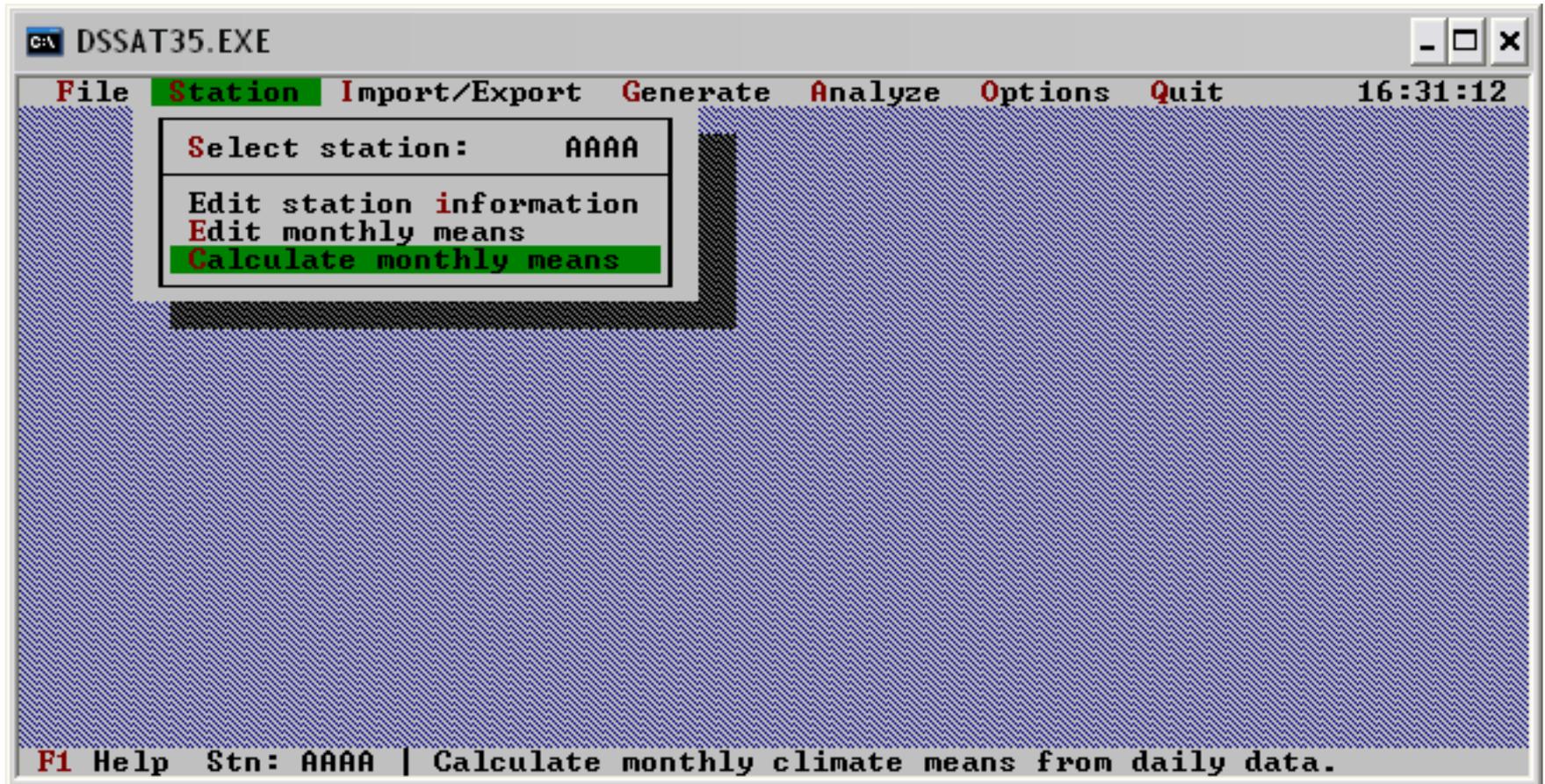
Examiner le fichier météorologique. . .

```
C:\DSSAT35\WEATHER\AAAA8201.WTH
*WEATHER : Breda, Syria
@ INSI      LAT      LONG      ELEU      TAU      AMP REFHT WNDHT
  AAAA      35.20      0.00
@DATE  SRAD  TMAX  TMIN  RAIN
82001   4.0   5.5   3.0   0.0
82002  11.1   8.0   0.5   0.0
82003   6.5   5.0  -0.5   0.0
82004   3.3   0.4  -0.5   0.0
82005  11.6   3.0  -4.2   0.0
82006   3.1   2.0  -3.0   0.0
82007   8.5   6.5   0.5   0.0
82008   9.2   8.2   1.8   0.0
82009  12.5  11.5  -6.0   0.0
82010  11.3  15.0  -1.5   0.0
82011  10.5   8.3   2.4   0.0
82012   6.0   8.0   3.7   0.0
82013  13.0  11.0  -1.5   0.0
82014   6.3   5.3  -0.2   0.0
82015   8.2  10.7  -0.6   2.0
82016   2.4   9.5   4.6   8.4
82017   3.4  10.8   5.5   3.2
1:1
```

F2 Save F3 Open Alt-F3 Close F5 Zoom F6 Next F10 Menu



Calculer les moyennes mensuelles. . .



Calculer les moyennes mensuelles. . . (suite)

DSSAT35.EXE 16:31:39

File Station Import/Export Generate Analyze Options Quit

Monthly Means and Rainfall

Mon	SRAD (MJ/m ²)	TMAX (°C)	TMIN (°C)	Total rain (mm)	Number of wet days	Mean SUNH (%)	Angstrom coef. A (Y-int)	B (slope)
1	9.3	9.0	-0.1	13.6	3.0	-99.0	0.250	0.500
2	11.3	10.3	0.3	61.7	11.1	-99.0	0.250	0.500
3	16.4	16.5	3.6	31.8	8.0	-99.0	0.250	0.500
4	22.0	21.7	5.8	35.8	8.0	-99.0	0.250	0.500
5	26.4	29.1	11.5	22.6	3.0	-99.0	0.250	0.500
6	30.2	33.3	14.8	6.0	2.0	-99.0	0.250	0.500
7	30.3	36.1	19.1	0.0	0.0	-99.0	0.250	0.500
8	28.0	36.0	18.4	0.0	0.0	-99.0	0.250	0.500
9	23.3	33.4	14.6	0.0	0.0	-99.0	0.250	0.500
10	16.0	25.9	10.8	18.0	2.0	-99.0	0.250	0.500
11	10.5	13.6	1.3	28.0	5.0	-99.0	0.250	0.500
12	7.8	11.2	1.7	58.9	13.6	-99.0	0.250	0.500

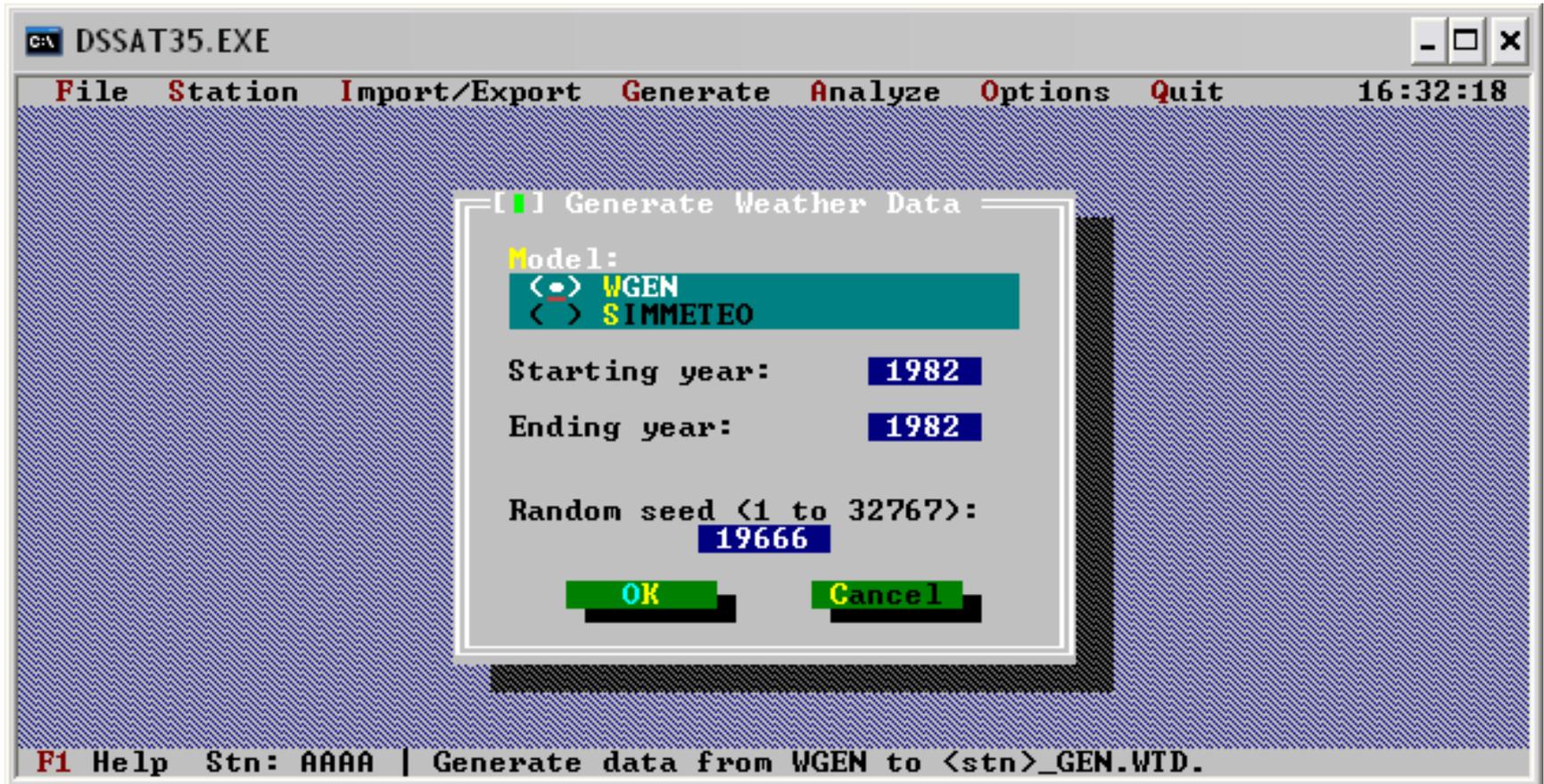
Source: Calculated from daily data 1st year: 1982 No. years: 1

OK Cancel

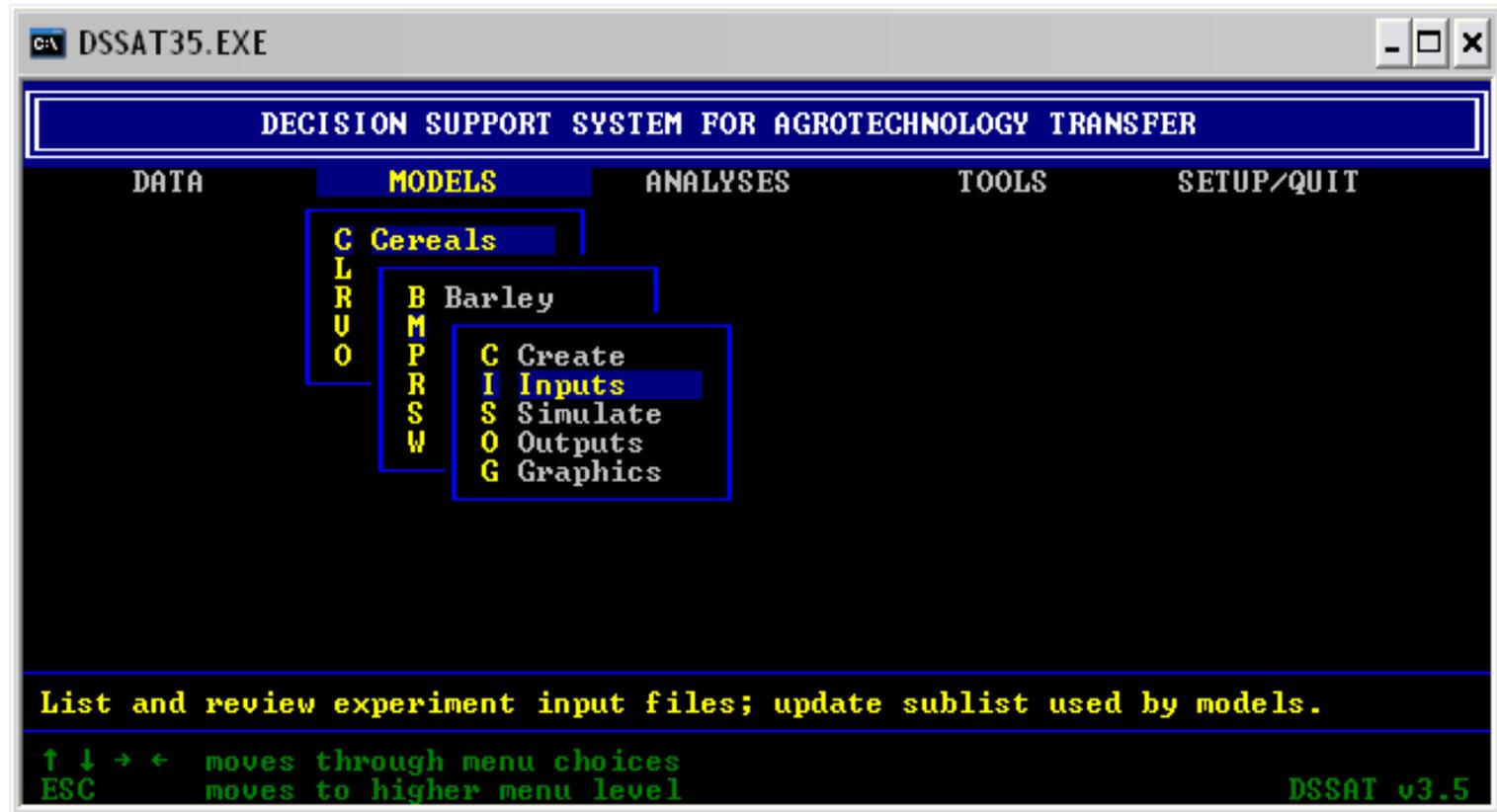
F1 Help Stn: AAAA | Mean daily solar radiation (MJ/m²/d) for month.



Programme pour générer les données météorologiques. . .



Emplacement du fichier d'entrée expérimentation. . .



