

L'influence de l'évolution de la consommation d'eau sur la rentabilité des projets d'irrigation. Analyse de cas

Bergmann H.

L'aménagement des eaux

**Paris : CIHEAM
Options Méditerranéennes; n. 16**

1972
pages 24-31

Article available on line / Article disponible en ligne à l'adresse :

<http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=CI010490>

To cite this article / Pour citer cet article

Bergmann H. **L'influence de l'évolution de la consommation d'eau sur la rentabilité des projets d'irrigation. Analyse de cas.** *L'aménagement des eaux*. Paris : CIHEAM, 1972. p. 24-31 (Options Méditerranéennes; n. 16)



<http://www.ciheam.org/>
<http://om.ciheam.org/>

Hellmuth BERGMANN

Conseiller technique
Banque Européenne
d'Investissement
Luxembourg

L'influence de l'évolution de la consommation d'eau sur la rentabilité des projets d'irrigation

Analyse de cas

OBJECTIFS ÉCONOMIQUES DE L'IRRIGATION

En simplifiant, on peut dire que les grands projets d'irrigation et d'aspersion des régions arides et semi-arides ont pour objectif de permettre, au moyen de disponibilités limitées en eau, l'obtention du maximum de produits agricoles, dans le minimum de temps, et ainsi l'amélioration du revenu et du niveau de vie de la population agricole concernée. D'autres objectifs — assainissement, protection contre les inondations, production d'énergie électrique, lutte contre l'érosion, protection des sites, etc. — peuvent s'y ajouter, sans toutefois changer grand-chose au problème principal qui se pose lors de l'étude d'un projet d'irrigation : celui de l'utilisation optimale de ressources en eau limitées par les données hydrologiques. Sur le plan théorique, il y a une distinction à faire entre les ressources en eau de l'ensemble du cycle végétatif (en m^3), et un débit limité pendant la période de pointe du cycle végétatif (en m^3/s). Dans la pratique, même dans le cas où l'eau est accumulée dans des réservoirs, c'est en définitive la demande de pointe en m^3/s qui est déterminante pour la conception du réseau d'irrigation.

De l'évapo-transpiration à la surface agricole irrigable

Contrairement aux disponibilités en eau, la surface agricole utile (SAU) irrigable n'est pas limitée *a priori* — sauf dans le cas de vallées fluviales étroites ; ce sont seulement les calculs qui la donnent, par division, en fonction de la quantité d'eau disponible et de l'estimation des besoins en eau.

A cet égard, on se fonde habituellement sur les données climatiques disponibles, pour calculer d'abord l'évapo-transpiration, puis, par application de différents facteurs correcteurs, les besoins en eau par hectare de SAU.

Blanç-Cridde, Thornwaite, Türç,

Bouchet et Schendel ont mis au point de telles méthodes de calcul qui, certes, sont loin d'aboutir au même résultat (cf. graphique ci-contre), mais qui toutes calculent les besoins des plantes en eau à partir de l'évapo-transpiration. Sur la base des besoins théoriques des différentes plantes, d'un assolement jugé approprié, ou, en cas d'irrigation totale, considéré comme optimal, et de marges plus ou moins importantes pour les pertes d'eau dans le réseau, on obtient les besoins théoriques d'un hectare (en m^3/ha et $l/s/ha$), et partant, la surface irrigable maximale théorique. C'est pour cette surface qu'est projeté le réseau.

Cette manière de procéder ne permet toutefois pas de remplir la tâche définie au début. L'expérience tirée de projets d'irrigation en cours de construction ou déjà achevés montre au contraire que le rapport entre la quantité d'eau et la surface, admis lors de l'étude, n'est pas atteint, et que l'eau est très mal utilisée pour de nombreuses raisons.

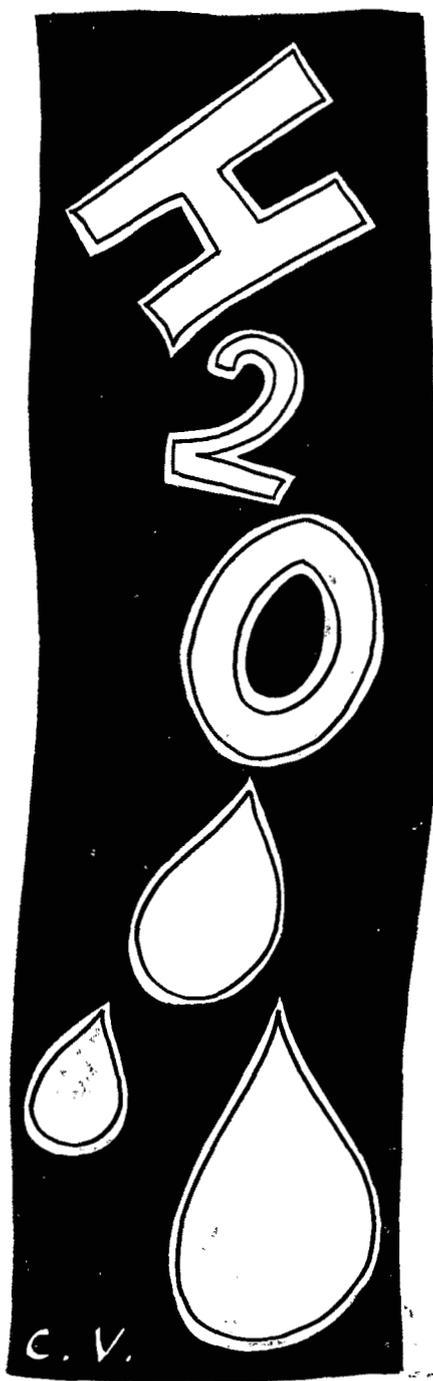
ÉVOLUTION DE LA SUPERFICIE IRRIGUÉE ET DE LA CONSOMMA- TION D'EAU DANS LA PRATIQUE

