

ANALYSE COUPLEE DU FONCTIONNEMENT TECHNIQUE ET SOCIAL D'UN RESEAU D'IRRIGATION : LE CAS DES GROUPEMENTS D'INTERET COLLECTIF SUR LA NAPPE DE KAIROUAN EN TUNISIE.

Faysse N., Lardilleux S., Le Goulven P.
IRD, BP 434, 1004 El Menzah Tunis.

RESUME

Avec la mobilisation de toutes les ressources disponibles, l'Etat tunisien ne peut plus contrôler l'équilibre ressources-usages sur la nappe de Kairouan qu'en maîtrisant la croissance de ces derniers. Cette maîtrise passe par, entre autres, le bon fonctionnement des périmètres irrigués collectifs. Une méthode d'analyse jointe de la production et de la distribution d'eau dans un périmètre est présentée ; elle se fonde sur la réalisation d'un bilan hydrique par champ. Une analyse du fonctionnement réel ainsi que des simulations de rénovation du réseau ou de changement de règles de distribution permettent d'ordonner l'importance des facteurs de dysfonctionnement. Cette analyse est appliquée à un périmètre irrigué de la région de Kairouan. Elle montre que la règle actuelle de distribution engendre à la fois un sur-assolement et une gestion inefficace de la pénurie, d'où une inefficacité du même ordre que celle produite par le mauvais fonctionnement du réseau.

MOTS-CLES

périmètre irrigué allocation de l'eau bilan hydrique

Dans les années 90, l'Etat tunisien a achevé la mobilisation de toutes les ressources superficielles aboutissant à la grande plaine de Kairouan. Pour assurer l'équilibre de la nappe associée à cette plaine, l'Etat est désormais obligé de maîtriser les prélèvements, et avant tout le premier d'entre eux, l'usage agricole, partagé entre puits privés et périmètres collectifs.

En absence de moyens de police adaptés, l'Etat a mis en place un dispositif d'aide à l'investissement en économie d'eau. De plus, s'il se dégage de la gestion des périmètres irrigués depuis une dizaine d'années pour des raisons initialement budgétaires, l'Etat voit dans les associations d'usagers (Groupement d'Intérêt Collectif, GIC) récemment créées une opportunité pour maîtriser la croissance des prélèvements. En effet, l'Etat contrôle le débit d'exhaure d'un GIC. Si ce dernier fonctionne bien, les agriculteurs seront moins incités à créer leur propre puits dans ou hors du GIC.

Dans le cadre du projet MERGUSIE¹¹, une méthode d'analyse de ces périmètres a été mise en place au printemps 2000. Le constat initial était que, lors des études pour la rénovation des périmètres, le partage de l'eau était souvent négligé : les avantages de la rénovation technique ne sont pas comparés aux gains permis par une meilleure distribution de l'eau. Le GIC étant considéré comme **une unité collective de production, de distribution et de partage de l'eau**, les deux questions suivantes ont servi de fil conducteur pour l'étude :

- quelle est l'efficacité actuelle des gestions technique et sociale de l'eau ?
- quel est le potentiel de gain dans un changement des règles de partage et/ou des infrastructures ?

Les réponses pourraient permettre d'ordonner les priorités de réhabilitation, entre fonctionnement social et technique. Dans la suite du texte, la méthode d'analyse est présentée de façon générale : diagnostic d'une situation réalisée et simulations. Cette méthode est ensuite appliquée au périmètre irrigué d'El Melalsa.

METHODE D'ANALYSE D'UN PETIT PERIMETRE IRRIGUE

Nous proposons ici une méthode d'analyse de petits périmètres irrigués soumis à une tension sur la ressource de façon structurelle.

¹¹ Modélisation Intégrée des Usages et de la Ressources dans le bassin du Merguellil. Le texte présente les résultats d'un travail effectué au printemps 2000 par une équipe constituée, outre les auteurs, de Olfa SOUKI (Moghrane), Até KOUKOU- TCHAMBA (INAT), Mohamed Salah BACHTA (INAT), Jean-Paul LUC (IRD) et Roger CALVEZ (IRD).