Examiner le fichier expérimentation (Syrie)

```
DSSAT35.EXE
File Edit Search Windows
C:\DSSAT35\MAIZE\AABB8201.MZX
*EXP.DETAILS: MAIZE CLIMATE CHANGE ADAPT EXP SYRIA
SYRIA

*GENERAL
@PEOPLE
ANA IGLESIAS
@ADDRESS
UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID
@SITE
VARIOUS

*TREATMENTS
-----FACTOR LEVELS-----
@N R O C TNAME..... CU FL SA IC MP MI MF MR MC MT ME MH SM
1 1 0 0 RAINFED LOW NITROGEN 1 1 0 1 1 1 1 0 0 0 0 0 1
2 1 0 0 RAINFED HIGH NITROGEN 1 1 0 1 1 1 2 0 0 0 0 0 1
3 1 0 0 IRRIGATED LOW NITROGEN 1 1 0 1 1 2 1 0 0 0 0 0 1
4 1 0 0 IRRIGATED HIGH NITROGEN 1 1 0 1 1 2 2 0 0 0 0 0 1

*CULTIVARS
@C CR INGENO CNAME
1 MZ IB0035 McCurdy 84aa
1:1
F2 Save F3 Open Alt-F3 Close F5 Zoom F6 Next F10 Menu
```



Examiner le fichier experimentation (Floride)

```
C:\ DSSAT35.EXE
File Edit Search Windows
[ ] C:\DSSAT35\MAIZE\AABB8201.MZX [ ]
*CULTIVARS
@C CR INGENO CNAME
 1 MZ IB0035 McCurdy 84aa

*FIELDS
@L ID_FIELD WSTA... FLSA FLOB FLDT FLDD FLDS FLST SLTX SLDP ID_SOIL
 1 AAAA0002 AAAA -99.0 0 DR000 0 0 00000 -99 180 IBMZ91001
@L .....XCRD .....YCRD .....ELEU .....AREA .SLEN .FLWR .SL
 1 0.00000 0.00000 0.00 0.0 0 0.0 0

*INITIAL CONDITIONS
@C PCR ICDAT ICRT ICND ICRN ICRE ICWD ICRES ICREN ICREP ICRIP ICRID
 1 MZ 82056 100 0 1.00 1.00 -99.0 1000 0.80 0.00 100 15
@C ICBL SH20 SNH4 SN03
 1 5 0.086 1.5 0.6
 1 15 0.086 1.5 0.6
 1 30 0.086 1.5 0.6
 1 60 0.086 1.5 0.6
 1 90 0.076 0.6 0.6
 1 120 0.076 0.5 0.6
 1 150 0.130 0.5 0.6
1:1
F2 Save F3 Open Alt-F3 Close F5 Zoom F6 Next F10 Menu
```



Le fichier expérimentation peut également utiliser un éditeur de texte (Notepad)

```
PIOTM201.SNX - Notepad
File Edit Search Help
*EXP.DETAILS: PIOTM201SN NEW PID CULTIVAR TEST

*GENERAL
@PEOPLE
A. IGLESIAS AND C. ROSENZWEIG
@ADDRESS
NASA/GISS, USA
@SITE
DES MOINES, IOWA
@NOTES
NEW PIONNER PROJECT

*TREATMENTS
-----FACTOR LEVELS-----
@N R O C TNAME ----- CU FL SA IC HP HI MF MR MC MT ME MH SH
1 1 0 0 DIA0 BASE MZ PL1 16 1 0 1 1 0 1 1 0 0 1 0 1
2 1 0 0 DIA1 HC10 MZ PL1 16 2 0 1 1 0 1 1 0 0 2 0 1
3 1 0 0 DIA2 HC20 MZ PL1 16 3 0 1 1 0 1 1 0 0 3 0 1
4 1 0 0 DIA3 HC50 MZ PL1 16 4 0 1 1 0 1 1 0 0 4 0 1
5 1 0 0 DIA4 CC10 MZ PL1 16 5 0 1 1 0 1 1 0 0 2 0 1
6 1 0 0 DIA5 CC20 MZ PL1 16 6 0 1 1 0 1 1 0 0 3 0 1
7 1 0 0 DIA6 CC50 MZ PL1 16 7 0 1 1 0 1 1 0 0 4 0 1

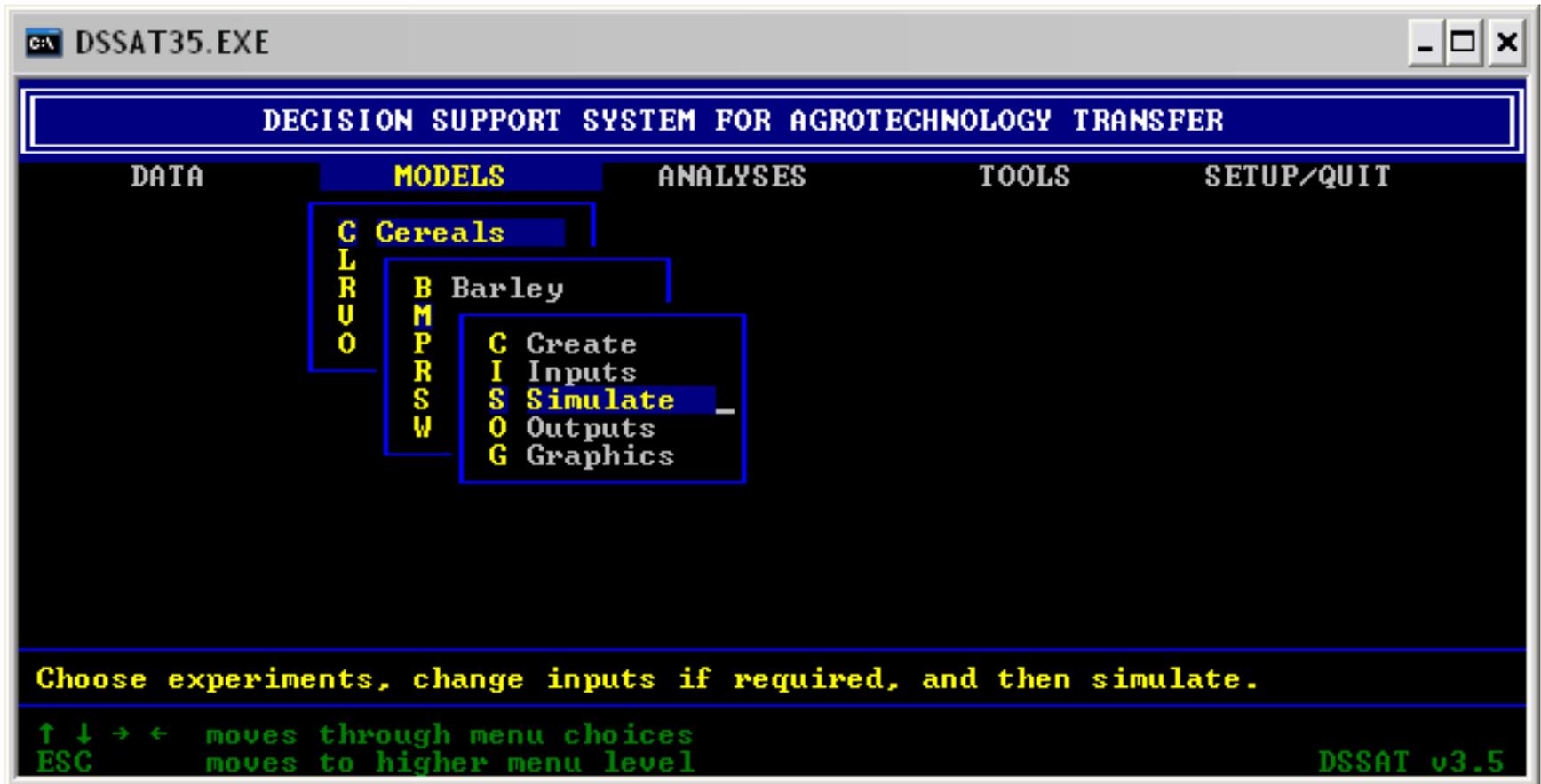
*CULTIVARS
@C CR INGENO CHAME
1 MZ IB0070 PI03394
2 MZ IB0012 PI03382

*FIELDS
@L ID FIELD WSTA.... FLSA FLOB FLDT FLDD FLDS FLST SLTX SLDP ID_SOIL
1 DIA00001 DIA05101 -99 0 DR000 0 0 00000 -99 90 IBPI000990
2 DIA10001 DIA15101 -99 0 DR000 0 0 00000 -99 90 IBPI000990
3 DIA20001 DIA25101 -99 0 DR000 0 0 00000 -99 90 IBPI000990

*INITIAL CONDITIONS
@C PCR ICDAT ICRT ICND ICRN ICRE
1 MZ 51120 1200 -99 1.00 1.00
@C ICBL SH20 SNH4 SH03
1 5 0.262 0.5 4.6
1 15 0.262 0.5 4.6
1 30 0.262 0.5 4.4
1 45 0.262 0.2 3.8
1 60 0.262 0.2 3.8
1 90 0.261 0.2 2.8
@C POP ICDAT ICRT ICRN ICRE
```



Démarrer la simulation ...



Lancement . .

```

C:\> DSSAT35.EXE
←[04;0H← moves through menu choices
                                     DSSAT v3.5
                                     GENERIC CERES 3.5 <98.0>
                                     J.T. Ritchie, U. Singh, D.C. Godwin, W.T. Bowen,
                                     P.W. Wilkens, B. Baer, G. Hoogenboom and L.A. Hunt
                                     International Fertilizer Development Center,
                                     Michigan State University & University of Georgia
                                     CERES simulates crop growth and development, soil
                                     water dynamics, and soil nitrogen dynamics in
                                     response to weather, soil characteristics, cultivar
                                     characteristics and crop management. This version
                                     simulates barley, maize, millet, sorghum, and wheat
                                     crops. It uses the ICASA standard data formats
                                     and files for DSSAT Version 3.5.
                                     15-November-1998
←[22;0H
                                     Please press < ENTER > key <←—|> to continue

```



Sélectionner Expérimentation. . .

```
C:\ DSSAT35.EXE
simulates barley, maize, millet, sorghum, and wheat
crops. It uses the ICASA standard data formats
and files for DSSAT Version 3.5.
15-November-1998

Please press < ENTER > key <←—|> to continue

CROP EXPERIMENTAL CASE STUDIES
-----
1.  MZ  CLIMATE CHANGE ADAPT EXP FLORIDA      AA  AA  1982  01
2.  MZ  CLIMATE CHANGE ADAPT EXP SYRIA       AA  BB  1982  01

EXPERIMENT SELECTED ==>  1
NEW SELECTION ?     --->
```



Sélectionner Traitement. . .

```
C:\> DSSAT35.EXE
```

```
  CROP EXPERIMENTAL CASE STUDIES
```

					ID	ID	NO
1.	MZ	CLIMATE CHANGE ADAPT EXP FLORIDA			AA	AA	1982 01
2.	MZ	CLIMATE CHANGE ADAPT EXP SYRIA			AA	BB	1982 01

```
EXPERIMENT SELECTED ==> 1
NEW SELECTION ? ---->
```

←[2J

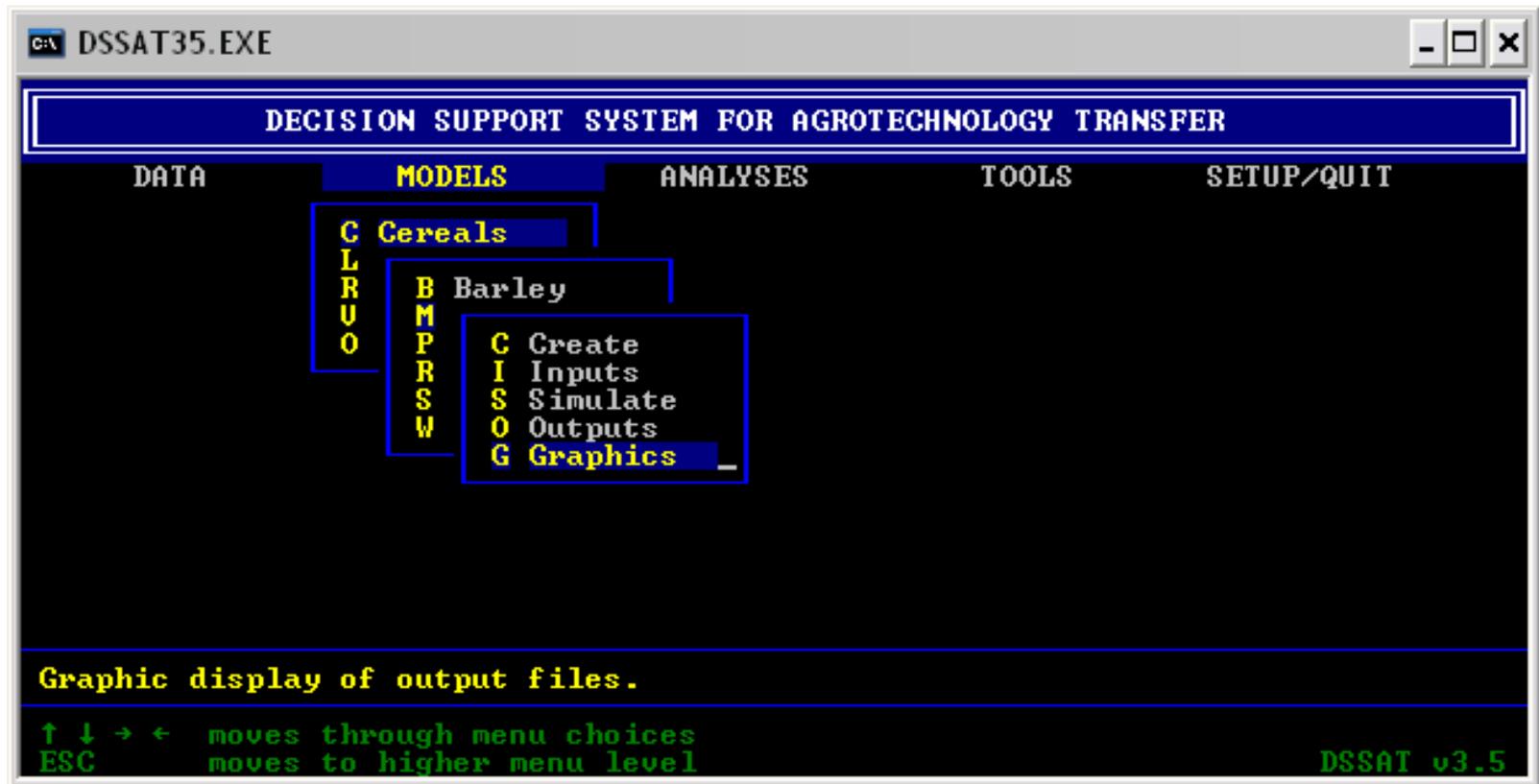
```
  CLIMATE CHANGE ADAPT EXP FLORIDA
```

			INST.	SITE	YEAR	EXPT.	TRT.
			ID	ID		NO	NO
1.	RAINFED	LOW NITROGEN	AA	AA	1982	01	1
2.	RAINFED	HIGH NITROGEN	AA	AA	1982	01	2
3.	IRRIGATED	LOW NITROGEN	AA	AA	1982	01	3
4.	IRRIGATED	HIGH NITROGEN	AA	AA	1982	01	4
5.	RUN ALL TREATMENTS		AA	AA	1982	01	

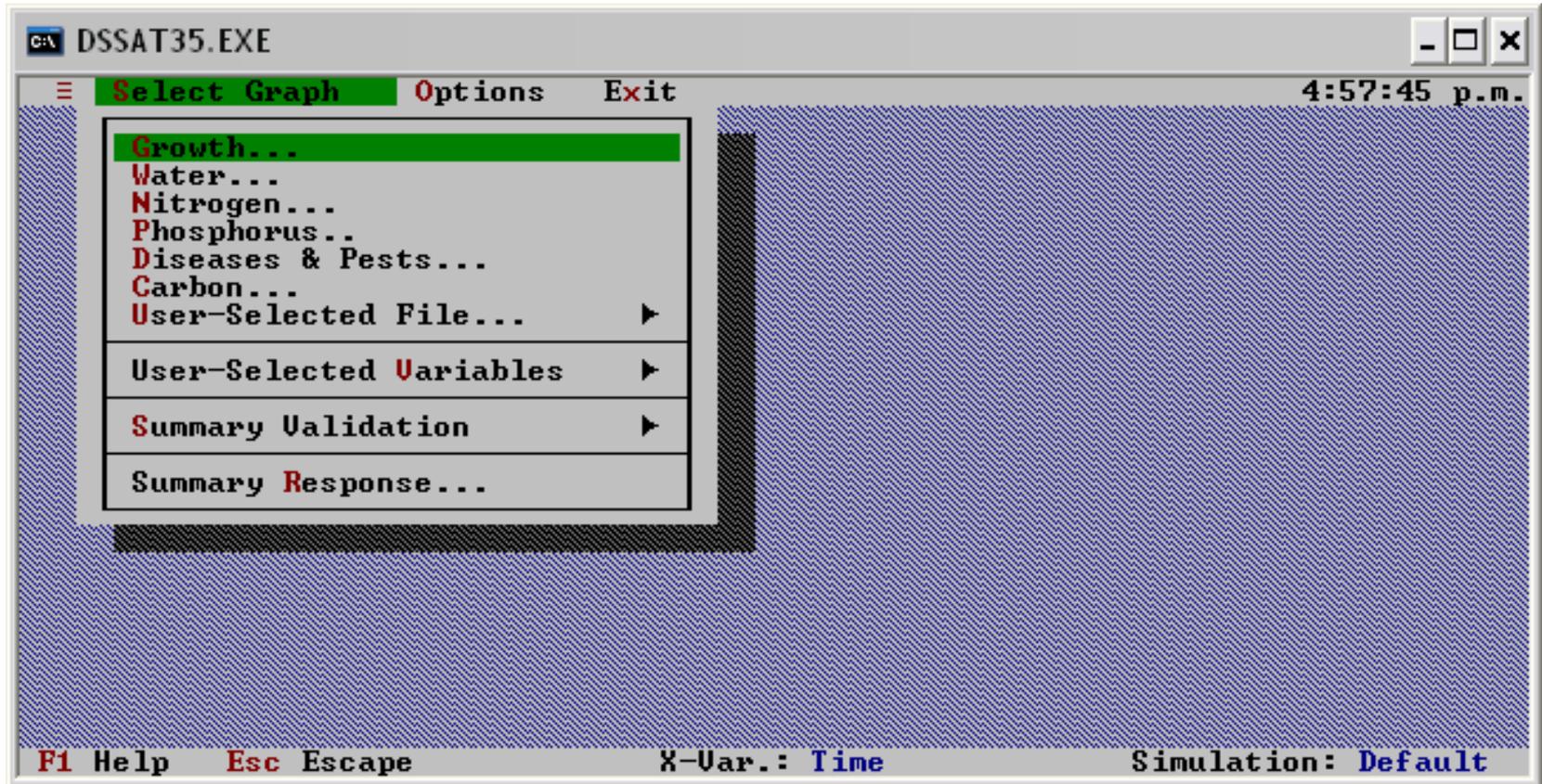
```
TREATMENT SELECTED ==> 1
NEW SELECTION ? ----> 5
```



Afficher les résultats. . .



