



**Projet INCO-WADEMED**  
Actes du Séminaire  
Modernisation de l'Agriculture Irriguée  
Rabat, du 19 au 23 avril 2004



## Valorisation agronomique de l'eau dans les périmètres d'épandage de crue au Sud du Maroc

A. Bouaziz<sup>1</sup>, M. Badraoui<sup>1</sup>, M. Agbani<sup>1</sup>, M. Darfaoui<sup>2</sup>

<sup>1</sup> IAV Hassan II, BP 6202, 10101 Rabat-Instituts, Maroc

<sup>2</sup> Direction Provinciale d'Agriculture, Guelmim, Maroc

E-mail : [a.bouaziz@iav.ac.ma](mailto:a.bouaziz@iav.ac.ma)

**Résumé** - Dans les régions du Sud marocain, dont le déficit hydrique est chronique, le développement agricole passe nécessairement par l'irrigation. Les pouvoirs publics ont beaucoup investi pour mobiliser l'eau et aménager des périmètres d'épandage de crues (pour dériver et écrêter les eaux de crues), représentant environ 70 000 ha. Si les aménagements hydro-agricoles ont reçu la quasi-totalité des investissements, la valorisation de l'eau mobilisée dans ces périmètres est insuffisante. La DPA de Guelmim a confié à l'IAV Hassan II une recherche sur ce thème dans deux périmètres (2 000 ha, DPA de Guelmim et 320 ha, DPA de Tiznit). L'objectif est d'améliorer la productivité des céréales, donc l'efficacité de l'utilisation des eaux de crues. Les exploitations et les conduites culturales ont été décrites à l'aide d'enquêtes. Par ailleurs, des expérimentations (variétés, travail du sol et désherbage, fertilisation) ont été mises en place dans chaque périmètre, et répétées deux années successives. Le diagnostic a montré que la conduite des céréales est sommaire : après la crue et le ressuyage, on procède directement au semis, et à la couverture des graines au covercrop. Rares sont les agriculteurs qui préparent le sol et sèment avant l'arrivée des crues. Après les deux années d'expérimentations, trois variétés d'orge confirment leurs performances de rendement et de valorisation de l'eau : Oussama, Tissa et Tiddas. Pour les blés tendres, les variétés Aguilal, Marchouch et Kenz seraient à retenir pour ces régions d'épandage de crue (*faïd*). Pour les blés durs, les variétés Massa, Sebou et Karim sont très performantes surtout en conditions favorables, alors que la variété Vitron a un comportement proche de la variété d'orge Oussama, performante en conditions difficiles, et moyenne dans des environnements favorables. L'efficacité de l'utilisation de l'eau par les variétés testées varie entre 5 et 14 kg de grains/ha.mm, ces valeurs sont similaires, voire supérieures à celles des périmètres de grande hydraulique, où l'efficacité est souvent inférieure à 10 kg/ha.mm. Cependant, dans les périmètres étudiés, les facteurs limitants proviennent surtout des aménagements fonciers (nivellement, uniformité de distribution de l'eau, absence de talus. . .). La modernisation de l'irrigation dans les périmètres d'épandage de crues est avant tout tributaire de la maîtrise de l'épandage des eaux lors des crues et du maintien du nivellement. L'adoption d'itinéraires techniques adaptés permettra de mieux valoriser l'eau mobilisée.

*Mots clés* : blé, blé dur, blé tendre, crue, désherbage, efficacité de l'eau, fertilisation, modernisation, orge, périmètre irrigué, travail du sol, valorisation de l'eau, variété, Maroc

## 1 Problématique

Le Maroc est un pays essentiellement aride. En effet, 93 % de son territoire se situe dans les étages bioclimatiques semi-aride, aride et désertique. Le développement agricole dans ces zones à déficit hydrique chronique passe nécessairement par l'irrigation. Depuis l'indépendance, un investissement important a été réalisé par les pouvoirs publics pour la mobilisation de l'eau et l'aménagement hydro-agricole dans les zones dites de " petite et moyenne hydraulique ". Une attention particulière a été donnée aux périmètres irrigués par épandage de crues dans les zones arides et désertiques marocaines. La superficie étudiée dans ces périmètres se situe aux environs de 70 000 ha.

Si les aménagements hydro-agricoles (travaux de dérivation et d'écrêtement des crues) ont reçu la quasi-totalité des investissements et progressent normalement, la valorisation de l'eau mobilisée dans les conditions écologiques et socio-économiques des périmètres irrigués par épandage de crues n'est pas encore bien maîtrisée. En effet, peu d'études ont été réalisées pour établir des références techniques de mise en valeur adaptée permettant d'optimiser l'utilisation des eaux parfois abondantes mobilisées lors des crues.

