

PILOTE-REG : Une approche opérationnelle pour estimer la demande en eau régionale avec les acteurs. Application au cas de la vallée de la Drôme.

González Camacho J.M.¹, Maillhol J.C.², Granier J.³, Ruelle P.², Brunel L.² et Y. de Lajonquière²

¹ Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México, C.P. 56230 email: jmgc@colpos.mx

² Cemagref UMR G-EAU BP 5095, email : jean-claude.mailhol@cemagref.fr; pierre.ruelle@cemagref.fr

³ Cemagref UMR G-EAU, 3275 route Cézanne - CS 40061, F 13182 Aix-en-Provence Cedex 5 email : jacques.granier@cemagref.fr

Résumé

Depuis des décennies, des méthodes standard sont utilisées pour dimensionner et gérer les périmètres irrigués. Elles sont fondées sur les besoins en eau des cultures, le plus souvent en considérant les besoins correspondant à l'évapotranspiration maximale pour un assolement prédéfini. Des démarches similaires sont appliquées actuellement dans différents territoires à l'échelle de bassins versants ou de découpages administratifs comme les départements en France pour confronter offre et demande en eau pour l'irrigation, en relation avec la mise en application de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) et décider des politiques de gestion. Ces démarches qui souvent ne prennent pas en compte les répartitions des différentes cultures sur la zone d'étude en lien avec les caractéristiques pédoclimatiques, sont inadaptées. En effet elles ne permettent pas d'évaluer de manière rigoureuse la demande en eau qui nécessite la prise en compte des pratiques des agriculteurs (Labbé et al., 2000 ; Ruelle et al., 2003). De ce fait elles ne devraient pas être utilisées pour analyser selon des scénarios les effets de l'évolution des assolements dus au contexte socio-économique et/ou au changement des règles de gestion (Loubier et al., 2008). Pour réaliser de telles évaluations et étudier des alternatives avec les acteurs de la gestion de l'eau, une méthode opérationnelle a été mise en œuvre sur la base d'un outil de simulation de la demande en eau dénommé PILOTE-REG v.4. Cet outil permet de régionaliser l'utilisation du modèle de culture PILOTE (Mailhol et al. 1997 ; Mailhol et al., 2004) en le couplant à une base de données de représentation de la zone d'étude. La base de données rassemble les informations agropédoclimatiques et les assolements avec une granularité spatiotemporelle adaptée au cas étudié. Les pratiques des irrigants sont identifiées à partir d'enquêtes et de suivis sur des parcelles et d'exploitations dites de référence; elles permettent de définir les itinéraires techniques des cultures et les conduites des irrigations. Cet outil a été développé dans le cadre du projet européen Interreg Méthodologies et Instruments pour la Planification et la gestion durable de l'Irrigation en conditions de Sécheresse (MIPAIS) et appliqué sur un territoire de 10800 ha de Surface Agricole Utile (SAU) à l'aval de la vallée de la Drôme (Sud-est France). Une base de données a été constituée à partir des informations agropédoclimatiques disponibles et des assolements irrigués déclarés en 2005 et agrégés à l'échelle communale. Le modèle PILOTE-REG a été calé à partir des références des organismes du développement et de suivis d'irrigants, en tenant compte à la fois des rendements et des quantités d'eau associées. L'association 'rendement-quantité d'eau' constitue une des originalités de cette méthode d'évaluation. L'analyse distribuée de la demande en eau a été effectuée pour trois années types : sèche, moyenne et humide. L'accord entre demande simulée agrégée pour des réseaux collectifs d'irrigation et les volumes facturés

est satisfaisant. Les besoins d'irrigation en été varient fortement d'une année à l'autre, selon les pratiques des irrigants. Les besoins simulés pour l'année sèche sont de 8 millions m³ tandis qu'en année humide ils plafonnent à 2,6 millions m³. La méthode développée est utilisée pour dialoguer avec les acteurs locaux. Les niveaux de production s'avèrent être révélateurs des pratiques et constituent une étape essentielle pour une évaluation économique de l'irrigation.

Mots clés : Sécheresse, région méditerranéenne, outils de gestion, demande en eau, modèle de culture régionalisé.

INTRODUCTION

L'estimation des besoins en eau d'irrigation à l'échelle d'un bassin versant au pas de temps journalier est essentielle pour améliorer la gestion de la ressource en eau en conditions de sécheresse (Mailhol et Picheral, 1994). C'est un préalable à la mise en place des mesures, nécessaires pour faire face à des problèmes de débit d'étiage des rivières. La vallée de la Drôme est confrontée à des difficultés dues aux sécheresses estivales et des mesures de restriction en eau sont établies en fonction de la disponibilité de la ressource en eau et des débits dans la rivière Drôme. L'estimation de la demande en eau à l'échelle du périmètre irrigué se fait le plus souvent en considérant les valeurs moyennes des variables climatiques et ce, pour des années type. Cette approche ne tient pas compte de la variabilité spatiale et temporelle des conditions agropédoclimatiques. En particulier, la pluie conditionne, de manière déterminante, la demande en eau des cultures et les stratégies des irrigants pendant la saison d'arrosages. Les approches basées sur la spatialisation des besoins en eau des cultures à l'échelle du bassin versant, couplant données de télédétection (estimation de l'assolement) et modèle de bilan hydrique (Mailhol et al., 1992) ont montré leur limite notamment en régions fortement contraintes où l'agriculteur ne peut apporter l'eau lorsque la plante le requiert (Labbé et al., 2000). Ce genre d'approche peut s'avérer utile pour définir la tranche d'eau alloué à l'irrigation dans une retenue à buts multiples ou encore pour détecter des anomalies de gestion d'un périmètre irrigué (Mailhol et al., 1992).

