

les pages suivantes, il s'est souvent vu contraint de sacrifier la forme dans l'intérêt de la clarté des détails; il pense que l'agriculteur sensé préférera toujours du bon grain à des fleurs de rhétorique.

Les dénominations qu'il a données aux divers genres d'irrigation sont des traductions libres de celles dont s'est servi Vincent dans son excellent petit traité allemand sur l'irrigation; nous n'attachons aucune importance à ces noms que nous n'employons que dans un but de laconisme.

## D'IRRIGATION.

### CHAPITRE PREMIER.

#### DE L'EAU.

##### *Observations générales.*

L'influence bienfaisante de l'eau sur la végétation est connue depuis longtemps. Des districts entiers dans le midi de l'Europe doivent leur belle réputation agricole et leur principale richesse à l'emploi bien dirigé de ce liquide.

L'eau est, pensons-nous, bien loin d'être appréciée à sa juste importance. Ne voyons-nous pas constamment des fleuves qui charrient improductivement leurs eaux riches en principes fertilisants? Ces engrais précieux vont se perdre dans l'Océan, alors qu'ils pourraient ajouter des millions à la valeur du sol et rendre utiles à nos besoins de vastes terrains aujourd'hui déserts et improductifs.

Afin de bien faire comprendre ce que nous avançons ici, cherchons à donner quelques mots d'explication relativement à l'action de l'eau sur la végétation des prairies.

##### *De l'eau considérée comme engrais.*

C'est surtout comme aliment que l'eau sert dans

les irrigations, non pas directement, mais bien par suite de la présence de substances qu'elle tient en dissolution, telles que l'ammoniaque, l'acide carbonique, les matières azotées organiques, le bicarbonate de chaux, le bicarbonate de magnésie, la potasse, la soude, le soufre, etc., matières qui sont les mêmes que celles qui se trouvent dans les fumiers de ferme et qui constituent la nourriture des plantes. Les végétaux, comme on l'a fort bien dit, boivent mais ne mangent pas; ils ne peuvent s'assimiler que des corps à l'état liquide ou gazeux. On comprend par là l'utilité de l'irrigation; elle met en contact avec les racines une nourriture abondante.

La quantité de substances absorbées immédiatement par les plantes croissant dans un champ inondé est faible; mais le restant de ces substances se fixant dans le sol, soit par simple infiltration, soit par combinaison chimique, y forme un riche magasin permanent, où le végétal va puiser aux époques où la prairie reste sans eau.

L'eau la plus limpide en apparence est souvent la plus riche en matières minérales utiles: l'analyse suivante d'une eau courante parfaitement limpide faite par M. Bertels, chimiste de la Société Economique de la Poméranie, nous en fournit la preuve:

*Matières contenues dans 27 décimètres cubes d'eau.*

Carbonate de chaux . . . . .	4.525 gr.
Carbonate de magnésie . . . . .	851
Silice . . . . .	594
Sulfate de chaux . . . . .	158
Chlorure de sodium (sel marin) . . . . .	244

A reporter. . . . . 6.332

Report . . . . .	6.332 gr.
Protoxyde de fer . . . . .	151
Alumine . . . . .	45
Sulfate de potasse . . . . .	119
Débris organiques azotés . . . . .	462
Acide humique et ammoniaque . . . . .	152
	<hr/>
	7.219

Plus de l'acide carbonique libre.

L'eau de l'Escaut est parfois d'une limpidité absolue, quand elle n'est pas troublée par des matières vaseuses ou siliceuses; cependant, elle contient une proportion considérable de substances dissoutes, ainsi qu'on en peut juger par l'analyse suivante, faite par M. Bidbuk, ingénieur des mines, et publiée dans les Annales des travaux publics de Belgique:

Quantité d'eau essayée = 1 litre.	
Résidu total laissé par l'évaporation = 15 gr.	
Ce résidu était composé de:	
Matières organiques . . . . .	1.188
Sel marin . . . . .	9.952
Chlorure, bromure, iodure magnésique. . . . .	2.519
Sulfate magnésique . . . . .	0.658
Sulfate calcique . . . . .	0.874
Perte. . . . .	0.029
	<hr/>
	15.000

L'on peut poser en règle générale que l'eau la plus claire est celle dont on doit ordinairement se servir de préférence pour les irrigations sur des sols argileux ou limoneux.

Sur les terrains marécageux, tourbeux et sablonneux, il est infiniment préférable d'opérer des irrigations à l'aide de l'eau trouble, c'est-à-dire de celle qui tient en suspension (et non à l'état de dissolution)

des particules limoneuses ou terreuses<sup>1</sup>. L'inconvénient principal des ruisseaux impurs, c'est leur tendance à faire disparaître les pentes artificielles et à niveler, à la longue, tous les travaux<sup>2</sup>.