Les responsables du développement agricole (DPA, Directions provinciales de l'agriculture, et ORMVA, Offices régionaux de mise en valeur agricole) et les utilisateurs d'eau (agriculteurs principalement, organisés en associations d'usagers de l'eau agricole) dans ces périmètres ont besoin d'un appui technique leur permettant de valoriser l'eau lors de l'arrivée des crues, d'assurer une production satisfaisante et un maximum de revenu sans pour autant dégrader les ressources en terre disponibles. C'est dans ce cadre que la DPA de Guelmim a confié à l'IAV Hassan II (Institut agronomique et vétérinaire Hassan II) la réalisation d'un programme de recherche et développement en vue de la valorisation des eaux dans les périmètres de Oum Laâchar (2 000 ha) rattaché à la DPA de Guelmim et Dhar Amzaourou (320 ha) dans la zone d'action de la DPA de Tiznit.

## 2 Objectifs de l'étude

L'objectif recherché par ce programme est l'amélioration de la productivité des cultures, principalement les céréales, dans les deux périmètres irrigués par l'épandage de crues. Cette amélioration passe par la recherche de systèmes d'utilisation des eaux de crues plus efficaces, en particulier, des variétés adaptées et des itinéraires techniques appropriés.

Le programme s'articule autour des quatre thèmes suivants :

- Diagnostic des systèmes de production végétale pour dégager les contraintes et les possibilités de la mise en valeur intensive sous irrigation (analyse de la situation actuelle et proposition de règles de gestion conservatoire des ressources en eau et en sol) ;
- Evaluation et conservation de la fertilité des sols dans les systèmes d'épandage de crues ;
- Conduite d'essais de vérification et de démonstration de nouvelles variétés de céréales dans les systèmes d'épandage de crues (choix des variétés adaptées aux conditions écologiques et acceptées par les agriculteurs) ;
- Recherche de techniques de travail du sol permettant une meilleure valorisation de l'eau et la conservation du sol dans les systèmes d'épandage de crues.

## 3 Méthodologie

### 3.1 Diagnostic des systèmes de production végétale

Une fiche d'enquête sur l'exploitation contient toutes les informations qui permettent d'identifier l'exploitation, de connaître les caractéristiques de la famille, de recueillir les données socio-économiques liées à la main-d'œuvre, à l'émigration, au salariat agricole et à l'équipement de la ferme (habitat, bâtiment d'élevage, matériel, puits pour l'irrigation...). Ensuite, l'état parcellaire et les cultures pratiquées, les rendements, la destination et la transformation des produits agricoles sont abordés. Ces informations par enquête seront complétées par des observations sur les champs d'agriculteurs pour remplir des fiches techniques par culture, concernant la manière dont sont conduites les cultures effectivement sur le terrain au cours de la campagne. L'enquête a concerné 10 % de l'effectif total des exploitations.

### 3.2 Expérimentations

Dans les deux périmètres, les parcelles d'expérimentation ont été choisies selon deux critères :

- la proximité des parcelles du passage habituel des crues pour s'assurer de la réussite des essais ;
- la réceptivité des agriculteurs qui ont accepté la réalisation de ces essais sur leurs parcelles.

#### 3.2.1 Dispositifs expérimentaux et traitements

Trois types d'essais ont été réalisés dans chaque périmètre : des essais de variétés, de travail du sol et de désherbage, de fertilisation minérale.

Les mêmes dispositifs se répètent pour chaque type d'essai sur deux sites à Oum Laâchar et sur un site à Dhar Amzaourou.

Pour le périmètre d'Oum laâchar, les essais réalisés sur les sites 1 sont conduits en irrigué (irrigation gravitaire à partir d'un puits), afin de tester la réponse de plusieurs variétés, en terme de rendement, aux irrigations apportées aux différents stades de la culture. Le fait d'irriguer permet aussi de simuler les apports d'eau par les crues et de garantir l'obtention de résultats concernant les trois types d'essais (variétés, travail de sol et désherbage, fertilisation). Ces essais ont été irrigués en deux fois : 100 mm au semis, et 100 mm à l'épiaison.

Les essais réalisés sur les sites 2 sont conduits en *faïd* (eaux de crue).

**Essais de variétés** La superficie de l'essai est de 0,35 ha et regroupe les espèces suivantes : blé dur, blé tendre, orge et triticale. Le dispositif expérimental adopté est en blocs aléatoires complets avec quatre répétitions (blocs). Les quatre espèces de céréales : blé dur (7 variétés), blé tendre (7 variétés), orge (5 variétés) et triticale (1 variété) ont été tirées au hasard au sein de chaque bloc. Pour les deux sites précités, la parcelle élémentaire est d'une taille de 30 m<sup>2</sup> (4 m x 7,5 m). Le semis a été réalisé le 25 décembre 2002, après la crue et le ressuyage, avec une dose de semence de 150 kg/ha. La dose d'azote (N) apportée est de 80 unités/ha sous forme d'ammonitrate. Ont également été apportés 30 kg/ha de phosphore et 30 kg/ha de potassium. Le travail du sol pour l'installation des essais a été réalisé de la manière suivante : 1 passage de covercrop + épandage d'engrais + semis à la volée + 1 passage de covercrop.