Sélectionner Option. . .

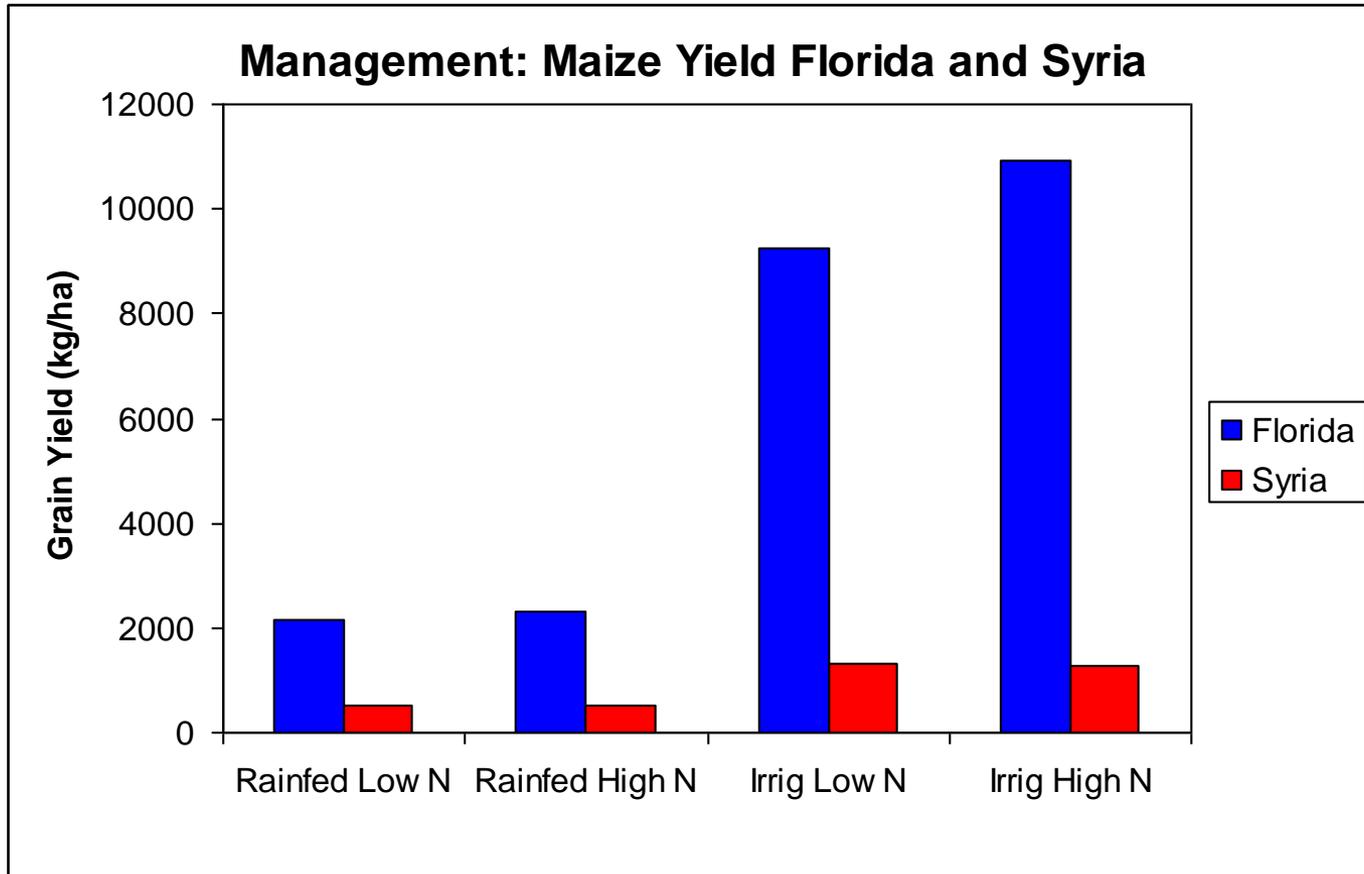


Récupérer les fichiers de sortie pour analyse

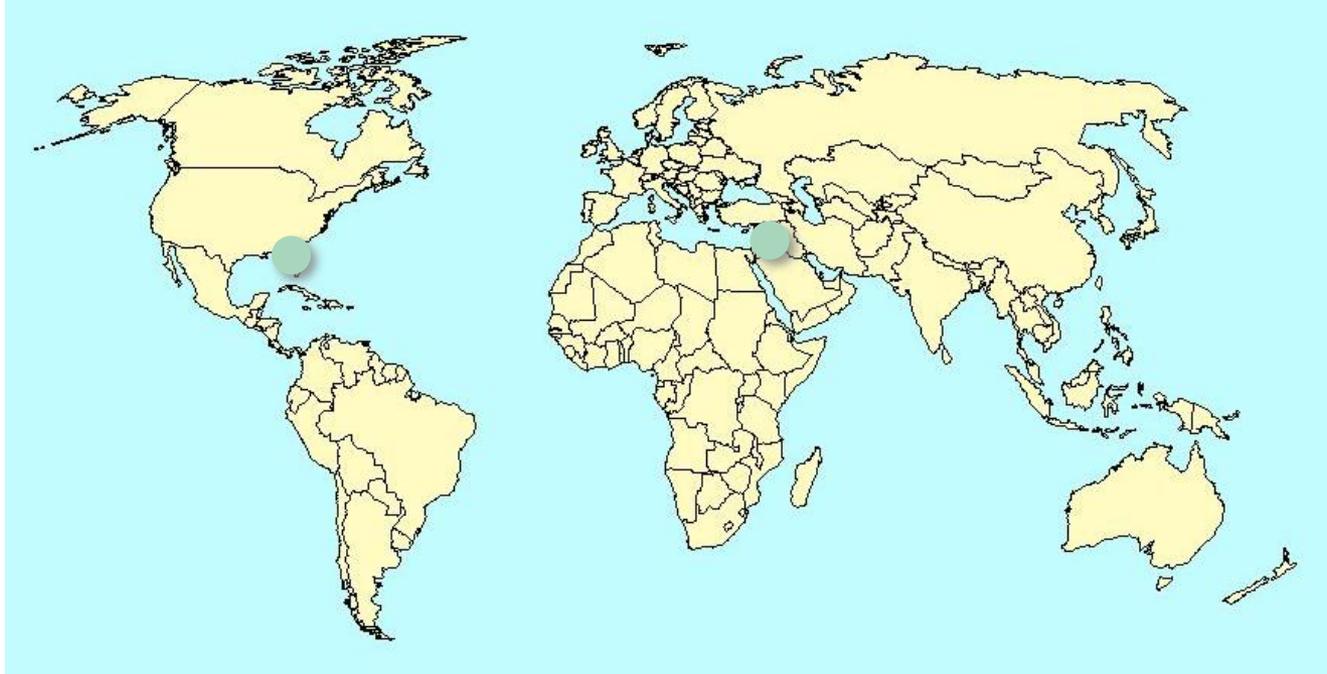
- C:/DSSAT35/MAIZE/SUMMARY.OUT
 - C:/DSSAT35/MAIZE/WATER.OUT
 - C:/DSSAT35/MAIZE/OVERVIEW.OUT
 - C:/DSSAT35/MAIZE/GROWTH.OUT
 - C:/DSSAT35/MAIZE/NITROGEN.OUT
- Ce sont des fichiers texte DOS qui peuvent être importés dans Excel



Analyse et présentation des résultats

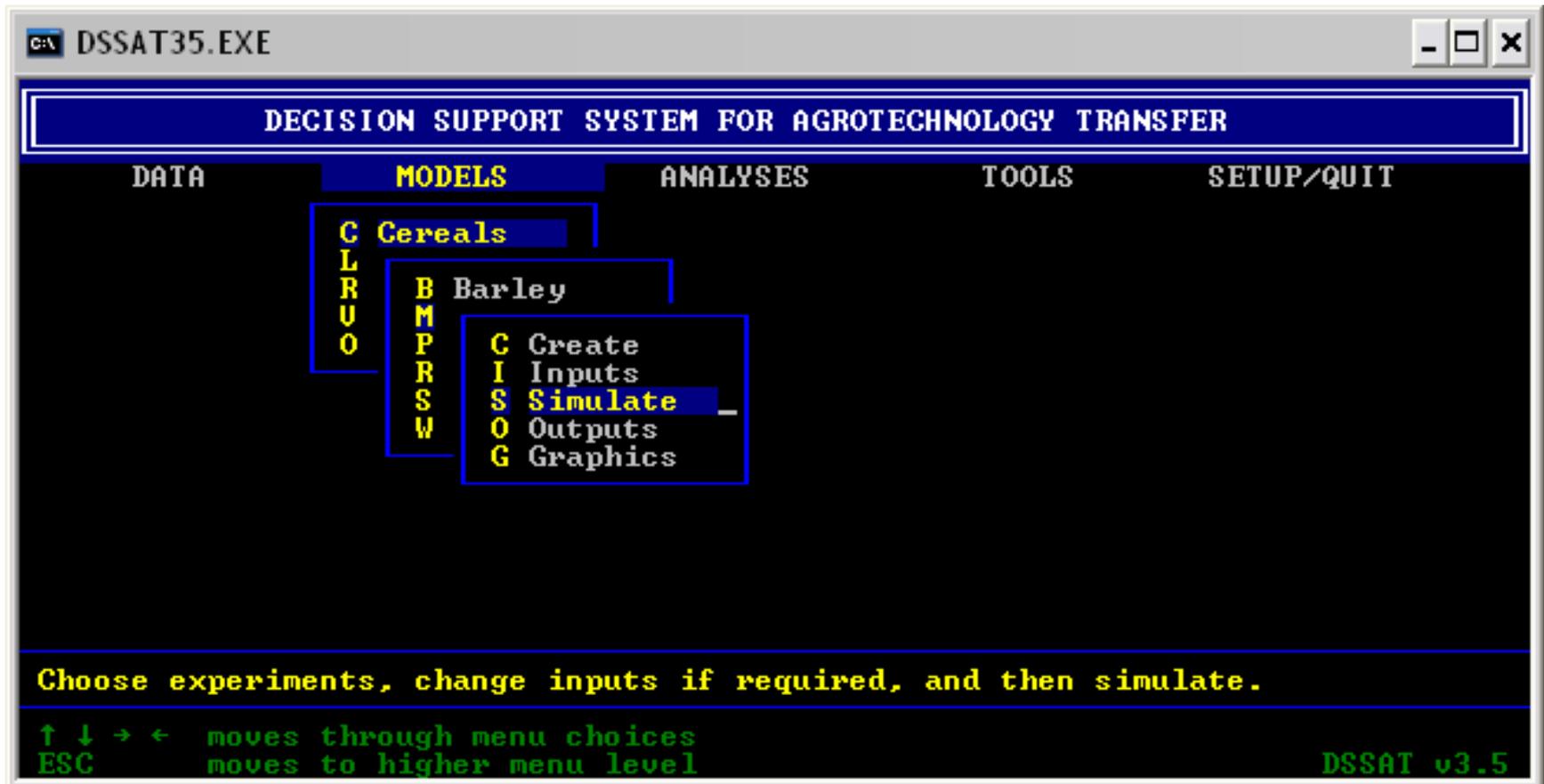


Application 2. Sensibilité au climat



- Objectif : effet de la modification des conditions météorologiques

Démarrer la simulation. . .



Analyse de sensibilité. . .

```

C:\> DSSAT35.EXE

Reading Data. Please be patient.
Do not touch the keyboard !
=====
←[2J

What Would You Like To Do ?
0. Run Simulation.
1. Select Sensitivity Analysis Options.

CHOICE ? [ Default = 0 ] == 1

```



Sélectionner Option ...

```
C:\> DSSAT35.EXE

MANAGEMENT / SENSITIVITY ANALYSIS OPTIONS
=====

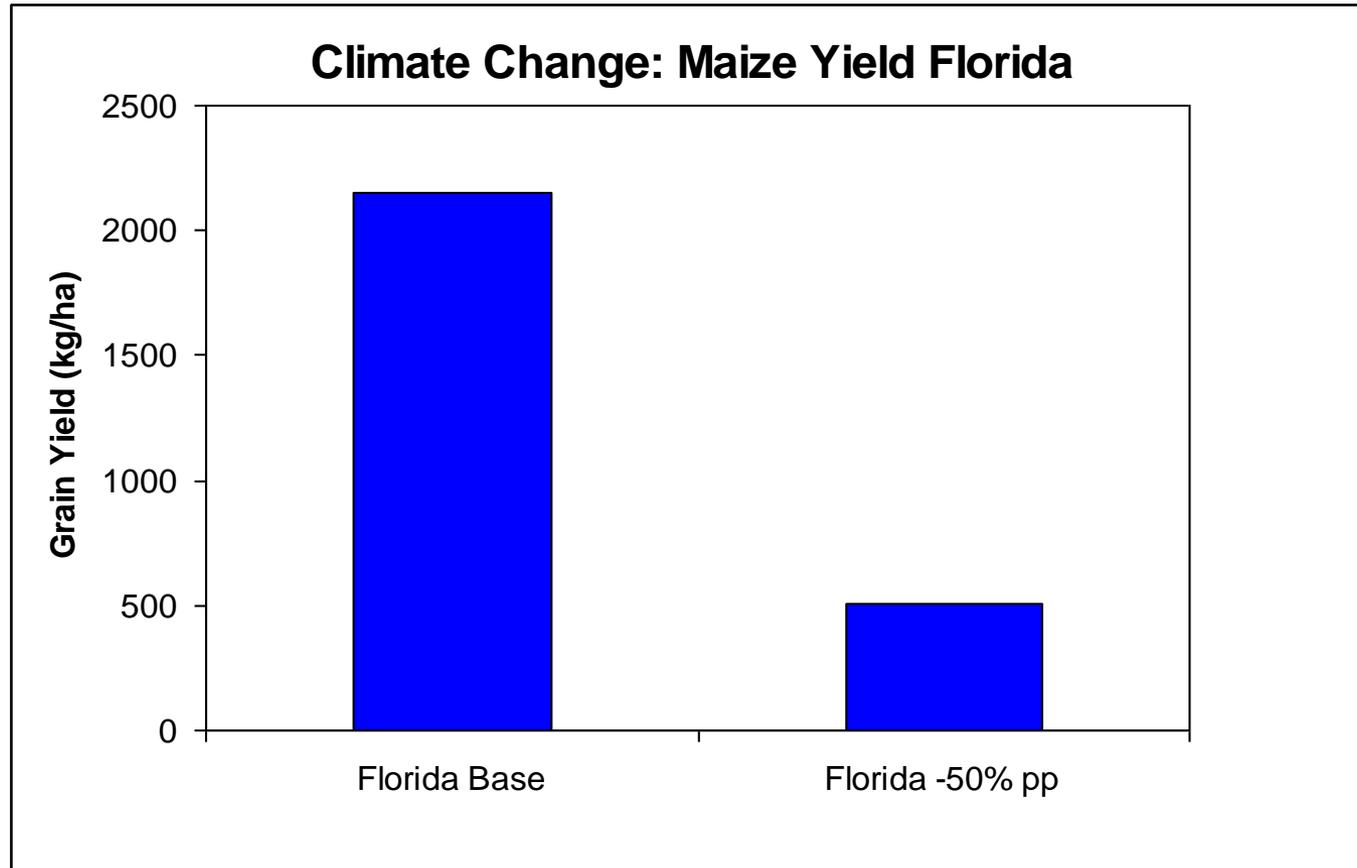
0. RETURN TO THE MAIN MENU

1. Simulation Timing ..... FEB 25 1982
2. Crop ..... MAIZE MZCER980.SPE MZCER980.CUL
3. Cultivar ..... McCurdy 84aa MAT : 0
4. Weather ..... UFGA OBSERVED WMOD:N
5. Soil ..... IBMZ910014 -99
6. Initial Conditions ..... AS REPORTED
7. Planting ..... FEB 26 1982 ROW SP: 61. PLANTS/m2: 7.20
8. Harvest ..... AT HARVEST MATURITY
9. Water and Irrigation ..... ON REPORTED DATE(S)
10. Nitrogen ..... ON REPORTED DATE(S) NO N-FIX SIMUL.
11. Phosphorus ..... N/A
12. Residue ..... NO RESIDUE APPLICATION
13. Pests and Diseases ..... PEST & DISEASE INTERACTION NOT SIMULATED
14. Field .....
15. Crop Process Options .... H20:R NIT:Y N-FIX:N PEST:N PHOTO:C WTH:M ET:R
16. Output Control ..... FREQ: 3 OUV:Y SUM:Y GROWTH:Y H20:Y NIT:Y PEST:N

SELECTION ? [Default = 0] ==>
```



Analyser les résultats. . .



