JOURNAL DE LA SOCIÉTÉ STATISTIQUE DE PARIS

FRANÇOIS BERNARD

Les irrigations. Étude économique et statistique

Journal de la société statistique de Paris, tome 33 (1892), p. 316-335
<http://www.numdam.org/item?id=JSFS_1892__33__316_0>

© Société de statistique de Paris, 1892, tous droits réservés.

L'accès aux archives de la revue « Journal de la société statistique de Paris » (http://publications-sfds.math.cnrs.fr/index.php/J-SFdS) implique l'accord avec les conditions générales d'utilisation (http://www.numdam.org/conditions). Toute utilisation commerciale ou impression systématique est constitutive d'une infraction pénale. Toute copie ou impression de ce fichier doit contenir la présente mention de copyright.

NUMDAM
Article numérisé dans le cadre du programme
Numérisation de documents anciens mathématiques
http://www.numdam.org/

II.

LES IRRIGATIONS

ÉTUDE ÉCONOMIQUE ET STATISTIQUE.

L'agriculture nationale est à un haut degré redevable aux irrigations; l'emploi rationnel de l'eau lui est un précieux adjuvant dont l'action augmente considérablement le produit brut de certaines cultures, et, par voie d'incidence, procure à la propriété foncière une plus-value d'autant plus élevée que les terres irriguées en ont plus besoin. On a beaucoup fait dans notre pays, en ces dernières années, pour étendre les irrigations. A l'heure actuelle, l'une des plus grandes entreprises en ce genre, — la construction d'un grand canal dérivé du Rhône, — reste en suspens, toujours à l'ordre du jour en quelque sorte, demandée par les uns, contestée par les autres, sans qu'il soit toujours aisé de se faire une opinion définitive sur le degré d'utilité et d'urgence que peut présenter l'exécution de ce projet.

A l'étranger, on a beaucoup fait pour les irrigations, et certains pays tard venus dans la culture européenne, tels que les États-Unis, l'Australie, l'Inde anglaise, étendent aujourd'hui leurs zones d'irrigation avec une rapidité extrême.

Nous nous proposons de passer sommairement en revue cette question spéciale dans son ensemble, en nous en tenant au point de vue économique, les détails techniques, qui sont du domaine de l'ingénieur, n'intéressant que secondairement notre objectif.

I.

NOTIONS GÉNÉRALES.

Les irrigations paraissent avoir été pratiquées dès la plus haute antiquité : l'Égypte, l'Inde, la Chine, la Babylonie, les ont connues bien avant notre civilisation.

Les Romains en empruntèrent la pratique à l'Orient et l'introduisirent en Italie et, plus tard, dans le midi de la France. Les Arabes enfin, venus aussi de l'Orient, les importèrent en Espagne. Elles ne supposent d'ailleurs que deux conditions : les soins donnés à la culture, l'observation de l'effet stimulant qu'exerce l'eau sur la végétation sous certains climats. Mais elles se distinguent cependant des arrosages simples; elles exigent, en effet, des travaux préparatoires de captage de l'eau, et, souvent aussi, un aménagement particulier du sol. Déjà les Romains réglaient les irrigations à l'heure, et nous savons par Platon que les Grecs s'occupaient aussi beaucoup du régime des eaux. Laissant de côté toutes les discussions qui pourraient être soulevées à l'occasion de l'histoire des irrigations, on peut affirmer que c'est l'Italie du XIIIe siècle qui a renouvelé cet art, par des travaux dignes encore aujourd'hui de notre admiration. « Quand on songe, dit M. Albert Hérisson, que le Navi-

glio-Grande (grand canal italien construit en 1179) porte 52 mètres cubes, que l'endroit où se fait la dérivation du Tessin est à près de 50 mètres au-dessous de la plaine environnante, que la chute totale de ce point à Milan est de 33 mètres, qu'il fallait répartir convenablement sur une longueur de 50 kilomètres, on peut s'étonner que les Milanais du XIIe siècle aient eu l'audace d'entreprendre et le talent de mener à bien une œuvre aussi colossale. » Le canal de la Muzza, construit en 1223 et qui porte 74 mètres cubes, est resté jusqu'à ce siècle le plus grand ouvrage du monde entier en ce genre; il n'est dépassé aujourd'hui que par un autre canal italien, le canal Cavour, construit en 1866, d'une portée de 110 mètres cubes. En France, le plus grand canal d'irrigation, celui des Alpines, n'a que la modeste portée de 16 mètres cubes.

L'un des plus anciens de nos canaux, sinon le plus ancien, est le petit canal de Saint-Julien (Vaucluse), qui porte 4 mètres cubes et embrasse un périmètre d'arrosage de 3,300 hectares. Il fut vraisemblablement construit vers 1171. C'est au séjour des papes à Avignon qu'il faut d'ailleurs faire remonter l'extension des irrigations en Provence et dans le Comtat, et surtout les méthodes d'administration des irrigations collectives.

L'irrigation a d'autant plus d'utilité que le climat est plus chaud et plus sec et que le sol est plus léger et perméable. Cela explique qu'elle ait une plus grande importance dans les pays méridionaux que dans les pays septentrionaux ; les régions relativement froides, telles que le Limousin, la Campine en Belgique, les Vosges et d'autres la pratiquent cependant avec avantage. L'adduction de l'eau sur un sol peut, en effet, viser des buts bien distincts et également importants : corriger l'insuffisance ou l'irrégularité des pluies, fertiliser par l'apport des matières qu'elle retient en suspension; de plus, elle peut servir en certains cas au colmatage ou au limonage. Il faut distinguer enfin entre les irrigations d'*été* et les irrigations d'*hiver*.

Le comte de Gasparin a démontré, dans son *Cours d'agriculture,* que la quotité des produits que l'on obtient d'une terre dépend de deux facteurs : de l'eau et de la chaleur que les récoltes reçoivent pendant la période active de la végétation. Cette formule a été heureusement complétée et éclaircie par l'éminent agronome Barral. A ces deux éléments eau et chaleur, il faut en ajouter un troisième que M. de Gasparin n'avait cependant pas négligé complètement, l'engrais que la plante doit trouver dans le sol. Il n'y a donc pas de bonne irrigation sans une fumure additionnelle qui vienne la compléter. Cette fumure peut être incorporée au sol par l'eau même qui sert à l'irrigation : de là l'utilisation de plus en plus générale des eaux des égouts des villes. Si l'on engraisse du bétail, par exemple, on reconnaît facilement que l'herbe d'une prairie convenablement fumée est plus nutritive et donne des résultats plus rapides que l'herbe des prairies irriguées à l'eau claire. On constate également des résultats analogues avec les autres récoltes, les céréales, les cultures maraîchères. L'appréciation de la qualité des eaux qui doivent être employées à l'irrigation est donc une partie importante de l'agronomie.

Les limons déposés par les rivières sont des mélanges de sables impalpables, d'argile, de carbonate de chaux, de divers autres minéraux amenés au dernier état de division, enfin de matières organiques presque toujours azotées. Ces limons sont le plus souvent analogues par leur composition aux terrains qui les ont fournis par leur désagrégation.

Les quantités relevées par quelques expériences sont les suivantes :

Matières solides en suspension dans les eaux courantes.

	Du 1er avril au 30 septembre.	Du 1er octobre au 31 mars.	Pendant LES CRUES.
	Grammes.		
Seine.	200	400	2,740
Rhône à Lyon	78	73	1,250
Durance	1,460	780	3,632
Var	2,820	1,699	36,617

L'analyse montre que les substances les plus communes en suspension dans les eaux sont la chaux, l'alumine et la silice, mais on y trouve aussi des sels de potasse, de soude, de magnésie, des phosphates et des matières azotées.

Ainsi on a trouvé en azote par kilogramme de limons dans :

	Grammes
La Durance.	0,71 à 1,28
Le Var.	0,90 à 4,70
La Loire.	2,10 à 6,10
La Marne.	4,10 à 9,80
La Seine (en amont de Paris).	4,20 à 9,40

On sait que le fumier de ferme dose en moyenne 4 à 5 p 1,000 d'azote.