**Essais de travail du sol et de désherbage** Cet essai a été réalisé sur environ 0,6 ha dans le site 2 et sur 0,82 ha dans le site 5. Pour les deux sites, six séquences techniques ont été retenues, dont deux témoins (pratiques locales des agriculteurs, séquences 1 et 4). Le dispositif expérimental est établi selon un criss-cross avec 6 traitements de travail du sol en 4 répétitions. Les séquences sont les suivantes :

- Séq. 1 : Crue - *SV* - *CC* (témoin)
- Séq. 2 : Crue - *CC* - *SV* - *CC*
- Séq. 3 : Crue - *CC* - *SV* - *CC* + désherbage
- Séq. 4 : Crue - *SV* - *CD* (témoin)
- Séq. 5 : Crue - *CD* - *SV* - *CC*
- Séq. 6 : Crue - *CD* - *SV* - *CC* + désherbage

avec : *SV*, semis à la volée ; *CC*, covercrop ; *CD*, cultivateur à dents.

Les séquences autres que le témoin visent à mieux préparer le lit de semences (séquences 2 et 5) ou à améliorer l'infiltration de l'eau dans le sol. Dans les séquences 3 et 6, le désherbage a été introduit en plus d'un passage de covercrop supplémentaire qui servira à l'amélioration du lit de semence. Ce traitement a été effectué manuellement le 13 mars 2003 sur les sites 1 et 3 et sur les deux séquences (3 et 6) du site 5, et chimiquement le 24 janvier 2003 au stade trois feuilles de la végétation à l'aide d'un herbicide sélectif (Lintur 70 WG, composé des deux matières actives, Triasulfulon, Dicamba) contre les adventices dicotylédones, en postlevée précoce, à la dose de 150 g/ha mélangé à 200 l d'eau.

### 3.2.2 Essai de fertilisation minérale

La superficie réservée à cet essai dans les différents sites est d'environ 0,45 ha. Le but de cet essai est de comparer l'effet de cinq traitements de fertilisation minérale sur le rendement d'une céréale (N, azote ; P, phosphore ; K, potassium) :

- T0 : 0 N, 0 P, 0 K
- T1 : 40 N, 0 P, 0 K
- T2 : 80 N, 0 P, 0 K
- T3 : 80 N, 30 P, 0 K
- T4 : 80 N, 30 P, 30 K

Ces doses ont été appliquées au semis. Le dispositif expérimental adopté est en blocs aléatoires complets avec quatre répétitions. Les traitements de fertilisation minérale ont été tirés au hasard au sein des blocs.

### 3.2.3 Mesures et observations

**Paramètres climatiques** Afin de situer l'année climatique de la campagne agricole en cours, un relevé des données climatiques des différents paramètres utiles (pluviométrie, température) a été effectué à partir de la DPA de Guelmim et de celle de Tiznit.

**Humidités des sols et bilan hydrique** Des prélèvements de quatre échantillons de sol sur une profondeur de 80 cm dans deux endroits différents pour chaque essai ont servi à la détermination de l'humidité du sol au moment de l'installation de la culture et à la récolte. Ces mesures ont servi pour évaluer la consommation en eau de la culture (évapotranspiration réelle : ETR), calculée à partir de l'équation du bilan hydrique :

$$ETR = P + I - R - D + (H_1 - H_2) \quad (1)$$

Avec :

- $P$ , précipitations ;
- $I$ , irrigation ;
- $R$ , ruissellement (négligé) ;
- $D$ , drainage (négligé) ;
- $H_1 - H_2$ , variation du stock d'eau du sol entre les stades considérés.

**Paramètres liés à la plante** Sachant que le rendement en grains est déterminé par ses principales composantes à savoir, le nombre d'épis/m<sup>2</sup>, le nombre de grains par épi et le poids de 1 000 grains, nos observations ont été concentrées sur ces composantes. En effet, quatre placettes de 0,25 m<sup>2</sup> échantillonnées aléatoirement au sein de chaque unité expérimentale ont servi à l'estimation du rendement en grain et de la biomasse totale. Des échantillons de 20 épis ont servi à la détermination du nombre d'épillets fertiles et stériles, du nombre de grains par épi ainsi que du poids de 1 000 grains.

Pour étudier l'action de l'apport d'eau sur la répartition des assimilés entre le grain et la paille, l'indice de récolte (IR) est calculé à partir de l'équation suivante :

$$IR = (\text{Rendement grain} / \text{Rendement total}) \times 100$$

**Matériel végétal** Vingt et une (21) variétés ont été testées (8 variétés de blé dur, 7 variétés de blé tendre, 5 variétés d'orge, 1 variété de triticale) pour évaluer leur degré d'adaptation aux conditions régnant à Guelmim et à Tiznit et comparer leur productivité afin de sélectionner les variétés les mieux adaptées aux climats de ces deux régions.

