

# **Le périmètre irrigué de la Vallée du Kou : Diagnostic des efficacités hydro-agricole & élaboration des calendriers d'irrigation à l'aide de SIMIS (étude de cas)**

Par J. Wellens & M.N Nitcheu ; contact : J.Wellens@apefe.org

---

La vallée du Kou a été depuis le milieu des années 70, le lieu d'un développement rapide de l'irrigation. Reconnue comme une excellente plaine à vocation agricole notamment pour la riziculture, en raison de ses importantes potentialités hydrauliques le périmètre irrigué de la vallée du Kou revêt une importance majeure dans les économies des communautés rurales et urbaines situées à proximité. D'une superficie totale aménagée de 1.260 ha, l'aménagement dudit périmètre à vocation rizicole a été réalisé de 1969 à 1970 dans le cadre de l'autosuffisance alimentaire.

Malheureusement, ce périmètre est aujourd'hui peu performant à cause de la réduction progressive des surfaces emblavées au fil des années et de la faible productivité. De 7 t/ha environ de paddy par campagne pendant les premières années après l'aménagement, les rendements sont passés à 4 t/ha dans les dernières années (Ouédraogo, 1993; Lahcen, 2000 ; Dicko, 2004). Actuellement, en station d'essai, les rendements atteignent 7 à 8 t/ha. Cela montre donc clairement les possibilités d'accroître les rendements sur les périmètres irrigués (Illy, 1997). Les causes principales de cette contre performance sont des pénuries en eau chroniques due à une intensification des utilisateurs en amont du périmètre et la mauvaise gestion de l'eau sur le périmètre.

La question de la gestion de l'eau d'irrigation devient alors primordiale. C'est dans ce sens qu'il a été jugé nécessaire d'entreprendre une stratégie d'amélioration de la gestion de l'irrigation sur le périmètre. Après avoir élaboré un diagnostic des efficacités en irrigation, le logiciel SIMIS (Mateos *et al.*, 2002) a été mis en place afin de proposer des scénarii d'irrigation fiables et équitables.

## **1 Présentation**

### **1.1 Le périmètre irrigué de la Vallée du Kou**

Le périmètre rizicole irrigué de la vallée du Kou appartient au type d'aménagement par dérivation au fil de l'eau et comprend un réseau hydraulique permettant son fonctionnement. L'irrigation du périmètre se fait à partir du fleuve le Kou, plus spécifique à Diaradougou. L'eau est déviée gravitairement jusqu'aux rizières par un canal d'amenée revêtu de 11 Km de longueur.

De plus, des cultures informelles qui se trouvent le long du canal d'amenée utilisent l'eau du canal pour leur irrigation. La superficie des cultures informelles est estimée à 236 ha (Wellens *et al.*, 2008). Les prises d'eau se multiplient et certains jours le débit de canal ne

dépasse pas 1.400 l/s, et pourtant que les besoin réels peuvent être estimés à 2.400 l/s (2,2 l/s/ha, IIMI, 1997 et Lahcen 2000).

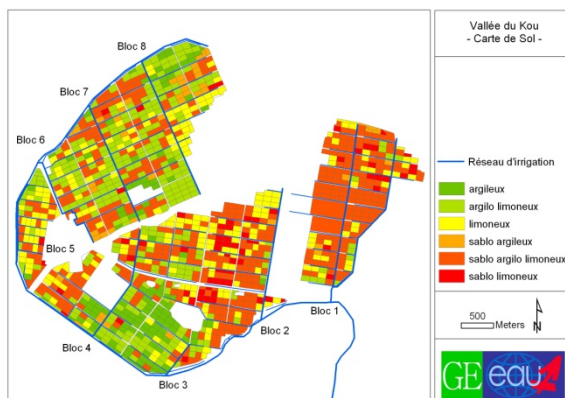
Le canal d'amenée est prolongé par le canal principal revêtu, d'une longueur de 10 km, qui ceinture presque tout le périmètre, de 9 canaux secondaires revêtus, d'une longueur totale de 16 km. et distants de 500 m. les uns des autres véhiculant ainsi un débit variant de 300 l/s à 490 l/s, de 91 canaux tertiaires dont la majorité revêtus véhiculant un débit variable de 210 l/s à 37 l/s et enfin d'un ensemble de canaux quaternaires et d'arroseurs en terre de alimentant les parcelles (Lahcen, 2000). Une vue générale du périmètre est donnée dans les Cartes 1.1 et 1.2.

Comme dans le canal d'amenée, des seuils à mesure se trouvent aussi en aval de chaque prise d'eau secondaire. Des modules à masques sont installés en tête des canaux tertiaires juste à l'aval de chaque vanne de garde. Leur répartition de vannettes est : chaque fois une vannette de 5, 10, 15 et 30 l/s. Il faut remarquer que presque tous les modules sont bouchés, tordus ou coincés ; alors aucune mesure fiable n'est possible dans ces conditions.

## 1.2 Pédologie & occupation des parcelles

Six différentes groupes de sols peuvent être identifiées : argileux, limoneux, argilo-limoneux, sablo-argilo-limoneux, sablo argileux et sablo-limoneux (source : carte pédologique du projet Vallée du Kou, 1986). Leur répartition sur l'ensemble du périmètre est très hétérogène (Carte 1.1). Les caractéristiques sont affichées dans les Tableaux 1.1 & 1.2.

Le riz irrigué exige des sols lourds ayant une bonne capacité de rétention d'eau, comme des sols argileux et argilo-limoneux. Des sols à texture moyenne et légère ne conviennent pas à la riziculture. L'infiltration sur des sols sableux est trop forte. On constate que 39 % des parcelles sont inaptes à la riziculture (IWACO/BURGEAP, 1998 ; Wellens *et al.*, 2007).



Carte 1.1 – Carte de sol.



Carte 1.2 – Occupation des parcelles.  
(contre saison 2006)

Pour la campagne de contre-saison 2006 un inventaire exhaustif de l'occupation des parcelles a été élaboré (Carte 1.2). Malgré la très bonne aptitude du bloc 8 pour la riziculture, les parcelles n'ont pas été exploitées à cause d'un manque chronique d'eau. Pour les mêmes raisons 26 % des parcelles du bloc 7 n'ont pas pu être mises en valeur.

Tableau 1.1 – Caractéristiques physiques par type de sol.

	Humidité totale moy. [mm/m]	Profondeur profil de sol [m]	Imbibition [mm]	Percolation profonde [mm/j]
argileux	95	0,57	0,57	2
argilo limoneux	140	0,6	0,6	4
limoneux	140	0,61	0,61	3
sablo argileux	90	0,53	0,53	6,3
sablo argileux limoneux	90	0,53	0,53	7,0
sablo limoneux	120	0,57	0,57	7,6

Tableau 1.2 – Valeurs pondérées des caractéristiques physiques des sols par bloc.

	Humidité totale moy. [mm/m]	Profondeur profil de sol [m]	Imbibition [mm]	Percolation profonde [mm/j]
Bloc 1	104	0,46	89	5,8
Bloc 2	123	0,7	96	5,0
Bloc 3	109	0,73	74	3,6
Bloc 4	112	0,69	81	4,2
Bloc 5	122	0,69	92	4,5
Bloc 6	118	0,72	87	4,5
Bloc 7	119	0,73	86	4,2
Bloc 8	119	0,74	84	4,1

### 1.3 Besoins en eau

Plusieurs variétés de riz sont rencontrées sur le périmètre, mais leurs caractéristiques sont peu connues. Les besoins en eau ont alors été calculés à partir des valeurs d'évapotranspiration obtenue à l'antenne de l'INERA à Bama (Vallée du Kou) et des coefficients de culture (Kc) obtenu pour la région de Mogtéo (Dembélé, 1995). Des questionnements subsistent sur la valeur des percolations tant elles varient d'une référence à l'autre. Les caractéristiques pour le maïs, autre culture présent sur le périmètre, ont été prises de la littérature internationale (Allen *et al.*, 1998). Les paramètres culturaux sont présentés dans les Tableau 1.3, 1.4 & 1.5.

Tableau 1.3 – Paramètres culturaux pour du riz.

	Initiale	Développement	Mi-saison	Terminale
Durée [jours]	10	40	35	10
Coefficient de culture [Kc]	1,04		1,2	0,95
Enracinement [m]	0,1		0,3	0,3
Niveau de tarissement [p, frac]	0,2	0,2	0,2	0,2
Réponse sur le rendement [Ku, frac]	1,2	1,2	1,2	1,2

Tableau 1.4 – Paramètres supplémentaires pour du riz.

Surface de pépinière [%]	0,05
Période de mise en pépinière [jours]	25
Coefficient de culture pépinière	1,04
Période de préparation du sol [jours]	6
Période de décomposition [jours]	2
Couche d'eau sur le champ [mm]	100
Percolation profonde [mm/j]	2,0 A
	4,0 AL
	3,0 L
	6,3 SA
	7,0 SAL
	7,6 SL

Tableau 1.5 – Paramètres culturaux pour du maïs.

