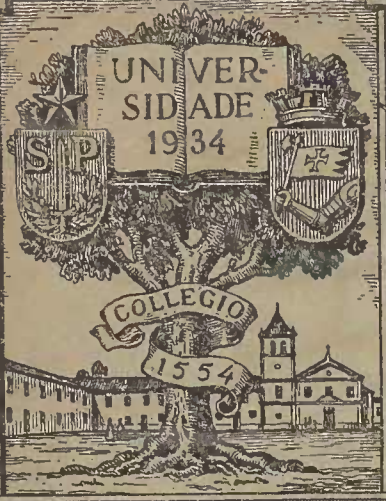
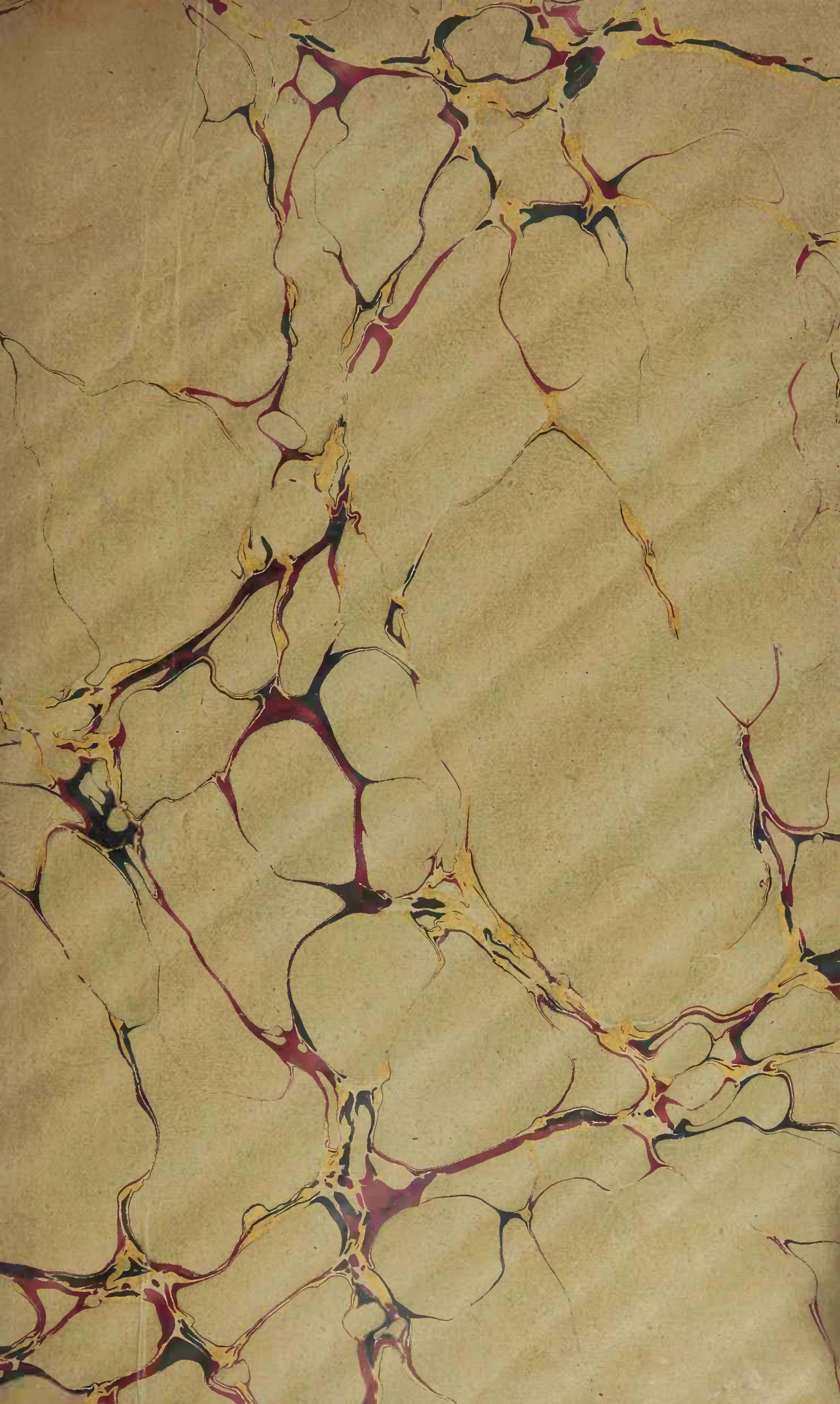


EX-LIBRIS



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA
LUZ DE QUEIROZ

Nº 54



TRAITÉ PRATIQUE
DE
L'IRRIGATION
DES PRAIRIES

Droits de traduction et de reproduction réservés.

Imprimerie et Lithographie D. A. Peeters-Ruelens. — Louvain.

TRAITÉ PRATIQUE
DE
L'IRRIGATION
DES
PRAIRIES

49

PAR
J. KEELHOFF

Ingénieur en chef
Directeur honoraire du service des irrigations et des défrichements de la Campine (Belgique)
Officier de l'ordre de Léopold et d'Ernest-Auguste, Chevalier de la Légion d'honneur.

~~~~~  
2<sup>e</sup> édition revue et augmentée.  
~~~~~

TEXTE

LOUVAIN
D. AUG. PEETERS-RUELENS
Editeur, rue de Namur, 11

PARIS
GAUTHIER-VILLARS, Editeur
Quai des Grands-Augustins, 55

1888

Avant-propos de la première édition.