Une étude semblable a déjà été menée par Gilot (1994), sur le périmètre d'Urcuqui en Equateur. A partir d'un bilan hydrique par parcelle, Gilot ordonne les différents facteurs de dysfonctionnement possibles, individuels puis collectifs. Puis il simule l'annulation de ces facteurs dans l'ordre choisi. Il obtient, pour chaque stress hydrique sur un champ donné, l'ensemble quantifié des facteurs responsables du déficit en eau. Gilot étudie enfin l'impact d'un changement d'assolement ou d'une restructuration complète des droits d'eau.

En Tunisie, l'analyse des périmètres irrigués s'est faite simultanément à trois niveaux :

- le bilan hydrique au niveau de la parcelle puis du champ¹² ;
- l'analyse économique au niveau de l'exploitation agricole (il faut alors prendre en compte aussi les parcelles situées hors du périmètre) ;
- l'étude du réseau et du fonctionnement social, à l'échelle du périmètre irrigué entier.

Diagnostic du fonctionnement réel

a) Bilan hydrique pour tous les champs du périmètre irrigué sur une année

Le bilan hydrique au pas de temps journalier a été simulé avec un modèle de réservoir distinguant l'évaporation de la transpiration, le modèle du logiciel SARRA¹³. Pour pouvoir traiter simultanément une trentaine de champs, les équations ont été importées dans un tableur Excel nommé Bilhy. Pour les données d'irrigation au champ, une enquête exhaustive est réalisée auprès de tous les agriculteurs, concernant les données principales de leur exploitation, les surfaces possédées dans et hors périmètre, l'assolement réalisé pendant la période étudiée et l'origine de l'eau d'irrigation.

D'autre part, le cahier de l'aiguadier permet d'avoir le volume ou le temps payé à une date donnée par un agriculteur. Lorsque le tour d'eau ne permet pas de connaître le champ irrigué, et puisque les agriculteurs irriguent principalement en fonction des besoins en eau des cultures, la répartition de l'eau s'est faite selon les surfaces pondérées par les coefficients culturaux.

b) Analyse du fonctionnement social du périmètre

Cette partie a pour objet les relations entre agriculteurs et GIC. A partir d'enquêtes exhaustives, une typologie est faite d'abord en fonction du mode d'accès à l'eau (GIC ou puits en périmètre, puits hors périmètre), puis en fonction de la taille de l'exploitation, dans et hors périmètre. Une enquête approfondie est réalisée auprès d'une ou deux personnes représentantes de chacun des types, ainsi que des 3 responsables du GIC : le président, le trésorier et l'aiguadier. Cette enquête permet de discuter avec chaque agriculteur des relations qu'il entretient avec le GIC et de sa perception du fonctionnement de l'ensemble du GIC.

c) Analyse économique

L'enquête approfondie est aussi l'occasion de faire un bilan économique précis de l'exploitation pendant l'année considérée : les pratiques culturales, les charges par cultures et les rendements obtenus. Une modélisation par programmation linéaire est calée sur les données par type.

d) Simulation de scénarios

Un périmètre irrigué peut être résumé par 3 caractéristiques principales : le réseau, les règles de répartition de l'eau et les assolements choisis.

Les agriculteurs font de façon autonome des choix de surfaces irriguées, en fonction de leurs caractéristiques propres mais aussi des règles collectives de répartition de l'eau et d'éventuelles règles de plafonnement des surfaces mises en cultures. Nous distinguons 2 types de règles. Les règles de type A déterminent un tour d'eau indépendamment des surfaces mises en cultures. C'est le cas par exemple de la règle qui attribue x heures/ha à chaque agriculteur. Chaque agriculteur choisit alors ses cultures indépendamment des autres. En revanche, les règles de type B établissent un tour d'eau qui dépend des surfaces mises par les agriculteurs : lorsque chaque agriculteur peut irriguer autant qu'il l'estime nécessaire, ou bien lorsqu'une plante est reconnue prioritaire sur une autre.