	Initiale	Développement	Mi-saison	Terminale
Durée [jours]	20	25	25	10
Coefficient de culture [Kc]	0,3		1,15	1,05
Enracinement [m]	0,25		1,2	1,4
Niveau de tarissement [p, frac]	0,5	0,5	0,5	0,5
Réponse sur le rendement [Ku, frac]	0,4	0,4	1,3	0,5

Tableau 1.6 – Besoins en eau comparatives.

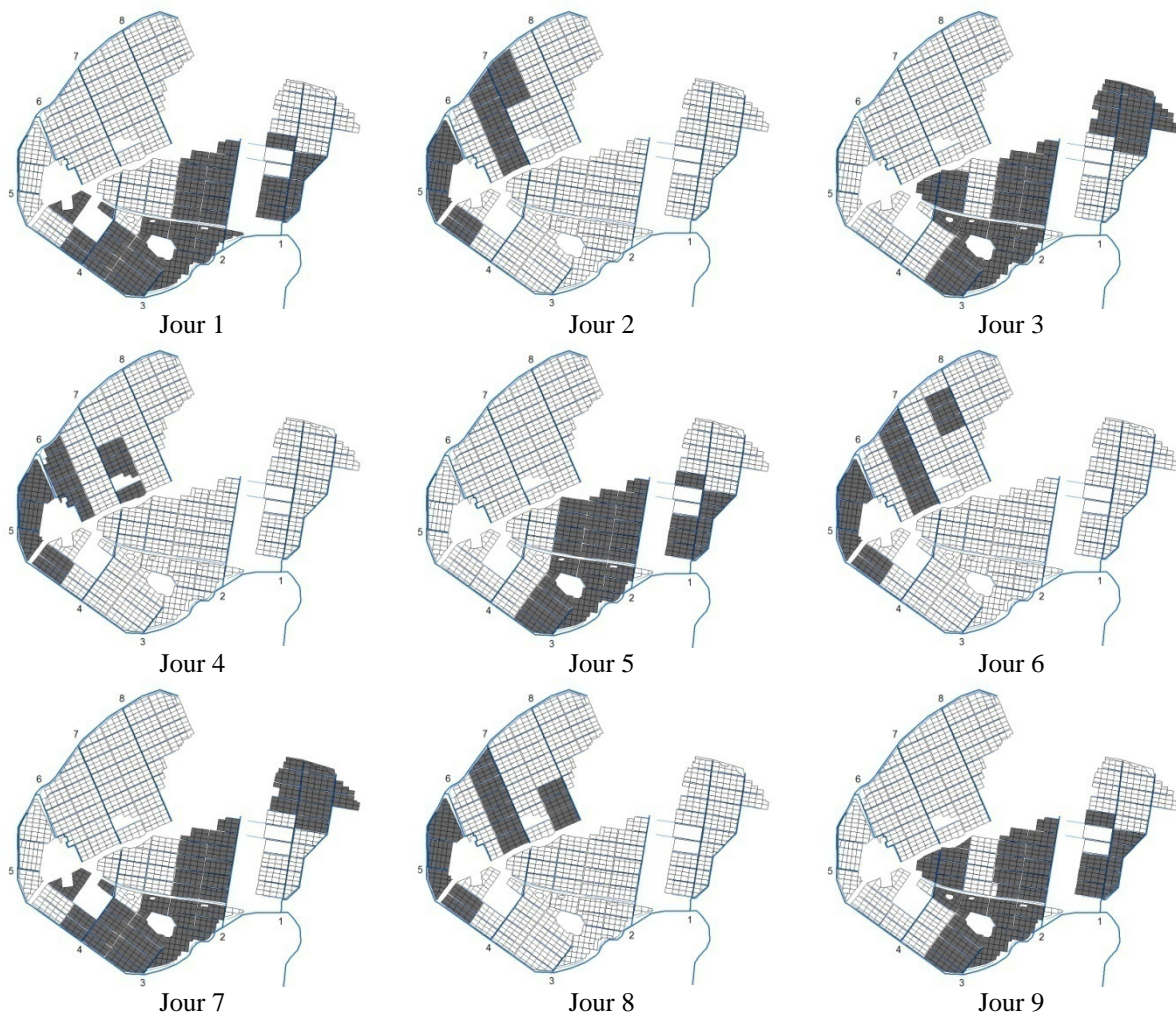
	A	AL	L	SA	SAL	SL
	[mm/campagne]					
SIMIS	1032	1273	1184	1489	1570	1643
BIRIZ	970	1338	1155	1763	1890	2000
CropWat	1110	1647	1740	2398		
Tableur	776	981	879	1216	1083	1349

Vu l'importance de cette donnée d'entrée, les demandes en eau pour le riz ont été calculées à l'aide des différents outils : SIMIS, CropWat (FAO), BIRIZ (Raes *et al.*, 1995) et manuellement dans un tableur. Le Tableau 1.6 présente les résultats pour les différents types de sol. Ces valeurs ont également été comparées avec les quelques cas pareils trouvés dans la littérature (Dembele *et al.*, 1991, 2005). Les besoins en eau calculés par le logiciel SIMIS peuvent être considérés comme réalistes.

Une enquête effectuée auprès des agriculteurs a permis d'inventorier les dates de repiquage du riz et de semis du maïs. Les dates d'installations sont très étalées dans le temps, couvrant les mois de janvier et février (Wellens *et al.*, 2007).

## 1.4 Tours d'eau

Le réseau d'irrigation a été conçu pour fonctionner selon le principe du tour d'eau 24 heures sur 24. A partir des années 1992, où le niveau d'eau a commencé à descendre au niveau de l'entrée du périmètre surtout en saison sèche, un tour d'eau a été instauré (Dicko, 2004). Le périmètre a alors été divisé en deux grands secteurs se partageant l'eau à tour de rôle pour leurs besoins en eau d'irrigation (Figures 1.1 – 1.9).



Figures 1.1–1.9 - Programme du tour d'eau. Les cases grises reçoivent l'eau.

## 2 Diagnostic des performances

Tout système d'irrigation engendre inévitablement des pertes d'eau. L'efficacité d'irrigation est l'un des indicateurs importants de performance des systèmes d'irrigation. La plupart du temps, uniquement le volume d'eau dont ont besoin les parcelles et le volume d'eau reçu sont comparés. Rarement leurs variations dans le temps et l'espace sont prises en compte. Molden

et Gates (1990) proposent un ensemble d'indicateurs plus complet : adéquation ( $P_A$ ), efficacité d'application ( $P_F$ ), fiabilité ( $P_D$ ) et équité ( $P_E$ ).

## 2.1 Indicateurs de performance

### 2.1.1 Adéquation : livraison du volume requis

Une préoccupation fondamentale des systèmes d'irrigation est de livrer un montant d'eau adéquat afin que les besoins en eau des cultures soient satisfaits. Le volume d'eau requis est fonction de la superficie irriguée, des besoins en eau des cultures, des pertes en application et des pratiques agricoles, à l'instar de l'eau pour la préparation des terrains. L'adéquation de livraison est dépendante de l'adduction en eau, de l'organisation du programme d'irrigation, de la capacité des structures hydrauliques et de leur entretien.

L'objectif de l'adéquation est le souhait de livrer le volume d'eau requis à la zone sous irrigation. L'indicateur de l'adéquation pour une certaine zone  $R$  et pour la durée d'une campagne de suivi  $T$  est proposé comme suite :

$$P_A = \frac{1}{T} \sum_T \left( \frac{1}{R} \sum_R p_A \right) \quad \text{avec } p_A = \frac{Q_D}{Q_R}, \text{ sous condition que } Q_D \leq Q_R ; \text{ sinon } p_A = 1$$

L'adéquation est la moyenne spatiale et temporelle du rapport entre le volume livré ( $Q_D$ ) et le volume requis ( $Q_R$ ). Si le montant d'eau livrée excède le montant requis, l'adéquation est considérée comme complètement adéquate et  $P_A$  approche l'unité.

### 2.1.2 Efficacité : maintien des ressources en eau

La conservation de la ressource en eau est un facteur très important dans les systèmes de livraison de l'eau. De l'eau gagnée ou conservée peut impliquer un volume d'eau disponible ultérieurement ou la possibilité d'irriguer une plus grande zone. Un système d'amenée d'eau qui remet un volume d'eau plus grand que nécessaire ne conserve pas la ressource en eau. Les efficacités en transport, indiquant les montants d'eau perdus par des fuites dans le système d'amenée, ne sont pas incluses dans cet indicateur d'efficacité.

L'objectif de l'efficacité est le désir de conserver de l'eau en égalant l'eau livrée avec l'eau requise par la culture. Le critère pour cet indicateur d'efficacité est exprimé comme la moyenne spatiale et temporelle du rapport entre le volume requis ( $Q_R$ ) et le volume livré ( $Q_D$ ).

$$P_F = \frac{1}{T} \sum_T \left( \frac{1}{R} \sum_R p_F \right) \quad \text{avec } p_F = \frac{Q_R}{Q_D}, \text{ sous condition que } Q_R \leq Q_D ; \text{ sinon } p_F = 1$$

Quand l'efficacité avoisine l'unité, la livraison du volume d'eau est sans perte au niveau de la parcelle et est considérée comme efficace. Par contre, si le programme d'irrigation est jugé efficace à l'aide de cet indicateur, on n'a aucune information sur une éventuelle sous-livraison. Un apport en eau insuffisant par rapport au besoin en eau de la culture est alors aussi tenu comme efficace. Il est indispensable alors d'examiner Adéquation et Efficacité en même temps.

