



**GEeau**

# SIMIS

**Scheme Irrigation Management  
Information System**

## Formation

**7 au 9 Septembre, 2009  
Bobo-Dioulasso**





**GEeau**

# **SIMIS**

**Scheme Irrigation Management  
Information System**

## **Formation**

**7 au 9 Septembre, 2009  
Bobo-Dioulasso**

Rédigé par M.N. Nitcheu, A. Midekor, M. Diallo (Observatoire de l'Eau\*) & J. Wellens (GEeau)

Réalisé dans le cadre du projet 'Renforcement structurel de la capacité de gestion des ressources en eau pour l'agriculture dans le bassin du Kou' (Wallonie Bruxelles International & APEFE).

\* Observatoire\_Eau@yahoo.fr

# Table des matières

---

1 Préambule (Objectifs et résultats attendus) .....	1
1.1 Objectif de la formation .....	2
1.2 Résultats attendus.....	2
2 Eléments de bases d'une conduite de gestion de l'irrigation .....	2
2.1 L'irrigation et ses objectifs .....	2
2.2 Les éléments de calcul .....	2
2.3 Généralités .....	3
2.3.1 Modes d'irrigation.....	3
2.3.2 Irrigation déficitaire .....	3
2.3.3 Diagnostic des performances.....	4
3 Présentation du logiciel SIMIS .....	6
3.1 Définition.....	6
3.2 Fonctionnement.....	6
3.2.1 Support de projet .....	6
3.2.2 Gestion de projet .....	7
3.3 Objectifs .....	8
3.4 Remarques .....	8
3.5 Exercice pratique (voir Chapitre 8).....	8
4 Etude de cas : le périmètre irrigué de la vallée du Kou .....	9
4.1 Diagnostic des pratiques hydro-agricoles .....	9
4.1.1 Gestion des sols .....	9
4.1.2 Gestion de l'eau .....	10
5 Mise au point de SIMIS sur la vallée du Kou.....	11
5.1 Collecte des données .....	11
5.1.1 Cartographie du périmètre .....	11
5.1.2 Données climatiques.....	11
5.1.3 Données sols .....	11
5.1.4 Données culturelles.....	12
5.1.5 Données hydro-agricoles .....	12
5.1.5.1 Utilisation du sol .....	13
5.1.5.2 Réseau hydraulique .....	13
5.1.5.3 Efficacités .....	14
5.1.5.4 Débits disponibles.....	14
5.2 Paramétrages et simulations.....	17
5.2.1 Besoins en eau .....	17
5.2.2 Plans d'irrigation .....	17
5.2.3 Programme d'irrigation.....	17
5.2.4 Démonstration : Cas du bloc 1 .....	18
5.3 Résultats et interprétations .....	18
5.3.1 Besoins en eau .....	18
5.3.2 Plans et programmes d'irrigation.....	19
5.3.2.1 Plans d'irrigation .....	19
5.3.2.2 Calendrier d'irrigation.....	20

6 Mise en œuvre et suivi .....	25
6.1 Immersion au sein des agriculteurs .....	25
6.2 Sensibilisation.....	25
6.3 Accompagnement et suivi.....	26
6.4 Difficultés .....	26
7 Les enseignements à considérer.....	26
7.1 L'impératif d'une approche professionnelle.....	27
7.2 Les modalités d'une approche professionnelle de gestion.....	27
7.3 Les axes pour la préparation d'une stratégie adaptée de professionnalisation de la gestion des périmètres irrigués collectifs exploités en paysannat .....	28
7.3.1 Identification et positionnement des parties prenantes .....	28
7.3.2 L'approche adaptée de régulation.....	29
7.3.3 Les modalités d'autonomisation de la gestion de l'irrigation.....	29
7.3.4 Le processus de mise en place d'une structure professionnelle autonome de gestion de l'irrigation .....	29
8 Exercice pratique .....	30
8.1 Créer le projet .....	31
8.2 Données d'estimation des besoins en eau des cultures .....	32
8.3 Conception du réseau .....	36
8.4 Sectorisation.....	41
8.5 Utilisation du sol.....	42
8.6 Programmes d'irrigations.....	43
8.6.1 Rotation fixe.....	44
8.6.1.1 A partir de la culture .....	44
8.6.1.2 A partir de l'allocation d'eau à la parcelle .....	48
8.6.1.3 A partir de la superficie.....	49
8.6.2 Méthode par apport proportionnel.....	49
8.6.2.1 Apport proportionnel à débit intermittent.....	50
8.6.2.2 Apport proportionnel à débit continu .....	50
Annexe : Poster – Evaluation de la contre-saison 2009 sur la Vallée du Kou .....	52
(Présenté lors de l'Assemblée Générale de l'UCRB de fin de campagne sèche 2009)	
Références bibliographiques.....	53

## Cartes, Figures & Tableaux

---

Carte 4.1 - Carte de sol .....	9
Carte 4.2 - Occupation des parcelles (2006) .....	9
Carte 5.1 - Nomenclature du périmètre irrigué de la vallée du Kou .....	13
Carte 5.2 - Occupation des parcelles en contre-saison (2008) .....	16
Carte 5.3 - Occupation proposée .....	16
Carte 5.4 - Limite existante et proposée entre les sous groupes amont et aval du bloc1 .....	22
Carte 5.5 - Détails des calendriers d'irrigation pour le bloc 1.....	24
Carte 5.6 - Détails des calendriers d'irrigation pour le bloc 8.....	24
Figure 4.1 - Adéquation des apports en eau .....	10
Figure 4.2 - Efficacité des apports en eau .....	10
Figure 4.3 - Fiabilité des apports en eau .....	10
Figure 4.4 - Équité des apports en eau.....	10
Figure 5.1 - Programme du tour d'eau. Les cases grises reçoivent l'eau .....	15
Tableau 5.1 - Caractéristiques physiques par type de sol.....	12
Tableau 5.2 - Valeurs pondérées des caractéristiques physiques des sols.....	12
Tableau 5.3 - Paramètres culturaux pour du riz.....	12
Tableau 5.4 - Paramètres supplémentaires pour du riz.....	10
Tableau 5.5 - Paramètres culturaux pour du maïs .....	12
Tableau 5.6 - Efficacités.....	14
Tableau 5.7 - Débits équitables en tête des blocs et superficies exploitées.....	16
Tableau 5.8 – Besoins en eau comparatives .....	19
Tableau 5.9 - Plan d'irrigation pour l'occupation pratiquée 2006 .....	19
Tableau 5.10 - Plan optimale 2006.....	19
Tableau 5.11 - Plan d'irrigation pour l'occupation pratiquée 2008 .....	20
Tableau 5.12 - Plan optimale 2006 .....	20
Tableau 5.13 - Calendrier d'irrigation amont pour l'occupation 2006 .....	21
Tableau 5.14 - Calendrier d'irrigation aval pour l'occupation 2006 .....	21
Tableau 5.15 - Calendrier d'irrigation proposé, bloc 1 amont .....	22
Tableau 5.16 - Calendrier d'irrigation proposé, bloc1 aval.....	23
Tableau 5.17 - Détail du calendrier d'irrigation cas du tertiaire T-1.A.1.....	13
Tableau 5.18 - Calendrier d'irrigation bloc 8 - groupe 1 .....	13

# 1 Préambule (Objectifs et résultats attendus)

Les périmètres irrigués constituent des pôles importants de développement pour le Burkina Faso. En particulier, l'irrigation est un des choix stratégiques essentiels au développement économique et social. Ainsi, au Burkina Faso, beaucoup de périmètres irrigués ont été réalisés afin de permettre notamment le développement de la production de contre saison (saison opposée à la saison des pluies). Ce qui est une bonne approche de valorisation de nombreux actifs agricoles au regard de la longue saison sèche.

Les premières surfaces irriguées ont été initiées dans les années soixante. Parmi les réalisations, on compte de 1960 à 1970, une dizaine de périmètres et de barrages aménagés, dont celui de Yalgo dans la province du Namentenga et le périmètre de Loumana dans la province de la Léraba. A l'exception de certaines cultures de rente, produites au bénéfice de l'ex-métropole (la France), l'objectif national assigné à l'irrigation était essentiellement la production du riz, afin de réduire la dépendance du pays vis-à-vis de l'extérieur. L'irrigation n'a véritablement connu son développement que dans les années soixante-dix et quatre vingt, pour aboutir dans les années quatre vingt dix, à l'aménagement de très grandes plaines dont les plus connues sont, le Sourou et Bagré.

Mais après plus de trois décennies d'expérience en matière d'irrigation, les performances des différents périmètres aménagés notamment les grands périmètres exploités en paysannat, restent insuffisantes au regard des investissements consentis par l'Etat et ses partenaires financiers (*Dialla, 2003*).

L'environnement économique, les structures sociales en présence, le manque d'eau, l'accroissement constant des besoins en eau en agriculture, conjugués aux conflits d'usage amènent à constamment réfléchir sur les conditions d'une gestion efficace de l'irrigation. Une telle gestion et particulièrement dans le contexte d'une exploitation en paysannat, interpelle l'approche rationnelle de trois fonctions essentielles :

- la fonction de régulation de la mise en valeur ;
- la fonction de production ;
- les fonctions d'appui-accompagnement (i) à la production (ii) à la commercialisation (iii) à la gestion de l'eau et des infrastructures d'Amenagement Hydro-Agricol (AHA).

La fonction d'appui-accompagnement relative à la gestion de l'eau et des infrastructures est à bien des égards, le maillon essentiel qui permet de tirer toute la chaîne d'une mise en valeur efficace, efficiente et durable des AHA. Elle permet notamment, d'assurer en permanence, une mise en relation adéquate, du potentiel physique avec le potentiel marché et les coûts des facteurs. C'est donc une base essentielle des choix et décisions de mise en culture.

C'est aussi dans le contexte du Burkina Faso, la fonction de la plus déficiente sur les périmètres irrigués notamment ceux exploités en paysannat.

## **1.1 Objectif de la formation.**

Promouvoir au Burkina Faso, une approche professionnelle de la gestion de l'eau et des infrastructures sur les périmètres irrigués.

## **1.2 Résultats attendus.**

A l'issue de la formation, les participants doivent être capables de :

- Identifier les besoins et les conditions d'une approche professionnelle de la gestion de l'eau et des infrastructures sur les périmètres irrigués ;
- Définir et appuyer la mise en œuvre d'une stratégie de professionnalisation de la gestion de l'eau et des infrastructures sur les périmètres irrigués.

## **2 Eléments de bases d'une conduite de gestion de l'irrigation**

### **2.1 L'irrigation et ses objectifs**

L'irrigation est l'opération consistant à apporter artificiellement de l'eau à des végétaux cultivés pour en augmenter la production, et permettre leur développement normal en cas de déficit d'eau induit par un déficit pluviométrique, un drainage excessif ou une baisse de nappe, en particulier dans les zones arides. Selon le glossaire international d'hydrologie, l'irrigation c'est un apport artificiel d'eau sur des terres à des fins agricoles.

L'irrigation peut aussi avoir d'autres applications ou objectifs sous d'autres cieux: l'apport d'éléments fertilisants soit au sol, soit par aspersion aux feuilles (fertilisation foliaire), dans la culture hydroponique, l'irrigation se confond totalement avec la fertilisation.

### **2.2 Les éléments de calcul**

Les éléments de calcul peuvent varier légèrement selon les modes de distribution ou d'irrigation. Mais de manière générale il est important de connaître la ressource disponible, puis évaluer les besoins en fonctions des différentes spéculations.

Les besoins en eau des plantes dépendent de plusieurs facteurs, intrinsèques ou extrinsèques à la culture : nature des plantes cultivées (espèce, variété) stade de végétation, nature et état d'humidité du sol, les données climatiques (précipitations, insolation, vent...).

Il convient de tenir compte des réserves en eau du sol, de l'évaporation au niveau du sol, de la transpiration des plantes, de l'évapotranspiration qui cumule les deux phénomènes.

## 2.3 Généralités

### 2.3.1 Modes d'irrigation

Les systèmes d'irrigation peuvent être classés en deux grandes catégories: l'irrigation gravitaire et l'irrigation sous pression. Dans la pratique, on distingue trois modes : l'irrigation gravitaire, l'irrigation goutte à goutte et l'irrigation par aspersion.

#### **Irrigation gravitaire :**

C'est le système d'irrigation dans lequel l'eau s'écoule par gravité, du point haut vers le point bas. Le mode d'irrigation gravitaire comprend : une prise d'eau, une tête morte ou canal d'amenée, un ou plusieurs canaux primaires dominant chacun une zone d'irrigation, les canaux secondaires qui repartissent l'eau entre les divers secteurs d'irrigation, les canaux tertiaires desservant les quartiers hydrauliques et les canaux quaternaires ou arroseurs ou filioles ou rigoles de distribution

#### **Irrigation par aspersion**

L'irrigation par aspersion consiste à reproduire sur le sol le phénomène naturel de la pluie, avec toutefois le contrôle de l'intensité et de la hauteur de l'averse. Elle est recommandée dans les cas suivants:

- sols de faible profondeur, ne pouvant être correctement nivelés pour une irrigation de surface, tout en conservant une profondeur suffisante;
- sols trop perméables, qui ne permettent pas une répartition uniforme de l'eau dans le cadre d'une irrigation avec ruissellement en surface;
- terrains à pente irrégulière avec micro-relief accidenté, ne permettant pas l'établissement d'une desserte gravitaire à surface libre. Par contre, elle est à écarter dans les régions très régulièrement ventées.

#### **Irrigation localisée ou goutte à goutte**

Dans l'irrigation goutte à goutte, l'eau est livrée à la plante à faible dose entraînant ainsi l'humidification d'une fraction du sol. Ceci permet de limiter les pertes par évaporation et percolation. Elle permet aussi de réduire le développement des mauvaises herbes. Elle met également en œuvre des équipements fixes et légers, et permet la fertigation.

### 2.3.2 Irrigation déficitaire

L'ensemble des contraintes auxquelles font face les agriculteurs en ce qui concerne l'accès à l'eau et leur objectifs de production qu'ils se fixent, les conduisent fréquemment à choisir une "irrigation déficitaire" des cultures.

L'irrigation déficitaire est un processus selon lequel les cultures sont moins irriguées pendant les stades de croissance végétale relativement insensibles au stress hydrique. Elle peut aider les agriculteurs à optimiser leur production tout en faisant le meilleur usage de ressources en eau peu abondantes.

Mais dans le cas de la vallée du Kou, les ressources sont très limitées dans la période de la contre saison à tel point que la réduction de l'apport de l'eau se fait également au niveau du stade végétatif où les plantes sont sensibles au stress hydrique.

En raison de la disponibilité limitée de l'eau, il y a lieu de se donner une adéquation correspondant à un rendement escompté suivant le principe de la réponse du rendement à l'apport d'eau  $(1 - Y_a / Y_m) = K_y(1 - ETR / ETM)$ . Où  $Y_a$  représente le rendement réel,  $Y_m$  le rendement maximal,  $ETR$  évapotranspiration réelle,  $ETM$  évapotranspiration maximale. Le terme  $ETR/ETM$  représente l'adéquation, encore égal au quotient du débit disponible sur le débit requis (Doorenbos et al., 1979)

### 2.3.3 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 ( $P_E$ ).

#### **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 suit :

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

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 livré excède le montant requis, l'adéquation est considérée comme complètement adéquate et  $P_A$  approche l'unité.

#### **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.

### **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 choisir de pratiquer 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.

### **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.

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

$CV_T$  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.

### 3 Présentation du logiciel SIMIS

#### 3.1 Définition

Scheme Irrigation Management Information System (SIMIS) est un programme de gestion des périmètres irrigués, développé par L. Mateos de l'Institut Agricole de Cordoba, Espagne et diffusé par la FAO.

