



# TRANSFERT DE TECHNOLOGIE EN AGRICULTURE

MADRPM/DERD • N° 50 • Novembre 1998 •

CNTTA

## Gestion de la Contrainte Pluviométrique

pour l'Amélioration de la Production Végétale et de  
l'Efficience d'Utilisation de l'Eau

### Introduction

Dans les zones arides et semi-arides du bassin méditerranéen, la pluviométrie annuelle est faible (200 à 400 mm) et variable en quantité et en distribution durant la saison. Au Maroc, ces régions occupent 87% des terres agricoles sur lesquelles 54% de la population est établie.

Les systèmes de culture de ces régions sont basés sur les céréales d'automne (blé et orge), en rotation avec les légumineuses (fève et lentille), selon les disponibilités en eau. Le long d'un gradient d'aridité, de l'aride au semi-aride, la superficie occupée par les légumineuses augmente, celle de la jachère diminue alors que le blé remplace progressivement l'orge. A l'étage supérieur des zones semi-arides, et sur des sols lourds et profonds, les cultures de printemps (Maïs et pois chiche) sont pratiquées. Globalement, l'assolement des zones arides et semi-arides est constitué de 72% de céréales, 8% de légumineuses et 23% de jachère.

Dans les zones arides et semi-arides, le principal facteur qui limite la productivité des cultures est l'eau. Les cultures sont souvent soumises à la sécheresse intermittente à n'importe quel moment de leur cycle, selon la distribution saisonnière de la pluviométrie, mais sont dans tous les cas soumises à la sécheresse de fin de cycle, surtout pour les cultures à cycle long.

Tenant compte de la limitation imposée par le régime pluviométrique en zone aride et semi-aride, il est nécessaire de développer des techniques agricoles qui permettent d'utiliser au mieux les faibles ressources en eau disponibles pour une amélioration et une stabilisation de la production.

Tableau 1: Pluviométrie moyenne annuelle au niveau de quatre principales régions agricoles du Maroc (6,8)

Station	Période	Pluviométrie moyenne (mm)	Coefficient de variation (%)	Max. (mm)	Min. (mm)
Meknès	(1960-1990)	558	25	904	351
Settat	(1915-1987)	386	33	743	187
Safi	(1960-1990)	341	37	642	147
Marrakech	(1926-1980)	245	29	427	119

### Régime pluviométrique des régions arides et semi-arides

Dans les zones arides et semi-arides, la pluviométrie annuelle est faible par rapport aux besoins des cultures et présente une variabilité inter-annuelle et intra-annuelle importante. L'étude du régime pluviométrique de ces régions est souvent considérée comme une étape importante des études préliminaires à l'aménagement agricole et à l'utilisation efficiente des ressources en eau disponibles.

### Aridité du climat

La plupart des plaines agricoles marocaines sont classées dans l'étage bio-climatique aride à semi-aride. Ces étages sont définis et classés à l'aide d'indices d'aridité climatiques. L'indice le plus classiquement utilisé au Maroc est le "quotient pluviothermique" d'Emberger. L'UNESCO utilise l'indice d'aridité (P/ETP) pour définir les zones arides ( $0,03 < P/ETP < 0,20$ ) et semi-arides ( $0,20 < P/ETP < 0,50$ ). La FAO a utilisé la durée de la période de croissance permise par le climat pour définir les étages bio-climatiques. La période de croissance étant définie par le nombre de jours dans l'année où la pluviométrie est supérieure à la moitié de l'ETP. Les régions ayant une période de croissance de 1 à 74 jours sont considérées comme arides et les zones à période de croissance de 75 à 119 jours sont classées semi-arides.

### Variabilité de la pluviométrie annuelle

Pour illustrer la variabilité de la pluviométrie annuelle en zone aride et semi-aride, prenons le cas de quatre stations d'observation situées sur une ligne d'aridité croissante: Meknès, Settat, Safi et Marrakech. Le tableau 1 présente pour ces stations la pluviométrie annuelle moyenne sur une longue période, son coefficient de variation, et les extrêmes.