La simulation est faite à partir de triplets de paramètres en restant, en première approche, à l'échelle du périmètre irrigué. La valorisation de l'eau est calculée à partir d'une fonction de rendement fondée sur les coefficients K_y de sensibilité au stress hydrique.

¹² Par convention, une parcelle est une surface connexe possédée par un agriculteur et les champs sont les parties de la parcelle qui sont assolées avec une seule culture.

¹³ Système d'Analyse Régionale des Risques Agroclimatiques, développé par le CIRAD

APPLICATION DE LA METHODE AU PERIMETRE D'EL MELALSA

Le Groupement d'Intérêt Collectif de El Melalsa

El Melalsa est un GIC mixte - eau potable et irrigation -, qui fonctionne depuis 1990 et qui irrigue 114 ha. La pompe délivre 24 l/s répartis en 3 mains d'eau. Le réseau est sous pression grâce à des conduites BOER en acier galvanisé prolongées par des tuyaux en PVC souple qui mènent l'eau jusqu'à la parcelle, avec une distribution finale en gravitaire. Le manque de pression à la pompe et la vétusté du réseau font que les débits réels arrivant aux parcelles varient entre 3 et 8 l/s. Les principales cultures sont le melon et la pastèque en été, le blé et l'association piment-fève en hiver. Il n'y a pas de limitation des surfaces assolées. De plus, chaque agriculteur peut irriguer autant qu'il l'estime nécessaire une fois qu'il a la main d'eau : la règle utilisée est de type B.

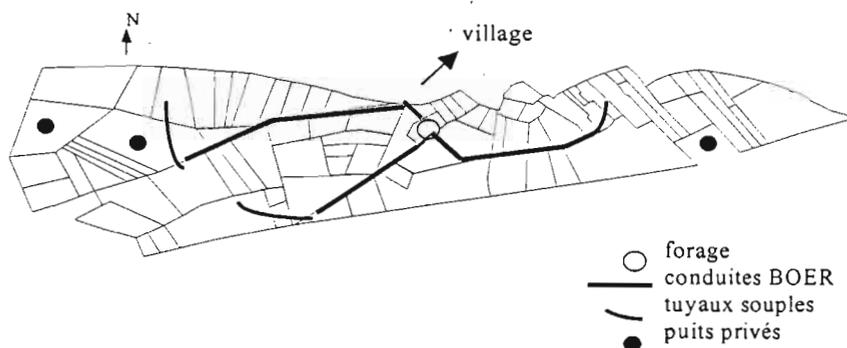


Fig. 1 : Le périmètre irrigué d'El Melalsa

L'analyse du bilan hydrique a été faite pour l'ensemble de l'année 98-99 ; nous ne présentons ci-dessous que les résultats des simulations pour le melon.

Bilan des déficits en eau pour le melon à l'été 99

Au total, 27,2 ha soit 18 % de la surface du GIC, ont été cultivés en melon au cours de l'été 1999.