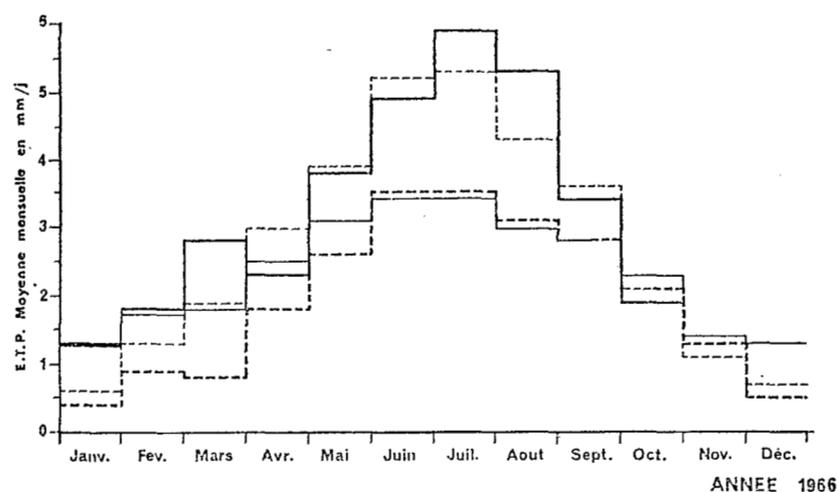
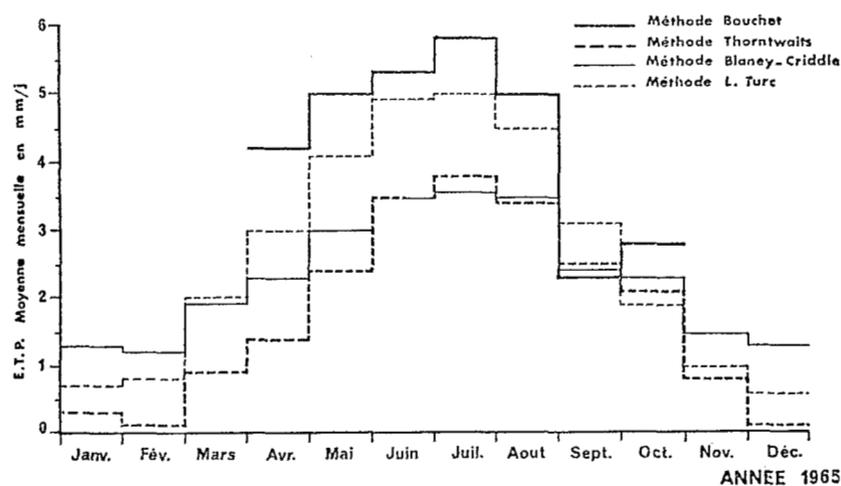
Les statistiques disponibles sur les différents projets d'irrigation ne permettent que très rarement d'analyser tous les aspects de l'évolution de la consommation d'eau, de la superficie irrigable, des cultures, etc. ; on doit fréquemment se contenter d'informations partielles.

Italie du Sud

Le tableau 1 montre tout d'abord le développement de la superficie irrigable et effectivement irriguée d'un projet dans le sud de l'Italie, qui est conçu pour une superficie irrigable de 33 000 ha. La construction des barrages a débuté en 1950, et celle du réseau d'irrigation (système des *canaletti*), en 1957. Le projet doit être définitivement achevé en 1972.

Certes, la superficie effectivement ir-



Évapo-transpiration potentielle calculée
selon les différentes méthodes


Source : Société du Canal de Provence et d'Aménagement de la Région Provinciale : « Besoins en eau des cultures et problèmes divers », mars 1967.

TABLEAU 1

Développement de la superficie irrigable et de la superficie irriguée dans la plaine de Metaponto

	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969
1. Superficie irrigable (ha) . .	3 513	5 018	8 033	9 595	9 626	10 886	11 992	14 582	17 478	18 894	24 465
2. Superficie irriguée (ha) . .	1 241	1 457	2 558	4 091	4 193	3 852	5 019	6 387	8 050	10 745	12 371
3. Superficie irriguée (%) . .	35%	29%	32%	43%	44%	35%	42%	43%	46%	56%	50%

Source: Consorzio di Bonifica di Metaponto, Matera.

riguée augmente de façon continue, mais, en 1969, elle ne dépassait pas encore 50 % de la superficie irrigable cette année-là, et 66 % de la superficie irrigable l'année précédente. Les céréales conservent une large extension, même dans les petites exploitations familiales. La situation n'est guère dif-

férente dans les secteurs irrigués depuis déjà 8 ou 10 ans. On note toutefois une évolution relativement constante et on peut admettre qu'avec les années, 75 à 80 % environ de la superficie irrigable seront aussi effectivement irrigués. Mais la longueur de la période de développement est considérable.