Dans ces conditions de grande variabilité de la quantité annuelle de pluie, les valeurs moyennes même assorties de coefficients de

variation, ne permettent pas à elles seules d'appréhender les risques de sécheresse. On est alors amené d'analyser le régime pluviométrique en termes de probabilité.

Le tableau 2 montre, pour les mêmes stations et périodes précédentes, les quantités de pluie annuelles attendues par niveau de probabilité.

Pour interpréter le tableau 2, on peut considérer la probabilité présentée comme étant celle d'une valeur minimale. Ainsi, en prenant la pluviométrie de 293 mm à Safi et correspondant à la probabilité de 0,30, on peut dire que pour cette région, une pluie annuelle d'au moins 293 mm est reçue sept années sur dix. Autrement, nous avons 70% de chance de recevoir une quantité de pluie annuelle supérieure à 293 mm. On peut aussi conclure que trois années sur dix on a au plus 293 mm de pluviométrie annuelle.

Pour une même quantité de pluie annuelle, sa répartition durant la saison pluvieuse peut être différente selon les années. Cette variabilité peut être caractérisée par la durée de la période pluvieuse et la distribution de la pluviométrie durant cette période.

### Distribution saisonnière de la pluviométrie

Selon l'aridité du climat d'une région, le début de la saison des pluies est plus ou moins tardif. Le début de la saison pluvieuse, qui précède la saison de croissance des cul-



## SOMMAIRE

# n° 50

### Gestion de l'Eau

- Régime pluviométrique des régions arides et semi-arides.....p. 1
- Besoins en eau des cultures.....p.2
- Techniques d'amélioration de l'Efficience d'Utilisation de l'Eau.p.3

Tableau 2: Pluviométrie annuelle attendue par niveau de probabilité (6,8)

Région	Probabilité								
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
	-----mm-----								
Meknès	389	415	475	512	531	557	630	652	798
Settat	230	270	308	340	375	408	438	485	563
Safi	171	245	293	313	327	377	441	497	598
Marrakech	153	176	197	218	242	264	285	308	340

tures, est caractérisé par l'accumulation d'une certaine quantité de pluie (20 à 50 mm) pendant une courte période (3 à 10 jours). Cette quantité minimale est indispensable pour créer les conditions nécessaires à l'établissement de la culture en permettant les travaux du sol, la germination, et la levée et marquer ainsi le début de la saison de croissance. Le tableau 3 indique, par région et par niveau de probabilité, le nombre de jours nécessaires à l'accumulation de 25 mm à partir du premier octobre.

Le tableau 3 montre qu'en moyenne (50% de cas), le nombre de jours nécessaires à l'accumulation de 25 mm de pluie sur une période de 10 jours successifs est respectivement de 38, 47, et 52 jours après le 1<sup>er</sup> octobre pour Settat, Abda, et Ben Guérir.

Après le début de la saison pluvieuse, la distribution de la pluviométrie durant la saison de croissance est variable selon les années. Il y a des années où la pluviométrie est assez bien répartie et d'autres où elle est soit concentrée au début soit à la fin de la saison.

Par rapport à la saison de croissance des cultures, le début de la fin de la saison pluvieuse commence à partir du moment où la réserve du sol a atteint son maximum, qui se situe en général durant la période de Janvier à la mi-Mars. A partir de cette date, la

Tableau 3: Nombre de jours nécessaires à l'accumulation de 25 mm de pluie (pendant 3-10j), à partir du 1<sup>er</sup> Octobre, par niveau de probabilité (8)

Région	Probabilité								
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
	-----jours-----								
Settat	14	21	27	33	38	44	52	62	76
Abda	20	28	33	40	47	55	64	75	91
Ben Guérir	20	30	37	45	52	62	73	87	117

réserve en eau du sol s'épuise progressivement à mesure qu'on se rapproche de la fin du cycle. La durée du cycle cultural peut dans certains cas être écourtée si la réserve utile du sol n'a pas été totalement remplie et/ou si la pluviométrie a été faible en fin du cycle.