#### 3.2 Fonctionnement

Le SIMIS est constitué de 19 programmes différents et indépendants que l'on appelle 'modules'. Le SIMIS peut sauvegarder des informations relatives à 1 ou plusieurs projets. Cela est particulièrement utile pour des projets d'irrigation importants qui pourront dès lors subdiviser les parties complexes de leur réseau de distribution ou gérer un grand nombre de projets de manière indépendante.

##### 3.2.1 Support de projet

Une première série de modules permet de dresser l'inventaire des différentes ressources constituant l'environnement du projet : données météo, données culturales, données pédologiques, infrastructure physique, propriété foncière, caractéristiques des parcelles (efficacités,...), personnel, matériel, etc. Chaque inventaire est stocké dans une base de données. L'information contenue dans ces inventaires est peu sujette à changement de par sa nature. Chacun des modules est autonome et peut être modifié individuellement. Ils permettent d'obtenir des réponses spécifiques à des questions courantes :

- Qui sont les utilisateurs du projet d'irrigation ?
- Quelle est la surface moyenne d'une parcelle ?
- Quelles sont les dimensions des conduites ?
- Quelle est la surface desservie par une conduite spécifique ?
- Quel chemin l'eau doit-elle suivre pour parvenir à une parcelle définie ?
- Quelles sont les efficacités des canaux ?
- Quelle est la station climatique de référence ?
- Quels sont les matériels de maintenance ?

- Quelles sont les caractéristiques du réseau routier et réseaux de drainage?

### **3.2.2 Gestion de projet**

La seconde série de modules est regroupée sous deux grandes rubriques : la gestion de l'eau et la gestion financière.

#### **Gestion de l'eau :**

La gestion de l'eau correspond à la gestion des tâches pour l'irrigation ; contrôle des activités agricoles, planification de l'irrigation et distribution de l'eau, etc. La plupart des modules ne peuvent fonctionner individuellement et dépendent d'une ou plusieurs bases de données selon le cas. Il s'agit des modules suivants :

#### **- Calcul des exigences en eau de la culture :**

Le logiciel CropWat (FAO) est à la base de ce module, permettant 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 calculés par parcelle ou groupés par quaternaire, tertiaire ou secondaire suivant la nomenclature.

#### **- Elaboration d'un plan d'irrigation :**

Pour une maille hydraulique ou un périmètre entier, une planification saisonnière optimale des spéculations est élaborée par itération, en comparant les débits requis aux débits disponibles sur des pas de temps décennaires, mensuels et saisonniers. Plusieurs scénarii peuvent être sauvegardés et le meilleur, utilisé pour orienter l'occupation des parcelles.

#### **- Elaboration des programmes d'irrigation :**

A partir de l'architecture du périmètre irrigué, l'occupation des parcelles, les calendriers de culture, les débits disponibles aux têtes des canaux, définis dans 'support de projet', des calendriers d'irrigation sont élaborés suivant différents modèles de distribution d'eau : basés sur la rotation, basés sur l'approvisionnement proportionnel en débits continus ou intermittents, orientés vers la demande.

#### **- Suivi de la consommation en eau :**

Ce volet suit la consommation en eau durant la campagne. Il compare les débits mesurés dans les canaux avec les débits du programme d'irrigation.

#### **Gestion financière :**

La gestion financière implique des modules de comptabilité, de redevances eau, de maintenance, et des indicateurs de performances

Pour ce qui est de la redevance eau, SIMIS offre 3 options possibles d'estimation : basée sur la dépense par hectare et estimée pour tous les propriétaires, basée sur la dépense par

volume consommé et estimée pour toutes les parcelles, orientée aussi vers le volume consommé, mais calculé pour toutes les parcelles. Les 3 options sont toutes constituées de 4 rubriques permettant de :

- enregistrer les factures unitaires pour chaque parcelle (dépenses d'exploitations, dépenses d'investissements, ...);
- enregistrer des séries de factures pour tout ou partie du projet sur des périodes bien précises;
- contrôler et d'imprimer les factures suivant un mode de calcul de la redevance à choisir entre les 3 options précitées;
- contrôler les paiements.

SIMIS offre la possibilité de visualiser les données et résultats sous forme de tableaux et de graphiques, ou dans un Système d'Information Géographique. Le module SIG est très spartiate et n'a pas été trouvé assez stable par le projet. Il a été préféré de supprimer ce module et de visualiser les résultats à partir des tableaux générés dans le SIG acquis par le projet.

### **3.3 Objectifs**

SIMIS est un outil d'aide à la décision très vaste qui prend en compte plusieurs types de réseaux (canaux à ciel ouvert, tuyaux). Il devrait permettre de gérer autant de petits que de grands périmètres (Karfiguela, Vallée du Kou, Sourou, Bagré, l'Office du Niger,...) sans trop de problèmes. Mais SIMIS nécessitera un conseiller d'irrigation de niveau technicien supérieur, bien formé.

### **3.4 Remarques**

Programmé dans un environnement Microsoft Access 98, SIMIS souffre des incompatibilités avec des systèmes d'exploitation récents (Windows XP et Vista), mais reste néanmoins une très bonne option.

### **3.5 Exercice pratique (voir Chapitre 8)**

L'exercice pratique permettra de toucher du doigt les principales fonctionnalités de SIMIS, pour mieux cerner ses champs d'application et préparer à une meilleure compréhension des résultats obtenus sur un champ école (périmètre irrigué de la vallée du Kou).

## 4 Etude de cas : le périmètre irrigué de la vallée du Kou

La vallée du Kou a été depuis le milieu des années soixante-dix, 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 dues à une intensification des utilisateurs en amont du périmètre et la mauvaise gestion de l'eau sur le périmètre.

### 4.1 Diagnostic des pratiques hydro-agricoles

#### 4.1.1 Gestion des sols

La pédologie du périmètre révèle 6 types de sols allant des sols lourds aptes à la riziculture, aux sols très filtrants (Wellens et al., 2008). La juxtaposition d'une carte pédologique du périmètre et d'une carte d'occupation des sols pour la contre-saison de 2006 (carte 4.1 et 4.2), met en relief une mauvaise utilisation des sols, les cultures ne sont pas toujours adaptées aux types de sols, les sols aptes à la riziculture sont non exploités en contre saison au profit des sols très filtrants situés en tête du canal principal.



Carte 4.1 – Carte de sol.



Carte 4.2 – Occupation des parcelles (2006).

## 4.1.2 Gestion de l'eau

Les indicateurs de performance ont été recherchés sur le périmètre suivant le modèle de Molden & Gates (2006) qui propose 4 éléments d'appréciation : l'adéquation, l'efficacité d'application, la fiabilité et l'équité (figures 4.1 à 4.4) (Wellens et al., 2006).

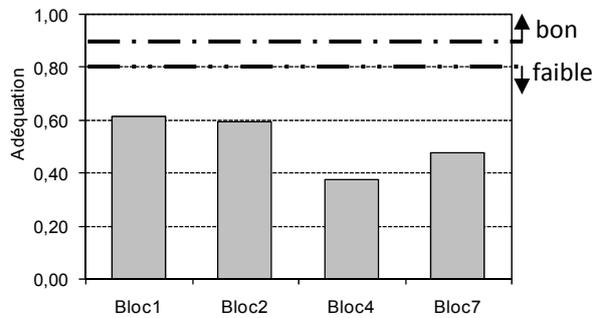


Figure 4.1 - Adéquation des apports en eau.

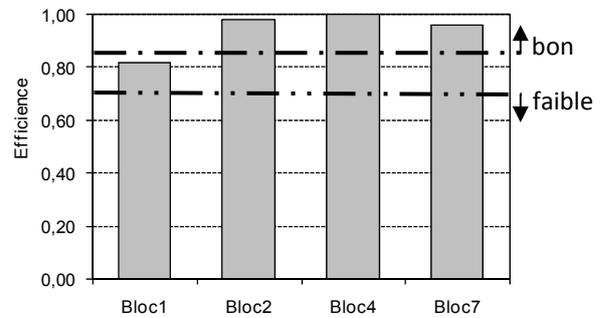


Figure 4.2 - Efficacité des apports en eau.

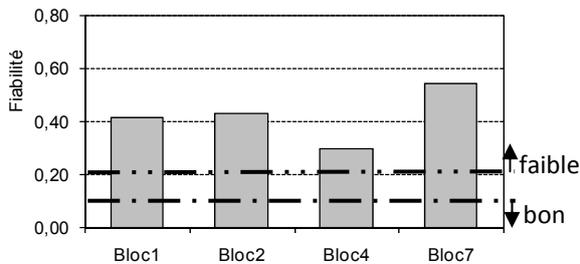


Figure 4.3 - Fiabilité des apports en eau.

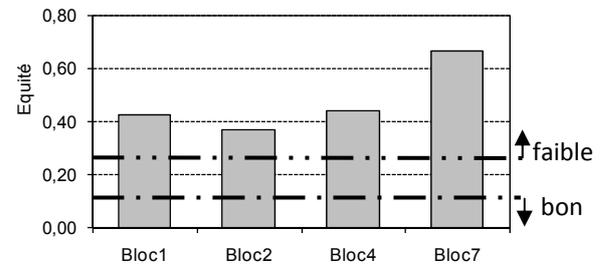


Figure 4.4 - Équité des apports en eau.

On constate une faible adéquation pour tous les blocs résultant en des pénuries en eau qui frappent l'ensemble du périmètre, ces pénuries expliquent en outre les valeurs élevées de l'efficacité des apports en eau sur la plupart des blocs étudiés. Les blocs 1 et 2 ont des adéquations nettement mieux que les autres grâce à leurs emplacements avantageux en amont du réseau de distribution. La fiabilité et l'équité sont faibles pour tous les blocs. Les apports en eau ne sont pas assurés et sont surtout causés par des manques d'eau.

Les questions de l'utilisation du sol et de gestion de l'eau d'irrigation sont dès lors primordiales pour rehausser les rendements sur le périmètre. C'est dans ce sens qu'il a été jugé nécessaire d'entreprendre une stratégie d'amélioration de la gestion de l'irrigation. Le logiciel SIMIS (Wellens et al., 2008) a été mis en place afin de proposer des scénarii d'irrigation fiables et équitables.

## **5 Mise au point de SIMIS sur la vallée du Kou**

### **5.1 Collecte des données**

La collecte et le traitement des données nécessaires à la mise au point de SIMIS sont axés sur la cartographie du périmètre, les paramètres des cultures, des sols, du climat, et les paramètres hydro-agricoles.

#### **5.1.1 Cartographie du périmètre**

A partir d'une carte sur support papier du réseau hydraulique et des parcelles, le périmètre a été numérisé, spatialisé et superposé à une image satellitaire de la région, permettant ainsi la création d'un SIG sur le périmètre. Dès lors, la pédologie, les parcelles exploitées ou non, la nomenclature du périmètre, pourront être mises en relief à travers le SIG.

#### **5.1.2 Données climatiques**

Ce sont les données nécessaires à la détermination de l'évapotranspiration de référence ETo. Il s'agit notamment : Des températures maximales (Tmax) et minimales (Tmin), des humidités relatives maximales (HRmax) et minimales (HRmin), des vitesses du vent et des heures d'insolations effectives ou du rayonnement, de la pluviométrie.

La station de référence pour la collecte de ces données sur la vallée du Kou est la station agro-climatologique de L'INERA-Bama, située en plein périmètre.

#### **5.1.3 Données sols**

Ce sont les paramètres nécessaires à l'estimation de la capacité de stockage de l'eau d'un sol. Il s'agit de : L'humidité à saturation, l'humidité à la capacité au champ, l'humidité au point de flétrissement permanent, la profondeur d'enracinement, l'humidité total moyenne, la profondeur du profil de sol, l'imbibition et la percolation profonde.

Six différents groupes de sols peuvent être identifiés sur le périmètre : argileux, limoneux, argilo-limoneux, sablo-argilo-limoneux, sablo argileux et sablo-limoneux (Wellens et al.,2006). Leur répartition sur l'ensemble du périmètre est très hétérogène (Carte 4.1). Les caractéristiques sont données par les Tableaux 5.1 et 5.2 (IWACO/BURGEAP, 1998 et Lahcen, 2000 ; Wellens et al.,2006)

Tableau 5.1 – Caractéristiques physiques par type de sol.

Type de sol	Humidité totale moy [mm/m]	profondeur profil de sol [m]	Imbibition [mm]	Percolation profonde [mm/j]
argileux	95	0,57	51	2
argilo limoneux	140	0,6	90	4
limoneux	140	0,61	102	3
sablo argileux	90	0,53	75	6,3
sablo argileux limoneux	90	0,53	86	7,0
sablo limoneux	120	0,57	99	7,6

Tableau 5.2 – Valeurs pondérées des caractéristiques physiques des sols.

	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

### 5.1.4 Données culturales

Ce sont les éléments nécessaires aux calculs des besoins en eau des cultures. Le riz et le maïs sont les principales cultures du périmètre irrigué de la vallée du Kou. Les coefficients culturaux (Kc) pour le riz sont ceux obtenus dans la région de Mogtédó (tableau 5.3) (Dembelé, 1995, Wellens et al., 2008). Le Kc du maïs et les autres paramètres culturaux présentés dans les tableaux 5.3 ; 5.4 et 5.5 ont été pris de la littérature (Allen et al., 1998, Wellens et al., 2008).

Tableau 5.3 – 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 5.4 – 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 5.5 – 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

### 5.1.5 Données hydro-agricoles

Il s'agit des dates de semis des cultures, de l'utilisation du sol, du réseau hydraulique, des efficacités de transport et d'application, des débits disponibles.

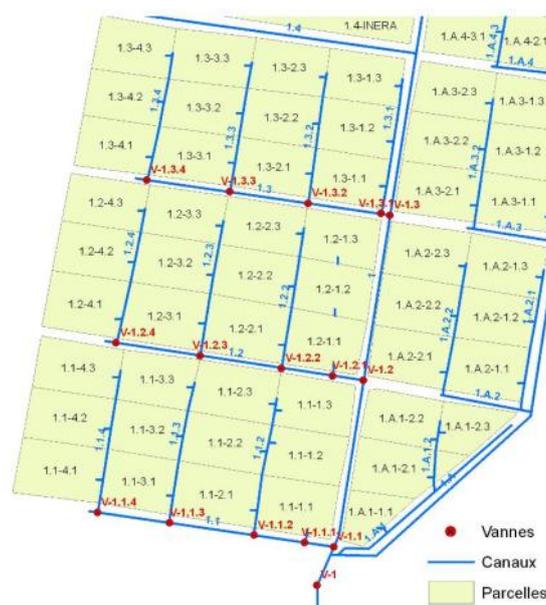
### 5.1.5.1 Utilisation du sol

Des recensements agricoles menés chaque année sur le périmètre ont permis d'élaborer sur trois années, des cartes d'occupations des parcelles en contre saison, la carte 5.2 en est une illustration pour la contre saison 2008. Les semis sont étalés sur 2 mois (janvier à février).

### 5.1.5.2 Réseau hydraulique

L'irrigation du périmètre se fait à partir du fleuve le Kou, plus spécifiquement à Diaradougou. L'eau est déviée gravitairement jusqu'aux rizières par un canal d'amenée revêtu de 11 km de longueur et initialement de capacité 3 200 l/s. Le canal d'amenée est prolongé par le canal principal revêtu pouvant véhiculer 3 100 l/s, 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, pouvant véhiculer des débits maximum variant de 600 l/s à 2200 l/s ; de 9 secondaires auxiliaires à débit maximum 60-300 l/s ; de 91 canaux tertiaires revêtus pouvant véhiculer des débits de 60 l/s à 300 l/s ; et enfin d'un ensemble de canaux quaternaires et d'arroseurs en terre alimentant les parcelles (Lahcen, 2000 ; Wellens et al.,2006). 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.