Application 3. Adaptation



- Objectif : pour les participants avancés ...

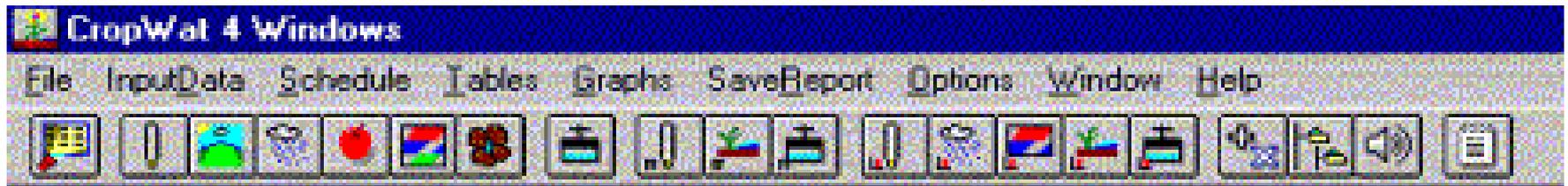
(En utilisant les modèles d'irrigation (ex. CROPWAT))

AGL

Water Resources, Development and Management Service
CROPWAT



CROPWAT est un système d'aide à la décision pour la planification et la gestion de l'irrigation.



<http://www.clac.edu.eg>

<http://www.fao.org/ag/agl/aglw/cropwat.htm>

Les systèmes hydrologiques/d'irrigation peuvent-ils répondre aux tensions provoquées par l'évolution de l'approvisionnement/des besoins en eau ?

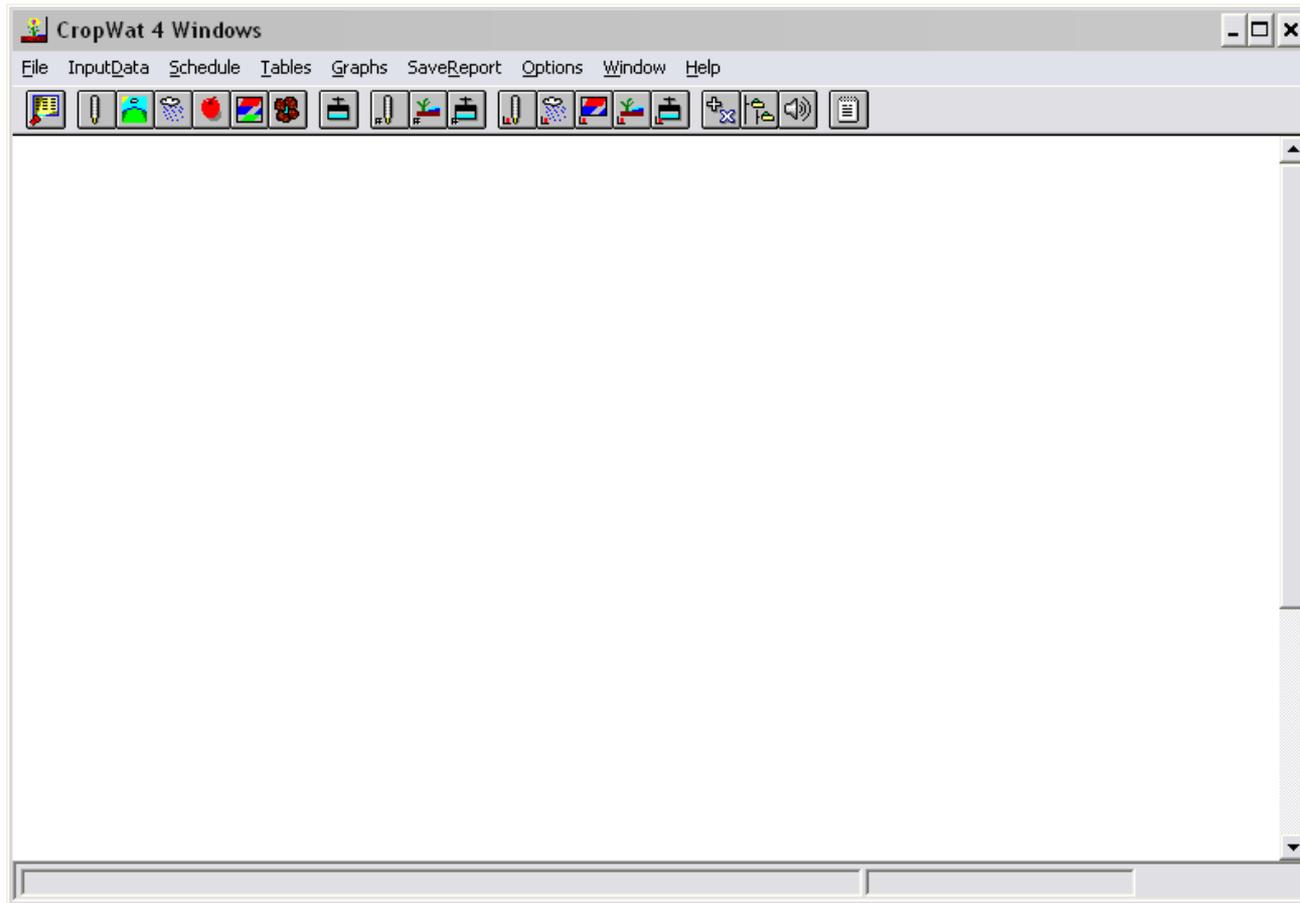


Exemples pratiques

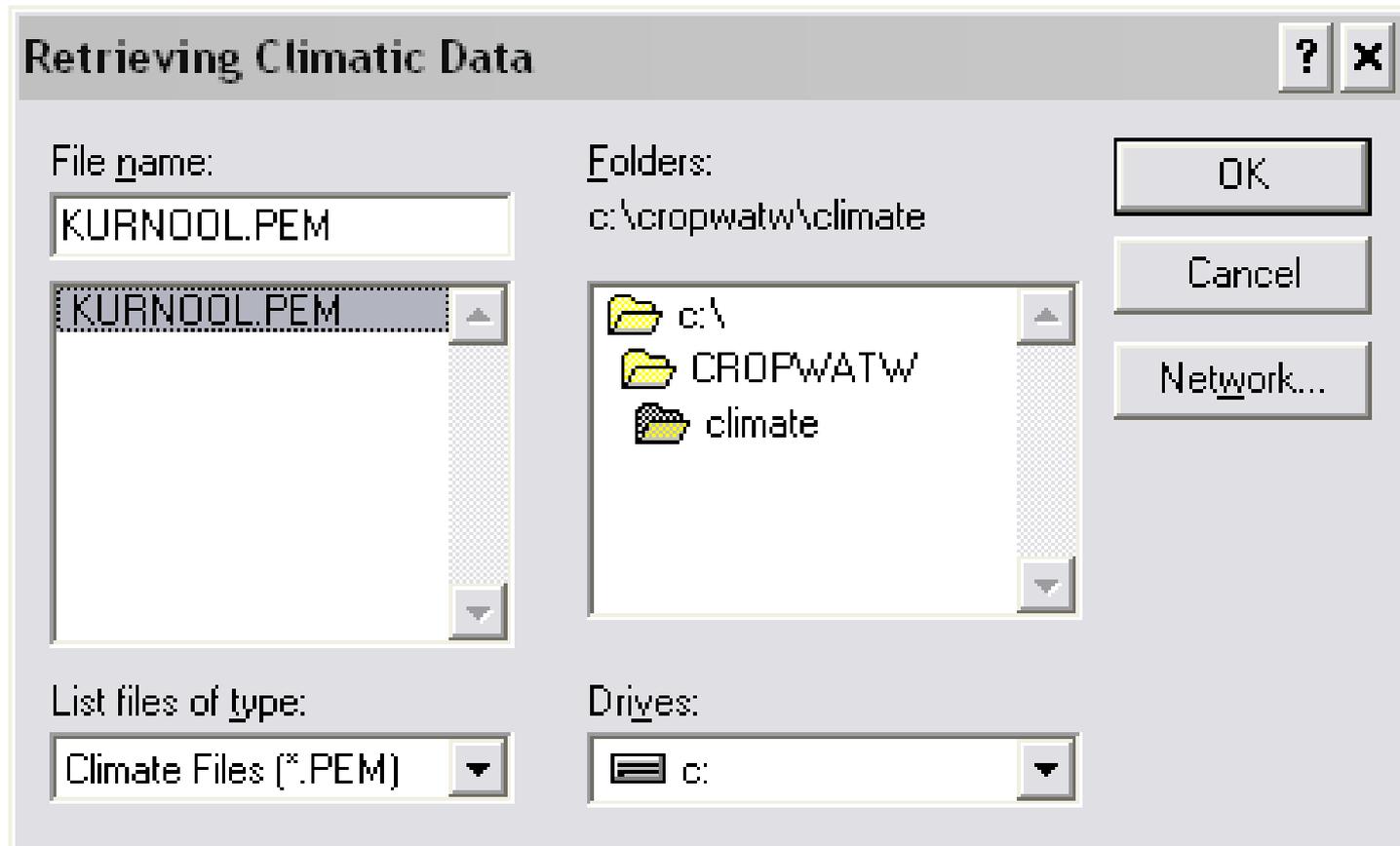
1. Calculer ET_0
2. Calculer les exigences en eau des cultures
3. Calculer les exigences d'irrigation de plusieurs cultures dans une exploitation agricole



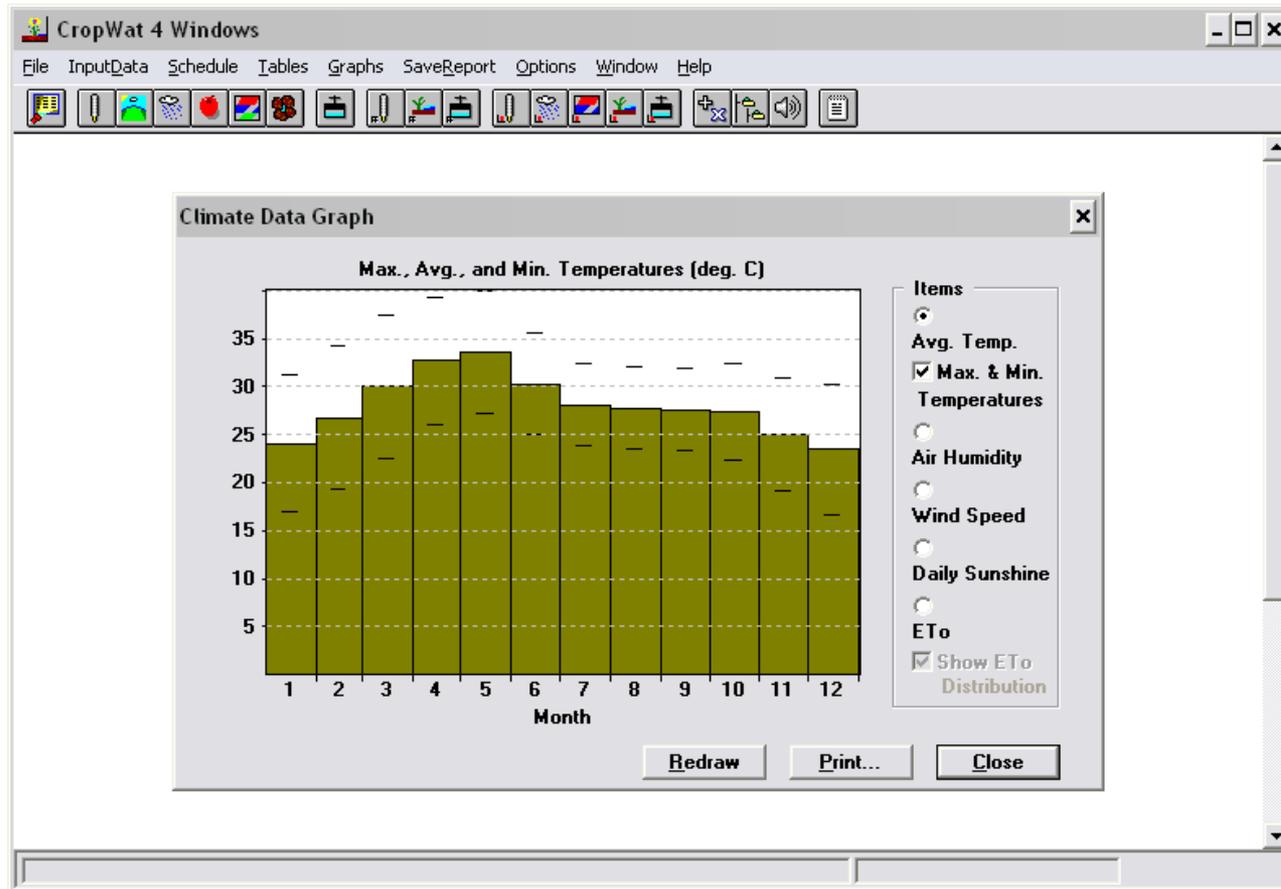
Démarrer CROPWAT ...



