



المعهد الوطني للبحث الزراعي  
المعهد الوطني للبحث الزراعي  
Institut National de la Recherche Agronomique



Institut Royal des Etudes Stratégiques  
Royal Institute for Strategic Studies

# Quelles réponses aux défis liés à la réduction de l'empreinte écologique?

Dr. Rachid MRABET

Directeur de Recherche/ Chef de la  
Division Scientifique

INRA

**RENCONTRE INTERNATIONALE**

**« QUELLES POLITIQUES D'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET DE PRESERVATION  
DE L'EMPREINTE ECOLOGIQUE DE LA PLANETE ? »**

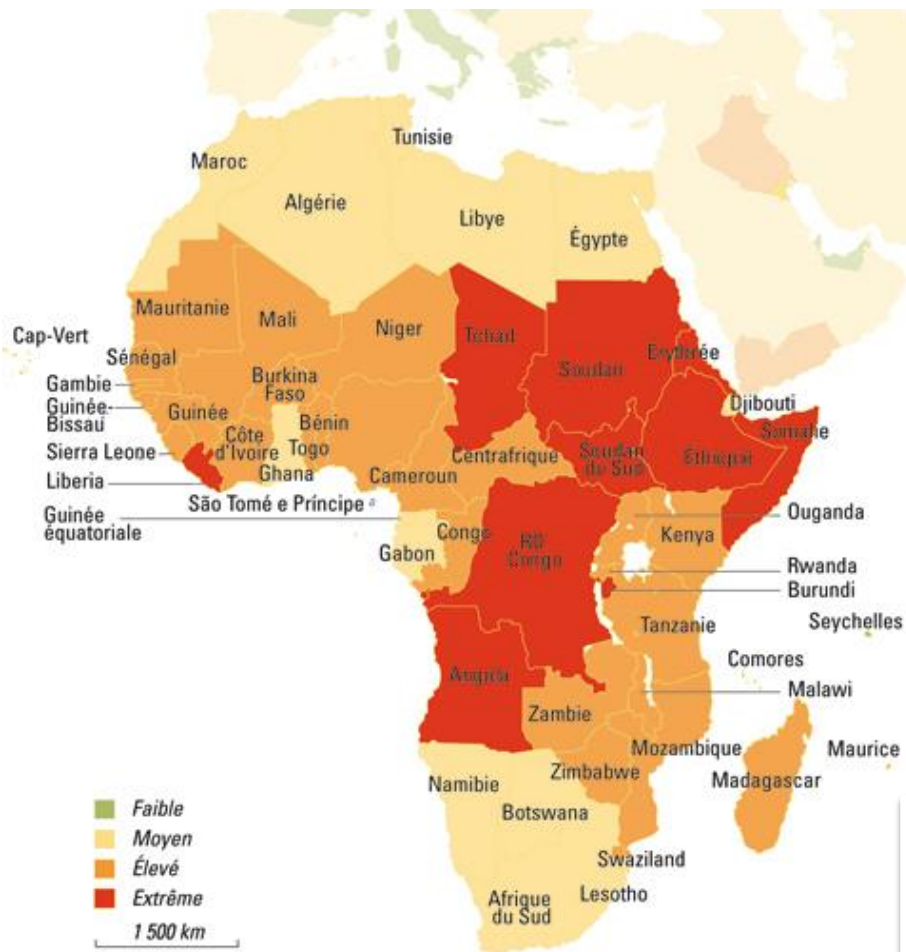
**2 MAI 2016, SIEGE DE L'IRES**



المعهد الوطني للبحث الزراعي  
المعهد الوطني للبحث الزراعي  
Institut National de la Recherche Agronomique

# Initiatives de l'INRA pour la lutte contre le changement climatique et la réduction de l'empreinte écologique

# Insécurité alimentaire



Aucune région en Afrique ne peut parvenir à la sécurité alimentaire sans avoir recours aux importations alimentaires ou à l'aide alimentaire étrangère.

« La sécurité alimentaire est obtenue lorsque tous les membres d'une société disposent, de façon constante, des conditions physique et économique permettant d'avoir accès à une nourriture suffisante saine et nutritive correspondant à leurs besoins et à leurs préférences alimentaire et leur permettant de mener une vie active et saine » FAO.

# Agriculture est SURTOUT pluviale

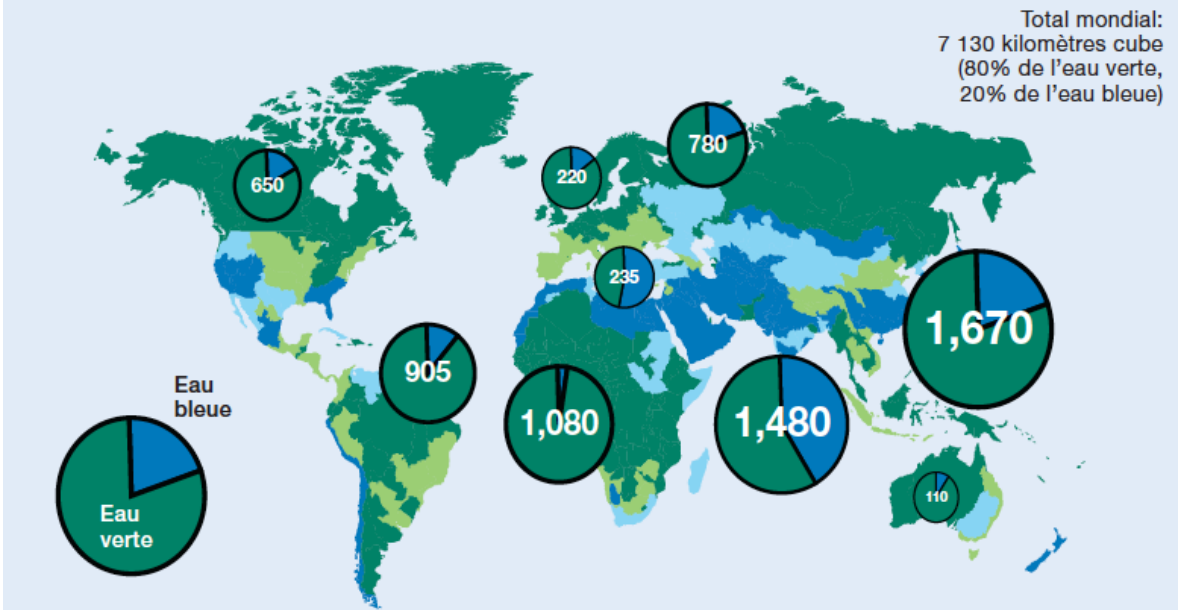
Eau Verte = Eau pluviale

Eau Bleue = Eau d'irrigation

Eau Grise = Eaux Usées

Eau Virtuelle = Eau échangeable

■ Plus de la moitié de la production provient des zones pluviales; ■ Plus de la moitié de la production provient des zones irriguées;  
■ Plus de 75% de la production provient des zones pluviales; ■ Plus de 75% de la production provient des zones irriguées;

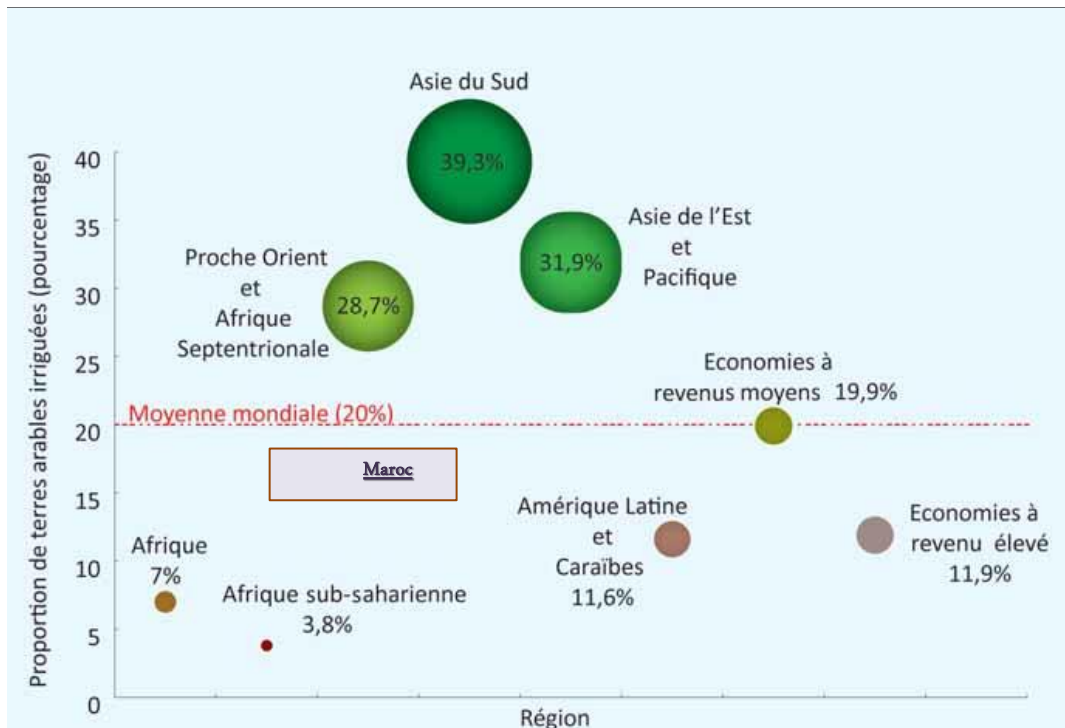


Note: La production se réfère à la valeur de production brute. Le graphique en camembert indique l'évapotranspiration totale de l'eau des cultures en kilomètre cube par région.

Source: Analyse de L'Institut International de Gestion des Ressources en Eau faite pour l'Evaluation globale de la gestion de l'eau en agriculture en utilisant le modèle Watersim; chapitre 2.

- L'agriculture—essentiellement pluviale—est la principale source de revenus pour 90 pour cent de la population rurale.
- En ce qui concerne la stimulation de la croissance économique, comparée aux autres secteurs, l'agriculture est quatre fois plus efficace pour augmenter les revenus des personnes pauvres.
- Investir dans l'eau pour l'agriculture a des multiplicateurs potentiels encore plus élevés

