
Sécheresse et demande en eau d'irrigation : éléments de réflexion

Sylvie Morardet, Jean-Claude Mailhol, Alain Vidal,
Patrice Garin et Guy Gleyses

L'hiver 1996-97 a accusé un déficit pluviométrique important dans la plupart des régions sous influence océanique. Ce déficit semblait se maintenir en avril, alors qu'on atteignait la période des semis des grandes cultures. Craignant de voir se renouveler un scénario climatique équivalent à celui de 1976, qui avait considérablement affecté la moitié nord de la France (façade atlantique, Loire - Bretagne, Normandie, région parisienne...), les gestionnaires de l'eau ont ressenti le besoin de faire un état des lieux des ressources et des demandes en eau pour l'irrigation. Au-delà de cette préoccupation conjoncturelle, une meilleure connaissance des prélèvements et des consommations en eau pour l'irrigation apparaît importante pour assurer la maîtrise des consommations, réduire les risques de conflits entre usages et améliorer la gestion des ressources en eau, dans un contexte d'évolution de la politique de l'eau où l'irrigation est souvent remise en cause. Le présent travail fait le point sur l'état actuel de nos connaissances sur les consommations en eau pour l'irrigation.

La consommation en eau du secteur agricole, comme ses variations sous l'effet d'aléas climatiques ou de décisions économiques, sont assez mal connues. Le ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement évalue la consommation annuelle moyenne de l'agriculture à 2,4 milliards de m³ d'eau, soit 42 % des consommations pour l'ensemble des activités humaines, estimées à 5,7 milliards de m³ (Vidal et Mérillon, 1994)¹. Cependant, cette demande est très inégalement répartie dans le temps et dans l'espace. Ainsi

dans le bassin Adour-Garonne, en période estivale, l'irrigation peut représenter 90 % des consommations en eau. En outre de nombreux paramètres modifient chaque année la demande en eau des agriculteurs, qui dépend des superficies irriguées et de leur répartition entre les différentes cultures d'une part, et des pratiques d'irrigation d'autre part.

Les recensements et les enquêtes de la statistique agricole fournissent une connaissance satisfaisante des superficies irriguées par culture et de leurs évolutions récentes (voir extraits des enquêtes SCEES RGA 1988 et SCEES structures 1995 en annexe page 26). La première partie de cet article dresse ainsi un bilan par région du développement de l'irrigation depuis les dernières sécheresses.

Par contre les quantités d'eau apportées par culture sont moins connues. Elles varient suivant les pratiques des irrigants et les besoins en eau des plantes, eux-mêmes fonction du climat et du sol. Ces quantités évoluent avec le contexte économique, relatif notamment à la Politique Agricole Commune, et l'équipement d'irrigation des exploitations. La deuxième partie de cet article montre, à partir de l'exemple de quelques bassins,

1. Il convient de noter que la consommation en eau nette (volume d'eau non restitué au milieu naturel) de l'agriculture représente près de la moitié de ses prélèvements (volume d'eau total tiré du milieu naturel), contre 41 % pour l'eau potable, et seulement 2 % pour les centrales électriques, qui effectuent les prélèvements les plus importants (59 % du total).

Sylvie Morardet, Jean-Claude Mailhol, Alain Vidal, Patrice Garin, Guy Gleyses
Cemagref
Domaine de Lavalette
361 rue Jean-François Breton
BP 5095
34033 Montpellier
Cedex 01

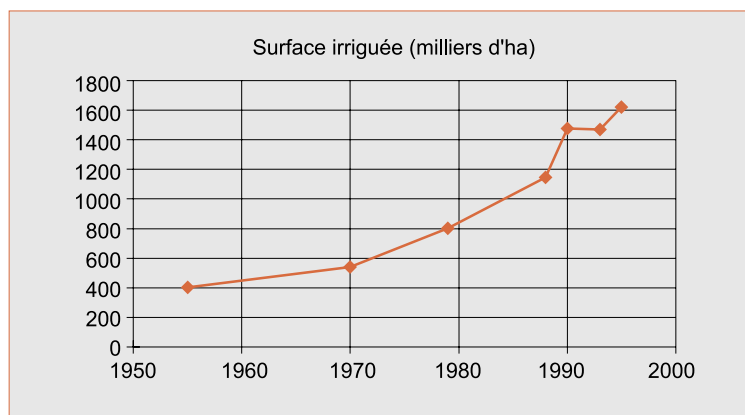
comment une première approximation de la demande en eau a été faite en tenant compte du comportement des irrigants face à une sécheresse comparable à celle de 1989.

Evolution des superficies irriguées et impact sur la demande en eau des agriculteurs

Figure 1. – Evolution des superficies irriguées en France.
Sources : INSEE (RGA 1955), SCEES (RGA 1970, 1979, 1988, Enquête Structures 1990, 1993, 1995).

■ Les surfaces irriguées ont augmenté de 41 % entre 1988 et 1995

L'accroissement très important des surfaces irriguées depuis les dernières sécheresses (+ 100 % par rapport à 1976, + 40 % par rapport à 1989 - figure 1) tend à augmenter très sensiblement la demande en eau agricole par rapport à ces deux années de crise.



■ Près de 60 % des irrigants sont regroupés dans cinq régions

On constate une concentration importante des exploitations et des superficies irriguées (tableau 1) : cinq régions (Midi-Pyrénées, Aquitaine, Centre, Poitou-Charentes et Provence-Alpes-Côte-d'Azur) regroupent 57 % des irrigants, qui détiennent les deux tiers de la surface irriguée totale.

2. La diminution des surfaces en tournesol irrigué s'explique par une diminution générale des surfaces en tournesol liée à des rapports de prix et de primes défavorables par rapport à d'autres cultures, l'absence de prime spécifique pour le tournesol irrigué, et enfin une stratégie de minimisation des coûts de production sur une culture à faible produit brut. Dans ce contexte, les agriculteurs concentrent les irrigations sur des cultures qui valorisent mieux l'eau comme le maïs, et dans une moindre mesure le soja, et n'irriguent pas le tournesol de façon systématique.