Il est maintenant reconnu que la demande en eau est fortement conditionnée par l'accessibilité à la ressource (Garin et al. 2000), laquelle peut être régulée par son prix (Montginoul, et al., 1997). L'assolement est peu influencé par le coût de l'eau (Shoengold et al., 2005). Par contre il peut l'être très significativement par les fluctuations du marché et la disponibilité en eau en début de campagne (niveau des nappes et des retenues collinaires). Il découle de cet état de fait que la demande en eau agricole requiert obligatoirement une connaissance aussi précise que possible des assolements et des pratiques des agriculteurs qui s'adaptent aux conditions évoquées. Le rendement des principales cultures d'un périmètre (ou district) donnée accessible auprès des différentes structures agricoles ou auprès des agriculteurs eux-mêmes, peut contribuer à l'amélioration de l'estimation de la demande en eau. En effet l'atteinte d'un niveau de rendement reflète une pratique d'irrigation dans un contexte pédoclimatique donné. Dans l'hypothèse où l'on dispose d'un modèle de culture calé et validé localement, il s'avère alors intéressant de l'utiliser afin de calculer le volume apporté ayant donné lieu au rendement déclaré. Il convient pour cela de faire aussi référence aux pratiques en vigueur par le biais de certains paramètres d'entrée du modèle : date moyenne de semis, début et fin des irrigations, doses d'arrosages généralement

appliquées. Le modèle de culture PILOTE (Mailhol et al. 1997, Mailhol et al., 2004) est le modèle opérationnel qui a été retenu pour simuler le bilan hydrique et le rendement de la culture avec une précision acceptable pour les cultures les plus fréquentes dans le sud-est de la France.

Dans ce travail, on décrit l'application du modèle de culture régionalisée PILOTE-REG pour simuler la demande en eau et la croissance de cultures sur un ensemble de communes, assolements et sol types dans la vallée de la Drôme.

OUTILS ET METHODES

Localisation géographique du site d'étude

Le bassin versant de la rivière Drôme couvre une superficie de 1150 km². La rivière qui a une longueur de 106 km prend sa source à 1000 m d'altitude pour descendre à 100 m à sa confluence avec le Rhône. Les 14 communes étudiées se localisent entre les communes de Crest et Livron sur les rives droite et gauche de la rivière Drôme, et elles couvrent une superficie irrigable de près de 4000 ha, entre les latitudes 44° 38' et 44° 49' Nord et les longitudes 4° 51' et 5° 2' Est. (Cf. Figure 1).

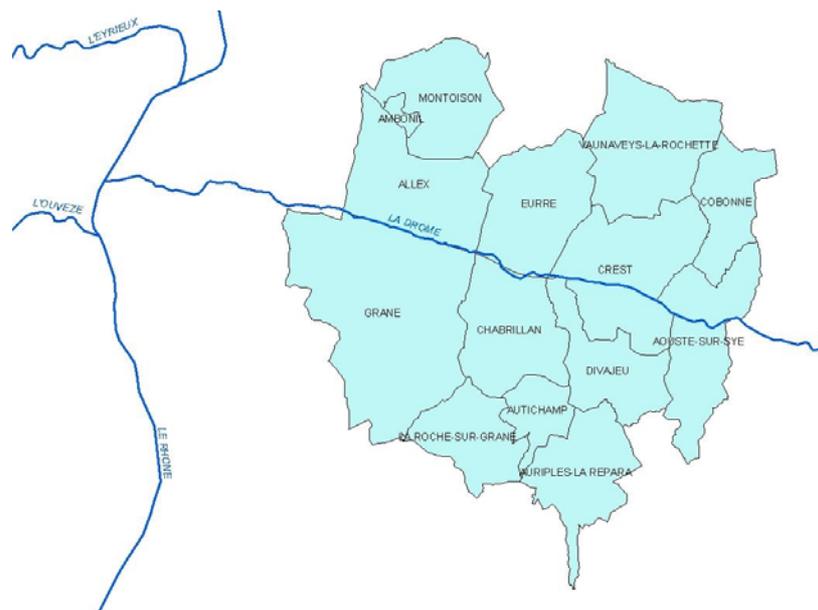


Figure 1. Localisation géographique des 14 communes de la vallée de la Drôme.

Données agropédoclimatiques

Les assolements de cultures par communes correspondent à l'année 2005, selon les déclarations du fichier PAC (Politique Agricole Commune) et l'analyse des fiches d'irrigation, correspondant aux enregistrements administratifs de la Drôme (2005). Les paramètres relatifs à la croissance des principales cultures pratiquées dans la Drôme ont été calés pour approcher les doses d'arrosage et les rendements de référence, compte tenu des pratiques d'irrigation obtenues à partir des enquêtes de terrain menés par Coignac (2006) et Brunel (2007) et par les organismes du Développement (2005). Les sols type et leurs pourcentages de couverture de surface par communes ont été obtenus à

partir de la carte de sols reportée par la Société du Canal de Provence (1987). Les caractéristiques physiques des sols types (Cf. Tableau 1) ont été estimées à partir de la base de données SOLHYDRO selon la méthode de fonctions de pédotransfert proposée par Bruand et al. (2004).

Tableau 1. Sols type de la vallée de la Drôme selon SCP (1987).

Sol	Texture	CC	PFP	Pr (m)	RU (mm)
AL110	Argilo limonense	0.34	0.197	1.2	172
AL90	Argilo limoneuse	"	"	0.9	129
L110	Limono argileuse	0.33	0.109	1.2	265
LA110	Limono argileuse	"	"	1.2	214
LA90	Limono argileuse	"	"	0.9	160
LS110	Limono sableuse	0.27	0.104	1.2	199
LS90	Limono sableuse	"	"	0.9	149
S50	Sableuse	0.13	0.057	0.5	37
S60	Sableuse	"	"	0.6	44
SA90	Sablo argileuse	0.27	0.131	0.9	125
SL110	Sablo limoneuse	0.24	0.084	1.2	187
SL60	Sablo limoneuse	"	"	0.6	94
SL70	Sablo limoneuse	"	"	0.7	109
SL90	Sablo limoneuse	"	"	0.9	140
SLA60	Sablo limono argileuse	0.26	0.11	0.6	90

CC= Capacité au champ ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$); PFP= Point de flétrissement permanent ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$); RU= la réserve utile; et Pr= Profondeur du sol.