La même eau, versée sur des terrains de nature différente, peut amener sur chacun de ceux-ci une végétation spéciale; le même phénomène s'observe lorsqu'on arrose des sols de composition identique avec des eaux de qualités diverses.

L'irrigation tend à produire une balance entre la somme des matériaux absorbés par les herbages (pendant toute leur croissance) et la quantité d'engrais amenée par l'eau; il faut, en d'autres termes, que le poids du foin récolté par an soit l'équivalent des substances nutritives amenées sur la prairie pendant le même laps de temps<sup>3</sup>. Le produit de la culture est en raison directe de la masse d'eau versée sur le sol, ou plutôt de la quantité de corps utiles contenus dans cette eau; le terrain étant supposé stérile sans la présence de l'eau.

En augmentant la quantité d'eau, on peut augmenter (jusqu'à de certaines limites) le produit en fourrages et *vice versa*; aussi, mieux vaut-il irriguer vingt ares de terre avec de l'eau en abondance, que deux cents d'une façon trop parcimonieuse et insuffisante.

L'eau varie en qualités selon les localités et même selon les saisons; dans tel endroit, elle est riche en engrais; dans tel autre, au contraire, elle est fort

<sup>1</sup> Nous n'entendons pas par eaux troubles les eaux qui sont riches en particules organiques tenues en suspension comme celles des rivières qui traversent nos villes, mais seulement celles dont la limpidité est troublée par des particules terreuses.

<sup>2</sup> Voir le chapitre XII, qui traite du limonage des prés.

<sup>3</sup> Il faut cependant déduire de la masse d'engrais à fournir aux plantes l'acide carbonique tiré directement de l'air, ainsi que l'ammoniaque formée pendant les orages et qui sert également de nourriture aux végétaux. (Voir le *Traité de chimie agricole* de la Bibliothèque rurale.)

pauvre; ceci influe nécessairement sur la végétation. Dans le dernier cas, l'application directe de purin, indépendamment de l'eau d'irrigation, est souvent indispensable.

Un fait qui s'est constamment reproduit dans la pratique, c'est que, dans toute prairie irriguée, la végétation est d'autant plus belle qu'elle se trouve plus rapprochée de l'endroit d'où s'épanche l'eau; à mesure qu'on s'éloigne de ce point, les plantes diminuent en hauteur, les mauvaises herbes se multiplient, et la mousse se développe de plus en plus. La limite où commence cette dégénération varie selon la qualité de l'eau; plus cette dernière est fertile, plus aussi s'étend au loin son effet bienfaisant. Ce phénomène est dû à ce que les matières tenues en dissolution et en suspension dans l'eau se fixent dans le sol dès qu'on la lâche sur le terrain. Dans une irrigation bien dirigée, on détourne l'eau avant qu'elle n'ait atteint l'endroit où cesse de se manifester son action utile. L'eau qui a déjà servi se recueille avec soin, car après quelque temps de séjour dans les fossés d'écoulement, elle peut de nouveau être utilisée avec fruit pour de subséquentes irrigations. Cette eau absorbe probablement pendant ce laps de repos de nouvelles parties d'acide carbonique et de matières azotées.

#### *Moyens de reconnaître les qualités de l'eau.*

Le meilleur moyen de connaître la valeur agricole de l'eau, c'est d'en faire l'analyse chimique: cette opération étant longue, difficile et dispendieuse, on a recherché d'autres moyens de parvenir approximativement au même résultat. On est arrivé à déterminer à cet égard quelques règles qui paraissent générales.

Les meilleurs indices à suivre se déduisent de l'étude des plantes, celles qui croissent spontanément

au milieu ou sur les bords des ruisseaux, des rivières ou des terrains inondés. Le fait de l'existence de ces plantes, vivant de substances tenues en dissolution dans l'eau, fournira sans doute un jour, si on le combine à des analyses chimiques des eaux où elles croissent, des maximes précieuses et sûres pour la pratique des irrigations.

Dès aujourd'hui, l'on sait que l'eau des rivières où croissent la renoncule aquatique (*ranunculus aquatilis*), les potamogetes, ou épis d'eau, tels que le potamogeton embrassant (*potamogeton perfoliatus*), le potamogeton flottant (*potamogeton fluitans*), les volants d'eau (*myriophyllum*), le crèsson de fontaine (*nasturtium officinale*), la véronique mouron (*veronica anagallis*), la véronique cressonnée (*veronica beccabunga*), est d'excellente qualité.