L'art d'utiliser les eaux en agriculture remonte à la plus haute antiquité. Il a dû prendre naissance dans les régions du globe soumises à une température élevée, et où il pleut rarement en été ; car là, cet art était une nécessité, et sans une habile distribution des eaux accordées à la contrée par la Providence, jamais le sol n'eût pu suffire à l'alimentation des populations. En lisant l'ouvrage publié par M. Jaubert de Passa, sous le titre de *Recherches sur les arrosages chez les anciens*, on est frappé d'admiration en voyant les grands travaux d'irrigation exécutés à ces époques reculées.

Dans les régions septentrionales, où l'irrigation n'était pas une nécessité, cette branche si éminemment utile de l'industrie agricole n'a été introduite qu'au moyen âge, ou même dans les temps modernes, lorsque l'accroisse-

ment de la population a fait sentir le besoin d'augmenter la production des substances alimentaires.

Aujourd'hui, dans toutes les contrées, on trouve des travaux d'irrigation; mais si l'on examine en quel état ils sont dans notre pays, dans une grande partie de la France, de l'Allemagne, etc., on sera surpris du peu d'extension que l'arrosage des prairies a reçu jusqu'à ce jour, comparativement au volume des eaux qui pourraient être utilisées de cette façon, tandis qu'on les voit s'écouler en pure perte, souvent même en causant de grands dégâts, et porter, dans les mers, des engrais d'une valeur incalculable, qu'elles ont enlevés à l'agriculture.

En Belgique, le gouvernement a pris toutes les mesures d'administration publique propres à étendre l'arrosage des terres, et notamment pour amener la transformation des landes de la Campine en prairies productives : on a doté cette contrée d'un vaste système de canaux de navigation et d'irrigation; à diverses reprises, la législature a voté des fonds pour l'exécution des travaux préalables qui, par leur nature, exigeaient des connaissances spéciales; on a créé une administration chargée de diriger l'industrie privée dans ses opérations, et de décider les questions d'intérêt général; enfin, on a fait une loi sur les irrigations, par laquelle on donne aux propriétaires qui veulent entreprendre des travaux d'arrosage, toutes les facilités possibles pour l'établissement de barrages dans les cours d'eau, et pour la construction de canaux d'alimentation et de voies d'écoulement; en un mot, cette loi

a écarté tous les obstacles que pouvait rencontrer l'application des eaux à l'arrosage.

Et néanmoins, tout cet ensemble de disposition n'a porté de fruits d'une manière sensible que dans la Campine!

Par suite des mesures prises pour fertiliser cette contrée, la conversion des landes en prairies arrosées a pris un développement rapide : commencé en 1846, ce travail a déjà donné des résultats importants; 3,000 hectares de bruyère environ sont aujourd'hui transformés en prairies irrigables.

Mais sur les autres points du pays, la loi sur les irrigations et le concours actif et éclairé que le gouvernement prête à tous ceux qui veulent entreprendre des travaux d'arrosage, n'ont exercé que peu d'influence sur cette branche de l'agriculture.

En présence de ce tableau, esquissé à grands traits, de la situation où se trouvent les irrigations, on se demande comment il se fait qu'un art connu depuis un temps immémorial, un art dont tout le monde reconnaît que les opérations sont des plus lucratives, et qui est prôné comme un des leviers les plus puissants de l'agriculture, soit appliqué dans des limites si restreintes. Assurément les causes qui ont contribué à créer cet état de choses sont nombreuses, et nous n'entreprendrons pas de les rechercher toutes; mais il est certain que, parmi celles qui

demandent le plus à être prises en considération, on doit compter l'absence d'un Traité qui expose d'une manière méthodique et précise les règles propres à guider l'irrigateur dans ses opérations.

Depuis un siècle, on a publié un grand nombre de livres et de brochures sur les irrigations; mais dans tous les ouvrages que nous avons pu nous procurer, nous n'en avons pas rencontré un seul qui puisse mettre une personne, possédant seulement une instruction ordinaire, en état d'établir, dans les conditions voulues, une prairie irrigable, de l'entretenir ensuite et de l'exploiter de manière à en obtenir constamment des produits suffisants pour donner un intérêt convenable des capitaux qui y auront été engagés.

Tous ces ouvrages peuvent se ranger dans trois catégories : 1° ceux qui ont été rédigés par des hommes de science; 2° ceux qui l'ont été par des cultivateurs; 3° ceux qui n'offrent que des compilations prises dans les publications des deux catégories précédentes.

L'arrosage des prairies touche aux sciences naturelles par son côté agricole; mais, par quelques-uns des travaux dont il exige l'exécution, il tient aux questions les plus difficiles de l'art de l'ingénieur. Les auteurs qui ont envisagé l'arrosage sous ce dernier point de vue ont composé des traités fort savants, mais dans lesquels l'établissement des prairies ne figure que comme un accessoire. Ces ouvrages, très bons à consulter pour un ingénieur appelé

à exécuter un système de grands canaux d'arrosage et de colature, ne sont d'aucune utilité pour le cultivateur qui voudrait établir des prairies irrigables. D'ailleurs, le prix de ces ouvrages, généralement élevé, est un obstacle à ce qu'ils soient entre les mains d'un grand nombre de personnes.