Afin de tenir compte de la variabilité spatiale et temporelle des facteurs climatiques, six stations météorologiques localisées dans la zone d'étude ont été choisies. Elles disposent de données climatiques journalières de pluie et des températures sur la période 2000-2006 et permettent de prendre en compte les pluies d'orage au printemps et en été. En outre, l'évapotranspiration potentielle (ETP) de Penman-Monteith et le rayonnement global (Rg) ont été obtenus à la station météo de Montélimar qui compte des données fiables dans la période étudiée du 01/01/2000 au 31/12/2006 (Cf. Tableau 2). La demande en eau d'irrigation a été estimée sur trois années types : 2002 (année humide), 2005 (année sèche) et 2006 (année moyenne) par rapport aux normales de pluie de la station de Montélimar.

Tableau 2. Stations météo et données climatiques considérées dans les simulations de la demande en eau distribuée.

Station météo	Description	Altitude m	Latitude	Longitude	Données journalières
26035001	BEAUFORT-SUR-GERVANNE	370	44°47' N	5°09' E	P, Tm
26115001	DIVAJEU	175	44°44' N	4°59' E	P, Tm
26124001	ETOILE	145	44°49' N	4°53' E	P, Tm
26165001	LIVRON-SUR-DROME	98	44°47' N	4°50' E	P, Tm
26176001	MARSANNE	280	44°39' N	4°52' E	P, Tm
26258001	PUY-SAINT-MARTIN	211	44°37' N	4°58' E	P, Tm
26064001	CHABEUJIL	160	44°54' N	4°58' E	ETP, Rg
26198001	MONTELMAR	73	44°35' N	4°44' E	ETP, Rg

P= pluie; Tm= température moyenne; Rg= rayonnement global; ETP= évapotranspiration potentielle Penman-Monteith. Période 01/01/2000 au 31/12/2006.

Méthodes

Le modèle de culture PILOTE-REG utilise la même approche de modélisation que le modèle de culture PILOTE décrit par Mailhol et al. (1997). Ce modèle simule l'évolution de la surface foliaire de la culture qui commande à la fois la consommation en eau (demande climatique) et la production de matière sèche (par l'intermédiaire de l'interception du rayonnement solaire). Le modèle prend en compte les effets du stress hydrique sur l'indice foliaire et suppose une alimentation minérale non limitante, situation habituelle en parcelle agricole. Ce modèle permet de tester, sur des séries climatiques, des stratégies d'irrigation telles qu'arrosages à dates fixes ou par rapport à un niveau d'épuisement de la réserve hydrique du sol avec dates de début et de fin des irrigations.

Le modèle est fondé sur les paramètres suivants : au niveau du climat, les données journalières de pluie (P), de température moyenne (Tm), de rayonnement global (Rg) et d'ETP ; au niveau du sol, la teneur en eau à la capacité au champ CC, le point de flétrissement permanent Pfp et le stock sur la profondeur racinaire maximale Px au premier jour de la simulation ; au niveau de la plante, la température de base et les sommes de températures pour l'émergence et pour les différents stades de croissance, l'indice foliaire maximal LAI_{max}, l'efficacité de conversion du rayonnement (RUE, taux de matière sèche produite par unité de rayonnement), l'indice de récolte potentiel (IRpot), le coefficient cultural maximal (Kc_{max}), le ratio Kr = RFU/RU. Entre la réserve facilement utilisable (RFU) et la réserve utile du sol (RU). La somme de température t_f pour atteindre le LAI_{max} peut être obtenue à partir des données de la littérature pour la variété considérée, ainsi que des températures de stades critiques (ts₁ et ts₂) pour le rendement et le cumul de température (Tmat) nécessaire à la maturité.

PILOTE-REG permet de simuler les besoins en eau d'irrigation sur un ensemble de communes selon les sols type et les cultures relatives à chaque assolement. Ce modèle génère deux fichiers type de sortie : le fichier RESUME qui contient les résultats de l'ensemble de simulations réalisées ; le regroupement des variables globales du bilan se fait par commune, sol type et culture. Et le fichier BILAN qui contient les variables sorties (stock hydrique, LAI, etc.) pour chaque simulation effectuée.

RESULTATS ET DISCUSSION

Assolements des cultures en 2005

Les assolements ont été regroupés par commune, les surfaces agricoles utiles ayant été au préalable validées par comparaison au recensement agricoles 2000. Il existe une diversité importante des cultures irriguées d'été (Cf. Figure 2) avec des cultures légumières (différentes espèces et notamment des plantes aromatiques et médicinales) et des cultures de semences, de nature très variées. Les soles en maïs et en tournesol comportent une proportion de semence variable selon les années du fait des contrats annuels (ici près d'un sixième et des deux tiers des surfaces respectivement). Il faut remarquer que ces cultures ne sont pas réparties de manière uniforme sur le territoire. Les communes périphériques, éloignées de la rivière ont des surfaces beaucoup plus faibles (Cf. Figure 3). Au contraire les communes dans la plaine alluviale avec des

réseaux de pompage installées de longue date ont des soles en semences et en maïs importantes.

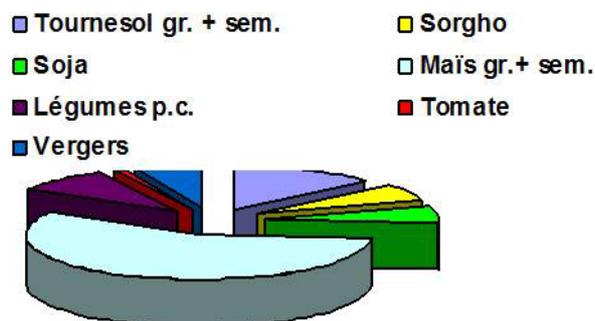


Figure 2. Répartition des cultures irriguées d'été en 2005 (gr.=grain ; sem.=semence ; p.c.=plein champ), vallée de la Drôme.