# Comment le Maroc peut-il extraire plus de nourriture de chaque goutte d'eau?



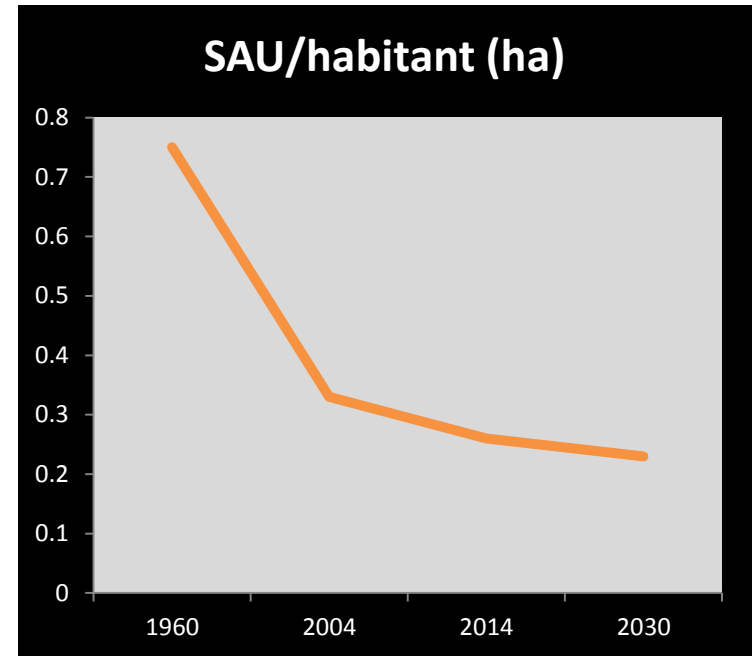
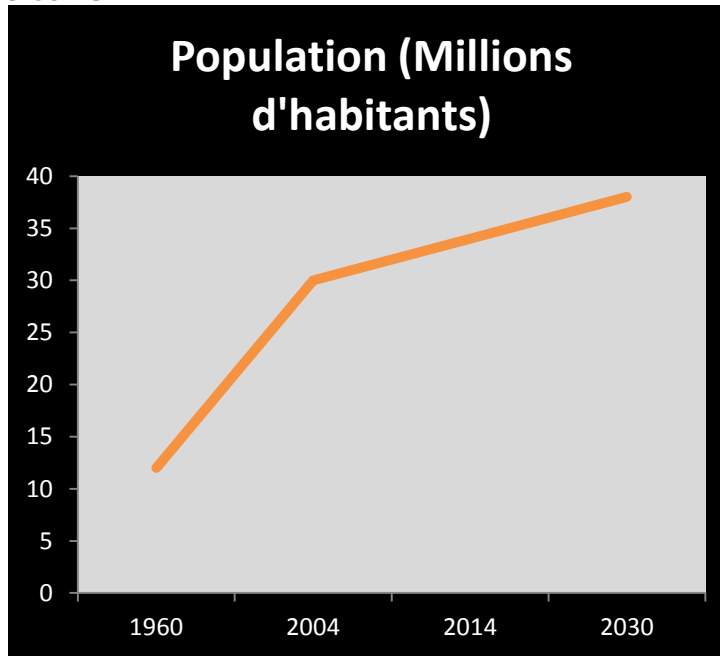
Proportion de terres arables irriguées—régionales et mondiales

La capacité d'irrigation est à développer en augmentant l'efficacité d'utilisation de l'eau :

Il existe un espace d'amélioration en investissement dans l'infrastructure hydrique pour l'irrigation, à travers le pays.

# Les sols agricoles: ressource limitée non renouvelable

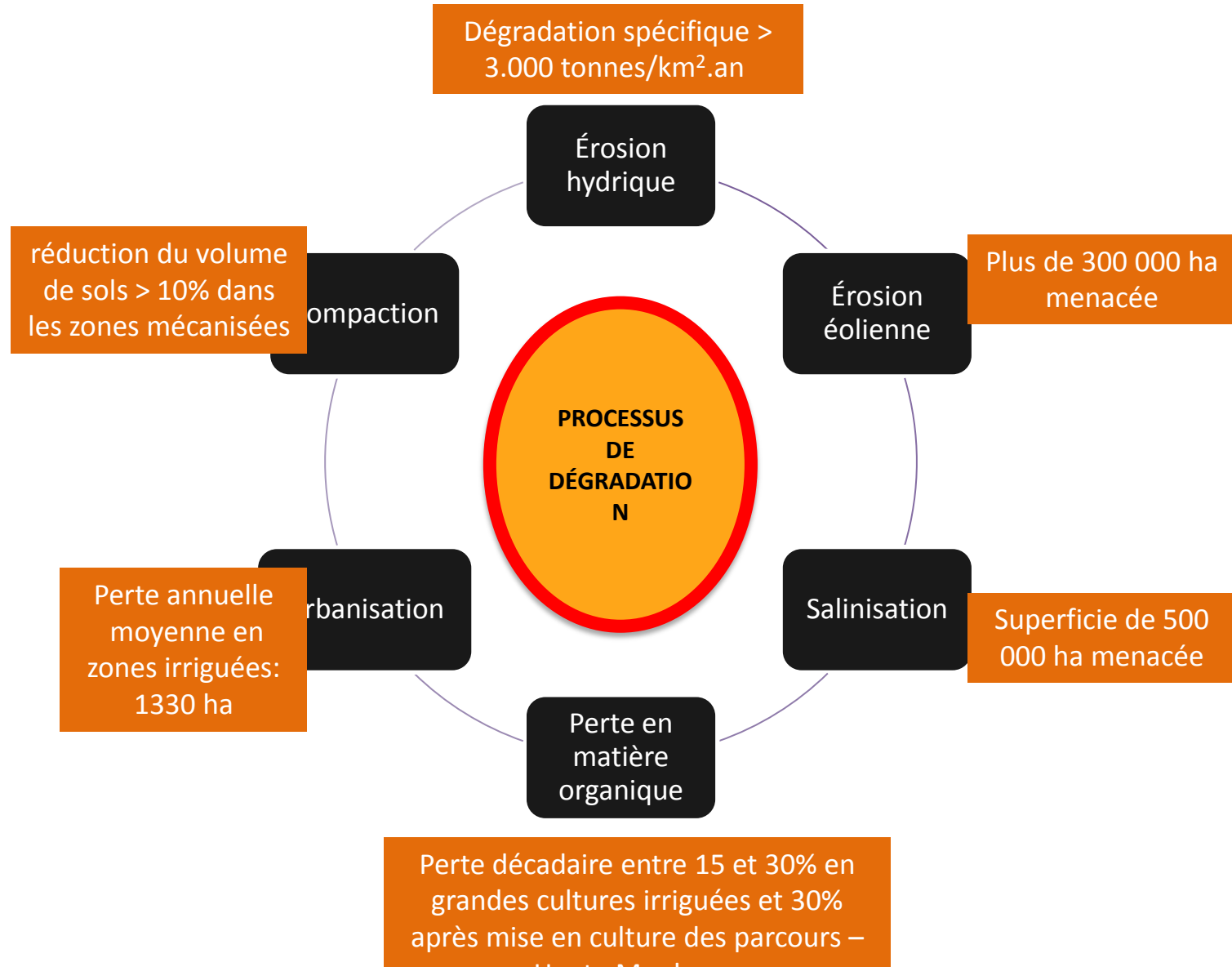
- Sols agricoles: 9 M ha: 12% de la superficie totale,  
Sols irrigués : 1.5 M ha: 17% de la SAU ou 2% de la surface totale



## Effet Ciseau

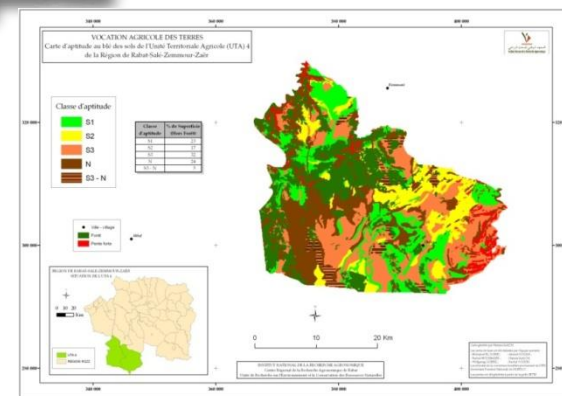
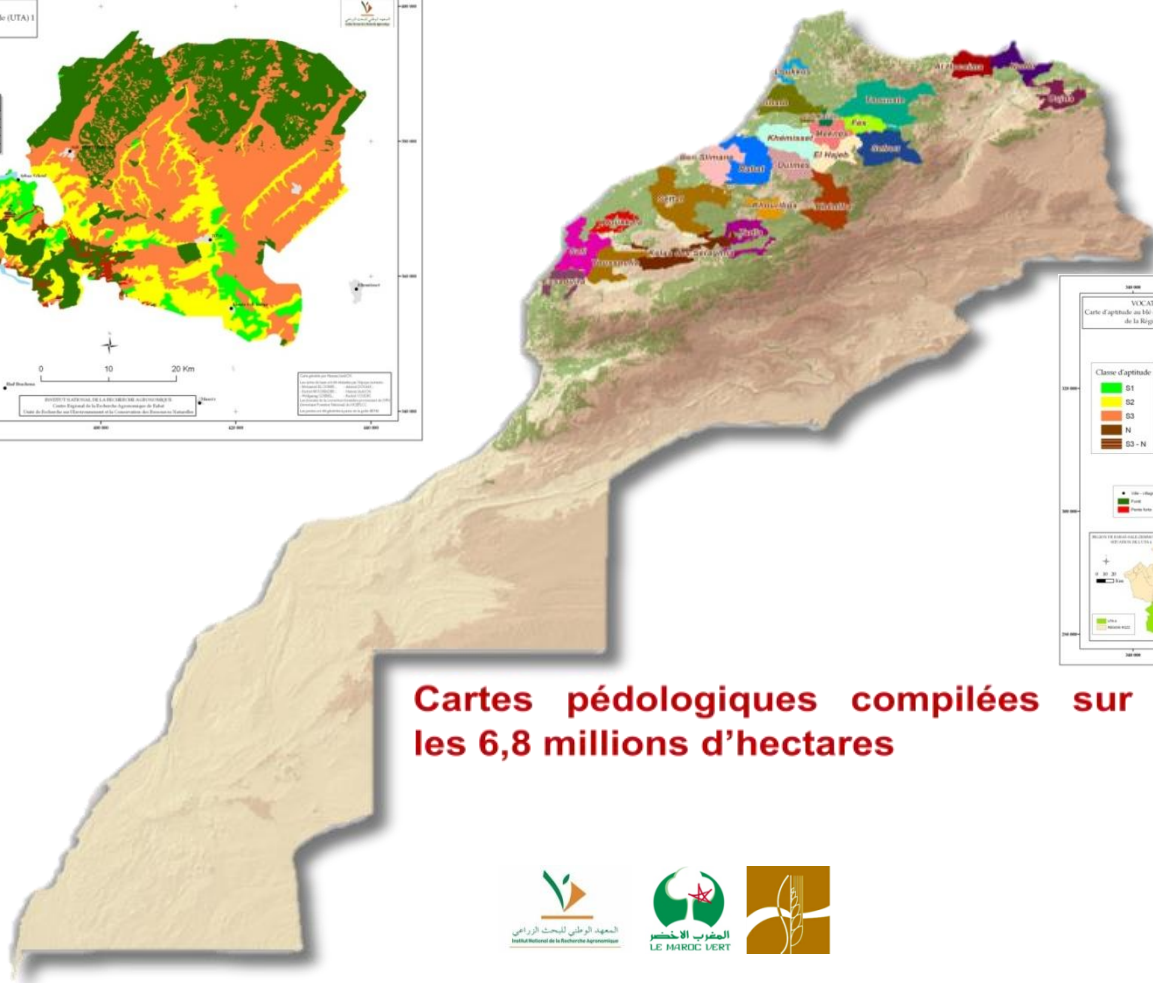
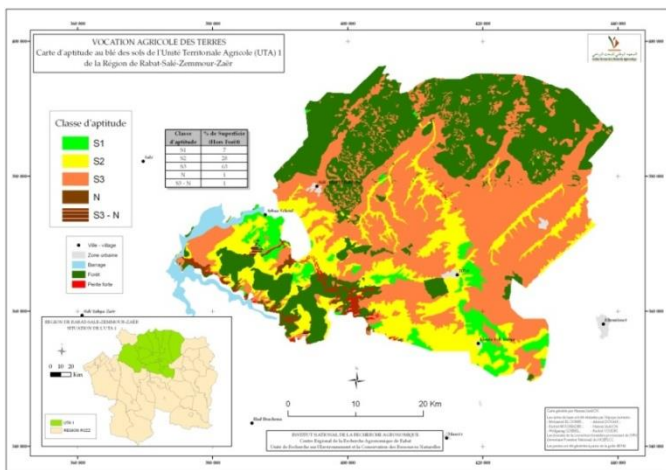
Besoins alimentaires croissants vs capacité nourricière des sols décroissante