Si l'on suppose une irrigation ordinaire avec les eaux de la Durance, telle qu'elle se pratique durant les six mois d'été, un hectare de terre recevra pendant cette période environ 15,500 mètres cubes d'eau, contenant $1^{kg},460$ de matières en suspension par mètre cube, soit 22,700 kilogrammes de limon, contenant de 16 à 29 kilogrammes d'azote ou l'équivalent d'une fumure de 4,000 à 7,000 kilogrammes de fumier

Certains agronomes avaient pensé que les irrigations d'hiver convenaient spécialement aux régions du Nord et les irrigations d'été aux régions du Midi Mais les unes et les autres ont une action fertilisante analogue par les limons qu'elles apportent L'emploi des eaux en hiver est le seul possible dans les nombreux pays privés d'eau en été, en Sologne, par exemple Les irrigations d'hiver se pratiquent couramment dans la Campine, le Roussillon, le Milanais et la *huerta* de Valence, en Espagne La Provence n'en use pas assez, et, en été, l'eau lui fait bien souvent défaut.

Les irrigations ne sont pas seulement utiles aux prairies, comme on se l'imagine trop souvent, la plupart des cultures bénéficient grandement des arrosages d'été, au moins sous le climat méditerranéen Dans le midi de la France, les prairies, les luzernes, les cultures maraîchères et horticoles, les légumineuses, les céréales et même l'olivier, sont régulièrement arrosés En Italie, en Espagne, en Égypte, dans l'Inde, aux États-Unis et en Australie, le rôle principal des irrigations est précisément de faciliter les cultures annuelles ou les cultures arbustives que trop souvent on néglige en France La statistique agricole de 1882, dans notre pays, n'a relevé que la surface des prairies irriguées, et a passé sous silence toutes les autres cultures arrosées

Autre observation enfin d'ordre général : les irrigations se font soit par l'utilisation des eaux dont chaque propriétaire peut disposer sur son domaine, ce sont les irrigations individuelles ; soit par l'aménagement de l'eau recueillie dans de grands cours d'eau et distribuée par un canal et des branchements divers à un grand nombre de propriétaires en même temps, ce sont les irrigations collectives par syndicat.

Les lois du 29 avril 1845 et du 11 juillet 1847 ont créé, en France, des servitudes foncières (droit d'amenée et d'écoulement de l'eau, droit d'appui des barrages) à l'encontre des propriétaires voisins en faveur des irrigations.

La construction de grands canaux d'irrigation n'est pas toujours incompatible avec les intérêts de la navigation. La Campine, le Piémont, l'Inde, la Chine, l'Égypte, ont des canaux qui répondent à ce double objet; le canal du Rhône, au Rhin, construit exclusivement pour la navigation, donne d'assez grandes quantités d'eau à l'irrigation ; de même le canal du Midi pour la submersion des vignes.

II.

STATISTIQUE ET ÉCONOMIE COMPARÉE EN DIFFÉRENTS PAYS.

Il serait difficile, étant donnée l'imperfection des statistiques agricoles à cet égard, de donner avec quelque exactitude l'étendue des terres soumises à l'irrigation ainsi que leurs produits.

De très nombreux documents peuvent être consultés, mais aucun relevé d'ensemble un peu précis.

L'éminent directeur de l'Hydraulique agricole en France, M. Philippe, estime que la plus-value réalisée sur un sol par l'emploi des arrosages procure un accroissement de revenu net d'au moins 200 fr. par hectare, déduction faite de toutes les charges (1). La valeur foncière de la terre s'élève, par le seul fait de l'irrigation, de 4,000 fr. environ par hectare. Cette plus-value peut même atteindre un chiffre plus élevé pour les terres de mauvaise qualité.

Le colmatage pratiqué avec les eaux troubles des crues peut, après l'achèvement des travaux, procurer une plus-value de 2,000 fr. au moins par hectare, et cette plus-value est même de beaucoup supérieure à cette somme, lorsque, après le colmatage, on peut arroser régulièrement la terre.

Dans la région du Midi, les vignes de plaine qui ont pu être submergées ont été protégées des atteintes du phylloxéra. C'est là une question connexe à celle des irrigations que nous retrouverons bientôt.

Pour la France, la statistique agricole de 1882, qui manque de précision sur ce point, évalue à 955,265 hectares les prairies irriguées par des canaux ou travaux spéciaux, et à 1,405,000 hectares, celles irriguées naturellement par les crues des rivières, soit 2,360,000 hectares environ au total. Les rendements moyens sont estimés à 37 quintaux de fourrages, valant 230 fr. par hectare, soumis à l'arrosage, contre seulement 31 quintaux, valant 190 fr., en terrains secs. On a beaucoup développé les irrigations dans notre pays depuis 1880.

---

(1) *Note sur l'irrigation en France et en Algérie.* Paris, 1891.

De 1862 à 1882, elles ont augmenté, d'après les statistiques agricoles, de 550,000 hectares, procurant ainsi au pays un accroissement de revenu annuel de plus de 100 millions de francs, soit l'intérêt d'un capital de 3 milliards et demi au moins, plus-value foncière gagnée de ce chef par la propriété. On verra plus bas que 1,000 hectares peuvent être irrigués normalement avec un débit de 1 mètre cube d'eau par seconde. Or, la France peut disposer encore — suivant les estimations de M. Chambrelent — de 7,000 mètres cubes d'eau par seconde, débit qui permettrait d'irriguer 7 millions d'hectares. De grands progrès peuvent encore être réalisés par une meilleure utilisation de l'eau disponible.

Les statistiques italiennes évaluent à 1,357,675 hectares l'étendue des terres irriguées. Sur cette surface, 1,122,000 hectares appartiennent au Piémont et à la Lombardie. Le réseau des canaux d'irrigations est extrêmement perfectionné dans la vallée du Pô, et il s'augmente chaque année. Ce réseau a presque toujours été établi en vue de la navigation intérieure et de la régularisation des cours d'eau. L'hydrographie spéciale du bassin de ce fleuve a été admirablement mise à profit. Baumgarten a calculé que, dans la plaine lombarde seulement, pour les travaux de nivellement, du réemploi des colatures, etc., le sol a été remué et dressé sur une épaisseur de 40 à 50 centimètres; ce qui, pour 2,000 kilomètres, représenterait une dépense de 400 millions.

Quant aux produits, ils s'élèvent parfois très haut; les prairies donnent de 6,500 à 8,000 kilogrammes de foin sec annuellement, et les fameuses marcites de la Lombardie donnent 15,000 kilogrammes, tandis que sur celles arrosées par les eaux d'égout de Milan, on récolte jusqu'à 25,000 kilogrammes de foin sec par hectare. Les marcites se louent de 250 à 500 fr. l'hectare. Soumis à la culture du riz, les sols irrigués produisent 30 à 65 hectolitres de riz commercial, soit un produit brut pouvant dépasser 1,000 fr. par hectare; avec les maïs, les rendements varient beaucoup suivant les variétés : ils atteignent 30 hectolitres pour les espèces hâtives et jusqu'à 50 et 70 hectolitres pour les maïs d'hiver. Pour le lin d'automne, on estime la production moyenne à 5,000 kilogrammes par hectare, tige et graine, rendant de 15 à 16 hectolitres de graine et de 270 à 300 kilogrammes de filasse.

L'Espagne a aussi développé quelque peu les irrigations en Andalousie, dans la province de Valence, et en Catalogne. Commencés par les Maures, les travaux ont été continués, mais ils sont encore bien restreints : moins de 100,000 hectares sont arrosés. Le régime des eaux étant très irrégulier dans ce pays, on a depuis longtemps eu recours à d'immenses barrages-réservoirs; mais ceux-ci s'envasent et quelques-uns même sont aujourd'hui complètement comblés et hors d'usage.