L'irrigation est traditionnellement bien implantée dans les régions où elle est quasiment indispensable à la croissance des plantes (Sud-Est et bassin Adour-Garonne). Cependant, les régions d'irrigation de complément (Centre, Poitou-Charentes, Pays de la Loire) ont également connu un fort développement de l'irrigation, surtout depuis les dernières sécheresses de 1989 et 1990.

■ Environ 62 % des surfaces irriguées sont éligibles aux aides de la PAC...

... alors que 40 % seulement de la SAU totale sont concernés par les aides. Dans les régions les plus fortement irriguées, la part des cultures irriguées pouvant bénéficier des aides de la PAC atteint 80 % (tableau 2).

La possibilité de distinguer des rendements de référence en sec et en irrigué, ou de distinguer un rendement de référence spécifique pour le maïs, permet d'augmenter les primes spécifiques aux cultures irriguées par rapport aux cultures en sec de quelques centaines de francs à près de 1 500 F/ha selon les régions (tableau 3, page 18). Cinquante-deux départements ont opté pour des aides spécifiques aux cultures irriguées. Les données issues des déclarations de surfaces destinées au versement des aides compensatoires montrent qu'après un ralentissement sensible en 1991, l'irrigation des grandes cultures a retrouvé un rythme de croissance soutenu en 1993 (+ 25 % par rapport à 1988), qui s'est stabilisé en 1995.

On constate des disparités importantes entre les régions : forte croissance dans l'Ouest (Poitou-Charentes, Pays de la Loire), croissance moyenne dans l'Est, le Centre et Midi-Pyrénées, stabilité ou même décroissance en Aquitaine et dans le Sud-Est.

■ Le maïs reste la principale culture irriguée

On note une progression importante des surfaces irriguées pour le soja, les protéagineux, les fourrages, les légumes frais, et par contre une diminution des surfaces en tournesol (tableau 4, page 18)².

La réforme de la Politique Agricole Commune a atteint un de ses objectifs, qui était de réduire les superficies en céréales, qui ont diminué de 9 % entre 1988 et 1995. Pour le maïs grain et le maïs semence, la diminution est encore plus forte avec une baisse de 393 000 ha sur la même période,

Région	1000 ha en 1995	Augmentation par rapport à 1988
Midi-Pyrénées	299	42 %
Aquitaine	269	17 %
Centre	206	38 %
Poitou-Charentes	166	68 %
Provence-Alpes-Côte-d'Azur	129	11 %
Pays de la Loire	123	61 %
Rhône-Alpes	116	52 %
Languedoc-Roussillon	92	30 %
Alsace	50	49 %
Picardie	29	131 %
Auvergne	23	84 %
Bourgogne	22	61 %
Ile-de-France	19	52 %
Bretagne	14	106 %
Champagne-Ardenne	13	180 %
Corse	12	11 %
Basse-Normandie	6,9	69 %
Franche-Comté	4,9	573 %
Limousin	3,2	54 %
Lorraine	0,7	17 %
<i>Ensemble</i>	<i>1 598</i>	<i>40 %</i>

Tableau 1. – Superficies irriguées par région en 1995 et évolution par rapport à 1988. Source : SCEES (Janin, 1996).

notamment dans les principales régions de production (Aquitaine, Midi-Pyrénées, Centre, Pays de Loire), sauf en Poitou-Charentes, Alsace et Rhône-Alpes.

Mais dans le même temps, les superficies irriguées en céréales ont augmenté très sensiblement : + 23 % en maïs irrigué, et + 60 % en autres céréales irriguées (blé dur, blé tendre), suite au développement important des irrigations de complément, notamment dans le bassin parisien. Cette évolution est liée en partie aux primes compensatoires spécifiques aux cultures irriguées (tableau 3, page 18). Les agriculteurs disposant de matériels d'irrigation ont cherché à étendre au maximum leurs superficies irriguées, comme l'illustre l'accroissement du taux d'irrigation de 73 à 82 % dans les exploitations équipées. Le taux d'irrigation du maïs est ainsi passé de 29 % à 44 % et cette spéculation reste la principale culture irriguée.

La progression des surfaces irriguées en maïs varie suivant les régions : moins de 15 % dans les régions où elle était déjà très répandue (Aquitaine, Midi-Pyrénées, Centre), contre plus de 50 % dans

des zones d'irrigation plus récente (Poitou-Charentes, Pays de Loire) ou traditionnellement orientées vers d'autres spéculations irriguées (Rhône-Alpes et Alsace) (figure 2, page 19).

Tableau 2. – Eligibilité aux aides de la PAC des cultures irriguées. Sources : SCEES et ONIC.

Régions	Superficie irriguée éligible en 1995 (milliers d'hectares)	% de la superficie irriguée totale
Aquitaine	218	81
Midi-Pyrénées	243	81
Poitou-Charentes	150	91
Centre	151	73
Rhône-Alpes	65	56
Pays de la Loire	88	72
Alsace	42	83
Auvergne	19	81
Bourgogne	11	52
Languedoc-Roussillon	9,5	10
PACA	8,2	6,4
Franche-Comté	3,4	69
Ile-de-France	1,8	9,2

Culture : Maïs	Midi-Pyrénées		Poitou-Charentes		Alsace	
	Prix et primes 1996		Prix et primes 1995		Prix et primes 1995	
	irrigué à 85 % de l'ETM	non irrigué	irrigué à 85 % de l'ETM	non irrigué	irrigué	non ou peu irrigué
Rendement (q/ha)	93	65	112	85	102	85
Prix net (F/q)	80	80	71	71	88	88
Charges variables (F/ha)	3 976	2 900	4 475	3 614	3 538	3 693
Marge brute hors prime PAC (F/ha)	3 464	2 300	3 477	2 421	5 438	3 787
Charges de structure (F/ha)	4 900	3 200	3 470	2 430	5 858	4 356
Marge nette avant prime PAC(F/ha)	-1 436	-900	7	-9	-420	-569
Primes PAC (F/ha)	3 305	2 284	3 200	1 785	3 045	2 657
Marge nette après prime PAC(F/ha)	1 869	1384	3 207	1 776	2 625	2 088

▲ Tableau 3. – Comparaison des rendements, des primes PAC et des coûts de production du maïs irrigué et non irrigué dans trois régions. Sources : Midi-Pyrénées : Cemagref, CACG - Poitou-Charentes : Cemagref, Chambre départementale d'Agriculture de Charente - Alsace : Centre d'Économie Rurale du Haut-Rhin. En Midi-Pyrénées, l'exploitation de référence est une exploitation maïsicole spécialisée de 64 ha de SAU, dont 45 ha irrigués. En Poitou-Charentes, l'exploitation de référence est une exploitation de grandes cultures (87% de maïs) de 75 ha de SAU, dont 28 ha irrigués. En Alsace, les données concernent deux groupes d'exploitations, les irrigants et les non irrigants, les surfaces d'exploitations ne sont pas indiquées. Dans tous les cas, les charges variables du maïs irrigué intègrent les charges variables d'irrigation (énergie, taxes et redevances), les charges d'amortissement du matériel d'irrigation étant comptabilisées dans les charges de structure.