La structure physique du périmètre (Nomenclature) est donnée par la base de données SIG. Une illustration en est faite sur une partie du bloc 1 (Carte 5.1).



Carte 5.1- Nomenclature du périmètre irrigué de la vallée du Kou  
(Extrait du SIG)

### 5.1.5.3 Efficiences

Les efficiences des canaux et d'application aux parcelles sont données dans le tableau 5.6 (Wellens et al, 2008).

Tableau 5.6 - Efficiences

	Secondaire	Tertiaire [%]	Quatenaire
Efficienc de transport	0,95	0,95	0,74
	Maïs	Riz	
Efficienc d'application	0,7	1,0	

Les efficiences du canal d'amenée et du canal principal sont peu connues, les cultures informelles qui se trouvent le long du canal d'amenée utilisent l'eau du canal pour leur irrigation. Sur le canal principal, de nombreuses prises d'eau pour usages non agricole sont observées.

L'efficienc du canal principal (revêtu) a été estimée à 0.7 pour le paramétrage des débits en tête des blocs.

### 5.1.5.4 Débits disponibles

Un quelconque paramétrage hydraulique nécessite une étude détaillée de la situation hydraulique existante afin de projeter des situations à venir. Pour suivre permanemment la situation hydraulique sur le périmètre, des échelles de mesure ont été installées en tête du canal principal et en tête des secondaires, les hauteurs d'eau sont mesurées journalièrement, et les débits déduits des courbes d'étalonnages, élaborées sur la base des mesures au moulinet.

Une étude des débits sur 3 années de mesure, a permis de quantifier les excédants d'eau sur les zones en surconsommations (bloc 1 en l'occurrence), pouvant permettre d'accroître les potentiels des blocs très peu desservis (bloc 8 par exemple). Mais la même étude révèle l'impossibilité d'exploiter toutes les parcelles en contre saison dans de meilleures conditions hydrauliques du fait de l'insuffisance des débits .

#### Gestion actuelle :

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 baisser à l'entrée du périmètre surtout en saison sèche, un tour d'eau a été instauré (Dicko, 2004, Wellens et al, 2006). 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 (Figure 5.1). Chaque bloc reçoit de l'eau tous les 2 jours (Wellens et al, 2006).

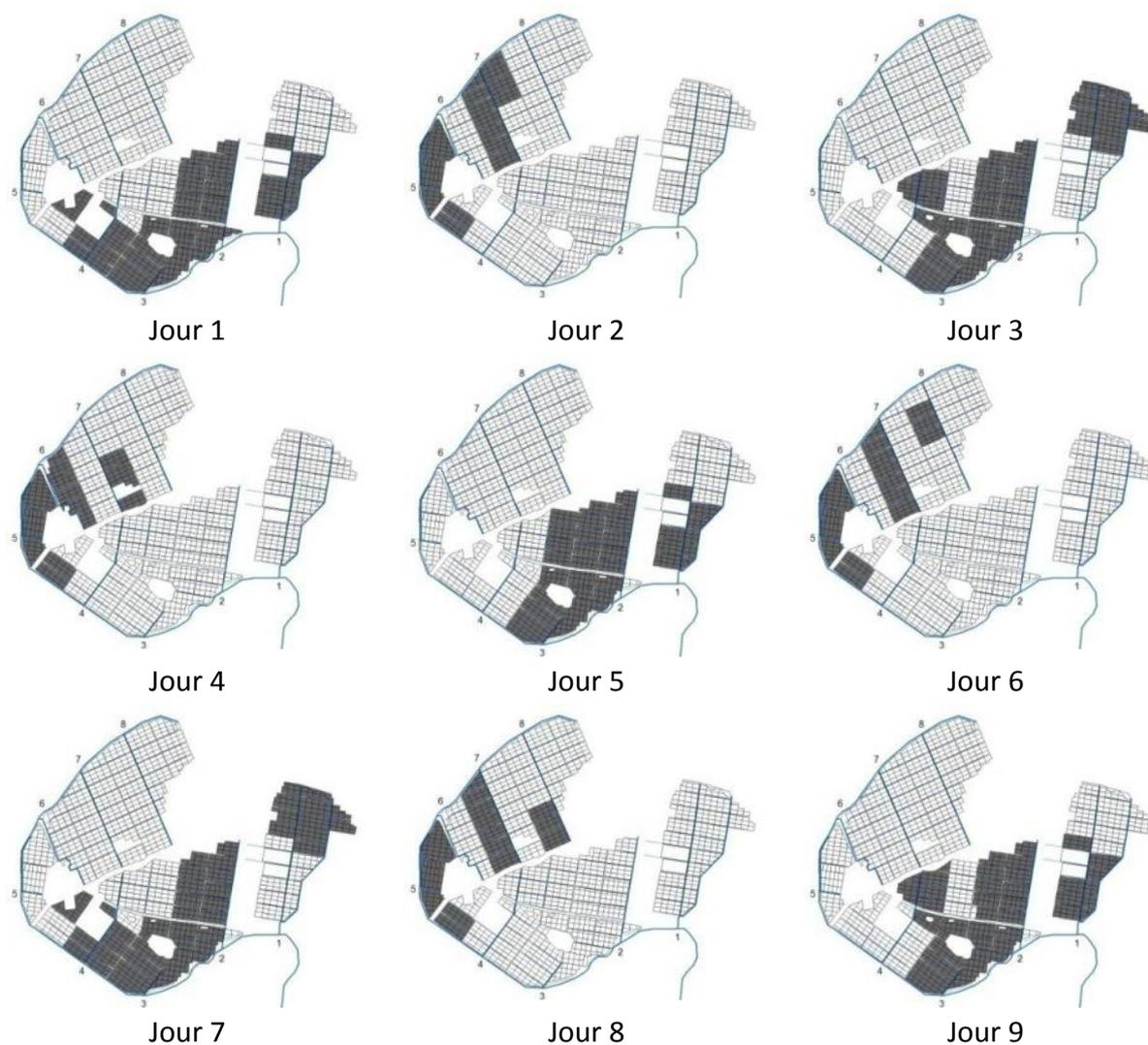


Figure 5.1 - Programme du tour d'eau. Les cases grises reçoivent l'eau

Les rendements observés sur le périmètre ces dernières années sont de l'ordre de 4t/ha (Dicko, 2004), avec comme le montrent les figures, des secteurs entiers non exploités en contre saison, et une gestion calamiteuse au sein des blocs mise en relief par le diagnostic de performance ci-dessus (Cf.4.1.2).

#### **Gestion proposée :**

Du fait de l'insuffisance des débits et dans l'optique de mettre le maximum de parcelles en exploitation en contre saison, des scénarii d'irrigations déficitaires, mais équitables, ont été recherchés suivant la plage des prévisions de rendements FAO en riz dans les conditions de déficit en eau (3 à 4 t/ha), soit une adéquation de 54 à 75% (Doorenbos et al., 1979).

Après des échanges avec les agriculteurs, le scénario retenu permet de mettre plus de parcelles en valeur avec une distribution plus équitable des débits sur l'ensemble du périmètre, l'alimentation alternée des zones est maintenue pour avoir des débits conséquents dans les canaux.

Le tableau 5.7 et les cartes 5.2 & 5.3 présentent la situation de 2008 et celle proposée à l'issue de l'étude des débits, pour la campagne 2009. Le riz est affecté essentiellement aux sols lourds, et le maïs aux sols légers. Les débits présentés sont des moyennes estimées sur toute la campagne, les besoins quand à eux estimés sur la période de forte demande en eau (fin mars). On note une nette augmentation des superficies mises en valeurs, l'excédent d'eau observé au bloc1 dans le contexte d'une répartition équitable, pouvant être prélevé pour l'alimentation du bloc8. Le tableau 5.7 met aussi en relief certaines modifications de terrain opérées par les agriculteurs, avec notamment l'apparition des blocs 9 et 4b issus du bloc 4 (Zone1) et affectés à une autre zone d'irrigation (Zone 2)

Tableau 5.7 - Débits équitables en tête des blocs et superficies exploitées

	Bloc 1	Bloc 2	Bloc 3	Bloc 4	Bloc 9	Bloc 4b	Bloc 5	Bloc 6	Bloc 7	Bloc 8	
<b>Situation ex ante</b>											
Superficies [ha]	riz	71	204	84	215	48	-	57	100	83	0
	maïs	88	6	17	2	0	-	4	19	41	57
	total	159	210	101	217	48	-	61	119	124	57
	272	491	194	313	110	-	132	212	223	66	
Surplus/Déficits	405	254	74	148	-	-	-	245	127	-	
	133	-237	-120	-165	-	-	-	33	-96	-	
<b>Situation ex post</b>											
	Zone 1				Zone 2						
Superficies [ha]	riz	60	128	78	110	29	11	48	86	120	0
	maïs	122	86	28	54	19	19	24	58	49	112
	total	182	214	106	164	48	30	72	144	169	112
Besoins [l/s]	437	562	368	488	159	82	244	477	603	209	
Débits proposés [l/s]	235	302	198	262	89	46	137	268	339	118	
Adéquation	54	54	54	54	56	56	56	56	56	56	



Carte 5.2- Occupation des parcelles en contre-saison (2008).



Carte 5.3 - Occupation proposée.

## **5.2 Paramétrages et simulations**

Les paramétrages et simulations portent sur les besoins en eau, le plan d'irrigation et les programmes (calendriers) d'irrigations :

### **5.2.1 Besoins en eau**

Les données climatiques, sols et cultures sont introduites pour la simulation des exigences en eau des cultures, à utiliser par d'autres modules. Les exigences en eau du maïs et riz sont ainsi simulées sur toute la période culturale (Décembre à mai) en fonction de la décade de mise en place, du type de sol et de la station de référence choisie (Station agrométéorologique de Bama). Les valeurs pondérées des paramètres sols sont ensuite introduites pour orienter l'élaboration d'un plan d'irrigation.

### **5.2.2 Plans d'irrigation**

À partir des débits disponibles en tête des blocs, des types de cultures, des caractéristiques pondérées des sols, de l'efficacité globale d'irrigation ; un plan cultural saisonnier est élaboré définissant la surface totale à occuper par chaque culture, les décades de plantation et les consommations décadaires, mensuelles et saisonnières en eau engendrées. Les simulations du module plan d'irrigation sur la vallée du Kou visent la recherche des scénarii qui offrent un maximum de superficies au riz avec l'eau disponible en tête de chaque bloc. Le plan d'irrigation optimal retenu, oriente l'utilisation du sol à définir dans le module des données parcelle.

Le module plan d'irrigation simule une irrigation 7j/7, or l'irrigation se faisant par tour d'eau sur le périmètre, les débits en tête doivent être divisés par le nombre de jour d'un cycle d'irrigation pour refléter la réalité. Le bloc 1 par exemple est alimenté tous les deux jours, les débits disponibles à introduire dans le module seront des débits réels disponibles en tête du bloc 1 divisés par deux (tableaux 5.9-5.12) car n'ayant pas la possibilité d'insérer dans le logiciel des jours de 'repos' par rapport à l'attribution de l'eau, au lieu de donner un débit tous les deux jours, on attribue la moitié du débit chaque jour. Le débit final attribué reste le même.

### **5.2.3 Programme d'irrigation**

La simulation du programme d'irrigation demande outre les éléments nécessaires pour le calcul des besoins en eau ; la construction du réseau, sa segmentation en secteurs et sections, les renseignements sur les efficacités des différents canaux d'irrigation, sur le débit véhiculé par chaque canal, sur les parcelles (superficies, types de culture, mois et décade de plantation, efficacités).

Les résultats d'une simulation du programme d'irrigation portent sur les débits délivrés aux différentes ramifications du réseau, les temps d'ouverture des différentes vannes, les volumes délivrés aux parcelles. Les débits et la sectorisation sont les seuls éléments variables suivant les scénarii simulés sur une période définie, la sectorisation offrant des options d'alimentations successives ou simultanées des secteurs ou sections, de fermetures ou d'ouvertures de vannes.

Sur le périmètre irrigué de la vallée du Kou, les blocs sont alimentés tous les deux jours, mais compte tenu de l'insuffisance des débits, des sous groupes sont créés au sein des blocs et certains secteurs peuvent se voir recevoir l'eau tous les 4 jours. Les simulations visent donc à définir un calendrier d'irrigation qui permette durant toute la campagne, d'alimenter en un jour le volume nécessaire pour couvrir les besoins des jours sans eaux. Plusieurs méthodes d'irrigation sont proposées pour des simulations, la méthode d'irrigation fixe à partir des cultures a été préférée en raison de sa faculté à générer la demande en eau brute de chaque parcelle sur des intervalles de temps définis par l'utilisateur. Cette méthode est particulièrement intéressante pour des grands périmètres irrigués aux parcelles de caractéristiques très variées.

#### **5.2.4 Démonstration : Cas du bloc 1**

La démonstration porte sur les procédures d'encodage et de gestion des données appliqués au bloc 1. Le fichier 'mdb' est livré sur le CD-Rom de la formation.

### **5.3 Résultats et interprétations**

Les résultats portent sur les besoins en eau calculés, les plans et programmes d'irrigation élaborés.

#### **5.3.1 Besoins en eau**

Les besoins en eau du riz varient d'un logiciel à l'autre, suivant les paramètres pris en compte. Vu l'importance de cette donnée dans l'élaboration des plans et programmes d'irrigations, les valeurs calculées par SIMIS ont été comparées aux valeurs données par d'autres logiciels (BIRIZ (Raes et al ; 1995), CropWat (FAO, 2007)) ou obtenues par le calcul manuel via un tableur (tableau 5.8).

Tableau 5.8 – 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

Les besoins ont également été comparés à d'autres estimations trouvées dans la littérature sur la vallée du Kou (1020mm/campagne expérimenté sur un sol argilo-limoneux (Dembélé , 1991)). On peut conclure que les besoins en eau calculés par le logiciel SIMIS sont réalistes.

### 5.3.2 Plans et programmes d'irrigation

La production des plans et programmes d'irrigation ont en substances deux phases : une phase de simulation portant sur la situation existante afin d'évaluer l'adéquation entre le débit en tête et les superficies cultivées, et une phase portant sur des propositions d'amélioration. Des exemples de résultats sont donnés sur le bloc 1, objet de la démonstration, et le bloc 8.

#### 5.3.2.1 Plans d'irrigation

Après plusieurs simulations, les plan d'irrigation élaborés sur le bloc 1 en 2006 et 2008 confirment des excédents d'eau durant les deux campagnes (tableaux 5.9 & 5.11), et met en relief la possibilité d'alimenter une plus grande superficie avec les débits observés (tableaux 5.10 & 5.12). On aurait pu ainsi passer de 160 ha à 211 ha en 2006 , ou de 159 à 176 ha en 2008, exploités en satisfaction normale des besoins sur toute la campagne s'il y'avait eu une meilleur gestion.

Les débits disponibles en tête sont divisés par deux pour prendre en compte l'alimentation alternée du bloc1 tous les deux jours (voir 5.2.2). La méthode d'irrigation déficitaire adoptée permettra de mettre encore plus de parcelles en valeurs (voir calendrier d'irrigation).