TABLEAU 2

Développement des cultures et de l'irrigation dans la plaine de Salonique

	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970 (1)	1970 (1)
I. SECTEURS IRRIGUÉS DEPUIS 1960									
Superficie irrigable	12 017	12 017	12 017	12 017	12 017	12 017	12 017	12 017	non irrigué
Superficie irriguée	7 130	5 700	8 360	9 222	8 875	9 083	10 041	8 070	
dont : Coton				4 690	5 376	5 729	5 780	3 026	1 351
Luzerne				502	609	534	505	511	
Maïs				690	276	401	621	557	
Betteraves à sucre				1 118	660	957	1 419	2 232	
Tabac				112	128	78	109	189	
Légumes				161	194	76	145	348	
Fruits				620	822	1 265	1 403	1 714	
Superficie irriguée en %	59%	48%	70%	77%	73%	75%	83%	67%	
II. SECTEURS IRRIGUÉS DEPUIS 1963									
Superficie irrigable	9 133	9 133	9 133	9 133	9 133	9 133	9 133	9 133	
Superficie irriguée	3 260	3 350	3 760	4 496	4 720	5 917	7 166	4 720	
dont : Coton				2 602	2 816	3 845	4 297	905	2 993
Luzerne				286	416	419	415	334	
Maïs				349	104	169	224	261	
Betteraves à sucre				610	714	705	1 286	1 075	
Tabac				60	65	25	33	30	
Légumes				439	345	174	419	517	
Fruits				194	267	456	496	441	
Superficie irriguée en %	36%	37%	41%	49%	52%	65%	78%	52%	

(1) Chiffres provisoires au 15-8-1970 (année extrêmement humide, avec fortes précipitations en juin).

Source: GOEV, Salonique.

Nord de la Grèce

Au lieu de suivre le développement général d'un projet, il est naturellement plus séduisant de se limiter à quelques secteurs équipés depuis longtemps d'un réseau d'irrigation. C'est ce qui a été fait au tableau 2 pour la plaine de Salonique où quelque 62 000 hectares sont irrigables, pour une part depuis déjà 1960 (1), et pour une autre, depuis 1963 (2). Là, le développement n'a pas été tout à fait aussi régulier. Néanmoins, au bout de 5 à 6 ans, les deux tiers environ de la superficie irrigable, avec un maximum de 83 %, étaient effectivement irrigués. Certaines fluctuations dans la répartition des cultures sont la conséquence de la politique des prix du blé, qui a par moments trop encouragé cette culture. L'année 1970 est intéressante : à la suite des violentes précipitations qui eurent lieu fin juin, un nombre important d'agriculteurs ont estimé que le coton avait reçu suffisamment d'eau, et qu'il ne serait pas payant de procéder à des apports supplémentaires.

Là aussi, on peut en tout cas prévoir à long terme que 10 à 15 % de la superficie irrigable ne seront pas consacrés à des cultures intensives, bien que l'on ait naturellement compté au départ sur une irrigation totale.

Consommation d'eau dans le Sud-Ouest de la France

Pour les projets d'irrigation par aspersion, dans lesquels l'eau consommée doit être payée au m³, il est possible de recueillir des informations non seulement sur la superficie irriguée, mais aussi et surtout sur la consommation d'eau. Le tableau 3 retrace le développement de la consommation d'eau par hectare d'un périmètre équipé d'un réseau d'irrigation par aspersion. Le réseau d'aspersion est conçu, il est vrai, pour l'irrigation de 70 % de la SAU au maximum, pendant une saison. Mais comme il s'agit d'une irrigation d'appoint dans la vallée de la Garonne, où l'on peut s'attendre à des précipitations estivales, les besoins en eau n'ont été estimés qu'à environ 2 000 m³/ha de superficie irriguée. Le tableau ne fait toutefois état que de la consommation par ha de superficie équipée (SAU), la superficie effectivement irriguée ne pouvant être déterminée avec précision. Les chiffres indiqués reflètent donc à la fois la consommation par hectare de superficie irriguée et le développement de la superficie irriguée.

Afin d'éliminer l'influence des conditions atmosphériques, les secteurs sont groupés par saisons d'irrigation et non

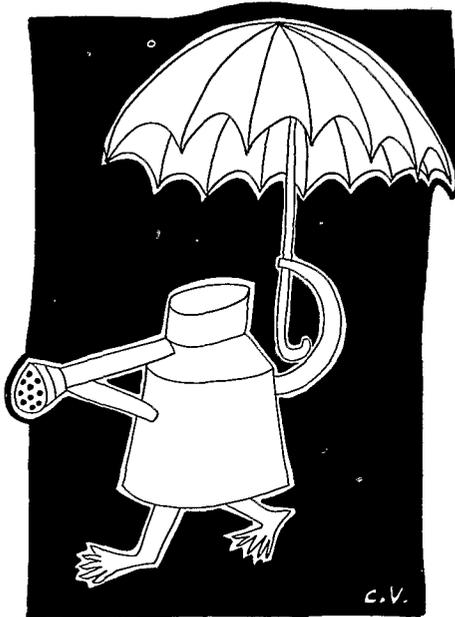


TABLEAU 3

Projet Côteaux de Gascogne - Consommation d'eau par ha de superficie équipée (1)

Secteurs	Année d'exploitation												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Vallée de la Garonne													
Béguin	230	56	515	234	164	396	232	243	274				
Donzac	260	29	456	318	200	555	332	303	277				
Buzet	47	380	304	126	327	181	254	300					
Verdun	178	248	297	102	165	307	—	—					
Saint-Laurent	160	142	—	—	—	—	—	—					
Merville basse terrasse	107	380	—	—	—	—	—	—					
Moyenne pondérée	163	205	380	145	214	360	272	284	275				
Prévisions de la société	30	87	280	510	690	840	955	1 060	1 150	1 210	1 270	1 320	1 360
Prévisions de la B.E.I.	24	65	212	388	525	640	720	810	870	920	960	1 000	1 030

(1) Les réseaux d'irrigation par aspersion sont conçus de manière à pouvoir irriguer, pendant une saison, au maximum 67 % des surfaces équipées. La consommation d'eau par ha de superficie irrigable est donc 1,5 fois supérieure.