### 2.1.3 Fiabilité : livraison uniforme dans le temps

La fiabilité ou la dépendance est définie comme l'uniformité temporelle du rapport entre l'eau requise et l'eau livrée. La fiabilité d'un système d'amenée d'eau est importante dans la planification des irrigations. Un système qui livre fiablement un volume d'eau insuffisant peut être plus souhaitable qu'un système qui fournit l'eau de manière imprévisible. Un agriculteur dans une situation de livraison en eau fiable mais non-satisfaisant peut toujours mettre en valeur moins de terres ou cultiver des cultures moins exigeantes en eau.

L'indicateur pour la fiabilité d'un système d'adduction en eau est la variabilité temporelle du rapport entre le volume livré ( $Q_D$ ) et le volume requis ( $Q_R$ ). Il permet de juger si un volume d'eau adéquat est bien arrivé à la bonne parcelle au bon moment.

$$P_D = \frac{1}{R} \sum_R CV_T(p_A) \quad \text{avec } p_A = \frac{Q_D}{Q_R}, \text{ sous condition que } Q_D \leq Q_R ; \text{ sinon } p_A = 1$$

$CV_T$  est le coefficient de variation temporelle, il mesure la dispersion relative correspondant au rapport de l'écart-type à la moyenne. Le coefficient de variation est un bon outil statistique pour comparer la variation d'un ensemble de données par rapport à une autre série de données.

Quand la valeur de  $P_D$  approche zéro, la livraison relative de l'eau devient de plus en plus uniforme dans le temps indiquant une bonne fiabilité en apport d'eau.

### 2.1.4 Équité : livraison des doses d'eau raisonnables

L'équité est définie comme des livraisons de doses d'eau raisonnables dans l'ensemble du système d'amenée d'eau. Une dose d'eau raisonnable représente le droit sur un certain volume d'eau attribué et est une portion fixe de l'apport en eau.

C'est l'uniformité spatiale du rapport entre le volume livré ( $Q_D$ ) et le volume requis ( $Q_R$ ). Il évalue la variabilité des apports en eau d'un point à un autre dans le système.

$$P_E = \frac{1}{T} \sum_T CV_R(p_A) \quad \text{avec } p_A = \frac{Q_D}{Q_R}, \text{ sous condition que } Q_D \leq Q_R ; \text{ sinon } p_A = 1$$

$CV_T$  est le coefficient de variation spatiale du rapport du volume livré ( $Q_D$ ) et du volume requis ( $Q_R$ ) dans la région ( $R$ ). Plus la valeur  $P_E$  avoisine zéro, meilleure est l'équité en apport d'eau.

## 2.2 Méthodes et résultats

### 2.2.1 Méthode

Pour cette étude, la période ( $T$ ) couvrait quatre mois de la saison sèche (janvier - avril), soit la période principale des activités agricoles en contre-saison.

La région (R) consistait la superficie des quatre blocs étudiés, totalisant la moitié de la superficie du périmètre irrigué de la Vallée du Kou. Les quatre blocs ont été choisis à cause de leurs positions par rapport à l'entrée du périmètre : deux blocs au début (blocs 1 & 2), un bloc au milieu (bloc 4) et un bloc vers la fin du canal principal (bloc 7). Le bloc 5 n'a pas pu être évalué à cause de la structure de son aménagement. Le bloc 8 a à peine mis des parcelles en valeur, 95% des parcelles sont abandonnées à cause des manques d'eau.

Des mesures de débits à l'aide d'un flotteur<sup>1</sup> ont été effectuées à l'entrée de chacun des quatre blocs et à la prise de chaque canal tertiaire afin de déterminer les volumes d'eau reçus à l'entrée des canaux. Cette approche 'tertiaire' est justifiable dans la mesure où l'étude visait à évaluer les pratiques de gestion en eau des coopératives. A l'entrée de chaque tertiaire le contrôle et la gestion de l'eau sont cédés aux agriculteurs occupant les parcelles le long des tertiaires (Bos et Nugteren, 1990).

A partir des cartes d'occupation des parcelles, des calendriers culturaux et des types de sol, les besoins en eau journaliers pour chaque parcelle ont été calculés à l'aide de CropWat (FAO). Les résultats ont été regroupés par tertiaire.

## 2.2.2 Résultats

Les efficacités de transport étaient très satisfaisantes pour la plupart des blocs (Tableau 2.1). Des pertes par fuites et par percolations profondes sont négligeables à cause de l'assez bon état des canaux revêtus. N'empêche que tous les canaux soient fortement ensablés et herbés.

Quant aux indicateurs de performance, les résultats montrent (Tableau 2.2) que pour l'ensemble du périmètre irrigué l'adéquation est faible (0,46). Les volumes d'eau apportés ne peuvent pas satisfaire les besoins en eau des cultures. Des parcelles non occupées représentent 18 % et par conséquent n'ont pas été inclus dans l'évaluation. Seulement 74 % des parcelles occupées ont été destinées à la riziculture. L'efficacité d'application par contre est considérée bonne, assez normal vu les pénuries en eau.

L'équité (0,66) et la fiabilité (0,64) sont également faibles. L'eau pour l'irrigation n'est pas distribuée proportionnellement aux besoins des différentes parcelles, ni dans le temps ni dans l'espace. On peut citer comme causes : absence ou non respect des calendriers d'irrigation, ouvrages de régulations défectueux, présence d'un seul aiguadier,...

Tableau 2.1 - Efficacités de transport.

Bloc 1	Bloc 2	Bloc 4	Bloc 7
[%]			
95,0	95,5	94,4	84,8

Tableau 2.2 - Indicateurs de performance pour l'ensemble du périmètre irrigué.

P <sub>A</sub>	P <sub>F</sub>	P <sub>D</sub>	P <sub>E</sub>
0,46	0,90	0,66	0,64
faible	bon	faible	faible

Ci-dessous sont présentés les résultats pour les différents blocs étudiés (Figures 2.1 – 2.4). On constate une faible adéquation pour tous les blocs résultant des pénuries en eau qui frappent

<sup>1</sup> La valeur de 0,66 a été retenue comme coefficient de correction de la vitesse de l'eau, selon les valeurs standards données par USDI/BR (2001).

l'ensemble du périmètre. Les blocs 1 et 2 ont des adéquations nettement mieux que les autres grâce à leurs emplacements en amont du réseau de distribution.

Quant aux efficacités le bloc 1 est le plus mauvais élève. L'enquête sur les calendriers culturels montre que les activités agricoles démarrent plus tard dans ce bloc, néanmoins que les canaux sont déjà remplis à partir de début janvier pour alimenter quelques parcelles. La sur-irrigation est forte pendant cette période.

La fiabilité et l'équité est faible pour tous les blocs. Les apports en eau ne sont pas assurés et sont surtout causés par des manques d'eau. Le bloc 7 affiche des résultats nettement mieux que les autres dû au faible pourcentage de parcelle exploitée.

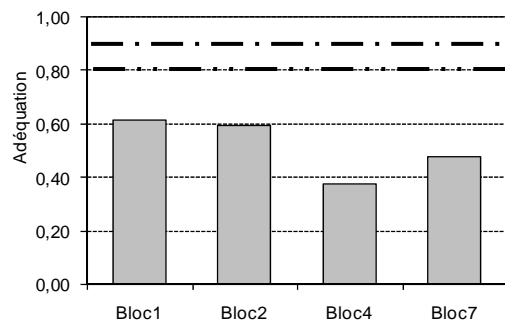


Figure 2.1 – Adéquation des apports en eau.  
Au-dessus '.\_.' = bonne adéquation, au-dessous '.\_.' = faible, entre les deux = moyenne.

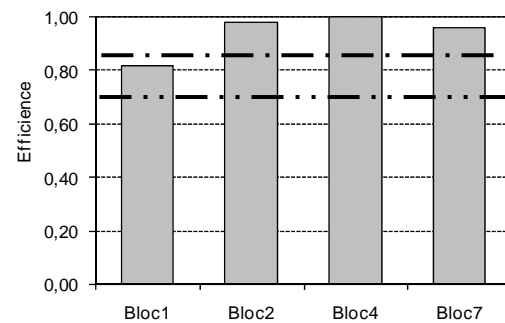


Figure 2.2 – Efficacité des apports en eau.  
Au-dessus '.\_.' = bonne efficacité, au-dessous '.\_.' = faible, entre les deux = moyenne.

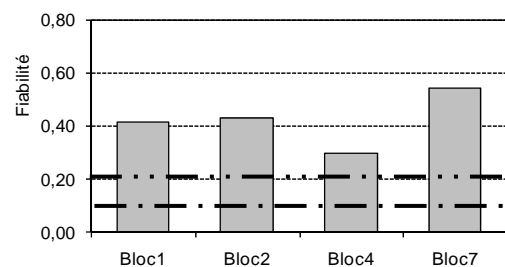


Figure 2.3 – Fiabilité des apports en eau.  
Au-dessous '.\_.' = bonne fiabilité, au-dessus '.\_.' = faible, entre les deux = moyenne.