Le même écueil existe en Algérie, le même problème s'y trouve posé, mais l'incurie n'y règne pas. D'après le récent rapport de M. Burdeau, député, nous avons pu irriguer, dans notre colonie, depuis la conquête, 134,000 hectares au moyen des eaux retenues dans les barrages en solide maçonnerie, construits à grands frais et qui exigent un entretien extrêmement coûteux. Mais les indigènes, avec des barrages primitifs en clayonnages et terre mélangée, ont depuis longtemps, presque sans concours de notre part, avec des dépenses minimes, réussi à assurer l'irrigation d'une superficie au moins égale. Dans les ksour du Sud, on ne constate pas une moindre ingéniosité pour recueillir et régler l'emploi de l'eau pour les ar-

rosages des jardins potagers et des palmiers. Il y a lieu d'espérer, pour l'avenir, que le danger d'envasement des grands réservoirs à barrages sera considérablement atténué et que l'on pourra arriver à les dévaser régulièrement et économiquement. Le mémoire de M. Philippe (déjà cité) nous fait connaître, en effet, que des expériences de dévasement ont été commencées au petit réservoir de Djidiouia, par le nouvel appareil dû à un inventeur lyonnais, M. Jandin. La dépense est dès maintenant réduite de 4 à 1 et on compte arriver à beaucoup mieux dans l'avenir, car on en est encore aux premiers sacrifices et à la première mise en pratique d'un procédé nouveau. Et nous avons appris, depuis la rédaction de ce mémoire, que le dévasement du barrage de Djidiouia est désormais assuré.

M. de la Blanchère a présenté récemment à l'Institut un travail historique sur les ouvrages hydrauliques des Romains en Afrique, qui montre que pour eux, comme pour nous, aujourd'hui, la régularisation du débit des eaux disponibles pour l'agriculture était une préoccupation fort grave. La réputation de fertilité de la région porte à croire que les travaux des Romains permettaient de parer normalement aux inconvénients de la sécheresse prolongée pendant cinq mois de l'année.

Si de l'Algérie nous passons en Égypte — *ubi aquæ ducuntur irriguæ,* suivant l'expression de la Genèse, nous constatons que l'art des irrigations y est né avec son antique civilisation. Les crues du Nil, qu'il fallut dompter par des travaux gigantesques, se transformèrent en arrosages et colmatages réguliers, même antérieurement à l'époque historique. L'Égypte moderne a repris et utilisé les travaux des anciens, et elle étend sans cesse la zone de submersion et d'irrigation par la construction de nouveaux canaux. On remplace de plus en plus la submersion par l'irrigation, les terres sont ainsi cultivées en été; elles peuvent porter deux récoltes de canne à sucre et de coton, et leur revenu net s'en trouve augmenté de 70 p. 100. Le dragage des limons dans les canaux se fait maintenant par les moyens mécaniques et non plus par corvée; mais c'est encore une charge considérable, car les eaux du Nil sont extrêmement limoneuses. L'eau coûte cher, le service en est fait par le gouvernement. Pour une longueur de canaux de 2,216 kilomètres, on irrigue, en Égypte, 1,100,000 hectares (en 1889), et cette surface peut être encore considérablement accrue.

Il serait difficile de fournir des données précises sur les irrigations en Chine. C'est le pays classique d'utilisation de l'eau et des déjections humaines. La population est, en beaucoup de provinces, cinq ou six fois plus dense qu'en France. La jachère est inconnue, le sol ne cesse de produire presque partout régulièrement deux récoltes par an et souvent toujours la même : blé sur blé, riz sur riz, maïs, sorgho, millet, luzerne, etc. De grands canaux ont été construits : le canal impérial, qui réunit le Peï-Ho avec le Yang-Tse-Kiang, fut commencé au VIIe siècle de notre ère et achevé seulement au IXe. D'une longueur de 1,350 kilomètres, il établit une communication navigable de 3,200 kilomètres de longueur et permet d'irriguer des surfaces énormes.

Au Japon, les irrigations ne sont guère moins développées qu'en Chine, toutes proportions gardées; quant à la surface territoriale, on ne peut estimer à moins de 3 millions d'hectares les surfaces qui y sont régulièrement soumises aux arrosages.

Mais c'est dans l'Inde anglaise que nous pouvons le mieux étudier les effets des

irrigations. Voici tout d'abord l'étendue des surfaces irriguées pendant l'année 1889-1890, d'après les documents officiels (1) :

	HECTARES.
Canaux d'État.	3,683,642
Canaux privés.	437,088
Réservoirs	2,160,807
Puits	4,035,895
Autres sources	901,840
	11,219,272

Ces chiffres ne comprennent pas le Bengale, non relevé dans le document qui, d'après les dernières statistiques publiées, irrigue environ 405,000 hectares. La surface soumise aux irrigations s'accroît très rapidement depuis un demi-siècle. Grâce à la puissante action du gouvernement anglais, plusieurs millions d'hectares seront encore irrigués dans un prochain avenir.

Les cultures qui ont reçu l'eau pendant ce même exercice se répartissent ainsi :

	HECTARES.
Froment.	2,668,815
Autres céréales et légumes . . .	6,714,609
Récoltes alimentaires diverses. .	694,923
Récoltes non alimentaires. . . .	1,560,635

On voit combien le rôle de l'eau est déjà important dans l'agriculture indienne.

« D'après les plus anciens textes de l'Inde, nous dit M. Ronna (2), l'eau employée en agriculture est un bienfait tel que les divinités l'ont pour agréable. La plus vieille chronique, *le Paorana,* écrite en langue sanscrite à une date restée inconnue, apprend qu'aucun bonheur n'est éprouvé dans les trois mondes : ciel, terre et enfer, sans eau. Aussi, tout homme sage et éclairé doit faire que l'on édifie des réservoirs, des étangs, des puits, etc. » Dix siècles avant l'ère vulgaire, parmi les milliers de canaux qui sillonnaient le territoire, il y en avait dont la longueur atteignait jusqu'à 100 lieues. On retrouve encore des barrages d'une puissance incomparable. A Ceylan, le réservoir de Padivil est formé par une retenue de 18 kilomètres de longueur, 27 mètres de hauteur, 70 mètres de largeur à la base et 10 mètres au couronnement. Sa restauration seule coûterait aujourd'hui plus de 30 millions de francs.

Les canaux exécutés depuis 1817 par le gouvernement britannique dépassent comme proportions les plus grands travaux de la haute Italie et du monde. Les plus récemment construits sont pourvus d'écluses pour la navigation et portent des

(1) *Returns of agricultural statistics of British India and the native state of Mysore for 1889-1890.* Calcutta, 1891.

(2) A. Ronna, *Les Irrigations,* t. III, p. 538.

bateaux à vapeur de 300 à 400 tonnes. De Kurrachee à l'ouest, on peut aller à Suddye, à l'est, à 4,000 kilomètres de distance, et à Tanjore, au midi, à 5,000 kilomètres, et les dérivations et les bouches secondaires sont innombrables. De 1868 à 1878, en dix ans, le gouvernement a consacré aux entreprises d'irrigation une somme de 261 millions de francs.

C'est par le développement de plus en plus parfait de ses irrigations que l'Inde a pu se livrer sur une aussi vaste échelle à la culture des céréales et faire concurrence non seulement à l'Europe, mais encore aux produits des États-Unis eux-mêmes.

L'Allemagne possède environ 25,000 à 28,000 hectares de prairies irriguées et la Grande-Bretagne moins de 50,000 hectares.

Reste enfin à terminer cette revue par les pays de peuplement récent, l'Amérique et l'Australie, où les irrigations ont été introduites depuis peu.

Aux États-Unis, le census de 1890 a relevé très exactement les surfaces déjà irriguées, mais le dépouillement est encore loin d'être terminé. A défaut des résultats de cette enquête inachevée, nous pouvons donner un renseignement positif émanant du major John W. Powell, directeur du *Geological Survey* de Washington, qui nous fait connaître que la surface irrigable est probablement un peu supérieure à 8 millions d'acres (3,237,600 hectares). Un peu plus de la moitié de cette surface seulement était sous culture, au 31 mai 1890, par suite de la rareté de l'eau ou de l'incomplet achèvement des canaux et rigoles (*ditches*).