#### Autres facteurs d'aridité

Outre les facteurs pluviométrie et régime d'évaporation (ou de température) qui déterminent les disponibilités en eau pour une région, les sols par leur nature et leur profondeur peuvent soit tamponner l'aridité climatique soit l'accentuer. Les sols lourds et profonds permettent un report d'eau des périodes exceptionnellement pluvieuses aux périodes ultérieures sèches. Par contre, les sols peu profonds ou à texture sableuse accentuent l'aridité. Ces généralisations ne sont cependant pas toujours vraies du fait des interactions climat-terrain. Dans ce sens, on peut signaler que les sols lourds ou profonds ne sont favorables en zone aride que pendant les années particulièrement pluvieuses

au début. Pour les années sèches à bonne distribution pluviométrique, les sols à texture légère sont souvent plus productifs.

#### Besoins en eau des cultures

Une culture au champs perd continuellement l'eau, qu'elle puise du sol, au profit de l'atmosphère. Les phénomènes strictement physiques de l'évaporation et de la diffusion, responsables des pertes d'eau vers l'atmosphère, dissipent l'énergie solaire reçue au niveau des surfaces de la culture et du sol. Lorsque le taux d'absorption de l'eau du sol par les racines ne compense plus les pertes due à l'évaporation (transpiration), la culture est sous l'effet d'un stress hydrique. On peut donc considérer que le besoin en eau d'une culture est équivalent à la quantité d'eau nécessaire à combler l'eau perdue par évaporation au niveau des plantes et du sol (évapotranspiration) durant le cycle cultural sans qu'il y ai eu de stress hydrique.

#### Définitions

Selon la FAO, le besoin en eau d'une culture est "la quantité d'eau nécessaire à couvrir les pertes en eau par évaporation (évapotranspiration de la culture) d'une culture saine, cultivée en grande parcelle, sans contraintes du sol (fertilité et humidité), et réalisant son potentiel de production sous les conditions considérées". Cette définition correspond à l'évapotranspiration maximale d'une culture (ETM) qui dépend du pouvoir d'évaporation de l'air ou demande climatique (ETP) et du coefficient cultural (Kc). Ce dernier est en grande partie une caractéristique de la culture, notamment de son degré de couverture du sol.

La demande climatique ou évapotranspiration potentielle (ETP) est définie comme étant "le taux d'évaporation d'une surface étendue de

gazon, en croissance active, ayant une hauteur uniforme de 8 à 15 cm, couvrant complètement le sol, et ne souffrant pas de stress hydrique". d'autres définitions de L'ETP (ou ET<sub>o</sub>) sont basées sur l'évaporation d'une surface d'eau libre ou d'une autre culture de référence.

#### Calcul des besoins en eau

Par définition, le besoin en eau d'une culture est équivalent à l'ETM, calculée de la façon suivante:

$$ETM = ETP \cdot Kc$$

l'échelle de temps sur laquelle les besoins sont calculé peut être l'heure, la journée, la décade, le mois ou la phases de croissance, selon l'objectif poursuivi et la disponibilité de données. Les unités sont en mm par unité de temps considérée pour l'ETM et l'ETP, et sans unités pour le Kc qui est un coefficient dont les valeurs sont théoriquement comprises entre 0 et 1, selon le stade de la culture. Le besoin total pour tout le cycle de la culture est obtenu par intégration.