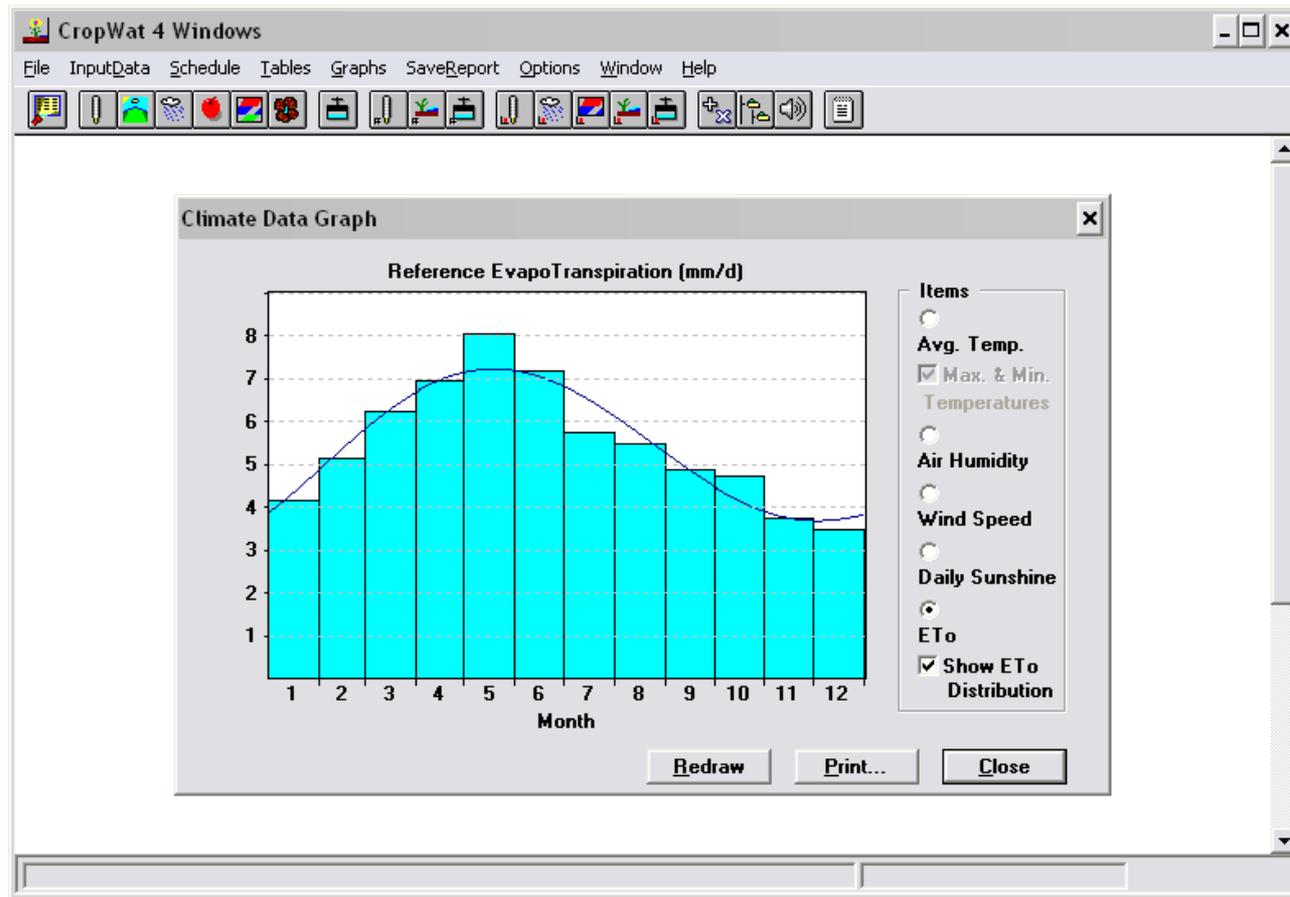
Récupérer le fichier climat . . .



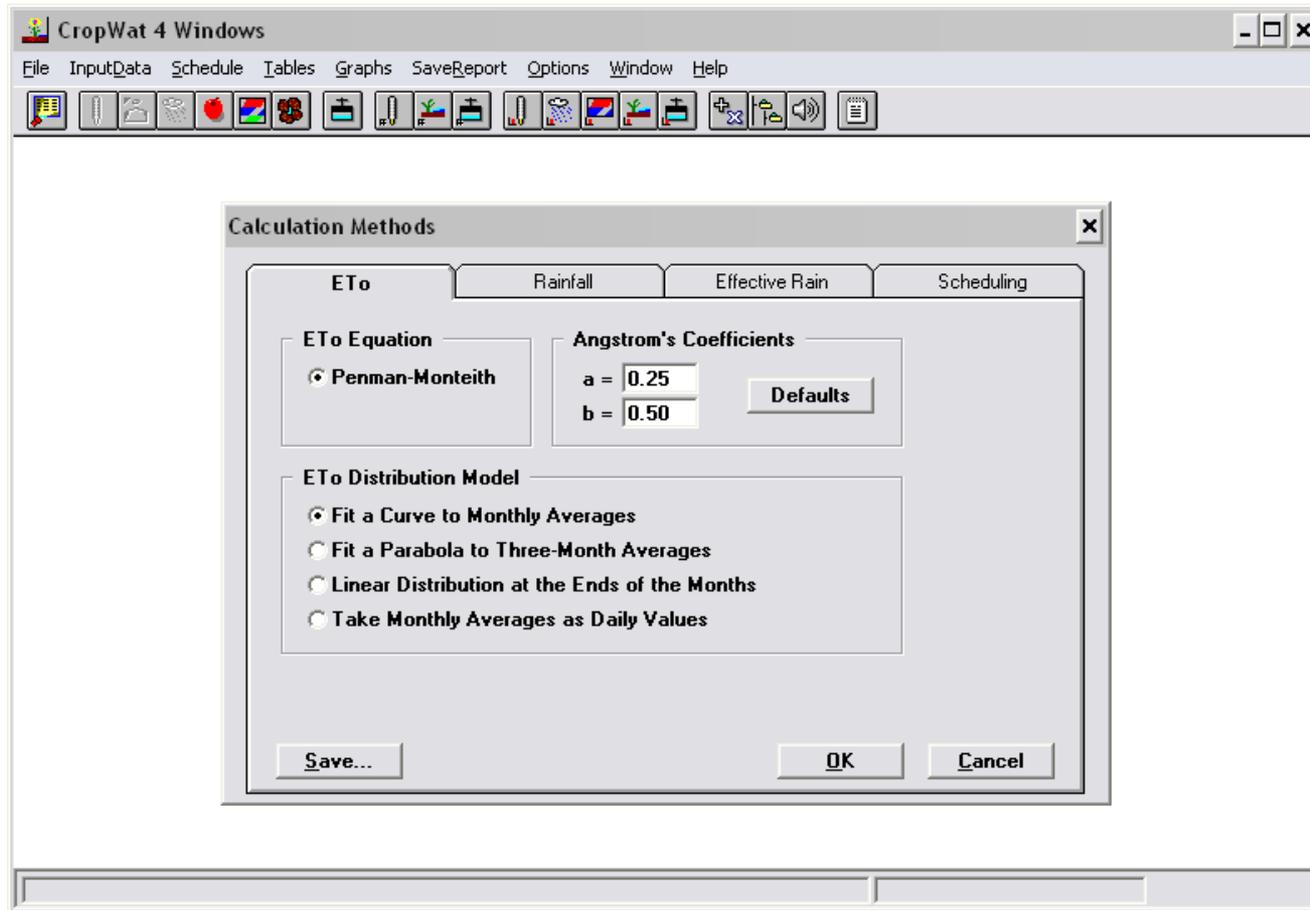
Examiner la température. . .



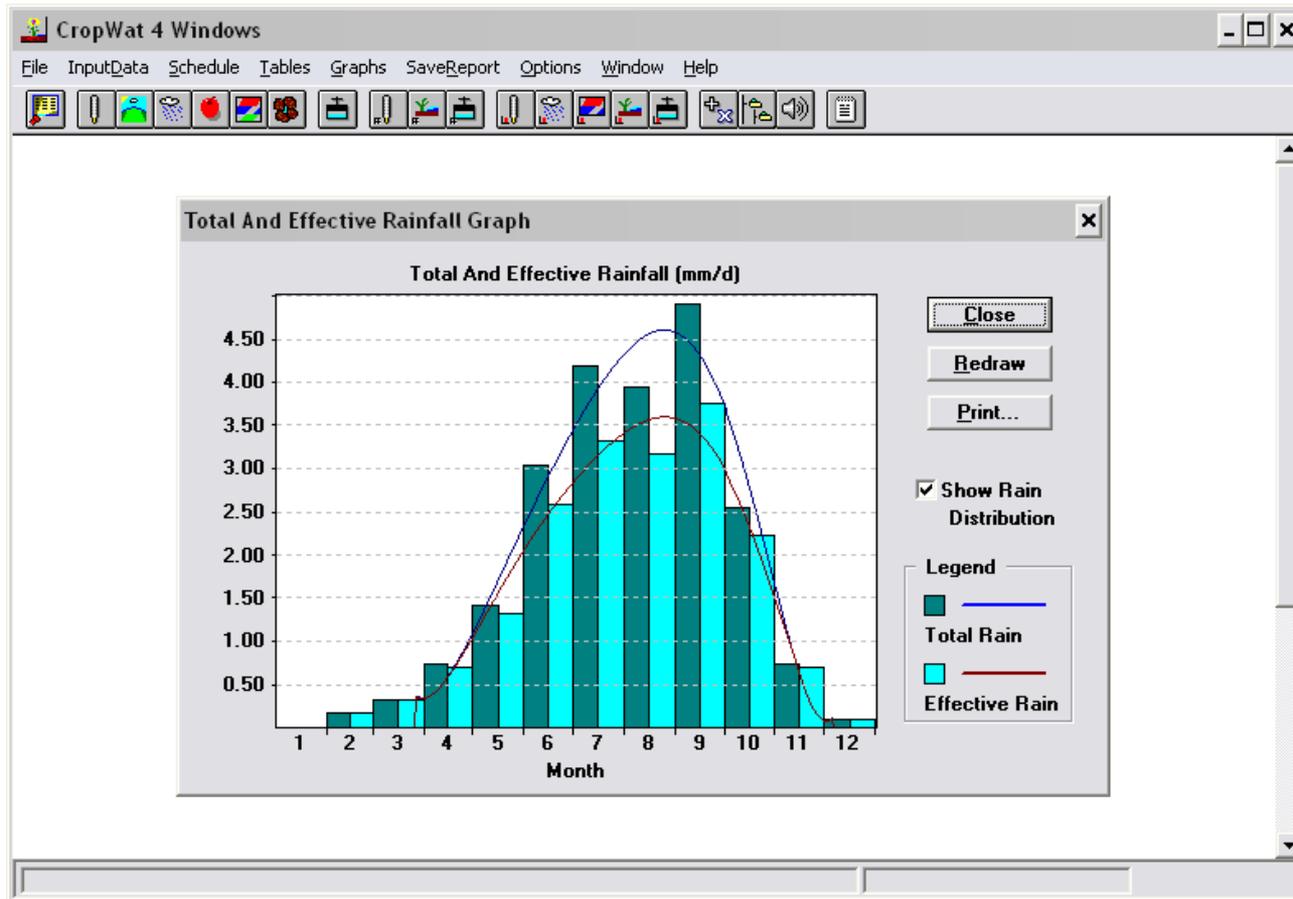
Examiner l'ET0. . .



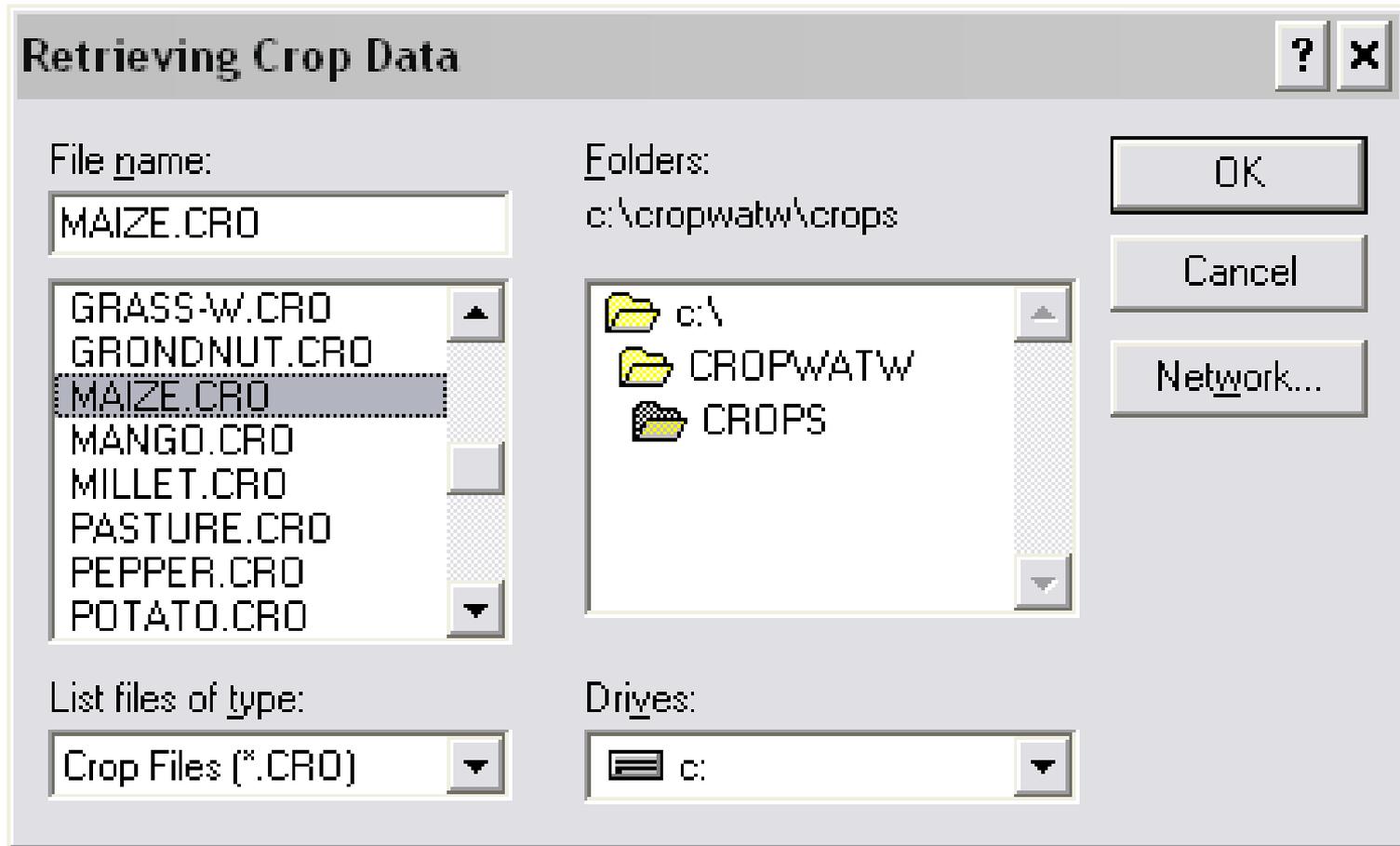
Calcular ET0. . .