# Processus de dégradation des sols agricoles



# ENVIRONNEMENT ET RESSOURCES NATURELLES

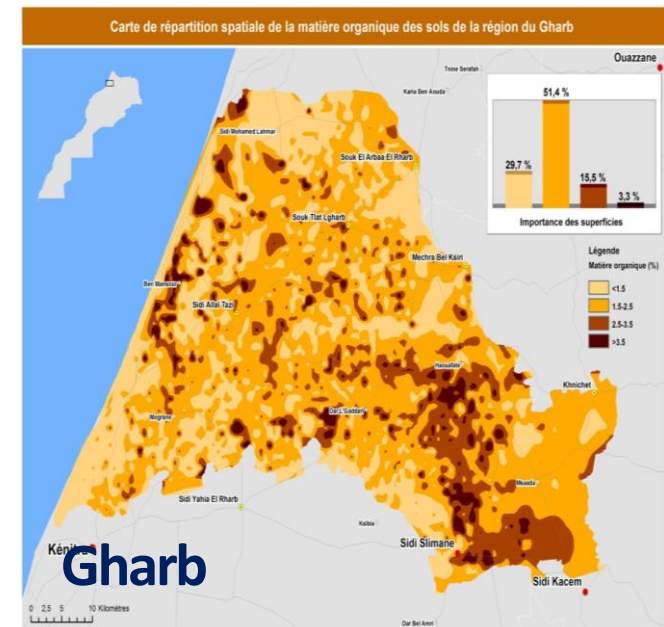
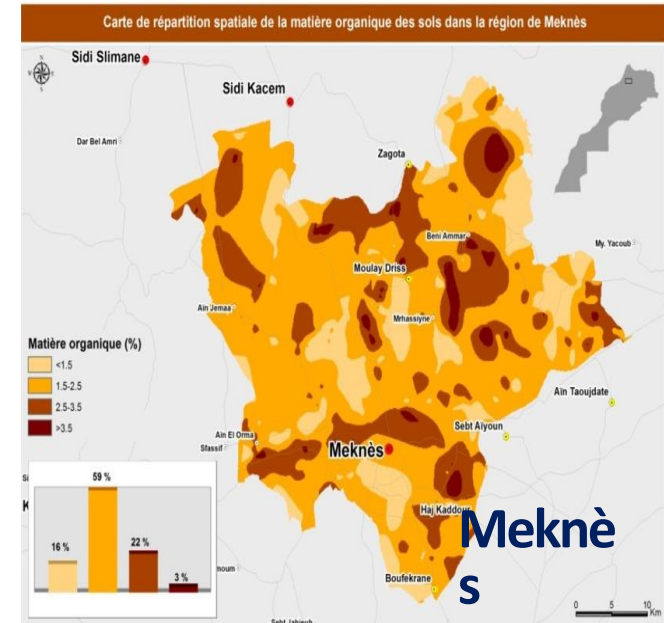
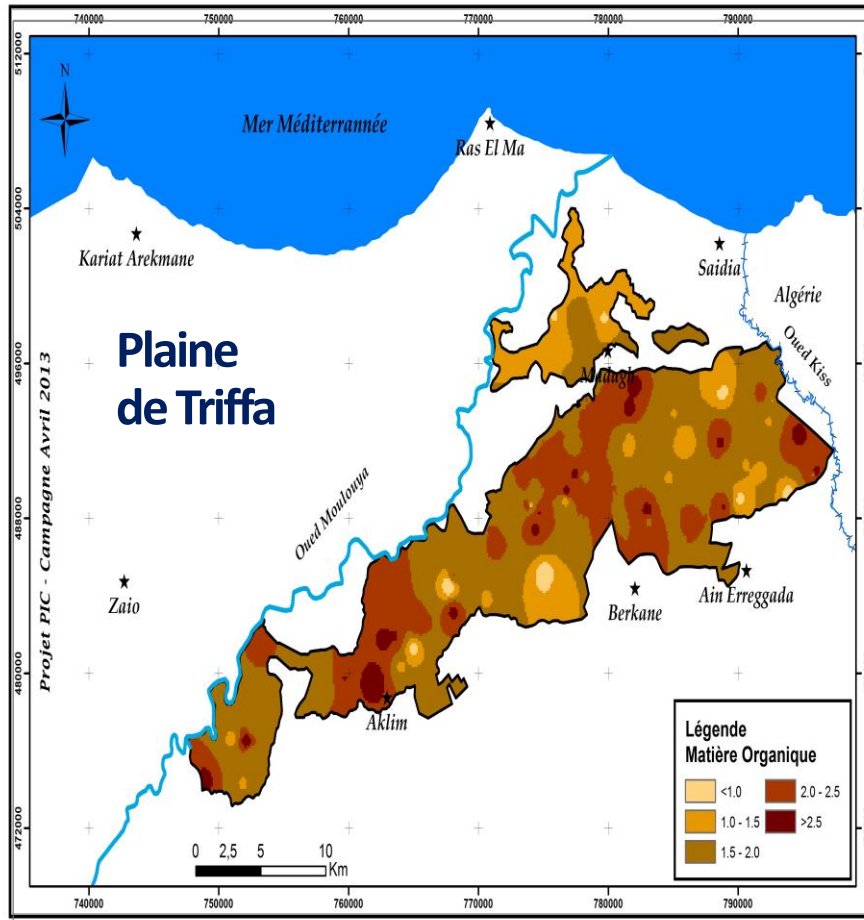
## Cartes de vocation agricoles des terres au Maroc



Cartes pédologiques compilées sur les 6,8 millions d'hectares



# Teneurs et répartition spatiale de la MO dans quelques régions du Maroc



**Des niveaux de matière organique faibles (~2%)**  
**Une variabilité importante**

# ENVIRONNEMENT ET RESSOURCES NATURELLES

## La Carte de fertilité des sols cultivés au Maroc

### Réalisations

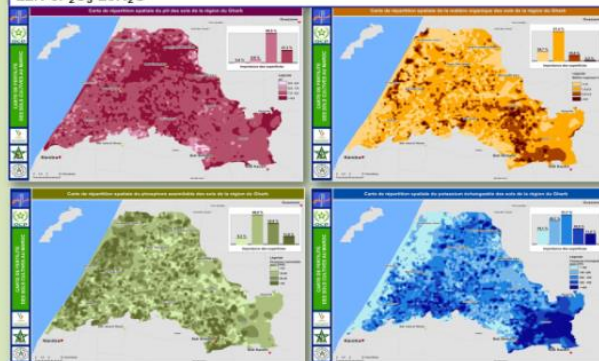
(MAPM-OCP-Consortium INRA-IAV-ENA)

**Objectif: 8.7 million hectares**



Fertilité des sols et formules fertilisantes disponibles pour 24 régions, couvrant 5,5 millions d'hectares, à travers 25.500 échantillons de sol (Ex.: Région du Gharb)

Partie Sud-Est : DAP 18N-46P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-0K<sub>2</sub>O ; Zones de plaines : DAP 18N-46P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-0K<sub>2</sub>O sur grandes cultures et 17N-16P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-12K<sub>2</sub>O sur maraichage ; Zone côtière : 22N-6P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-20K<sub>2</sub>O



Système expert pour le conseil en fertilisation opérationnel [www.fertimap.ma](http://www.fertimap.ma) disponible pour le grand public