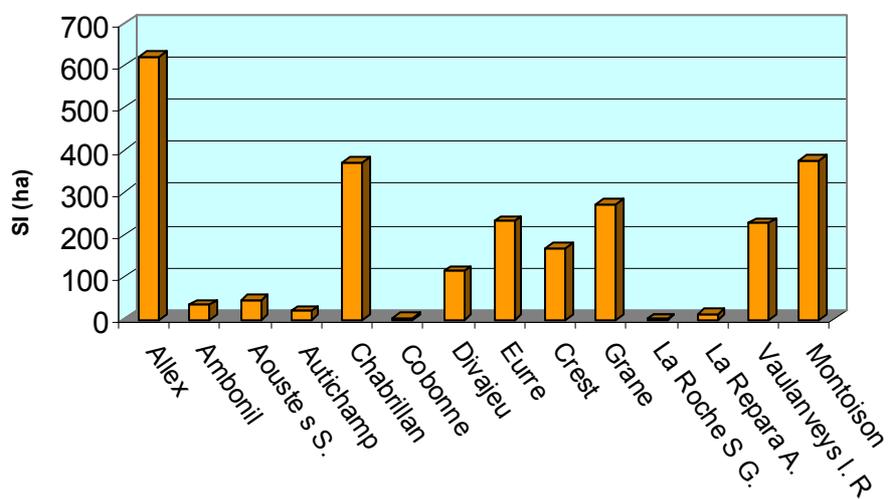


Figure 3. Répartition des surfaces irriguées par commune en été 2005, vallée de la Drôme.

Les cultures pratiquées en hiver-printemps sont le blé dur, le blé tendre, l'ail et le pois de printemps (Cf. tableau 3). Il faut remarquer que les cultures d'été et d'hiver ne sont pas indépendantes. En effet la culture d'ail impose une rotation de 5 ans : elle ne peut être pratiquée que tous les 5 ans sur une parcelle donnée ; de même le tournesol semence n'est possible que tous les 3 ans. Ces contraintes agronomiques sont importantes à prendre en compte pour expliquer les assolements.

Les paramètres de croissance des principales cultures d'hiver-printemps et d'été, ont été obtenus à partir des expérimentations menées à Montpellier (Mailhol et al. 1997 ; Mailhol et al., 2004 ; Khaledian et al., 2006)) ou dans le cas des semences (Maïs, tournesol, ail) en utilisant des suivis effectués dans la Drôme. Les paramètres ont été modifiés pour les adapter aux conditions locales (notamment en tenant compte des variétés utilisées et des sommes de températures correspondantes pour les principaux stades). Il s'agit ensuite de prendre en compte les modes de conduite des cultures et de déterminer par calage les jeux des paramètres agropédologiques.

Tableau 3. Assolements des cultures irriguées au printemps 2005, vallée de la Drôme.

Commune	BD	BT	Autre	PP	TOTAL
ALLEX	36	40	13	20	119
AMBONIL	0	5	0	0	5.1
AOUSTE-SUR-SYE	5	6	7	7	26
AUTICHAMP	0	0	4	0	4
CHABRILLAN	22	9	61	29	120
COBONNE	0	0	0	0	0
DIVAJEU	1	14	25	3	43
EURRE	4	46	25	41	116
CREST	14	4	14	32	64
GRANE	18	104	128	32	284
LA ROCHE-SUR-GRANE	0	0	0	0	1
LA REPARA-AURIPLES	0	0	0	2	2
VAUNAVEYS-LA-ROCHETTE	33	52	0	75	161
MONTOISON	0	46	0	11	58
TOTAL (ha)	132	332	280	258	1004

BD= Blé dur ; BT= Blé tendre ; Autre dont Ail ; PP= Pois de printemps.

Itinéraires culturaux

Les itinéraires techniques « moyens » (Cf. Tableau 4) pratiqués dans la vallée de la Drôme, ont été recensés pour simuler les besoins en eau d'irrigation selon les périodes et doses d'arrosage des différentes cultures (Chambre d'Agriculture de la Drôme, 2005 ; Coignac, 2006).

Tableau 4. Itinéraires culturaux des principales cultures de la vallée de la Drôme.

Culture	Rendement t/ha	Année moyenne Dose (m ³ /ha)	Date de semis	Date de récolte	Date début irrigation	Date fin irrigation
AIL	9	1200	25/10	30/06	10/03	30/05
BD	6	800	15/11	15/06	10/03	20/05
BT	7	800	15/11	15/06	10/03	20/05
LC	60	2100	20/03	10/07	20/03	20/06
MA	12	3200	20/02	11/09	10/06	20/08
MS	4	3200	30/04	11/09	10/06	10/08
PP	4	800	20/03	30/06	20/03	20/06
SH	8	1400	20/04	10/09	01/06	20/08
SO	4	3000	20/04	15/09	01/06	30/08
TM	70	4000	10/04	15/09	01/06	20/08
TO	4	1200	10/04	30/08	30/06	10/08
TS	1.2	1200	10/04	30/08	30/06	20/07
VE	60	2400	20/03	30/09	01/06	30/07

Calage du modèle de culture PILOTE-REG

Pour effectuer l'analyse distribuée de la demande en eau, le modèle de culture PILOTE-REG a été calé par rapport aux données de référence disponibles des principales cultures. Le calage consiste à déterminer les jeux des paramètres agro-pédologiques et des stratégies d'irrigation qui permettent d'approcher le rendement et la dose considérés comme références. Ce calage a été réalisé avec des données climatiques de 2006, considérées comme représentatives d'une année moyenne.