Tableau 5.9 - Plan d'irrigation pour l'occupation pratiquée 2006.

occupation réelle 2006		Jan	Fev	Mar	Avr	Mai
Superficies (ha)	riz	85				
	maïs	75				
	Total	160				
Débits dispo (l/s)		613	611	660	639	659
Débits dispo (l/s : 2)		307	305	330	320	329
débits requis (l/s)	décade1		226	223	293	211
	décade2	1	295	254	301	111
	décade3	148	210	274	271	34

Tableau 5.10 - Plan optimale 2006.

optimale 2006		Jan	Fev	Mar	Avr
Superficies (ha)	riz	37			
	Maïs	174			
	Total	211			
Débits dispo (l/s)		613	611	660	639
Débits dispo (l/s : 2)		307	305	330	320
débits requis (l/s)	décade1	91	91	169	280
	décade2	116	113	223	259
	décade3	72	144	264	163

Tableau 5.11 - Plan d'irrigation pour l'occupation pratiquée 2008.

occupation réel 2008		Jan	Fev	Mar	Avr	Mai
Superficies (ha)	riz	71				
	maïs	88				
	Total	159				
Débits dispo (l/s)		552	444	410	410	398
Débits dispo (l/s : 2)		<b>276</b>	<b>222</b>	<b>205</b>	<b>205</b>	<b>199</b>
débits requis (l/s)	décade1	78	150	178	176	70
	décade2	97	189	200	143	33
	décade3	113	166	193	106	9,1

Tableau 5.12 - Plan optimale 2006.

optimale 2008		Jan	Fev	Mar	Avr	Mai
Superficies (ha)	riz	60				
	Maïs	116				
	Total	176				
Débits dispo (l/s)		552	444	410	410	398
Débits dispo (l/s : 2)		<b>276</b>	<b>222</b>	<b>205</b>	<b>205</b>	<b>199</b>
débits requis (l/s)	décade1	55	135	175	193	82
	décade2	70	179	205	167	34
	décade3	100	160	204	126	9,1

### 5.3.2.2 Calendrier d'irrigation

#### Situation actuelle :

L'acte d'arrosage actuel du bloc 1 consiste à desservir simultanément les tertiaires d'un groupe (amont ou aval), et successivement les quaternaires et parcelles. Les tertiaires, constitués de modules à masque, 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 est alternée de l'amont vers l'aval et vice versa.

Des simulations ont été effectuées pour les périodes en 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 en eau 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. 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 pour le cas de la campagne sèche 2006 sont résumés dans les tableaux 5.13 et 5.14, obtenus sur la période des besoins de pointe (troisième décennie de mars).

Les tableaux confirment que les besoins en eau actuels peuvent être satisfaits avec le programme élaboré. Le débit nécessaire en tête varie de 416 l/s à 481 l/s, bien en deçà de 600 l/s, minimum mesuré en tête du bloc 1 (voir tableau 5.9).

Les déficits enregistrés sont dus aux capacités limitées des canaux quaternaires en plus aggravés par l'ensablement. Pour le tertiaire 1.A.6 par exemple, 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 différentes types de

sol), il faut 24 h avec un débit de 40 l/s sans compter des pertes, afin d'être complètement satisfait ( $durée = nombre\ de\ parcelles \times dose\ d'eau \div débit$ ).

On confirme que le bloc 1 reçoit beaucoup plus d'eau qu'il n'en faut par rapport au nombre de parcelles actuellement exploitées et que cette eau est très mal distribuée au sein du bloc.

Tableau 5.13 – Calendrier d'irrigation amont pour l'occupation 2006.

Groupe Amont 2006									
Canaux	Débit (l/s)	Début		Fin		Cultures (ha)			Adéquation (%)
		date	Heure.mn	date	Heure.mn	Riz	Maïs	total	
<b>S-1</b>	<b>416</b>	<b>24/03</b>	<b>06.00</b>	<b>25/03</b>	<b>05.16</b>	<b>30</b>	<b>45</b>	<b>75</b>	<b>88</b>
T-1.1	52	24/03	06.00	25/03	05.00	5	4	9	<b>82</b>
T-1.2	55	24/03	06.00	25/03	02.37	3	9	12	<b>77</b>
T-1.3	55	24/03	06.00	25/03	04.47	1	10	11	<b>100</b>
T-1.6	50	24/03	06.00	25/03	05.16	4	5	9	<b>83</b>
<b>S-1.A</b>	<b>204</b>	<b>24/03</b>	<b>06.00</b>	<b>25/03</b>	<b>04.19</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>34</b>	<b>96</b>
T-1.A.1	27	24/03	06.00	25/03	01.42	3	1	4	<b>100</b>
T-1.A.2	40	24/03	06.00	25/03	02.39	3	3	6	<b>100</b>
T-1.A.3	39	24/03	06.00	25/03	03.40	4	2	6	<b>100</b>
T-1.A.4	50	24/03		25/03	05.08	7	1	8	<b>78</b>
T-1.A.5	48	24/03	06.00	25/03	04.19	0	10	10	<b>100</b>

Tableau 5.14 – Calendrier d'irrigation aval pour l'occupation 2006.

Groupe Aval 2006									
Canaux	Débit (l/s)	Début		Fin		Cultures (ha)			Adéquation (%)
		date	Heure.mn	date	Heure.mn	Riz	Maïs	total	
<b>S-1</b>	<b>459</b>	<b>26/03</b>	<b>06.00</b>	<b>27/03</b>	<b>05.27</b>	<b>55</b>	<b>30</b>	<b>85</b>	<b>96</b>
T-1.7	39	26/03	06.00	27/03	04.08	3	5	8	<b>100</b>
T-1.8	47	26/03	06.00	27/03	05.30	6	3	9	<b>89</b>
T-1.8.A	9	26/03	06.00	27/03	05.26	8	1	9	<b>93</b>
T-1.9	32	26/03	06.00	27/03	03.32	3	3	6	<b>100</b>
T-1.9.A	38	26/03	06.00	27/03	03.41	4	1	5	<b>100</b>
T-1.10	31	26/03	06.00	27/03	03.35	4	2	6	<b>100</b>
<b>S-1.A</b>	<b>223</b>	<b>26/03</b>	<b>06.00</b>	<b>27/03</b>	<b>05.27</b>	<b>27</b>	<b>15</b>	<b>42</b>	<b>90</b>
T-1.A.6	55	26/03	06.00	27/03	05.19	6	6	12	<b>77</b>
T-1.A.7	58	26/03	06.00	27/03	05.27	8	3	11	<b>73</b>
T-1.A.8	39	26/03	06.00	27/03	02.28	5	1	6	<b>100</b>
T-1.A.8.A									
T-1.A.9	36	26/03	06.00	27/03	01.41	4	2	6	<b>100</b>
T-1.A.9.A									
T-1.A.10	35	26/03	06.00	27/03	04.07	4	3	7	<b>100</b>

### Propositions de gestion :

La proposition d'amélioration porte sur une distribution proportionnelle aux besoins, suivant une irrigation déficitaire adoptée dans l'optique de mettre en exploitation un maximum de parcelles sur l'ensemble du périmètre. L'optimisation dans l'utilisation de l'eau consistait à rechercher préalablement une occupation optimale des parcelles, soit en affectant essentiellement du riz sur les sols lourds, et du maïs sur les sols légers. Le résultat donne pour tous les canaux et parcelles : débits et heures d'ouvertures et fermetures des vannes.



Carte 5.4 - Limites existante et proposée entre les sous groupes amont et aval du bloc1

Tableau 5.15 - Calendrier d'irrigation proposé, bloc 1 amont.

Groupe Amont									
Canaux	Débit (l/s)	Début		Fin		Cultures (ha)			Adéquation (%)
		date	Heure.mn	date	Heure.mn	Riz	Maïs	total	
<b>S-1</b>	<b>235</b>	<b>24/03</b>	<b>06.00</b>	<b>25/03</b>	<b>05.50</b>	<b>31</b>	<b>67</b>	<b>98</b>	<b>54</b>
T-1.1	25	24/03	06.00	25/03	05.25	5	5	10	54
T-1.2	20	24/03	06.00	25/03	05.50	2	7	9	54
T-1.3	25	24/03	06.00	25/03	05.30	3	8	11	54
T-1.4	7	24/03	06.00	25/03	05.59	3		3	54
T-1.5	7	24/03	06.00	25/03	05.59	3		3	54
T-1.6	20	24/03	06.00	25/03	04.40		9	9	54
<b>S-1.A</b>	<b>125</b>	<b>24/03</b>	<b>06.00</b>	<b>25/03</b>	<b>05.40</b>	<b>11</b>	<b>38</b>	<b>49</b>	<b>54</b>
T-1.A.1	15	24/03	06.00	25/03	05.40	2	2	4	54
T-1.A.2	20	24/03	06.00	25/03	05.10	4	2	6	54
T-1.A.3	15	24/03	06.00	25/03	04.00	2	4	6	54
T-1.A.4	25	24/03	06.00	25/03	05.00	3	6	9	54
T-1.A.5	25	24/03	06.00	25/03	04.30		12	12	54
T-1.A.6	25	24/03	06.00	25/03	05.05		12	12	54

Des exemples de résultat sur les tertiaires en période de pointe (fin mars) sont donnés par les tableaux 5.15 & 5.16, pour les deux sous groupes (amont et aval) du bloc 1. Les sous groupes sont remodelés avec le tertiaire T-1.A.6 désormais affecté au groupe amont pour

équilibrer les besoins entre les deux fractions. Le détail sur un tertiaire est donné au tableau 5.17.

Tableau 5.16 - Calendrier d'irrigation proposé, bloc1 aval.

Groupe Aval									
Canaux	Débit (l/s)	Début		Fin		Cultures (ha)			Adéquation (%)
		date	Heure.mn	date	Heure.mn	Riz	Maïs	total	
<b>S-1</b>	<b>235</b>	<b>26/03</b>	<b>06.00</b>	<b>27/03</b>	<b>05.40</b>	<b>26</b>	<b>70</b>	<b>96</b>	<b>54</b>
T-1.4	7	26/03	06.00	27/03	03.30	3		3	54
T-1.5	7	26/03	06.00	27/03	03.30	3		3	54
T-1.7	20	26/03	06.00	27/03	05.30		10	10	54
T-1.8	20	26/03	06.00	27/03	05.40	2	7	9	54
T-1.8.A	20	26/03	06.00	27/03	04.35	3	5	8	54
T-1.9	15	26/03	06.00	27/03	04.35		7	7	54
T-1.9.A	15	26/03	06.00	27/03	05.20	1	6	7	54
T-1.10	15	26/03	06.00	27/03	04.30	2	4	6	54
<b>S-1.A</b>	<b>110</b>	<b>26/03</b>	<b>06.00</b>	<b>27/03</b>	<b>05.35</b>	<b>12</b>	<b>31</b>	<b>43</b>	<b>54</b>
T-1.A.7	30	26/03	06.00	27/03	05.35		15	15	54
T-1.A.8	15	26/03	06.00	27/03	04.00	1	5	6	54
T-1.A.8.A	25	26/03	06.00	27/03	05.25	3	8	11	54
T-1.A.9.A	15	26/03	06.00	27/03	05.10	5		5	54
T-1.A.9	20	26/03	06.00	27/03	01.50	3	3	6	54

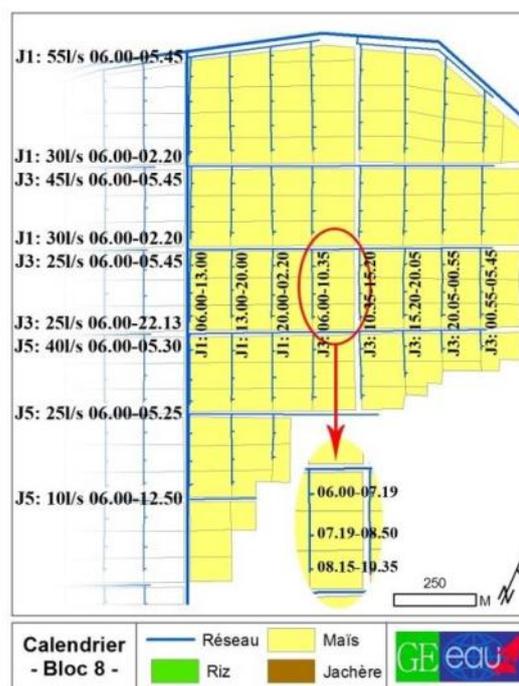
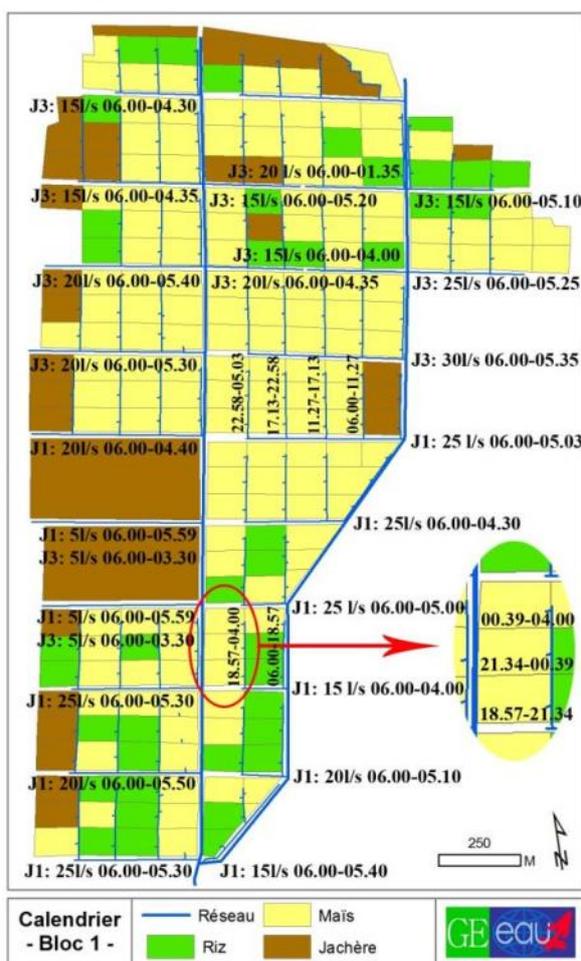
Tableau 5.17 - Détail du calendrier d'irrigation pour les quaternaires et parcelles du tertiaire T-1.A.1

Canaux	Parcelles	Débit (l/s)	Début		Fin		Cultures	Superficies (ha)	Adéquation (%)
			date	Heure.mn	date	Heure.mn			
T-1.A.1		15	24/03	06.00	25/03	05.40		4	54
Q-1.A.1.1		11	24/03	06.00	24/03	12.54		1	54
	1.A.1-1.1	9	24/03	06.00	24/03	12.54	Riz	1	54
Q-1.A.1.2		11	24/03	12.54	25/03	02.10		3	54
	1.A.1-2.1	9	24/03	12.54	24/03	20.28	Riz	1	54
	1.A.1-2.2	8	24/03	20.28	25/03	01.04	Maïs	1	54
	1.A.1-2.3	8	25/03	01.04	25/03	05.39	Maïs	1	54

Ainsi 194 ha sont mis en exploitation sur le bloc1, dont 57ha en riz et 137 ha en maïs. La répartition équitable des débits a permis l'intégration complète du bloc 8 habituellement délaissé dans le programme d'irrigation. Une illustration du calendrier proposé pour le bloc 8 en période de pointe est donnée par le tableau 5.18.