Tableau 4. – Evolution des superficies des principales cultures irriguées entre 1979 et 1995 (en milliers d'hectares). Sources : SCESS (RGA 1979 et 1988 et Enquête Structure 1990 et 1995). ▶

Principales cultures irriguées	1979	1988	1990	1995
Maïs (grain et semence)	341	574	536	703
Tournesol	1	48	84	25
Soja	1	37	39	87
Betterave industrielle	30	27	48	51
Fourrages	81	94	133	150
Prairies permanentes	70	48	49	40
Vignes	47	12	32	28
Vergers	78	119	136	140
Pommes de terre	16	16	27	46
autres cultures	136	172	392	407
dont				
Céréales hors maïs (*)	(nr)	52	(nr)	83
Protéagineux (*)	(nr)	(nr)	(nr)	84
Légumes frais (*)	81	95	(nr)	144
Ensemble surface irriguée	801	1147	1476	1626

(*) estimation (nr) non renseigné

■ Différents types de régions irriguées

On peut distinguer différents types de régions irriguées (voir annexe page 26), selon la répartition des cultures irriguées, l'importance de l'irrigation dans la satisfaction des besoins en eau des plantes, et l'évolution des surfaces irriguées :

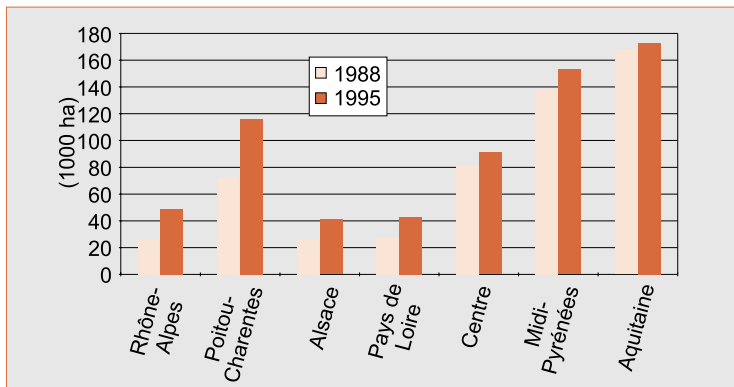
– dans le Sud-Est (Provence-Alpes-Côte d'Azur, Languedoc-Roussillon), l'irrigation est ancienne avec une dominance des réseaux collectifs. Les besoins en eau des plantes sont très mal couverts par les pluies, et l'irrigation est pratiquement indispensable à la plupart des cultures. Elle concerne surtout des cultures à haute valeur ajoutée : fruits et légumes (30 à 40 % de la SI), semences, et dans une moindre mesure les grandes cultures (blé dur et riz). Les superficies irriguées, traditionnellement importantes, ont été peu étendues depuis 1988 ;

– le Sud-Ouest est orienté principalement vers les grandes cultures (maïs : 50 à 60 % de la SI régionale et près de la moitié des surfaces totales irriguées en maïs en France, soja : 13 % de la SI), et dans une moindre mesure vers les cultures fourragères (moins de 10 % de la SI) et les fruits et légumes (environ 12 %). Les apports d'irrigation sont quasiment indispensables, notamment pour le maïs. Environ les deux tiers des exploitations sont alimentés par des ressources en eau individuelles. Modérée en Aquitaine, où le développement de l'irrigation est déjà ancien, l'augmentation des surfaces irriguées depuis 1988 est proche de la moyenne en Midi-Pyrénées ;

– dans les autres régions, les apports d'irrigation jouent essentiellement un rôle complémentaire ;

– on trouve dans les régions de la façade atlantique (Poitou-Charentes, Pays de la Loire) les mêmes types de cultures que dans le Sud-Ouest, avec une part plus importante consacrée aux fourrages et moins importante aux cultures maraîchères et fruitières. Ces régions ont connu entre 1988 et 1995 les taux d'accroissement de l'irrigation les plus forts, sous l'influence des sécheresses importantes de 1989 et 1990 ;

– dans le bassin parisien (Centre, Ile-de-France, Bourgogne), les grandes cultures irriguées sont plus diversifiées (maïs limité à moins de 40 % de la SI, blé tendre, betterave sucrière, protéagineux). En dehors des légumes frais, principalement produits sous contrat avec des industries agro-alimentaires, les autres cultures irriguées sont peu présentes ;



– dans le Nord et l'Est (Picardie, Nord-Pas-de-Calais, Champagne-Ardenne), l'irrigation, relativement récente, est concentrée sur les pommes de terre, les légumes frais sous contrat et la betterave sucrière.

■ Conclusion sur l'évolution des surfaces irriguées

La statistique agricole actuelle permet d'évaluer les superficies irriguées par culture et par région. Des analyses plus détaillées, région par région, devraient révéler le rôle respectif des sécheresses récentes et de la PAC dans les décisions d'expansion des superficies irriguées ces dernières années. Des études micro-économiques sur des exploitations représentatives d'une région de polyculture-élevage, le Forez dans la Loire, ont par exemple montré la sensibilité du comportement des agriculteurs à une modification substantielle des prix agricoles ou des primes (Rieu, 1992).

Ces statistiques sont cependant insuffisantes pour une estimation quantitative des prélèvements d'eau pour l'irrigation : en effet, les superficies comptabilisées comme irriguées dans les RGA ou l'enquête Structure ont été arrosées au moins une fois dans l'année de l'enquête, mais les apports d'eau réels ne sont pas connus.