Réalisation de 10 sessions de formation

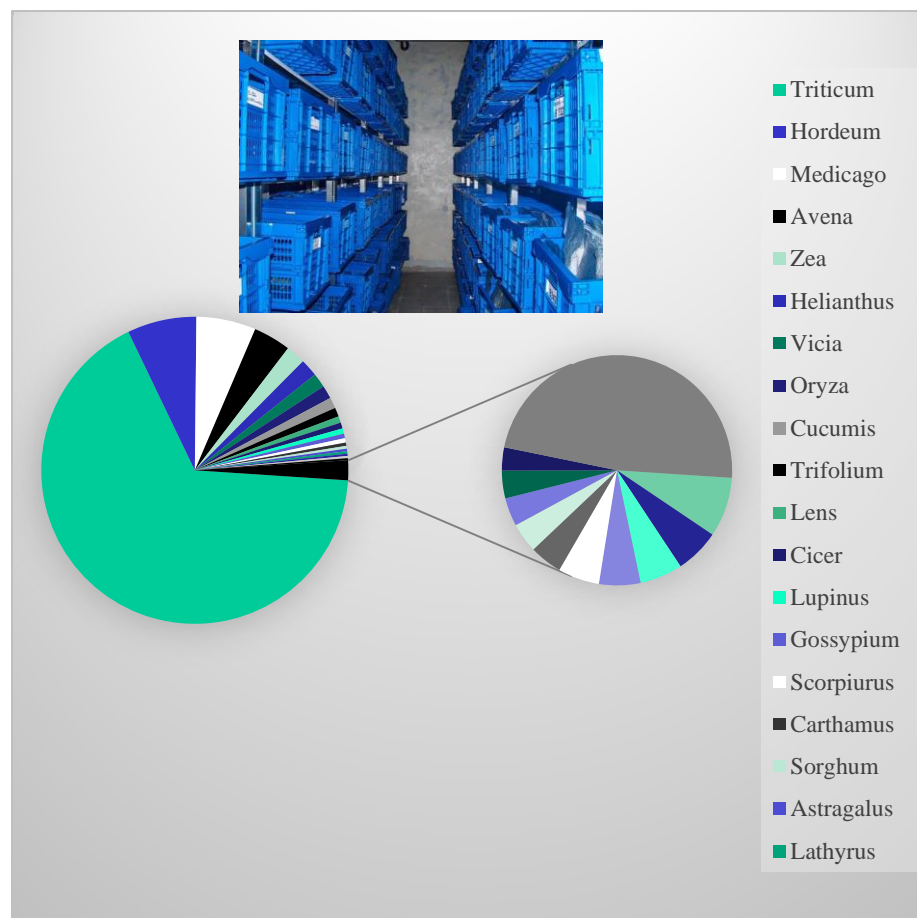


# Technologies d'adaptation au changement climatique

# AMELIORATION ET CONSERVATION DES RESSOURCES PHYTOGENETIQUES

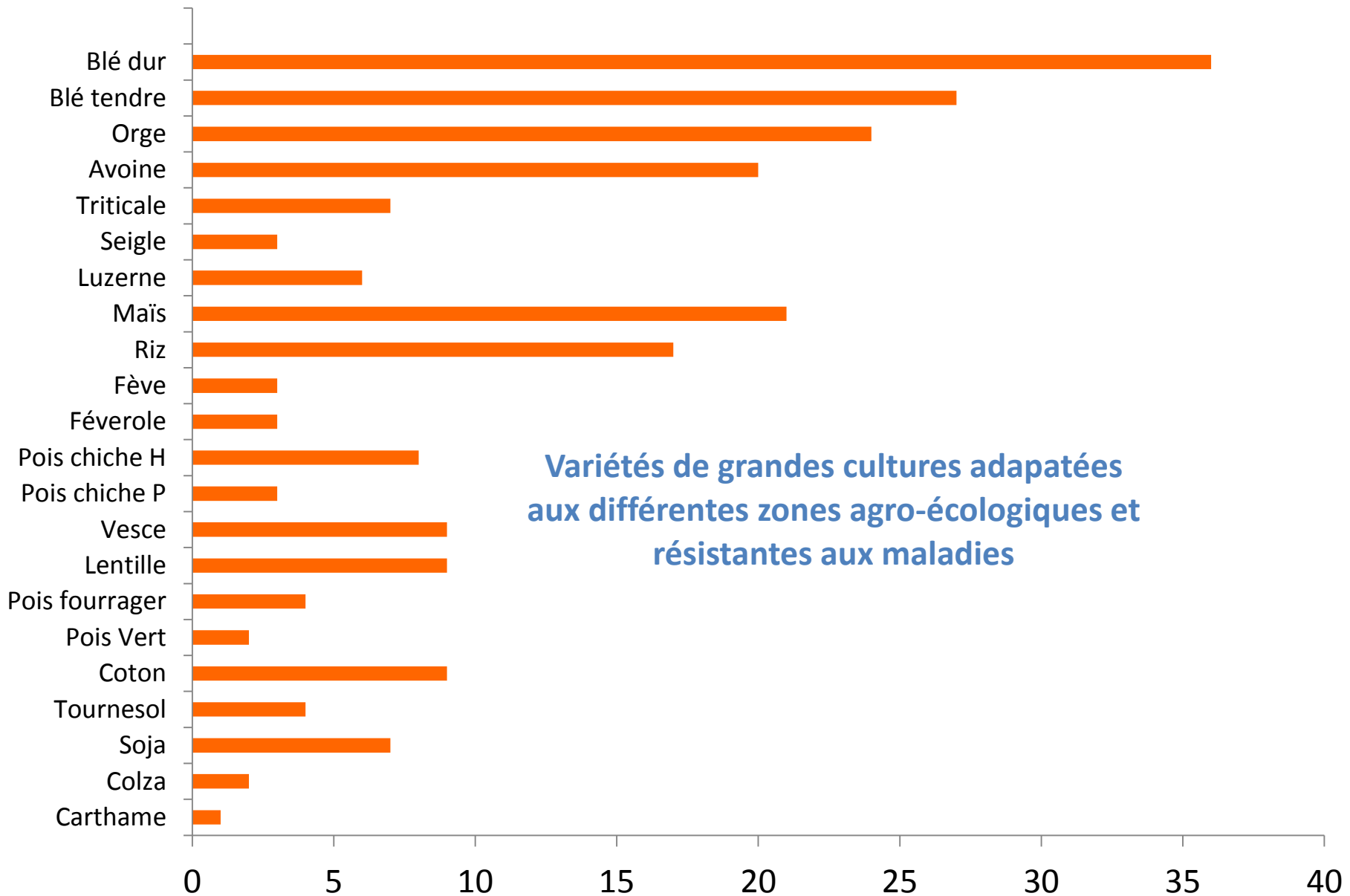
## Banque de gènes

- ❑ Mise en conservation de plus de **54 000** accessions : **461** espèces représentant **127** genres pour faire face à l'incidence de l'évolution du climat
- ❑ **6** genres constituent plus de **86%** des accessions: *Triticum* (**66%**), *Hordeum* (**7.5%**), *Medicago* (**6.4%**), *Avena* (**4%**), *Helianthus*, et *Zea* (**2%**).
- ❑ Introduction de nouvelles accessions de **20** Pays:
  - **399** accessions de pois chiche,
  - **400** accessions de lentilles
- ❑ Introduction de **100** accessions d'orge sauvage (*Hordeum spontaneum*), une collection de **196** accessions d'orge, et **523** accessions de blé tendre du CIMMYT.

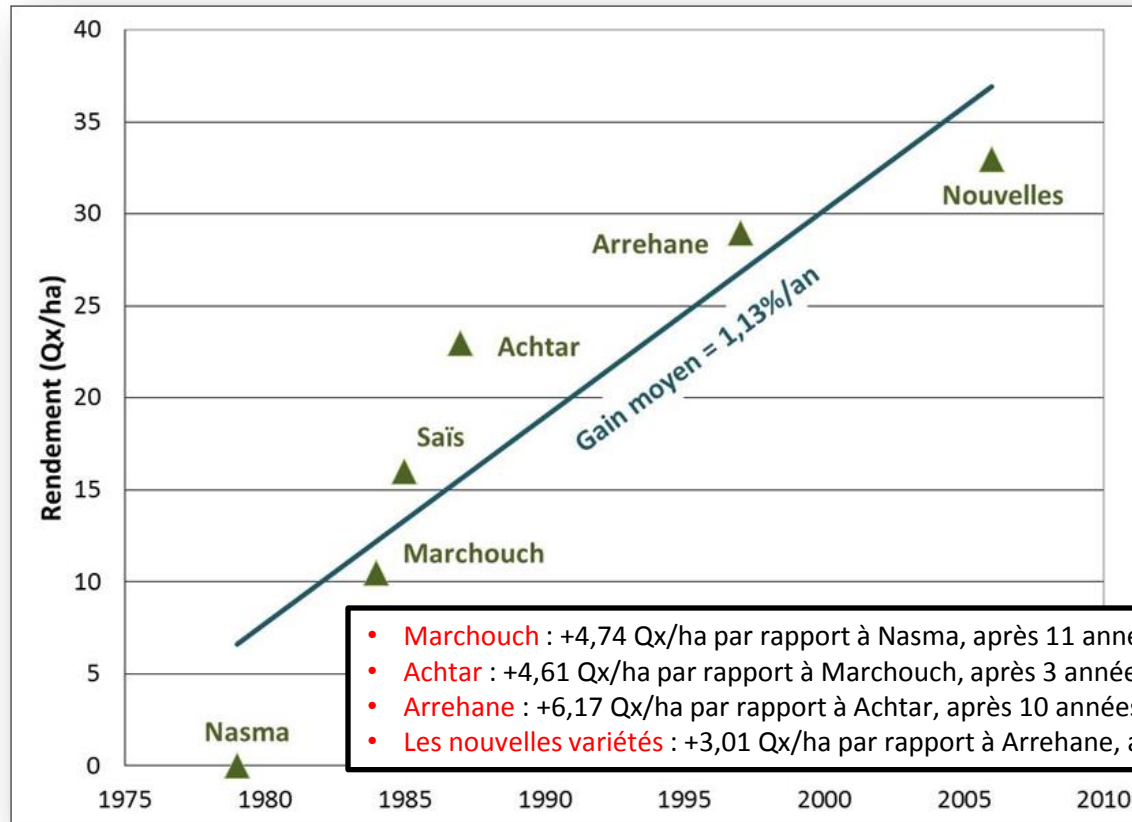


Conservation de la biodiversité : protection du patrimoine phylogénétique national et sa valorisation

# CREATION VARIETATE

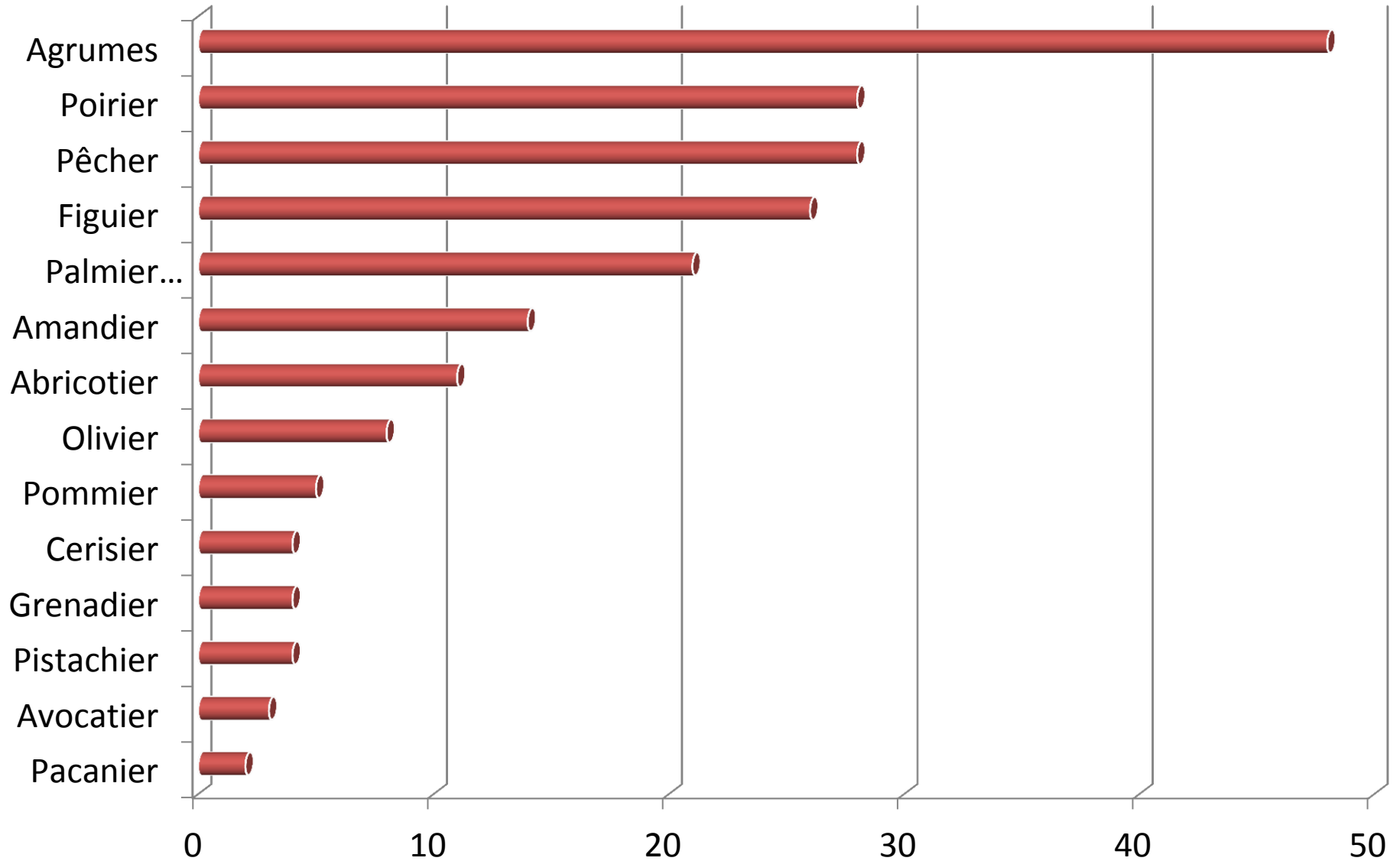


## Programme de création variétale à l'INRA: blé tendre



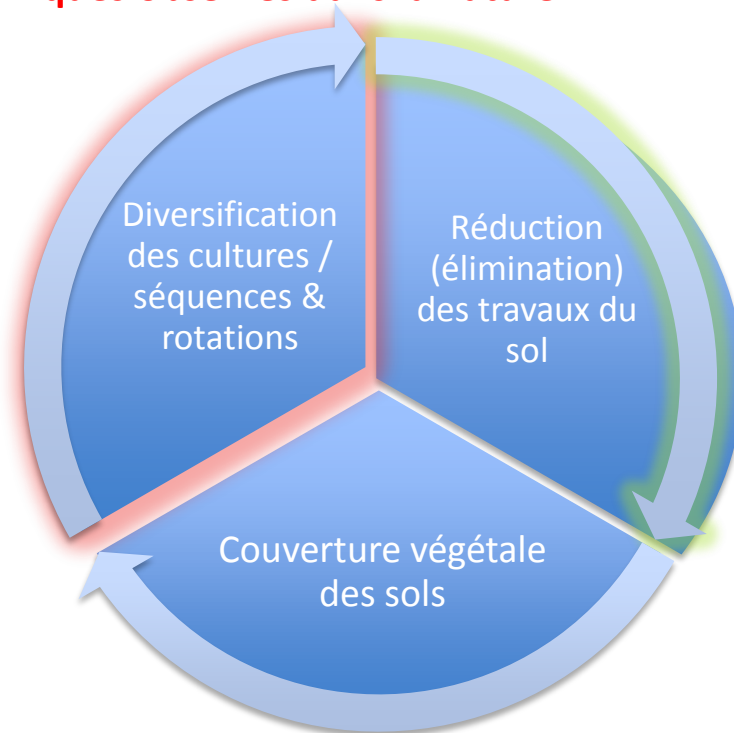
# CREATION VARIETATE

## Arbres fruitiers



# Principes Fondamentaux de l'Agriculture de Conservation

AC est fondée sur les mécanismes écologiques à l'œuvre dans les cycles biologiques et écosystémiques observés dans la nature



La reconnaissance de l'Agriculture de Conservation des Sols comme un système agricole à part entière et clairement défini.