L'évapotranspiration potentielle peut être mesurée directement, selon les exigences de sa définition, à l'aide d'un lysimètre où serait cultivée la culture de référence. Elle peut aussi être mesurée directement à l'aide d'un bac d'évaporation standard (type Colorado ou Class A) ou d'autres évaporomètres, tels ceux de Piche ou de Livingstone. Cependant, et du fait que l'ETP est plutôt une caractéristique du climat, elle peut être calculé à partir de paramètres climatique.

Les formules de calcul de l'ETP à partir de données météorologiques peuvent être classées en quatre groupes: (1) les méthodes aérodynamiques, (2) les méthodes du bilan d'énergie, (3) les méthodes combinées et (4) les formules empiriques. Les méthodes du premier groupe considèrent que les deux facteurs majeurs qui influencent l'évaporation sont le gradient du taux d'humidité de l'air et la turbulence. Les méthodes du deuxième groupe utilisent l'équation du bilan d'énergie pour calculer la quantité de chaleur latente. Les méthodes combinées qui utilisent les deux précédentes approches sont les plus utilisées et les plus précises du point de vue théorique. La formule la plus couramment utilisée est celle de Penman qui nécessite les données climatiques suivantes: la température, l'humidité de l'air, la vitesse du vent, et la durée d'insolation ou la radiation solaire.

Les méthodes empiriques regroupent plusieurs formules qui utilisent des relations observées entre l'évaporation et un ou plusieurs données climatiques. Ces relations sont souvent établies localement et donc peuvent ne pas étre transposables à d'autres régions. Les formules les plus utilisées dans ce dernier groupe sont celles de Blaney-Cridle et de Thornwaite. Le recours aux méthodes empiriques pour le calcul de L'ETP est souvent la seule alternative dans la situation où les seules enregistrements disponibles sont ceux de la température.

Globalement, l'ETP suit les variations saisonnières et journalières du rayonnement solaire (et de la température). En zone semi-aride méditerranéenne, les valeurs journalières moyennes de l'ETP se situent entre un peu mois de 1mm/j en hiver jusqu'à 8 à 10 mm/j en été. En outre, le régime d'évaporation est relativement plus stable d'une année à l'autre que le régime pluviométrique tel que décrit précédemment. Il s'en suit donc que les besoins en eau des cultures sont assez prévisibles d'une année à l'autre.

Le second terme de la formule de calcul des besoins en eau des cultures est le coefficient cultural (Kc). Sa valeur est largement affectée par la nature de la culture, sa hauteur, sa durée de cycle, et son taux de croissance. La fréquence des pluies ou de l'irrigation au début du cycle de la culture affecte aussi le Kc. Par définition, ce coefficient traduit le rapport entre l'évapotranspiration de la culture à un stade donné et l'ETP. Kc est donc toujours établi expérimentalement au début, pour une région et une culture données, puis ensuite confiné dans des tables pour une utilisation ultérieure dans la même région ou dans une région similaire. Selon la méthode utilisée pour le calcul de l'ETP ou selon l'amplitude des différences entre la culture et celle de référence, Kc obtenu expérimentalement peut légèrement dépasser la valeur de 1.

Tableau 4: Durée des phases de croissance et Kc des principales grandes cultures (3)

CULTURE	Kc		Durée de la phase de croissance (j)			
	(2)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
Orge	1.05	0.25	20	25	60	30
Haricot	0.95	0.85	20	30	30	10
Maïs	1.05	0.55	30	40	40	30
Lentille	1.05	0.30	20	30	60	40
Blé	1.05	0.25	20	25	60	30
Coton	1.05	0.65	30	50	60	55

Les valeurs publiées de Kc sont souvent données par culture, tout en tenant compte des diverses phases de croissance. Le cycle des cultures peut être subdivisé en quatre phases de croissance: (1) la phase initiale qui s'étend du semis à environ 10% de la couverture du sol, (2) la phase de développement du couvert végétal se terminant au moment où la couverture du sol est complète, (3) la mi-saison qui se termine par le début de la chute ou la sénescence du couvert foliaire, et (4) la phase de maturation.