Or différents travaux de recherche, dont ceux du Cemagref, ont montré que l'évaluation de la demande en eau des exploitations à partir des surfaces irriguées doit être réalisée avec prudence. En effet :

– les besoins en eau d'irrigation de chaque culture varient suivant les régions (voir ci-après Évaluation de la demande en eau pour l'irrigation dans quelques régions de France) et au sein d'une même

▲ Figure 2. – Evolution des superficies irriguées en maïs entre 1988 et 1995 (Source : Janin, 1996, d'après SCEES).

région, avec les caractéristiques climatiques et pédologiques locales ;

– les pratiques d’apports d’eau des irrigants varient également selon les caractéristiques de l’exploitation, l’aversion au risque des exploitants, la place des cultures irriguées dans le revenu (Rieu et Palacio, 1994, Labbé *et al.*, 1997).

La plupart des enquêtes sur les pratiques d’irrigation sont circonscrites à des périmètres particuliers, de quelques centaines à quelques milliers d’hectares tout au plus. Elles fournissent des références sur l’adéquation entre demande et ressources en eau pour la gestion de l’eau à l’échelle de sous-bassins-versants. Mais quand les interrogations des gestionnaires portent sur des échelles supérieures (une région administrative ou le bassin-versant d’un fleuve) la variabilité des pratiques d’irrigation est moins bien appréhendée.

Le Cemagref a développé une méthode d’estimation, à l’échelle régionale, des apports d’eau lors d’une sécheresse sévère (Mailhol, 1992).

Evaluation de la demande en eau pour l’irrigation dans quelques régions de France

L’objectif est ici de proposer quelques chiffres con-

cernant l’évaluation de la demande en eau pour l’irrigation dans quelques régions où le problème de la confrontation ressources-besoins risquait en 1997 d’être difficile à résoudre, et où nous disposions des données météorologiques nécessaires aux simulations. Elle fait essentiellement référence au maïs, car le maïs est la céréale la plus exigeante en eau et est cultivé à peu près partout.

Cette évaluation s’appuie sur deux scénarios climatiques bien inscrits dans les mémoires, à savoir ceux de 1976 et 1989. La sécheresse de 1976 a surtout affecté la moitié nord de la France (la Bretagne, la Normandie et l’Île de France étant les régions les plus touchées). Celle de 1989 dont la période de retour est estimée aux environs de 15 à 20 ans, a été plus particulièrement dommageable dans le Sud-Ouest.

■ Les besoins en eau du maïs et les conséquences possibles d’un déficit en eau sur les rendements

La première étape de l’évaluation de la demande en eau régionale consiste à établir les besoins en eau théoriques d’une culture de maïs, à partir d’une étude fréquentielle et régionale des pluies et de valeurs représentatives des réserves utiles des sols (tableau 5).

Tableau 5. – Besoins en eau fréquents (mm) pour le maïs pour trois classes de réserve utile (RU en mm/m), d’après Mailhol (1992) et Mailhol et Rieu (1991). ▼

Lieu	RU	1an/2	1an/5	1an/10	1976	1989
Toulouse	50	283	341	373	318	389
	100	247	307	339	285	346
	150	214	273	306	251	313
Mt Marsan	50	194	265	300	194	320
	100	161	231	267	161	276
	150	128	298	233	128	243
Cognac	50	243	308	339	325	349
	100	210	274	306	291	315
	150	176	241	272	258	282
Dijon	50	230	340	380		
	100	175	240	280		
	150	125	200	240		
Ile-de-France	50	150			420	
	100	100			380	
	150	65			350	

Les valeurs de besoins en eau théoriques données dans le tableau 5 représentent la quantité dont doit disposer la plante pour satisfaire ses besoins à l'ETM (ou évapotranspiration maximale, encadré 1) sur l'ensemble du cycle. Cependant, même pour une culture valorisant aussi bien l'eau que le maïs, il est possible d'obtenir un rendement en grain (Y) égal au rendement potentiel (Ym) avec un volume d'eau sensiblement inférieur à celui requis pour satisfaire les besoins à l'ETM. Il importe cependant que ce volume soit convenablement réparti au cours de la campagne d'irrigation.

Dans l'hypothèse d'une gestion optimale du volume en eau dont il disposait en début de campagne, l'agriculteur pouvait ainsi espérer obtenir à l'issue des années 1976 et 1989, les ratios rendement réel/rendement potentiel consignés dans le tableau 6.

Ces études fréquentielles fournissent ainsi une première indication sur les besoins habituels et exceptionnels en eau d'irrigation. Dans la chronique de ces 40 dernières années, la sécheresse de 1976 représente un événement très exceptionnel dans des régions telles que la région parisienne. Ce caractère exceptionnel est illustré par les résultats du tableau 6, où l'on montre qu'un volume de 2 800 m³/ha aurait été nécessaire pour obtenir des rendements acceptables sur une large gamme de sols. La figure 3 illustre également l'intérêt d'irriguer le maïs dans cette région. Pour cela, plus de huit années sur dix, des volumes compris entre 1 000 et 1 500 m³/ha sont largement suffisants.

Des cartes régionales des rendements potentiels selon le degré de satisfaction des besoins en eau

En spatialisant les simulations de rendement obtenues selon le degré de satisfaction des besoins en eau du maïs, à l'aide du modèle BILANREG, il a été possible de préciser l'impact d'aléas climatiques sur les cultures (Picheral, 1993). Ainsi la carte représentée en figure 4 indique que, quel que soit le lieu considéré du bassin Adour-Garonne, il n'était pas envisageable de produire du maïs en sec en 1989. L'autre carte, représentée par la figure 5, montre que pour cette même année, un volume disponible de 2 500 m³/ha permettait d'assurer une production à peu près satisfaisante en maïs, avec cependant quelques zones critiques comme le Lauragais.