Compte tenu de la diversité des sols et des pratiques d'irrigation, les rendements peuvent être considérés comme simulés de manière acceptable : ils sont proches des rendements de référence (Cf. Figure 4). Par contre, les doses présentent un écart plus important par rapport aux données de référence, cela s'explique par le fait que la dose d'arrosage dépend fortement de la pluie. Ce facteur est beaucoup plus variable que le rendement, notamment au mois de juillet, la période de demande de pointe (Cf. Figure 5) en l'absence de données locales.

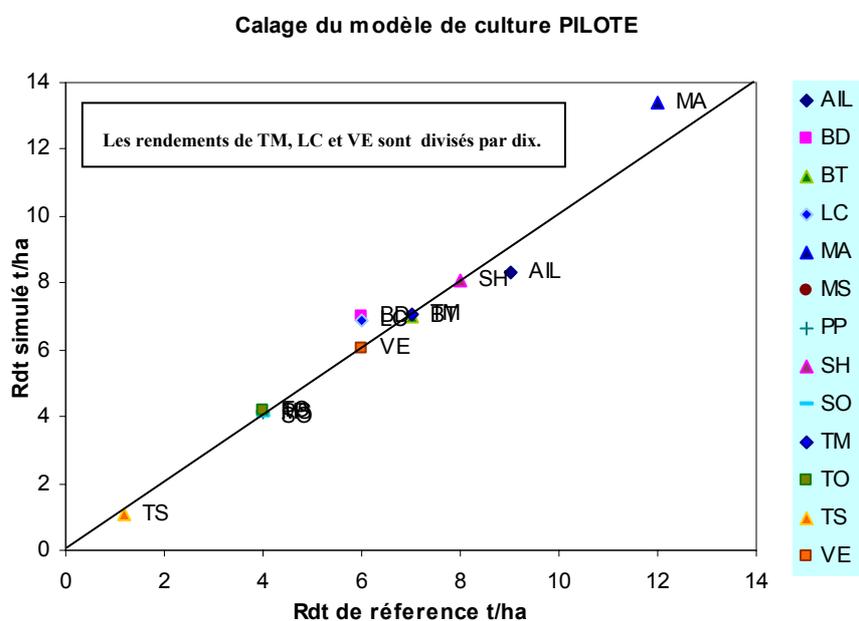


Figure 4. Rendement de référence vs. Rendement simulé, calage modèle PILOTE-REG.

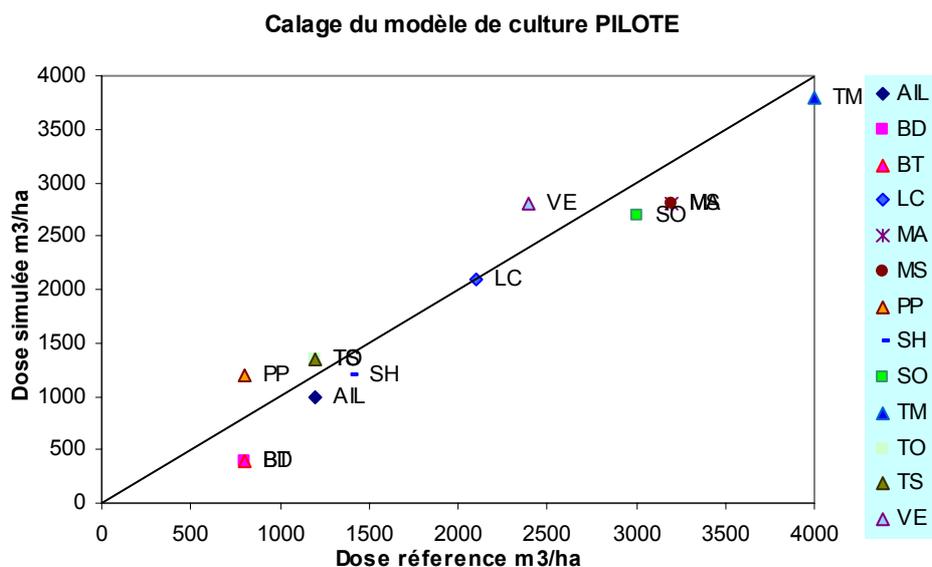


Figure 5. Dose de référence vs. Dose simulée, calage modèle PILOTE-REG.

Comparaison des besoins simulés versus apports déclarés

A partir des enquêtes de terrain effectuées auprès des irrigants (Brunel, 2007), une comparaison complémentaire a été faite entre les besoins simulés par PILOTE-REG et les apports déclarés par les irrigants en 2005 et 2006. On constate que les besoins simulés du tournesol et du sorgho, sont supérieurs aux apports déclarés. En ce qui concerne le maïs les écarts sont moins importants que pour le tournesol et le sorgho avec une sous estimation des doses simulées par rapport aux apports déclarés. Les données correspondent aux déclarations de six irrigants des communes d'Alex, Vaunaveys, Eurre et Chabrillan (Cf. Figure 6).