Pour les essais de travail du sol et celui de la fertilisation minérale, on a utilisé comme semence la variété de blé tendre Marchouch.

## 4 Résultats et discussion

### 4.1 Le diagnostic

Le diagnostic des systèmes de production végétale a montré que dans le cas du périmètre Oum Laâchar, nous sommes en présence de deux systèmes d'exploitation du milieu :

- le premier, dominant, est le système fondé sur l'épandage des eaux de crues avec des cultures notamment d'orge et de blé tendre, en plus de l'élevage ;
- le second est pratiqué par des agriculteurs aisés ou des exploitants locataires de la terre venant de l'extérieur de la région. Ceux-ci associent au premier système la pratique de cultures maraîchères intensives notamment la pastèque, le melon et la tomate. Cette tendance à la modernisation n'existe pas au sein du périmètre de Dhar Amzaourou de Tiznit.

Le diagnostic de la fertilité phospho-potassique montre que sur le périmètre de Dhar Amzaourou :

- la richesse des sols en phosphore assimilable est variable. La teneur varie de 6 à 40 mg/kg à Dhar Amzaourou. A l'exception d'une seule parcelle, dont la teneur mesurée est 40 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/kg, toutes les autres parcelles ont des sols pauvres en phosphore assimilable (< 20 mg/kg). Les sols du périmètre doivent donc recevoir des quantités de phosphore au moins égales aux besoins des cultures. Le fait que les sols soient calcaires suggère de renforcer la fertilisation phosphatée pour tenir compte des précipitations éventuelles d'une partie du phosphore sous forme calcique non assimilable ;

- la fertilité des sols en potassium est très variable d'une parcelle à l'autre du périmètre. La teneur en potassium échangeable varie de 39 à 394 mg/kg. Huit parcelles parmi les 21 analysées ont des teneurs faibles ( $< 100$  mg/kg). Le reste des parcelles présente des teneurs élevées et ne nécessite pas de besoin d'apport de potassium pour les céréales.

Pour le périmètre d'Oum Laâchar, le diagnostic de la fertilité phospho-potassique est le suivant :

- la richesse des sols en phosphore assimilable est également variable de 7,4 à 40 mg/kg ; 10 parcelles parmi les 43 échantillonnées (23 %) ont des valeurs supérieures à 20 mg/kg. En se référant aux normes établies dans les périmètres irrigués du Maroc (Moughli *et al.*, 1991) et à celles établies par Roche (1983), 77 % des parcelles analysées sont peu pourvues en phosphore ( $< 20$  mg/kg). Les sols du périmètre doivent donc recevoir des quantités de phosphore au moins égales aux besoins des cultures ;
- la fertilité des sols en potassium est également variable d'une parcelle à l'autre ; 21 % des parcelles ont des teneurs inférieures à 100 mg/kg. Cette valeur est généralement utilisée pour désigner des sols peu pourvus en potassium vis-à-vis des céréales lorsque le rendement moyen réalisable ne dépasse pas 2 t/ha. La majorité des parcelles analysées ont des teneurs moyennes en  $K_2O$  satisfaisantes ( $> 100$  mg/kg). A l'exception des 9 parcelles pauvres en potassium, la majorité des sols du périmètre devraient être capables de libérer les quantités de potassium nécessaires pour satisfaire les besoins des cultures de céréales.

En définitive, la fertilisation des céréales dans les deux périmètres (Oum Laâchar et Dhar Amzaourou) devrait être basée sur l'azote et le phosphore avec des besoins équivalents à environ 80 kg N/ha et 28 kg  $P_2O_5$ /ha, soit un équilibre N- $P_2O_5$ - $K_2O$  de 1 N - 0,35  $P_2O_5$  - 0  $K_2O$ . Ces normes doivent être vérifiées et confirmées à partir des résultats des expérimentations.

## 4.2 Les résultats d'expérimentations

### 4.2.1 Les essais de variétés

Durant la campagne 2002-2003, il y a eu deux crues dérivées à partir de oued Oum Laâchar : la première le 15 novembre 2002 après une pluie de 35 mm et la seconde le 11 décembre 2002 après une pluie de 30 mm. Les essais ont été installés après la deuxième crue. Deux autres averses ont eu lieu sans causer de crue ; une en février de 4 mm et l'autre en mars de 15 mm. Dans ces conditions, les rendements en grain obtenus ont varié entre 2,2 et 3,5 t/ha pour le blé dur, 2,4 et 3,6 t/ha pour le blé tendre et 1,3 à 3,2 t/ha pour l'orge. Les variétés de blé dur les plus performantes sont Karim, Sebou et Massa. Pour le blé tendre, les variétés les plus performantes sont Machouch, Kenz, Achtar, Amal et Aguilal. Pour l'orge, les variétés Tiddas et Tissa ont donné les meilleurs rendements.