Source: Compagnie d'Aménagement des Côteaux de Gascogne, Tarbes.

par années civiles. Les deux premiers secteurs cités ont toutefois été mis en service la même année. Les conditions climatiques étant identiques dans tous les secteurs, il a été possible d'établir des moyennes annuelles. Une comparaison avec les prévisions initiales tant de la société qui construit et exploite le réseau, que de l'auteur, fait apparaître un démarrage très rapide dans tous les secteurs, avec 160 m³/ha et 205 m³/ha, pour atteindre 380 m³/ha la troisième année, et se maintenir ensuite autour de ce niveau. On n'a pas observé plus de 555 m³/ha, bien qu'on ait été d'accord pour admettre que ce niveau devait être dépassé dès la 5^e ou 6^e année. Les agriculteurs irriguent donc une superficie moins grande que prévu, et les apports par ha de superficie irriguée restent également bien en deçà des prévisions.

Aspersion dans le Midi de la France

Cette tendance se confirme d'ailleurs au tableau 4 qui retrace le développement de deux petits secteurs du projet Canal de Provence. Dans le secteur Aix-Sud, on irrigue par aspersion depuis déjà plus de 12 ans. La superficie pour laquelle ont été conclus des contrats de fourniture d'eau est passée de 40 à 68 % de la superficie équipée et irrigable. Il semble que le niveau de saturation soit ainsi à peu près atteint. Du reste, malgré l'obligation d'acquitter une prime fixe pour la superficie sous contrat, les agriculteurs n'irriguent nullement la totalité de cette superficie. Cela n'a donc pas de sens de calculer la consommation par ha de superficie sous contrat.

TABLEAU 4

Projet Canal de Provence - Consommation d'eau par ha de superficie irrigable (1)

Secteurs	Année d'exploitation											
	1	2	3	5	6	7	8	9	10	11	12	
Aix-Sud m ³ /ha de superficie irrigable	260	530	880	600	840	1 010	1 050	1 420	710	455	960	
S = 5 200 ha; superficie sous contrat en % de S	40%	50%	55%	57%	59%	61%	62%	62%	67%	68%	68%	
consommation calculée en m ³ /ha	—	—	890	—	—	1 110	—	—	—	—	1 562	
Aix-Ouest m ³ /ha de superficie irrigable	177	426	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
S = 1 950 ha; superficie sous contrat en % de S	46%	77%	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
consommation calculée en m ³ /ha	—	—	—	—	—	1 110	—	—	—	—	1 560	

Source: Société du Canal de Provence, Le Tholonet (B.-du-Rh.).

TABLEAU 5

 Consommation d'eau effective comparée à la consommation calculée
 Provence, année 1968

	Réseau Les Milles	Réseau Fréjus
1. Par hectare de superficie effectivement irriguée		
D'après Blaney-Cridde (en moyenne annuelle pour l'année 1968)	3 280 m ³ /ha	3 270 m ³ /ha
Consommation recommandée, sur la base des conditions atmosphériques.	2 905 m ³ /ha	3 100 m ³ /ha
Consommation effective	3 132 m ³ /ha	3 635 m ³ /ha
Superficie irriguée en % de la superficie irrigable	1 827 m ³ /ha	1 070 m ³ /ha
	23 %	35 %
2. Par hectare de superficie irrigable		
Consommation effective 1968	420 m ³ /ha	375 m ³ /ha
Estimation pour la 5 ^e année	2 305 m ³ /ha	1 770 m ³ /ha
Estimation pour la 15 ^e année	2 660 m ³ /ha	2 360 m ³ /ha

Source: Société du Canal de Provence, Le Tholonet.



Il apparaît nettement que dans ces deux secteurs également, la consommation effective ne s'est établie qu'à 2/3 de la consommation calculée, à l'exception d'une seule année. Une analyse des différentes données montre que les cultures les plus rentables ne reçoivent que 80 % environ des besoins calculés par la méthode Blaney-Cridde, et les autres nettement moins.

En conclusion, le développement effectif des projets étudiés montre que :

- 1) d'une façon générale, les 2/3 seulement, et au maximum 85 %, sont effectivement irrigués ;
- 2) 6 à 10 ans sont nécessaires pour atteindre ce taux ;
- 3) les projets d'irrigation disposent donc de plus d'eau qu'il n'en ont besoin, et que l'irrigation est très probablement trop abondante ;
- 4) dans les projets d'irrigation par aspersion, les apports sont nettement moindres que les besoins calculés et aussi que les apports recommandés.

Comparaison entre prévisions et chiffres effectifs

Le dernier point est illustré par le tableau 5 qui est le résultat d'études minutieuses de la Société du Canal de Provence.

Ce tableau indique d'abord les besoins calculés d'après la méthode Blaney-Cridde pour les données climatiques locales et la répartition effective des cultures en 1968, puis pour les conditions atmosphériques effectives de 1968, année un peu plus humide que la moyenne.

A la ligne suivante figurent les apports recommandés par la société pour chaque culture sur la base des quantités prélevées et de l'humidité disponible dans le sol. Comme des recommandations sont faites chaque semaine aux in-

téressés par la presse et par communication directe, elles ne tiennent naturellement pas compte des précipitations futures. Pour les années à précipitations d'été occasionnelles, elles seront évidemment plus élevées que les besoins calculés a posteriori.