Les ouvrages publiés sur cette matière par des agronomes éclairés seulement par l'expérience, ne font que retracer à grands traits les principes généraux de l'arrosage, leurs auteurs ne possédant pas les connaissances spéciales sans lesquelles il est impossible de bien détailler les opérations qu'exige l'établissement d'une irrigation. Sous le rapport agricole, ces ouvrages sont utiles à consulter ; mais on y chercherait vainement des règles claires et précises pour les travaux à exécuter.

Enfin, les traités sur l'arrosage, extraits d'autres publications sur cette question, sont généralement plutôt nuisibles qu'utiles ; car ces compilations, faites le plus souvent sans discernement, par suite de l'ignorance où sont leurs auteurs de tout ce qui concerne les irrigations, peuvent induire fréquemment en erreur les personnes qui voudraient les consulter

Aucun des ouvrages de ces trois catégories ne peut donc servir de guide à l'agriculteur qui veut se procurer des prairies d'irrigation ; et assurément ce n'est pas là un des moindres obstacles à la propagation de l'art si utile qui nous occupe.

C'est dans le but de combler cette lacune, autant qu'il est en notre pouvoir, que nous avons composé le *Traité sur l'irrigation* que nous offrons au public, et qui est le fruit d'une longue expérience.

Chargé depuis dix années du service des irrigations dans la Campine, d'abord sous la direction de M. l'ingénieur en chef Kümmer, le créateur du beau système d'arrosage établi dans cette contrée, et, depuis que cet ingénieur distingué a demandé à être déchargé de ce service, sous celle de M. l'ingénieur en chef Magis, nous avons été en position de faire de nombreuses observations, desquelles nous avons déduit les règles qui doivent servir de base à l'établissement, à l'entretien et à l'exploitation des prairies irrigables.

Nous nous sommes efforcé de présenter l'art de l'irrigateur sous une forme méthodique et concise, dégagée, autant que possible, de formules algébriques et de considérations scientifiques, de manière à mettre notre travail à la portée de quiconque possédera une instruction ordinaire. Si nous avons réussi, nous croirons avoir rendu à l'agriculture un service éminent.

Préface de la 2^{me} édition.

La 1^{re} édition de cet ouvrage, tirée à trois mille exemplaires, a paru il y a trente ans; elle est épuisée depuis longtemps. Tant de l'étranger que du pays nous avons été sollicité d'en faire une nouvelle. Notre travail a été accueilli avec beaucoup de faveur par le public et par la presse spéciale, et à l'exposition agricole universelle de Paris de 1856, le jury international a décerné la médaille d'or à cet ouvrage. Depuis notre *Traité d'irrigation* n'a donné lieu à aucune critique et à sa partie technique il n'y a encore rien d'essentiel à modifier. A la rigueur nous aurions donc pu nous borner à publier une réimpres-

sion de la 1^{re} édition. Mais les nombreuses expériences que notre position d'ingénieur en chef, directeur du service des irrigations de la Campine, nous a permis de faire depuis trente ans, nous ont engagé à apporter quelques corrections de détail à notre ouvrage et à donner plus de développement en ce qui concerne l'exploitation des prairies.

Nous n'avons pas cru devoir traiter dans notre 1^{re} édition la question des machines à élever l'eau pour l'arrosage, celles-ci n'ayant en somme aucun rapport direct avec l'art de l'irrigateur. Dans la 2^{me} édition, nous consacrons un chapitre à ce sujet, non pour étudier la question en détail, mais pour rechercher quel est le genre de machines le plus favorable comme rendement et comme économie.

En résumé la 2^e édition de notre ouvrage reste, ainsi que l'était la 1^{re}, un travail à la portée de quiconque possède une instruction ordinaire.

PREMIÈRE PARTIE

DE L'IRRIGATION



CHAPITRE PREMIER

NOTIONS GÉNÉRALES



Utilité de l'eau employée à l'arrosage des prairies.

Dès les temps les plus reculés, la haute importance de l'eau, employée pour l'arrosage, a été appréciée. Les peuples de l'antiquité ont su tirer parti de cet agent fertilisateur; ainsi on trouve des traces de travaux importants d'irrigation chez les Egyptiens, les Chinois, les Persans, les Grecs et les Romains.

Cette importance que tous les peuples méridionaux indistinctement ont attachée à l'emploi de l'eau dans l'agriculture, se retrouve à toutes les époques. L'histoire nous apprend que les peuples les plus barbares du moyen-âge respectaient et protégeaient, dans les pays qui tombaient sous leur domination, tous les travaux relatifs à l'irrigation.

Une grande partie des canaux d'irrigation qui sont encore utilisés aujourd'hui dans l'Italie et dans le midi de la France, ont été construits aux ^{vi}^e, ^{vii}^e et ^{viii}^e siècles. Dans les pays méridionaux, l'irrigation paraît donc être un art qui a pris naissance avec les premières sociétés humaines.

Dans les pays du Nord, la pratique de l'irrigation ne date pas d'aussi loin; ce n'est que dans les temps modernes que cette belle et utile industrie a été acquise à l'agriculture.