L'évolution du Kc au cours du cycle d'une culture présente la forme d'une cloche similaire à celle de l'indice foliaire ou du taux de couverture du sol. La valeur du Kc est donc considérée comme constante durant la phase initiale où le sol est prédominant et pendant la phase de mi-saison où la couverture du sol par la culture est complète. Les valeurs du Kc pendant les autres phases de croissance (2 et 4) sont obtenus par interpolation. Donc, connaissant d'une part les valeurs du coefficient cultural de la phase initiale, de la mi-saison, et de la récolte, et d'autre part les durées des périodes de croissance, on peut obtenir pour la culture considérée la valeur du Kc à n'importe quel moment du cycle. Du fait que le Kc durant la phase initiale est fonction de la fréquence d'irrigation ou de pluie, il est obtenu à partir d'abaques pré-établies où sa valeur varie de entre 0,2 (fréquence de 20 jours) et 0,7 (fréquence de 3 jours).

Le tableau 4 donne, pour certaines cultures, les valeurs du Kc pour la phase de croissance mi-saison et la récolte ainsi que les durées des phases de croissance.

Tableau 5: Besoins en eau moyens des principales cultures (3)

Culture	Besoins en eau (mm)
Avocat	650 - 1000
Banane	700 - 1700
Betterave	450 - 850
Blé/orge	300 - 450
Canne à sucre	1000 - 1500
Coton	550 - 950
Haricot	250 - 500
Luzerne	600 - 1500
Oléagineux	300 - 600
Pomme de terre	350 - 625
Riz	500 - 950
Soja	450 - 825
Sorgho	300 - 650
Tabac	300 - 500

En appliquant la méthodologie de calcul des besoins en eau des cultures, comme décrite ci-dessus, la gamme des valeurs obtenues, pour différentes cultures et différentes régions, est donnée dans le tableau 5.

#### Bilan disponibilités-besoins en eau

En agriculture pluviale, les ressources en eau pour l'agriculture proviennent des précipitations. La confrontation des disponibilités pluviométriques aux besoins en eau des cultures, calculés précédemment, permet d'évaluer le déficit hydrique climatique (DHC).

Pour une culture et une région données, le DHC peut être grossièrement évalué comme étant égal à (DHC=ETM-P). En zone aride et semi-aride, ce déficit est généralement positif, indiquant que la pluviométrie ne couvre que partiellement les besoins en eau des cultures. Ce déficit peut aussi être présenté sous forme de taux de couverture des besoins [TS=(ETM-P)/ETM] ou sous forme d'indice de déficit [IDHC=1-((ETM-P)/ETM)].

Cependant, l'utilisation de la pluviométrie comme indicateur de la disponibilité réelle en eau n'est que grossière. Pour évaluer le déficit hydrique climatique réel, l'estimation ou la mesure directe de l'ETR (évapotranspiration réelle) est nécessaire du fait que la pluviométrie n'est pas totalement disponible durant le cycle de la culture. Dans ce cas, le déficit hydrique climatique est égal à (ETM-ETR). Le tableau 6 montre, pour deux régions semi-arides, les niveaux moyens (30 ans) des indices agro-climatiques pour le blé.

Le tableau 6 montre que les besoins en eau du blé se situent aux environs de 500 mm et que seuls les deux tiers de ces besoins sont couverts par la pluviométrie (TSB). Il faut aussi noter, comme indiqué précédemment, que les besoins en eau sont moins variables que l'ETR ou de déficit climatique.

Tableau 6: Déficit hydrique climatique et taux de satisfaction des besoins à Meknès et à Settat (6,7)

	Meknès		Settat	
	Moyenne	CV(%)	Moyenne	CV(%)
ETM (mm)	498	8	473	7
ETR (mm)	318	18	274	22
DHC (mm)	180	50	199	37
IDHC (%)	36	45	42	35
TSB (%)	64	14	58	25

D'autres études plus fines évaluent le déficit hydrique par phase de croissance ou par décennie pour dégager les périodes où la culture souffre le plus de la sécheresse.

