



# Ressources en eau et développement laitier : conséquences pour les politiques publiques dans les pays à stress hydrique ?

**Mohamed Taher SRAÏRI**  
**Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II**  
**E-mail : [mt.srairi@iav.ac.ma](mailto:mt.srairi@iav.ac.ma)**

# Ressources en eau et développement laitier : conséquences pour les politiques publiques dans les pays à stress hydrique ?

## Plan

Introduction : notion d'empreinte hydrique

I. Méthodes d'étude des besoins hydriques pour l'élevage bovin

II. Etudes de cas au Maroc

- Volumes d'eau appliqués à la parcelle et leurs origines
- Biomasse fourragère et rations distribuées
- Performances zootechniques et indicateurs de valorisation volumétrique et économique de l'eau

Perspectives et conclusions

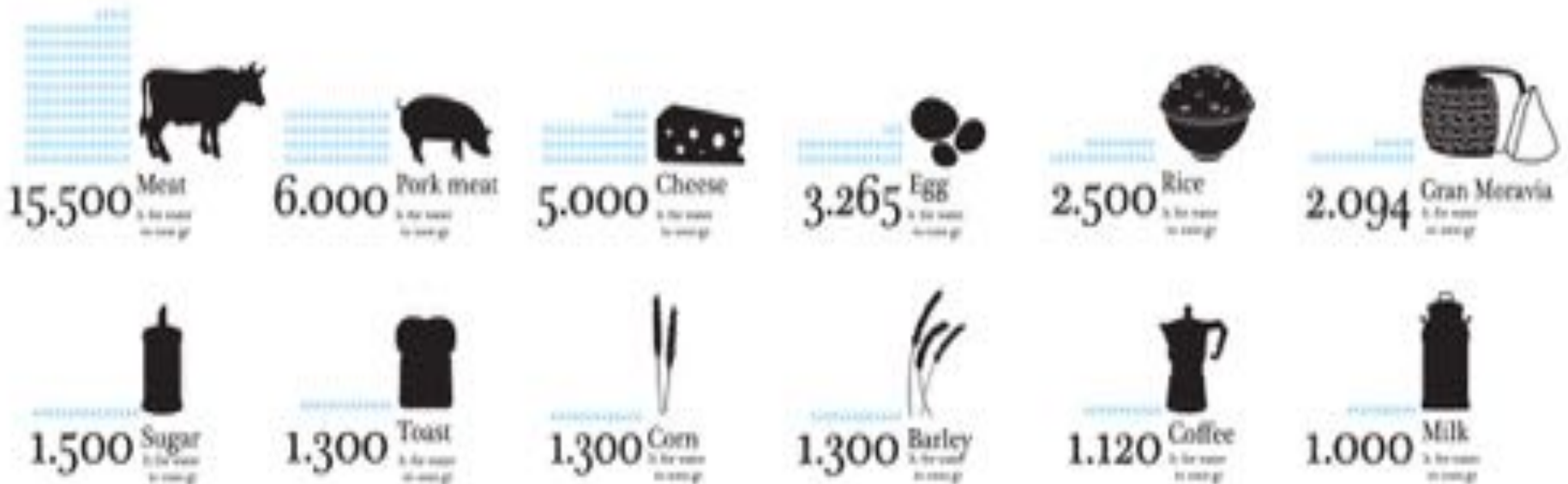
# Introduction

## NOTION D'EMPREINTE HYDRIQUE

### Définition

Usages d'eau d'un groupe humain en vue de satisfaire ses besoins

### Références pour quelques produits alimentaires de première nécessité



Source : [www.waterfootprint.org](http://www.waterfootprint.org)