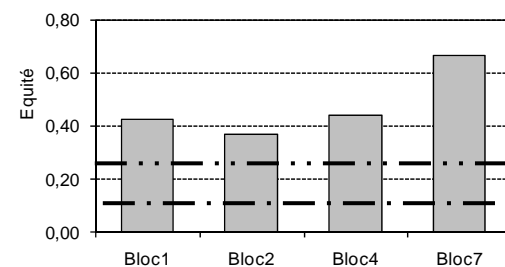


Figure 2.4 – Équité des apports en eau.  
Au-dessous '.\_.' = bonne équité, au-dessus '.\_.' = faible, entre les deux = moyenne.

### 2.2.3 Conclusion

L'approche des quatre indicateurs de performance de Molden et Gates a permis de faire une vaste analyse de la gestion en eau sur le périmètre irrigué de la Vallée du Kou. Les problèmes du périmètre, connus de longue date, ont pu être démontrés et quantifiés.

Les structures hydrauliques du périmètre (vannes, seuils,...) ont été très bien conçus à l'époque, faisant du périmètre un exemple pour toute la région. Cependant, une remise en état de ces structures facilitera considérablement la gestion en eau sur le périmètre et le suivi de son utilisation.

Dans l'optique d'apporter des solutions efficaces afin de rehausser le rendement du périmètre, le logiciel SIMIS, outil de gestion des périmètres irrigués sera sculpté pour élaborer des calendriers culturels, et des scénarii d'irrigation fiables et équitables.

### 3 SIMIS

Mis à part des modules de bases de données (climatiques, de sol, d'occupations de sol, d'architecture hydraulique (tirée d'un SIG), ...), le logiciel SIMIS contient des modules de gestion. Il s'agit des modules suivants :

- 1 Calcul des exigences en eau de la culture :  
Ce module, permet de calculer les besoins en eau des cultures à partir des données météorologiques, des types de sol et des paramètres des cultures. Les besoins en eau peuvent être calculé par parcelle ou groupé par tertiaire et/ou secondaire.
- 1 Elaboration d'un plan d'irrigation :  
Pour une certaine zone agricole, l'occupation des parcelles, le calendrier agricole ainsi les débits disponibles sont définis par l'utilisateur. Le module permet de comparer par zone les exigences nettes et brutes en irrigation, les débits requis et les débits disponibles.
- 2 Elaboration des programmes d'irrigation :  
A partir de l'architecture du périmètre irrigué, de l'occupation des parcelles, des calendriers culturels, les débits disponibles aux têtes des canaux secondaires des calendriers de distribution d'eau seront calculés.

#### 3.1 Plan d'irrigation

Il s'agit de mettre en rapport les eaux disponibles avec les occupations des parcelles en respectant l'efficacité globale et le type de sol (paramètres pondérés sur de chaque bloc). Jouant sur les calendriers agricoles et les types d'occupations (riz ou maïs pour ces cas), le meilleur scénario faisable tenant compte des eaux disponibles sera retenu. Des plans d'irrigation ont été développés pour les blocs 1 et 2. La présente étude illustre qu'il n'est pas toujours possible de trouver une solution complètement satisfaisante.

##### 3.1.1 Cas du Bloc 1

Le bloc 1 reçoit de l'eau tous les deux jours. Or ce bloc, étant divisé en deux groupes (amont et aval), chaque groupe est irrigué tous les quatre jours (voir aussi 'Tours d'eau'). Le module plan considère par contre une distribution d'eau continue de 24h/24. Pour conformer le logiciel à la distribution par tour d'eau à intervalle de deux jours, la moitié des débits disponibles est introduite.

Les débits en tête du bloc ont fait l'objet de plusieurs années de mesures journalières, les valeurs moyennes sont présentées dans le Tableau 3.1, ainsi que leur moitié. Le repiquage pour la plus part des agriculteurs s'effectue en février. Sur environ 211 ha que compte le bloc 1, seul 160 ha sont actuellement exploitées en riz (85 ha) ou maïs (75 ha). Avec une efficacité globale de 0,6 (Bos et Nugteren, 1990 ; Wellens *et al.*, 2004), l'adéquation simulée du bloc 1 est affichée dans le Tableau 3.1.

Le plan d'irrigation confirme que des montants d'eau satisfaisants sont disponibles pour alimenter le bloc 1 avec son occupation actuelle. En jouant sur les calendriers culturaux une superficie bien plus vaste (210 ha) peut être alimentée par la même ressource (Tableau 3.2). Les charges des fortes demandes en eau, provoquées par une évapotranspiration plus élevée pour la période d'avril, ont pu être diminuées en repiquant le riz un mois plus tôt.

Tableaux 3.1 & 3.2 – Plans d'irrigation pour l'occupation actuelle (g.) et pour une occupation optimale (d.).

		Jan	Fév	Mar	Avr	Mai
Maïs	[ha]		75	75	75	
Riz	[ha]		85	85	85	85
Débit disponible	[l/s]	613	611	660	639	659
	[l/s : 2]	307	305	330	320	329
Débit requis	[l/s]					
	dec 1		226	223	293	211
	dec 2	1	295	254	301	111
	dec 3	148	210	274	271	34

		Déc	Jan	Fév	Mar	Avr
Maïs	[ha]			174	174	174
Riz	[ha]		37	37	37	37
Débit disponible	[l/s]	332	613	611	660	639
	[l/s : 2]	166	307	305	330	320
Débit requis	[l/s]					
	dec 1		91	91	169	280
	dec 2	1	116	113	223	259
	dec 3	64	72	144	264	163

Les programmes d'irrigation montreront par contre qu'il sera impossible à certains endroits de fournir la dose d'eau nécessaire dans le délai de 24 h par faute des capacités maximales des canaux. Toute l'eau peut être disponible, mais si les capacités des canaux ne permettent pas de véhiculer les doses nécessaires dans le temps prévu des inadéquations sont constatées.

### 3.1.2 Cas du Bloc 2

La situation du bloc 2 est moins optimiste. Avec des débits moyens constatés beaucoup plus bas que pour le bloc 1 et une superficie seulement légèrement inférieure (Tableaux 3.3 & 3.4), il s'est avéré impossible d'élaborer un plan d'irrigation satisfaisant. Même en plantant le riz début janvier, les débits requis sont plus que le double des débits disponibles. Pour une occupation totale en maïs, les débits requis restent supérieurs aux disponibles. Comme le bloc 2 est également irrigué tous les deux jours, les moitiés des débits enregistrés ont été introduites.

Les programmes d'irrigations élaborés plus bas avaient surtout comme but de garantir une distribution de l'eau plus équitable pour de l'irrigation déficitaire.

Tableaux 3.3 & 3.4 – Plans d'irrigation pour une occupation en riz (g.) et pour une occupation en maïs (d.).

		Déc	Jan	Fév	Mar	Avr
Riz	[ha]		168	168	168	168
Débit disponible	[l/s]	244	194	288	329	318
	[l/s : 2]	122	97	144	164	159
Débit requis	[l/s]					
	dec 1	1	409	320	359	305
	dec 2	3	510	340	372	183
	dec 3	293	301	356	366	58

		Jan	Fév	Mar
Maïs	[ha]	168	168	168
Débit disponible	[l/s]	194	288	329
	[l/s : 2]	97	144	164
Débit requis	[l/s]			
	dec 1	11	80	187
	dec 2	24	130	199
	dec 3	48	171	134

## 3.2 Programmes d'irrigation – Bloc 1

La production des programmes d'irrigation ont en substances deux phases : une phase de simulation portant sur le programme d'irrigation existant afin d'évaluer l'adéquation (ou faisabilité) entre le débit en tête et les superficies cultivées, et une phase portant sur l'élaboration des propositions d'amélioration.

### 3.2.1 Occupation actuelle

La rubrique consiste à simuler le système en considérant les actes d'arrosage actuel. L'eau est distribuée simultanément à tous les tertiaires d'un groupe (amont ou aval) et successivement aux quaternaires et parcelles. Les tertiaires, constituées de modules à masques, livrent un débit maximal de 60 l/s. Les quaternaires peuvent seulement véhiculer un débit estimé de 40 l/s à cause de l'ensablement. Le temps de fonctionnement est de 24 h pour desservir les besoins en eau de quatre jours. La séquence d'alimentation peut être alternée de l'amont vers l'aval et vice versa.

Des simulations ont été effectuées pour les périodes au début de campagne (début février) et au pic des demandes (fin mars). Basé sur les tendances des besoins en eau de l'ensemble des cultures, ces deux calendriers peuvent être retenus pour couvrir toute la campagne. Le calendrier obtenu à partir des besoins du 4 au 7 février est applicable sur la période allant de début janvier au 13 février. Le calendrier des besoins du 24 au 27 mars est valable pour la période du 14 février jusqu'en fin de campagne sèche.

Tableau 3.5 – Calendrier d'irrigation pour l'occupation actuelle, début de campagne.