Ceci s'explique aisément. Chez les peuples qui habitent les pays dont la température moyenne est élevée, et où les pluies estivales sont très rares, l'irrigation est un besoin de première nécessité; sans une sage distribution des eaux abondantes dont le Créateur a doté ces régions, l'alimentation des peuples serait compromise.

Dans les régions plus septentrionales, le nord de la France, la Belgique, une grande partie de l'Allemagne et l'Angleterre, où la température est beaucoup plus basse, et où les pluies estivales assurent presque en tout temps l'humidité nécessaire à la marche régulière de la végétation des plantes alimentaires, depuis le moment où l'homme en confie les semences à la terre jusqu'à leur parfaite maturité, l'arrosage n'est plus un besoin impérieux, une condition de l'existence des nations.

Aussi, bien que cette industrie soit de la plus haute importance pour l'agriculture dans ces régions, elle n'y a été introduite que lentement et au fur et à mesure que les besoins croissants des populations ont fait sentir la nécessité d'augmenter les produits de la terre.

Dans les régions d'une température élevée, l'irrigation est indispensable à la production des céréales aussi bien qu'à celle des herbages; dans les régions plus froides, il serait dangereux d'introduire l'irrigation dans la culture

de certaines plantes alimentaires; cette pratique serait presque toujours nuisible; aussi c'est uniquement à l'arrosage des prairies que les peuples de ces contrées se sont appliqués. Mais réduite à cette spécialité, cette industrie est encore un des leviers les plus puissants de l'agriculture : elle assure une production abondante de fourrages; elle met à la disposition de l'agriculteur le véritable moyen de fertilisation, et forme par conséquent la base essentielle de sa richesse. Aussi, chez les peuples où cet art s'est développé, l'aisance a été le partage du cultivateur.

Dans plusieurs Etats de l'Europe, la production des plantes alimentaires n'a pas progressé aussi rapidement que l'accroissement de la population. Il en est dont le sol ne peut produire ce qui est nécessaire pour nourrir ses habitants. A côté de cette situation critique, on voit partout des terrains incultes qui, s'ils étaient utilisés, combleraient amplement le déficit dans la production des substances alimentaires; or, un des principaux moyens pour atteindre ce but, c'est de créer des prairies productives, au moyen des eaux qui se trouvent presque partout à la disposition du cultivateur.

Dans les derniers temps, cette situation a attiré l'attention sérieuse des hommes les plus éminents dont s'honore l'agriculture, et celle des gouvernements. Ceux-là ont démontré l'utilité et la nécessité de créer des prairies irrigables; ceux-ci, dont l'un des premiers devoirs est d'assurer, dans les limites de leur pouvoir, l'alimentation des peuples, ont décrété des lois pour faciliter et pour favoriser l'emploi de l'eau à l'arrosage des prairies.

Ce qui précède démontre que, de tout temps, l'utilité de l'emploi de l'eau dans le but qui nous occupe a été appréciée; cependant, on voit encore se perdre des sources inépuisables de richesses. En Belgique où, sous la protection bienveillante du gouvernement, l'irrigation a pris

une forte extension, la majeure partie de l'eau qui pourrait être utilisée pour augmenter la production des fourrages, reste sans profit pour personne. Les efforts de tous les hommes véritablement amis des progrès agricoles doivent donc tendre à instruire le cultivateur dans l'art de s'approprier ou d'utiliser les richesses qu'il a à sa disposition; lorsque le dernier filet d'eau aura été dirigé au profit de l'agriculture, alors seulement l'utilité de cet agent fertilisateur sera véritablement comprise.

Action de l'eau sur les prairies arrosées.

L'eau joue dans toute la végétation un rôle des plus importants; mais son action sur les herbages des prairies arrosées présente des phénomènes qui sont particuliers à cette culture.

L'eau, outre l'humidité convenable qu'elle communique aux plantes, sert encore de véhicule pour transporter dans toutes les parties du végétal le suc nourricier que les racines de celui-ci trouvent dans le sol. Elle dissout les engrais et les rend assimilables à la plante; enfin, l'eau finit par se décomposer elle-même pour servir à la nourriture des végétaux.

Les plantes herbacées, plus encore qu'aucune autre, ont besoin d'une grande quantité d'eau pour atteindre leur plus grand développement; elles sont avides de ce précieux liquide; aussi les plantes vertes en contiennent jusqu'à 70 % de leur poids.

L'eau, même la plus limpide, en coulant sur la surface d'une prairie établie dans des conditions convenables (que nous ferons connaître au chapitre IV), donne une vigueur extraordinaire à l'herbe, et peut assurer en tout temps un produit considérable, sans le concours d'engrais.

Ce phénomène n'est pas admis par tous les auteurs;

nous croyons donc utile de prouver succinctement que, nonobstant la divergence des opinions à ce sujet, la distance qui sépare les auteurs est plus apparente que réelle.