# Introduction

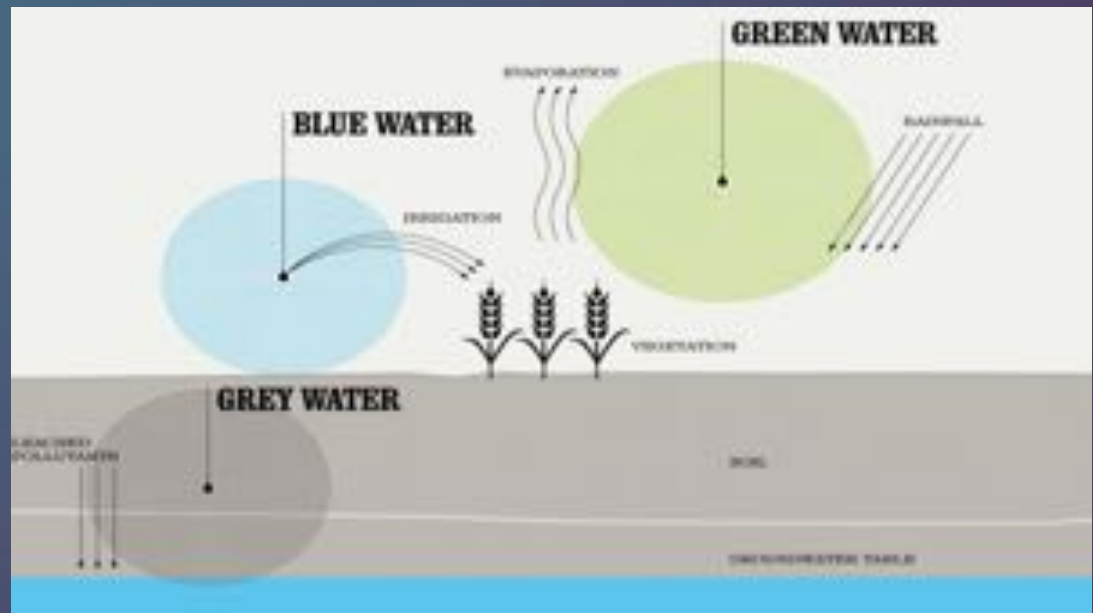
## NOTION D'EMPREINTE HYDRIQUE

### Ressources en eau

Eau verte : Pluie

Eau bleue : Irrigation

Eau grise : Elimination des polluants



Eau virtuelle : eau utilisée pour produire un bien, à l'endroit où il est réellement élaboré

Importations de biens alimentaires = usages d'eau virtuelle

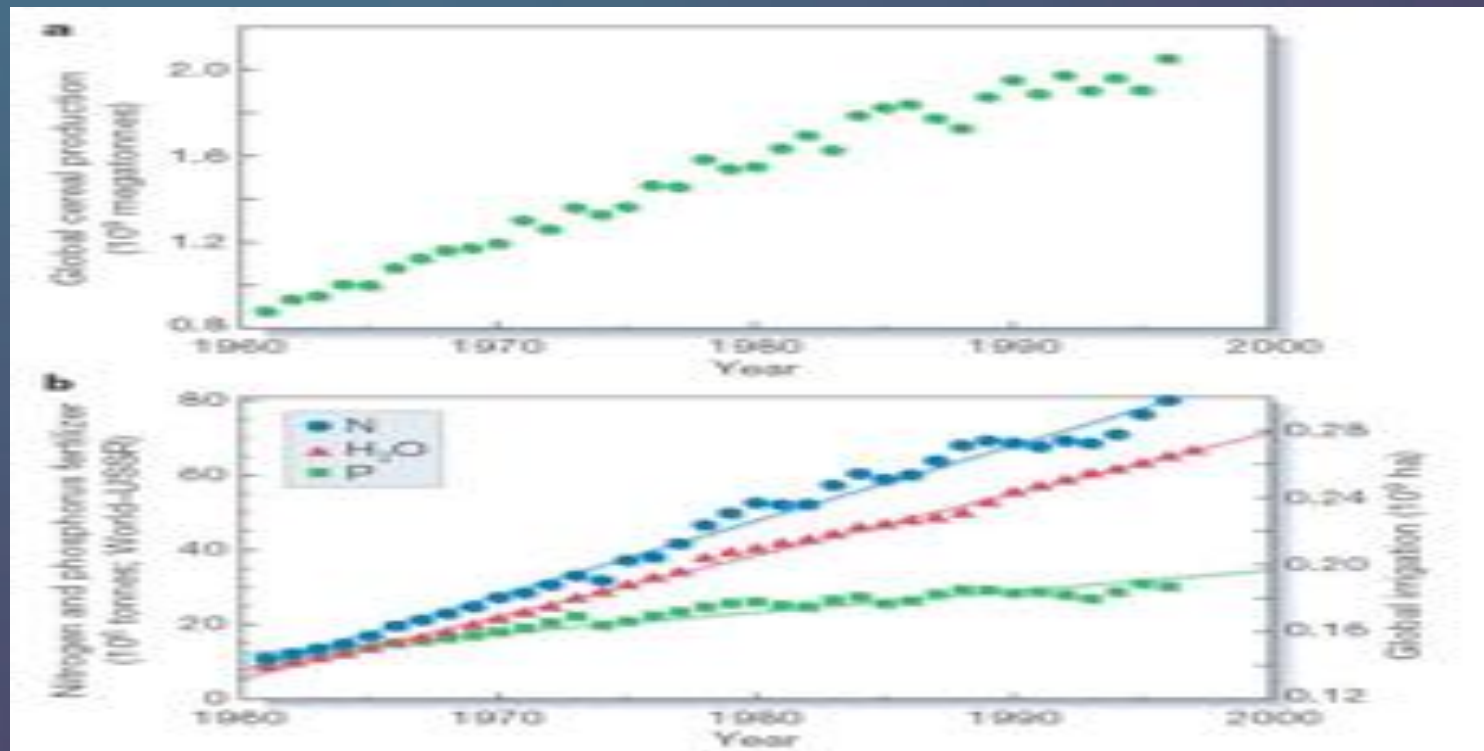
Une solution empruntée par la majorité des pays à stress hydrique ...