Pour une immense région située dans l'extrême ouest des États-Unis, la hauteur de pluie qui tombe annuellement ne dépasse pas 10 à 60 centimètres, l'air est tellement sec qu'il ne se produit souvent même pas de rosée à 10 degrés au-dessous de zéro ; les cours d'eau sont fort peu nombreux, et sur plus de trois millions et demi de kilomètres carrés (la moitié presque du territoire fédéral), la culture est impossible sans eau. Les grands États compris dans cette zone ont dû songer obligatoirement à recourir aux irrigations ; il est d'ailleurs difficile d'utiliser les prairies faute d'eau pour l'abreuvage du bétail, et l'herbe elle-même brunit après les rares pluies comme si le feu l'avait léchée. L'irrigation est, dans ces conditions, le grand agent de fertilisation et de mise en valeur du sol. Dans la ferme irriguée du colonel Archer, à Denver (Colorado), l'hectare rend 17 hectolitres de froment, 54 hectolitres d'orge, 2,000 kilogrammes de foin, qui se paient 200 fr. les 1,000 kilogrammes (1). A défaut d'irrigation, on n'a qu'un maigre pâturage de printemps difficilement utilisable. Dans le Wyoming, MM. Albert Pell et Clare Read (2) citent des rendements de 10,000 à 15,000 kilogrammes de fourrages aux environs de Big-Horn et de Powder-River.

Les États qui ont le plus développé les irrigations sont, en première ligne : la Californie, puis le Colorado, le Wyoming, l'Utah, le Texas, le Montana, l'Orégon. Quelques-uns même ne trouvent pas suffisamment d'eau à dériver dans leurs rivières, tels sont ceux de Nevada, de New-Mexico et d'Arizona.

Voici quelques renseignements extraits du dernier census. (Voir le tableau page suivante.)

---

(1) A. Ronna, *Le Blé aux États-Unis d'Amérique*, 1880.

(2) *L'Agriculture des États-Unis*. Paris, Imprimerie nationale, 1881.

	ARIZONA.	NOUVEAU-MEXIQUE.	UTAH.	WYOMING.
	—	—	—	—
Prix moyen du droit de l'eau par acre.	35f35	27f90	52f75	18f10
Prix moyen de l'eau par an	7 75	7 70	4 55	2 20
Prix moyen du premier établissement .	43 »	58 55	74 25	41 15
Valeur réelle par acre des terres irriguées (bâtiments compris)	243 40	254 90	421 25	157 »
Produit moyen annuel	69 60	64 »	90 15	41 25

Ces valeurs moyennes sont données ici en francs par acre ; pour les rapporter à l'hectare, il faut les multiplier par 2 1/2 à peu près.

Enfin l'Australie a commencé à son tour, en 1887, à créer des irrigations par des canaux dérivés du fleuve Murray. A l'Exposition de 1889, elle nous a fait connaître (1) que 3,000 hectares étaient déjà irrigués au moyen de 23 kilomètres de canaux principaux et de 30 kilomètres de dérivations, dont le coût fut de 935 fr. par hectare ou de 1,250 fr., suivant qu'il s'agit de terrains pour la culture ordinaire ou pour l'horticulture. Cette tentative doit s'étendre sur une concession déjà consentie de 200,000 hectares.

Cet essai de statistique, si imparfait qu'il soit, montre que les irrigations sont assez souvent le seul moyen d'utiliser avantageusement le sol. Quelques résultats obtenus en différents milieux plus particulièrement pauvres peuvent d'ailleurs suffire à justifier la faveur dont elles jouissent. Dans la Campine belge, le canal dérivé de la Meuse a exigé, terrain compris, une dépense de 1,000 à 1,200 fr. par hectare ; le revenu net, dans les plus mauvaises conditions, ne s'élève pas à moins de 130 à 150 fr., soit 10 à 15 p. 100. En Sologne, les prés non arrosés donnent de 1,000 à 2,000 kilogrammes de foin par hectare, les prés arrosés fournissent de 4,500 à 8,000 kilogrammes. Barral, dans l'un de ses rapports sur les concours d'irrigation, dit qu'il a constaté, dans Vaucluse, des rendements de 17,000 kilogrammes de foin sec et de 19,000 kilogrammes de luzerne et des produits dépassant une valeur de 3,000 fr. dans les cultures maraîchères. On peut citer des résultats plus extraordinaires encore. De Gasparin déclare, dans son *Cours d'agriculture,* avoir vu « 14 hectares de terrain graveleux et sablonneux, provenant d'un bois défriché et ayant coûté 18,000 fr., produire en une seule année, par le moyen des irrigations du canal de Donzère, 350,000 kilogrammes de luzerne, d'une valeur de 18,000 fr., prix d'achat du terrain ». (Tome I, p. 458.)

Dans la vallée de la Seine, le prix de fermage des terres irriguées est le double de celui des terres non irriguées ; dans la vallée de la Saône, l'irrigation a quintuplé la valeur du sol ; dans certaines landes de Bretagne, elle a décuplé cette valeur. Dans les Vosges, les grèves de la Moselle, qui n'avaient aucune valeur, valent, depuis qu'elles sont irriguées, 5,000 fr. par hectare.

Mais ce n'est pas par des exemples choisis que l'on peut se prononcer définitivement sur la valeur économique des irrigations. En France, notamment, on est assez porté à croire qu'elles ne constituent que très rarement des améliorations profitables. Nos plus anciens canaux de Provence vivent à peine financièrement, et beau-

(1) *The Australian Irrigation colonies on the river Murray in Victoria and South Australia.* Paris exhibition, 1889.

coup d'entreprises de cette nature ont eu des périodes très difficiles à traverser. Cette défaveur auprès des capitalistes est la cause la plus directe de la non-exécution du grand canal dérivé du Rhône projeté depuis si longtemps pour l'irrigation du Bas-Languedoc. Il est à signaler cependant que l'État ayant directement entrepris de 1880 à 1883 plusieurs canaux d'irrigation dans la région narbonnaise, où ils servent surtout à la submersion des vignes, ces travaux ont immédiatement rémunéré à 4 90 p. 100 les capitaux dépensés. Ceci nous amène à dire quelques mots du régime légal et de l'administration des canaux d'irrigation. Toutefois, il faut auparavant fixer approximativement les quantités d'eau nécessaires à la culture.

III.

QUANTITÉS D'EAU NÉCESSAIRES A L'IRRIGATION.

Une description des procédés employés pour utiliser l'eau demanderait de longs développements ; nous ne pouvons que les indiquer ici, sans sortir de notre cadre. Les méthodes d'arrosage principales sont au nombre de quatre :

La méthode dite par ados ;
— par déversement ;
— par infiltration ;
— par submersion.

Cette dernière peut être appliquée à la culture des céréales et du riz, mais elle a surtout été appliquée dans ces dernières années à la protection des vignes contre le phylloxéra dans le Midi, et, de ce chef, elle a acquis une importance considérable.

Les trois premières méthodes d'arrosage sont dominées par un principe commun qui peut se traduire ainsi :

L'eau doit arriver partout, elle ne doit séjourner nulle part.

Toute méthode d'irrigation suppose donc l'emploi de canaux de distribution amenant l'eau sur le terrain à arroser, et aussi de canaux de colature enlevant l'eau en excès, de manière qu'elle ne séjourne pas sur les parties basses de ce terrain.

C'est la moyenne de débit de 1 litre par seconde et par hectare qui est ordinairement prise pour base dans les contrats passés, soit entre l'État et les compagnies d'irrigation, soit entre celles-ci et les agriculteurs.

En Algérie, les volumes d'eau distribués aux cultures sont généralement la moitié ou même moins encore de ce qu'ils sont en France, parce que l'eau y est plus rare et qu'elle est donnée avec plus de parcimonie.

En dehors de la région du Midi, on donne aux prairies des quantités d'eau extrêmement considérables ; les arrosages d'hiver à grands débits sont quelquefois prolongés dans le Nord pendant huit et dix jours sans inconvénient.

Tant que l'eau est courante, il n'y a pas à craindre la gelée, et souvent d'ailleurs

l'eau employée à l'arrosage est à une température de quelques degrés plus élevée que celle de l'atmosphère.