M. Nadault de Buffon, dans son *Traité remarquable sur les irrigations d'Italie*, dit :

« Celui qui aurait découvert le moyen de doubler ou de » tripler la puissance productive du sol, seulement avec » de l'eau, aurait trouvé la poule aux œufs d'or, etc..... ; » mais il n'en est pas tout à fait ainsi, et l'on ne doit pas » laisser ignorer aux personnes encore inexpérimentées » que, sauf les exceptions examinées plus loin, l'irrigation » consomme beaucoup d'engrais etc.... L'engrais est la » condition *sine quâ non* du succès des arrosages. »

Les auteurs allemands disent au contraire que l'irrigation seule assure la croissance de l'herbe, et qu'elle donne aux plantes une vigueur extraordinaire. De là le proverbe d'origine allemande, *l'eau fait l'herbe*. Ces opinions si opposées pourraient éveiller le doute chez les personnes qui ne s'occupent pas spécialement de ces questions ; mais il suffit d'examiner de près le but et la pratique des irrigations en Italie et en Allemagne, pour faire voir que chaque opinion, à son point de vue, est dans le vrai.

En Italie, où l'emploi de l'eau est indispensable à la production de toutes les substances alimentaires, elle a une valeur immense, et coûte généralement assez cher ; elle est donc distribuée avec la plus grande économie, et n'est employée que pour suppléer à l'insuffisance des pluies estivales : l'eau, dans la pratique des irrigations en Italie, a donc pour but principal d'entretenir le sol dans un état d'humidité convenable à la marche régulière de la végétation, et de mettre ainsi les plantes en état de tirer tout le parti possible des engrais confiés au sol. Appliquée dans ces proportions, sous le ciel chaud et sec de l'Italie, l'eau produit des effets prodigieux ; mais avec le peu d'eau

employée, les prairies ne sauraient se passer d'engrais. En effet, malgré la perte résultant de l'évaporation et de l'infiltration dans le sol, la quantité d'eau employée en Italie ne dépasse jamais 1 litre par seconde et par hectare de prairie arrosée; or d'après notre expérience, nous sommes convaincu que cette faible quantité ne peut suffire à alimenter l'arrosage des prairies par déversement, dans une proportion suffisante pour qu'elles puissent se passer de fumure; et ces fumures devront être d'autant plus considérables que la température sera plus élevée; car si rien n'est plus favorable à la végétation des plantes que d'avoir leurs tiges dans un milieu chaud et lumineux, et leur pied dans un terrain entretenu humide par l'arrosage, rien aussi ne consomme plus d'engrais que cette action simultanée de la chaleur et de l'humidité.

Pour la pratique des irrigations de l'Italie et du midi de la France, les principes de M. Nadault de Buffon sont donc complètement vrais.

Dans les contrées plus septentrionales, l'emploi de l'arrosage est beaucoup plus restreint; l'eau y a donc une valeur moindre, et contrairement à ce qui se passe en Italie, le cultivateur en dispose partout librement sans payer la moindre redevance.

En toute saison, les pluies étant généralement assez abondantes pour suffire aux besoins de l'agriculture, la culture des céréales peut se passer entièrement du concours de l'arrosage, et même, à peu d'exceptions près, ce concours serait toujours nuisible. Toute l'eau peut donc être appliquée à l'irrigation des prairies; c'est à cette cause qu'est due la différence complète qui existe entre la pratique de l'arrosage des prairies dans les deux régions qui nous occupent.

En Allemagne, en Belgique et dans les pays qui se trouvent sous la même latitude, les prairies sont arrosées

avec beaucoup plus d'abondance qu'en Italie; aussi les effets que cette pratique y exerce sur la végétation des herbages sont prodigieux; le proverbe *qui a de l'eau a de l'herbe* se vérifie partout où une prairie bien établie est arrosée régulièrement par déversement.

Nous connaissons en Campine beaucoup de prairies qui ont été formées sans emploi d'engrais, et qui se sont améliorées d'année en année sous l'influence de l'irrigation.

Cette action fertilisante de l'eau qui coule à la surface d'une prairie est complexe : d'une part, l'eau dépose sur le gazon toutes les parties nutritives qu'elle tient en suspension; et d'autre part, sa composition chimique exerce une très grande influence sur les plantes; car nous avons vu de l'eau complètement claire, sortant d'une fontaine au pied d'une montagne de gravier, servir à l'arrosage d'une prairie dont le produit égale celui des terres les plus riches; cependant cette prairie n'a jamais reçu d'engrais, et la limpidité de l'eau est telle, que son dépôt dans un vase, après un repos absolu de six semaines, n'est pas appréciable.

Le gazon opère donc comme un véritable laboratoire sur les eaux qui l'arrosent; il s'approprie une grande partie des gaz, des matières salines et des carbonates qu'elles tiennent en dissolution.

Bien que l'arrosage seul des prairies suffise, ainsi que nous venons de le voir, pour donner toujours des produits remarquables, nous sommes cependant d'avis qu'il est plus avantageux, à fort peu d'exceptions près, de faire usage d'engrais; car sans ce stimulant, les arrosages doivent être très abondants, et le volume d'eau nécessité est si considérable, qu'il devient impossible d'en étendre les bienfaits à de grandes superficies. Dans la suite, nous développerons plus amplement cette question si importante de l'exploitation des prairies.

L'arrosage améliore les prairies ; car dans une prairie bien irriguée, les plantes parasites ne peuvent coexister avec les plantes fourragères ; celles-ci acquièrent un si grand développement que les premières en sont étouffées.

Un arrosage bien conduit détruit en peu de temps les joncs, la bruyère et la préle ; nous disons bien conduit, car un arrosage négligé provoquera au contraire la croissance de ces mêmes plantes nuisibles.

De l'action de l'eau sur les sols de diverses natures.