Dans les périmètres-irrigués, le déficit hydrique climatique, appelé aussi besoin en irrigation, est comblé par des apports d'eau. En agriculture pluviale, ce déficit est une contrainte climatique majeure qui définit la limite supérieure de la production végétale.

Toute la problématique de l'augmentation et de la stabilisation des rendements des cultures en zone aride et semi-aride repose sur la gestion de la contrainte climatique en développant des techniques culturales qui valorisent au mieux les faibles disponibilités en eau. Ceci introduit donc les notions d'efficacité d'utilisation de l'eau et des techniques qui permettent de l'améliorer.

## Techniques d'amélioration de l'Efficiace d'Utilisation de l'Eau

### Définitions

L'efficacité d'utilisation de l'eau pour la production végétale (EUE) est définie comme étant le ratio entre la production et l'eau consommée. Elle peut se calculer à plusieurs échelles de temps et de niveaux d'analyse. Pour un physiologiste, cette notion traduit l'efficacité des feuilles à échanger l'eau contre le gaz carbonique, ou en d'autres termes le ratio entre la photosynthèse et la transpiration. Pour un agronome, l'EUE est le ratio entre la production de matière sèche (ou le rendement) et la consommation en eau (ETR).

$$EUE_{ms} = \frac{\text{Matière sèche (MS)}}{\text{ETR}} \quad (1)$$

$$EUE_g = \frac{\text{Rendement grain (gr)}}{\text{ETR}} \quad (2)$$

Pour les besoins de l'analyse, prenons l'équation (1) qui par ailleurs est probablement la plus appropriée pour les zones arides et semi-arides du fait de l'importance aussi bien de la paille que du grain dans ces régions.

Par définition, l'ETR est composé de la somme de deux quantités qui sont la transpiration (T) et l'évaporation du sol (Es):

$$ETR = T + Es \quad (3)$$

Par ailleurs, la matière sèche (grain+paille) produite par la culture peut être exprimée comme suit:

$$MS = T (MS/T) \quad (4)$$

L'équation (1) peut donc être reformulée comme suit:

$$EUE = \frac{MS/T}{1 + (Es/T)} \quad (5)$$

Le rapport MS/T traduit la quantité de matière sèche produite par unité de transpiration et de ce fait il est appelé "efficacité de transpiration".

### Techniques d'amélioration de l'EUE

D'après sa définition (équation 5), l'EUE peut être améliorée en augmentant l'efficacité de transpiration (MS/T) et/ou en réduisant le rapport Es/T. En effet, ces deux stratégies figurent parmi les principaux moyens utilisés pour améliorer l'efficacité d'utilisation de l'eau dans les zones arides et semi-arides. Les différentes stratégies adoptées sont résumées dans le tableau 7.

Ces stratégies peuvent être classées en quatre groupes qui sont (1) le choix de cultures et de génotypes adaptés à la sécheresse et à la région considérée, (2) l'augmentation de la part de la transpiration dans l'ETR (réduire Es/T), (3) l'augmentation de l'efficacité de transpiration (MS/T), et (4) l'ajustement des besoins en eau des cultures à l'offre climatique.

### Choix des cultures et de génotype adaptés

L'exploitation de la variabilité génétique de la durée du cycle des cultures est un moyen important dans l'ajustement du cycle à la saison pluviométrique. La superposition de la saison de croissance à la saison pluvieuse permet de profiter des disponibilités en eau pour la transpiration et fait échapper la culture au stress hydrique durant sa période productive. La durée de la saison des pluies est généralement de 4 à 5 mois dans le semi-aride méditerranéen et est d'autant plus courte que le climat est aride. L'utilisation de variétés plus au moins précoces a permis une augmentation et une stabilisation des rendements dans les zones arides et semi-aride.