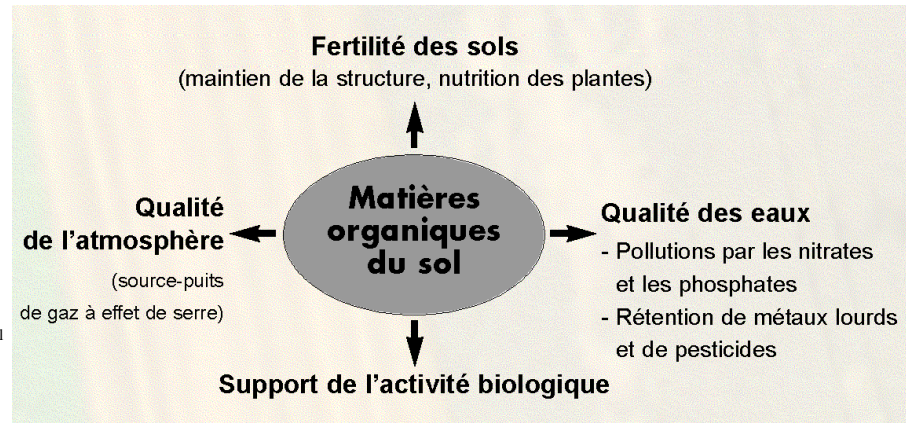
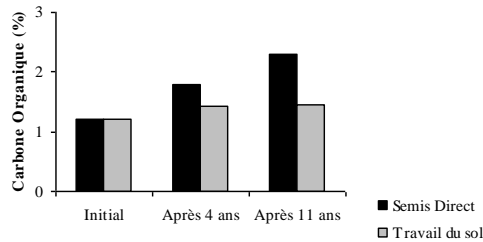
# Le semis direct: Une technologie agricole pour s'adapter au changement climatique

- ❑ Le semis direct a été expérimenté avec succès chez les agriculteurs depuis le début des années 1980, donnant des rendements supérieurs en années de sécheresse. Il a connu récemment un essor important dans le cadre des projets PICCPMV et ACCAGRIMAG.
- ❑ Partenaires : INRA, FEM, FFEM, ADA, AFD.

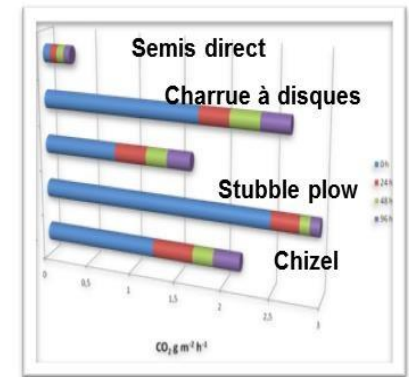


# Semis Direct permet d'atténuer le changement climatique tout en s'y adaptant

## Stockage du Carbone



## Emission de CO2



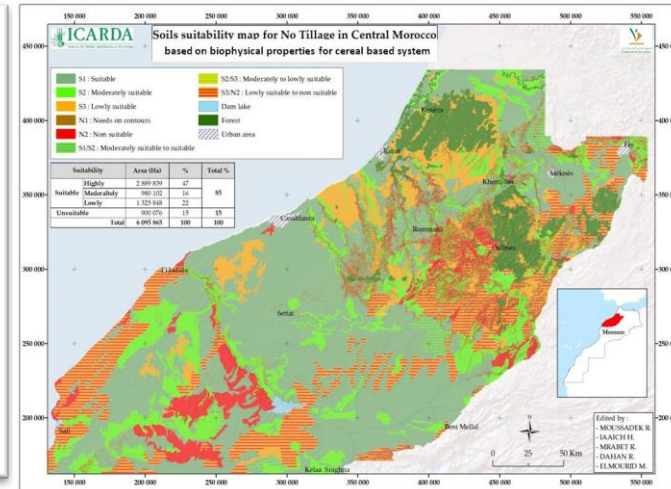
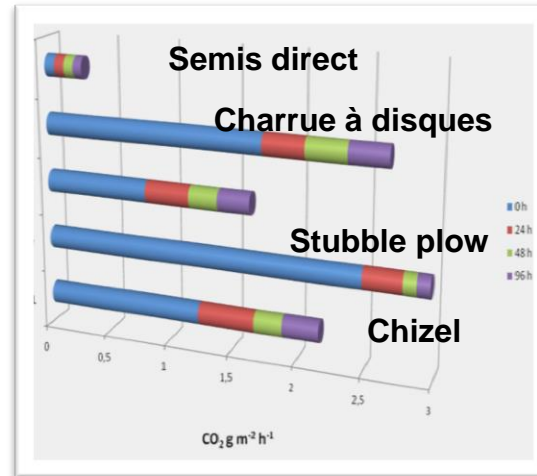
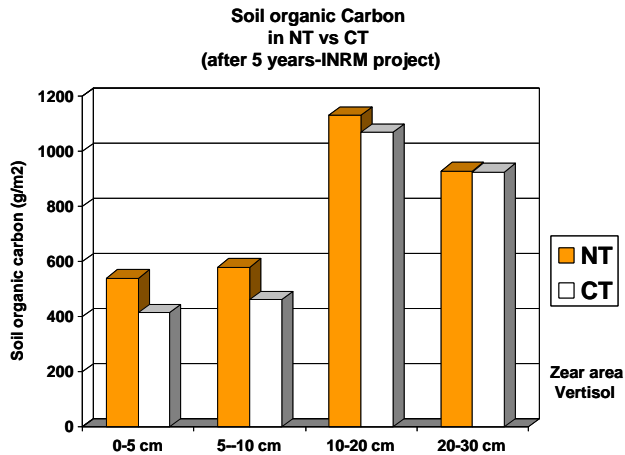
**Gain de Carbone**



**Perte de Carbone**

# Filières Grandes cultures

## LES SYSTEMES DE SEMIS DIRECT AU MAROC



**La matière organique du sol a augmenté sous semis direct (après 5 ans)**

**Réduction du taux d'émission de CO<sub>2</sub> sous semis direct**

**Plus de 60% de la surface est convenable pour le semis direct**

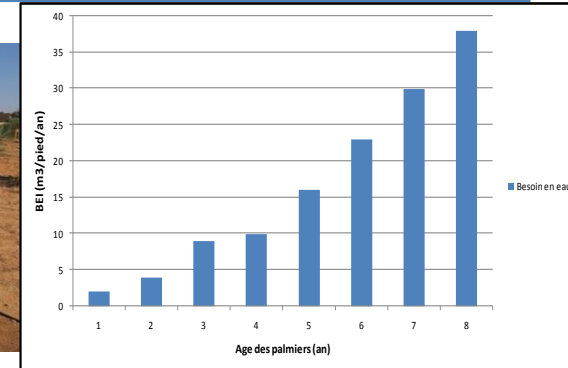


# Filière Palmier Dattier

## Rationalisation de l'utilisation des eaux d'irrigation dans les oasis

Besoins en eau d'irrigation des huit premières années après plantation de la Nejda:

- **2 m<sup>3</sup>/pied/an** => 1<sup>ère</sup> année
- **38 m<sup>3</sup>/pied/an** => 8<sup>ème</sup> année,

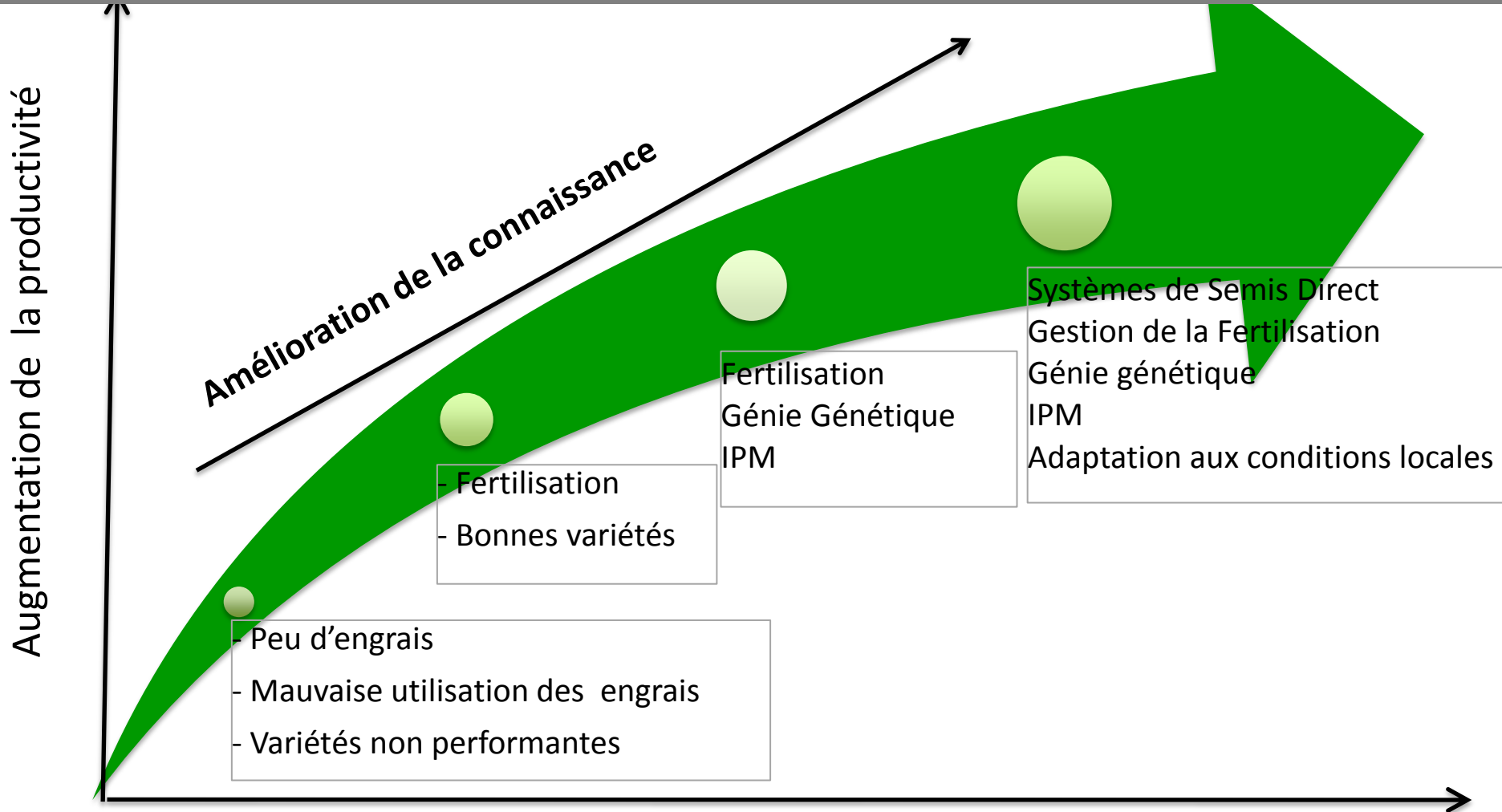


Besoins en eau d'irrigation

- Majhoul : **52 m<sup>3</sup>/pied/an**
- Sairlayallat : **60 m<sup>3</sup>/ pied / an**