# Introduction

## NOTION D'EMPREINTE HYDRIQUE

Intensification des usages d'eau et d'engrais pour augmenter les productions agricoles

Usages d'eau et d'engrais en regard de la production de grains à l'échelle mondiale (1960 à 2000)



Tilman *et al.* (2002), Nature

Est-ce durable ? *Quid* des adaptations aux changements en cours : climatiques, sociaux, économiques, etc. ?

# Méthodes d'étude des besoins hydriques pour l'élevage bovin

## LE CONTEXTE

### Le Maroc

*Un pays surtout semi-aride à aride*

78 % de la surface : aride

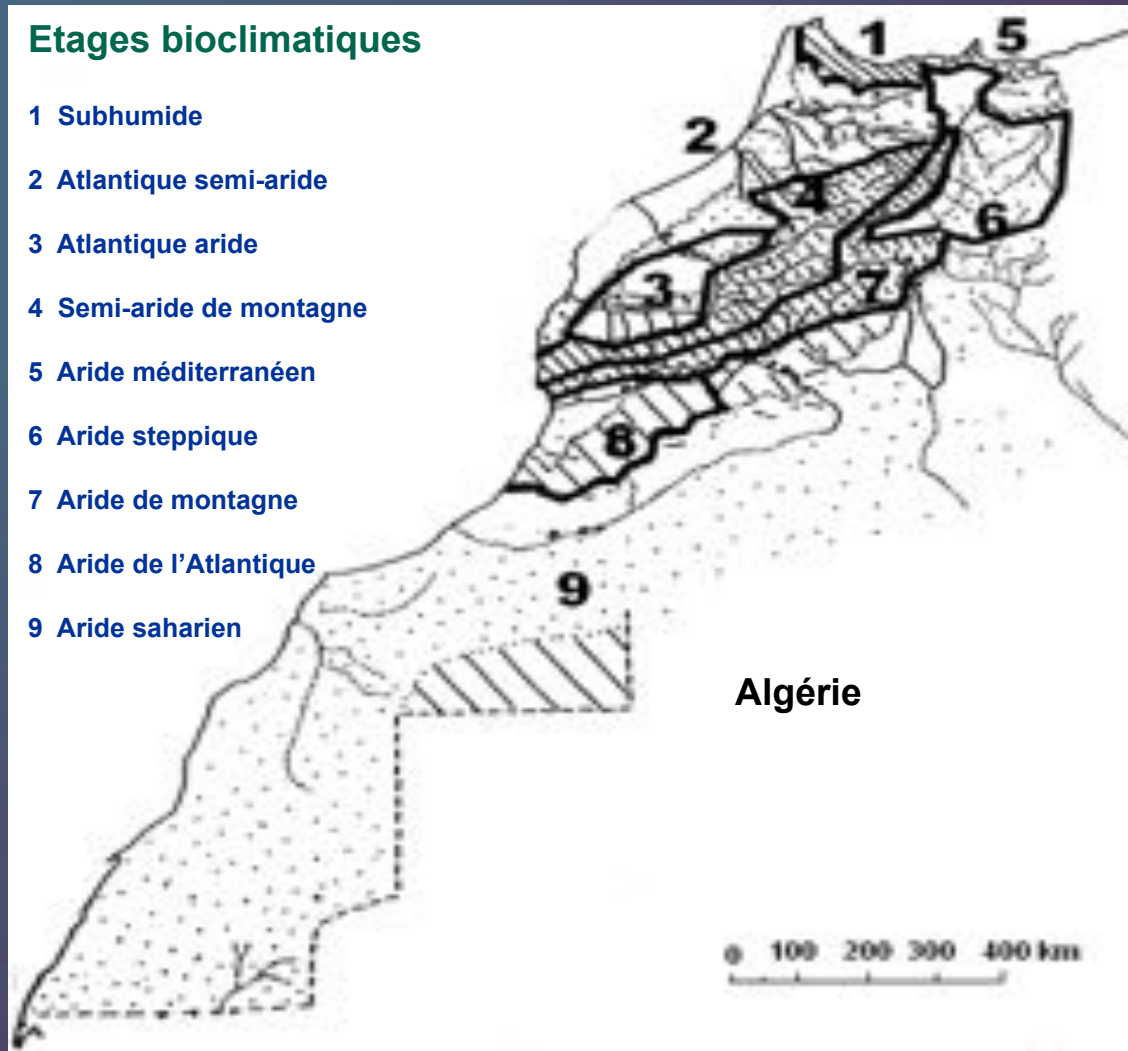
15 % de la surface : semi-aride

A peine 7 % : subhumide

65 % des volumes de lait collectés en zones de grande hydraulique (moins de 15 % de la surface arable totale)