		Débit	Débit	Débit	Début	Fin	Maïs	Riz	Tot.	Ade- quation	
		[l/s]	Min [l/s]	Max [l/s]						[%]	
Amont	T-1.1	56	41	53	4/2 6:00	5/2 5:46	4	5	9	91	
	T-1.2	46	31	43	4/2 6:00	5/2 5:57	9	3	12	94	
	T-1.3	37	22	36	4/2 6:00	5/2 4:18	10	1	11	100	
	T-1.6	43	27	40	4/2 6:00	5/2 5:03	5	4	9	98	
Aval	T-1.7	33	25	31	6/2 6:00	7/2 5:52	5	3	8	100	
	T-1.8	44	35	41	6/2 6:00	7/2 5:24	3	6	9	98	
	T-1.8.A	56	50	53	6/2 6:00	7/2 5:42	1	8	9	76	
	T-1.9	29	25	27	6/2 6:00	7/2 5:30	3	3	6	100	
	T-1.9.A	55	50	52	6/2 6:00	7/2 5:41	1	4	5	78	
	T-1.10	30	25	29	6/2 6:00	7/2 5:55	2	4	6	100	
	Amont	T-1.A.1	25	19	23	4/2 6:00	5/2 3:38	1	3	4	100
T-1.A.2		35	23	33	4/2 6:00	5/2 5:42	3	3	6	100	
T-1.A.3		46	32	42	4/2 6:00	5/2 5:38	2	4	6	91	
T-1.A.4		59	44	56	4/2 6:00	4/2 22:28	1	7	8	71	
T-1.A.5		35	18	32	4/2 6:00	5/2 2:04	10	0	10	100	
Aval		T-1.A.6	57	49	53	6/2 6:00	7/2 5:54	6	6	12	76
		T-1.A.7	60	49	58	6/2 6:00	7/2 8:10	3	8	11	69
		T-1.A.8	46	40	46	6/2 6:00	7/2 5:57	1	5	6	91
		T-1.A.8.A									
		T-1.A.9	36	27	33	6/2 6:00	7/2 5:37	2	4	6	100
T-1.A.9.A											
T-1.A.10	35	28	32	6/2 6:00	7/2 5:31	3	4	7	100		
Résumé	Amont	382	257	358			75	85	160	92	
	Aval	481	402	456							

Tableau 3.6 – Calendrier d’irrigation pour l’occupation actuelle, mi-campagne.

		Débit	Débit	Débit	Début	Fin	Mais	Riz	Tot.	Ade- quation			
		[l/s]	Min [l/s]	Max [l/s]						[%]			
Amont	T-1.1	52	37	49	24/3	6:00	25/3	5:00	4	5	9	88	
	T-1.2	55	40	54	24/3	6:00	25/3	2:37	9	3	12	77	
	T-1.3	55	39	52	24/3	6:00	25/3	4:47	10	1	11	91	
Aval	T-1.6	50	36	49	24/3	6:00	25/3	5:16	5	4	9	89	
	T-1.7	39	32	38	26/3	6:00	27/3	4:07	5	3	8	100	
	T-1.8	47	41	44	26/3	6:00	27/3	5:30	3	6	9	89	
	T-1.8.A	49	41	49	26/3	6:00	27/3	5:26	1	8	9	89	
	T-1.9	32	26	31	26/3	6:00	27/3	3:32	3	3	6	100	
	T-1.9.A	38	35	36	26/3	6:00	27/3	3:41	1	4	5	100	
	T-1.10	31	26	29	26/3	6:00	27/3	3:35	2	4	6	100	
Amont	T-1.A.1	27	21	25	24/3	6:00	25/3	1:42	1	3	4	100	
	T-1.A.2	40	26	36	24/3	6:00	25/3	2:39	3	3	6	100	
	T-1.A.3	39	27	38	24/3	6:00	25/3	3:40	2	4	6	100	
	T-1.A.4	50	35	48	24/3	6:00	25/3	5:08	1	7	8	81	
	T-1.A.5	48	32	47	24/3	6:00	25/3	4:19	10	0	10	93	
	Aval	T-1.A.6	55	48	53	26/3	6:00	27/3	5:19	6	6	12	77
		T-1.A.7	58	46	56	26/3	6:00	27/3	5:27	3	8	11	73
		T-1.A.8	39	33	39	26/3	6:00	27/3	2:28	1	5	6	100
		T-1.A.8.A											
		T-1.A.9	36	29	35	26/3	6:00	27/3	1:43	2	4	6	100
T-1.A.9.A													
T-1.A.10	35	30	34	26/3	6:00	27/3	4:07	3	4	7	100		
Résumé	Amont	416	292	396					75	85	160	92	
	Aval	459	386	442									

Tableaux 3.7 & 3.8 – Détail du calendrier d’irrigation pour les parcelles de tertiaire 1.9, occupation actuelle (g.) et occupation optimale (d.).

Occupation	Débit [l/s]	Début	Fin	Dose [m³/ha]	Occupation	Débit [l/s]	Début	Fin	Dose [m³/ha]						
T-1.9	32	24/3	6:00	25/3	3:32	T-1.9	60	24/3	6:00	25/3	4:58				
Q-1.9.1	31	24/3	6:00	24/3	17:25	Q-1.9.1	59	24/3	6:00	24/3	11:40				
1.9-1.1	Riz-1-SAL	25	24/3	6:00	24/3	10:20	390	1.9-1.1	Maïs	57	24/3	6:00	24/3	7:41	347
1.9-1.2	Maïs-1	25	24/3	10:20	24/3	13:05	249	1.9-1.2	Maïs	51	24/3	7:41	24/3	9:34	347
1.9-1.3	Riz-1-SAL	25	24/3	13:05	24/3	17:25	390	1.9-1.3	Maïs	46	24/3	9:34	24/3	11:40	347
Q-1.9.2	31	24/3	17:25	24/3	21:45	Q-1.9.2	59	24/3	11:40	24/3	17:21				
1.9-2.1	Riz-2-SAL	25	24/3	17:25	24/3	21:45	390	1.9-2.1	Maïs	57	24/3	11:40	24/3	13:22	347
1.9-2.2								1.9-2.2	Maïs	51	24/3	13:22	24/3	15:15	347
1.9-2.3	Maïs-2	25	24/3	21:45	25/3	0:39	260	1.9-2.3	Maïs	46	24/3	15:15	24/3	17:21	347
Q-1.9.3								Q-1.9.3	Maïs	58	24/3	17:21	24/3	23:06	
1.9-3.1								1.9-3.1	Maïs	56	24/3	17:21	24/3	19:04	347
1.9-3.2								1.9-3.2	Maïs	50	24/3	19:04	24/3	21:00	347
1.9-3.3								1.9-3.3	Maïs	46	24/3	21:00	24/3	23:06	347
Q-1.9.4	30	25/3	0:39	25/3	3:32	Q-1.9.4	Maïs	57	24/3	23:06	25/3	4:58			
1.9-4.1								1.9-4.1	Maïs	55	24/3	23:06	25/3	0:51	347
1.9-4.2	Maïs-2	25	25/3	0:39	25/3	3:32	260	1.9-4.2	Maïs	49	25/3	0:51	25/3	2:49	347
1.9-4.3								1.9-4.3	Maïs	45	25/3	2:49	25/3	4:58	347

Les simulations avaient en filigrane la satisfaction des besoins en 24 h tout en minimisant les débits en tête des quaternaires, des tertiaires et donc du secondaire. Les résultats retenus sont résumés dans les Tableaux 3.5 et 3.6, un détail du calendrier d’irrigation pour le cas des parcelles du neuvième tertiaire est présenté dans le Tableau 3.7.

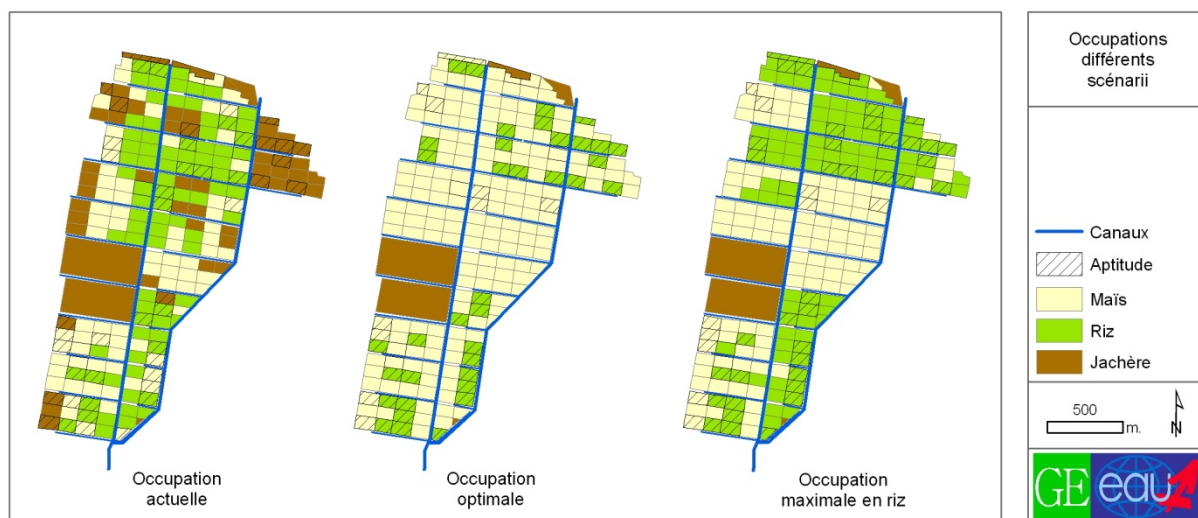
Les tableaux confirment que les besoins en eau actuels peuvent être satisfaits avec le programme élaboré. Le débit nécessaire en tête varie de 382 l/s à 481 l/s, bien en deçà de 600 l/s mesuré en tête.