L'utilisation de génotypes présentant des caractères des résistance à la sécheresse tels que la sensibilité à la photopériode, la plasticité dans le développement, un système racinaire dense et profond, l'ajustement osmotique, la maintenance du couvert foliaire, et un indice de récolte plus important, peut aussi contribuer à l'augmentation de l'efficience d'utilisation de l'eau.

### Réduction de la part de l'évaporation du sol dans l'ETR

En zone aride et semi-aride, la part de l'évaporation du sol dans l'ETR est souvent supérieure à 50% (5). Cette eau perdue par évaporation directe au niveau du sol est une perte du fait qu'elle n'intervient pas dans la production de la culture. Seule la quantité d'eau transpirée génère une production. Il est donc important à ce niveau de canaliser toute l'eau disponible vers la transpiration. La majeure partie de Es est perdue durant le début de cycle où le sol est faiblement couvert par la culture et où le sol est généralement humide en surface.

Les techniques pouvant contribuer à la réduction de l'évaporation du sol sont le mulching, une densité optimale de peuplement couvrant rapidement le sol, et l'utilisation de génotypes ayant une vigueur importante au départ pour maximiser l'interception de la radiation par les feuilles.

### Augmentation de l'efficience de transpiration (MS/T)

La quantité de matière sèche produite par unité de transpiration est un paramètre relativement stable pour une culture donnée, dans un milieu donné. Cependant, des variations existent par groupes de culture. Les plantes C<sub>4</sub> (ex. Maïs, sorgho, canne à sucre) ont une efficience de transpiration plus importante que les plantes C<sub>3</sub> (ex. Blés, légumineuses). D'autre part, l'efficience de transpiration est plus importante durant les périodes à faible pouvoir évaporant de l'air (ex. l'hiver). La valeur de cette efficience varie entre 4 et 9 g de matière sèche par Kg d'eau.

Les techniques culturales pouvant contribuer à l'augmentation de l'efficience de transpiration sont le choix de cultures plus efficaces (C<sub>4</sub>), l'avancement des semis vers l'hiver, et le choix d'un système de culture basé sur les cultures hivernales.

### Equilibrer le bilan offre-demande en eau

Cette stratégie essaye d'agir sur le bilan hydrique des cultures en augmentant d'une part

**Tableau 7: Stratégies d'Amélioration de l'Efficience d'Utilisation de l'Eau en Zones Arides et Semi-arides**

Stratégie d'amélioration de l'EUE	Techniques à mettre en oeuvre
Utilisation de cultures et génotypes adaptés	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ajustement du cycle phénologique de la culture à la saison pluvieuse (variétés précoces/tardives)</li> <li>• Variétés résistantes à la sécheresse</li> <li>• Variétés à enracinement dense et profond</li> <li>• Variétés à fort indice de récolte</li> </ul>
Augmenter la part de la transpiration dans l'ETR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réduire l'évaporation du sol par le mulching, le choix de la densité de peuplement, et un rapide recouvrement du sol par la culture au début du cycle</li> </ul>
Augmenter l'efficience de transpiration	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Choix des cultures d'automne</li> <li>• Choix des cultures efficaces (C<sub>4</sub>)</li> <li>• Pratiquer les cultures à cycle court</li> <li>• Semis précoce</li> </ul>
Equilibrer l'offre et la demande en eau	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Augmenter les disponibilités en eau de la culture par l'irrigation, la collecte et le stockage des eaux de ruissellement, la jachère, l'enracinement, le travail du sol, et le contrôle des mauvaises herbes.</li> <li>• Ajuster le couvert végétal aux disponibilités en eau par le choix de la densité de peuplement, la structure de semis, la réduction du peuplement, le déprimage, et les antitranspirants</li> </ul>

la mobilisation de l'eau pour les cultures et d'autre part en réduisant le besoin des cultures à un niveau compatible avec celui des disponibilités.