A l'étranger, le débit des eaux pour l'irrigation considéré comme nécessaire est bien inférieur aux chiffres admis en France. En Espagne, les irrigations d'hiver et d'été se font avec un débit moyen de $0^{lit},50$ par seconde et par hectare. Llaurado, le célèbre hydraulicien, incline à penser cependant qu'un débit de 75 centilitres serait préférable. Le Piémont et la Lombardie emploient à peu près les mêmes quantités d'eau qu'en France. Dans l'Inde, avec un litre d'eau par seconde, on arrose 8 acres, soit plus de 3 hectares sur le canal Jumna Est, 4 hectares sur le Jumna Ouest et 2 hectares sur le canal du Gange.

L'abondance de l'eau n'est donc pas absolument indispensable au succès des irrigations et l'on pourrait prévoir pour notre pays une meilleure utilisation des ressources disponibles.

Des expériences ont été faites en ces dernières années dans les environs d'Aix, en vue d'arriver à la détermination des quantités d'eau nécessaires aux diverses cultures (1). Il faut tout d'abord observer que cette quantité d'eau nécessaire à une culture dépend d'une foule de circonstances, telles que l'intensité et la distribution des pluies annuelles, l'état hygrométrique de l'atmosphère, la plus ou moins grande perméabilité du sol et du sous-sol, la nature de la plante cultivée, le mode d'arrosage employé, etc. Les végétaux à racines profondes, comme la luzerne et la plupart des arbres, demanderont plus d'eau que les plantes à racines superficielles, comme les céréales. Un sol argileux qui absorbe facilement l'eau, mais qui la retient, demandera à être arrosé plus abondamment, mais moins fréquemment qu'un sol sableux, par exemple, qui absorbe peu d'eau, mais qui la laisse filtrer facilement.

Les expériences qui ont été faites près d'Aix en Provence ont fourni les indications suivantes :

Prairies naturelles et jardins. — Un arrosage tous les huit jours pendant six heures, à raison de 30 litres par seconde et par hectare, soit un volume d'eau de 648 mètres cubes d'eau par arrosage et de 14,904 mètres cubes pour les 23 arrosages à donner pendant la saison qui dure 183 jours, du 1er avril au 1er octobre ; ce qui correspond à un débit continu de 1 litre environ par seconde et par hectare.

Prairies artificielles : luzernes. — Arrosages tous les douze jours pendant six heures, à raison de 30 litres par seconde et par hectare : 648 mètres cubes d'eau par arrosage, 9,720 mètres cubes pour 15 arrosages d'été. On admet en général, dans le Midi, qu'un débit continu de 1 litre par seconde permet d'arroser un hectare et demi de luzerne ou de prairie artificielle.

Céréales : blé. — Pas d'arrosage régulier, on y recourt en cas de sécheresse au printemps, entre le 15 avril et le 15 mai et exceptionnellement en été, soit 2 arrosages en plus. Volume d'eau par arrosage : 648 mètres cubes, à raison de 30 litres par seconde et par hectare, ce qui correspond à un débit continu de 4 centilitres.

---

(1) Nous empruntons la plupart de ces chiffres au mémoire de M. Léon Philippe.

Légumineuses : pommes de terre, chardon à foulon, cultures maraîchères. — Débit continu de 1 litre par seconde et par hectare; arrosage total, 15,000 mètres cubes d'eau.

Jardins. — Arrosages fréquents et abondants, débit continu de 2 litres 1/2 par seconde et par hectare, correspondant à un volume total de 40,000 mètres cubes environ.

Olivier. — Arrosé en moyenne deux fois par an, en juin et en août; chaque arrosage dure deux heures un quart, à raison de 60 litres par seconde et par hectare, soit 486 mètres cubes par arrosage, 1,000 environ pour les deux, ce qui correspond à un débit continu de 63 centilitres par seconde et par hectare.

Vignes. — De plus en plus dans le midi de la France, et dans les sols où cela est possible, on irrigue les vignes en été. La pratique n'est pas encore fixée exactement sur cette méthode relativement récente. On emploie environ 120 à 400 mètres cubes d'eau par arrosage et par hectare, suivant la composition du sol et aussi le système d'arrosage. Le nombre des arrosages varie de deux à six, répartis de mai à août.

Submersion des vignes. — En ce qui concerne spécialement la submersion pour la protection des vignes contre le phylloxéra, procédé qui consiste, on le sait, à maintenir le vignoble sous une couche d'eau qui varie de $0^m,20$ à $0^m,40$ pendant trente à soixante jours; elle se pratique en hiver, au moment où l'eau est abondante et les irrigations rares — dans le Midi. — Il faut un débit considérable pour les deux premiers jours : 2,000 mètres cubes par hectare, équivalent à un débit continu de 11 à 12 litres par seconde, puis, les cuvettes une fois remplies, un débit de 1 litre par seconde et par hectare suffit largement.

Dans l'Aude et l'Hérault où l'on submerge pendant 40 à 45 jours consécutifs, la quantité d'eau employée varie entre 12,000 et 28,000 mètres cubes par hectare, soit 3 litres à $7^{lit},20$, débit continu.

Ces chiffres peuvent cependant varier dans de grandes limites avec le degré de perméabilité du sol. Dans les fonds trop perméables, la submersion devient trop coûteuse ou même pratiquement impossible parfois.

Il y a en France, à l'heure actuelle, 33,000 hectares de vignes submergées.

Eaux d'égout. — Il faut aussi signaler les grands progrès récemment faits par l'emploi des eaux des égouts des villes. Jusqu'ici elles étaient abandonnées, sans profit aucun pour l'agriculture, ne produisant d'autre effet que de souiller les fleuves et rivières qui les recevaient.

La ville de Paris a pris l'initiative de l'utilisation en grand de ses eaux vannes à Gennevilliers, en 1869, puis, en 1890, à Achères. Berlin, Édimbourg, Reims, Bruxelles, Birmingham, ont suivi cet exemple, et cette méthode se généralise rapidement aujourd'hui. Ce n'est plus seulement de l'irrigation simple que l'on fait alors, c'est tout un système de culture nouveau très intensif que l'on pratique, les eaux vannes étant extrêmement fertilisantes, surtout quand les villes pratiquent le tout à l'égout. On estime que sur un sol léger perméable et bien drainé, 50,000

mètres cubes d'eau d'égout peuvent être assainis par hectare et par an, en donnant un produit brut maraîcher qui peut s'élever jusqu'à 10,000 fr

A Gennevilliers, la ville de Paris loue ses terres jusqu'à 450 fr par hectare On y déverse 57,000 mètres cubes d'eau dont la richesse fertilisante correspond assez exactement à celle de 570,000 kilogrammes de fumier de ferme par la richesse en azote, à 342,000 kilogrammes par la richesse en acide phosphorique et à 405,000 kilogrammes par la richesse en potasse, chiffres formidables, la culture à hauts rendements ne disposant guère que de 30,000 à 60,000 kilogrammes de fumier. Les matières de déjection incorporées au sol par les labours se nitrifient très rapidement, et les principes non utilisés par la végétation sont entraînés par le drainage. Le sol n'agit que comme intermédiaire, comme agent de décomposition, comme atelier de transformation A Édimbourg, les sables irrigués depuis plus de deux siècles par les eaux d'égout ne se sont ni enrichis, ni appauvris par ce régime.

IV.

PRIX DE L'EAU.

Il est bien difficile de donner les chiffres absolus de la valeur de l'eau. Il arrive fréquemment que le capital d'établissement des canaux — les anciens surtout — n'exige aucun amortissement, soit qu'il ait été amorti déjà, soit que les usagers en aient eux-mêmes fait la dépense. Le tarif de l'eau ne représente alors que les frais d'entretien des travaux, de curage, l'administration et le service. Plus souvent, au contraire, la taxe doit comprendre la rémunération du capital de construction; elle est alors forcément élevée.

L'Italie a des régimes très divers. Tandis qu'en Piémont l'eau appartient très généralement à l'État ou à des entreprises particulières qui la cèdent moyennant des redevances assez élevées, en Lombardie, pour un grand nombre de canaux, l'eau appartient au sol par suite d'anciens droits acquis, et l'État, qui entretient les canaux principaux, ne prélève que des taxes très modérées.