Encadré 1

ETM

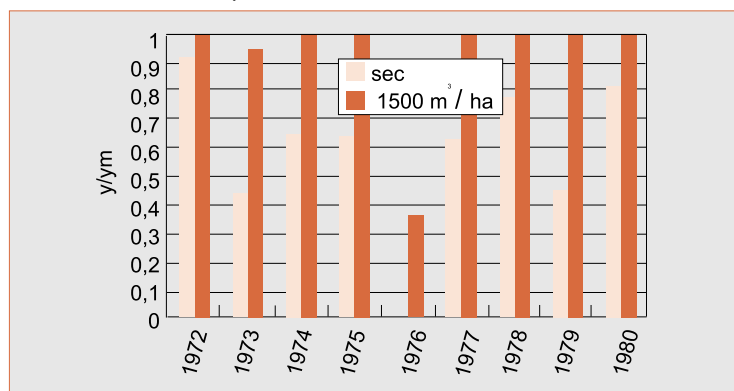
L'ETM, ou évapotranspiration maximale de la culture, est la valeur maximale de l'évapotranspiration réelle de la culture lorsque aucun facteur n'est limitant. Elle est en général estimée comme le produit d'un coefficient cultural k_c et de l'évapotranspiration de référence ET_{ref} estimée à partir de la formule de Penman-Monteith (Allen *et al.*, 1994) dont la forme est :

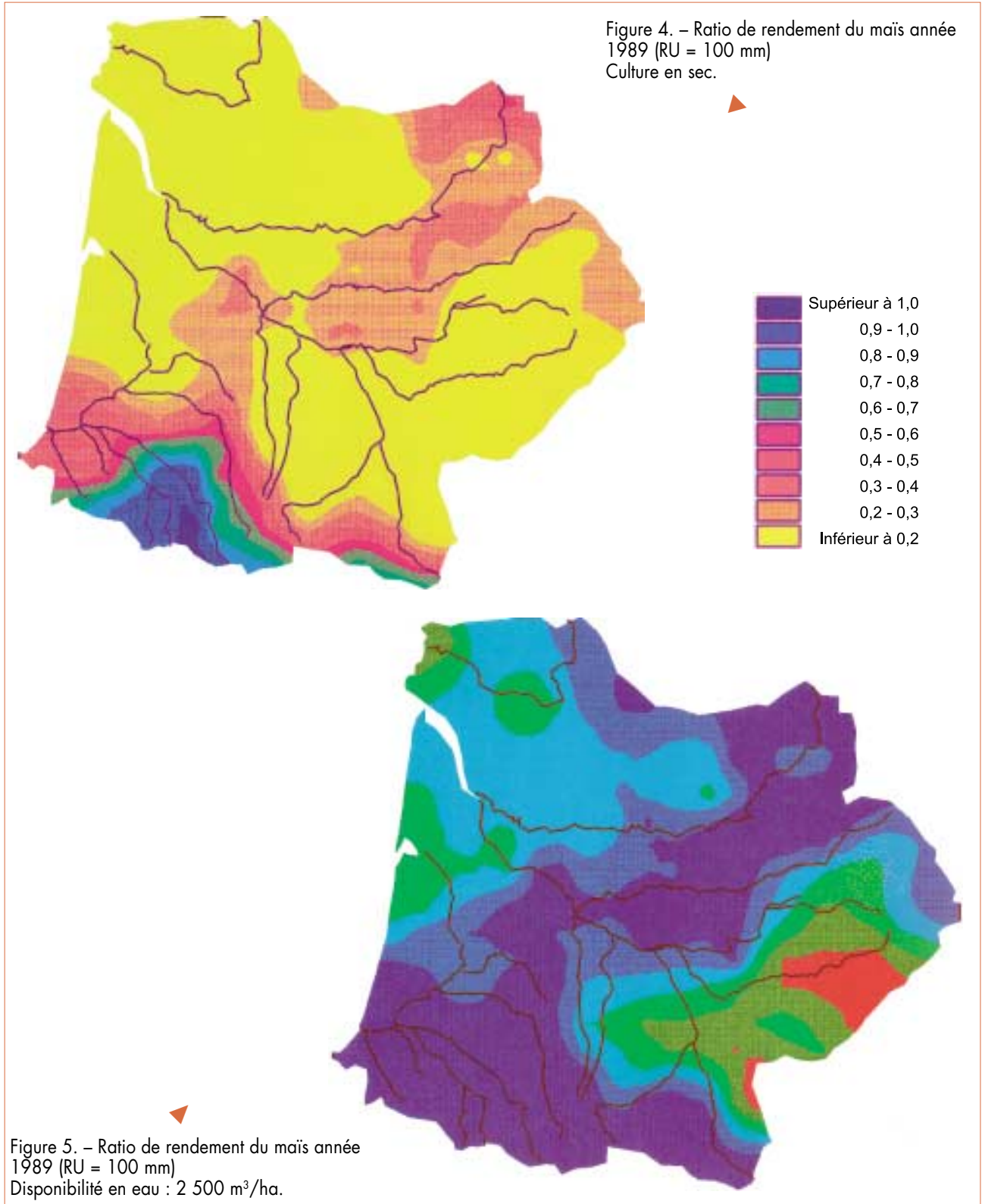
$$ET_{ref} = \alpha \cdot \text{Rayonnement} + f(\text{vent, aridité de l'air})$$

Tableau 6. – Simulation à l'aide du modèle BILANREG (Mailhol, 1992) des ratios de rendements du maïs (Y/Ym) en fonction d'un volume d'eau apporté.

Lieu	Volume apporté	Ru	1976	1989
Toulouse	2800 m ³ /ha	50	0,78	0,57
		100	0,92	0,72
		150	1,00	0,87
Mont-de-Marsan	1500 m ³ /ha	50	0,96	0,55
		100	1,00	0,72
		150	1,00	0,89
Cognac	2000 m ³ /ha	50	0,70	0,63
		100	0,87	0,80
		150	1,00	0,95
Région Centre	1500 m ³ /ha	50	0,60	0,70
		100	0,80	0,83
		150	0,90	0,98
Région Parisienne	2800 m ³ /ha	50	0,65	
		100	0,83	
		150	0,97	

Figure 3. – Ratio de rendement du maïs en région parisienne pour des sols à réserve utile moyenne.