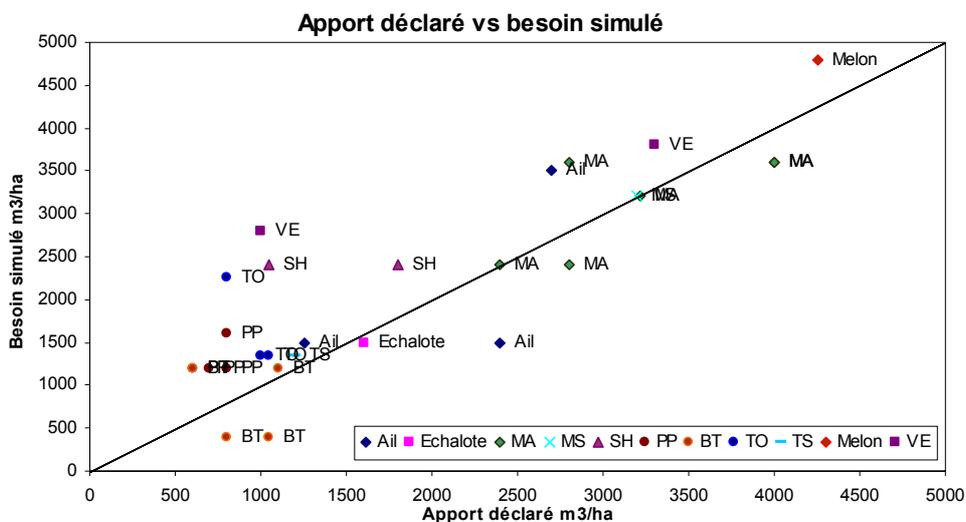


Figure 6. Besoins simulés versus apports déclarés en 2005 et 2006, vallée de la Drôme, modèle PILOTE-REG.

On peut donc en conclure que les apports sont assez bien simulés pour les cultures qui ont des besoins élevés et qu'il est possible d'estimer la demande en eau globale.

Simulation de la demande en eau distribuée en 2005

La simulation a été réalisée pour trois années climatiques, en prenant en compte la proportion de trois types de sols représentatifs de chaque commune et les assolements 2005. La demande en eau simulée est représentée par commune au printemps 2005, à titre d'exemple. Elle est très variable par commune, du fait de l'assolement, comme nous l'avons déjà indiqué : elle se concentre sur sept communes (Cf. Figure 7). Le cumul pour l'ensemble est d'environ 800 000 m³ sur une surface d'environ 1000 ha, soit une demande en eau moyenne de 800 m³/ha

En été la demande en eau simulée en 2005 est près de 10 fois plus importante, comme le montre la Figure 8. La répartition spatiale de la demande se modifie, mais certaines communes restent proportionnellement avec une demande très différente du fait de leurs spéculations et de leurs équipements. La demande totale simulée atteint 7,9 millions de m³ pour cette année considérée comme année sèche. Le maïs grain et le maïs semence représentent 65 % de la demande globale avec une dose moyenne d'environ 3200 m³/ha.

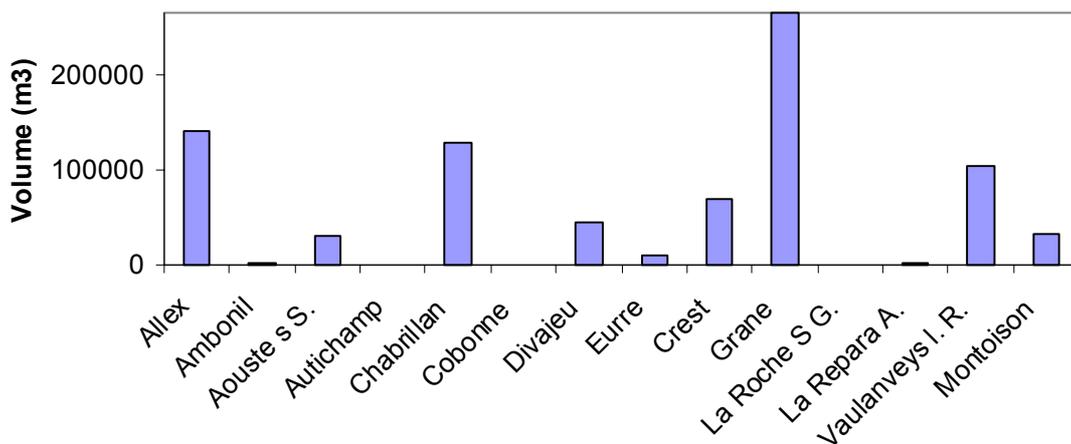


Figure 7. Demande simulée en eau par commune au printemps 2005

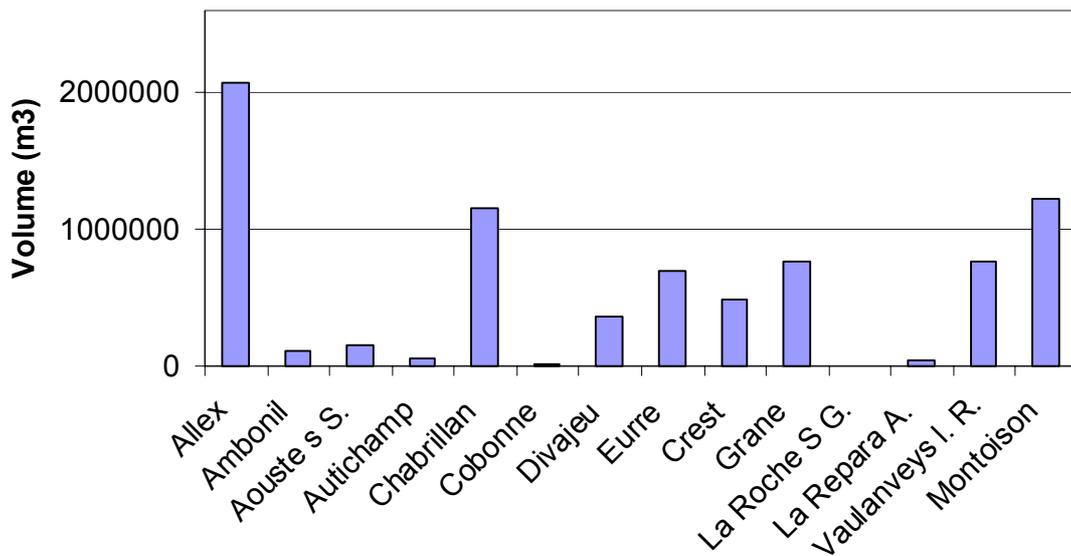


Figure 8. Demande en eau simulée par commune en été 2005.
(L'échelle est dix fois plus grande que sur la Figure 7)

Afin de se rapprocher de la structure hydraulique en place sur la zone d'étude, et compte tenu de la difficulté pour déterminer les parcelles appartenant à chaque réseau collectif d'irrigation, les demandes en eau ont été agrégées par groupes de communes. Les calculs ont été faits pour les trois années type et sont présentées dans la Figure 9, en considérant l'assolement de l'année 2005.