Si tout terrain peut être converti en prairies productives, lorsqu'on a à sa disposition de l'eau convenable, l'arrosage n'agit cependant pas de la même manière sur les terrains de toute espèce.

Une des conditions essentielles à la bonne réussite d'une prairie arrosée, c'est que l'eau qui s'infiltré dans le sol, s'écoule aussitôt qu'elle y a exercé son action fertilisante. En conséquence de ce principe, le terrain sablonneux est celui qui convient le mieux à la formation des prairies arrosées, et les sols les plus compactes sont ceux qui sont le moins propres à être soumis à l'irrigation.

Un sol compacte présente cet inconvénient, qu'après l'arrosage, sa surface devient dure et pour ainsi dire impénétrable à l'air et à la chaleur. La racine des plantes est donc privée en grande partie de l'influence simultanée de ces deux agents, si nécessaires à la végétation.

Ces principes généraux, dont la vérité est prouvée par la pratique, exigent que l'arrosage des terrains compactes soit moins abondant et moins prolongé que celui des sols dont le sable forme la base principale. La bonne réussite d'une prairie exige que le cultivateur conforme la disposition ainsi que le mode de l'arrosage à la nature du sol. Au chapitre IV, nous ferons connaître les règles qui

doivent servir de base à l'établissement des prairies, dans les sols de diverses natures.

Qualités que doit présenter l'eau d'irrigation.

A fort peu d'exceptions près, toutes les eaux sont propres à l'arrosage des prairies; mais chacun sait cependant que les unes sont meilleures que les autres, et qu'une eau peut être favorable à l'irrigation d'un terrain, tandis qu'elle serait nuisible à l'arrosage d'une terre de composition différente.

Toute eau qui provient d'une rivière ou d'un ruisseau traversant des terres cultivées, est bonne. Les pluies en s'écoulant vers les thalwegs, entraînent toujours avec elles une partie des engrais des terres cultivées sur les versants; l'eau des rivières tient ainsi en suspension les matières les plus fines que les pluies ont enlevées à l'agriculture, et les dépose sur les prairies à l'arrosage desquelles elle est utilisée.

Les eaux des rivières, si elles sont poissonneuses, quelle qu'en soit d'ailleurs la limpidité, sont très propres à l'arrosage.

La présence d'une herbe vigoureuse sur les rives d'une rivière ou d'un ruisseau est un pronostic certain que l'eau est très propre à l'arrosage des prairies. Il en est de même de l'eau de source dont le parcours est marqué par une ligne d'herbe vigoureuse.

Les seules eaux véritablement mauvaises, sont celles d'un marais ou d'un ruisseau qui a traversé des bois de chênes; elles sont chargées de principes astringents et défavorables à la croissance de l'herbe.

Les eaux d'une rivière qui coule sur un sol argileux ou calcaire, conviennent parfaitement à l'arrosage des prai-

ries établies sur des terrains sablonneux. Réciproquement, une prairie à sol compacte se trouvera très bien de l'eau provenant d'une rivière qui traverse un sol sablonneux.

De l'eau fortement chargée de sulfate de fer sera une véritable cause de destruction pour les herbages, sur un terrain ordinaire; tandis qu'employée sur des terrains calcaires, cette eau produira de très bons effets.

Toutes les eaux, à de très rares exceptions près, peuvent donc être utilisées à l'arrosage des prairies; par conséquent, la pratique de l'irrigation est applicable partout où se trouve une rivière, un ruisseau ou une source; il s'agit seulement, de la part du cultivateur, de savoir en tirer parti avec discernement.

But de l'irrigation

L'irrigation a pour but de conduire les eaux dont on dispose sur les lignes culminantes du terrain à arroser, pour les répandre ensuite, d'une manière régulière, sur les versants ou plans inclinés; et enfin, de les recueillir, après qu'elles ont produit leur effet utile, dans des rigoles de colature ou d'écoulement ménagées au pied des versants.

Telles sont les dispositions fondamentales de toute irrigation, dispositions qui, chaque fois qu'elles sont observées, assurent le succès de l'opération.

Pour atteindre ce but, il est toujours nécessaire d'exécuter divers travaux, du bon établissement desquels dépend la réussite ou l'insuccès d'une irrigation; ces travaux forment l'objet du chapitre suivant.

CHAPITRE II

DES TRAVAUX RELATIFS A L'IRRIGATION

Ces travaux se divisent en trois catégories, savoir :

1° Les grands canaux d'irrigation, de colature et d'écoulement, destinés à desservir toute une contrée.

2° Les rigoles d'alimentation principales et secondaires, desservies par les grands canaux, pour l'arrosage de zones partielles; celles de colature et d'écoulement, destinées à évacuer les eaux après qu'elles ont produit leur effet utile; et enfin les ouvrages d'art qui s'y rapportent.

Nous désignerons dans la suite les ouvrages de cette catégorie sous le titre de : *Travaux préparatoires à l'irrigation*.

3° Les travaux intérieurs de toute nature, ayant pour but l'établissement des prairies irrigables.

Les travaux de la première catégorie ne peuvent s'exécuter què par l'Etat ou des sociétés concessionnaires; et encore ces sociétés ne peuvent-elles entreprendre de semblables travaux que dans les pays où l'eau a une grande valeur et se vend très cher, comme en Italie. Dans le midi de la France, toutes les sociétés qui ont voulu créer de grands travaux d'irrigation ont fait de mauvaises spéculations.