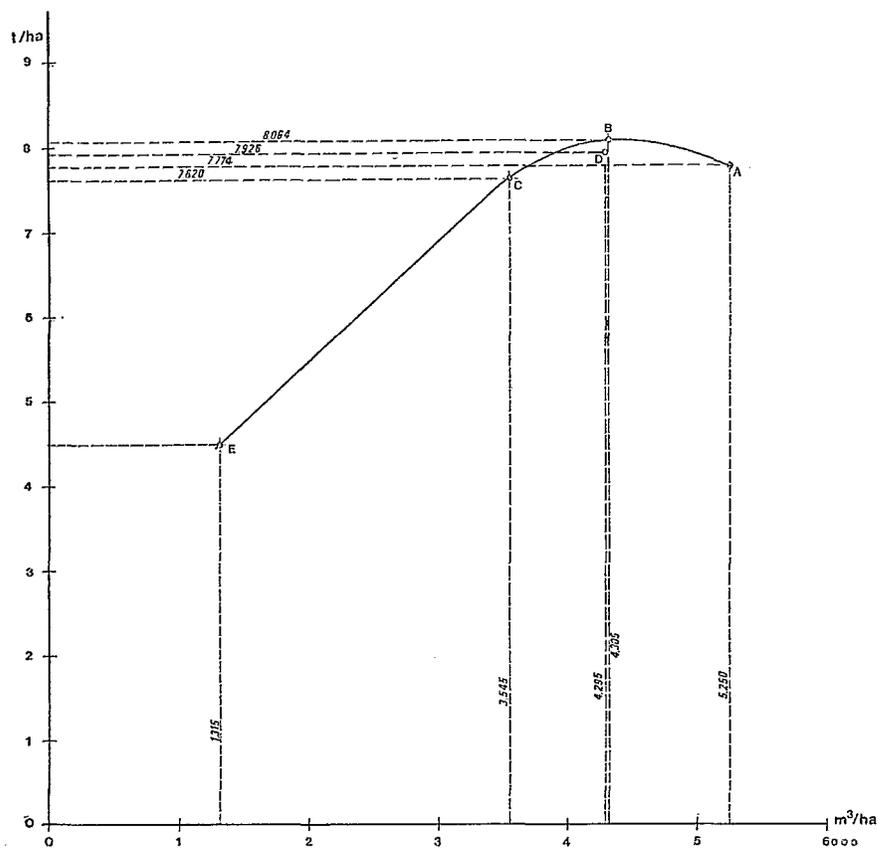
La consommation effective, toujours par ha de superficie effectivement irriguée, n'a toutefois jamais dépassé respectivement 33 et 55 % des besoins calculés selon la méthode Blaney-Cridde.

A la partie inférieure du tableau, on trouve les chiffres de 1968 (2^e année d'irrigation dans les deux cas) rapportés à la superficie irrigable, et les prévisions pour la 5^e et la 15^e année, qui tiennent déjà compte du fait qu'une partie seulement de la superficie totale sera effectivement irriguée.

Fonction de production de l'eau

Il reste à savoir s'il est vraiment optimal de combler continuellement le déficit d'eau dans le sol. Selon toutes les apparences, on se trouve en présence d'une espèce de consommation de luxe chez les plantes, et, inversement, il semble possible, par une irrigation parcimonieuse, d'habituer pour ainsi dire les plantes à une consommation d'eau réduite.

Il serait donc nécessaire, pour une programmation optimale de l'irrigation au sens économique, de procéder pour chaque projet d'irrigation et pour les principales cultures, à l'image des essais de fumure, à des essais d'apports croissants en eau permettant d'établir la fonction de production de l'eau. A cet égard, il faudrait non seulement calculer les besoins annuels optimaux, exprimés en m³/ha, mais plus encore connaître les besoins de pointe, exprimés par le débit minimal nécessaire en l/s/ha, car, en définitive, cette valeur est déterminante pour le dimensionnement du réseau, et partant, pour son coût.

SORGHO — Rendements et consommation d'eau


Source : Société du Canal de Provence et d'Aménagement de la Région Provençale.
« Besoins en eau des cultures et problèmes divers », mars 1967.

En matière d'essais de ce genre, l'auteur n'a jusqu'ici connaissance que de ceux exécutés par la Société du Canal de Provence, et dont l'un est reproduit ci-dessus. Il ressort clairement de ce graphique que, pour la plante étudiée — le sorgho — l'optimum s'établit à 82 % des apports considérés comme nécessaires, et qu'avec 67 % des apports considérés comme nécessaires, le rendement est encore égal à 95 % du rendement optimal. Il est probable que les agriculteurs pratiquant la culture irriguée le sentent ou le pressentent, ce qui explique leur réticence vis-à-vis de l'irrigation.

Les raisons pour lesquelles les quantités d'eau offertes aux agriculteurs sont si peu utilisées, sont naturellement très diverses. On ne citera ici que les principales :

- opportunité de conserver un peu de céréales dans le cadre des assolements ; besoins en paille pour l'élevage ;
- structure agricole et types d'exploitations (exploitations de subsistance, grandes exploitations, métayage) défavorables à l'irrigation et à l'intensification des cultures ;

— manque de main-d'œuvre (familiale ou salariée) : limite à l'intensification et la pratique de cultures dérobées ;

— le manque de capitaux freine la mécanisation, l'intensification, les cultures fruitières, le développement de l'élevage et partant, l'extension de la superficie irriguée ;

— l'écoulement et la commercialisation des cultures intensives (fruits, légumes) et de la viande, sont plus difficiles, moins contrôlables et plus incertains. La crainte compréhensible du risque se traduit par une extension très prudente de ces cultures ;

— le pouvoir d'achat de la population urbaine ne suffit pas pour acheter des produits rémunérateurs pour l'agriculteur (fruits, légumes, viande) ; il ne reste donc que l'exportation ;

— dans les projets d'irrigation, un nivellement correct demande de longues années pour de très nombreuses raisons ;

— dans le cas des projets d'irrigation par aspersion, la tendance est davantage de donner moins d'eau que trop ;

— la tarification n'encourage pas suffisamment l'extension de l'irrigation ;

— l'assistance technique dispensée aux agriculteurs en ce qui concerne la technique de l'irrigation, les cultures, l'élevage et la gestion des exploitations, est, en dépit de tous les efforts, de loin insuffisante.