Tableau 5.18 - Calendrier d'irrigation bloc 8 - groupe 1

Canaux	Débits (l/s)	Début		Fin		Cultures (ha) Maïs	Adéquation (%)
		Dates	heures	Dates	heures		
S-8	115	24/03	06.00	25/03	05.30	36	56
T-8.1	55	24/03	06.00	25/03	05.30	18	56
Q-8.1.1	50	24/03	06.00	24/03	10.56	4	56
Q-8.1.2	50	24/03	10.56	24/03	16.02	4	56
Q-8.1.3	50	24/03	16.02	24/03	22.35	5	56
Q-8.1.4	45	14/03	22.35	25/03	05.30	5	56
T-8.2	30	24/03	06.00	25/03	02.20	9	56
Q-8.2.1	30	24/03	06.00	24/03	13.00	3	56
Q-8.2.2	30	24/03	13.00	24/03	20.00	3	56
Q-8.2.3	30	24/03	20.00	25/03	02.20	3	56
T-8.3	30	24/03	06.00	25/03	02.20	9	56
Q-8.3.1	30	24/03	06.00	24/03	13.00	3	56
Q-8.3.2	30	24/03	13.00	24/03	20.00	3	56
Q-8.3.3	30	24/03	20.00	25/03	02.20	3	56



Cartes 5.5 & 5.6 – Détails des calendriers d'irrigation pour les blocs 1 et 8.

Les résultats des simulations sont également interprétés à l'aide du SIG et présentés sous forme de carte (cartes 5.5 & 5.6), pouvant afficher les détails du calendrier jusqu'au niveau de la parcelle.

## **6 Mise en œuvre et suivi**

Après la mise au point de logiciel à travers la réalisation d'un certain nombre de scénarii et de simulations sur certains blocs du périmètre, a suivi l'étape de la mise en œuvre pratique sur le terrain.

La réalisation des calendriers d'irrigation et des tours d'eau impose un certain nombre de pratiques, d'attitudes et de comportements qui ne sont pas forcément du goût ou de l'avis de tous les exploitants ; Par conséquent, il va de soi qu'on va noter des réticences, des oppositions ou des difficultés de mise en œuvre des consignes importantes pour une bonne gestion de l'irrigation.

### **6.1 Immersion au sein des agriculteurs**

La mise à disposition d'un conseiller en irrigation auprès des agriculteurs sur le périmètre par l'AEDE depuis avril 2005 a eu des conséquences positives.

D'abord la présence du conseiller en irrigation a mis en confiance les agriculteurs. Ce qui a permis une ouverture pour une collaboration plus poussée entre l'UCRB et l'AEDE, laquelle collaboration a permis la réalisation d'une étude sur l'état des ouvrages en 2006 et la mise en place depuis 2007, d'une brigade de surveillance de la gestion de l'eau pendant les campagnes agricoles de contre saison entièrement prises en charge par l'AEDE.

La présence du conseiller en irrigation a créé une synergie avec les agriculteurs favorisant la collecte des données nécessaires au paramétrage du logiciel. Sa présence favorise également une meilleure répartition de l'eau sur les deux secteurs cibles.

### **6.2 Sensibilisation**

A travers une formation organisée par l'AEDE en Octobre 2007, les coopérateurs avaient été sensibilisés par rapport à l'état du périmètre et à la gestion anarchique de l'eau sur le périmètre. C'est après cette formation qu'à débuté la première campagne de surveillance assurée par la brigade.

Des réunions de sensibilisation, d'information avec l'administration, l'UCRB, l'équipe d'encadrement et certains partenaires (INERA, SNV) ont lieu durant les différentes étapes de la mise au point de SIMIS. Des propositions de résultats de différents scénarii de simulations

avaient également été faites à l'équipe d'encadrement du périmètre et aux responsables de l'UCRB. Le scénario retenu devrait être mis en application pendant la contre saison 2009.

### **6.3 Accompagnement et suivi**

Le conseiller en irrigation résidant à Bama suit de très près et presque quotidiennement les tours d'eau et les différentes répartitions des débits au niveau des canaux secondaires.

Pendant les campagnes sèches de 2008 et 2009 des visites de terrain ont été périodiquement réalisés afin de se rendre compte de la mise en œuvre effective des tours d'eau et de l'évolution des cultures sur le terrain.

### **6.4 Difficultés**

Comme difficultés rencontrées, on peut noter :

- Adoption difficile par les agriculteurs des nouvelles pratiques et manière de faire ;
- Etat de dégradation des réseaux et des structures hydrauliques (par faute d'entretien, entraîne un ensablement important) fait qu'on ne peut mesurer avec précision les débits véhiculés par les canaux ;
- Absences de matériels de sectionnement (vannettes, planches de sectionnement) nécessaires pour la réalisation des tours d'eau ;
- Défaillance organisationnelle causant des difficultés relatives aux travaux d'entretiens.

## **7 Les enseignements à considérer**

Les principaux enseignements sont en relation avec les enjeux, la problématique et les difficultés d'introduction d'une rationalité scientifique et technique dans la mise en valeur d'un périmètre irrigué exploité en paysannat. Ils sont pour l'essentiel au nombre de trois, (i) le besoin impératif d'une approche professionnelle de la gestion des périmètres irrigués (ii) les modalités d'une approche professionnelle de gestion des périmètres irrigués (iii) les principaux axes d'une stratégie de professionnalisation de la gestion des périmètres irrigués.

L'approche professionnelle de gestion des périmètres irrigués peut se définir comme la mise en œuvre de mécanismes institutionnels, organisationnels et techniques permettant une mise en relation, permanente, efficace, efficiente et durable du potentiel physique (eau, sol, climat ...) avec le potentiel marché pour différentes spéculations possibles et avec le coût et l'accessibilité des facteurs (eau, mise en marché, intrants, crédit et main-d'œuvre).

## **7.1 L'impératif d'une approche professionnelle**

L'expérience de la vallée du Kou, tout comme celle des périmètres irrigués aménagés par l'Etat et exploités en paysannat dans les autres pays sahéliens, montre que malgré les formations diverses, il s'est avéré impossible d'obtenir une mise en valeur efficace, efficiente et durable reposant uniquement sur les organisations paysannes. Si des contraintes de l'environnement extérieur aux organisations paysannes doivent être considérées, les principales contraintes demeurent malgré tout celles liées (i) aux structures sociales en présence (ii) à la multiplicité et spécificité des connaissances et métiers en jeu (iii) aux difficultés d'internalisation des tâches de partage de l'eau et d'entretien.

Dire cela, ce n'est nullement mésestimer ou sous-estimer les organisations paysannes. C'est seulement prendre en compte de manière réaliste les éléments suivants :

- L'irrigation sur les périmètres collectifs, c'est apporter une certaine quantité d'eau, à un moment précis à telle ou telle parcelle et non telle ou telle personne. Ce sont donc pour l'essentiel des relations impersonnelles face à des sociétés où le relationnel est au cœur de la vie.
- Les connaissances et les savoir-faire mis en jeu sont d'essence scientifique et technique face à la prégnance de l'analphabétisme et de démarches pour l'essentiel, empiriques et pragmatiques.
- Alors que la gestion d'un périmètre irrigué collectif exige une approche globale, cohérente et concertée de la mise en valeur, les organisations paysannes disposent rarement d'outils de gestion adaptés et de la capacité à les opérer à une telle échelle d'action.
- Le travail supplémentaire pour les aiguadiers paysans est rarement compensé à sa juste valeur ; il rentre généralement en conflit avec leur qualité de producteur, de parents et amis de tel ou tel autre producteur.

Les caractéristiques spécifiques de l'approche professionnelle en font tout à la fois une exigence essentielle et une expertise hors de portée des capacités endogènes des organisations paysannes sahéliennes, qu'il faut cependant, mobiliser et mettre en œuvre en relation avec elles.

## **7.2 Les modalités d'une approche professionnelle de gestion**

Une approche professionnelle implique tout à la fois, des capacités d'ingénierie agricole, hydraulique et économique, les paysans et leur organisation, mis en relation de coopération et de partenariat et non de tutelle et de commandement.

Il semble qu'à la vallée du Kou par exemple, les chinois n'ont pas manqué d'être durs et intraitables pour la discipline dans l'exploitation de la plaine. L'Administration non plus n'a pas manqué de capacité de commandement lorsqu'elle a pris le relais. L'expérience montre que cela peut produire des résultats ; cependant, une telle stratégie ne peut être organisée sur un long terme. Elle n'est pas non plus reproduite par l'organisation paysanne lorsqu'elle acquiert son indispensable autonomie.

L'approche professionnelle exige tout à la fois, l'autonomie des producteurs et de leur organisation, une capacité de dialogue et de concertation structurée, productive et engageante entre toutes les parties prenantes compte tenu de leur positionnement et intérêt.

Il s'agit concrètement d'obtenir une approche intégrée des différentes fonctions de gestion des périmètres irrigués. La principale condition pour ce faire, compte tenu des expériences, c'est la mise en œuvre d'une structure professionnelle autonome de gestion de l'irrigation dont la stratégie de mise en place et d'opération doit être soigneusement pensée. En première approche, les principales modalités d'opération de cette structure sont (i) l'élaboration et la mise en œuvre d'outils d'aide à la décision en regard des différentes fonctions (ii) une capacité d'appui à la mise en œuvre des décisions concertées entre les différentes parties prenantes.

### **7.3 Les axes pour la préparation d'une stratégie adaptée de professionnalisation de la gestion des périmètres irrigués collectifs exploités en paysannat**

Ces axes sont pour l'essentiel (i) l'identification et le positionnement adapté des différentes parties prenantes au regard des différentes fonctions de gestion du périmètre (ii) l'approche de la régulation de l'accès aux parcelles et de la mise en valeur (iii) les modalités d'autonomisation de la gestion de l'irrigation (iv) le processus de mise en place d'une structure professionnelle autonome de gestion de l'irrigation.

#### **7.3.1 Identification et positionnement des parties prenantes**

Comme on le dit souvent, les crises sont à bien des égards, des opportunités sinon des obligations de voir et de faire autrement ; en somme, d'innovation. A cet égard, il est essentiel de renouveler le positionnement des différents acteurs. Ainsi, si le rôle de l'Administration n'est pas de commander aux paysans, quel est alors son nouveau rôle ? Et comment peut-elle le remplir au mieux ?

Si les producteurs-paysans et leur organisation doivent être autonomes dans leurs choix et décisions, cela ne se fait qu'en toute connaissance de cause. Alors, comment une telle autonomie peut-elle être viable et productive pour eux ?

S'il est évident qu'une mise en valeur efficace, efficiente et durable exige aussi une expertise adaptée et bien souvent, à rechercher hors des producteurs paysans, alors comment la mobiliser et tenir dans une logique de gagnant-gagnant avec les autres acteurs notamment les producteurs ?

Ce sont là les principaux points de questionnement pour l'identification et le positionnement des différentes parties prenantes.

### **7.3.2 L'approche adaptée de régulation**

La régulation de la mise en valeur et de l'accès aux parcelles aménagées est sans aucun doute un domaine essentiel d'action.

Accéder à une parcelle aménagée ne doit pas enlever au producteur, fut-il paysan, son autonomie et son libre arbitre dans ses intérêts bien compris. En revanche, cette autonomie implique pour lui une capacité de mise en relation avec d'autres producteurs, l'Etat, et l'environnement de son activité productive. Cela implique donc la mise en place d'un espace de concertation, de coopération et de partenariat ; c'est le rôle dévolu à la fonction de régulation et qu'il convient d'organiser.

Sous ces considérations, la régulation doit être collective et s'organiser autour des principes ci-après :

- la solidarité et l'unité d'action entre producteurs ;
- la liberté de choix des spéculations au regard des possibilités ;
- la sécurisation foncière ;
- la pérennité de l'outil de production.

En général, ces principes doivent être consacrés dans les cahiers des charges spécifiques. Ceux-ci contrairement à l'approche habituelle, ne doivent pas mettre en avant l'obligation de s'organiser en coopérative ou en groupement, mais l'obligation de souscrire à ces principes et de participer à leur opérationnalisation adaptée.

### **7.3.3 Les modalités d'autonomisation de la gestion de l'irrigation**

Comme déjà souligné, la fonction de gestion de l'eau et des infrastructures s'avère être en agriculture irriguée, le maillon qui permet de tirer toute la chaîne d'une mise en valeur efficace, efficiente et durable. Qu'elle ait été confiée aux organisations paysannes ou directement assumée par l'Administration, elle n'a pu être organisée correctement faute d'autonomie et de structuration adaptée.

Sous ces considérations, elle doit s'organiser autour des principes ci-après :

- Ne pas être partie prenante dans la production agricole ;
- Être en relation contractuelle avec les producteurs, leur organisation et le maître d'ouvrage de l'AHA s'il y a lieu ;
- Une relation contractuelle basée pour l'essentiel sur les résultats liés (i) à la gestion de l'eau, (ii) à la production et (iii) à l'économie du périmètre ;
- Un dimensionnement adapté à la capacité à payer des producteurs.

### **7.3.4 Le processus de mise en place d'une structure professionnelle autonome de gestion de l'irrigation**

Les principes d'autonomie étant pris en compte, l'essentiel à présent c'est la construction progressive -bien plus que le recrutement d'une structure- s'appuyant sur un

développement des capacités et expertises au niveau local. En règle général, il faut partir de formes d'organisation simple vers une organisation de plus en plus complexe en fonction du développement de la capacité à payer des producteurs ; une telle capacité impliquera bien souvent une structure qui évolue d'une situation déficitaire, vers une situation équilibrée et plus tard excédentaire. En somme, il faut partir du principe d'une maturation progressive de la capacité à payer en fonction de l'évolution de l'économie du périmètre.

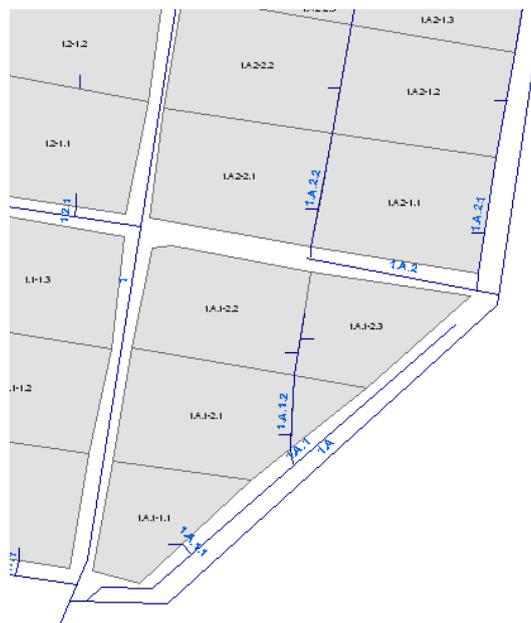
Sous ces considérations, il est illusoire d'attendre de structures privées commerciales qu'elles assument des déficits sur un moyen terme ; il s'agit bien plus souvent, d'identifier un partenaire avisé, que de susciter l'offre la moins-disante ou la plus économiquement avantageuse pour la gestion de l'irrigation.

## 8 Exercice pratique

Élaborer des programmes d'irrigations du mini périmètre, ci-dessous représenté par sa nomenclature (Schéma) et ses paramètres (tableau) :

Tableau 1- Nomenclature et paramètres du périmètre virtuel

		Débit	Longueur	Dist.	Orientation	Sol	Culture	Mois	Décade	Sup. (ha)	Efficiace
V-1.A		120			droite						
S-1.A		120	2700		centre						0,95
V-1.A.2		25		400	gauche						
	T-1.A.2	25	180		centre						0,95
	V-1.A.2-1			15	droite						
			220		centre						0,74
				30	gauche	L	riz	Fév.	1	1	1
				130	gauche	L	riz	Fév.	1	1	1
	V-1.A.2-2			140	droite						
			220		center						0,74
				30	gauche	SAL	mais	Fév.	1	1	0,7
				130	gauche	SAL	Mais (0.5 ha) Oignon (0.25 ha) Pastèque (0.25ha)	Fév. Fév. Fév.	1 1 1	1	0,7



## 8.1 Créer le projet

Créer un nouveau projet à partir de la page d'accueil.