L'eau est de qualité moins bonne quand on y découvre la berle à larges feuilles (*sium latifolium*), la berle à feuilles étroites (*sium angustifolium*), le roseau (*arundo*), les patiences (*rumex*), les ciguës (*cicuta*), les menthes (*mentha*), les épiaires (*stachys*), les flûteaux (*alisma*), les salicaires (*lythrum*), les massettes (*typha*), les scirpes (*scirpa*), les joncs (*juncus*).

Elle est fort mauvaise quand, sauf quelques mousses et carets (*carex*), tels que le caret aigu, le caret roide (*carex acuta*, *carex stricta*), etc., on n'y aperçoit aucune végétation.

Pour l'appréciation de la valeur de l'eau de source, il est nécessaire d'étudier la nature du sous-sol. L'eau qui a coulé sur des bancs de marne est généralement bonne.

Celle qui s'est infiltrée à travers d'épaisses couches de sable est fort maigre.

L'eau provenant des marécages bas et celle qui s'écoule de pâturages verts, dont le sous-sol est bon, est généralement féconde, tandis que celle qui naît

dans des tourbières, des marais ou des bruyères hautes, comme celles de l'Ardenne par exemple, est ordinairement mauvaise.

L'eau des lacs dont les affluents sont peu nombreux, dont les bords sont sablonneux, et dont la seule végétation consiste en quelques rares joncs et roseaux, est très-pauvre en principes fertilisants; elle ne peut que fort rarement être utilisée pour les irrigations.

La présence de charagnes (*charas*) indique une eau chargée de particules calcaires.

Quand les nénufars jaune et blanc (*nymphaea lutea* et *nymphaea alba*) croissent dans une eau, le courant en est peu rapide et la pente légère.

Plus la rivière traverse de villes et de villages, plus les champs dont les rigoles d'écoulement viennent y aboutir sont richement cultivés, et plus aussi l'eau de cette rivière est propre à la nutrition des plantes par suite des matières organiques qu'elle tient en suspension et en dissolution.

L'eau par elle-même, quelque peu fécondante qu'elle soit, n'est que fort rarement nuisible à la végétation; on ne doit se méfier, sous ce rapport, que de celle provenant de marais, de celle qui tient naturellement en dissolution du sulfate de chaux (gypse) ou du tuf calcaire en excès, et de celle dans laquelle se déversent les résidus de certaines fabrications; la première, dit-on, parce qu'elle contient de l'acide humique en excès; la dernière, parce qu'elle renferme des sels solubles délétères <sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Les eaux tourbeuses ou acides peuvent être améliorées par un procédé très-simple, qui consiste à les réunir dans des bassins de grande dimension, où l'on délaye des substances alcalines neutralisantes, telles que de la chaux vive, des fumiers gras et courts décomposés, des excréments animaux, etc.

On remédie partiellement à l'effet nuisible des eaux gypseuses en y mêlant des cendres de bois, du purin ou des engrais gras.

Le palliatif contre les eaux tulleuses, c'est de placer dans les bassins

La couleur brune ou noirâtre de l'eau est un caractère qui n'est pas uniquement propre aux eaux des tourbières, comme on l'a souvent pensé; celle qui a traversé des forêts présente souvent la même nuance, et, dans ce dernier cas, elle n'en est que plus propre aux irrigations.

Les eaux de qualité délétère s'améliorent rapidement en s'éloignant de leur source d'infection, et cela par suite du contact de l'air, du mélange d'eau fraîche qu'amènent dans le lit commun les affluents de la rivière, et de la précipitation dans la vase du fond des particules hétérogènes nuisibles.

On peut quelquefois venir en aide à la pauvreté en matières nutritives d'une eau en y mêlant l'eau de fumier des basses-cours (purin); ce moyen ne peut malheureusement jamais s'appliquer sur une grande échelle, à cause de la rareté de cette dernière substance.

#### *De l'action dissolvante de l'eau sur le sol des prairies.*

L'utilité de l'eau comme dissolvant est la suivante :

1° Elle dissout, à chaque nouvelle irrigation, les matières nutritives qui s'étaient fixées dans le sol, et les met derechef en contact avec les racines de l'herbe, qui ne peuvent absorber que des matières liquides.

où on rassemble l'eau de nombreuses fascines de bois très-rameux, sur lesquels le tuf se dépose sous forme d'une couche incrustante.