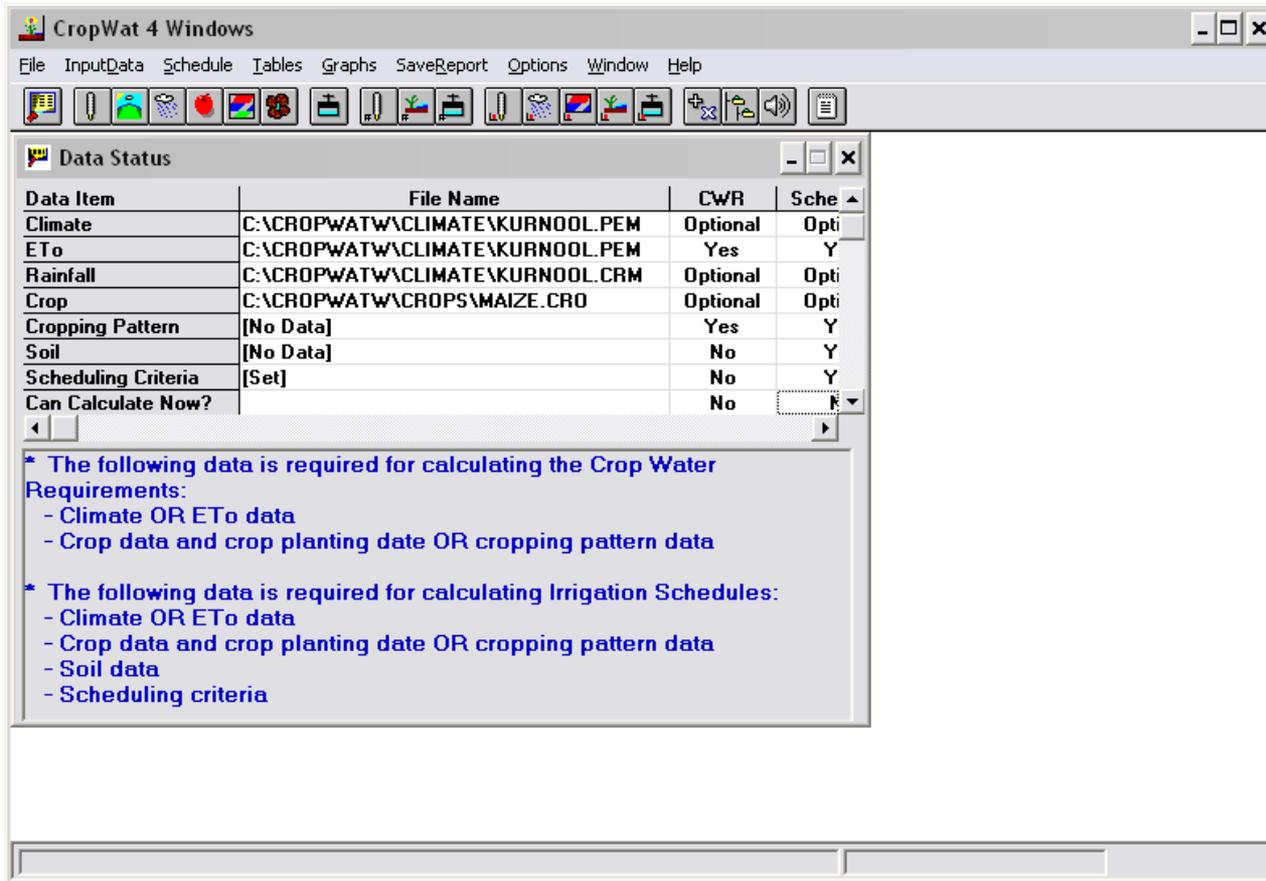
Examiner la pluviosité. . .



Récupérer les paramètres culture. . .



Afficher l'avancement des entrées . .



The screenshot displays the 'CropWat 4 Windows' application. The main window has a menu bar with 'File', 'InputData', 'Schedule', 'Tables', 'Graphs', 'SaveReport', 'Options', 'Window', and 'Help'. Below the menu is a toolbar with various icons. A 'Data Status' window is open, showing a table of data items and their status.

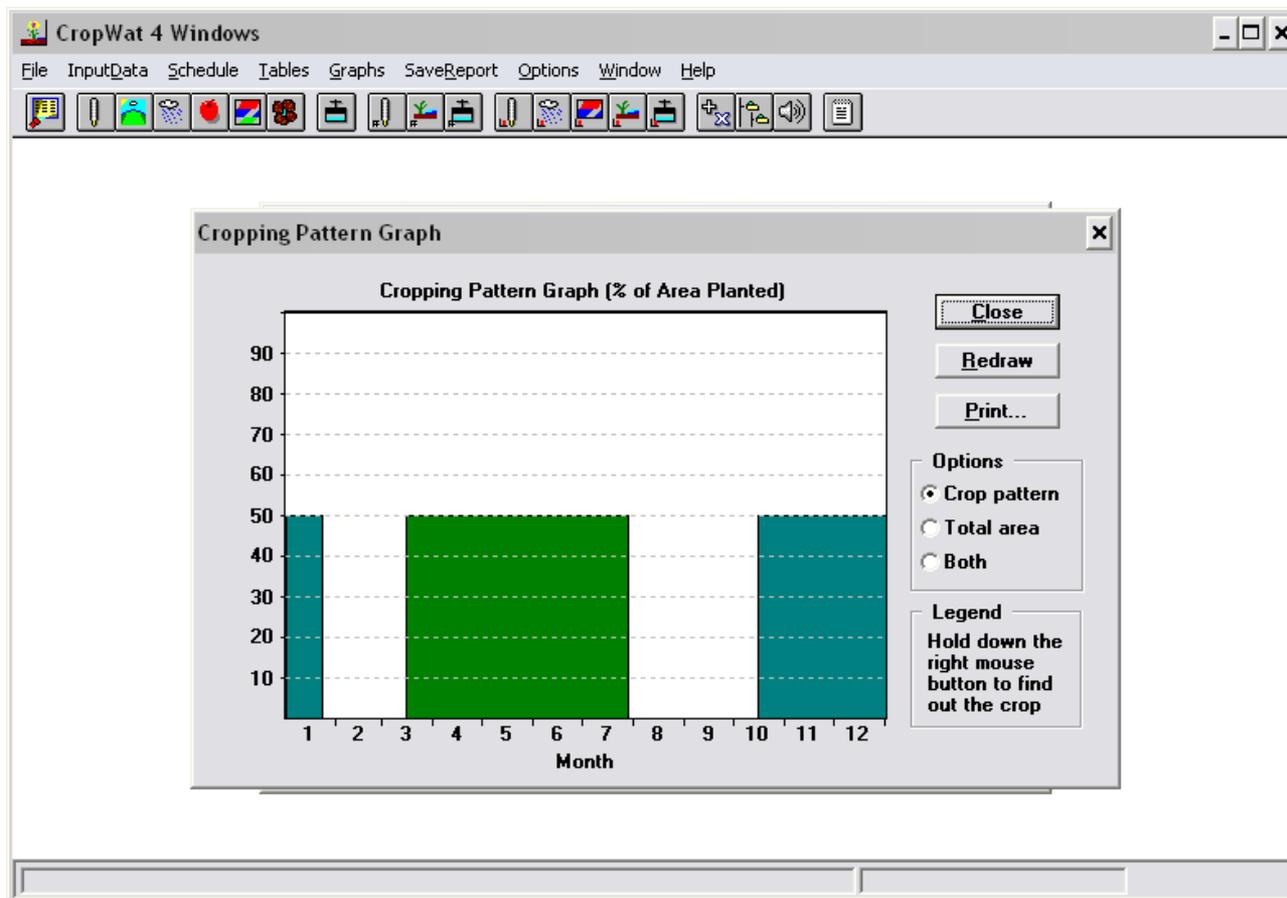
Data Item	File Name	CWR	Sche
Climate	C:\CROPWATW\CLIMATE\KURNOOL.PEM	Optional	Opti
ETo	C:\CROPWATW\CLIMATE\KURNOOL.PEM	Yes	Y
Rainfall	C:\CROPWATW\CLIMATE\KURNOOL.CRM	Optional	Opti
Crop	C:\CROPWATW\CROPS\MAIZE.CRO	Optional	Opti
Cropping Pattern	[No Data]	Yes	Y
Soil	[No Data]	No	Y
Scheduling Criteria	[Set]	No	Y
Can Calculate Now?		No	F

Below the table, there are two sections of text:

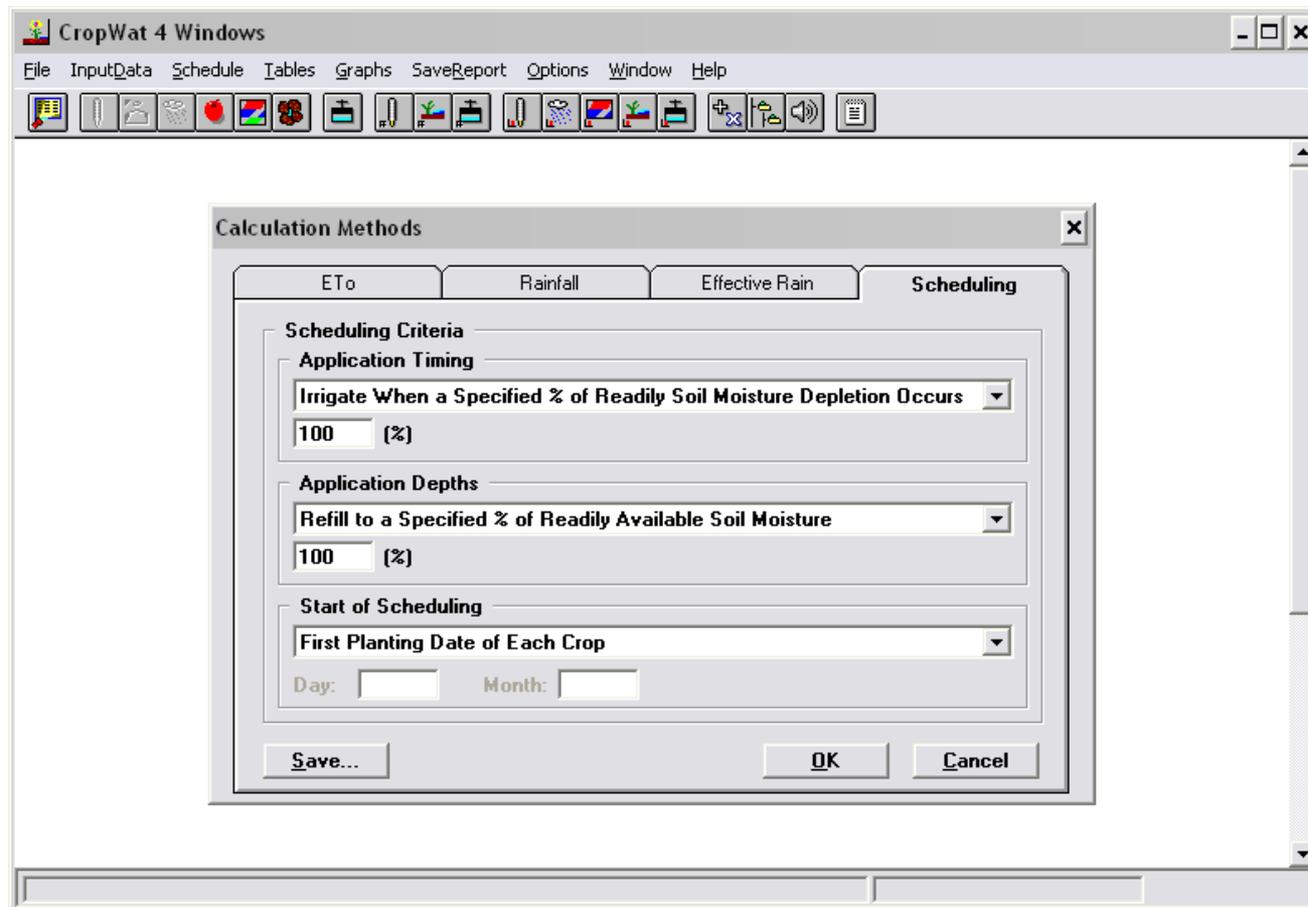
- * The following data is required for calculating the Crop Water Requirements:
 - Climate OR ETo data
 - Crop data and crop planting date OR cropping pattern data
- * The following data is required for calculating Irrigation Schedules:
 - Climate OR ETo data
 - Crop data and crop planting date OR cropping pattern data
 - Soil data
 - Scheduling criteria



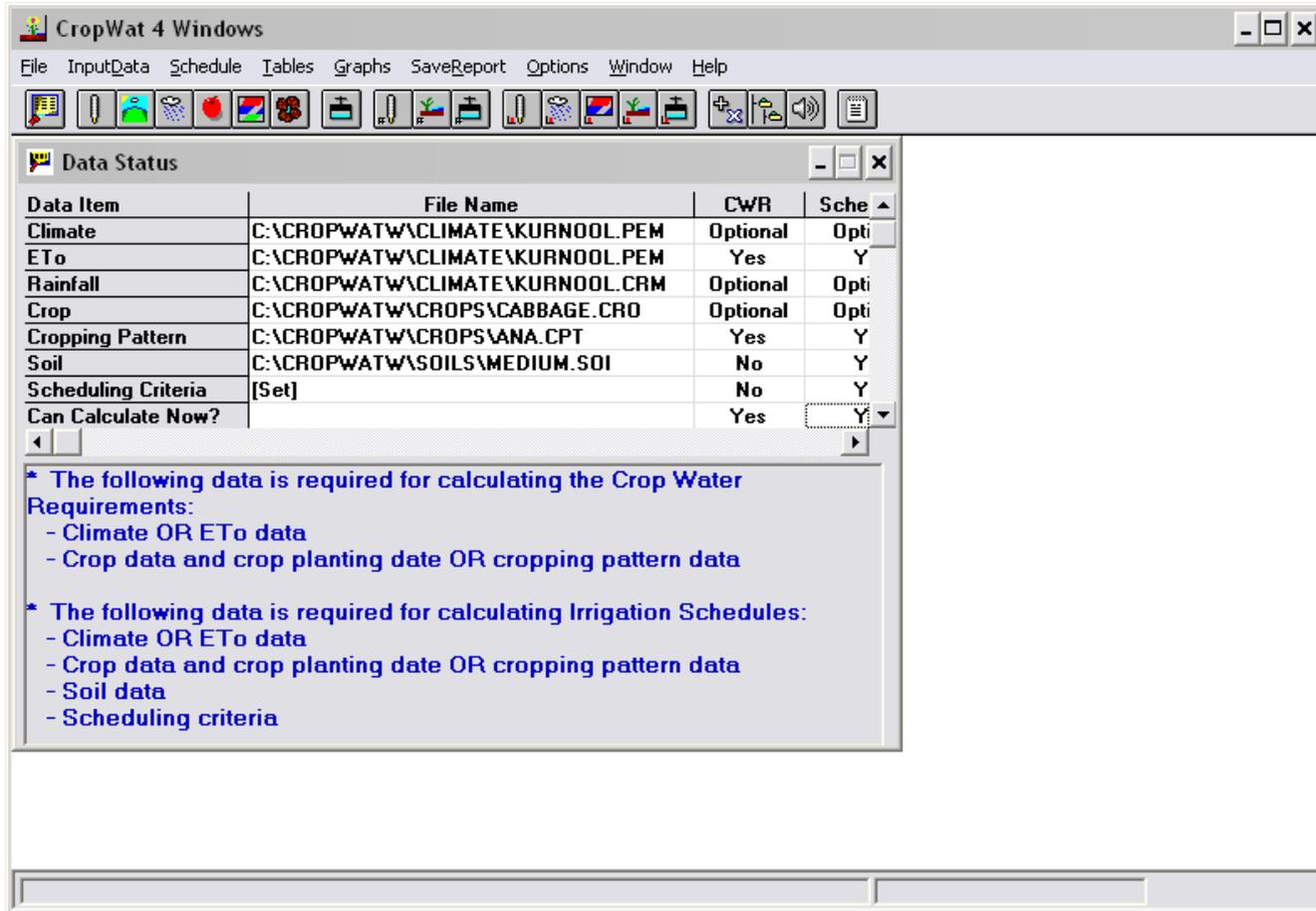
Définir et afficher les régions de culture sélectionnées. . .



Définir la méthode d'irrigation. . .



Saisie des données terminée. . .



The screenshot displays the CropWat 4 Windows application interface. The main window is titled "CropWat 4 Windows" and features a menu bar with options: File, InputData, Schedule, Tables, Graphs, SaveReport, Options, Window, and Help. Below the menu bar is a toolbar with various icons representing different data input and processing functions.