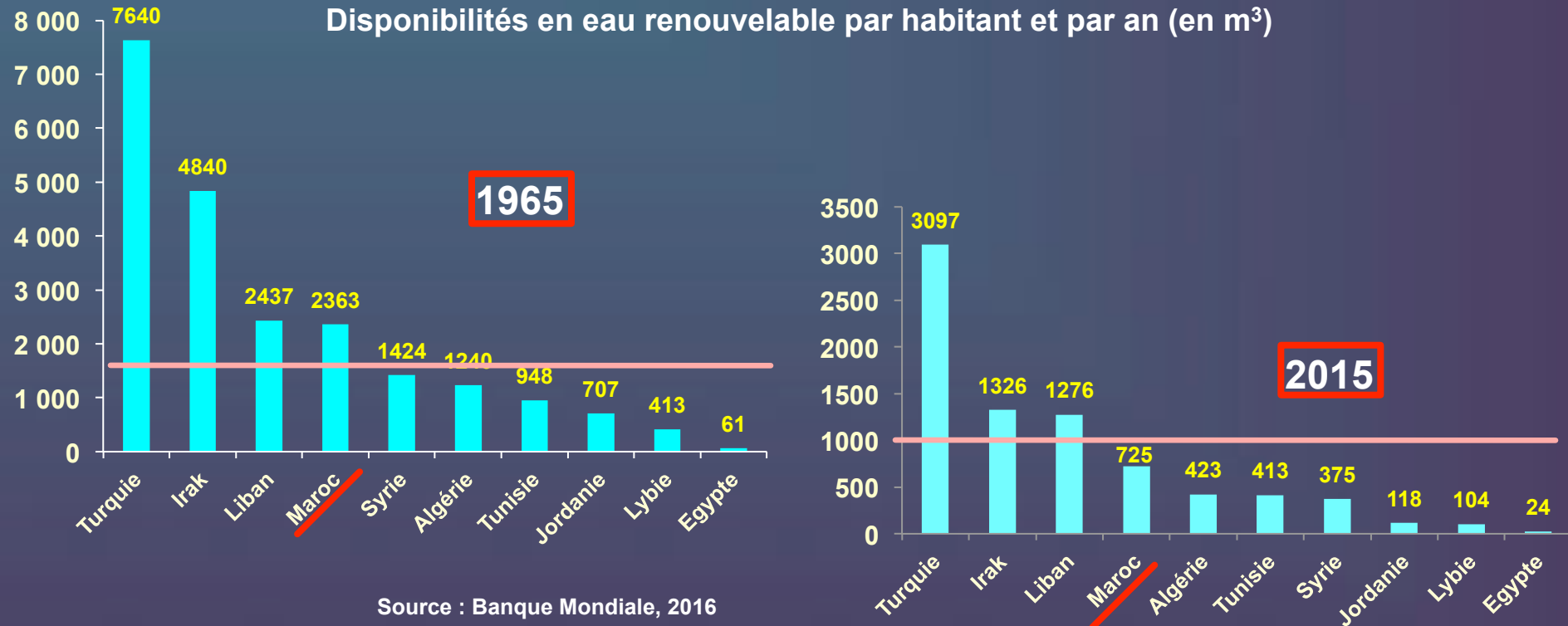
**Irrigation obligatoire pour l'élevage laitier intensifié ...**  
**Quels enjeux à venir ?**



# Méthodes d'étude des besoins hydriques pour l'élevage bovin

## LE CONTEXTE

La zone Afrique du Nord/Moyen Orient – Un stress hydrique déjà marqué ... et qui va aller en s'amplifiant