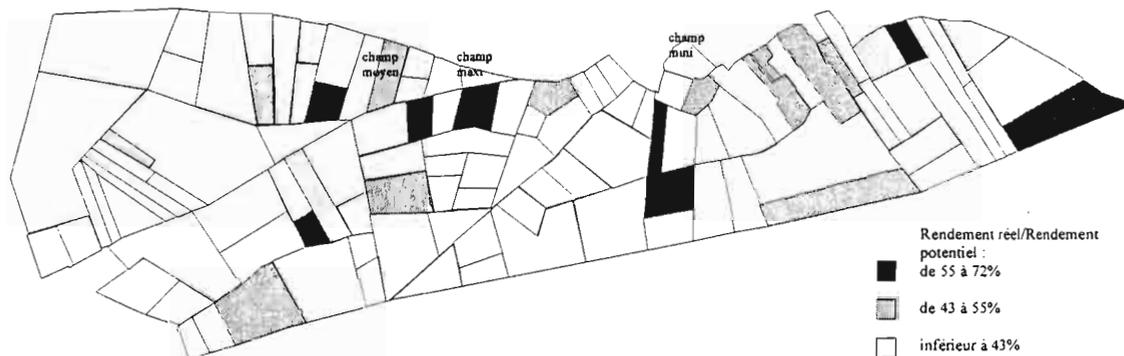


Fig. 2 : rendement réel pour le melon par champ en 99

ETR/ETM

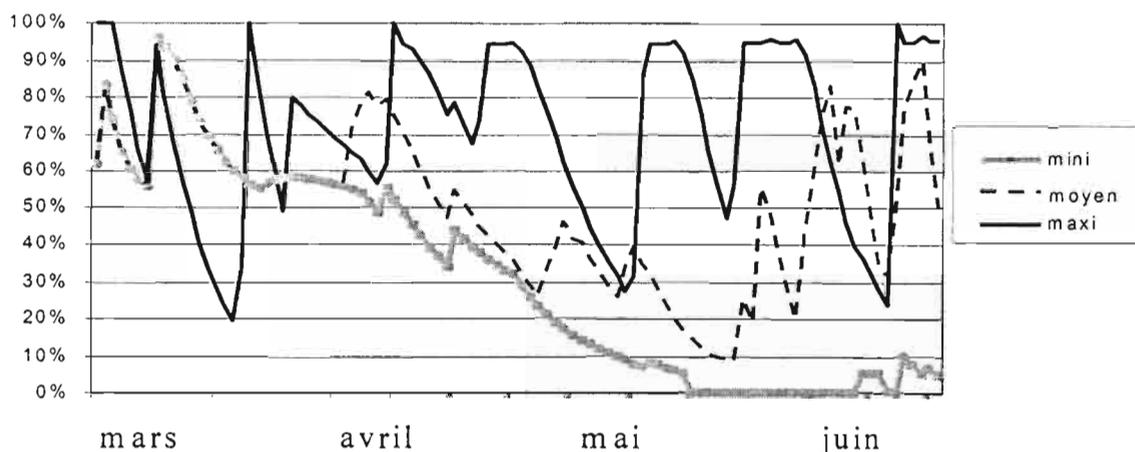


Fig. 3 : ETR/ETM du melon, pour le meilleur champ , un champ moyen et le plus mauvais champ

La surface totale assolée en mars est très importante, ce qui se traduit par un allongement du tour d'eau peu après le semis. De plus, il a très peu plu de mars à juin 99 : le manque d'eau a permis le développement du mildiou sur certains champs en avril, champs qui ont été abandonnés par la suite. Les champs restés sains ont ensuite pu être irrigués plus fréquemment par la suite, mais le prolongement de la sécheresse a maintenu une durée du tour d'eau longue. De plus, même s'il existe un ordre entre les parcelles a priori, ce tour d'eau a été discuté au fur et à mesure pendant les périodes de grandes tensions, avec une iniquité importante dans la répartition. Dans les faits, cette tension structurelle sur la ressource et la faiblesse des débits fournis en fin de réseau a provoqué, depuis plusieurs années, deux types de réaction : l'abandon des cultures maraîchères au profit du blé en mode pluvial et la construction de puits privés. A la fois le président, l'aiguadier et le pompiste ont creusé un puits pendant l'hiver 2000, soit dans soit hors du périmètre !

Simulations

Les triplets de simulation ont été testés avec une année moyenne, une année quinquennale sèche et une année quinquennale humide. Pour construire l'année quinquennale sèche, nous avons choisi un hiver et un été, de quantile environ 0.35, de façon que la somme corresponde à une pluie d'année quinquennale sèche. La même méthode est utilisée pour les années moyennes (quantile 0.5) et humide (quantile 0.85). Nous restons à l'échelle globale du périmètre, en considérant l'existence de 3 grands champs sur le périmètre : un de fève-piment, un autre de blé et dernier de melon.

a) Variation sur le réseau

Le réseau actuel délivre 24 l/s, avec une perte qui va de 0% à 50%. La perte moyenne sur l'ensemble des cultures sera d'autant plus importante que la surface totale mise en culture est grande. Le réseau rénové aura un débit de 30 l/s dû à une diminution importante des pertes de charge et une absence de pertes sur le réseau.