Les résultats des deux années d'expérimentations ont été synthétisés par la réponse des différentes espèces et des variétés à l'environnement en prenant comme indice de celui-ci la moyenne du rendement de toutes les variétés en un milieu donné.

D'après la figure 1, on constate que pour les cinq variétés d'orge étudiées, les orges Hispanic et ACSAD 60 sont moins performantes sous différents environnements (difficiles ou relativement favorables). Elles ne sont donc pas adaptées aux conditions de ces régions. Les trois autres variétés d'orge peuvent être classées en deux catégories :

- Oussama, performante surtout en conditions difficiles, est la meilleure jusqu'à des indices d'environnement d'environ 17, elle est ensuite dépassée par les autres ;
- Tissa et Tiddas sont des variétés moyennes dans les environnements difficiles et très performantes dans les environnements favorables.

Trois variétés se confirment donc pour l'orge : Oussama, Tissa et Tiddas.

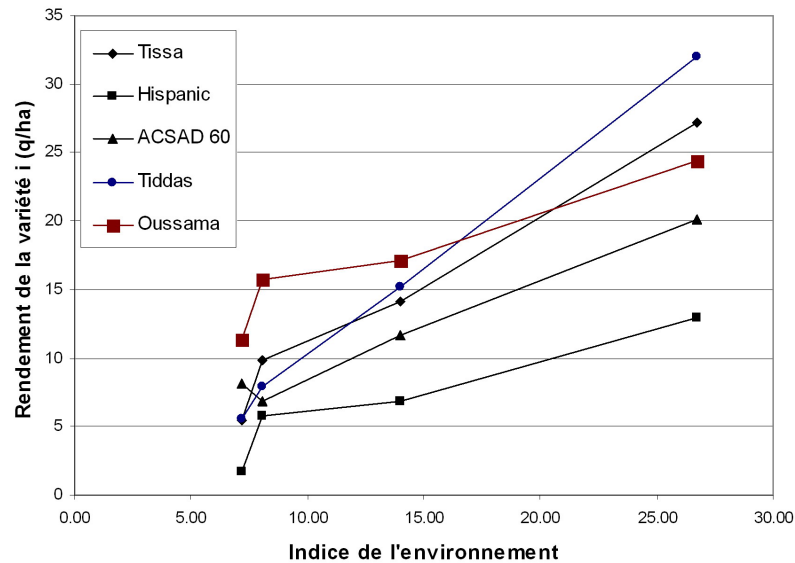


FIG. 1 – Réponse des variétés d'orge (rendement en q/ha, 1 quintal = 0,1 t) aux conditions environnementales (indice d'environnement égal à la moyenne du rendement de toutes les variétés en un milieu donné) des périmètres irrigués par épandage de crue du sud-ouest marocain.

Pour les blés tendres, les variétés testées peuvent être classées comme suit :

- Aguilal, relativement performante en conditions difficiles et moyenne en conditions favorables ; la variété Amal s'approche du comportement d'Aguilal ;
- Marchouch et Kenz sont très performantes dans des environnements favorables ;
- les trois autres variétés, Achtar, Mahdia et Arrihane sont peu performants en milieu favorable.

Les variétés de blé tendre Aguilal, Marchouch et Kenz seraient à retenir pour ces régions d'épandage de crue.

Pour les blés durs, les variétés Massa, Sebou et Karim sont très performantes surtout en conditions favorables. En revanche, la variété Vitron a un comportement intermédiaire, qui s'approche de celui de l'orge Oussama performante en conditions difficiles, et moyenne dans les environnements favorables. Les quatre autres variétés Marzak, Isly, Sarif et Oum Rbia, ne sont pas très performantes, surtout en conditions favorables.

Ces résultats confirment ceux du centre régional d'aridoculture de l'INRA de Settat.

Il est important de signaler que la production agricole dans les périmètres irrigués par épandage des eaux de crue est tributaire des aménagements fonciers. Ainsi, en 2001-2002, dans le périmètre de Guelmim, une fois les essais installés et la levée des cultures réussie, une crue a tout emporté en avril 2002. Ce fait montre l'ampleur du problème d'entretien du nivellement et des aménagements hydro-agricoles. De même à Tiznit, nous avons obtenu des résultats la première année et pas la deuxième année à cause du dessèchement des essais. La réussite des productions agricoles dans les périmètres irrigués par épandage de crue est également tributaire de la maîtrise des eaux de crue par des aménagements appropriés.

#### 4.2.2 Efficience d'utilisation de l'eau

Avec une ETR (évapotranspiration réelle) calculée de 253,3 mm pendant la campagne agricole 2002-2003, l'efficience d'utilisation de l'eau calculée pour toutes les variétés se situe entre 5,1 kg/mm pour l'orge variété Hispanic et 14,3 kg/mm pour le blé tendre variété Kenz (tableau 1). Pour les blés durs, les variétés Karim, Sebou et Massa valorisent mieux l'eau que les autres variétés en terme de rendement en grain. Cependant, la variété Massa est la plus performante en termes de rendements en grain et en matière sèche. Parmi les blés tendres, ce sont les variétés Marchouch et Kenz qui sortent du lot, suivies par Amal, Achar et Aguilal. Tiddas et Tissa sont les variétés d'orge les plus performantes en terme d'efficience d'utilisation de l'eau. En moyenne, les blés tendres apparaissent plus efficaces dans les conditions du périmètre irrigué par épandage de crue d'Oum Laâchar à Guelmim que les blés durs et les orges testés.