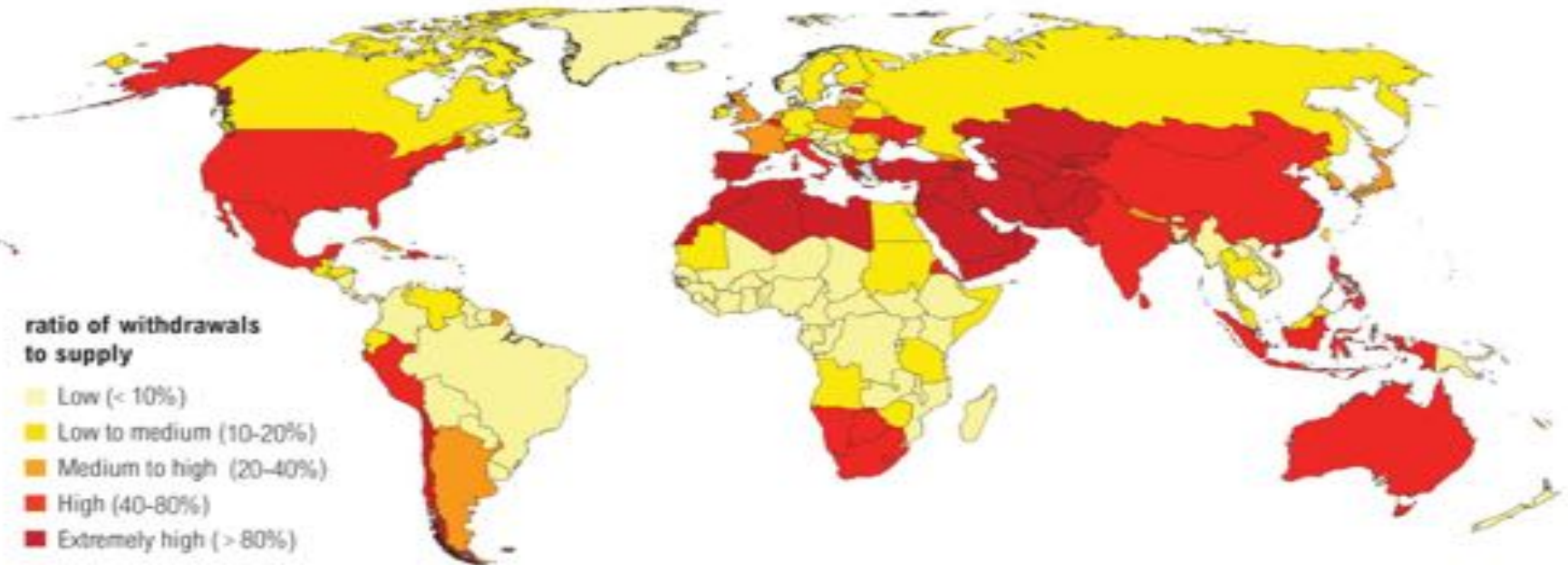


# Méthodes d'étude des besoins hydriques pour l'élevage bovin

## LE CONTEXTE

La zone Afrique du Nord/Moyen Orient – Un stress hydrique déjà marqué ... et qui va aller en s'amplifiant

Water Stress by Country: 2040



**NOTE:** Projections are based on a business-as-usual scenario using SSP2 and RCP8.5.

For more: [ow.ly/R8Wop](http://ow.ly/R8Wop)

 WORLD RESOURCES INSTITUTE



# Méthodes d'étude des besoins hydriques pour l'élevage bovin

## LE CONTEXTE

Un approvisionnement en lait et viande surtout basé sur une offre atomisée

80 % des exploitations : moins de 5 vaches

Des pratiques agricoles très disparates ...



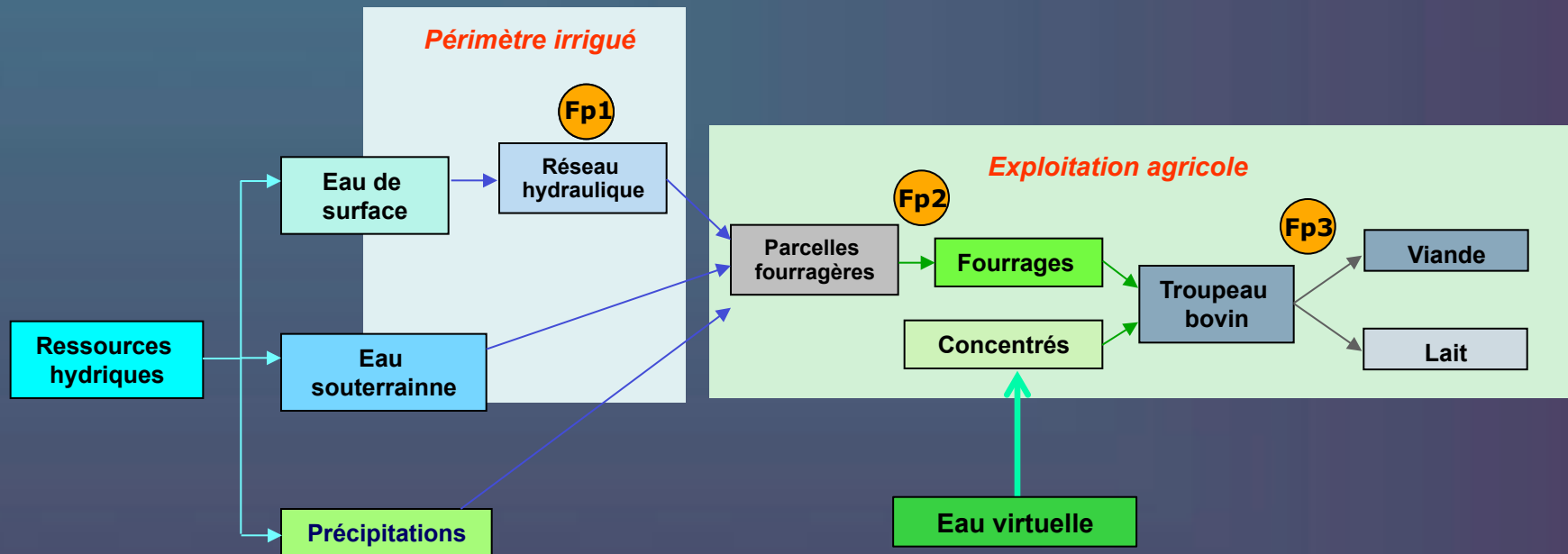
Échelles d'analyse possibles :