La rédaction de semblables projets est une des opéra-

tions les plus délicates de l'art de l'ingénieur; elle exige des connaissances spéciales; aussi cette tâche est toujours confiée aux personnes de l'art. Les lecteurs auxquels s'adresse cet ouvrage ne sauraient donc tirer aucune utilité des considérations que nous pourrions émettre au sujet de ces grands travaux d'art; ce qui intéresse le cultivateur, ce sont les travaux de la deuxième et de la troisième catégorie, qui se rapportent d'une manière directe à l'arrosage des prairies. C'est donc spécialement de ces derniers travaux que nous nous occuperons

Des travaux préparatoires à l'irrigation.

Ces travaux comprennent :

- a.* Les rigoles d'alimentation principales et secondaires;
- b.* Celles de colature et d'écoulement;
- c.* Les ouvrages qui se rapportent à ces travaux, tels que prises d'eau, barrages de dérivation, chutes, ponts, etc., et les chemins d'exploitation.

a. DES RIGOLES D'ALIMENTATION PRINCIPALES ET SECONDAIRES.

Définition.

Les rigoles d'alimentation principales sont destinées à desservir l'arrosage de toute une zone de prairies; elles ont leur prise d'eau directement aux grands canaux d'irrigation, ou quelquefois aux rivières ou aux ruisseaux qui bordent les terrains à convertir en prairies. La direction générale de leur tracé est toujours dans le sens de la pente générale du terrain.

Les rigoles d'alimentation secondaires servent à fournir

l'eau à certaines parties de prairies, dont la surface varie d'après les dispositions du terrain; elles puisent leurs eaux aux rigoles principales et occupent la ligne culminante de la surface dont elles doivent desservir l'arrosage. Lorsque le sol ne présente qu'une pente générale, ces rigoles sont établies perpendiculairement aux rigoles principales, tandis que si le terrain présente une inclinaison en s'éloignant de la rigole d'alimentation principale, la direction des rigoles secondaires formera un angle d'autant plus aigu avec la première, que l'inclinaison sera plus forte.

A leur origine, les rigoles d'alimentation doivent débiter tout le volume d'eau nécessaire à l'arrosage; à mesure qu'elles s'éloignent de leur origine, leur débit est diminué de toute la quantité d'eau fournie aux prairies : il résulte de là que leur section devient plus petite progressivement, de manière à se réduire à rien à l'extrémité, où les rigoles n'ont plus d'eau à fournir. Cependant, dans la pratique, on ne suit cette règle théorique que pour les rigoles de grande portée, dont l'établissement donne lieu à des terrassements tant soit peu importants; mais aux rigoles de faible débit, on donne une section uniforme, celle qui est nécessaire pour livrer passage au maximum du débit.

Hauteur de la flottaison des rigoles en contre-haut du sol.

Afin de pouvoir arroser convenablement les terrains qu'on veut traiter de la sorte, la flottaison de l'eau dans les rigoles d'alimentation, doit être maintenue suffisamment en contre-haut du sol; cette surélévation ne doit pas être considérable, sinon la rigole sera trop en remblai, coûtera par conséquent trop cher, et donnera lieu à des pertes d'eau par infiltration, ce qui doit être évité autant que possible. Si, au contraire, la flottaison n'est pas suffi-

samment élevée par rapport aux terrains à arroser, on s'expose à compromettre l'irrigation régulière des parties élevées du domaine.

Ces deux écueils doivent également être évités; mais en général, il y a moins de mal à établir une rigole trop en remblai qu'à la creuser trop en déblai; les inconvénients du premier défaut donneront lieu, il est vrai, à une dépense inutile; mais les pertes d'eau par infiltration peuvent être atténuées en donnant de plus fortes dimensions aux digues; tandis que ceux du second sont irréparables, parce que les terrains situés en contre-haut de la flottaison ne sont irrigables qu'en faisant de très fortes dépenses pour les abaisser, opération qu'il serait ruineux d'effectuer sur une grande superficie. On ne peut pas fixer *à priori* la hauteur à laquelle doit se trouver la flottaison des rigoles par rapport au terrain; cela dépend de la déclivité du sol à arroser: si elle est prononcée, la flottaison de la rigole peut rester en contre-bas de la ligne de terrain suivant laquelle elle est établie; il suffit dans ce cas, pour irriguer le terrain latéral à la rigole, d'effectuer un petit déblai. Cette disposition est très avantageuse, parce qu'étant creusée en déblai, la rigole ne donne pas lieu à des infiltrations. Lorsque la pente du terrain est très faible, l'expérience nous a prouvé qu'une surélévation de 0^m20 à 0^m50 en contre-haut du sol est la plus convenable; elle assure une alimentation régulière des rigoles de distribution intérieures, et ni les remblais ni les déblais ne sont jamais considérables; on doit donc tâcher de se rapprocher de cette limite, autant que le terrain le permet.

De la pente des rigoles d'alimentation.

La pente à donner aux rigoles d'alimentation dépend de plusieurs circonstances qui doivent être prise en considération.

La vitesse que l'eau acquiert dans une rigole est en raison de sa pente; elle sera donc d'autant plus considérable que la pente sera plus prononcée.