La base de taxation est tantôt le volume d'eau distribué, tantôt la durée du débit et tantôt enfin la surface irriguée par arrosage. Le volume d'eau est mesuré par une bouche modelée, compteur dont le principe a été défini en 1571 par l'ingénieur Soldati. Les *bocche modulate* du Milanais débitent $34^{lt},5$ environ par seconde. Les prix varient beaucoup d'une province à l'autre, d'un canal à l'autre; ils sont presque équivalents et très comparables à ceux pratiqués en France, que nous allons indiquer ci-dessous (de 30 à 75 fr.).

Parfois même, à Verceil, à Novare, à Plaisance, en Sicile, ils sont beaucoup plus élevés, ils paraissent atteindre le double de nos tarifs (jusqu'à 200 fr. et plus).

Le canal Cavour fait payer seulement 25 fr. par litre par seconde en été et 18 fr. en hiver.

Dans l'Inde, la seule base de taxation possible est celle de la surface arrosée et des différentes cultures qui reçoivent l'eau; le prix paraît varier entre 5 fr. 50 c. pour les légumes, 12 fr. 50 c. pour les céréales et 28 fr. pour les jardins.

En Espagne, dans les grandes *huertas* du Midi, ce sont les syndicats des canaux

qui fixent le prix de l'eau, en assemblée générale. A Valence, à Murcie, à Almansa, à Alicante, ces prix fixés par arrosage ne paraissent pas s'élever au-dessus de 8 à 12 fr. par hectare et par an.

Dans les canaux du Nord, les prix sont plus élevés; ils sont, cependant, plus bas en général que les tarifs français; ils varient de 15 à 60 fr., que les eaux appartiennent à des syndicats ou à des particuliers.

En France, ainsi que Barral l'a fait remarquer au cours de ses remarquables études sur les irrigations dans le Midi, il y a en Provence des localités privilégiées; pour quelques-unes le prix de l'eau est une ancienne redevance féodale ou coutumière qui n'a pas changé; pour d'autres, elle avait été fixée au début à forfait ou même concédée gratuitement en échange des terrains nécessaires à la construction des canaux; ce ne sont là toutefois que des exceptions s'étendant, en somme, seulement à des surfaces très restreintes.

Le canal des Alpines et celui de Peyrolles ont des tarifs stipulés en nature, quoique exigibles en argent. A la suite de diverses transformations, la redevance payée au canal des Alpines, sans distinction de branches ou de filioles, a été fixée entre 35 et 40 fr. par hectare. Au canal de Peyrolles, certains arrosants ont le droit à l'eau à perpétuité; d'autres, actionnaires, ont fait abandon de leur droit au dividende contre le droit d'arrosage; ceux qui paient l'eau doivent une redevance fixée à deux hectolitres en blé au taux moyen des mercuriales d'Aix, pendant les dix années précédentes (ordonnance de 1843), soit 37 à 45 fr. par hectare.

Les canaux récents ont des tarifs plus élevés que les anciens. Le canal de Marseille fait payer 50 fr. par hectare; de même que ceux de Pierrelatte et de la Bourne, pour les premiers souscripteurs au moins; les autres paient 60 fr. Le canal du Verdon exige 70 fr. par an et par litre dans la commune d'Aix; 60 fr. dans les autres communes; pour les eaux continues, le prix est de 80 fr. par module de 1 décilitre par seconde. Ces mêmes conditions se retrouvent au canal de Manosque pour les eaux continues en concurrence avec le tarif de 50 fr. par litre et par seconde.

Considérations générales sur les prix de l'eau. — On peut considérer que le prix de 60 fr. par hectare est sensiblement le maximum de ce que l'on peut exiger de la culture. Dépasser ce chiffre, c'est éloigner les adhérents aux arrosages dans la plupart des cas. L'eau doit être à bon marché pour que les irrigations se créent et s'étendent, sinon toute incitation à mieux faire, tout stimulant économique vers cette amélioration foncière disparaissent.

L'administration française a sanctionné et maintient à peu près dans tous ses contrats la base du débit d'arrosage de 1 litre par seconde. C'est une base erronée, un peu exagérée même comme moyenne nécessaire et inefficace souvent en pratique par suite de la diversité des sols. Il faudrait vendre l'eau au volume seulement sans tenir compte de la surface irriguée, ni de l'usage qu'en fait l'irriguant. On a des partiteurs et des compteurs assez pratiques pour que l'adoption de cette base ne présente aucune espèce de difficulté. On comprend aisément que les prix ne peuvent être uniformes; les canaux coûtent plus ou moins cher à construire suivant les régions, ainsi que les dérivations. La diversité des situations explique la diversité des tarifs. Mais en tous cas il faudrait considérer les services d'irrigations presque comme des services publics; il nous semble que l'État a le devoir d'aider

le plus possible l'extension des irrigations si favorables, au développement de la richesse publique. Il n'y a pas failli en ces vingt dernières années, il faut le reconnaître, et la preuve en est facile à donner par l'étude même des entreprises les plus récentes. Sans le concours de l'État, l'aménagement des eaux coûterait généralement très cher de premier établissement et les irrigations seraient économiquement impossibles dans un très grand nombre de cas.

On a à relever à toutes les époques, dans notre pays, beaucoup d'échecs dans les entreprises d'irrigation malgré le prix élevé des concessions d'eau. Les canaux les plus anciens de la Provence vivent à peine financièrement et un grand nombre des plus récents traversent des crises dont ils ont beaucoup de peine à se tirer, plusieurs mêmes sont en liquidation. Ces faits tiennent à des causes qu'il est facile de mettre en lumière. On apprécie mal au début les rendements possibles, la surface irrigable dominée par un canal n'en devient pas forcément tout entière l'abonnée, il y a des mécomptes dans le débit, des pertes d'eau, des frais d'entretien non prévus. Tout le capital d'établissement de la branche mère ou tête morte du canal doit rester improductif et c'est souvent ce qui coûte le plus cher dans toute l'entreprise. C'est la situation topographique qui gouverne ces faits.

V.

RÉGIME ADMINISTRATIF DES CANAUX D'IRRIGATION.

L'État n'a construit qu'exceptionnellement des canaux d'irrigation ; en général, il les concède soit à des associations syndicales formées des propriétaires intéressés, soit à des compagnies, soit à des villes ; mais il subventionne à peu près toutes les entreprises : « Cette subvention de l'État peut revêtir trois formes principales : il avance les frais de construction ; — il prend à sa charge une part de la dépense ; — il garantit l'intérêt d'une partie du capital de premier établissement. Les deux derniers modes de subvention sont quelquefois combinés dans une même entreprise.

« Dans le premier et le troisième cas, l'État rentre dans tout ou partie de ses débours, en encaissant pendant un certain temps (ordinairement cinquante ans) une certaine fraction (environ 70 p. 100) des recettes d'exploitation. Dans le second cas, la subvention est ferme et accordée à titre définitif ; elle est en général du tiers de l'estimation du projet.

« Si la concession est accordée à une collectivité : département, ville, association syndicale, elle est généralement perpétuelle. Elle est au contraire d'une durée limitée, lorsqu'il s'agit d'une compagnie et, dans ce cas, le canal fait retour à l'État ou à une commune à l'expiration de la concession.

« Après l'exécution des travaux, l'entretien et l'exploitation du canal sont assurés par le concessionnaire. » (*Note du directeur de l'Hydraulique.*)

La tendance actuelle du Gouvernement français, tendance voulue par le Parlement, est de laisser aux intéressés, réunis en association syndicale autorisée, le soin de construire et d'exploiter les canaux d'irrigation à leurs risques et périls. Il accorde très généralement une allocation à titre définitif dont il fait l'abandon dans l'intérêt de l'entreprise, s'élevant au tiers de l'estimation de la dépense.

Syndicats. — Nous n'avons pas d'indications précises sur l'origine des syndicats d'arrosages. D'après Barral (1), on doit attribuer leur origine à des concessions d'eau faites à des communautés religieuses ou municipales. La plus ancienne concession dont il ait pu retrouver les titres est celle d'eau de la Durance, faite en mai 1171 par Raymond V, duc de Narbonne et marquis de Provence, à Benoît, évêque de Cavaillon.