Les déficits enregistrés sont dus à la capacité limitée des canaux quaternaires. En plus, aggravé par l'ensablement son débit opérationnel s'est réduit de 60 l/s à 40 l/s. Pour le tertiaire 1.A.6 avec ses 6 ha en riz et 6 ha en maïs, ayant des besoins en eau pour une période de quatre jours en mi-campagne de 182 m<sup>3</sup>/ha pour le maïs et 376 m<sup>3</sup>/ha pour le riz (valeur moyenne pour les différents types de sol), il faut 24 h avec un débit de 40 l/s sans compter des pertes afin d'être complètement adéquate (*durée = nombre de parcelles x dose d'eau ÷ débit*).

On peut conclure au vue de ces résultats que le bloc 1 reçoit beaucoup plus d'eau qu'il n'en faut par rapport au nombre de parcelles actuellement exploitées. Par la suite, des scénarii permettant la mise en exploitation de toutes les parcelles ont été recherchés.

### 3.2.2 Occupation optimale

L'objectif est de proposer des calendriers d'irrigation qui puissent mettre en exploitation toutes les 210 parcelles, tout en satisfaisant leur demande en eau. Dans l'optique d'une gestion globale du périmètre du riz sera uniquement attribué aux sols lourds, apte à la riziculture, et du maïs aux autres parcelles afin de minimiser au mieux le débit nécessaire en tête du bloc (Carte 3.1).



Carte 3.1 – Occupations de sol pour les différents scénarii de calendriers d'irrigation.

Les deux groupes (amont et aval) ont été restructurés afin de permettre un rééquilibrage des demandes en eau. Les tertiaires 1.A.6 et 1.A.7 sont ainsi affectés au groupe 'amont'. Les résultats retenus sont résumés dans les Tableaux 3.9 et 3.10, un détail du calendrier est présenté dans le Tableau 3.8. Au total 37 ha sont occupés par du riz et 174 ha par du maïs, pour des débits allant de 337 l/s à 555 l/s. La capacité limitée des tertiaires et quaternaires n'a pas permis d'emblaver toutes les parcelles lourdes en riz, malgré une révision à la hausse des débits des quaternaires (60 l/s) en supposant une meilleur gestion de l'entretien.

Tableau 3.9 – Calendrier d’irrigation pour une occupation optimale, début de campagne.

		Débit	Débit	Débit	Début		Fin		Mais	Riz	Tot.
		[l/s]	Min [l/s]	Max [l/s]							
Amont	T-1.1	60	58	60	4/2	6:00	4/2	17:32	7	5	12
	T-1.2	40	37	39	4/2	6:00	4/2	17:21	10	2	12
	T-1.3	40	37	39	4/2	6:00	4/2	17:14	10	2	12
	T-1.6	25	22	24	4/2	6:00	4/2	18:15	12		12
Aval	T-1.7	25	22	24	6/2	6:00	6/2	17:03	12		12
	T-1.8	35	32	34	6/2	6:00	6/2	16:57	7	2	9
	T-1.8.A	40	38	39	6/2	6:00	6/2	17:20	6	3	9
	T-1.9	25	22	24	6/2	6:00	6/2	18:02	12		12
	T-1.9.A	25	23	24	6/2	6:00	6/2	17:56	8	1	9
	T-1.10	30	28	29	6/2	6:00	6/2	16:50	5	2	7
Amont	T-1.A.1	15	13	13	4/2	6:00	4/2	18:35	3	1	4
	T-1.A.2	35	31	33	4/2	6:00	4/2	18:10	3	3	6
	T-1.A.3	30	28	29	4/2	6:00	4/2	17:04	4	2	6
	T-1.A.4	40	38	39	4/2	6:00	4/2	17:38	6	3	9
	T-1.A.5	30	28	29	4/2	6:00	4/2	17:06	13		13
	T-1.A.6	35	32	34	4/2	6:00	4/2	17:04	15		15
	T-1.A.7	35	32	34	4/2	6:00	4/2	17:04	15		15
	T-1.A.8	20	18	19	6/2	6:00	6/2	17:40	5	1	6
	T-1.A.8.A	45	43	44	6/2	6:00	6/2	18:13	8	3	11
	T-1.A.9	35	33	34	6/2	6:00	6/2	18:23	3	3	6
Aval	T-1.A.9.A	40	38	39	6/2	6:00	6/2	17:31	2	4	6
	T-1.A.10	17	14	15	6/2	6:00	6/2	18:32	8		8
Résumé	Amont	385	357	374					174	37	211
	Aval	337	311	326							

Tableau 3.10 – Calendrier d’irrigation pour une occupation optimale, mi-campagne.

		Débit	Débit	Débit	Début		Fin		Mais	Riz	Tot.
		[l/s]	Min [l/s]	Max [l/s]							
Amont	T-1.1	60	58	60	24/3	6:00	25/3	5:22	7	5	12
	T-1.2	60	58	60	24/3	6:00	25/3	4:58	10	2	12
	T-1.3	60	58	60	24/3	6:00	25/3	4:57	10	2	12
	T-1.6	60	57	60	24/3	6:00	25/3	4:58	12		12
Aval	T-1.7	55	53	55	26/3	6:00	27/3	4:17	12		12
	T-1.8	45	42	44	26/3	6:00	27/3	5:36	7	2	9
	T-1.8.A	45	43	44	26/3	6:00	27/3	5:32	6	3	9
	T-1.9	60	56	59	26/3	6:00	27/3	4:58	12		12
	T-1.9.A	45	43	44	26/3	6:00	27/3	5:04	8	1	9
	T-1.10	35	33	34	26/3	6:00	27/3	4:13	5	2	7
Amont	T-1.A.1	20	18	19	24/3	6:00	25/3	5:05	3	1	4
	T-1.A.2	35	31	33	24/3	6:00	25/3	4:13	3	3	6
	T-1.A.3	35	31	33	24/3	6:00	25/3	4:11	4	2	6
	T-1.A.4	45	43	44	24/3	6:00	25/3	5:48	6	3	9
	T-1.A.5	60	58	60	24/3	6:00	25/3	5:28	13		13
	T-1.A.6	60	58	60	24/3	6:00	25/3	5:57	15		15
	T-1.A.7	60	58	60	24/3	6:00	25/3	5:57	15		15
	T-1.A.8	30	28	29	26/3	6:00	27/3	5:47	5	1	6
	T-1.A.8.A	55	53	54	26/3	6:00	27/3	5:23	8	3	11
	T-1.A.9	35	33	34	26/3	6:00	27/3	4:01	3	3	6
Aval	T-1.A.9.A	30	28	29	26/3	6:00	27/3	5:57	2	4	6
	T-1.A.10	40	38	39	26/3	6:00	27/3	4:32	8		8
Résumé	Amont	555	528	546					174	37	211
	Aval	475	450	466							

### 3.2.3 Occupation maximale en riz

Vu la cultivation rentable du riz, un scénario pour une occupation maximale en riz a été élaboré. Le scénario consiste à affecter du riz aux parcelles quelque soit leur type de sol, tout en respectant l'eau disponible (Carte 3.1).

Tableau 3.11 – Calendrier d'irrigation pour une occupation maximale en riz, début campagne.

		Débit	Débit	Débit	Début		Fin		Maïs	Riz	Tot.	
		[l/s]	Min [l/s]	Max [l/s]								
Amont	T-1.1	60	58	60	4/2	6:00	4/2	17:27	7	5	12	
	T-1.2	45	43	44	4/2	6:00	4/2	18:14	9	3	12	
	T-1.3	40	37	39	4/2	6:00	4/2	17:12	10	2	12	
	T-1.6	25	22	24	4/2	6:00	4/2	18:15	12		12	
Aval	T-1.7	35	32	34	6/2	6:00	7/2	4:14	7	5	12	
	T-1.8	50	48	49	6/2	6:00	7/2	4:23		9	9	
	T-1.8.A	50	48	49	6/2	6:00	7/2	4:36		9	9	
	T-1.9	20	17	19	6/2	6:00	6/2	21:19	12		12	
	T-1.9.A	55	53	54	6/2	6:00	7/2	4:27		9	9	
	T-1.10	40	38	39	6/2	6:00	7/2	4:11		7	7	
Amont	T-1.A.1	40	38	39	4/2	6:00	4/2	17:43		4	4	
	T-1.A.2	50	48	49	4/2	6:00	4/2	17:59	1	5	6	
	T-1.A.3	55	53	54	4/2	6:00	4/2	17:37		6	6	
	T-1.A.4	60	58	59	4/2	6:00	5/2	0:08		9	9	
	T-1.A.5	30	26	29	4/2	6:00	4/2	17:13	13		13	
	T-1.A.6	35	32	34	4/2	6:00	4/2	17:09	15		15	
	T-1.A.7	35	32	34	4/2	6:00	4/2	17:09	15		15	
	Aval	T-1.A.8	35	32	34	6/2	6:00	7/2	5:04		6	6
		T-1.A.8.A	45	43	44	6/2	6:00	7/2	4:37	3	8	11
		T-1.A.9	35	33	35	6/2	6:00	7/2	3:38		6	6
T-1.A.9.A		25	23	24	6/2	6:00	7/2	5:12	1	5	6	
T-1.A.10	40	38	39	6/2	6:00	7/2	5:57	1	7	8		
Résumé	Amont	475	448	465					106	105	211	
	Aval	430	404	420								

Tableau 3.12 – Calendrier d'irrigation pour une occupation maximale en riz, mi-campagne.