■ **Une pratique « moyenne » de restriction des apports d'eau par les agriculteurs en cas de sécheresse prolongée**

En associant enquêtes auprès d'agriculteurs, recueil d'avis d'experts locaux et revue bibliographique lors d'un travail mené pour le compte de l'agence de l'Eau Adour-Garonne, le Cemagref a montré qu'en année sèche, dans cette région, le ratio (apport réel / besoin théorique à l'ETM) oscille entre 0,6 et 0,7 pour le maïs, alors qu'en année humide ce même rapport oscille entre 1 et 1,2 (Mailhol, 1992). Tout se passe comme si, en contexte de pénurie d'eau, l'agriculteur avait tendance à mieux raisonner ses apports. Mais d'autres contraintes interviennent souvent pour freiner l'accroissement des apports d'eau en cas d'augmentation forte de la demande climatique (limitations dues au matériel d'arrosage prévu pour satisfaire des besoins « normaux », contraintes d'organisation du travail, débit limité de la ressource ...). En revanche, cette pratique varie probablement en fonction du type de ressource auquel l'irrigant a accès : pompage individuel en rivière ou dans la nappe, réseau collectif... Les résultats présentés par la suite doivent donc être considérés comme une évaluation « moyenne », qui ne prend pas en compte ces variations, qui peuvent localement être très importantes.

■ **Estimation de la demande régionale en eau d'irrigation**

La spatialisation des besoins en eau théoriques du maïs et la pratique moyenne de restriction des apports d'eau par les agriculteurs sont alors associées pour évaluer la demande en eau à l'échelle

régionale. A l'exception des régions Centre et Midi-Pyrénées, le maïs représente plus de 60 % de la sole irriguée. C'est le cas en Aquitaine (représentée par Mont-de-Marsan), en Poitou-Charentes, en Pays de la Loire, en Rhône-Alpes et Alsace. Pour la région Centre nous ferons l'hypothèse que l'irrigation des cultures céréalières autres que le maïs ne nécessite que 50 % de la dose allouée au maïs. Quant au soja, culture bien représentée en Midi-Pyrénées, nous lui attribuons un coefficient de 80 % de la dose allouée au maïs (Mailhol, 1992).

Les volumes à mobiliser par région sont calculés sur la base d'un scénario climatique aussi pessimiste que celui de 1989 pour la plupart des régions. Comme déjà évoqué, un tel scénario incite l'agriculteur à rationner sa culture (volume appliqué / volume théorique \cong 0,65) en espérant toutefois un niveau de rendement acceptable ($Y/Y_m > 0,7$). On multiplie en fait le volume apporté du tableau 6, garantissant un rendement supérieur à 70 % du rendement potentiel, par les superficies des cultures irriguées par régions en 1995 (voir annexe). Ce faisant on évalue uniquement la consommation des plantes et non les prélèvements totaux (les pertes, sur le réseau et par ruissellement, sont supposées retourner au milieu naturel).

Pour une sécheresse du type de celle de 1989 et des sols de réserve utile moyenne, la demande en eau pour les quelques régions étudiées (représentant environ 50 % de la superficie irriguée totale) est de l'ordre de 1 540 millions de m³ (tableau 7). Elle est peu différente de la consommation d'une année moyenne au cours de laquelle les agriculteurs satisfont la totalité des besoins des plantes à l'ETM.

Tableau 7. – Estimation de la demande en eau (millions de m³) dans l'hypothèse d'un scénario climatique de type 1989 (période de retour T \cong 15 ans).

Régions	Superficie en maïs (ha)	Superficie autres cultures (ha)	Demande en eau (millions de m ³)
Aquitaine	194 000	17 000 (soja)	311
Midi-Pyrénées	181 000	57 000 (soja)	634
Poitou-Charentes	124 000	-	248
Centre	92 000	46 000 (autres céréales, betteraves)	173
Pays de Loire	89 000	-	160
Ile-de-France	3 800	8 000 (betteraves)	14

Conclusion

Une meilleure connaissance des prélèvements et des consommations en eau pour l'irrigation dans différents scénarios climatiques apparaît indispensable pour mettre en place une politique efficace de gestion de l'eau, qui anticipe les situations de crise.

Le présent travail montre la difficulté de donner une évaluation globale des consommations en eau à l'échelle nationale, et confirme la nécessité d'une analyse régionale, l'échelle des bassins versants d'ordre 0 (fleuves) et 1 (principaux affluents du 1^{er} ordre) étant probablement la plus adaptée, même si les données nécessaires ne sont pas toujours disponibles à cette échelle. Les différents éléments qui concourent à l'évaluation de la demande en eau ne sont pas tous connus avec la même précision :

- la connaissance des superficies irriguées à l'échelle régionale est assez bonne et s'est enrichie récemment des données issues du dispositif d'aides compensatoires de la PAC ;
- les besoins en eau fréquents des plantes peuvent être calculés région par région pour des scénarios climatiques différents ;
- il reste à développer les recherches sur les pratiques des irrigants, à partir notamment des travaux en cours sur le bassin amont de la Charente ;
- ... et à mettre en place une gestion statistique des données administratives sur les prélèvements (Janin, 1996), données qui sont amenées à se généraliser avec l'installation progressive des compteurs prévue par la loi sur l'eau de 1992, et subventionnée à 70 % par les agences de l'Eau.

L'estimation de la demande en eau d'irrigation réalisée ici ne concerne que la moitié des surfaces irriguées totales, puisque nous nous sommes limités aux régions les plus critiques en termes d'adéquation ressources-besoins, où nous disposons des données météorologiques. Par contre, elle a le mérite d'intégrer la pratique de l'agriculteur confronté à un contexte de pénurie d'eau. Cependant, cette pratique peut ne pas être reproductible dans le temps et dans l'espace, notamment en raison de ses variations liées aux différentes mesures incitatives ou restrictives sur l'irrigation et aux différents modes d'accès à la ressource. Il s'avère prudent de considérer ces chiffres comme des

bornes inférieures de la demande en eau dans l'hypothèse de l'occurrence d'un scénario climatique aussi sévère que celui de 1989 (ou de 1976 pour l'Ile-de-France).

La comparaison, à l'échelle régionale, et plus encore à l'échelle des principaux bassins versants, des consommations de l'agriculture avec celles des autres usages et avec les ressources disponibles, doit permettre d'évaluer les risques de tensions entre usages. Ainsi dans le bassin Adour-Garonne, l'hiver 1996-97 a permis un remplissage satisfaisant des réserves (retenues collinaires). Par contre, les régions d'élevage bovin, non prises en compte ici, plus faiblement équipées pour l'irrigation, pourraient dans le cas d'une forte sécheresse connaître les mêmes difficultés qu'en 1976.