Variation des assolements

Pour estimer un assolement sûr, on calcule les besoins en eau en année moyenne avec une règle qui consiste à irriguer lorsque la réserve du sol devient inférieure à 0.85 fois la Réserve Utile. Pour l'assolement risqué, nous retiendrons l'assolement réalisé en 98-99 (60 ha de blé, 21 de piment-fève et 27 de melon et pastèque). L'assolement risqué, avec un réseau rénové, est l'assolement précédent multiplié par le coefficient de gain sur le débit et les pertes (voir table 1 ci-dessous).

Variation du tour d'eau

Lorsque la règle de distribution de l'eau est de type A, le problème, identique au niveau individuel et collectif, est de répartir au mieux une ressource de débit donné entre différentes cultures. Nous avons choisi, pour modéliser cette approche, de travailler au niveau du GIC : les besoins de chaque culture sont la quantité d'eau nécessaire pour remplir le maximum entre les réservoirs sol et plante dès lors que ce dernier est

inférieur à 0.7 fois la Réserve Utile. Si la somme des besoins est supérieure à la capacité du forage, la répartition se fait proportionnellement aux besoins.

Pour modéliser les règles de gestion du deuxième type, celles où le tour d'eau est modifié par les choix d'assolement, un modèle a été construit avec Bilhy de calcul de la longueur du tour d'eau : à un jour donné, on apporte les besoins. Le tableur calcule le temps nécessaire pour une telle opération en fonction du débit journalier et ne recommence l'irrigation qu'au bout de cette durée.

d) Tests de différents scénarios possibles

L'ensemble des triplets envisagés donne lieu à 9 scénarios différents (table 1). Quatre facteurs peuvent expliquer le mauvais fonctionnement d'El Melalsa : l'état du réseau, les règles de construction du tour d'eau, les choix d'assolement et l'équité de la distribution. Nos scénarios ne permettent de comparer que ces 3 premiers facteurs. Néanmoins, on peut considérer que la différence entre la valorisation qui a réellement eu lieu en 98-99 (scénario 0) et le scénario 1 est due en grande partie à l'iniquité de la distribution.

TABLE 1 : valorisation de l'eau selon différents scénarios

scénario	réseau	assolement	surface	tour d'eau	valeur totale, en milliers de DT, créée avec une pluie correspondant à :			
					98-99	année humide	année moyenne	année sèche
0 (réel)	actuel	risqué	(61,21,27)	type B	<50			
1	actuel	risqué	(61,21,27)	type B	103	147	141	80
2				type A	141	150	148	138
3		sûr	(40,20,15)	type B	116	122	114	112
4				type A	118	121	119	118
5	rénové	risqué	(91,31,40)	type B	177	226	197	147
6				type A	226	240	235	224
7		sûr	(60,30,23)	type B	176	185	180	167
8				type A	179	183	180	179

Dans tous les cas, l'assolement risqué permet une meilleure valorisation en moyenne que l'assolement sûr, mais avec une variance plus importante. D'autre part, à assolement sûr, les valeurs obtenues sont du même ordre de grandeur : en effet, si la règle « à volonté » de permet pas d'arbitrer entre les différentes cultures, elle permet de mieux jouer sur la réserve du sol, puisque nous avons pris une règle très prudente pour l'irrigation journalière (un seuil de déclenchement de 0.85 fois la Réserve utile).