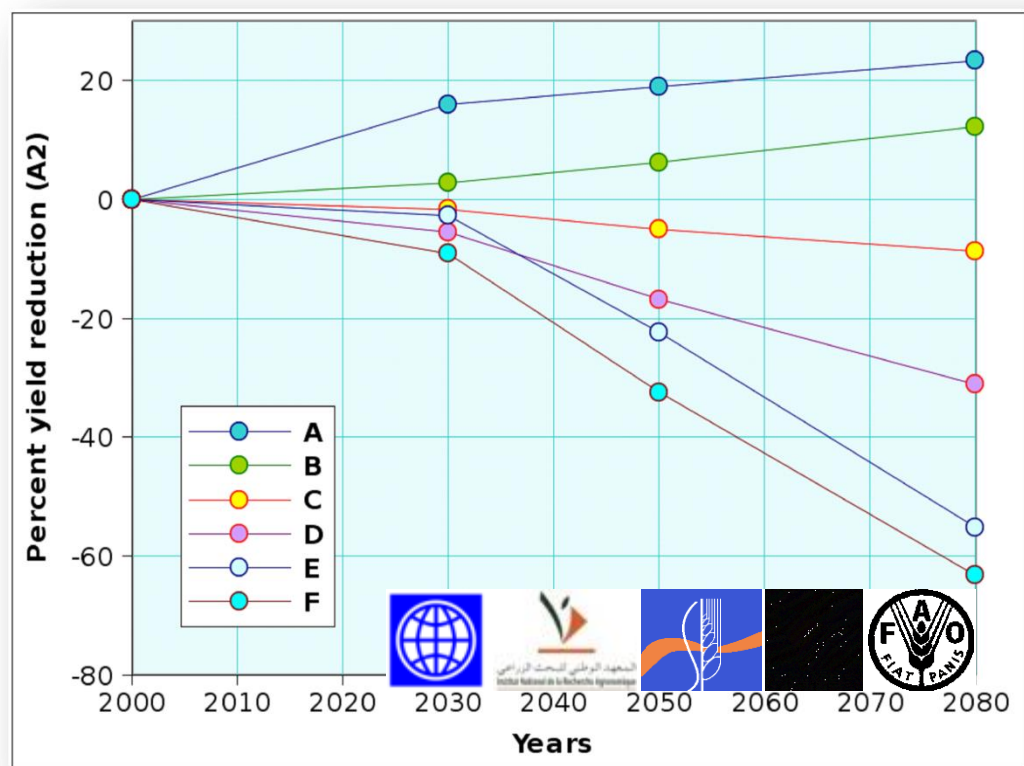
# Evolution des connaissances pour une plus grande adaptation au changement climatique



Etudes prospectives

# Changement climatique: Impact du changement climatique sur la productivité des cultures.

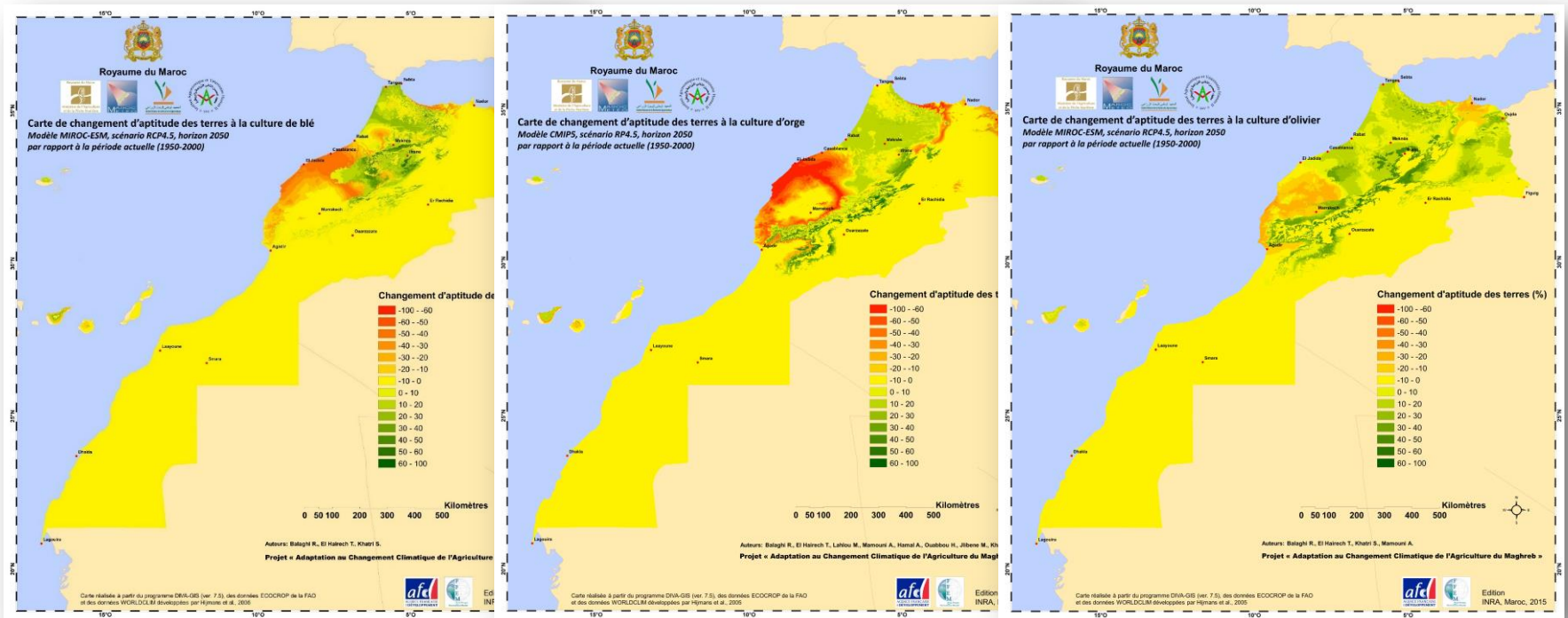
- ❑ Impact du changement climatique sur le rendement des cultures.
- ❑ Partenaires: INRA, DSS, DMN, FAO.



A: Maïs irrigué et maraichage de saison irriguée - B: Fruits et maraichage irrigués - C: Fourrages et maraichage - D: Céréales pluviales et cultures légumières - E: Blé et orge pluviales - F: Autres cultures pluviales.

# Changement climatique: Cartographie de l'impact du changement climatique sur l'aptitude des terres à l'agriculture.

- ❑ Cartes d'aptitude des terres à la céréaliculture et à l'oléiculture.
- ❑ Partenaires: INRA, DSS, DMN, IAV, ADA, AFD.

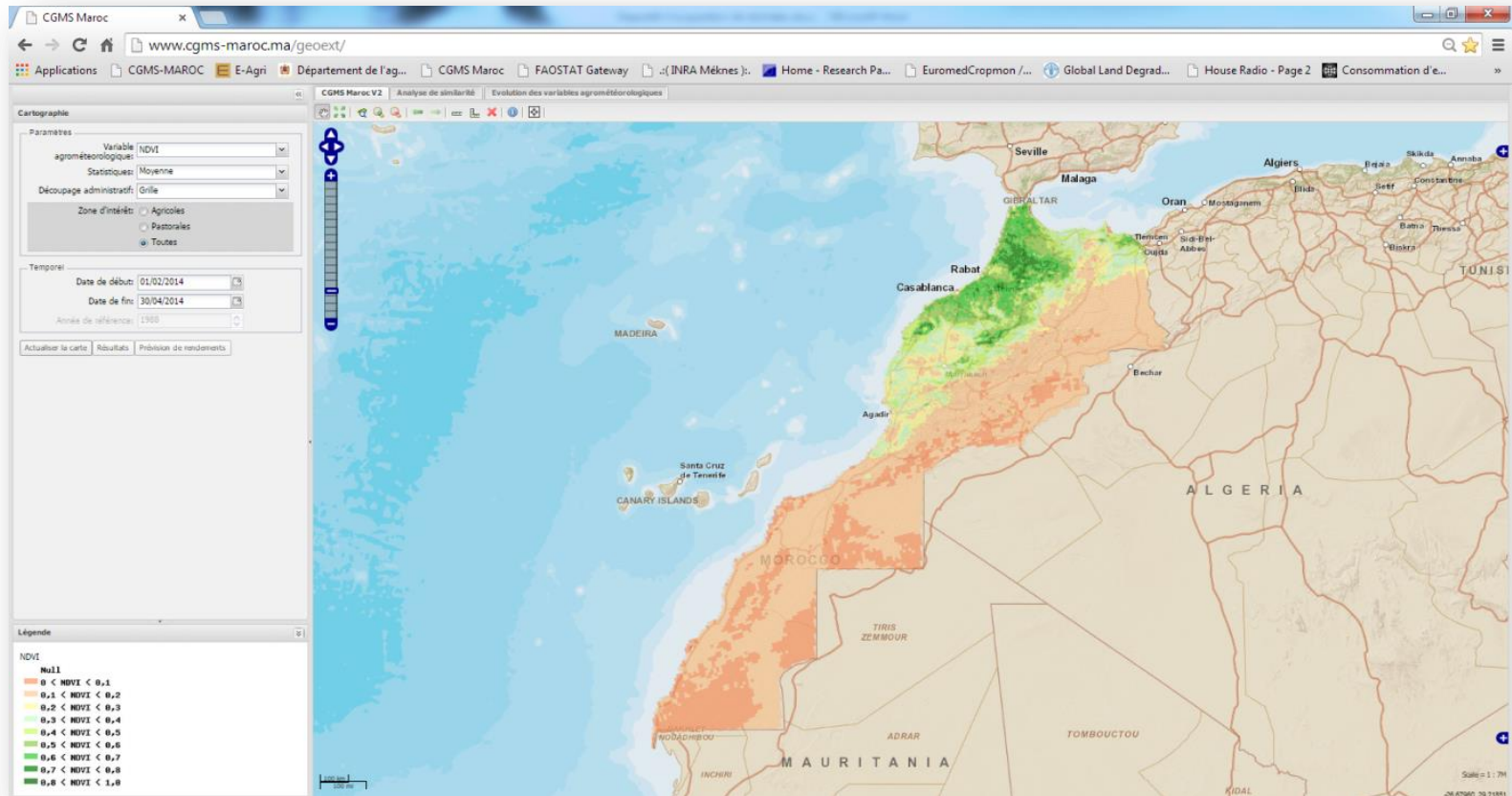




# Gestion des risques climatiques

# Assurance agricole: Le système pilote CGMS-Maroc de prévision des récoltes céréalières

- ❑ Le système CGMS-MAROC (<http://www.cgms-maroc.ma/>) permet la prévision des récoltes céréalières à l'échelle des communes rurales du pays à l'aide d'indicateurs météorologiques et satellitaires.
- ❑ Partenaires : INRA, DMN, DSS, IAV JRC.