**PRINCIPES ÉCONOMIQUES
A RESPECTER LORS DE
L'ÉTABLISSEMENT DE
PROJETS D'IRRIGATION**

L'expérience montre qu'il n'est pas possible de changer simplement, ni surtout rapidement, les circonstances qui conduisent à une si mauvaise utilisation des coûteuses installations d'irrigation. Mais si l'on veut atteindre l'objectif défini au début de cet exposé, à savoir obtenir par des apports d'eau une augmentation optimale de la production dans le minimum de temps, il faut établir les projets d'irrigation selon d'autres critères et tenir compte du fait que le coût marginal du captage et de l'adduction d'eau augmentent rapidement avec l'accroissement des besoins de pointe, alors que le bénéfice marginal de ces investissements, comme il a été exposé précédemment, est très faible, voire nul. Notre attention doit donc se porter sur deux aspects, qui sont :

- 1) une meilleure utilisation de l'eau en soi,
- 2) la réduction de la période de construction et de développement.

Renoncer à l'irrigation totale

Juqu'ici, les projets d'irrigation ont été étudiés exclusivement par des ingénieurs, c'est-à-dire des techniciens habitués à concevoir et à dimensionner leurs installations et machines de manière qu'elles puissent répondre avec une très grande probabilité à toutes les exigences prévisibles. Autant il est bon, pour des barrages, des ponts, des digues et des machines, de prévoir des marges de sécurité importantes, autant cela paraît faux pour des réseaux d'irrigation : pour ces derniers, en effet, sécurité signifie prévoir une réserve d'eau pour les cas de nécessité, alors que cette eau pourrait être utilisée à une autre fin.

S'il est juste, et l'expérience semble le confirmer, que jusqu'à la 7^e année d'exploitation environ, la superficie effectivement irriguée ne dépasse pas 70 % — au grand maximum 80 % — de la superficie agricole utile, on ne devrait pas s'attendre à ce que, dans un avenir plus lointain, c'est-à-dire au bout de 15 à 20 ans peut-être, la totalité de la superficie soit irriguée.

Il paraît au contraire préférable — du point de vue économique — d'admettre dès le stade de l'étude, même pour les régions arides et semi-arides, que la superficie effectivement irriguée n'atteindra que 70 % environ de la superficie agricole utile à équiper d'un réseau d'irrigation, et de dimensionner les canaux et les canalisations en

conséquence. Bien entendu, une telle conception limite *a priori* les possibilités futures de développement des exploitations et leur enlève la possibilité d'irriguer un jour en totalité.

Apports d'eau restreints par hectare

De même, il semble possible d'obtenir, avec environ 2/3 ou 3/4 des apports calculés [selon la méthode Blaney-Criddle], des rendements très satisfaisants qui ne sont pas très éloignés de l'optimum. Inversement, il semble que des apports voisins de valeurs calculées, et en tout cas des apports supérieurs à celles-ci, conduisent à des chutes notables de rendement.

Il est bien entendu difficile d'en faire la preuve exacte, mais l'expérience semble confirmer que, dans le cas précisément de projets d'irrigation où l'eau consommée est payée à l'hectare et non au m³, l'irrigation est beaucoup trop forte, surtout au cours des premières années, en raison de l'offre d'eau très abondante. Les rendements n'atteignent pas alors le niveau escompté, et il peut en résulter une détérioration du sol et de sa structure. Il est possible que ce soit là aussi une des raisons pour lesquelles les agriculteurs sont souvent si réticents vis-à-vis de l'irrigation.

Un autre problème est posé par l'importance des pertes d'eau dans le réseau. On en est réduit généralement à des estimations, sauf dans le cas de réseaux d'irrigation par aspersion où le volume d'eau est mesuré à la tête du réseau et à la sortie (consommation).

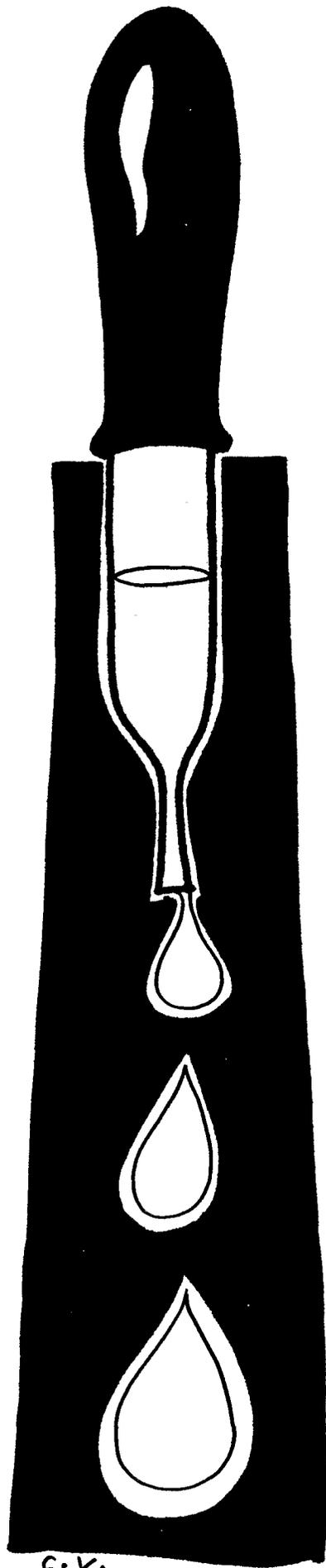
Mais là non plus, le manque de données exactes ne devrait pas être prétexte à une trop grande « prudence » et à une surestimation des pertes. Dans un réseau d'irrigation moderne avec canaux et distributeurs bétonnés, une marge de 30 % paraît de loin trop forte. En prévoyant une telle marge, on encourage automatiquement le gaspillage de l'eau et on se justifie soi-même *a posteriori*. C'est seulement quand l'eau est rare que l'on en use avec économie.