Les résultats d'efficience d'utilisation de l'eau obtenus dans ce travail sont des premières références dans les conditions des périmètres irrigués par épandage de crue. Elles sont du même ordre de grandeur que les meilleures efficacités d'utilisation de l'eau obtenues dans les grands périmètres irrigués où l'eau est mieux maîtrisée.

TAB. 1 – Efficacités d'utilisation de l'eau d'épandage de crue à Oum Laâchar par les différentes variétés de céréales testées durant la campagne 2002-2003.

Blé dur			Blé tendre			Orge		
Variété	Efficience d'utilisation de l'eau (kg grains/mm)	Efficience d'utilisation de l'eau (kg MS/mm)	Variété	Efficience d'utilisation de l'eau (kg grains/mm)	Efficience d'utilisation de l'eau (kg MS/mm)	Variété	Efficience d'utilisation de l'eau (kg grains/mm)	Efficience d'utilisation de l'eau (kg MS/mm)
Karim	10,9	30,2	Marchouch	13,2	46,4	Tissa	10,7	39,2
Sebou	11,8	36,7	Kenz	14,3	44,6	Hispanic	5,1	50,8
Massa	13,9	44,7	Achar	11,0	32,7	Acsad60	7,9	39,4
O.Rbia	9,1	29,7	Amal	12,1	38,4	Tiddas	12,6	55,4
Marzak	9,0	27,4	Aguilal	11,6	39,0	Oussama	9,6	47,6
Sarif	9,4	32,9	Mahdia	9,9	35,6			
Vitron	10,0	30,2	Arrihane	9,6	36,5			
Isly	9,0	29,4						
Moy.	10,4	32,7	Moy.	11,7	39,0	Moy.	9,2	46,5

#### 4.2.3 Les essais de travail du sol et de désherbage

La pratique actuelle d'installation des cultures céréalières, la plus courante sur les périmètres étudiés (Oum Laâchar et Dhar Amzaourou), est le semis sur le tapis, après la crue et le ressuyage, suivi d'un passage de covercrop. Etant donné la non utilisation ou l'inexistence de semoirs faute d'entrepreneurs de travaux à façon dans la zone, nous avons introduit le cultivateur à dents parmi les outils testés car il a donné des résultats intéressants en aridoculture. C'est un outil qui fragmente le sol sans le retourner, permettant ainsi d'augmenter l'infiltration de l'eau dans le sol.

D'après l'essai de travail du sol mis en place en 2001-2002 à Dhar Amzaourou, les matières sèches obtenues fluctuent entre 2,12 et 3,42 t/ha (tableau 2). L'analyse de la variance n'a cependant pas révélé de différences significatives ni pour les matières sèches totales, ni pour le rendement

grain.

Il y a cependant des tendances à l'amélioration des rendements par le passage d'un seul cultivateur à dents directement après le semis sur le tapis. Cette tendance existe aussi lorsque le cultivateur à dents est associé au covercrop. Le passage de deux cultivateurs à dents, un avant et l'autre après le semis ne donne cependant pas de bons résultats (tableau 2). Une bonne proportion des graines est enfouie en profondeur. La tendance à la faiblesse des rendements dans le cas d'un seul passage ou de deux passages de covercrop est à relier au ruissellement superficiel qui est probablement plus fort. Ces résultats ont été aussi conditionnés par la manière dont l'épandage des eaux de crue se fait actuellement ; écoulement des eaux par ruissellement superficiel d'une parcelle sur la parcelle voisine, qui peut même entraîner les semences et les engrais.

TAB. 2 – Matières sèches, rendements en grain et en paille par séquence de travail du sol, la première année d'essai à Dhar Amzaourou.

Séquence	Matière sèche totale $n_s^{(*)}$	(t/ha)	Rendement grain (t/ha)	ns	Rendement paille (t/ha)	Indice de récolte (%)
Sv-cc	2,12		0,67		1,45	31,6
Sv-cd	3,06		1,10		1,96	35,9
Cc-sv-cc	2,80		0,92		1,88	32,9
Cd-sv-cd	2,34		0,69		1,65	29,5
Cc-sv-cd	3,42		1,14		2,28	33,3
Cd-sv-cc	3,37		1,18		2,19	35,0
Moyenne	2,85		0,95		1,90	33,0

(\*)  $n_s$  : différences non significatives. Sv, semis à la volée ; Cc, covercrop ; Cd, cultivateur à dents ; Dés, désherbage.