Je dois faire observer, quant aux eaux contenant de l'acide humique en excès, que bien des chimistes croient que cet excès ne peut nuire. Ils disent que cet acide humique, l'humus, ou l'ulmine, concourt, au contraire, très-activement à la fertilité du sol, et que c'est la grande quantité de ce produit de la putréfaction et de la combustion lente des plantes qui rend si productives les terres où se sont accumulées les débris des végétaux. Peut-être trouve-t-il dans ces terres une base avec laquelle il se combine, qui en prévient la trop prompt absorption, et ne le rend aux plantes qu'en raison du besoin de leur développement.

2° L'eau entraîne avec elle, en s'écoulant, des substances dont l'excès pourrait nuire à la végétation.

#### *De l'influence de l'eau sur la fixation des plantes dans le sol.*

Des gelées et des dégels successifs amènent souvent à leur suite le déchaussement des graminées de prairie; c'est-à-dire que le collet et une partie de la racine sont mis à nu et exposés à l'air.

Ce phénomène, toujours fâcheux, diminue très-considérablement la récolte; aussi, quand ce cas se présente, est-il indispensable de faire un arrosage abondant.

Cette irrigation tasse le sol, fortifie les plantes, fait adhérer la terre aux racines, et fait généralement disparaître tout dommage.

Dans les pays où les gelées sont fortes et intermittentes, il est quelquefois avantageux d'inonder toute la prairie par un barrage de fossés de décharge, et cela pendant toute la période des gelées.

#### *De la quantité d'eau que demande une surface à irriguer.*

Comme nous avons déjà eu occasion de le dire précédemment, la quantité d'eau que demande une prairie est en raison inverse de sa richesse en principes fertilisants<sup>1</sup>; aussi nous est-il impossible de fournir des données positives à cet égard<sup>2</sup>.

La masse d'eau est de plus subordonnée à la lar-

<sup>1</sup> Elle est de plus subordonnée à l'état de sécheresse du sol; les arrosages étant tantôt destinés à l'engraissement du champ, tantôt à rendre solubles les particules nutritives contenues dans le sol.

<sup>2</sup> M. Kümmer s'occupe de cette importante question, en étudiant les irrigations de la Campine.

geur des surfaces à irriguer, à la pente de ces mêmes surfaces, à la rapidité d'écoulement de l'eau et à l'épaisseur de la nappe d'eau.

Il est impossible de tenir compte d'une manière rigoureuse de ces dernières données. Dans la pratique, on se borne généralement à indiquer si l'arrosage doit être fait légèrement ou largement, c'est-à-dire si la nappe d'eau conduite sur la superficie de la prairie doit être mince ou épaisse <sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Il est quelquefois utile de connaître la quantité d'eau qui s'écoule par seconde à travers un orifice pratiqué dans une vanne mobile ou toute autre paroi mince; c'est ce qu'on appelle le *débit* de l'eau. Ce débit s'obtient en multipliant l'aire de l'orifice exprimée en mètres carrés par la vitesse du courant :

$$D = V \times A.$$

La vitesse (V) s'obtient en multipliant la hauteur de l'eau au-dessus du centre de l'orifice par 49.62, et en prenant la racine carrée du produit :

$$V = \sqrt{h \times 49.62}.$$

Le débit se trouve donc par la formule

$$D = A \sqrt{h \times 49.62}.$$

D = le débit.

A = l'aire de l'orifice.

h = la hauteur de l'eau depuis la surface jusqu'au centre de l'orifice.

Dans le cas où la paroi par laquelle s'écoule l'eau est un tuyau, un ajutage, ou que son épaisseur égale au moins  $1\frac{1}{2}$  fois la plus petite dimension de l'orifice, la vitesse est considérablement réduite, et cette vitesse doit être multipliée par 0.82 pour donner un résultat exact.

Notre formule deviendrait alors :

$$D = A \times 0.82 \sqrt{h \times 49.62}.$$

Le débit ainsi obtenu est celui de l'eau qui s'écoule par un orifice qui débouche à l'air libre, et dont le niveau est inférieur à la surface du réservoir qui fournit cette eau. Dans le cas où l'orifice d'écoulement est noyé ou aboutit au-dessous du niveau d'eau d'un second réservoir inférieur au premier, la vitesse n'est plus exprimée par les mêmes données que précédemment, c'est-à-dire que la hauteur n'est plus mesurée depuis le centre de l'orifice jusqu'à la surface du réservoir supérieur, mais que cette hauteur est représentée par la différence de niveau qui existe entre le niveau du réservoir supérieur et celui du réservoir inférieur.

Les débits obtenus par ces données sont théoriques, et diffèrent des débits effectifs, parce qu'on y a négligé les effets de la contraction particulière que présente l'eau s'écoulant par un orifice et qui en diminue le volume.