Moins d'eau — plus d'exploitations irriguées — rentabilité supérieure

En suivant ce raisonnement, il serait possible d'irriguer, avec le même volume d'eau et en un laps de temps relativement court, une superficie nettement plus étendue, pour autant naturellement que l'on dispose de terres irrigables en quantité suffisante, ce qui est toutefois le cas la plupart du temps.

Le réseau devrait alors être conçu pour permettre d'irriguer au maximum 2/3 ou 3/4 de la superficie, à l'aide de 2/3 ou 3/4 seulement des besoins calculés selon la méthode Blaney-Criddle. Le débit théorique s'établirait à environ 50 % seulement du niveau actuel ($0,7 \text{ ha} \times 0,7 \text{ l/s/ha} = 0,49 \text{ l/s}$).

Par conséquent, il faudrait équiper



le double de superficie. Le coût par ha du réseau d'irrigation serait naturellement moins élevé, tout en demeurant supérieur à la moitié du coût actuel, car la densité du réseau devrait rester la même. Mais on pourrait être certain d'irriguer, au bout de 6-7 ans environ 132 % au lieu de 66 % de la superficie initiale, c'est-à-dire le double, et d'utiliser, au bout de 6 ans déjà, la totalité de la capacité des installations.

Quiconque a effectué des calculs de rentabilité en tenant compte du facteur temps par actualisation et calcul du taux de rentabilité interne, sait que ce sont les 10 premières années, et non les 30 dernières, qui sont déterminantes pour la rentabilité, dans le cadre d'une actualisation sur 50 ans.

Bien entendu, une telle conception restreint les possibilités de développement des exploitations irriguées, mais en compensation, elle donne la possibilité d'irriguer le double d'exploitations. Elle est donc préférable, pour des raisons non seulement économiques, mais également sociales. En outre, l'eau disponible ne deviendra pas juste au bout d'une génération (peut-être), mais au bout de 6-7 ans au plus tard. Automatiquement, l'eau et les installations seront donc beaucoup mieux utilisées. La plupart des réseaux sont conçus pour une période d'irrigation journalière de 12 à 16 heures au maximum. Si le débit devient trop faible, on irriguera aussi pendant la nuit. De plus on essaiera de pratiquer des cultures qui demandent beaucoup d'eau non pas en juillet/août, saison d'irrigation principale, mais plus tôt ou plus tard, autrement dit, des cultures de primeurs ou des cultures dérochées.

En cas d'irrigation limitée, il peut y avoir risque d'augmentation de la salinité des sols. Il est toutefois possible d'y faire face en irriguant abondamment et en lessivant le sol, après récolte, c'est-à-dire à la fin de l'automne ou au printemps, avant l'ensemencement, mais en tout cas, en dehors de la période de pointe.

D'autre part, avec des ressources en eau limitées, on choisira naturellement les cultures qui tirent de l'eau le meilleur parti, c'est-à-dire celles qui procurent le revenu le plus élevé par m³ d'eau. Toute la situation psychologique se trouve modifiée si chaque agriculteur prend conscience du fait que l'eau est rare et précieuse non seulement dans le pays, mais aussi à l'intérieur même du périmètre d'irrigation. Cela l'incitera en effet à ne plus gaspiller d'eau, et également à acquiescer des redevances plus élevées.

Aspersion à la demande

Dans les projets d'irrigation par aspersion, il y aura souvent encore à choisir entre un système permettant à chacun d'irriguer quand il le veut, et un réseau plus petitement dimensionné, obligeant à respecter un calendrier précis pendant les périodes de saturation des capacités (tour d'arrosage). Comme c'est précisément dans le cas de l'aspersion que l'utilisation totale des capacités sem-

e la plus longue à obtenir, il serait préférable de dimensionner moins largement le réseau et de le concevoir en fonction d'une aspergion au tour d'arrosage pensant la période de pointe. Il y a beaucoup de chances pour que ce point ne soit jamais atteint, mais s'il devait l'être faudrait alors respecter un calendrier précis — fût-ce pendant 6 à 8 semaines. Cela semble toutefois le moindre mal, au regard des très importantes économies réalisées sur les coûts d'investissement.

Dans des années d'extrême sécheresse et de grande chaleur, les besoins dépassent naturellement la normale, et un seuil calculé aussi juste ne peut plus suffire tout à fait à couvrir la demande. Mais un réseau largement dimensionné ne pourrait pas davantage parce que dans des telles périodes les réserves d'eau disponibles (en m³ et m³/s) sont précisément plus faibles que la normale. D'une manière générale, on admet que les besoins seront totalement satisfaits avec une probabilité de 80 à 85 %. Mais comme les disponibilités en eau seront également plus faibles que la normale, les pertes non nulles, un bon plan d'irrigation permettra sans doute presque toujours de sauver la récolte. Sous l'angle économique, il paraît donc tout à fait justifié de réduire la dimension des réseaux et en contrepartie, d'irriguer, fût-ce partiellement, une plus grande superficie.

Formules optimales

Dès lors que l'on connaîtrait la fonction de production de l'eau pour une région donnée, on serait tout à fait à même de calculer par des méthodes économétriques où se situerait l'optimum, c'est-à-dire comment il conviendrait de combiner entre eux les facteurs de production eau, capitaux, terre et main-d'œuvre, pour obtenir une augmentation maximale du produit national net. Car c'est tout à fait certain que, pour des rendements moindres, les rendements par hectare diminuent moins que proportionnellement, mais la superficie irrigable augmente proportionnellement, et les coûts d'investissement par hectare baissent moins que proportionnellement, alors que l'accroissement des coûts d'investissement par m³ d'eau distribuée est plus que proportionnel à l'augmentation de surface agricole utile, pour un volume d'eau donné.