En fait, la définition du tour d'eau et le choix total de l'assolement sont liés dans le cas d'un tour d'eau « à volonté ». Avec une surface collective qui permettrait un tour d'eau pas trop long, chaque agriculteur va avoir tendance à augmenter sa surface irriguée car il ne va pas prendre en compte l'impact de son choix sur la longueur de ce tour d'eau. Chaque agriculteur faisant ce raisonnement individuellement, l'assolement total collectif « à l'équilibre » sera en général bien supérieur à celui qui aurait été optimal, à la fois pour la collectivité et pour chacun des agriculteurs. De plus, un tour d'eau « à volonté » ne permet pas, à assolement donné, de donner la priorité aux plantes qui en aurait besoin.

La comparaison des différents scénarios permet de hiérarchiser les causes de dysfonctionnement mesurées : d'abord le tour d'eau, puis le réseau et enfin l'assolement.

La précision de la méthode

Aux imprécisions classiques d'un modèle de bilan hydrique vient s'ajouter une imprécision sur les surfaces. Si les surfaces des parcelles sont généralement connues précisément grâce à des réformes agraires projetées ou effectuées, les agriculteurs donnent des surfaces relatives de leurs différents champs très grossièrement. Analysant une année passée, nous n'avons pas pu, de nous même, améliorer la précision sur ces surfaces. Cela dit, les résultats obtenus pour l'étude de l'irrigation pendant l'année 98-99 ont abouti à un

classement et une analyse qualitative qui nous ont été confirmés par les agriculteurs. De plus, cette imprécision intervient peu dans la comparaison des différents scénarios de réformes présentés ci-dessus.

CONCLUSION

Le logiciel Bilhy s'est montré lourd à mettre en œuvre. Il n'est pas adapté à l'étude standardisée d'un périmètre irrigué. Néanmoins, la souplesse d'un tableur Excel, où toutes les données sont apparentes, permet de concevoir très facilement des scénarios, des règles de décision d'irrigation : Bilhy reste un logiciel intéressant pour une approche « recherche ».

De plus, nous n'avons présenté l'analyse ici qu'au niveau agrégé du périmètre. Le travail consistera aussi à intégrer les règles de gestion de l'eau dans le programme économique représentant les choix d'assolements des agriculteurs. Une telle modélisation devrait permettre, à infrastructure, structures d'exploitation et règles de gestion données, de rendre les choix de mise en culture des agriculteurs complètement endogènes.

Dans le Kairounais, beaucoup de périmètres publics irrigués ont vocation à être rénovés puis délégués à des associations d'irrigants dans les années à venir. Les nombreuses études faites privilégient les aspects techniques et prévoient ex-ante l'assolement qui sera suivi une fois la rénovation faite. L'approche présentée ci-dessus permet d'évaluer l'importance du facteur « partage de l'eau » par rapport au facteur « infrastructure ». Le complément envisagé, par le biais de la programmation linéaire, permettra lui de d'intégrer l'autonomie de décision des agriculteurs et donc d'aider à prévoir quelle seront leurs réactions suite à un changement d'infrastructure ou de règle de partage. Il serait intéressant de dégager, à partir de cette étude, une méthodologie d'analyse du bilan hydrique et des règles de gestion de l'eau qui puisse être intégrée dans la démarche d'un bureau d'étude.

REFERENCES

- ALLEN R.G., PEREIRA L.S., RAES D., SMITH M. (1998) Crop evapotranspiration. Guidelines for computing, crop water requirements *Bulletin FAO d'irrigation et de drainage* n°56 Rome.
- BARON C., MARAUX F., PEREZ P. (1996) SARRA Système d'analyse régionale des risques agroclimatiques MODULE SARRABIL Guide d'utilisation – Montpellier : CIRAD.
- GILOT L. (1994) L'eau des livres et l'eau des champs. Des règles de distribution à leur mise en pratique. Principes généraux et analyse du cas d'Urcuqui. - Thèse de doctorat. Sciences agronomiques : Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie de Montpellier.
- LARDILLEUX S. (2000) Fonctionnement de périmètres irrigués à différents stades d'évolution en Tunisie Centrale. Analyse des irrigations par modélisation du bilan hydrique.– Projet de fin d'étude – Strasbourg, ENGEES.