**Pays, Région (irriguée) et/ou Exploitation**

# Méthodes d'étude des besoins hydriques pour l'élevage bovin

## ECHELLE IDOINE D'ANALYSE : L'EXPLOITATION AGRICOLE

Étude d'une série complexe de fonctions de production



**Fp1** Fonction de production: Eau brute → Eau à l'entrée des parcelles

**Fp2** Fonction de production: Eau délivrée à la parcelle → Biomasse fourragère produite

**Fp3** Fonction de production: Fourrage + Concentrés → Lait et Viande

# Etudes de cas au Maroc

## DES PROTOCOLES DE RECHERCHE BASÉS SUR DES SUIVIS EN EXPLOITATION

### Empreinte hydrique pour les produits bovins (lait et viande) au Maroc

#### Deux études dans des régions différentes

#### Recherche n°1 - Au Tadla (zone semi-aride de grande hydraulique)

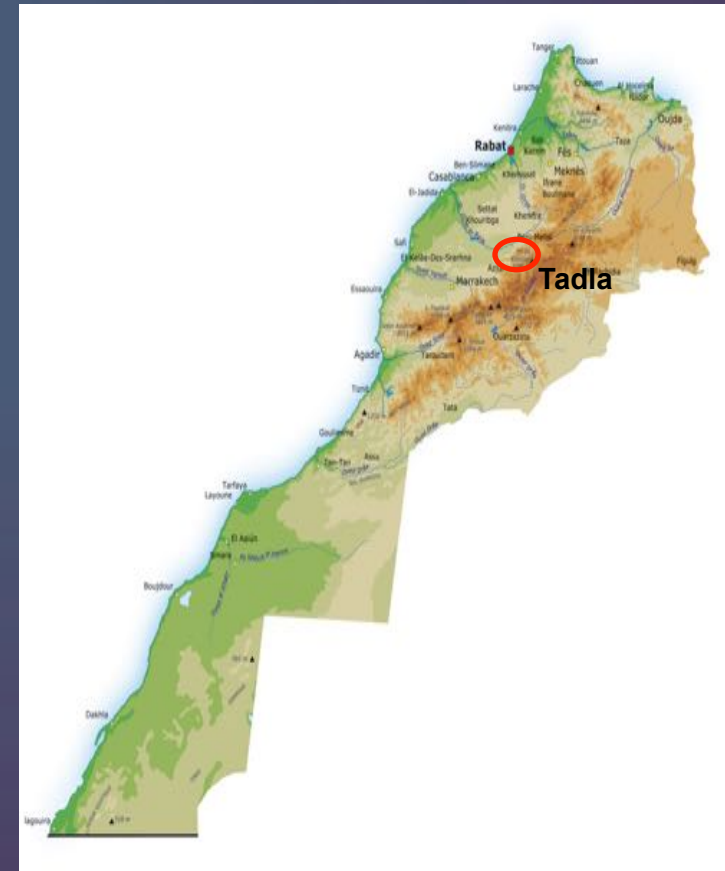
Pluviométrie moyenne annuelle : 480 mm

100 000 ha dont 25 000 de luzerne.

Empreinte hydrique d'un litre de lait : 1,8 m<sup>3</sup> d'eau

Empreinte hydrique d'un kg de gain de poids : 10,6 m<sup>3</sup> d'eau

#### Pas de possibilités d'usages d'eau souterraine



# Etudes de cas au Maroc

## DES PROTOCOLES DE RECHERCHE BASÉS SUR DES SUIVIS EN EXPLOITATION

### Empreinte hydrique pour les produits bovins (lait et viande) au Maroc

#### Deux études dans des régions différentes

Recherche n°2 – Dans la plaine du Saïss (zone de moyenne hydraulique)  
Pluviométrie moyenne annuelle : 560 mm

*Plus d'espèces fourragères, notamment pluviales (orge et avoine)  
Possibilités d'usages d'eau souterraine*