En 1235, l'un des successeurs de cet évêque, Rostaing, de concert avec le prévôt et le chapitre de l'église, « concède l'eau de la Durance à la ville de Cavaillon, pour que ses habitants puissent arroser en temps et lieu leurs semailles, leurs prés, leurs jardins et généralement tout ce qui leur plaira d'arroser depuis le commencement d'avril jusqu'à la fête de saint Michel ». Le principe de l'administration des eaux par les syndicats, dit Barral, était ainsi posé; il s'étendit des villes aux villages et à des groupes de propriétés ayant des intérêts communs. Les associations syndicales se formèrent par l'exemple ; elles eurent bientôt des règlements que les usages et les traditions ont transmis aux administrations, qui, après la Révolution, établirent la loi dans tout le pays. Les syndicats français sont actuellement régis par la loi du 21 juin 1865-22 décembre 1888, qui a remplacé pour eux celle du 14 floréal an XI.

En Italie, l'origine des syndicats n'est pas mieux connue qu'en France, ils sont régis actuellement par la loi italienne du 25 décembre 1883, assez semblable à la loi française.

Quel est, en France, le rôle des associations syndicales ? Nous n'avons pas à donner ici une consultation juridique, nous voulons seulement parler de leur rôle économique. De par la loi de 1865, les syndicats d'irrigation peuvent posséder, emprunter, vendre, hypothéquer, ester en justice. Par dérogation spéciale de ses statuts, le Crédit foncier est autorisé à leur prêter, sur la simple garantie des cotisations annuelles. L'administration des contributions directes leur prête ses agents pour le recouvrement des recettes, bien qu'ils s'administrent eux-mêmes.

Le décret du 15 février 1853 constituant la Société du canal de Carpentras, suivi du règlement des arrosages en date du 1er février 1859, a posé les bases qui sont aujourd'hui très généralement adoptées pour la formation des Syndicats, le mode d'exécution et le paiement des travaux, la rédaction des rôles et leur recouvrement. Et le règlement de police générale du 24 juin 1859 a fixé les détails du fonctionnement intérieur, et les attributions de chacun des agents depuis le directeur jusqu'aux cantonniers (Barral, p. 450 et 481).

Chaque association syndicale groupe les arrosants d'une zone bien déterminée, ceux, par exemple, qui sont desservis par une même filiole, et elle sert souvent d'intermédiaire entre l'administration principale ou la compagnie propriétaire du canal et les individus. Elle est chargée, dans nombre de cas, d'assurer la construction de filioles, avec le secours de subventions de la compagnie, de l'État et des départements. Sur le réseau de la compagnie française, branche nord des Alpines, les syndicataires n'ont à fournir que le sixième de la dépense.

Distribution de l'eau aux intéressés. — Mais le rôle le plus ordinaire des syndi-

(1) *Les Irrigations dans Vaucluse*, concours de 1876. Paris, Imprimerie nationale, 1877, pages 366 et 367.

cats, sinon le plus important, est de servir de base de répartition de l'eau entre tous les usagers pour lesquels le service est fait par une même rigole, par voie de roulement. Il est nécessaire, en effet, que la distribution ait lieu régulièrement, si l'on veut éviter des gaspillages et assurer une bonne utilisation de l'eau. D'autre part aussi, l'alimentation des rigoles, dont est responsable l'administration, doit se faire d'une façon méthodique. Il suffirait souvent de deux arrosages manqués pendant les fortes chaleurs pour compromettre une coupe de foin ou une récolte de légumes. Dans les petits syndicats du nord, de l'ouest et du centre de la France, un agent spécial est quelquefois chargé de l'irrigation de toutes les terres d'un syndicat, et celui-ci agit alors comme si toutes les terres lui appartenaient. Mais cette organisation se rencontre rarement, le plus souvent l'eau des rigoles appartient aux plus diligents qui l'arrêtent sur leurs domaines. Cela est sans inconvénient sérieux pour de petits syndicats, surtout quand l'eau est abondante. Il n'en est plus ainsi, évidemment, si le périmètre d'un canal embrasse une grande surface, si les arrosants sont nombreux sur un même branchement : il faut alors adopter des mesures spéciales d'une grande précision et veiller de très près à leur stricte observation.

Dans le midi de la France, la pratique a montré que le volume d'eau à fournir à intervalles périodiques — car un débit continu de 1 litre par seconde serait inutilisable — devait osciller entre 30 et 40 litres pas seconde. Ce volume d'eau est mis à la disposition des usagers par émissions, trente ou quarante fois plus courtes que celle qui correspondrait au débit continu, base de l'abonnement. La périodicité des arrosages étant de sept jours, chaque arrosage devra donc durer :

$$\frac{7 \text{ jours}}{30 \text{ litres}} = 5 \text{ heures } 36 \text{ m.}$$

Et c'est cette seule base, la durée de l'arrosage, qui varie, l'abonnement étant, quelle que soit son importance, toujours fixé d'après un débit constant. Pour trois hectares, la durée de l'émission sera, par exemple, fixée à :

$$5 \text{ h. } 36 \text{ m.} \times 3 = 16 \text{ h. } 48 \text{ m.}$$

Lorsqu'une rigole dessert une grande surface, plus de 30 ou 35 hectares, par exemple, il est nécessaire d'arroser plusieurs propriétés à la fois ; on emploie alors des partiteurs.

La périodicité des arrosages est aussi réglée, autant que possible, de manière à mettre chaque propriétaire dans l'obligation de supporter à tour de rôle les irrigations de nuit, quand on ne peut pas les éviter.

Le propriétaire le plus éloigné du canal reçoit l'eau le premier, et ainsi de suite en remontant. Chaque usager doit généralement manœuvrer lui-même sa prise et l'eau cesse de lui arriver quand celui qui le précède en amont baisse lui-même sa vanne d'arrêt et ouvre sa vanne de prise. Les gardes n'ont par là qu'un simple rôle de police et de surveillance. Cette organisation se complique graduellement à mesure que la surface dominée devient plus considérable ; les procédés sont quelque peu modifiés suivant les canaux, les principes restent les mêmes. Les vannes qui donnent ou retirent l'eau dans les rigoles de distribution sont toujours manœuvrées par les gardes.

Au canal de Marseille, cependant, les cantonniers manœuvrent aussi les vannes de prise d'eau par les usagers.

Avant le commencement de chaque campagne, c'est-à-dire avant le 1er avril, on dresse le tableau des arrosages pour toute la saison, et chacune des propriétés intéressées figurant dans un roulement reçoit un avis général des heures auxquelles elle pourra user de l'eau.

Ces mêmes principes généraux se retrouvent partout, en Italie, en Espagne, aux États-Unis, en Algérie. Dans le Sahara algérien, on les retrouve aussi en vigueur dans les ksour : la journée s'y divise en quatre quarts et chacun de ces quarts en quatre unités dites *kharrouba*. L'eau pénètre dans les jardins créés à l'ombre des palmiers en passant par une pierre percée d'un trou dont le diamètre varie avec la somme d'argent payée par l'abonné, et les émissions sont réglées à des heures arrêtées d'avance et pour une durée plus ou moins longue. C'est aussi un agent administratif qui vient aveugler les prises à la fin de l'irrigation.

VI.

ÉTAT DES ENTREPRISES D'IRRIGATION LES PLUS RÉCENTES.

Voici, pour terminer, l'état des travaux de canaux d'irrigation en cours d'exécution (1891) :

Canal de Manosque, déclaré d'utilité publique par la loi du 7 juillet 1881. Exécuté par l'État ; sera, après achèvement, livré à un syndicat chargé de son entretien qui lui cédera 70 p. 100 de la recette brute pendant 50 ans. — Dotation, 2 mètres cubes par seconde ; longueur de la branche-mère, 76 kilomètres ; du canal secondaire, 15 kilomètres ; périmètre dominé, 4,773 hectares.

Canal de Ventavon, déclaré d'utilité publique le 21 juillet 1881. — Dotation, 2,500 litres ; longueur de la branche principale, 46 kilomètres ; périmètre dominé, 5,000 hectares.