Renforcement de capacités

# Changements climatiques

## Assistance technique pour le renforcement des capacités nationales en matière d'évaluation de l'impact économique du changement climatique sur le secteur agricole à travers le déploiement de l'outil **MOSAICC**

Programme UE/FAO sur la gouvernance globale et la réduction de la faim, la FAO a développé un outil multidisciplinaire appelé **MOSAICC** « Modelling System for Agricultural Impacts of Climate Change » **pour évaluer les impacts du changement climatique sur l'agriculture**, dans ses aspects de productivité des cultures, de disponibilités en eau d'irrigation et d'économie agricole.

The screenshot shows the web interface for MOSAICC Morocco. At the top, there is a navigation bar with the FAO logo and the text 'FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS helping to build a world without hunger'. The main header features the 'MOSAICC Morocco, v. 0.1' logo and the title 'FAO Modelling System for Agricultural Impacts of Climate Change'. On the left, there is a 'User login' section with fields for 'Username: \*' and 'Password: \*', a 'Log in' button, and a link for 'Request new password'. The main content area contains a welcome message: 'Welcome to FAO-MOSAICC (for MOdelling System for Agricultural Impacts of Climate Change), the system of models designed to carry out each step of the impact assessment from climate scenarios downscaling to economic impact analysis at national level. COMMIT;'. Below this, it states that the project is developed within the EC/FAO Programme on 'Linking information and decision making to improve food security' (GCP/GLO/243/EC), theme 3 'Climate change and food security'. A list of tasks for project managers and expert users is provided: custom data management, custom module management, running modules with available data, geo-processing, and publishing experiments. The footer includes logos for the Moroccan Ministry of Agriculture and Rural Development, the National Meteorology Directorate, and the National Institute of Research and Water Planning.

# Changement climatique: Le premier portail Web du Maroc pour le renforcement des capacités en matière d'impact du changement climatique sur l'agriculture et la forêt.

- ❑ Le portail Web (<http://www.changementclimatique.ma/>) permet d'appréhender le changement climatique à l'échelle du pays selon les derniers scénarios du GIEC.
- ❑ Partenaires: INRA, DSS, DRPE, DMN, HCHFLCD, ENFI, ABHs, FAO.

The screenshot displays the homepage of the Mosaicc Maroc website. At the top right, there are language options for "English" and "Français". The logo "MOSAICC MAROC" is positioned on the left. A horizontal navigation menu includes "ACCUEIL", "PRÉSENTATION", "PARTENAIRES", "DONNÉES", "DOCUMENTATION", and "CONTACT". The main content area features a collage of images: a shepherd with sheep in a dry field, a close-up of purple fruit on a tree, a row of young trees in a field, a lightning bolt over a dark landscape, and cracked, dry earth. A text overlay on the right side of the collage asks "QUEL EST L'IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA PRODUCTIVITÉ DES CULTURES ?". Below the images is a timeline with two sections: "Présent / Observations" and "Projections". The timeline includes markers for the years 1970, 2000, 2010, 2039, 2040, 2069, 2070, and 2099.

Merci

# Empreinte écologique

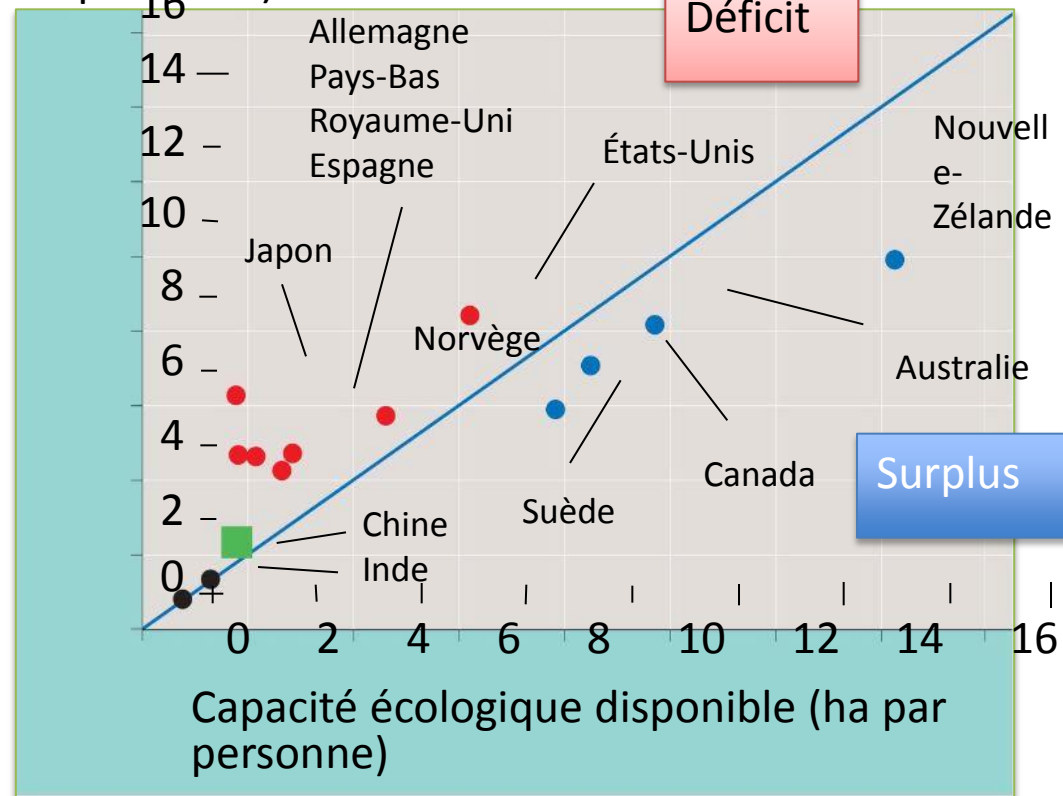
L'empreinte écologique est une estimation de la superficie dont la Terre a besoin pour subvenir aux besoins d'une population selon son mode de vie.

Comment savoir si nous ne consommons pas plus que ce que la Terre peut nous donner ? On peut tenter de mesurer son empreinte écologique.



Les besoins écologiques des populations humaines

Empreinte écologique (ha par personne)



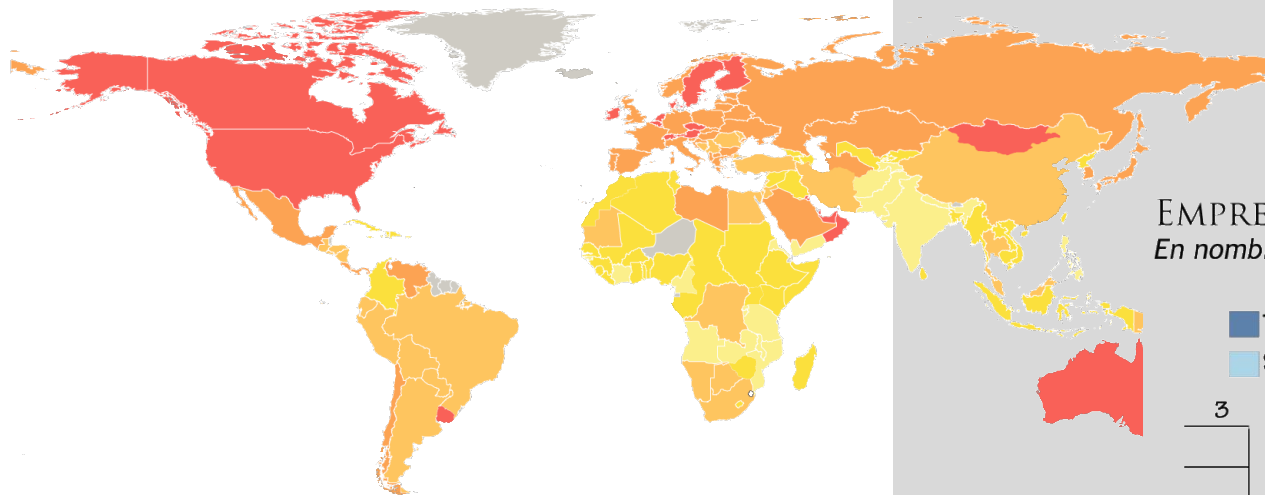
Empreintes écologiques de quelques pays (1997)

Campbell (3<sup>e</sup>éd.) — figure 52.27 : 1253

De la nourriture, de l'espace, des ressources renouvelables ou non telles l'eau, les combustibles fossiles et les métaux mais aussi, disposer de ses déchets (versus la capacité de la planète à les recycler). Chacun de ces besoins peut entraîner de la compétition (des luttes de pouvoir et des guerres) entre les populations des pays s'ils ne sont plus comblés !

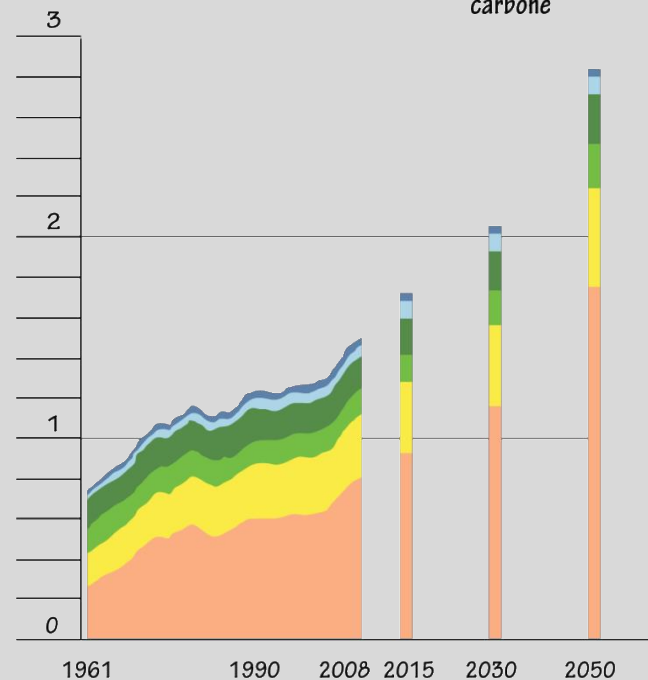
# EMPREINTE ÉCOLOGIQUE PAR HABITANT EN 2008

En nombre d'hectares globaux



# EMPREINTE ÉCOLOGIQUE GLOBALE

En nombre de planète Terre

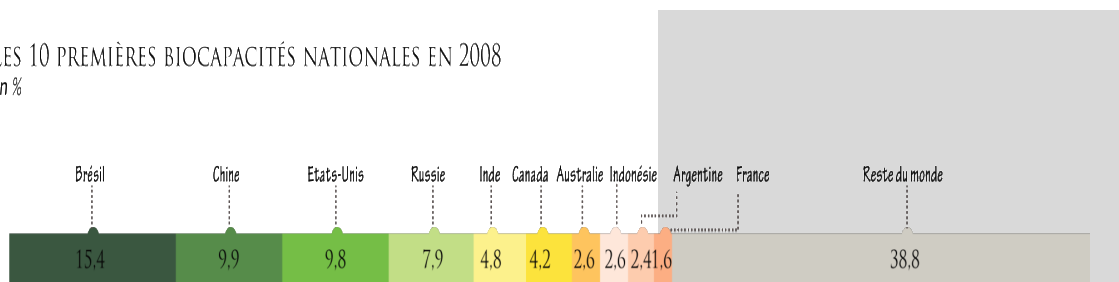


Source

Source: WWF, 2008.