Donnez un nom au projet, introduisez la source d'eau de votre choix et continuez.



Ensuite cliquez sur '**données du projet**' pour accéder au menu principal des données du projet.



## 8.2 Données d'estimation des besoins en eau des cultures

Les paramètres de cette rubrique sont essentiels pour estimer les besoins en eau des cultures à utiliser pour l'élaboration des calendriers.

Cliquez sur 'Stations climatiques', puis sur 'saisir les données'

Ensuite remplissez le tableau comme ci-dessous et cliquez sur 'enregistrer et quitter', si ce dernier n'apparaît pas, validez par la touche clavier 'Enter'.

Cliquez sur «  » pour retourner au menu principal des données, puis choisir 'données climatiques'

Cliquez sur la station climatique introduite (Bama), et saisissez les données climatiques journalières sur toute l'année en choisissant à chaque fois le mois dans le menu déroulant

The screenshot shows a software interface for entering climate data. At the top, there is a header bar with 'Annuler' (Cancel) on the left, 'bloc1' in the center, and 'Données climatologiques' (Climatological data) below it. On the right, there is an 'Enregistrer' (Save) button with a floppy disk icon. The main area has a green background and contains the following elements:
 

- A box labeled 'Bama'.
- A dropdown menu showing 'Janvier' (January).
- A date field showing '01/01/2007'.
- A field for 'ETo (mm/jour)' with a value of '3,3'.
- A field for 'Précipitations efficaces (mm/jour)' with a value of '0'.

Passez d'une journée à l'autre en validant ( touche clavier '**Entr**') les données saisies

Ensuite revenez à la page principale des données et prendre '**sols**'.

Remplissez les caractéristiques demandées en-dessous, pour un sol limoneux, puis validez et cliquez sur '**enregistrez et quitter**'

The screenshot shows a software interface for entering soil characteristics. At the top, there is a header bar with a back arrow icon on the left, 'blocx' in the center, and 'Type de sol' (Soil type) below it. On the right, there is a 'Simis' logo. The main area has a green background and contains the following elements:
 

- A field for 'Type de sol' with a value of 'L'.
- A field for 'Humidité totale moy. (mm/m)' with a value of '140'.
- A field for 'Profondeur du profil de sol (m)' with a value of '0,61'.
- A field for 'Quantité requise pour la saturation (mm) (seulement pour la culture de riz)' with a value of '102'.

 At the bottom, there are three buttons: 'Enregistrer et quitter' (Save and quit), 'Annuler' (Cancel), and 'Effacer' (Erase).

Revenez au menu principal des données et choisissez '**culture**'.

Sélectionnez tour à tour les cultures dans le menu déroulant en leur attribuant un nom local.



- Données locales de l'oignon

Culture		Oignons, frais		Nom local		Oignons	
	Phase initiale	Phase de développement	Phase mi-saison	Phase terminale	Total/moyen		
Durée de la phase (jours)	25	30	10	5	70		
Coefficient de culture (Kc)	0,7		1	1			
Profondeur d'enracinement (m)	0,25		0,6	0,7			
Niveau de tarissement (p. frac)	0,3		0,3	0,3			
Réponse sur le rendement (Ky, frac)							
Mois de plantation		2					

- Données locales du riz :

Culture		Riz - 2 - L					
	Phase initiale	Phase de développement	Phase mi-saison	Phase terminale	Total/moyen		
Durée de la phase (jours)	10	40	35	10	95		
Coefficient de culture (Kc)	1,04		1,2	0,95			
Profondeur d'enracinement (m)	0,1		0,3	0,3			
Niveau de tarissement (p. frac)	0,2		0,2	0,2			
Réponse sur le rendement (Ky, frac)	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2		
Mois de plantation		2		<b>Données additionnelles pour</b>			
<b>Enregistrer et quitter</b>		<b>Annuler</b>		<b>Effacer</b>			

Pour le cas particulier du riz, il faut accéder aux 'données additionnelles' pour introduire les caractéristiques typiques.

Riz - 2 - L	
Surface de pépinière (%)	0,05
Période de mise en pépinière (jours)	25
Coefficient de culture pendant la période de mise en pépinière	1,04
Période de préparation du sol (jours)	6
Période de décomposition (jours)	2
Couche d'eau sous le niveau du champ (mm)	150
Vitesse de percolation en profondeur (mm/d)	3
Mois de plantation 2 <b>Données de culture de base</b>	
<b>Enregistrer et quitter</b> <b>Annuler</b> <b>Effacer</b>	

## 8.3 Conception du réseau

Dans le menu principal des données du projet, cliquez sur **'réseau d'irrigation'**



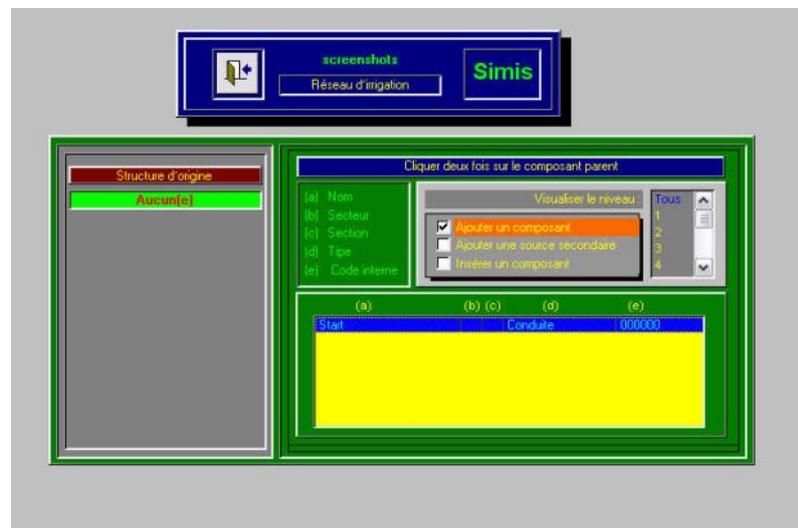
Puis choisissez la rubrique **'saisir des données'**.



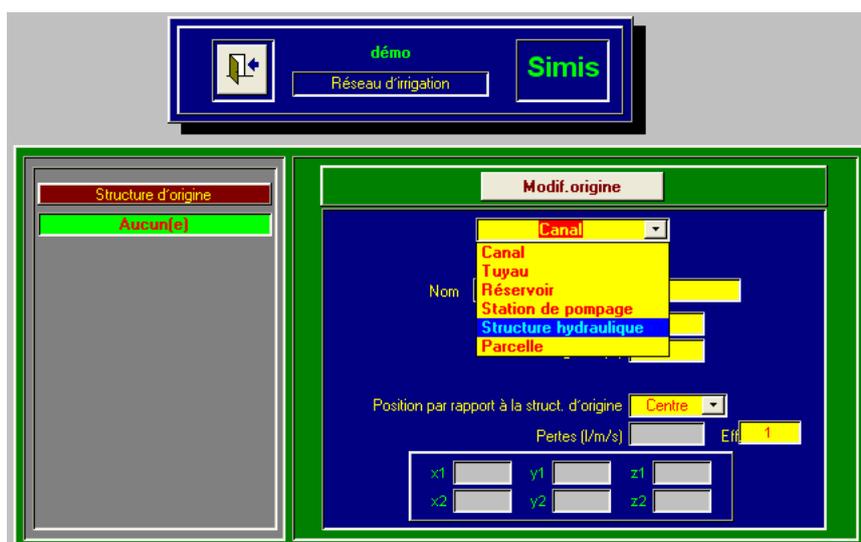
La première étape dans la conception du réseau consiste à choisir la structure mère de l'élément à introduire dans le réseau, en cliquant sur **'modifier origine'**



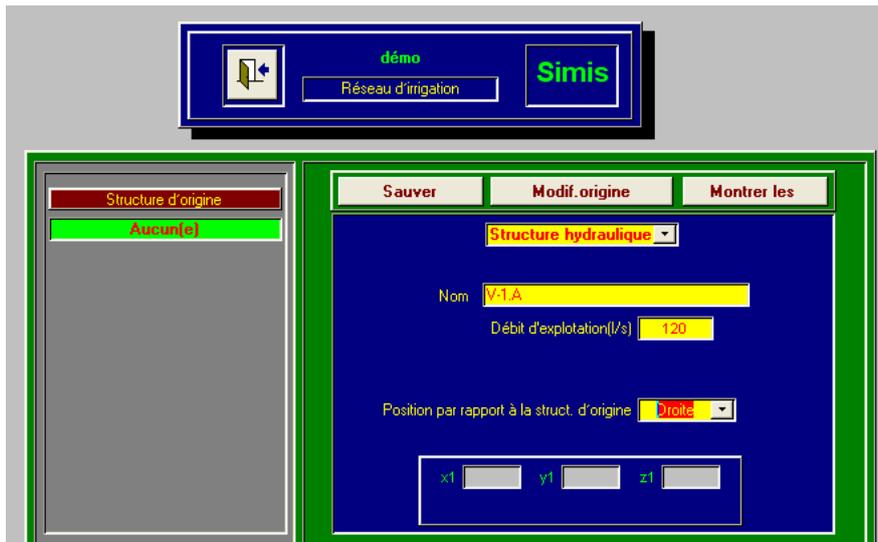
Puis en double cliquant sur 'Start'.



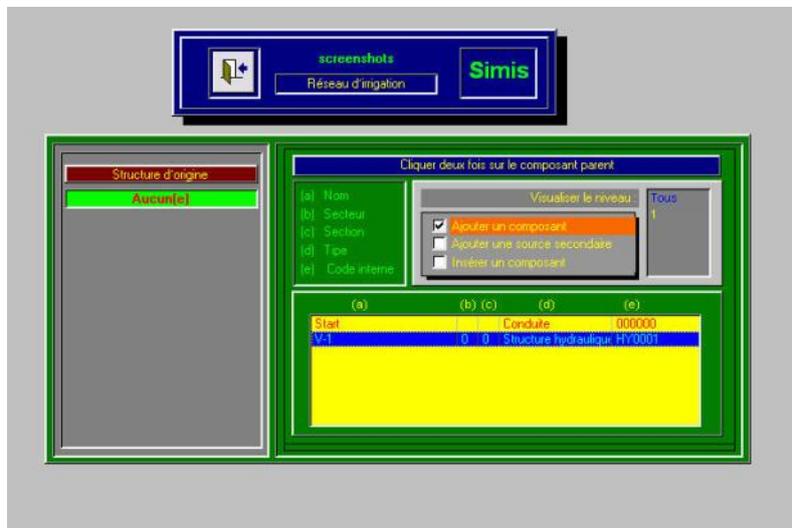
La deuxième étape consiste à choisir dans le menu déroulant l'élément dépendant du 'Start' et à introduire ses paramètres :



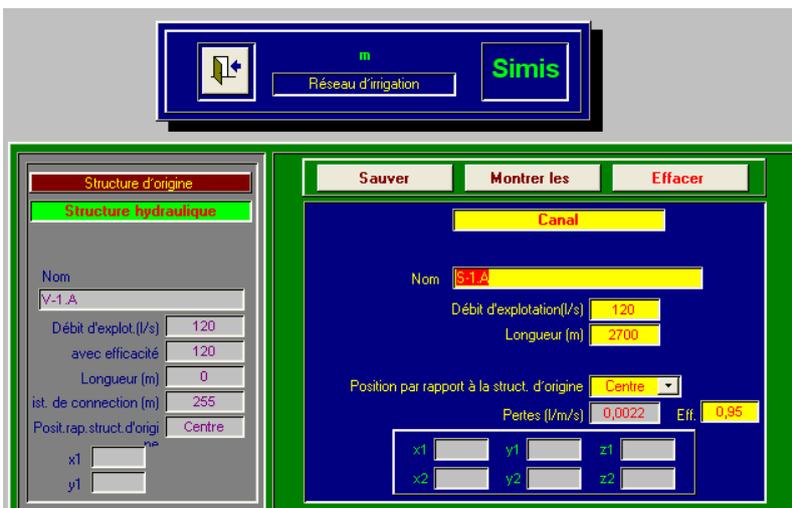
Choisissez 'structure hydraulique' dans le menu déroulant, introduisez les paramètres de la vanne V-1.A, validez et cliquez sur 'sauver'.



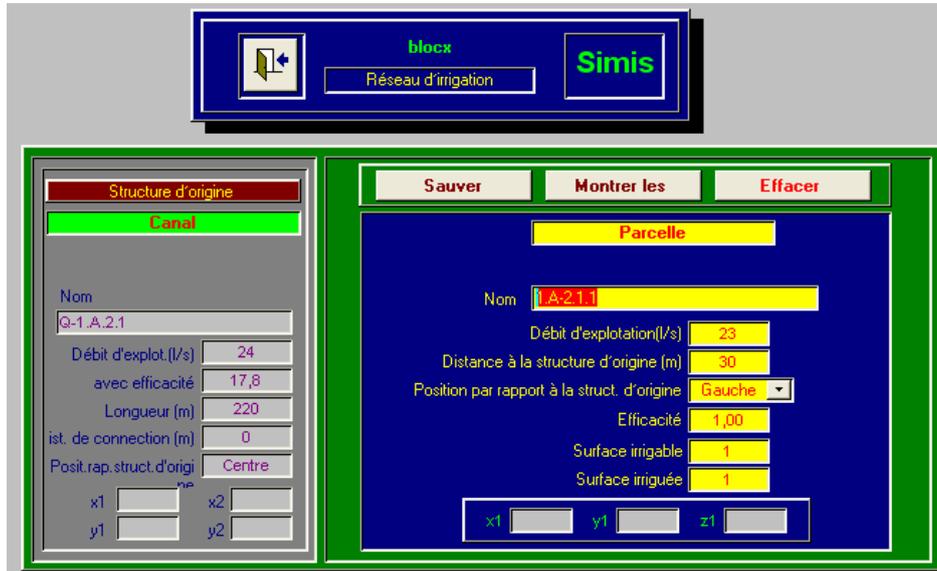
La suivante étape sera de sélectionner la vanne qu'on vient de définir et d'y ajouter l'éléments fils.



Choisissez 'canal' dans le menu déroulant et introduisez les paramètres du S-1.A



On continue à introduire tous les composants de la structure hydraulique (vannes, canaux, ...) du périmètre en introduisant à chaque fois des débits fictifs toujours inférieurs aux débits des structures d'origine à gauche, jusqu'au niveau de la parcelle en choisissant 'parcelle' dans le menu déroulant.

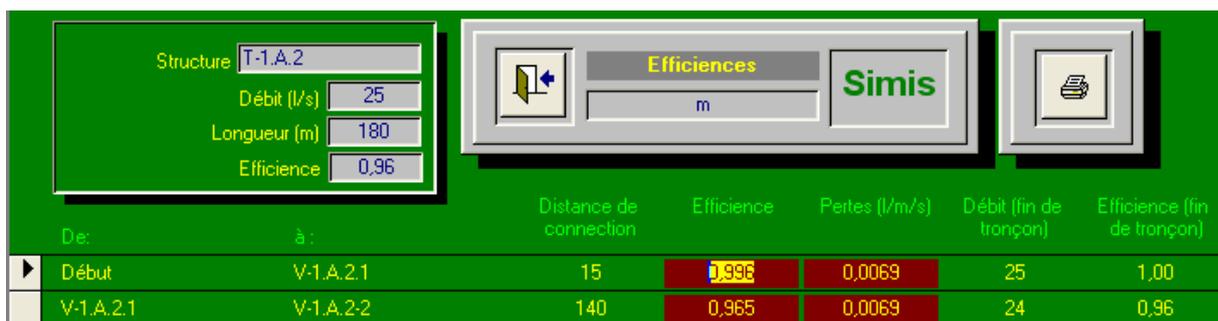


Les débits des éléments rattachés à la structure mère sont calculés automatiquement dans le module efficacité, mais ne sont utilisables que pour une distribution par alimentation successive des canaux, et en outre ne s'insèrent pas automatiquement dans le réseau.