A partir de ces résultats préliminaires, on pourrait conseiller aux agriculteurs d'effectuer un passage de covercrop ou de cultivateur à dents avant de semer et par la suite de recouvrir au cultivateur à dents (après covercrop) ou au covercrop (après cultivateur à dents), à défaut de semer au semoir. La séquence cultivateur à dents-semis à la volée-cultivateur à dents serait à éviter.

Le tableau 3 présente les résultats obtenus lors de l'essai de travail du sol et désherbage en 2002-2003, à Oum Laâchar. L'analyse de la variance de la matière sèche totale a révélé une différence significative entre les séquences. Cependant cette analyse n'a pas montré de différences significatives pour les rendements en grain. Il y a cependant une tendance à l'augmentation des rendements en passant des séquences classiques sans travail préalable (sv-cc et sv-cd) aux autres séquences où un travail du sol a été effectué avant le semis.

La matière sèche totale obtenue fluctue entre 4,9 t/ha pour la séquence Sv-cd et 8,85 t/ha Cc-sv-cc. Le passage du cultivateur à dents (du fait que ce n'est pas un travail profond) directement après le semis sur le tapis a donné un faible rendement en matière sèche et en grain, mais il y a des tendances à l'amélioration des rendements par deux passages de covercrop, l'un avant et l'autre après le semis, lorsque le cultivateur à dents est associé au covercrop. Le désherbage n'a pas permis d'enregistrer une différence significative entre les séquences en terme du rendement en matière sèche et en rendement grains.

#### 4.2.4 Les essais de fertilisation

Nous présenterons dans ce qui suit les résultats des matières sèches, des rendements en grain et en paille de l'essai de fertilisation réalisé à Oum Laâchar en 2002-2003, sachant que celui de

TAB. 3 – Matières sèches, rendements en grain et en paille par séquence de travail du sol, la deuxième année d'essai à Oum Laâchar.

Séquence	Matière sèche to-		Rendement grain	Rendement	Indice de
	tale	Classe	Ns <sup>(*)</sup> (5%)	paille	
	(t/ha)		(t/ha)	(t/ha)	(%)
Sv-cc	8,5	a	2,24	6,30	26,2
Cc-sv-cc	8,8	a	2,90	5,94	32,8
Cc-sv-cc+dés	7,0	ab	2,42	4,57	34,6
Sv-cd	4,9	b	1,64	3,27	33,4
Cd-sv-cc	8,4	a	2,48	5,96	29,4
Cd-sv-cc+dés	8,4	a	2,47	5,93	29,4
Moyenne	7,696		2,36	5,33	31,0

(\*)*ns* : Différence non significative. Sv, semis à la volée ; Cc, covercrop ; Cd, cultivateur à dents ; Dés, désherbage.

2001-2002 à Dhar Amzaourou était très envahi par les mauvaises herbes. Tout d'abord, rappelons que les agriculteurs du périmètre Oum laâchar n'apportent pas du tout de fertilisants (N, P, K).

Les matières sèches totales obtenues fluctuent entre 7,45 t/ha et 10,9 t/ha. L'analyse de la variance n'a cependant pas révélé de différences significatives ni pour les matières sèches totales, ni pour le rendement en grain (tableau 4).

Les eaux de crue apportent chaque année des sédiments bien pourvus en éléments nutritifs et en matière organique. C'est la raison principale qui pourrait expliquer la non réponse aux doses d'engrais apportés. Le sol de l'essai a pu fournir les quantités suffisantes en éléments nutritifs pour répondre aux besoins de la culture.

TAB. 4 – Matières sèches totales, rendements en grain et en paille par traitement en fonction des doses de fertilisants apportés.

Traitements (N, P, K)	Matière sèche to- tale (t/ha) ns <sup>(*)</sup>	Rendement grain (t/ha) ns	Rendement paille (t/ha)	Indice de récolte (%)
T0 : 0-0-0	10,90	2,56	8,33	23,5
T1 : 40-0-0	8,22	2,87	5,34	35,0
T2 : 80-0-0	7,45	2,54	4,90	34,1
T3 : 80-30-0	8,42	3,33	5,09	39,5
T4 : 80-30-30	8,10	2,91	5,18	35,9
Moyenne	8,62	2,84	5,77	33,6

(\*)*ns* : différence non significative au seuil de 5 %.

## 5 Conclusions

Cette étude a permis d'aboutir aux conclusions préliminaires suivantes :

- les périmètres irrigués par les eaux de crues constituent un milieu physique très difficile, la production est basée sur les aléas climatiques, notamment le régime pluviométrique et celui des crues ;

- l'âge des agriculteurs et leur niveau d'instruction constituent aussi des contraintes majeures en plus de l'aspect foncier et organisationnel (association d'usagers de l'eau agricole); d'où la nécessité de penser à la prise de la relève, à la formation des jeunes et à leur organisation future;
- dans ce milieu aléatoire, certains agriculteurs développent des stratégies qui consistent à pratiquer des cultures irriguées, de manière permanente, très rémunératrices. Si l'Etat est d'accord avec cette stratégie, il faudrait protéger les pratiques de ces agriculteurs contre les inondations par les eaux de crue, les aider à s'organiser, les former, donc les accompagner dans leur développement. Cependant, une question fondamentale est posée par ce système : la pérennité de la ressource en eau (souterraine) et sa qualité. De ces deux aspects dépendra la reproductibilité de ces systèmes irrigués.