Canal de Gap, dérivé du Drac, affluent de l'Isère. — Dotation, 4 mètres cubes ; périmètre, 4,000 hectares. Entreprise sous séquestre depuis 1873, les travaux ont été achevés par l'État ; surface arrosée actuellement, 1,700 hectares.

Canal de la Vésubie. Concédé en 1878 à la ville de Nice pour 95 ans. — Dotation, 4,000 litres ; surface dominée, 5,300 hectares. Terminé depuis 1886.

Canal du Foulon, dérivé du Loup. Concédé à perpétuité à la ville de Grasse. — Dotation, 200 litres. Achevé en 1889.

Canal de la Siagne. Concédé à la ville de Cannes et rétrocédé depuis 1880 à une Compagnie lyonnaise. — Portée, 1,000 litres ; périmètre, 3,000 hectares ; longueur, 43 kilomètres.

Canaux de submersion de l'Aude et de l'Hérault, déclarés d'utilité publique par la loi du 3 avril 1880, pour la submersion des vignes. Huit canaux ont été exécutés par l'État. Surface submergée, 4,460 hectares.

Canaux de Luc-sur-Orbieu et Fabrezan, créés par la loi du 31 juillet 1888. Le premier seul est achevé ; il dessert une superficie de 1,060 hectares ; sa dotation est de 1,500 litres par seconde.

Canal de Canet, dérivé de l'Aude. Déclaré d'utilité publique par la loi du 30 juillet 1881, exécuté par l'État et achevé en 1883. Confié aujourd'hui à son syndicat. Dessert 1,740 hectares. Dotation, 2,800 litres.

Canal de Cuxac-Lespignan, dérivé de l'Aude, domine 4,600 hectares et porte 5,880 litres. Déclaré d'utilité publique par la loi du 27 juillet 1886, il a été exécuté par l'État et mis en service pour la submersion des vignes pendant la campagne 1889-1890. L'exploitation et l'entretien en sont confiés aujourd'hui à un syndicat des propriétaires intéressés.

Canal du Verdon, dérivé du Verdon, affluent de la Durance, pour l'irrigation de la région d'Aix. Longueur du canal principal, 82 kilomètres; domine un périmètre de 16,400 hectares. — Dotation 6 mètres cubes par seconde ; mais il ne peut débiter actuellement que 3,300 litres. Doit faire retour à la ville d'Aix en cas de déchéance de la compagnie concessionnaire ; actuellement en liquidation.

Canal de la vallée des Baux, déclaré d'utilité publique par la loi du 31 juillet 1889, mais non commencé. — Dotation, 3 mètres cubes par seconde à prendre en Durance par l'intermédiaire du canal des Alpines. Périmètre dominé, 6,800 hectares.

Canal de la Bourne, déclaré d'utilité publique et concédé par la loi du 21 mai 1874. — Dotation, 7,000 litres ; périmètre dominé, 22,000 hectares, dont 10,500 seulement sont arrosables. Le canal principal a une longueur de 51 kilomètres. Il a été mis en eau en 1883, mais n'a pu répondre à son but, faute d'étanchéité. On a essayé récemment de le remettre en état.

Canal de Pierrelatte, dérivé du Rhône. A une origine fort ancienne. Déclaré d'utilité publique par la loi du 2 août 1880 ; sa dotation est de 8 mètres cubes et il domine un périmètre de 24,000 hectares, dont 20,000 sont arrosables. Le canal principal a une longueur de 77 kilomètres, et la distribution de l'eau aux usagers a pu commencer partiellement en 1890.

Canal de Beaucaire, dérivé du Gardon ; commencé en 1864, a été mis sous séquestre en 1876. Domine un périmètre de 7,500 hectares, mais n'arrose actuellement que 1,100 hectares ; sa dotation est de 2,500 litres. Il est complètement terminé aujourd'hui.

Canal de Saint-Martory, dérivé de la Garonne. Concédé en 1866 à une compagnie pour cinquante ans, il doit faire retour au département. Le canal principal, achevé en 1877, a une longueur de 70 kilomètres et sa dotation est de 10 mètres cubes; il domine un périmètre de 36,000 hectares, dont 12,000 seulement sont arrosables. Les canaux de distribution sont loin d'être achevés, on n'irrigue encore que 2,106 hectares. La première compagnie concessionnaire a dû être mise en déchéance en 1882.

Canal de Gignac, dérivé de l'Hérault. Déclaré d'utilité publique par la loi du 13 juillet 1882 ; n'a été commencé qu'en 1889. — Dotation, 3,500 litres ; périmètre 3,846 hectares ; longueur du canal principal, 47 kilomètres.

Canal du Forez, remonte à 1863. Est encore en cours d'achèvement. Doit dominer 26,000 hectares dont 10,000 environ sont arrosables ; on a commencé partiellement les irrigations depuis 1871.

Canal de Carpentras, dérivé de la Durance. Concédé à un syndicat par la loi du 9 juillet 1852 ; est encore en cours d'exécution. — Dotation, 6 mètres cubes ; périmètre dominé, 16,000 hectares ; 2,600 hectares sont déjà irrigués.

Les canaux du Rhône. — Voilà bien longtemps que l'on agite la question de la construction d'un grand canal dérivé du Rhône destiné principalement à l'irrigation des départements du Gard et de l'Hérault. Le premier projet de M. Dumont donnait à ce canal une portée de 110 mètres cubes ; mais, dès 1877, devant les réclamations de la batellerie du Rhône qui craignait de voir compromettre la navigation, M. Dumont lui-même réduisit à 35 mètres cubes le volume d'eau à dériver, en le divisant en deux prises, l'une de 15 mètres cubes à pratiquer dans le Rhône à Condrieu, et l'autre de 20 mètres cubes à pratiquer dans l'Isère, à Romans.

La loi du 20 décembre 1879 déclara les canaux du Rhône d'utilité publique ; d'après ces bases, la dotation était de 35 mètres cubes à prendre dans le Rhône ou dans ses affluents. Puis, à la suite d'un contrôle, le conseil général des ponts et chaussées substitua, à la date du 7 avril 1881, le projet Chambrelent au projet Dumont. Afin de rendre les irrigations de la rive droite indépendantes de celles de la rive gauche, deux canaux distincts devraient être construits ; le premier, celui de la rive gauche, doté de 12 mètres cubes, avait sa prise soit dans l'Isère, à Romans, soit dans le Rhône, à Saint-Vallier ; et le second recevait 23 mètres cubes qui étaient dérivés du Rhône, à Cornas, sous le confluent de l'Isère. Ce dernier devait se développer jusque dans les environs de Narbonne, comme le grand canal unique du premier projet. Voté par la Chambre des députés en 1881, avec l'addition d'un troisième canal de 12 mètres cubes à dériver sur la rive droite du Rhône, au-dessous du confluent de la Cèze, pour l'irrigation des parties basses, le nouveau projet officiel fut arrêté au Sénat, après trois jours de discussion. Il n'a jamais été repris législativement depuis.

Les départements de la Drôme et du Gard ont le plus grand intérêt à voir enfin aboutir cette grave question des canaux du Rhône. A l'heure actuelle même, une agitation se produit dans ce sens qui pourrait amener au résultat désiré. Mais la situation primitive s'est considérablement modifiée. A l'époque où la construction du nouveau canal fut décidée, on était en pleine crise phylloxérique, on soupçonnait à peine l'existence des vignes américaines et la reconstitution des vignobles semblait problématique ; il fallait de l'eau pour l'utilisation du sol. Aujourd'hui, beaucoup de souscripteurs de la première heure qui avaient donné leur adhésion de bonne foi refusent de la maintenir — dans le département de l'Hérault surtout, où le vignoble est reconstitué et où l'eau serait presque inutile — en se basant sur la clause de nullité prévue dans leur convention avec la société concessionnaire qui avait recueilli les adhésions.

La construction des canaux du Rhône ne se présente donc plus aujourd'hui de même qu'il y a quinze ans. Elle a perdu son caractère particulier et rentre dans le cadre général de toutes les entreprises ordinaires d'irrigation.

François Bernard.