Il faut cependant garder à l'esprit que l'augmentation des surfaces irriguées ne se traduit pas nécessairement par un renforcement des tensions sur l'eau par rapport aux années 1976 et 1989 pour plusieurs raisons :

1. dans certaines régions, les ressources disponibles permettent de faire face sans contrainte majeure à cette demande supérieure, notamment dans le Sud-Est. Les tensions seront d'autant plus faibles que les régions ont adopté une politique d'accroissement des ressources en eau depuis les dernières sécheresses, ce qui est le cas pour certaines zones du Sud-Ouest équipées en retenues collinaires ;
2. la réforme de la PAC rend les agriculteurs moins sensibles à la diminution des rendements dans la mesure où une partie de leur revenu est assurée par les paiements compensatoires ;
3. la mise en place progressive d'instruments économiques incitant les agriculteurs à économiser l'eau (tarification, quotas), dans les régions où la concurrence entre les usages de l'eau est la plus vive, a conduit les agriculteurs à rechercher des cultures et des pratiques d'irrigation plus économes (Montginoul et Rieu, 1996). Par ailleurs, les SAGE et SDAGE offrent un cadre de concertation et de négociation entre les différents usagers de l'eau.

Au-delà de ce bilan ressources - besoins, il importe de garder en tête que l'impact d'un événement climatique exceptionnel sur l'économie agricole est diversement ressenti par les agriculteurs selon

que les cultures irriguées représentent une part plus ou moins importante de leur revenu, et que leur niveau d'équipement leur permet d'apporter l'eau disponible au stade de développement de la culture le plus approprié. Ainsi en 1997, les agriculteurs de nombreuses régions (Adour-Garonne, Centre) ont dû résoudre avec plus ou moins de difficultés un problème auquel ils sont rarement confrontés, qui est celui des irrigations de semis.

Sur la base de la présente étude, il nous semble possible d'élaborer, en concertation avec les producteurs de données et les gestionnaires de l'eau, un dispositif de suivi et d'analyse prévisionnelle de la demande en eau des agriculteurs à l'échelle régionale, pour aider à la décision en matière de gestion de l'eau, et dont les caractéristiques, notamment le pas de temps (annuel, mensuel...), restent à définir avec ces partenaires. □

Sigles utilisés

- CACG** : Compagnie d'Aménagement des Coteaux de Gascogne
- ETM** : Evapotranspiration maximale
- INSEE** : Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques
- ONIC** : Office National Interprofessionnel des Céréales
- PAC** : Politique Agricole Commune
- RGA** : Recensement Général de l'Agriculture
- SAGE** : Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux
- SAU** : Surface Agricole Utilisée
- SI** : Surface Irriguée
- SCEES** : Service Central des Enquêtes et des Etudes Statistiques du ministère de l'Agriculture
- SDAGE** : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux.

Annexe

Evolution de la répartition des cultures irriguées par régions
entre 1988 et 1995

Répartition des cultures irriguées par régions en 1988 (en hectares)

Cultures irriguées	Midi-Pyrénées	Aquitaine	Centre	Poitou-Charentes	Pays de la Loire	PACA	Rhône-Alpes	Languedoc Roussillon	Alsace	Picardie	Ensemble des 10 régions	France
Blé dur	14	0	5494	83	93	1872	22	829	17	0	8424	8661
Maïs grain et maïs semence	137843	168661	81987	71484	28123	8672	26042	5122	25851	941	554726	573833
Betterave industrielle	0	0	16297	0	9	14	135	0	587	1624	18666	26642
Tournesol	10241	3512	10871	6396	3999	2633	3693	4065	190	47	45647	47914
Soja	18089	4397	1437	271	406	1775	3520	3632	1567	31	35125	37472
Fourrages (y compris maïs fourrage et ensilage)	17073	11728	2210	12658	21615	10429	7374	2107	1467	75	86736	93999
S.T.H.	4845	1774	698	526	960	22976	5562	5182	217	131	42871	47621
Pomme de terre	213	1474	1409	301	821	1799	542	752	245	5317	12873	16243
Vignes	217	46	4	30	70	2625	311	8536	8	0	11847	12130
Vergers	11624	12343	5940	1665	9500	28854	19645	24159	241	162	114133	121070
Autres cultures irriguées	9746	25723	23192	5095	10602	34545	9701	16403	3144	4415	142566	161401
ENSEMBLE	209905	229658	149537	98509	79196	116194	76546	70788	33537	12742	1076612	1146988

Source : SCEES RGA 1988

Répartition des cultures irriguées par régions en 1995 (en hectares)

Cultures irriguées	Midi-Pyrénées	Aquitaine	Centre	Poitou-Charentes	Pays de la Loire	PACA	Rhône-Alpes	Languedoc Roussillon	Alsace	Picardie	Ensemble des 10 régions	France
Maïs grain et maïs semence	152280	176936	83835	107283	46129	6736	48511	4194	44162	609	670675	703227
Blé dur	461	0	1274	30	509	6534	121	3394	0	0	12323	12425
Autres céréales	6467	1520	16758	3377	2353	15451	4357	15176	2392	0	67851	70996
Betterave industrielle	0	0	27608	0	0	74	0	0	997	3008	31687	51296
Tournesol	5270	2321	4454	1892	2355	2195	3363	1979	121	0	23950	24696
Soja	57059	17906	851	136	803	751	2547	1938	85	0	82076	86745
Autres oléagineux	21	0	549	352	75	345	108	187	39	0	1676	1704
Protéagineux	11811	3241	28573	18067	4580	1892	8622	1897	0	88	78771	84317
Fourrages (y compris maïs fourrage et ensilage)	29021	16045	8344	17428	43233	6800	10121	4434	2245	412	138083	150267
S.T.H.	3253	628	564	423	345	24871	2940	3472	94	73	36663	40471
Pomme de terre	187	2448	3901	685	527	1093	734	530	245	17023	27373	45837
Légumes frais	7741	34808	13629	2655	8599	15357	5951	9667	1306	12138	111851	143833
Vignes	1015	6	0	15	0	5961	456	20661	0	0	28114	28231
Vergers	14547	14895	6036	2195	13561	29191	26602	26154	393	522	134096	140128
Autres cultures irriguées	3341	8088	5188	1520	7044	5491	3311	3094	1186	207	38470	43016
ENSEMBLE	292474	278842	201564	156058	130113	122742	117744	96777	53265	34080	1483659	1629584

Source : SCEES Enquête structures 1995

Résumé

Cet article fait le point sur l'état actuel des connaissances en matière de consommations d'eau pour l'irrigation en France, très variables dans le temps et l'espace. Au cours des dix dernières années, les superficies irriguées ont augmenté de façon importante mais variable selon les régions, malgré la réforme de la PAC. Avec 43 % de la surface irriguée, le maïs reste la principale culture irriguée. La connaissance des superficies irriguées, satisfaisante sur le plan statistique, est insuffisante pour une estimation quantitative des prélèvements d'eau pour l'irrigation, du fait de la variabilité importante des besoins en eau des cultures et de la méconnaissance des pratiques d'apports d'eau des irriguants.