Retournez dans le menu principal des données et choisir 'efficacités'.



Ensuite cliquez sur T-1.A.2 et notez le débit 24l/s aux vannes V-1.A.2.1 et V-1.A.2.2



Retournez dans le module 'réseau d'irrigation', choisir la rubrique 'éditer/modifier/effacer des données'.

Ensuite cliquez sur 'toutes les composantes'



Puis cliquez tour à tour sur les vannes V-1.A.2.1 et V-1.A.2.2 et remplacez les débits fictifs par 24l/s.

Nom	Structure d'origine	Type	Débit (exploitation) /s	Position par rapport à la struct.	Longueur (m)	Distance à la structure d'origine (m)
1.A-2.1.1	Q-1.A.2.1	Parcelle	23	Gauche	0	30
1.A-2.1.2	Q-1.A.2.1	Parcelle	20,1	Gauche	0	130
1.A-2.2.1	Q-1.A.2.2	Parcelle	23	Gauche	0	30
1.A-2.2.2	Q-1.A.2.2	Parcelle	20	Gauche	0	130
Q-1.A.2.2	V-1.A.2.2	Canal	24	Centre	220	0
Q-1.A.2.1	V-1.A.2.1	Canal	24	Centre	220	0
S-1.A	V-1.A	Canal	120	Centre	2700	0
T-1.A.2	V-1.A.2	Canal	25	Gauche	180	0
V-1.A	Start	Structure hydra	120	Centre	0	255
V-1.A.2	S-1.A	Structure hydra	25	Gauche	0	400
V-1.A.2.2	T-1.A.2	Structure hydra	24	Droite	0	140
V-1.A.2.1	T-1.A.2	Structure hydra	24	Droite	0	15

Sélectionnez également tour à tour les quaternaires Q-1.A.2.1 et Q-1.A.2.2 et remplacez les débits fictifs par 24l/s.

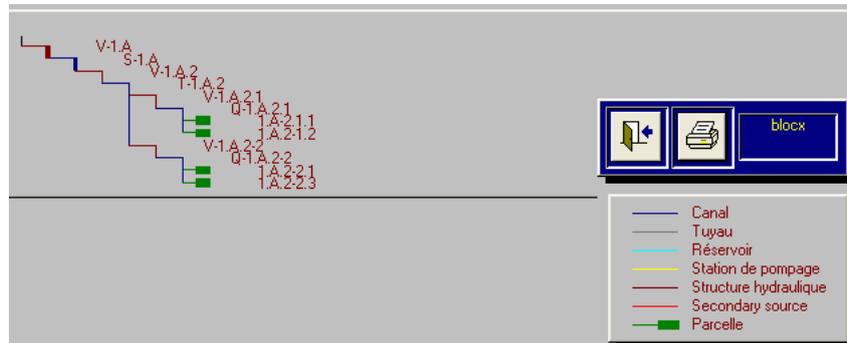
Repartez ensuite dans le module 'efficacités', sélectionnez les quaternaires et notez les débits en tête de chaque parcelle.

De:	à :	Distance de connection	Efficacité	Pertes (l/m/s)	Débit (fin de tronçon)	Efficacité (fin de tronçon)
▶ Début	1.A-2.1.1	30	0,965	0,0284	23	0,96
	1.A-2.1.1	130	0,877	0,0284	20	0,85

Retournez enfin dans le module 'réseau d'irrigation' et remplacez les débits fictifs des parcelles par ceux relevés dans le module 'efficacités'.

## 8.4 Sectorisation

Le schéma du réseau construit est visualisable dans la sectorisation.



L'alimentation des canaux peut se faire successivement ou simultanément, suivant la sectorisation donnée :

-Alimentation successive des canaux :

	secteur	section
S-1.A	1	1
T-1.A.2	2	2
Q-1.A.2.1	2	2
Q-1.A.2.1	2	2

Les deux quaternaires ont reçu la même définition de section, ils seront donc alimentés successivement et toutes leurs parcelles seront aussi irrigués l'une après l'autre.

-Alimentation simultanée des canaux :

	secteur	section
S-1.A	1	1
T-1.A.2	2	2
Q-1.A.2.1	2	2
Q-1.A.2.1	2	3

Les deux quaternaires ont reçu des valeurs consécutives comme section. Maintenant seules, les parcelles d'un quaternaire seront irriguées l'une après l'autre, tous les quaternaires étant alimentés simultanément.

Les parcelles épousent automatiquement la sectorisation donnée au canal mère.

Cliquez sur chaque canal et remplir sa table pour une alimentation successive et en considérant toutes les vannes ouvertes.

Un secteur, une section ou des parcelles peuvent être momentanément privées d'eau par fermeture des vannes.

## 8.5 Utilisation du sol

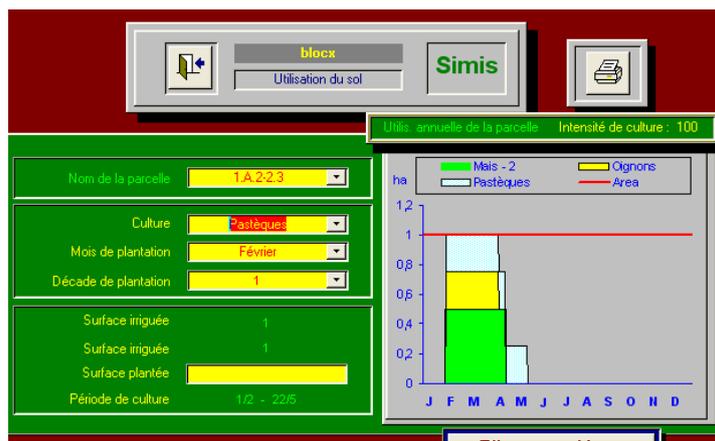
Le module permet d'affecter une ou plusieurs cultures à une parcelle :

Dans la rubrique '**saisir les données**' du module, choisissez une à une, les parcelles dans le menu déroulant et introduisez les paramètres demandés (tableau 1).

Après chaque parcelle, validez puis '**enregistrez et continuez**' jusqu'à la dernière parcelle (1-A.2.2.3), cette dernière sera paramétrée trois fois pour ses trois cultures (Maïs (0.5 ha), pastèque(0.25 ha), oignon(0.25 ha)).

Le graphique permet de visualiser les proportions d'occupation des parcelles sur toute la période culturale et est surtout intéressant sur des parcelles occupées par plusieurs cultures :

Créez le graphique de la parcelle **1-A.2.2.3** occupée par du maïs, oignon et pastèque.

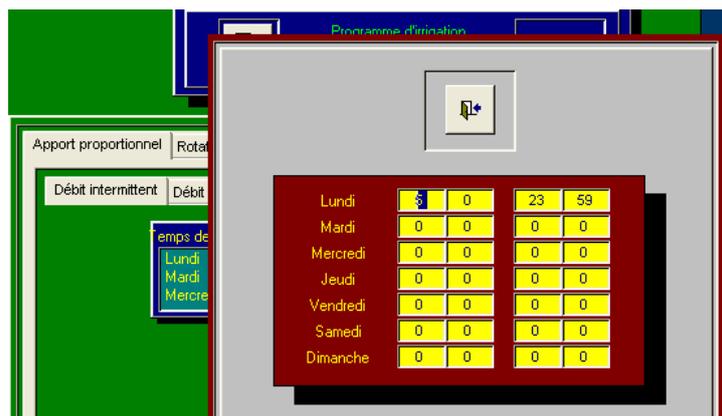


L'encodage des données étant terminé, retournez jusqu'au menu principal du projet et choisissez 'module de gestion'.

## 8.6 Programmes d'irrigations

L'élaboration des calendriers d'irrigation requiert des renseignements sur les temps de fonctionnement quotidien, la période d'irrigation et la séquence d'alimentation :

Cliquez sur le lundi et définissez le temps de travail de 5h00 à 23h59 en s'assurant que le temps de travail est nul les autres jours.



Ensuite définissez la période d'irrigation du 24/03/2007 au 27/03/2007, et la séquence d'alimentation 'd'amont vers l'aval'

Les programmes d'irrigations seront élaborés suivant deux grands modèles de distribution : apport proportionnel et rotation fixe.

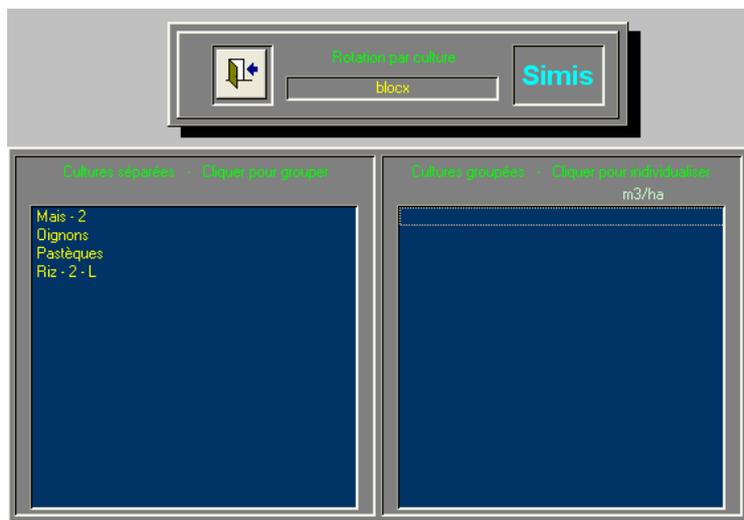
## 8.6.1 Rotation fixe

Ce modèle comprend 3 méthodes de distribution : rotation fixe à partir de la culture, rotation fixe à partir de la parcelle et rotation fixe à partir de la superficie.

### 8.6.1.1 A partir de la culture

Cliquez sur l'onglet 'rotation fixe' et choisissez 'A partir de la culture'.

Ensuite, activez 'exigence nette en irrigation' pour lancer la procédure de calcul des besoins en eau des cultures dans la période spécifiée précédemment.



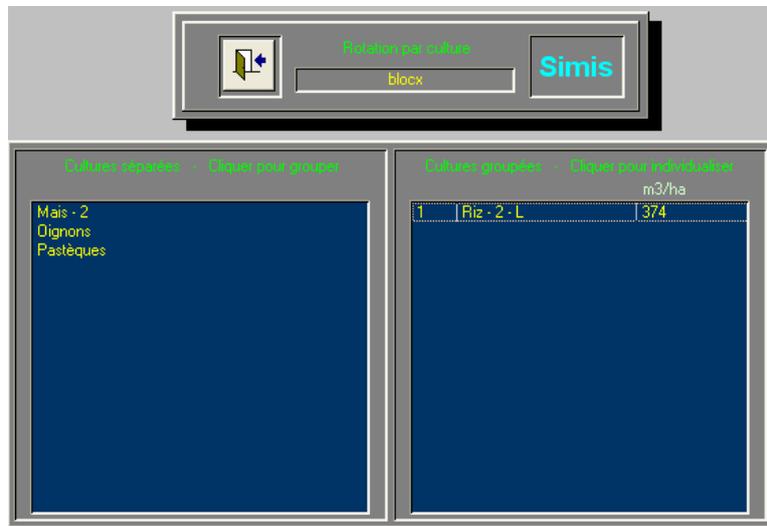
Cliquez sur Riz-2-L, et actionnez 'l'exigence en irrigation brute'



Ensuite, choisissez la station de référence et la décade de plantation : station de Bama et décade ½



Validez ensuite le résultat du calcul, qui va se loger à droite du répertoire des cultures



Refaites la procédure pour toutes autres cultures présentes sur la zone à irriguer jusqu'à l'affichage de tous les résultats à droite du répertoire des cultures.

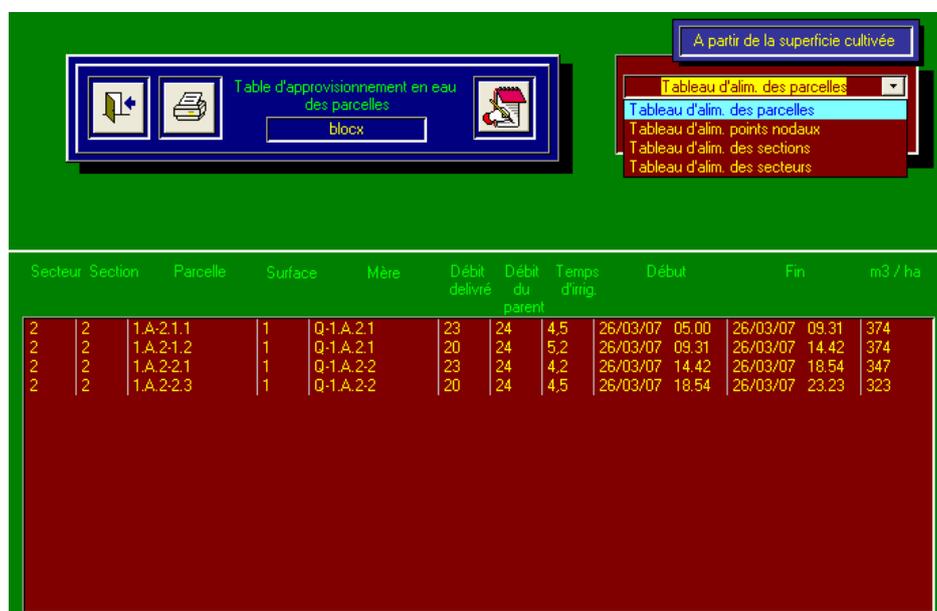


Retournez à la page principale du modèle et lancez la simulation en cliquant sur **'calculé'** puis sur **'suivant'**.

Le résultat est donné sous 4 tableaux imprimables et exportables dans des tableurs ou bases de données (MS Access ou MS Excel) Les différents tableaux sont accessibles à partir du menu déroulant figurant à droite de chaque tableau des résultats.

- **Tableau d'alimentation des parcelles :**

Donne la date, le temps d'irrigation, le débit d'alimentation et le volume brute délivré à chaque parcelle. Le tableau des parcelles donne également le débit des distributeurs



Les parcelles sont alimentées successivement car appartenant à la même section. La parcelle 1.A.2-2.3 occupées par 3 cultures (oignon (0.25ha), maïs (0.5ha), pastèque (0.25ha)), a bien reçu sur la période désignée, un volume de  $(0.25 \cdot 207 + 0.5 \cdot 243 + 0.25 \cdot 211) / \text{efficacité d'application (0.7)} = 323 \text{ m}^3$

- **Tableau d'alimentation des secteurs :**

Il donne les débits nécessaires en tête des secteurs ; les dates, les heures d'alimentation, et les superficies desservies par chaque secteur.

A partir de la superficie irrigable

Table d'approvisionnement en eau des secteurs  
block

Tableau d'alim. des secteurs  
Tableau d'alim. des parcelles  
Tableau d'alim. points nœuds  
Tableau d'alim. des sections  
Tableau d'alim. des secteurs

Secteur	Composante	Surface	Débit délivré	Début	Fin
1	S-1.A	4	24,1	26/03/07 05.00	26/03/07 09.31
1	S-1.A	4	23,9	26/03/07 09.31	26/03/07 14.42
1	S-1.A	4	24,9	26/03/07 14.42	26/03/07 18.54
1	S-1.A	4	24,7	26/03/07 18.54	26/03/07 23.23
2	T-1.A.2	4	23,9	26/03/07 05.00	26/03/07 09.31
2	T-1.A.2	4	23,7	26/03/07 09.31	26/03/07 14.42
2	T-1.A.2	4	24,8	26/03/07 14.42	26/03/07 18.54
2	T-1.A.2	4	24,5	26/03/07 18.54	26/03/07 23.23

On constate que 25 l/s sont suffisants en tête de notre zone pour satisfaire dans le temps de fonctionnement défini, les 4 parcelles étudiées.