The "Data Status" window is open, showing a table with the following data:

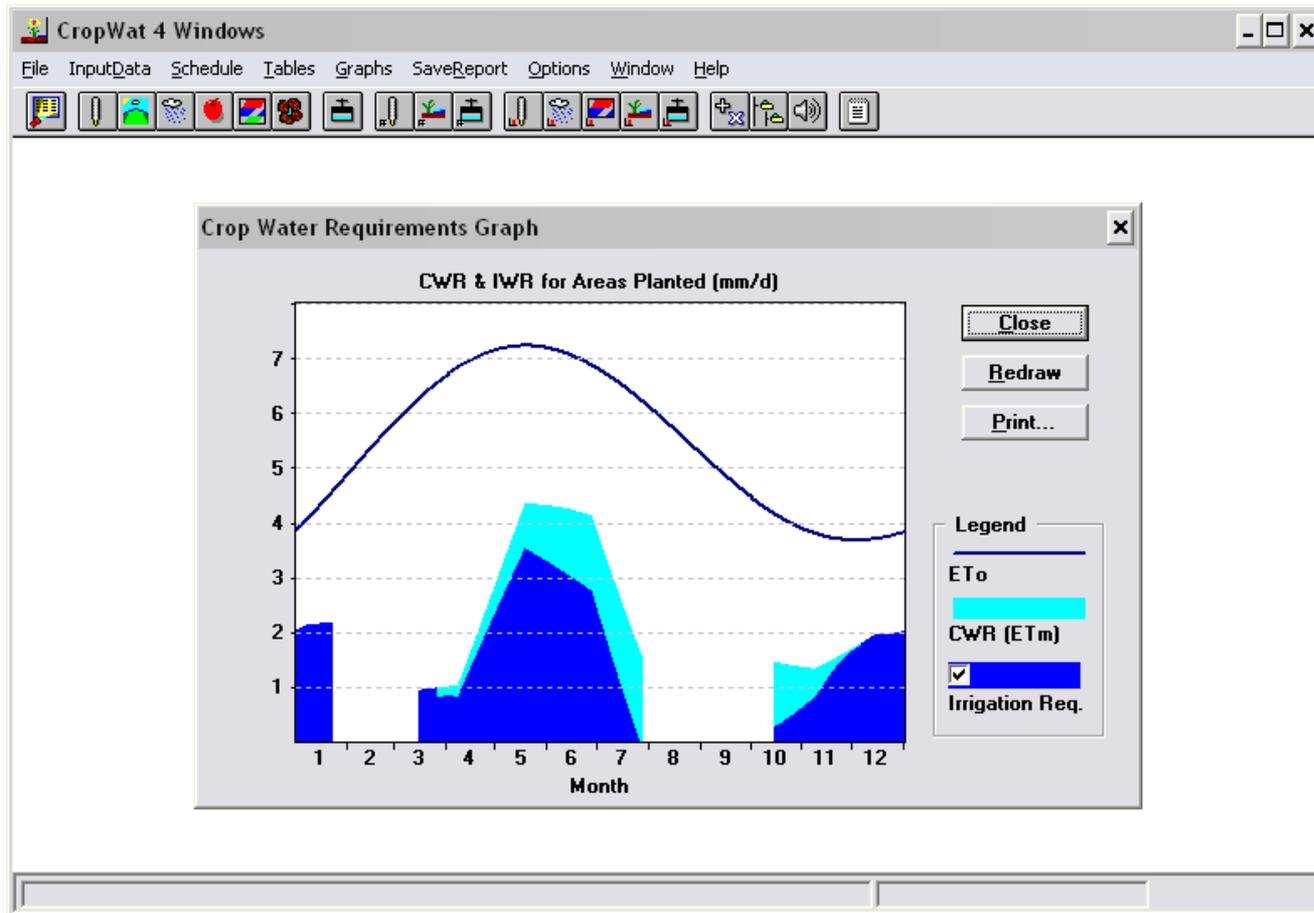
Data Item	File Name	CWR	Sche
Climate	C:\CROPWATW\CLIMATE\KURNOOL.PEM	Optional	Opti
ETo	C:\CROPWATW\CLIMATE\KURNOOL.PEM	Yes	Y
Rainfall	C:\CROPWATW\CLIMATE\KURNOOL.CRM	Optional	Opti
Crop	C:\CROPWATW\CROPS\CABBAGE.CRO	Optional	Opti
Cropping Pattern	C:\CROPWATW\CROPS\ANA.CPT	Yes	Y
Soil	C:\CROPWATW\SOILS\MEDIUM.SOI	No	Y
Scheduling Criteria	[Set]	No	Y
Can Calculate Now?		Yes	Y

Below the table, there are two sections of text providing requirements for calculations:

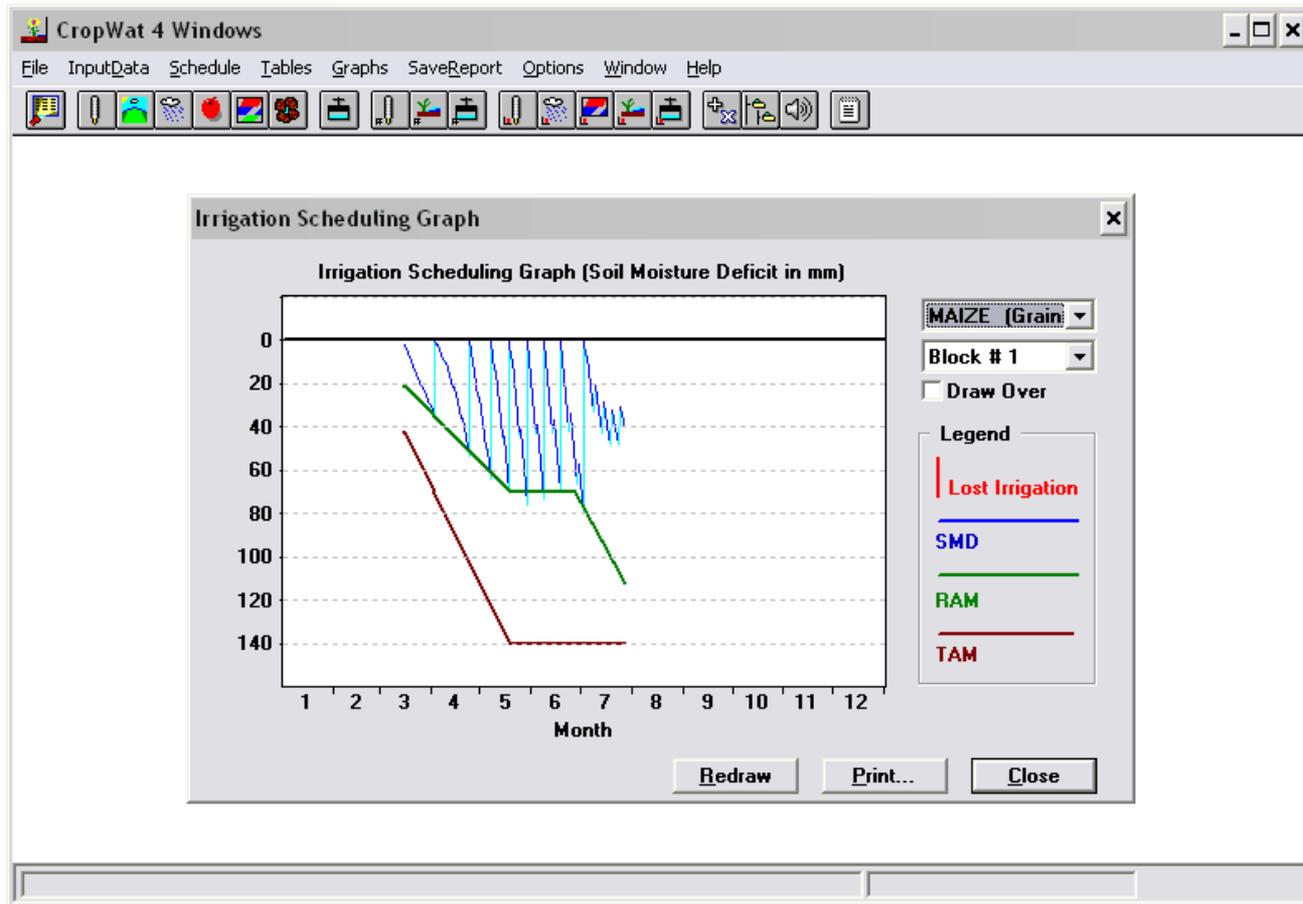
- * The following data is required for calculating the Crop Water Requirements:
 - Climate OR ETo data
 - Crop data and crop planting date OR cropping pattern data
- * The following data is required for calculating Irrigation Schedules:
 - Climate OR ETo data
 - Crop data and crop planting date OR cropping pattern data
 - Soil data
 - Scheduling criteria



Calculer la demande d'irrigation. . .



Calculer le calendrier d'irrigation. . .



Afficher les résultats. . .

CropWat 4 Windows

File InputData Schedule Tables Graphs SaveReport Options Window Help

Crop Water Requirements Table

MAIZE (Grain) Time Step (Days): 10 Update Report...

[All Blocks] Irrigation Efficiency (%): 70 Close

Date	ETo (mm/period)	Crop Area (%)	Crop Kc	CWR (ETm) (mm/period)	Total Rain (mm/period)	Effect. Rain (mm/period)	Irrig. Req. (mm/period)	FWS (l/s/ha)
15/3	64.05	50.00	0.15	9.61	0.00	0.00	9.61	0.16
25/3	66.51	50.00	0.15	9.98	1.58	1.55	8.42	0.14
4/4	68.58	50.00	0.17	11.45	2.18	2.18	9.27	0.15
14/4	70.21	50.00	0.27	18.84	3.42	3.36	15.48	0.26
24/4	71.39	50.00	0.38	27.18	5.12	4.90	22.28	0.37
4/5	72.09	50.00	0.49	35.55	7.05	6.57	28.98	0.48
14/5	72.32	50.00	0.59	42.58	9.07	8.24	34.34	0.57
24/5	72.07	50.00	0.60	43.24	11.09	9.83	33.41	0.55
3/6	71.37	50.00	0.60	42.82	13.06	11.30	31.52	0.52
13/6	70.24	50.00	0.60	42.14	14.95	12.66	29.49	0.49
23/6	68.71	50.00	0.58	40.03	16.75	13.88	26.15	0.43
3/7	66.82	50.00	0.48	31.93	18.42	14.99	16.93	0.28
13/7	64.63	50.00	0.36	23.34	19.93	15.98	7.37	0.12



Le climat affectera-t-il de manière significative l'agriculture nationale ? -
modèle d'intégration ;
intégration SIG



Intégration de l'agriculture et d'autres secteurs

- La discussion suivante, portant sur la manière d'intégrer les méthodes et outils V&A dans des évaluations exhaustives concernant la politique, a eu recours à ces exemples :
 - a) Agriculture - utilisation des terres et de l'eau (Égypte)
 - b) Agriculture - enjeux socio-économiques (Méditerranée)
 - c) Agriculture - eau (échelle mondiale)



Évaluation intégrée en Égypte

But :

Analyse des options dites "sans regrets" pour l'avenir

Vulnérabilité actuelle :

- Dépendance sur le Nil en tant que source primaire d'eau
- Base agricole traditionnelle importante
- Longue bande côtière déjà soumise à un développement intensifié et à l'érosion
- Problèmes dérivés de l'augmentation de la population
- Agriculture entièrement basée sur l'irrigation (eau du Nil, et dans une moindre mesure, eaux souterraines)
- Conditions des sols et détérioration de la qualité de l'eau

(Source : Strzepek et al., 1999)



Évaluation intégrée en Égypte

- Méthodes :

- a) Élaboration de scénario
- b) Évaluation de vulnérabilité dans le cadre de modèles agronomiques, économiques et d'allocation d'eau

- Résultats : Vulnérabilité future :

- a) Baisse significative du rendement des cultures et de l'efficacité d'utilisation de l'eau d'un point de vue agronomique, en parallèle avec le changement climatique
- b) Production végétale globale détériorée plus encore en raison d'une réduction des terres agricoles, elle-même imputable aux intrusions d'eau salée et à l'accroissement de la population.



Adaptation : limites de la technologie actuelle

2002	Egypt	Morocco	Spain	Tunisia
Area (1000ha)	100,145	44,655	50,599	16,361
Population (1000)	70,507	30,072	40,977	9,728
Population 2030 (1000)	109,111	42,505	39,951	12,351
Population in agriculture (% of total)	35	35	7	24
Population in rural areas (% of total)	57	43	22	33
Population in rural areas 2030 (% of total)	46	29	15	22
Agricultural Area (% of total)	3	69	58	55
Irrigation area (% of agricultural)	100	4	12	4
Wheat Yield (kg/ha) (World = 2,678)	6,150	1,716	2,836	3,853
Agricultural Imports (million \$)	3,688	1,740	12,953	1,022
Agricultural Exports (million\$)	774	811	16,452	391
Fertiliser Consumption (kg/ha)	392	12	74	12
Crop Drought Insurance	No	No	Yes	No
Agricultural Subsidies	Low	Low	High	Low
Agriculture, value added (% of GDP)	17	14	4	12
GDP Per capita (US\$) UN derived from purchasing power parity (PPP)	4,000	3,900	21,200	6,800

(Source : Données : FAOSTAT)



Adaptation

- Adaptation au sein de l'exploitation agricole : L'utilisation d'autres variétés existantes et l'optimisation du calendrier des semis peuvent améliorer les niveaux de rendement ou l'utilisation de l'eau (aucun coût). En Égypte, cette option est très limitée.
- Des changements essentiels en matière de gestion des ressources (cultures, eau et terres) engendreraient non seulement une adaptation aux changements climatiques mais aussi une amélioration générale des systèmes agricoles (options dites « sans regrets »).
- Conseils explicites aux agriculteurs concernant le choix optimal des cultures, d'irrigation et la de l'utilisation d'engrais. Devrait instituer des mesures vigoureuses pour éviter l'utilisation excessive d'eau.

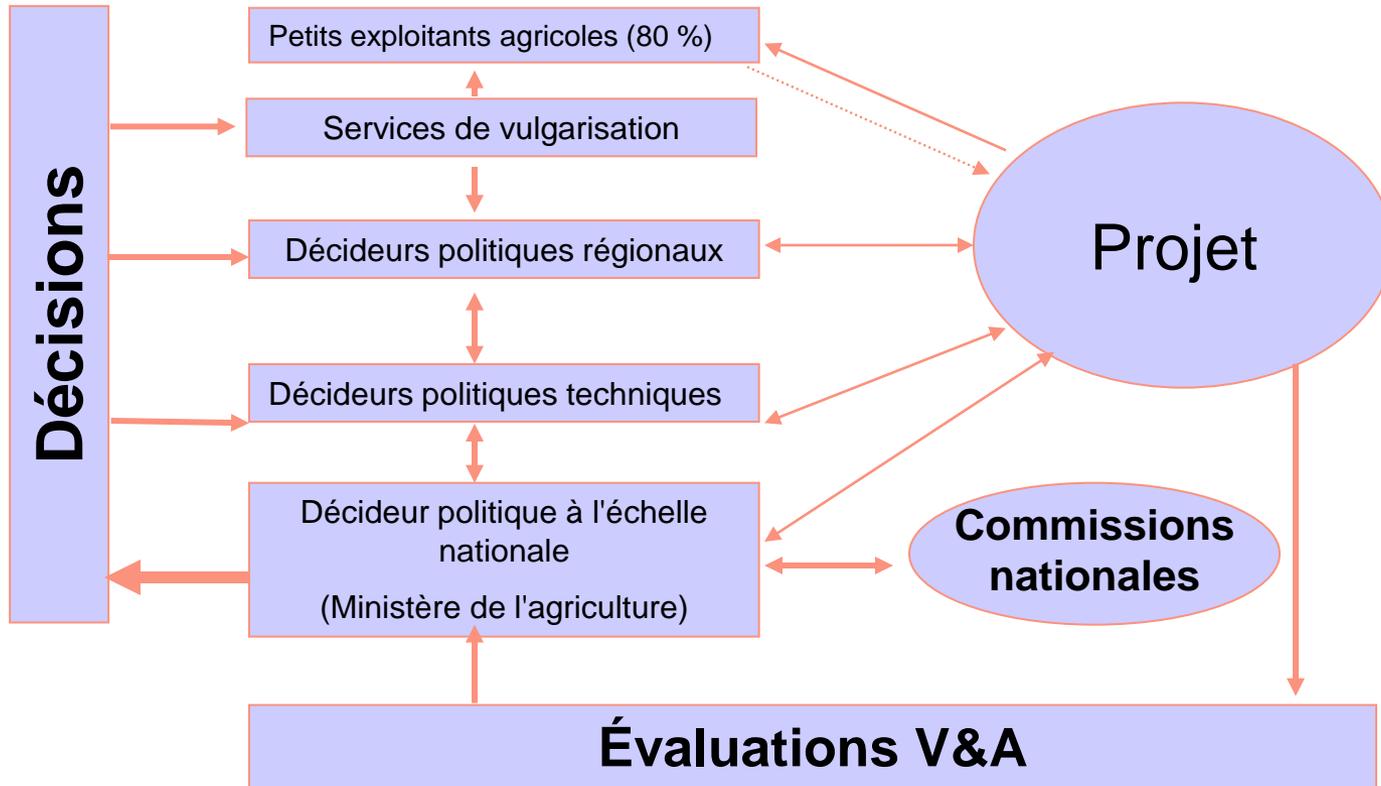


Enjeux socio-économiques

- Politique, parties prenantes
- Technologie.