Le Cemagref a développé une méthode d'estimation à l'échelle régionale des apports d'eau d'irrigation lors d'une sécheresse sévère. Les besoins en eau théoriques du maïs, choisi comme culture de référence, sont évalués pour les principales régions de production, à partir des données climatiques et des caractéristiques des sols et en tenant compte des pratiques de restriction des apports d'eau des irriguants lors d'une sécheresse prolongée.

Sur la base de ce travail, il est possible de proposer un dispositif de suivi et d'analyse prévisionnelle de la demande en eau des agriculteurs à l'échelle régionale, de façon à mieux apprécier les risques de tensions sur la ressource, et à mettre en place des modes de gestion plus efficaces. Ce dispositif devra s'appuyer entre autres sur une meilleure connaissance des pratiques des irriguants.

Abstract

This article reviews what is currently known in the field of water consumption for irrigation in France, which varies drastically in time and space. During the last ten years, irrigated surfaces have increased significantly, with some variations depending on the regions, in spite of the CAP reform. With 43% of irrigated area, corn remains the main irrigated crop. The knowledge of irrigated surfaces, satisfying from a statistical standpoint, remains inadequate to quantitatively estimate water samplings for irrigation, because of the important variability of the crops water requirement and of the limited knowledge of irrigation practices.

The Cemagref has developed, at regional scale, a method for estimating the supply in irrigation water during a severe drought. The theoretical water requirements of corn, chosen as a reference crop, are assessed for the main production regions, using climatic data and soil characteristics, and by taking into account restriction practices by farmers during a lasting drought.

On the basis of this work, it is possible to propose a system of monitoring and prediction analysis of water demand from farmers on a regional scale, in order to better assess the risks of inadequation between supply and demand - and therefore of conflicts between users -, and to set up more efficient management modes. This system will rely, among others, on a better understanding of the farmers' practices.

Bibliographie

- ALLEN, R.-G., SMITH, M., PERRIER, A., PEREIRA, L.-S., 1994. An update for the definition of reference evapotranspiration. *Bull. CIID*, 43 (2), 1-34.
- ALLEN, R.-G., SMITH, M., PERRIER, A., PEREIRA, L.-S., 1994. An update for the calculation of reference evapotranspiration. *Bull. CIID*, 43 (2), 35-92.
- JANIN, J.-L., 1996. L'irrigation en France depuis 1988, *La Houille Blanche*, n°8, p. 27-34.
- LABBE, F., RUELLE, P., GARIN, P., LEROY, P., MAILHOL, J.-C., DEUMIER, J.-M., 1997. *Pratiques d'irrigation au niveau de l'exploitation agricole et analyse de la gestion de l'eau en situation de manque : étude de cas en Charente*. CIID, Oxford, 17^e Conférence européenne des irrigations et du drainage, septembre 1997, 8 p.
- MAILHOL, J.-C., 1992. Evaluation à l'échelle régionale des besoins en eau et du rendement des cultures selon la disponibilité en eau. Application au bassin Adour-Garonne. Etude pour le compte de l'agence de l'Eau Adour-Garonne.
- MAILHOL, J.-C., RIEU, T., 1991. *Evaluation économique de l'irrigation de complément à partir des besoins en eau et des fonctions de rendement des cultures*. 1^{er} colloque sur les applications de la météorologie et leur intérêt économique, Salins d'Arc-et-Senans, 24-26 avril 1991, p. 201-221.
- MONTGINOUL, M., RIEU, T., 1996. Instruments de gestion de l'eau en France : exemple de la Charente. *Ingénieries-EAT*, n°8, p. 3-12.
- ONIC, SIDO, SCEES, 1996. *Paiements compensatoires aux surfaces cultivées 1995*, Agreste, 219 p.
- PICHERAL, I., 1993. Besoins en eau et rendements selon la disponibilité en eau en Adour Garonne. Etude comparative des résultats du modèle BILANREG et des données d'expérimentations récentes. Mémoire de DESS gestion et environnement. 47 p. et annexes.
- RIEU, T., 1992. *Evaluation de l'impact de la PAC sur la production agricole du périmètre irrigué de Feurs-Nord*. Note pour le Conseil général du génie rural des eaux et des forêts, 12 p.
- RIEU, T., PALACIO, V., 1994. Equipements hydrauliques collectifs et réforme de la PAC : des conséquences conflictuelles ? Le cas d'un projet de barrage en Charente. *Actes et communications, INRA Economie et sociologie rurales*, n°12, Paris, 7-8 décembre 1994, p. 185-203.
- RIEU, T., PLATON J.-P., 1996. Irrigation : État des lieux, enjeux et perspectives. *Forum INRA « sécheresse, pollution, inondations, érosion, Que fait la recherche ? »*, Poitiers, 29-30 sept. 1996, 7 p.
- RIEUL, L., 1994. *Hydraulique agricole*, Courants, numéro hors-série " Le MEAUDEC 1994 ", juillet 1994, p. 57-58.
- RIEUL, L., 1996. Irrigation et gestion de la ressource en eau, *Ingénieries-EAT*, n° 5, mars 1996, p. 33-42.
- SCEES, - 1991. Irrigation et drainage en France, *Etudes Agreste*, n°12, décembre 1991, 31 p.
- VIDAL, A., MERILLON, Y., 1994. *ICID Global Water Saving Action Plan*. France National Guidelines. 3 p.