		Débit	Débit	Débit	Début		Fin		Maïs	Riz	Tot.	
		[l/s]	Min [l/s]	Max [l/s]								
Amont	T-1.1	60	58	60	26/3	6:00	27/3	5:22	7	5	12	
	T-1.2	60	58	60	26/3	6:00	27/3	5:32	9	3	12	
	T-1.3	60	58	60	26/3	6:00	27/3	4:57	10	2	12	
	T-1.6	60	57	60	26/3	6:00	27/3	4:58	12		12	
Aval	T-1.7	60	58	60	28/3	6:00	29/3	5:11	7	5	12	
	T-1.8	55	53	54	28/3	6:00	29/3	5:22		9	9	
	T-1.8.A	55	53	55	28/3	6:00	29/3	5:34		9	9	
	T-1.9	60	56	59	28/3	6:00	29/3	4:58	12		12	
	T-1.9.A	60	58	59	28/3	6:00	29/3	5:24		9	9	
	T-1.10	45	43	45	28/3	6:00	29/3	4:20		7	7	
Amont	T-1.A.1	25	23	24	26/3	6:00	27/3	4:29		4	4	
	T-1.A.2	35	33	34	26/3	6:00	27/3	5:15	1	5	6	
	T-1.A.3	35	33	34	26/3	6:00	27/3	3:36		6	6	
	T-1.A.4	55	53	54	26/3	6:00	27/3	5:04		9	9	
	T-1.A.5	60	58	60	26/3	6:00	27/3	5:28	13		13	
	T-1.A.6	60	58	60	26/3	6:00	27/3	5:57	15		15	
	T-1.A.7	60	58	60	26/3	6:00	27/3	5:57	15		15	
	Aval	T-1.A.8	40	38	39	28/3	6:00	29/3	5:06		6	6
		T-1.A.8.A	60	58	59	28/3	6:00	29/3	5:47	3	8	11
		T-1.A.9	40	38	39	28/3	6:00	29/3	3:51		6	6
T-1.A.9.A		35	33	34	28/3	6:00	29/3	4:01	1	5	6	
T-1.A.10	50	48	50	28/3	6:00	29/3	5:06	1	7	8		
Résumé	Amont	570	548	563					106	105	211	
	Aval	560	537	552								

Le plan cultural retenu contient 105 ha de riz, repiqué en janvier, et 106 ha du maïs, semé en février. Le débit nécessaire varie entre 430 l/s et 570 l/s. L'incapacité de certains canaux à véhiculer le débit nécessaire a engendré l'occupation du riz malgré l'aptitude des parcelles (tertiaires 1, 3, 1.A.7 et 1.9). Le programme retenu traduit dans un tableur est donné dans les Tableaux 3.11 et 3.12.

### 3.2 Programmes d'irrigation – Bloc 2

Pour le bloc 2, l'eau est actuellement distribuée simultanément à tous les tertiaires et successivement aux quaternaires et parcelles. Les tours d'eau sont à intervalles de 2 jours avec une durée de 24 heures. Le débit moyen en tête déduit des pertes (230 l/s) est partagé entre sept tertiaires. Les débits de ces derniers varient entre 10 l/s et 45 l/s. Les résumés des calendriers élaborés sont présentés dans les Tableaux 3.13 et 3.14. Des très basses efficacités en adéquation sont enregistrées pour l'ensemble des tertiaires.

Tableaux 3.13 & 3.14 – Calendrier d'irrigation pour l'occupation et la distribution d'eau actuelle, début de campagne (g.) et mi-campagne (d.).

	Débit	Début		Fin		Riz	Adé- quation									
	[l/s]					[ha]	[%]					[ha]	[%]			
T-2.2	35	26/2	6:00	28/2	19:13	27	39		T-2.2	35	21/4	6:00	23/4	21:50	27	38
T-2.3	45	26/2	6:00	28/2	11:58	30	44		T-2.3	45	21/4	6:00	23/4	14:10	30	43
T-2.4	35	26/2	6:00	28/2	20:07	30	39		T-2.4	35	21/4	6:00	23/4	22:17	30	37
T-2.5	35	26/2	6:00	28/2	18:13	27	40		T-2.5	35	21/4	6:00	23/4	20:55	27	38
T-2.6	35	26/2	6:00	28/2	8:16	24	48		T-2.6	35	21/4	6:00	23/4	11:11	24	45
T-2.7	35	26/2	6:00	28/2	3:39	21	53		T-2.7	35	21/4	6:00	23/4	6:08	21	50
T-2.8	10	26/2	6:00	28/2	22:38	9	37		T-2.8	10	21/4	6:00	24/4	3:08	9	35
Résumé	230					168	43		Résumé	230					168	41

Le résultat obtenu confirme les prévisions données par le plan d'irrigation, aucun tertiaire ne peut satisfaire les demandes en eau dans le temps requis. En outre avec le manque de gestion actuel, il est facile à s'imaginer que les tertiaires en aval seront rarement pourvus de leurs doses nécessaires. Surtout le dernier tertiaire avec son débit de 10 l/s (!).

Pour atténuer l'effet de faiblesse de débit, un regroupement des tertiaires en deux sections est proposé. Des débits plus importants sont alloués par rotation entre deux groupes (amont et aval) avec un tour d'eau tous les 4 jours pour chaque parcelle. Les résultats sont affichés dans les Tableaux 3.15 et 3.16. Au niveau des efficacités en adéquation, la différence n'est pas significative. Par contre, les nouveaux débits sont plus faciles à gérer à partir des modules à masques et plus réaliste. Même avec des éventuelles défaillances dans la gestion, les tertiaires en aval recevront à tout moment de l'eau (satisfaisante ou non).

Tableaux 3.15 & 3.16 – Proposition d'un nouveau calendrier d'irrigation, début de campagne (g.) et mi-campagne (d.).

		Débit	Début		Fin	Riz	Adé-			Débit	Début		Fin	Riz	Adé-		
		[l/s]				[ha]	quation			[l/s]				[ha]	quation		
							[%]								[%]		
Amont	T-2.2	75	26/2	6:00	28/2	16:27	27	41	Amont	T-2.2	75	22/3	6:00	24/3	18:02	27	40
	T-2.3	80	26/2	6:00	28/2	15:45	30	42		T-2.3	80	22/3	6:00	24/3	17:17	30	40
	T-2.4	75	26/2	6:00	28/2	18:16	30	40		T-2.4	75	22/3	6:00	24/3	19:55	30	39
Aval	T-2.5	75	28/2	6:00	2/3	13:10	27	44	Aval	T-2.5	75	24/3	6:00	26/3	14:38	27	42
	T-2.6	65	28/2	6:00	2/3	18:01	24	40		T-2.6	65	24/3	6:00	26/3	19:42	24	39
	T-2.7	55	28/2	6:00	2/3	15:31	21	42		T-2.7	55	24/3	6:00	26/3	17:05	21	41
	T-2.8	35	28/2	6:00	1/3	14:18	9	74		T-2.8	35	24/3	6:00	25/3	15:22	9	72
Résumé	Amont	230					168	46	Résumé	Amont	230					168	45
	Aval	230								Aval	230						

Avec le regroupement de tertiaires, les doses à satisfaire passent des besoins de 2 jours aux besoins de 4 jours, l'adéquation est améliorée mais reste faible. Les déficits hydriques ne peuvent pourtant pas être attribués uniquement aux règles de distribution d'eau. La capacité restreinte des tertiaires et quaternaires joue aussi un rôle majeur.

Pour un tertiaire, alimentant 30 parcelles de riz de leurs besoins en eau pour quatre jours (376 m<sup>3</sup>/ha, il faut un débit de 100 l/s sans pertes pour être adéquat dans un laps de temps de 24 heures.

Les sols du bloc 2 ne sont pas trop aptes à la riziculture engendrant des vastes demandes en eau. Alors en admettant que le bloc soit occupé par une culture moins exigeante en eau, comme du maïs, des meilleurs taux de satisfaction des besoins peuvent être obtenus. Les Tableaux 3.17 et 3.18 montrent les calendriers obtenus ainsi que leur adéquation.

Tableaux 3.17 & 3.18 – Calendrier d'irrigation pour une occupation totale en riz, début de campagne (g.) et mi-campagne (d.).