# LES 10 PREMIÈRES BIOCAPACITÉS NATIONALES EN 2008

en %



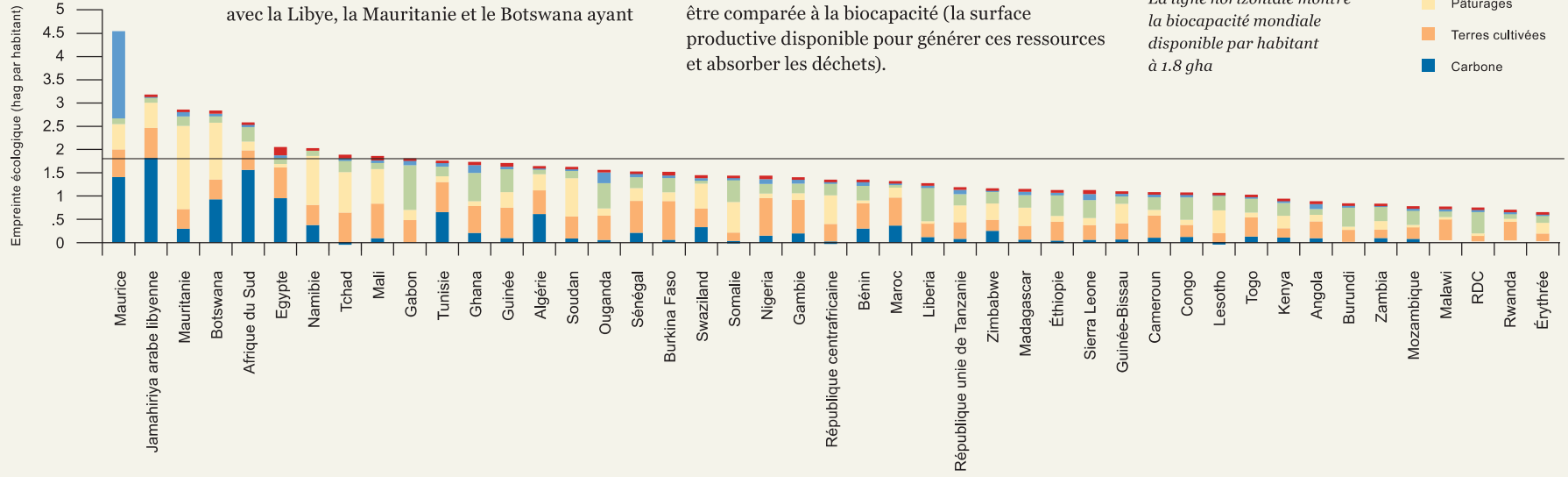
Source: WWF, 2008.



insuffisant par rapport à leurs besoins.

disponible en Afrique.

Maurice est le pays d'Afrique ayant la plus forte Empreinte écologique par habitant à 4,6 hag. C'est également l'un des quatre pays africains, avec la Libye, la Mauritanie et le Botswana ayant

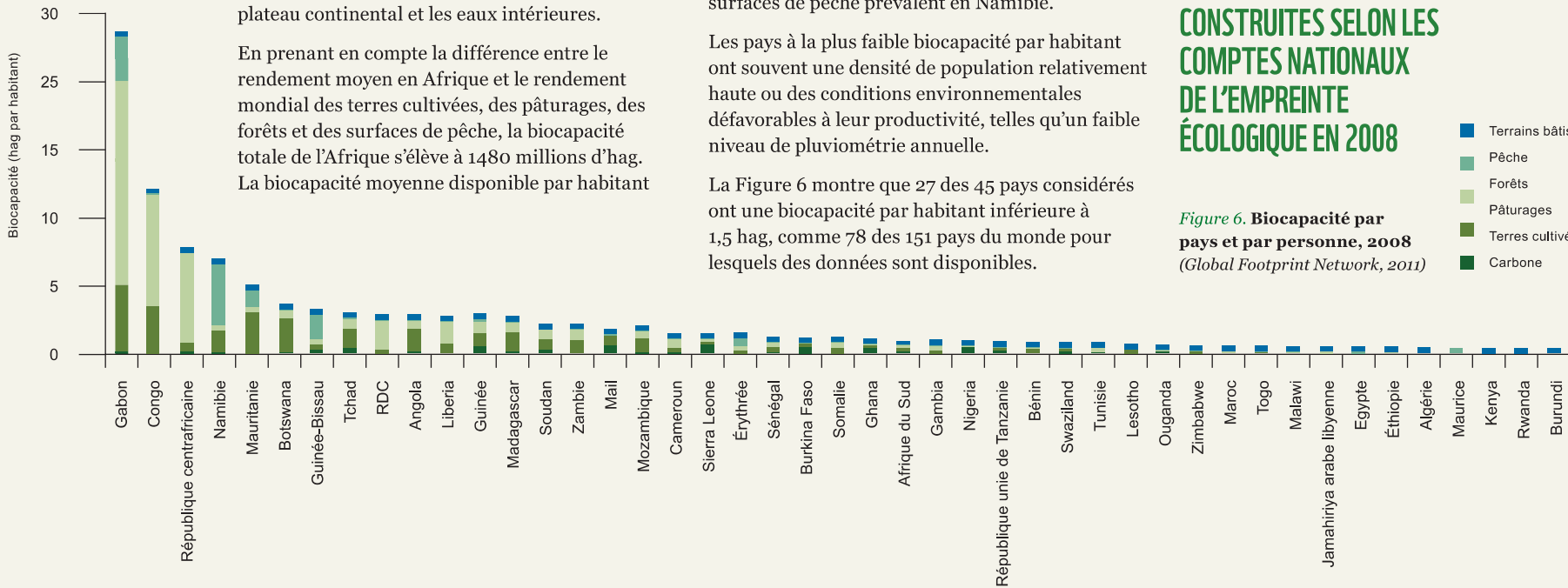


Africains reflète un niveau de consommation insuffisant par rapport à leurs besoins.

L'Empreinte écologique (le niveau d'utilisation des ressources renouvelables par une population), peut être comparée à la biocapacité (la surface productive disponible pour générer ces ressources et absorber les déchets).

Figure 5. Empreinte écologique par habitant par pays, 2008 (Global Footprint Network, 2011). La ligne horizontale montre la biocapacité mondiale disponible par habitant à 1.8 gha

- Terrains bâtis
- Pêche
- Forêts
- Pâturages
- Terres cultivées
- Carbone



Afrique couvrent 192 millions d'hectares, incluant le plateau continental et les eaux intérieures.

En prenant en compte la différence entre le rendement moyen en Afrique et le rendement mondial des terres cultivées, des pâturages, des forêts et des surfaces de pêche, la biocapacité totale de l'Afrique s'élève à 1480 millions d'hag. La biocapacité moyenne disponible par habitant

de pays tels que la Mauritanie et le Botswana. Les surfaces de pêche prévalent en Namibie.

Les pays à la plus faible biocapacité par habitant ont souvent une densité de population relativement haute ou des conditions environnementales défavorables à leur productivité, telles qu'un faible niveau de pluviométrie annuelle.

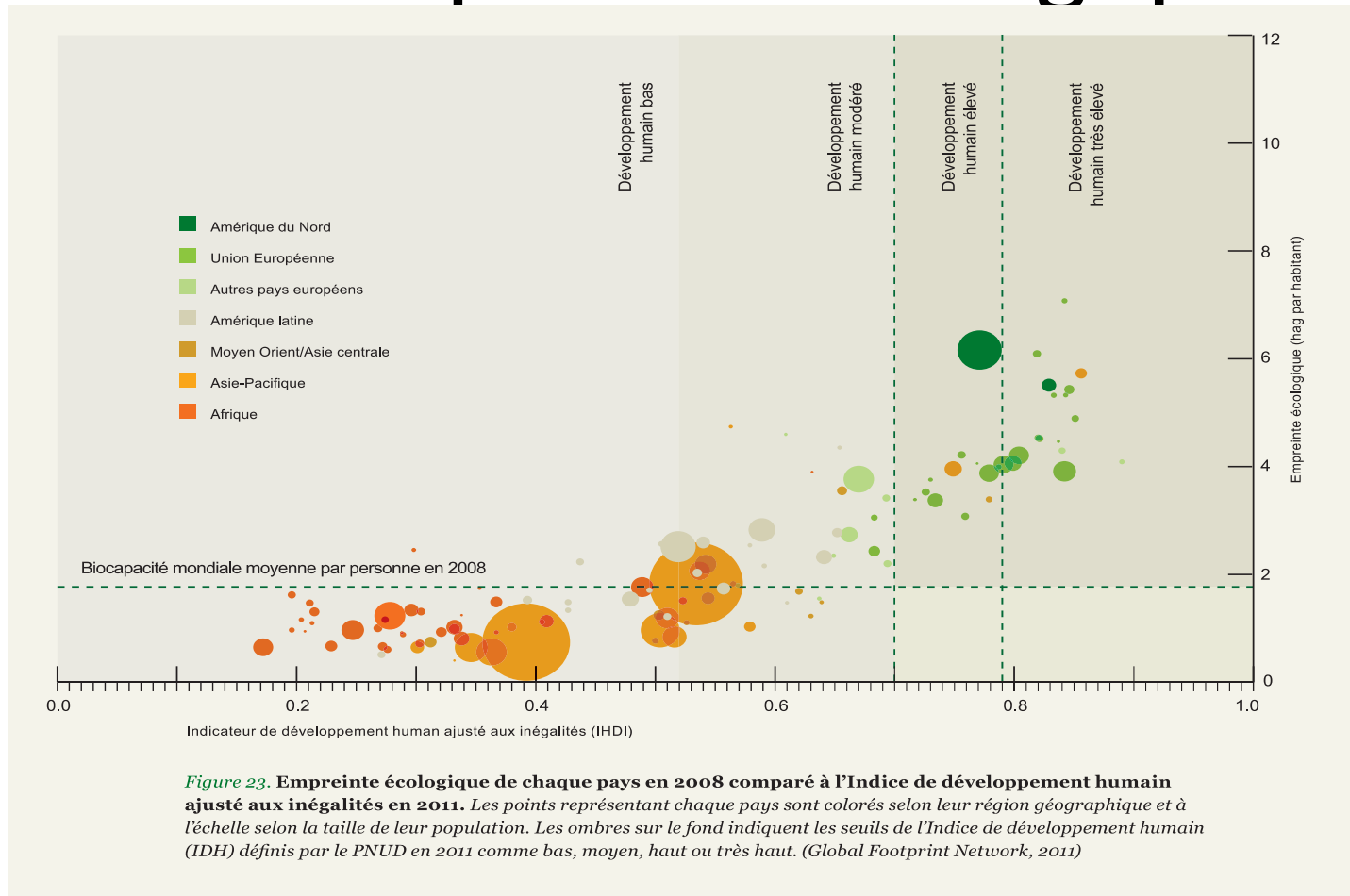
La Figure 6 montre que 27 des 45 pays considérés ont une biocapacité par habitant inférieure à 1,5 hag, comme 78 des 151 pays du monde pour lesquels des données sont disponibles.

## PRODUCTIVES OU CONSTRUITES SELON LES COMPTES NATIONAUX DE L'EMPREINTE ÉCOLOGIQUE EN 2008

Figure 6. Biocapacité par pays et par personne, 2008 (Global Footprint Network, 2011)

- Terrains bâtis
- Pêche
- Forêts
- Pâturages
- Terres cultivées
- Carbone

# IDH vs Empreinte Ecologique



IDH fait apparaître une amélioration moyenne pour tous les pays africains de 1 % dans les années 1980, de 0.7 % dans les années 1990 et de 1.5 % depuis les années 2000.