Mais il se passera encore bien du temps avant que l'on dispose de documents et de modèles pour de tels calculs. On ne devrait toutefois pas être en mesure de continuer à procéder comme jusqu'à présent. Aussi longtemps qu'il ne sera pas possible de déterminer théoriquement l'optimum, il sera nécessaire de s'en approcher lentement dans la pratique, par des tâtonnements et des essais, sans que l'on puisse, bien entendu, exclure complètement les erreurs. Toutefois, celles-ci auraient sans doute des conséquences négatives moins graves que la pratique actuelle.

Réduction de la période de construction

Mais il ne doit pas s'agir uniquement de raccourcir la période de développement à partir du début de l'irrigation : il faut aussi prendre en considération la période de construction elle-même. Faute de moyens financiers, ou parce que la capacité de programmation des pays est insuffisante, les différentes parties d'un projet d'irrigation — barrage d'accumulation, barrage de prise, canal d'aménée, réseau de distribution, nivellement — sont presque toujours mises en chantier l'une après l'autre, et non simultanément. Il en résulte naturellement un allongement notable de la période de construction, et les capitaux sont immobilisés pendant un temps inutilement long, sans fournir le moindre rapport. Au contraire, les intérêts intercalaires augmentent sensiblement, et peuvent facilement atteindre plus de 20 % des coûts d'investissement. Souvent déjà, il y a d'importants frais d'entretien et d'exploitation à supporter, sans que les installations puissent être utilisées.

Il est plus économique de concentrer les moyens et capacités limités, disponibles dans un pays, sur un très petit nombre de projets, et d'établir le calendrier d'exécution de telle manière que toutes les installations soient achevées et mises en service à peu près en même temps. Si la construction du barrage dure, par exemple, 5 ans (y compris les essais), celle des canaux principaux, 2 ans, et celle du réseau, 3 ans, la construction du réseau doit débuter au plus tard la 3^e année. C'est la seule façon d'éviter qu'une fois achevé et réceptionné, le barrage reste 5 ans inutilisé, parce que les canaux, puis le réseau, doivent encore être construits. Les projets dont la période de construction dure

de 10 à 20 ans ne peuvent guère être rentables, car ces 10 à 20 premières années d'inactivité grèvent trop lourdement le compte d'exploitation lors de l'actualisation.

Ceci semble tellement aller de soi qu'il est presque incompréhensible que l'on continue à procéder différemment. Pour des raisons politiques et prétendument sociales, et non pour le moins aussi, par souci de prestige, les gouvernements, les parlements et les administrations ont toujours tendance à mettre en chantier le plus grand nombre de projets possible, autrement dit à éparpiller les moyens et capacités limités dont ils disposent, au lieu de les concentrer au maximum. Les pertes que cette méthode entraîne pour l'économie n'apparaissent naturellement pas, du fait que l'Etat n'établit pas de bilan, et ne prend pas d'intérêts en compte sur les capitaux immobilisés, mais elles sont suffisamment importantes pour ralentir fortement le développement économique recherché.

Les projets d'irrigation ne sont pas un problème uniquement technique, mais, dans une plus large mesure encore, un problème économique. S'ils ne sont pas aussi rentables qu'ils pourraient l'être en fait, c'est dû précisément au fait que les aspects économiques ont été beaucoup trop, et beaucoup trop longtemps, négligés.

BIBLIOGRAPHIE

- BRINKMANN (W.L.F.). — *Untersuchungen zur Evapotranspiration in Zentral und Südirak*, Zeitschrift für Bewässerungswirtschaft, 3. Jg., Heft 1, Avril 1968.
Bewässerung am Diyala - Irak, Zeitschrift für Bewässerungswirtschaft, 3. Jg., Heft 1, Avril 1968.
- KREFFT (Hans W.). — *Bewässerungstechnische Planung des Tinajones-Projektes in Peru*, Zeitschrift für Bewässerungswirtschaft, 3. Jg. Heft 2, Octobre 1968.
- SCHENDEL (Ursus). — *Vegetationswasserverbrauch und-wasserbedarf*, Habilitation, Kiel 1967.
Zur Beurteilung des Bewässerungsbedarfes, Zeitschrift für Bewässerungswirtschaft, 4. Jg. Heft 1, Mai 1969.
- SOCIÉTÉ DU CANAL DE PROVENCE ET D'AMÉNAGEMENT DE LA RÉGION PROVENÇALE. — *Résultats des essais réalisés en 1968 sur les besoins en eau des cultures*, l'Irrigant, n° 45, Mars 1969.
Besoins en eau des cultures et problèmes divers, années 1965-1966, Le Tholonet, Mars 1967.
Besoins en eau des cultures, années 1967-1968, Le Tholonet, Janvier 1970.
Etude des besoins en eau agricole du secteur Aix-Nord VIII, Le Tholonet, Août 1969 (manuscrit).
Etude des consommations en eau, réseau de Luynes-Les Milles, Le Tholonet, Mars 1969 (manuscrit).
Etude des consommations en eau, réseau de Fréjus, Le Tholonet, Mars 1969 (manuscrit).
- THIRY (Klaus). — *Hinweise zur Bemessung von Bewässerungsanlagen in subtropischen und Tropischen Gebieten*, Zeitschrift für Bewässerungswirtschaft, 6. Jg., Heft 5, Mai 1969.
- WITTIG (Hans-Gard). — *Untersuchungen über die Anwendung und Auswirkung der Bewässerung im nördlichen Mittelmeerraum*, Dissertation, Kiel 1965.