		Débit	Début		Fin	Maïs	Adé-			Débit	Début		Fin	Maïs	Adé-		
		[l/s]				[ha]	quation			[l/s]				[ha]	quation		
							[%]								[%]		
Amont	T-2.2	75	1/2	6:00	1/2	19:34	27	100	Amont	T-2.2	75	14/3	6:00	16/3	2:58	27	53
	T-2.3	75	1/2	6:00	1/2	19:56	30	100		T-2.3	75	14/3	6:00	16/3	4:38	30	51
	T-2.4	80	1/2	6:00	1/2	19:01	30	100		T-2.4	80	14/3	6:00	16/3	1:35	30	55
Aval	T-2.5	70	3/2	6:00	3/2	17:24	27	100	Aval	T-2.5	70	16/3	6:00	18/3	2:12	27	54
	T-2.6	65	3/2	6:00	3/2	18:01	24	100		T-2.6	65	16/3	6:00	18/3	0:50	24	56
	T-2.7	60	3/2	6:00	3/2	16:40	21	100		T-2.7	60	16/3	6:00	17/3	22:02	21	60
	T-2.8	35	3/2	6:00	3/2	12:37	9	100		T-2.8	35	16/3	6:00	17/3	11:34	9	81
Résumé	Amont	230					168	100	Résumé	Amont	230					168	59
	Aval	230								Aval	230						

## 4 Conclusions

La présente étude portait principalement sur l'évaluation du système irrigué de la Vallée du Kou et l'élaboration des stratégies d'amélioration de la performance de ce système. Il ressort que le système irrigué est peu efficace et que des nouveaux calendriers d'irrigation s'imposent. Pour les blocs 1 et 2 différents scénarii de gestion ont été développés à l'aide de SIMIS. Les calendriers proposés sont plus équitables que les calendriers actuels et permettent en plus d'emblaver des plus vastes superficies tout en respectant l'eau disponible. Il n'en demeure pas moins indispensable d'obtenir des coopératives un minimum de bonne volonté et de discipline pour s'ouvrir à ces éventuels changements.

A plusieurs causes l'incapacité des canaux à véhiculer le débit nécessaire afin de délivrer la dose d'eau nécessaire dans le temps prévu a été mis en évidence. Résultant dans des

efficacités inadéquates. Un désensablement et éventuellement un récalibrage des canaux en terre doit être considéré dans un futur proche.

A partir des années 90 les grands bailleurs de fonds ont cessé d'appuyer des projets d'irrigation de grande envergure. Plusieurs développeurs des outils de gestion des périmètres (INCA, OMIS, ...) étaient forcés de les suivre, cause de manque de financements attribués. SIMIS en fait malheureusement parti, programmé à l'époque dans un environnement Microsoft Access 98, l'outil souffre des incompatibilités avec des systèmes d'exploitations récentes (Windows XP et Vista). Le moteur de calcul reste néanmoins solide et fiable, et la possibilité de visualiser les résultats obtenus à l'aide des tableurs et SIG va à la rencontre du 'archaïsme' de l'outil.

Les calendriers d'irrigation développés tenaient compte des débits moyens constatés à la tête des différents blocs. Il a été montré que ces débits n'étaient pas en relation avec les superficies à alimenter. On propose qu'avec le temps des nouveaux calendriers soient élaborés avec des débits en tête plus équitables entre des différents blocs de l'ensemble du périmètre irrigué.

## Références bibliographiques

---

- Allen G. R., Pereira S. L., Raes D. et Smith M., 1998. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop requirement. FAO Irrigation and Drainage Paper N°56. Rome, Italie, 300 p.
- Bos, M.G. and Nugteren, J., 1990. On Irrigation efficiencies. ILRI publication 19. Wageningen, the Netherlands. 117 p.
- Dembélé Y., 1991. Etude des besoins en eau du riz irrigué dans différentes conditions pédoclimatiques du Burkina Faso. Actes sem. Intern. 'L'influence du climat sur la production des cultures tropicales', Ouagadougou (Burkina Faso), 23-28 sept. 1991, CTA Wageningen (Pays-Bas), ISESCO Rabat (Maroc). p. 118-127.
- Dembélé Y., 1995. Modélisation de la gestion hydraulique d'une retenue d'irrigation : application au périmètre rizicole de Mogtédo (Burkina Faso). Thèse de docteur de l'Ecole Nationale supérieure Agronomique de Rennes. France. 156 p.
- Dembélé, Y., H. Kambiré et M. Sié, 2005. Gestion de l'eau et de l'azote en riziculture irriguée au Burkina Faso. Cahiers Agricultures, Vol. 14 N° 6. p. 569-572.
- Dicko D., 2004. Evaluation des performances sur le périmètre de la Vallée du Kou. Projet APPIA-EIER-GEeau. Ouagadougou, Burkina Faso. 39 p.
- Illy, L. 1997. La place de la riziculture irriguée dans le système de production agricole et animale au Burkina Faso. p. 131-135. In K.M. Miézan, M.C.S. Wopereis, M. Dingkuhn, J. Deckers, and T.F. Randolph (ed.) Irrigated rice in the Sahel: Prospects for sustainable development. West Africa Rice Dev. Assoc. (WARDA), Bouaké, Ivory Coast.
- IIMI, 1997. Analyse diagnostic et performances de cinq périmètres irrigués autour des barrages au Burkina Faso. Projet d'Appui Institutionnel au Ministère de l'Environnement et de l'Eau pour la Recherche-Développement en Management de l'Irrigation au Burkina Faso. Ouagadougou, Burkina Faso. 203 p.
- IWACO/BURGEAP, 1998. Diagnostic des grands périmètres irrigués dans le sud-ouest du Burkina Faso : Vallée du Kou – Banzon – Karfiguéla. Tome 1 : Rapport général de synthèse. RESO.
- IWACO/BURGEAP, 1998. Diagnostic des grands périmètres irrigués dans le sud-ouest du Burkina Faso : Vallée du Kou – Banzon – Karfiguéla. Tome 2 : Vallée du Kou. RESO.
- Lahcen O., 2000. Exploitation et entretien des réseaux d'irrigation du périmètre irrigué de la Vallée du Kou. Programme spécial pour la sécurité alimentaire, FAO-Maroc- Burkina Faso. 52 p.

- Mateos, L., I. Lopez-Cortijo and J.A. Sagardoy, 2002. SIMIS: the FAO decision support system for irrigation scheme management. *Agricultural Water Management*, Vol. 56, Is. 3. p. 193-206.
- Molden, D.J. and Gates, T.K., 1990. Performance measures for evaluation of irrigation water delivery systems. *Journal for Irrigation and Drainage* 116: 804-823.
- Ouédraogo S., 1993. Analyse économique de l'allocation des facteurs de production dans les exploitations rizicoles de la Vallée du Kou. CNRST/INERA. Ouagadougou, Burkina Faso. 61 p.
- Raes, D., B., Deckers, (1995). Simulation of Irrigation Water Requirements of Rice Schemes in the Senegal River Delta and Valley. *Irrigated Rice in the Sahel: Prospects for Sustainable Development*. (Miézan, K.M., Woporeis, M.C.S, Dingkuhn, M., Deckers, J., et Randolph, T.F., eds.) WARDA, Dakar, Senegal. 411-420.
- U.S. Department of Interior, Bureau of Reclamation, 2001. *Water Measurement Manual*. U.S. Government Printing Office, Washington, DC. 317 p.
- Wellens, J. et Compaoré N.F., 2003. Renforcement de la capacité de gestion des ressources en eau dans l'agriculture moyennant des outils de suivi-évaluation – GEeau. Rapport Annuel No 1 (décembre 2001 – Novembre 2002). Direction Régionale de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques des Hauts Bassins, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso & K.U.Leuven, Leuven, Belgique. 123 p.
- Wellens, J. et Compaoré N.F., 2004. Renforcement de la capacité de gestion des ressources en eau dans l'agriculture moyennant des outils de suivi-évaluation – GEeau. Rapport Annuel No 2 (décembre 2002 – Novembre 2003). Direction Régionale de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques des Hauts Bassins, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso & K.U.Leuven, Leuven, Belgique. 141 p.
- Wellens, J. et Compaoré N.F., 2004. Renforcement de la capacité de gestion des ressources en eau dans l'agriculture moyennant des outils de suivi-évaluation – GEeau. Rapport Annuel No 3 (décembre 2003 – Octobre 2004). Direction Régionale de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques des Hauts Bassins, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso & K.U.Leuven, Leuven, Belgique. 124 p.
- Wellens, J., M. Diallo, D. Dakouré et N.F. Compaoré, 2006. Renforcement structurel de la capacité de gestion des ressources en eau pour l'agriculture dans le bassin du Kou. Rapport Technique 1. APEFE-DRI/CGRI. Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. 127 p.
- Wellens, J., F. Traoré, M. Diallo, D. Dakouré et N.F. Compaoré, 2008. Renforcement structurel de la capacité de gestion des ressources en eau pour l'agriculture dans le bassin du Kou. Rapport Technique 2. APEFE-DRI/CGRI. Bobo-Dioulasso, Burkina Faso (en publication).