On obtient approximativement le débit effectif en multipliant le débit théorique par 0.62 quand l'eau s'écoule par un orifice entouré de

Je rapporterai cependant quelques données relatives aux quantités d'eau employées aux irrigations dans certaines localités.

Dans le département des Bouches-du-Rhône, notamment dans la Crau d'Arles, les agriculteurs pensent que, pour ces localités, il faut, par hectare de prairies, dans le courant d'un été sans pluie, quinze arrosages de  $800^m^3$ , soit par saison et par hectare un volume de  $12,000^m^3$ .

M. Mescur de Lasplagnes évalue la quantité d'eau annuelle nécessaire à l'irrigation d'un hectare, dans le département de la Haute-Garonne, à 20 arrosages de  $400^m^3$  ou à 16 arrosages de  $500^m^3$ , chacun, soit par hectare et par saison  $8,000^m^3$ .

Entre Oran et Mascara, dans la vallée du Sig, on a barré la rivière de ce nom de manière à avoir une dérivation d'un débit de  $3^m^3$  par seconde pendant les six mois d'avril à septembre. Les ingénieurs qui ont projeté et exécuté cet ouvrage estiment qu'il suffit à l'irrigation complète de 15,000 hectares de superficie. Cela fait, par saison et par hectare  $3,116^m^3$ .

D'après une évaluation de M. Jaubert de Possa, il suffirait, pour l'arrosage annuel (par saison de six mois) d'un hectare dans le département des Pyrénées-Orientales, d'un volume de  $2,626^m^3$ .

On voit qu'il règne une assez grande discordance

On peut classer les sols irrigables de la manière suivante :  
tous côtés : par  $1.053 \times 0.62$  quand l'orifice est fermé sur trois côtés seulement; par  $1.072 \times 0.62$  quand la contraction n'a lieu que sur deux côtés, et enfin par  $1.123 \times 0.62$  quand la contraction n'a lieu que sur un côté.

dans les idées sur le point dont il s'agit. On doit remarquer que la quantité d'eau pour notre pays est moindre que celle qui est nécessaire dans les climats plus méridionaux dont il vient d'être parlé.

## CHAPITRE II.

### DU SOL.

#### *Observations générales.*

L'eau ayant une influence directe sur le sol, influence qui varie en raison de la nature de ce dernier, il nous importe d'étudier rapidement la composition des diverses terres qui peuvent être soumises à l'irrigation.

Un sol convenable doit se laisser imbiber d'une forte quantité d'eau, et cela, sans la retenir trop longtemps ni lui permettre de s'infiltrer avec trop de vitesse; il doit être formé d'éléments divers susceptibles de s'unir ou de se combiner avec les matières alibiles renfermées dans l'eau afin de les fixer en terre; il doit être perméable tant à l'atmosphère qu'à la chaleur; il doit être constitué de particules fines et non de grains grossiers; enfin il doit offrir aux racines des végétaux une station stable propre à les protéger contre le déchaussement ou l'entraînement par les eaux.

On peut classer les sols irrigables de la manière suivante :

1° *Sols sablonneux*, formés principalement de silice ou de sable;

2° *Sols argileux*, formés principalement d'alumine, base des argiles;

3° *Sols marécageux*, renfermant beaucoup d'eau et d'acide humique (produit de la décomposition de végétaux morts).

#### *Des sols sablonneux.*

Le meilleur terrain pour l'irrigation est sans contredit un sable argileux, chaud, sec, profond et contenant un peu de marne.

Les sables renfermant de l'humus, comme il en existe souvent auprès des marécages des pays de plaine, sont également très-propres à la création de prairies; ils produisent naturellement un gazon court et serré, lequel est cependant fort sujet au dessèchement pendant les chaleurs de l'été, si on ne les soumet à des arrosements bien pratiqués.

Quant aux sols sablonneux de nature autre que ceux indiqués, leur valeur dépend de leur ténacité, de leur épaisseur, de leur perméabilité, et de la profondeur où se trouve la couche imperméable du sous-sol.

Ordinairement, plus le grain est fin, et plus le sol a de valeur. Sur un terrain formé de sable à gros grains ou de graviers, et dont l'épaisseur est considérable, l'irrigation pourrait être sans effet, toute l'eau qu'on y verserait se perdant avec rapidité entre les interstices sans y déposer de principes fertilisants.

On doit cependant citer, comme un exemple remarquable d'irrigations sur du gravier, celles qui sont opérées, dans la vallée de la Moselle, sur un sol exclusivement composé de galets, débris des roches les plus dures des Vosges et du Hundsrück, telles que quartzites, grès, psammites, etc. Les opérations d'irrigation