En ce qui concerne l'épandage des crues, des questions se posent quant à l'adaptabilité des aménagements mis en place, à la participation des agriculteurs à la prise de décision et à l'organisation, l'entretien de ces aménagements et des équipements mis en place. On doit imaginer des formes souples et efficaces d'organisation pour le futur, fondées sur une gestion privée et mutualiste. Il faut peut-être redynamiser l'association des usagers de l'eau agricole ou créer une coopérative de gestion du périmètre Oum Laâchar.

Pour les aspects techniques, il est certain que des problèmes de nivellement et de lutte contre l'érosion se posent, comme le dessouchage des jujubiers et la création des brise-vent (acacia, atriplex, tamarix, figuier de barbarie...).

La conduite des cultures, notamment de l'orge, du blé tendre et du blé dur, doit permettre une meilleure efficacité d'utilisation de l'eau. Ceci pourrait passer par :

- le choix des variétés adaptées, telles que les variétés d'orge Oussama et Acsad 60, les variétés de blé tendre Arrihane, Mahdia et Aguilal ainsi que certaines variétés de blé dur notamment Vitron, Massa et Sebou;
- le désherbage chimique et précoce, du moins contre les dicotylédones.

## 6 Recommandations

### 6.1 Pour la communication et le transfert de technologie

Pour améliorer la communication et le transfert de technologie, on peut recommander :

- d'organiser des sessions de formation au profit des agriculteurs, des fils d'agriculteurs, des techniciens et des ingénieurs sur les différents aspects (choix des variétés adaptées, conduite technique des céréales, récolte et stockage, entretien des aménagements, fonctionnement des associations d'usagers de l'eau);
- d'organiser des voyages d'étude pour visiter d'autres périmètres irrigués par épandage des eaux de crue dans d'autres régions (Tiznit, Guelmim, Ouarzazate, Oujda...);
- de continuer les essais de démonstration chez certains agriculteurs et effectuer des visites commentées aux moments opportuns;
- de participer à la pénétration du progrès génétique chez les agriculteurs en rendant disponible sur place (CT de Guelmim et Tiznit) les semences des variétés qui s'avèrent prometteuses;
- de mettre en place une vulgarisation ciblée sur le désherbage chimique précoce et subventionner les produits pour quelques années;
- de former des fils d'agriculteurs ou des petits entrepreneurs capables de vendre un service de qualité (pulvérisateur à dos ou mécanique, travail du sol...).

## 6.2 Pour les aspects recherche-développement

Pour les aspects de recherche-développement, les recommandations sont les suivantes :

- lancer des programmes de recherche participative pour répondre aux questions que se posent les agriculteurs : d'une part sur les aménagements, l'entretien des équipements, le nivellement, donc tous les aspects de la gestion participative d'un périmètre en collaboration avec l'association d'usagers de l'eau ; d'autre part sur la mise en valeur, en particulier l'intérêt du choix variétal, des engrais ou des herbicides ;
- tester des technologies nouvelles comme le semis direct sur des parcelles d'agriculteurs et tester d'autres cultures, notamment les fourrages avec les méthodes de conservation telles que le fanage et l'ensilage ;
- introduire dans ces périmètres d'autres spéculations pour lutter contre l'érosion éolienne, constituer des brise-vent de figuier de barbarie, de tamarix, ou d'atriplex en incluant l'aspect valorisation de ces produits.

### Références bibliographiques

## Références

- [1] Bouaziz A., Badraoui M., Agbani M., 2001. Programme de recherche-développement en vue de la valorisation des eaux dans les périmètres de petite et moyenne hydraulique irrigués par épandage de crue, Phase II : Diagnostic agronomique. MADR/DAH/DPA Guelmim et Tiznit, Maroc.
- [2] Bouaziz A., Badraoui M., Agbani M., 2002. Programme de recherche-développement en vue de la valorisation des eaux dans les périmètres de petite et moyenne hydraulique irrigués par épandage de crue, Phase III : Expérimentation au champ première année. MADR/DAHA /DPA Guelmim et Tiznit, Maroc.
- [3] Bouaziz A., Badraoui M., Agbani M., 2001. Programme de recherche-développement en vue de la valorisation des eaux dans les périmètres de petite et moyenne hydraulique irrigués par épandage de crue, Phase III : Expérimentation au champ deuxième année. ADR/DAHA/DPA Guelmim et Tiznit, Maroc.