Un intérêt plus porté à l'origine de l'eau : précipitations, eaux d'irrigation (de surface et/ou souterraine) et eau virtuelle

*Réflexion aux possibilités d'intervention et synthèses*

# Etudes de cas au Maroc

## DES PROTOCOLES DE RECHERCHE BASÉS SUR DES SUIVIS EN EXPLOITATION

### Empreinte hydrique pour les produits bovins (lait et viande) au Maroc

#### Cas de la plaine du Saïs

- suivi des usages d'eau à la parcelle : *i* - eaux des précipitations à partir des relevés météorologiques régionaux ; *ii* - eaux de surface (séguia) et *iii* - eaux à partir des pompages (puits/forages).
- suivi des itinéraires techniques (fertilisation, lutte phytosanitaire, etc.) des parcelles de fourrages
- suivi des productions de fourrages : rythme de fauche et quantités de biomasse récoltées (méthode des cadrats)



# Etudes de cas au Maroc

## DES PROTOCOLES DE RECHERCHE BASÉS SUR DES SUIVIS EN EXPLOITATION

### Empreinte hydrique pour les produits bovins (lait et viande) au Maroc

#### Cas de la plaine du Saïs

- les rations des bovins et leurs variations temporelles  
Contenu en nutriments (énergie - UFL - et azote - PDIN, PDIE -)  
Détermination de l'eau virtuelle à partir de références internationales : 1 kg de grains = 1 m<sup>3</sup> d'eau ...
- les volumes de lait livré
- le gain de poids bovin  
(utilisation des méthodes de barymétrie)
- l'économie de la production bovine  
calcul des marges brutes par les ateliers « lait » et « viande »



# Etudes de cas au Maroc

## DES PROTOCOLES DE RECHERCHE BASÉS SUR DES SUIVIS EN EXPLOITATION

### Empreinte hydrique pour les produits bovins (lait et viande) au Maroc

#### Cas de la plaine du Saïs

#### Structure des exploitations, espèces fourragères cultivées et origines de l'eau

Exploitations	1	2	3*	4	5	Moyenne
Surface totale (ha)	1,00	3,50	9,68	5,75	6,00	5,19
Surface fourragère principale (ha)	0,75	1,75	2,43	2,00	0,50	1,49
Avoine (ha)	0,50	0,50	1,25	1,25	-	0,70
Bersim (ha)	-	0,50	0,50	0,50	0,25	0,35
Luzerne (ha)	0,25	0,50	0,35	-	-	0,22
Maïs (ha)	-	0,25	0,33	0,25	0,25	0,22
Autres cultures de rente (ha)	0,25	1,75	7,25	3,75	5,50	3,70
Chargement (Unités Gros Bétail/ ha Fourrages)	4,8	4,5	8,2	5,2	13,0	6,48
Origines de l'eau	P, S	P, S	P, N	P, N	P, N	-

N : eau des nappes - P : précipitations - S : eau de surface

3\* : unique exploitation avec un réseau de goutte-à-goutte

# Etudes de cas au Maroc

## DES PROTOCOLES DE RECHERCHE BASÉS SUR DES SUIVIS EN EXPLOITATION

### Empreinte hydrique pour les produits bovins (lait et viande) au Maroc

#### Cas de la plaine du Saïs

#### Volumes (m<sup>3</sup>/ha) et origines de l'eau pour la production des fourrages

Exploitations	1	2	3	4	5	Moyenne
<b>Avoine</b>						
Précipitations	4 059 (100 %)	4 095 (100 %)	4 145 (100 %)	4 145 (100 %)	-	4 126 (100 %)
<b>Bersim</b>						
Précipitations	-	4 508 (45,7 %)	4 508 (36,7 %)	4 145 (29,6 %)	4 148 (43,4 %)	4 352 (37,2 %)
Eau des nappes	-	-	-	9 870 (70,4 %)	5 400 (56,6 %)	5 809 (49,7 %)
Eau de surface	-	5 360 (54,3 %)	7 762 (67,3 %)	-	-	1 531 (13,1 %)
<b>Luzerne</b>						
Précipitations	4 600 (57,6 %)	4 600 (53,6 %)	4 755 (23,7 %)	-	-	4 649 (38,4 %)
Eau des nappes	-	-	<u>15 306 (76,3 %)</u>	-	-	4 870 (40,3 %)
Eau de surface	3 380 (42,4 %)	3 980 (46,4 %)	-	-	-	2 578 (21,3 %)
<b>Maïs</b>						
Précipitations	-	1 297 (55,9 %)	1 295 (37,0 %)	725 (4,0 %)	725 (6,2 %)	1 032 (12,1%)
Eau des nappes	-	-	2 201 (63,0 %)	17 495 (96,0 %)	10 944 (93,8 %)	<u>7 256 (85,1 %)</u>
Eau de surface	-	1 023 (44,1 %)	-	-	-	235 (2,8 %)