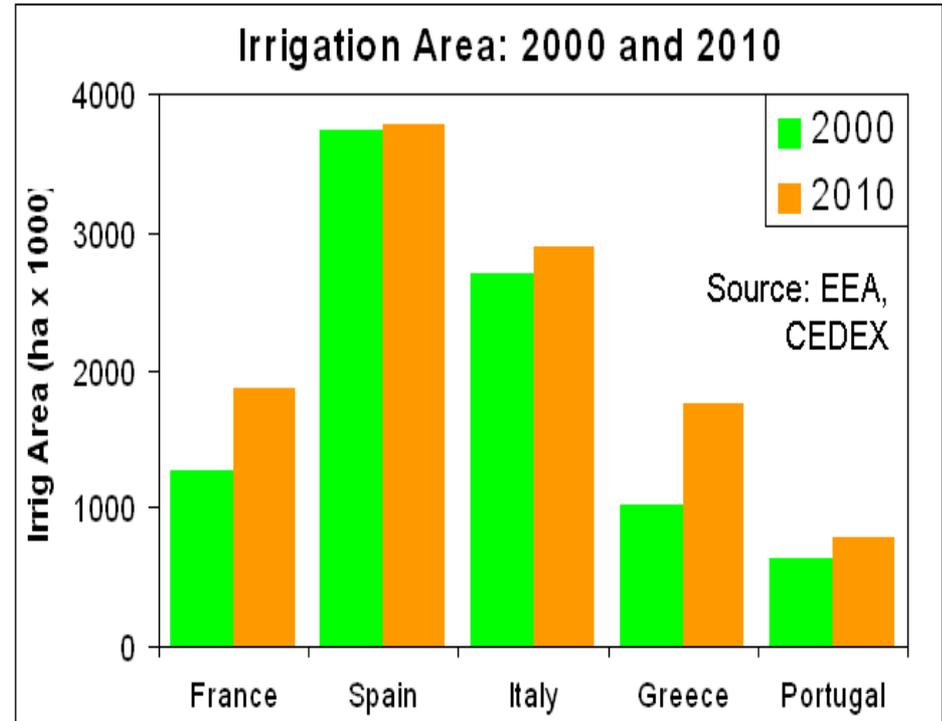


Compréhension des réseaux des parties prenantes et du processus de décision



Décisions politiques

▪ L'adaptation est, en partie, un processus politique. Les informations et les options reflètent les différentes visions quant à l'avenir à long terme des ressources, des économies et des sociétés.



(Source : Downing, 2001)

Stratégie nationale sur la gestion de l'eau : Tunisie

Demande d'eau actuelle et projetée (%)

	1996	2030
Eau potable	11,5	17,7
Irrigation	83,7	73,5
Tourisme	0,7	1,5
Industrielle	4,1	7,3



- Gestion de ressources :
 - Mobilisation, stockage (plus de 1 000 retenues collinaires en l'espace de 10 ans) et transfert des ressources
 - Utilisation de ressources non-conventionnelles : eau saline et eaux usées pour l'irrigation (95 400 et 7 600 ha)
 - Désalinisation
- Gestion de la demande :
 - Économies d'eau pour l'irrigation (jusqu'à 60 % des subventions gouvernementales), industrie et autres usages.

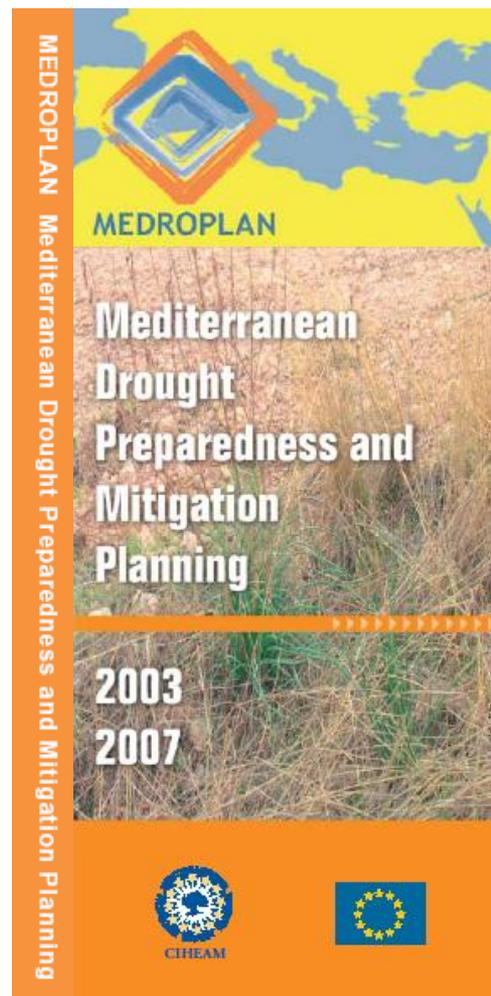
Libéralisation des cultures : Égypte

- La récente politique égyptienne de libéralisation des cultures donne aux agriculteurs la possibilité de s'adapter à des cultures plus appropriées dans chaque région ;

- A la suite de cette politique, les zones cultivées en coton ont connu une forte baisse ces dernières années, tandis que la zone céréalière a augmenté.



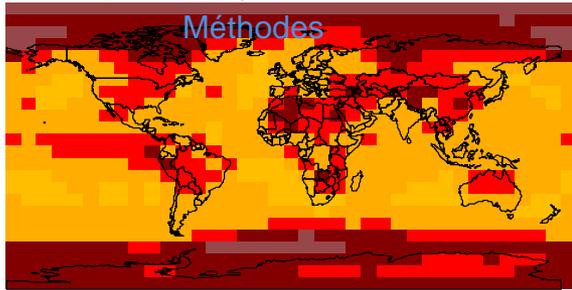
Gestion de la sécheresse en Méditerranée



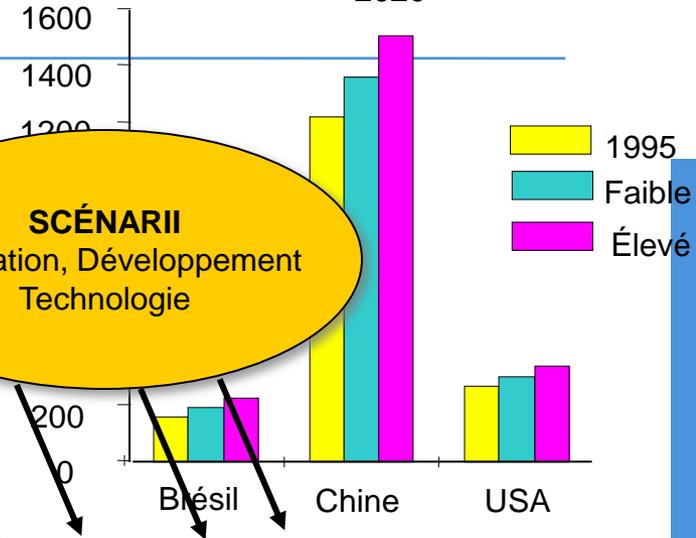
- La gestion des catastrophes peut constituer une option d'adaptation efficace
- La réduction de la vulnérabilité à la sécheresse représente une option d'adaptation « gagnant-gagnant ».

- **L'EAU** est une condition fondamentale pour l'agriculture. Il est certain que ce besoin en eau ira croissant, et il en ira de même pour la population et les niveaux de vie, surtout compte tenu de la perspective du réchauffement climatique imposé par l'accentuation de l'effet de serre.

GISS Temperature Change 2050



Population (millions) 2020



SCÉNARII
variabilité
des MCG

CLIMAT
Précip.,
Temp.
Rad. Solaires

WATBAL
Streamflow
PET

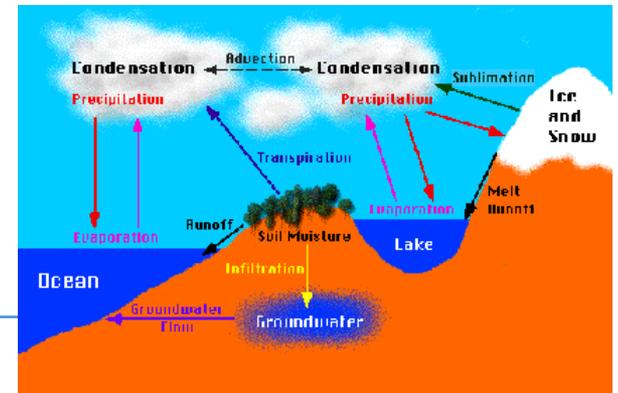
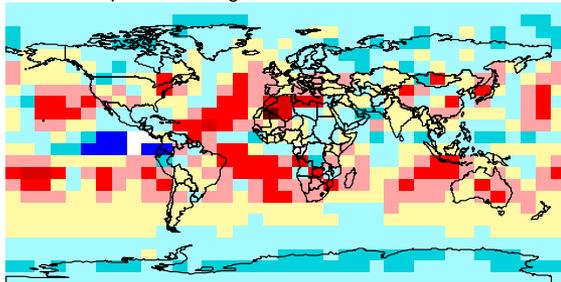
CERES
Demande d'eau
pour cultures

CROPWAT
Irrigation
régionale

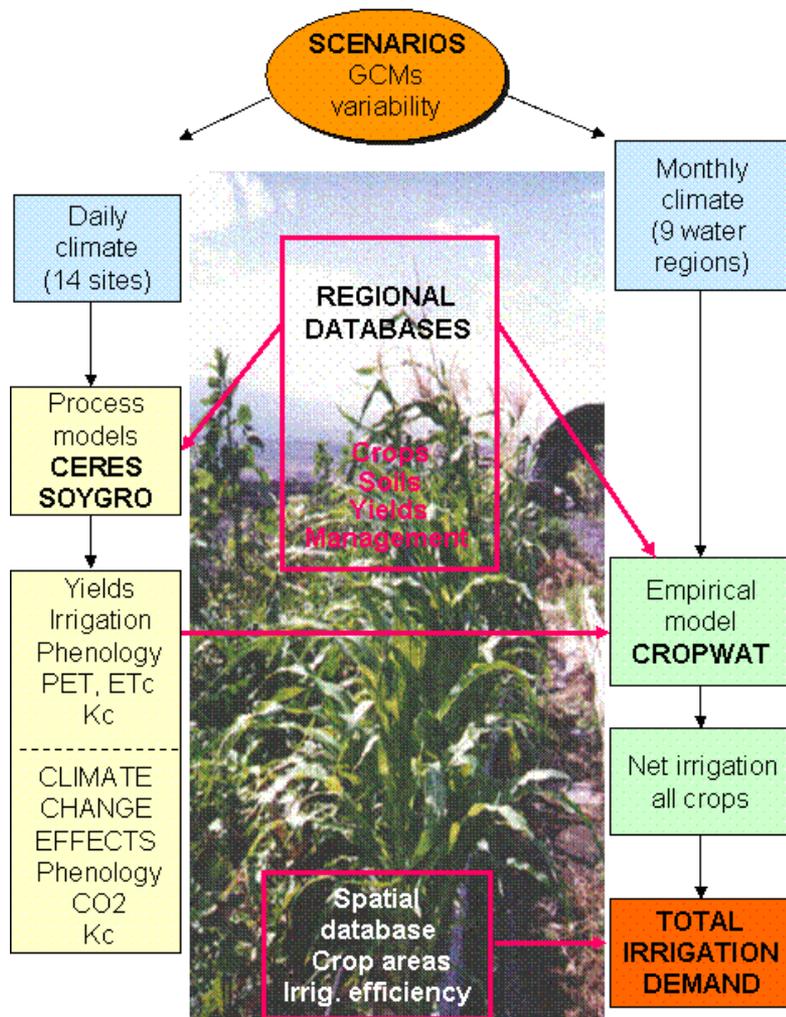
SCÉNARII
Population, Développement
Technologie

WEAP
Évaluation
Planification

GISS Precipitation Change 2050

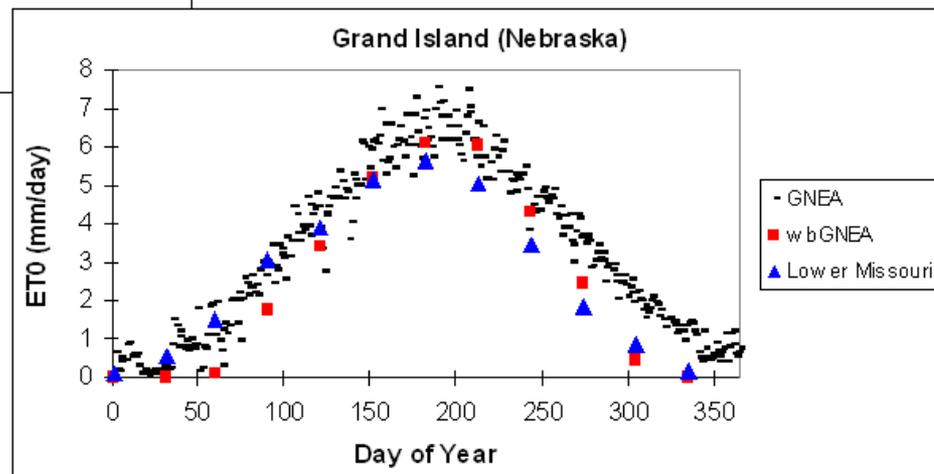
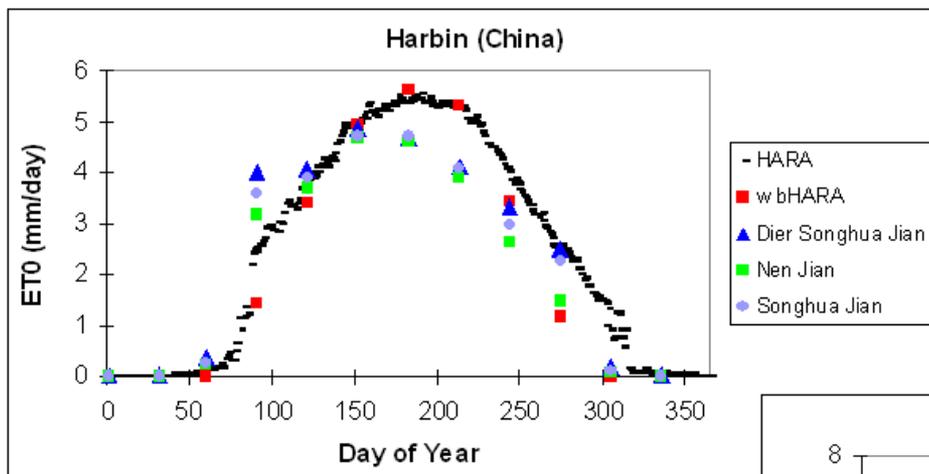


Méthodes



Les rendements des cultures, la demande en eau et l'azote lessivé sont estimés selon des modèles de culture basés sur des processus (calibrés et validés). Les rapports (K_c) entre les cultures simulées et réelles (ET) sont utilisés pour estimer la demande en eau régionale en utilisant CROPWAT, et sont ensuite ajustés à l'aide d'une efficacité d'irrigation régionale.

Travailler avec différents modèles : cohérence, échelles, calibration



Projections en utilisant les suites de modèles

- Modification de l'écoulement, des besoins en eau et de la fiabilité du système hydraulique
 - Variation réelle du rendement des cultures basée sur des projections cohérentes relatives à l'évolution de l'approvisionnement et de la demande en eau
 - Changement du stress environnemental attribuable à l'utilisation humaine des ressources d'eau
 - Modification de la qualité de l'eau.
-