#### - Tableau d'alimentation des points nœuds

C'est le tableau récapitulatif des résultats sur tous les nœuds du réseau. En plus des éléments figurants déjà sur les tableaux précédents, il donne le débit résiduel (excédentaire ou déficitaire) sur tous les canaux, orientant ainsi les réajustements nécessaires sur les débits.

A partir de la superficie irrigable

Table d'approvisionnement en eau des nœuds  
block

Tableau d'alim. points nœuds  
 Période entière

Secteur	Description	Mère	Surface	Débit	Débit délivré	Débit résiduel	m3 / ha	Début	Fin
	V-1.A	Start	4	120	24,1	-95,9		26/03/07 05.00	26/03/07 09.31
	V-1.A	Start	4	120	23,9	-96,1		26/03/07 09.31	26/03/07 14.42
	V-1.A	Start	4	120	24,9	-95,1		26/03/07 14.42	26/03/07 18.54
	V-1.A	Start	4	120	24,7	-95,3		26/03/07 18.54	26/03/07 23.23
1-1	S-1.A	V-1.A	4	120	24,1	-95,9		26/03/07 05.00	26/03/07 09.31
1-1	S-1.A	V-1.A	4	120	23,9	-96,1		26/03/07 09.31	26/03/07 14.42
1-1	S-1.A	V-1.A	4	120	24,9	-95,1		26/03/07 14.42	26/03/07 18.54
1-1	S-1.A	V-1.A	4	120	24,7	-95,3		26/03/07 18.54	26/03/07 23.23
	V-1.A.2	S-1.A	4	25	23,9	-1,1		26/03/07 05.00	26/03/07 09.31
	V-1.A.2	S-1.A	4	25	23,7	-1,3		26/03/07 09.31	26/03/07 14.42
	V-1.A.2	S-1.A	4	25	24,8	-0,2		26/03/07 14.42	26/03/07 18.54
	V-1.A.2	S-1.A	4	25	24,5	-0,5		26/03/07 18.54	26/03/07 23.23
2-2	T-1.A.2	V-1.A.2	4	25	23,9	-1,1		26/03/07 05.00	26/03/07 09.31
2-2	T-1.A.2	V-1.A.2	4	25	23,7	-1,3		26/03/07 09.31	26/03/07 14.42
2-2	T-1.A.2	V-1.A.2	4	25	24,8	-0,2		26/03/07 14.42	26/03/07 18.54
2-2	T-1.A.2	V-1.A.2	4	25	24,5	-0,5		26/03/07 18.54	26/03/07 23.23

Le tableau des points nœuds confirme que 25 l/s sont suffisants en tête de la zone d'étude.

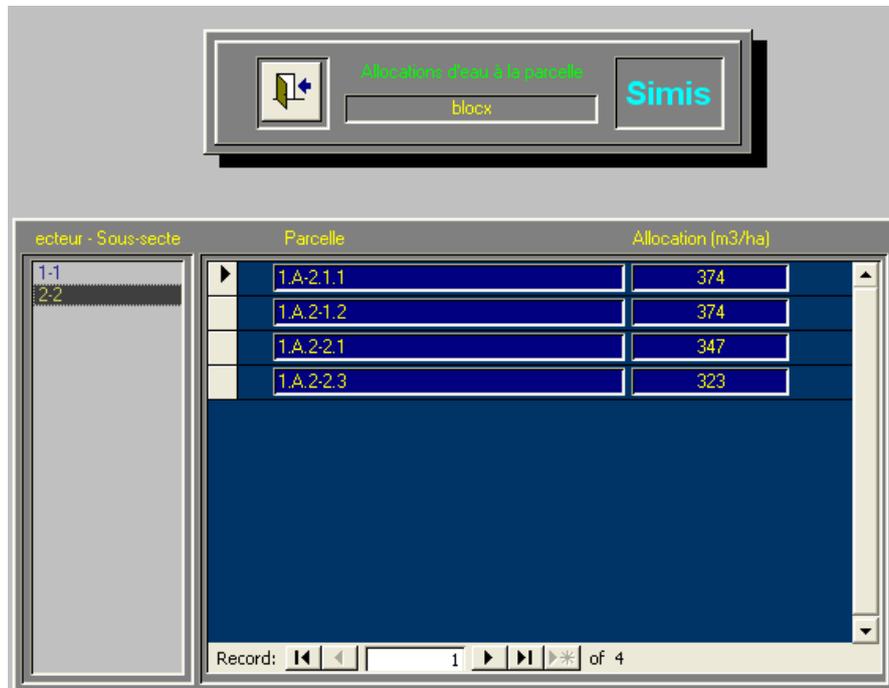
Cette méthode est indiquée pour tout périmètre irrigué, surtout les vastes périmètres dont les besoins en eau varient beaucoup avec les parcelles (Exemple : vallée du Kou).

### 8.6.1.2 A partir de l'allocation d'eau à la parcelle

Cette méthode nécessite un calcul ultérieur des demandes en eau sur chaque parcelle et la saisie manuelle sur toute la zone considérée :

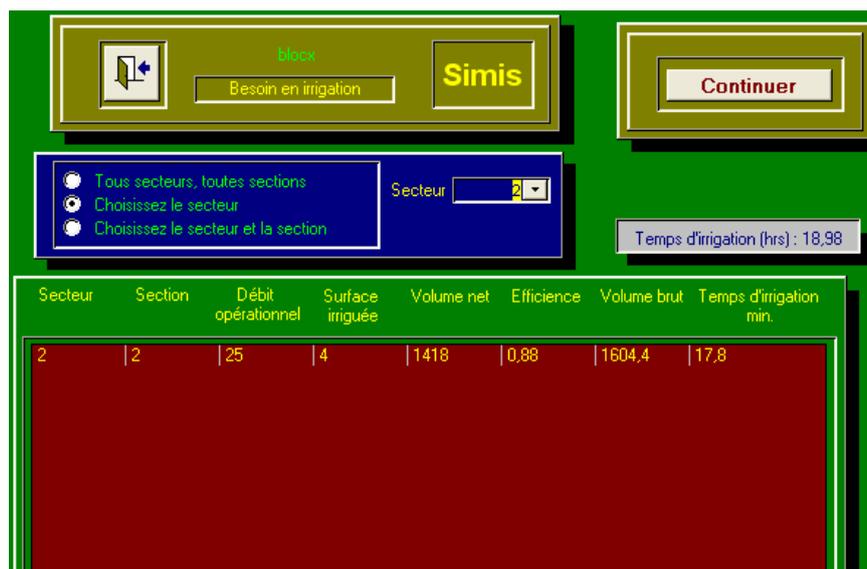
Activez '**a partir de l'allocation d'eau à la parcelle**' et cliquez sur '**définir les allocations d'eau**'

Ensuite cliquez sur **2-2** et saisissez les demandes calculées dans la méthode précédente en y appliquant l'efficacité de chaque parcelle.



Puis retournez à la page précédente et lancez le calcul.

Un résultat intermédiaire donne le débit, la surface irriguée, l'efficacité, les volumes net et brut des secteurs directement reliés aux parcelles, le temps d'irrigation minimal du secteur.



Avec un click sur '**continuer**', le résultat final obtenu est identique au résultat du sous modèle précédent.

### 8.6.1.3A partir de la superficie

Une dose d'irrigation unique doit être introduite et appliquée à toutes les parcelles.

Cliquez sur l'onglet 'A partir de la superficie' et introduisez 355 m<sup>3</sup> comme dose d'irrigation.

La forme du résultat est identique au résultat du sous modèle précédent, la dose moyenne de 355 m<sup>3</sup> est appliquée à toutes les parcelles.

Secteur	Section	Parcelle	Surface	Mère	Débit délivré	Débit du parent	Temps d'ing	Début	Fin	m3 / ha
2	2	1.A.2.1.1	1	Q-1.A.2.1	23	24	4,3	26/03/07 09.00	26/03/07 09.17	355
2	2	1.A.2.1.2	1	Q-1.A.2.1	20	24	4,9	26/03/07 09.17	26/03/07 14.13	355
2	2	1.A.2.2.1	1	Q-1.A.2.2	23	24	4,3	26/03/07 14.13	26/03/07 18.30	355
2	2	1.A.2.2.3	1	Q-1.A.2.2	20	24	4,9	26/03/07 18.30	26/03/07 23.26	355

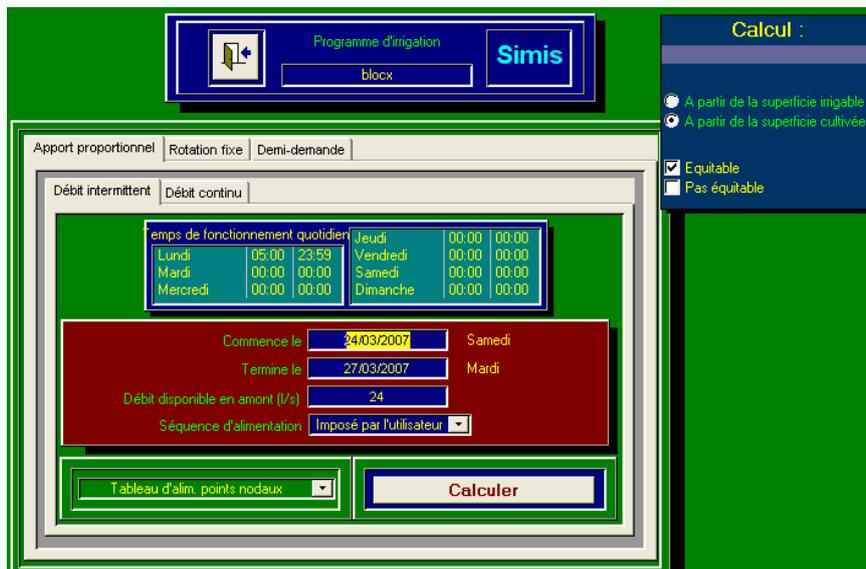
Cette option est indiquée pour des périmètres dont les exigences en eau varient peu avec les parcelles.

### 8.6.2 Méthode par apport proportionnel

Dans cette méthode, un débit disponible en tête est essentiellement reparti proportionnellement aux superficies, suivant un pas équitable ou non et par apport intermittent ou continu.

### 8.6.2.1 Apport proportionnel à débit intermittent

Entrez '24 l/s' comme débit disponible en tête et cochez la case 'équitable'.



Le résultat donne le calendrier pour un même volume (358 m<sup>3</sup>/ha, moyenne des besoins) appliqués à toutes les parcelles, et les débits nécessaires en tête de tous les canaux

Secteur	Section	Parcelle	Surface	Mère	Débit délivré	Débit du parent	Temps d'irrig.	Début	Fin	m3 / ha
2	2	1.A.2-2.3	1	Q-1.A.2-2	19,3	22,8	5,1	26/03/07 05.00	26/03/07 10.08	358
2	2	1.A.2-2.1	1	Q-1.A.2-2	22	22,8	4,5	26/03/07 10.08	26/03/07 14.39	358
2	2	1.A.2-1.2	1	Q-1.A.2.1	20	23,7	4,9	26/03/07 14.39	26/03/07 19.37	358
2	2	1.A.2-1.1	1	Q-1.A.2.1	22,8	23,7	4,3	26/03/07 19.37	26/03/07 23.58	358

Les parcelles sont alimentées tour à tour suivant la sectorisation et la commande amont vers aval.

### 8.6.2.2 Apport proportionnel à débit continu

Dans la méthode apport proportionnel, cliquez sur l'onglet 'continu' et lancez le calcul.

Le résultat donne le calendrier pour une irrigation simultanée des parcelles, et ce, quelque soit la sectorisation établie. Le temps d'irrigation et le volume délivré sont identiques pour toutes les parcelles.

Tableau d'alim. des parcelles

Période entière

Secteur	Section	Parcelle	Surface	Mère	Débit delivré	Débit du parent	Temps d'irrig.	Début	Fin	m3 / ha
2	2	1.A.2.2.3	1	Q-1.A.2.2	5,2	6,2	18,9	26/03/07 05.00	26/03/07 23.59	358
2	2	1.A.2.2.1	1	Q-1.A.2.2	5,2	5,4	18,9	26/03/07 05.00	26/03/07 23.59	358
2	2	1.A.2.1.2	1	Q-1.A.2.1	5,2	6,2	18,9	26/03/07 05.00	26/03/07 23.59	358
2	2	1.A.2.1.1	1	Q-1.A.2.1	5,2	5,4	18,9	26/03/07 05.00	26/03/07 23.59	358

Le tableau des points nodaux montre que tous les canaux sont également alimentés simultanément dans le temps de travail défini.

Tableau d'alim. points nodaux

Période entière

Secteur	Description	Mère	Surface	Débit	Débit delivré	Débit résiduel	m3 / ha	Début	Fin
	V-1.A	Start	4	120	24	-96		26/03/07 05.00	26/03/07 23.59
1-1	S-1.A	V-1.A	4	120	24	-96		26/03/07 05.00	26/03/07 23.59
	V-1.A.2	S-1.A	4	25	23,8	-1,2		26/03/07 05.00	26/03/07 23.59
2-2	T-1.A.2	V-1.A.2	4	25	23,8	-1,2		26/03/07 05.00	26/03/07 23.59
	V-1.A.2.1	T-1.A.2	2	24	11,6	-12,4		26/03/07 05.00	26/03/07 23.59
2-2	Q-1.A.2.1	V-1.A.2.1	2	24	11,6	-12,4		26/03/07 05.00	26/03/07 23.59
2-2	1.A.2.1.1	Q-1.A.2.1	1	23	5,2	-17,8	359	26/03/07 05.00	26/03/07 23.59
2-2	1.A.2.1.2	Q-1.A.2.1	1	20,1	5,2	-14,9	359	26/03/07 05.00	26/03/07 23.59
	V-1.A.2.2	T-1.A.2	2	24	11,6	-12,4		26/03/07 05.00	26/03/07 23.59
2-2	Q-1.A.2.2	V-1.A.2.2	2	24	11,6	-12,4		26/03/07 05.00	26/03/07 23.59
2-2	1.A.2.2.1	Q-1.A.2.2	1	23	5,2	-17,8	359	26/03/07 05.00	26/03/07 23.59
2-2	1.A.2.2.3	Q-1.A.2.2	1	20	5,2	-14,8	359	26/03/07 05.00	26/03/07 23.59

La méthode par apport proportionnel est intéressante sur les périmètres à besoins identiques pour toutes les parcelles.



## 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.
- Dembélé Y., 1991. Etude des besoins en eau du riz irrigué dans différentes conditions pédoclimatiques du Burkina Faso. Actes semin. 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'École 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.
- Doorenbos, J. et Kassam, A.H., 1979. Yield response to water. FAO Irrigation and Drainage Paper N° 33. Rome, Italy. 193 p.
- Dialla E., ., 2003. La question foncière sur les perimeters hydro-agricoles du Burkina Faso. CAPES: centre d'analyse des politiques économiques et sociales. Ouagadougou, Burkina faso. 22p.
- FAO , 2007. CROPWAT 8.0 and CLIMWAT2.0. Tools for Improved Crop Water Management, Land and Water Digital Media Series
- 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.
- 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, Sénégal. 411-420.
- 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).