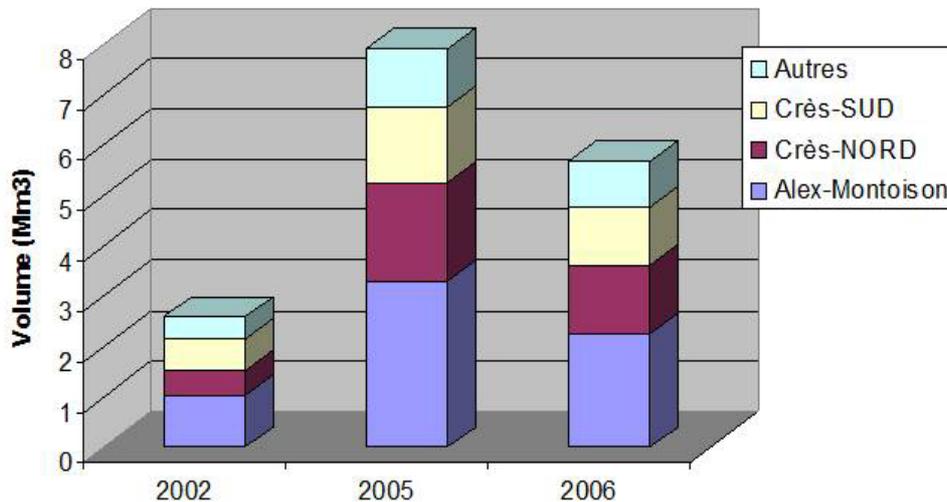


Figure 9. Comparaison des demandes simulées en eau d'irrigation en été pour trois années type.

La variabilité interannuelle de la demande en eau en été, pour ce territoire présente de très fortes différences. La dose moyenne simulée est de 1037 m³/ha en 2002 et de 3170 m³/ha en 2005. En termes de volume cumulé, cela représente un volume de 2,5 millions de m³ en 2002 et de 7,9 millions de m³ en 2005, respectivement pour une année humide et une année sèche. L'année 2006 est dans une situation intermédiaire, avec plus de 70% de la valeur maximale. Cela montre qu'une étude fréquentielle est à réaliser pour préciser cette demande en eau. Pour ensuite passer aux prélèvements, il convient de tenir compte de l'efficacité, les simulations ont été faites en considérant une efficacité de 100 %. Ces valeurs sont à comparer à celles retenues dans le cadre du

SAGE. Pour une année sèche, l'estimation initiale était de 10 Mm³, si on ajoute la demande en eau du printemps, les valeurs simulées sont relativement proches.

Comparaison de la demande en eau du réseau Crest-Nord

La demande en eau globale (printemps+été) simulée du réseau Crest-Nord a été comparée avec le volume facturé pour les trois années type (Figure 10). L'écart pour les années 2005 et 2006 est une surestimation d'environ 8 %, tandis que pour une année humide l'écart est plus important PILOTE-REG sous estime de 37 % le volume facturé. Même si les volumes ont été simulés sur la base d'une surface de 630ha en été et 340 ha au printemps, le volume facturé repose sur l'hypothèse d'une surface totale souscrite de 650 ha. Pour évaluer les prélèvements, il faut en outre tenir compte, comme dans le cas précédent des efficacités, en particulier des pertes en eau dans le réseau. Les résultats simulés apparaissent donc satisfaisants.

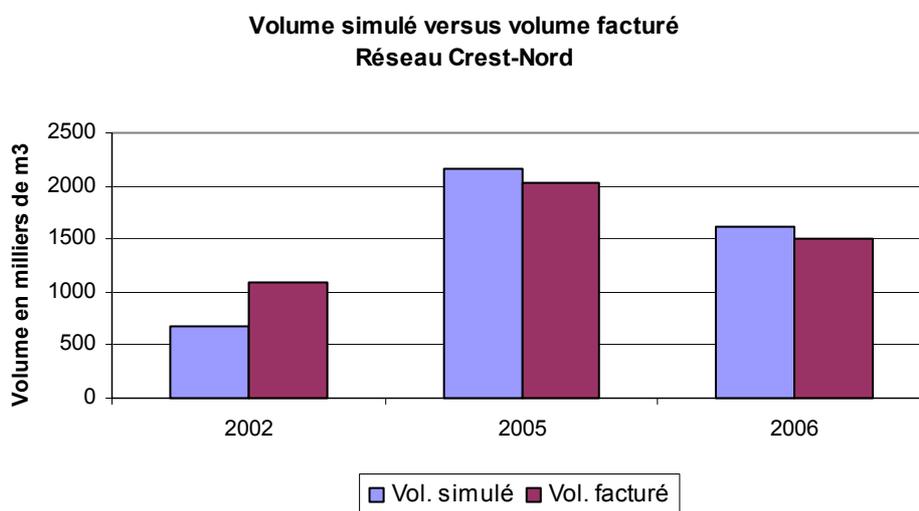


Figure 10. Comparaison des volumes simulés vs. volumes facturés pour trois années type.

CONCLUSIONS

A l'issue de cette étude de simulation de la demande en eau distribuée à l'échelle des communes et des réseaux collectifs d'irrigation dans la vallée de la Drôme, on peut avancer les conclusions suivantes :

La création de la base de données agropédoclimatique a permis d'analyser et de tester la possibilité d'utiliser le modèle de culture PILOTE-REG pour simuler les besoins en eau d'irrigation au pas de temps journalier en tenant compte de la variabilité des facteurs agropédoclimatiques. Dans un deuxième temps, en tenant compte des pratiques des agriculteurs, la demande en eau a pu être simulée pour l'ensemble de la zone d'étude.