# Etudes de cas au Maroc

## DES PROTOCOLES DE RECHERCHE BASÉS SUR DES SUIVIS EN EXPLOITATION

### Empreinte hydrique pour les produits bovins (lait et viande) au Maroc

#### Cas de la plaine du Saïs

#### Rendements des fourrages, usages d'eau virtuelle et performances zootechniques

Exploitations	1	2	3	4	5	Moyenne
<b>Rendement des fourrages (TMV/ha)</b>						
Foin d'avoine	6,01	6,30	7,08	2,21	-	5,08
Bersim	-	16,88	11,78	19,30	10,12	15,15
Luzerne	7,98	8,58	20,06	-	-	9,19
Maïs	-	4,21	4,12	13,66	7,64	7,16
<b>Usages d'eau virtuelle</b>						
Par vache (m <sup>3</sup> /an)	1 097	925	501	823	252	652
Par veau en croissance (m <sup>3</sup> /an)	762	427	383	327	769	446
<b>Performances zootechniques</b>						
Rendement laitier (kg/vache.an)	1 557	1 036	1 112	2 511	1 421	1 465
Gain de poids vif par veau (kg/an)	74	106	105	168	132	120

Des performances largement perfectibles ...

# Etudes de cas au Maroc

## DES PROTOCOLES DE RECHERCHE BASÉS SUR DES SUIVIS EN EXPLOITATION

### Empreinte hydrique pour les produits bovins (lait et viande) au Maroc

#### Cas de la plaine du Saïs

#### Valorisations volumétriques et économiques de l'eau par le lait et le gain de poids

Exploitations	1	2	3	4	5	Moyenne
<b>Eau totale par kg de lait (<math>m^3</math>)</b>	1,26	1,30	1,59	1,26	3,13	1,62
Pluie (%)	46,2	22,3	44,0	59,5	88,2	53,0
Réseau d'irrigation (%)	46,2	9,2	-	-	-	7,4
Eau souterraine (%)	-	-	27,7	14,3	6,1	13,1
Eau virtuelle (%)	7,6	68,5	28,3	26,2	5,7	26,5
<b>Eau totale par kg de gain de poids (<math>m^3</math>)</b>	7.17	7.15	8.18	9.80	7.76	8.44
Pluie (%)	-	12,5	53,9	75,2	22,7	48,1
Réseau d'irrigation (%)	-	30,5	-	-	-	4,0
Eau souterraine (%)	-	-	1,1	4,8	2,3	2,2
Eau virtuelle (%)	100,0	57,0	45,0	20,0	75,0	44,7
<b>Valorisation de l'eau d'irrigation par le gain de poids (<math>DH/ m^3</math>)</b>	-	3.51	57.2	15.0	- 15.7	12.5

# Perspectives et conclusions

## UN ENSEMBLE D'ENSEIGNEMENTS

Confirmation de la valorisation en priorité de l'eau pluviale par l'élevage bovin

*Un autre rôle de l'élevage en zones à stress hydrique*



Quelles possibilités d'intervention ?

Promotion des bonnes pratiques : *appui technique ?*

Raisonner les choix futurs : *changements climatiques, durabilité économique et sociale*

Politiques publiques – *Régulation : Outils de dimensionnement ?*

# Perspectives et conclusions

## UN ENSEMBLE DE QUESTIONNEMENTS

*Quid* des systèmes d'élevage dans d'autres contextes, notamment en zones plus arides ?

*Déconstruire certains mythes : le triptyque 'vache Holstein', 'maïs ensilé' et 'irrigation en goutte-à-goutte' ?*

*Méga fermes : concentration de centaines de vaches ... Pollutions diverses ? Eau ?*



### Maïs

Progrès génétiques (jusqu'à 60 TMV/ha)  
Facilités (travail, usages, etc.)

### Mais,

Quasiment pas de valorisation de l'eau de pluie  
Épuisement des nappes ...  
Dépendances accrues : génétique, azote alimentaire, etc.  
Fertilité des sols ?  
Résidus de pesticides ?



# Conclusions

Développement de l'élevage bovin et ressources hydriques



Irruption balbutiante dans le débat public

De nombreux questionnements encore en suspens

Risques évidents : continuité des dynamiques promues ?

Adaptations face aux changements prévus, notamment climatique ?

Des possibilités d'intervention : - à la ferme ;

- à l'échelle de bassins de production ;

- au niveau national.

Appui technique adapté ?

De nécessaires partenariats solides (R&D, opérateurs, etc.)

Un changement de paradigme : priorité à l'eau de pluie

Rôles avérés de politiques publiques visionnaires ...



Toute démarche scientifique suppose de croire en l'harmonie du monde

A. Einstein