Pour augmenter les ressources en eau disponibles, la technique de choix étant l'irrigation. Comme les disponibilités en eau globales au niveau des régions arides et semi-arides sont insuffisantes pour combler totalement les besoins des cultures, leur mobilisation peut néanmoins servir d'appoint aux stades les plus sensibles de la culture et durant les années les plus sèches. On parle donc dans ces régions d'irrigation de supplément ou d'appoint. L'eau peut être mobilisée et collectée dans des ouvrages locaux comme les barrages collinaires.

Les eaux de ruissellement peuvent aussi être mobilisées en réservant une surface de sol pour la collecte de l'eau, généralement un petit bassin versant ou une partie de la parcelle, et l'eau est dirigée vers la partie cultivée. Selon l'aridité du climat, on choisira un rapport approprié entre la surface de collecte et celle de culture. L'augmentation de l'infiltration et la réduction du ruissellement sont aussi utilisées pour mobiliser l'eau au niveau de la parcelle.

D'autres techniques d'augmentation des disponibilités en eau pour la culture sont la jachère, le travail du sol et le contrôle des mauvaises herbes. La jachère permet un report d'eau d'une saison à l'autre. Le travail du sol favorise l'enracinement de la culture et l'infiltration de l'eau. Cependant, il peut contribuer à une perte en eau lorsqu'il est profond et lorsqu'il est réalisé en période sèche.

la réduction de la demande en eau par la culture permet d'ajuster la consommation aux

disponibilités et éviter ainsi les effets néfastes du stress hydrique sur le rendement. Les techniques utilisées dans ce domaine sont la réduction de la densité de semis, l'utilisation de larges interlignes de semis, la réduction du peuplement en période de sécheresse, et l'utilisation de produits chimiques capables d'arrêter la transpiration (antitranspirants).

### Conclusion

La gestion de la contrainte pluviométrique au niveau des zones arides et semi-arides nécessite tout d'abord la caractérisation de cette contrainte qui pose une limite supérieure à la productivité des cultures. L'augmentation et la stabilisation des rendements dans ces régions est basée sur l'application de techniques qui permettent l'augmentation de l'efficience d'utilisation de l'eau ■.

Par Prof. A. BAMOUH

Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II

### Bibliographie

- (1) Harris, H.C; Cooper, P.J.M, and Pala, M (1991). Soil and crop management for improved water use efficiency in rainfed areas, ICARDA.
- (2) Ludlow, M.M and Muchow, R.C (1990). A critical evaluation of traits for improving crop yields in water-limited environments. *Advances in Agronomy*, vol. 43.
- (3) FAO (1977). Crop water requirements, Bull. 24.
- (4) Arnon, I (1972). crop production in dry regions.
- (5) Bamouh, A (1991). Effet de la densité de peuplement et de l'irrigation d'appoint sur l'interception de la lumière, l'utilisation de l'eau et la production de matière sèche chez la fève et le coton en zone semi-aride. Thèse de doctorat, Université de Californie, Davis, USA.
- (6) Noufiri, H (1992). Application d'un modèle de simulation du bilan hydrique à la prévision des rendements de la fève. Mémoire IAV.
- (7) Baidada, A (1989). Evaluation et validation d'un modèle de simulation du déficit hydrique. Mémoire IAV.
- (8) Watts, D.G and El Mourid, M (1988). Rainfall patterns and probabilities in the semi-arid cereal production region of Morocco. Programme Arido., INRA.

Pour vos questions, remarques, suggestions, abonnements et contributions au BTT:  
**Adresse:** B.P. 6446-Instituts, Rabat, Maroc,  
**Fax/Tél.:** (212) 7-77-80-63,  
**Internet:** bamouh@acdim.net.ma

Texte intégral du bulletin accessible par internet:  
<http://www.mygate.org/~bamouh/>  
 ou  
<http://www.altern.org/cntta/>