Le modèle PILOTE-REG permet d'accéder à la demande en eau avec des valeurs simulées en assez bon accord avec les valeurs observées. L'écart le plus important est observé en année humide, cet état de fait pourrait résulter d'une sous estimation de la tendance qu'aurait l'agriculteur à irriguer en l'absence de contraintes (disponibilité du matériel, accessibilité à la ressource) et des difficultés à anticiper les pluies.

Les résultats, qu'il convient de compléter auprès des acteurs locaux pour prendre en compte les efficacités, fournissent une évaluation des besoins pour l'irrigation dans la zone d'étude. Des informations similaires sont à mobiliser pour les autres utilisations de la ressource en eau. Alors que les méthodes habituelles ne permettent que de disposer d'ordres de grandeur, sont impossibles à actualiser et à utiliser pour des travaux prospectifs avec les acteurs, la démarche initiée permet de sortir de la gestion de crise. Elle mobilise des informations existantes qui sont régulièrement ignorées en France et dans d'autres pays car jugées longues et difficiles à recueillir.

Ce travail montre qu'une démarche appropriée et le développement d'outils comme PILOTE-REG conduisent des avancées incontestables dans ce domaine. Des simulations de changements d'assolements et différentes études de scénarios, en partenariat avec les acteurs locaux, sont possibles en utilisant l'outil qui a été élaboré. En parallèle, une évaluation de l'impact économique de l'irrigation a été réalisée sur la même zone d'étude et fait l'objet d'une présentation dans un autre article (Le Grusse et al., 2008) dans ce même Congrès ; le couplage des deux approches permet alors de répondre à des besoins opérationnels et d'envisager des outils de suivis qui font actuellement défaut.

REMERCIEMENTS

Cette étude s'inscrit dans le cadre du projet européen Interreg Méthodologies et Instruments pour la Planification et la gestion durable de l'Irrigation en conditions de Sécheresse (MIPAIS). La collaboration avec les acteurs locaux de la vallée de la Drôme a rendu possible ce travail grâce à la mise à notre disposition des informations essentielles sans lesquelles il n'aurait pu être effectué.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Bruand A., O. Duval et I. Cousin. 2004. Estimation des propriétés de rétention en eau des sols à partir de la base de données SOLHYDRO : Une première proposition combinant le type d'horizon, sa texture et sa densité apparente. Etude et gestion des Sols, Vol. 11(3) : 323-332.

- Brunel L. 2007. Vers une gestion de l'irrigation à l'échelle d'un bassin versant. Modélisation technico-économique des exploitations de la basse vallée de la Drôme. Mémoire de fin d'études, CIHEAM version préliminaire.
- Chambre d'Agriculture de la Drôme. 2005. Références technico économiques des cultures dans la Drôme, Valence, 160p.
- Coignac J. 2006. Analyse de la gestion de l'irrigation à l'échelle des exploitations Drômoises. Mémoire de fin d'études. INA-PG, Cemagref UMR G-EAU, Montpellier, 120p.
- Garin P., S. Morardet, et J.C. Mailhol. 2000. Analyse de différents modes d'allocation des volumes de référence sur le fleuve Charente, à l'amont d'Angoulême. Rapport d'étude pour le compte du Conseil Général de la Charente, 40p
- Khaledian, M.R., J.C. Mailhol, P. Ruelle, L. Delage, P. Rosique. 2006. Direct seeding effects: Field tests and crop model simulation. Computers in agriculture and natural resources, 4th world congress conference, Proceeding of the 24-26 July 2006 (Orlando, Florida USA).
- Labbé F., P. Ruelle, P. Garin, P. Leroy. 2000. Modelling irrigation scheduling to analyse water management at farm level, during shortages. European J. of Agron., vol. 12 (13): 55-67.
- Loubier, S., G. Gleyses, M. Montginoul, P. Garin. 2008. Entre création de ressources et mesures réglementaires: quelle place pour la gestion de la demande en eau d'irrigation en Charente. La Houille Blanche à paraître 4/2008.
- Mailhol J.C., A. Vidal, S. Labbé. 1992. Evaluation des consommations théoriques en eau d'irrigation. Télédétection et SIG pour la cartographie des besoins en eau des principales cultures sur le casier 1 de la BRL, Rapport d'étude pour le compte de la BRL 70p.

- Mailhol, J.C., I. Picheral , 1994. Regional water requirements and crop yields according to water availability. In 17th European regional conference on irrigation and drainage. ICID Varna May 1994. 73-82p.
- Mailhol JC, A. Olufayo, P. Ruelle. 1997. Sorghum and sunflower evapotranspiration and yield from simulated leaf area index. *Agric. Water Manag.*, 35:167-182.
- Mailhol J.C., A. Zaïri, A. Slatni, B. Nouma, H. El Amani. 2004. Analysis of irrigation systems and irrigation strategies for durum wheat in Tunisia. *Agric. Water Manag.* (70), 19-37.
- Montginoul M.; T. Rieu; J.P. Arrondeau. 1997. Une approche économique pour concilier irrigation et environnement dans le bassin versant de la Charente. In: *Water : Economics, Management and Demand*, (eds Kay M. ; Franks T., et al.), E&FN Spon, Oxford, GB, p. 145-154.
- Schoengold K., D.L. Sunding, G Moreno. 2005. Panel estimation of an agricultural water demand function. *Water Resource Res.* Vol. 42, w09411.
- Société du Canal de Provence. 1987. Cartes des aptitudes et des contraintes des sols à la mise en valeur agricole : Secteurs de Crest Ouest, Val de Drôme. Direction départementale d'Agriculture (DDA) 26.