Le courant de l'eau dans les rigoles doit être toujours assez rapide pour que les sédiments fertilisants qu'elle contient restent en suspension jusqu'à l'arrivée de l'eau sur la prairie.

Avec peu de vitesse, ces sédiments se déposent sur le fond et contre les talus des rigoles, au détriment des prairies; et quand ces matières sont abondantes, leur dépôt donne lieu à des envasements fréquents.

L'eau coulant avec une vitesse trop considérable exerce une action corrosive sur les parois des rigoles, chose qu'on doit toujours prévenir; les travaux à exécuter pour neutraliser cette action destructive sont très souvent fort coûteux. Plusieurs auteurs se sont appliqués à fixer, d'après la nature du sol, les limites maxima de la vitesse que peut avoir l'eau dans un canal; mais les résultats ne nous inspirent pas une entière confiance, car cette donnée varie tellement, et les auteurs sont si peu d'accord entre eux, que nous croyons que, dans chaque cas particulier, on doit examiner le terrain pour apprécier sa consistance, et prendre surtout en considération la vitesse du courant du ruisseau ou de la rivière de la localité, et les effets qu'elle exerce sur les rives : en possession de ces données, on est en mesure de fixer d'une manière convenable la vitesse que peut avoir l'eau dans les rigoles à construire, et par conséquent la pente qu'on doit leur donner.

Le produit de la section d'une rigole par la vitesse due à sa pente donne son débit; la pente exerce donc une grande influence sur la dépense des travaux, car pour un volume d'eau donné, la section sera d'autant plus grande que la pente sera moindre; et par conséquent le coût des travaux de terrassement et des ouvrages d'art augmente à

mesure que la pente diminue. Par suite, l'importance des travaux diminue à mesure que la pente devient plus forte. L'économie qui doit présider à tous les travaux, mais surtout aux opérations agricoles, exige donc qu'on donne aux rigoles d'alimentation la plus forte pente possible. Un avantage qui résulte encore d'une forte pente, c'est de diminuer les fuites d'eau par infiltration; en effet, plus la vitesse sera grande, plus la section sera petite pour un même débit; la surface infiltrante diminuera donc lorsque la pente augmentera, et d'ailleurs, il paraît démontré qu'il y a moins de pertes d'eau lorsqu'elle est animée d'une grande vitesse.

D'après ces considérations, on voit qu'il est impossible de déterminer, d'une manière générale, la pente à donner aux rigoles d'irrigation; mais nous avons établi des travaux de cette espèce en Campine sur une superficie de 3,000 hectares de terrains sablonneux; la pente que nous y avons donnée aux rigoles varie de 0^m003 à 0^m0015 par mètre, et l'expérience nous prouve que cette pente est très convenable.

De la hauteur d'eau dans les rigoles d'alimentation.

La hauteur d'eau dans les rigoles d'alimentation doit toujours être assez forte pour pouvoir fournir convenablement l'eau aux rigoles de distribution intérieures; l'expérience nous a démontré que pour les rigoles secondaires, qui sont immédiatement en communication avec celles de distribution, la hauteur d'eau la plus convenable à l'origine de la rigole est de 0^m50 ; quand elle est inférieure à cette limite, les rigoles de distribution ne sont pas fournies régulièrement.

La hauteur d'eau dans les rigoles d'alimentation princi-

pales peut être la même que celle des rigoles secondaires, lorsque la surface totale à arroser n'est pas trop considérable. Mais dès que la surface est importante, elle doit être plus forte, sans quoi la section des rigoles principales deviendrait si grande, qu'il y aurait trop de perte de terrain pour leur établissement. Nous avons adopté en Campine, pour les rigoles principales, une hauteur d'eau de 0^m75, dès que la surface à laquelle elles doivent fournir l'eau dépasse 50 hectares; l'expérience a sanctionné ce chiffre.

Du profil transversal des rigoles d'alimentation.

Le profil transversal d'une rigole se compose de trois parties : la section, l'inclinaison des talus et les dimensions des digues, lorsque la rigole est en remblai.

La section est la partie la plus importante; il est essentiel qu'elle soit déterminée aussi exactement que possible. Si elle est trop forte, on augmente inutilement la dépense des travaux, et il y a des pertes d'eau par infiltration hors de proportion avec la surface des prairies à arroser. Si, au contraire, la section est trop petite, le volume d'eau nécessaire à l'arrosage ne peut être fourni, et l'opération est compromise. Pour ne pas courir ce risque, il est toujours prudent de donner une section un peu plus forte que celle que l'on aura calculée.

Les données, en fonction desquelles la section d'une rigole se détermine, sont le volume d'eau à débiter, la pente de la rigole et la hauteur de l'eau. Le volume d'eau à débiter doit être calculé préalablement aussi exactement que possible; en traitant, au chapitre IV, de la répartition des eaux, nous ferons connaître les règles à suivre pour fixer cette donnée du problème; on détermine la pente et

la hauteur d'eau de la rigole comme il est dit dans ce chapitre. Ainsi ces trois quantités étant connues; il ne reste plus à déterminer que la section.

La formule la plus exacte pour résoudre ce problème est celle du mouvement uniforme des eaux courantes,

$$i = K \frac{X}{\Omega} \varphi(V)$$

où i est la pente du plafond,

V la vitesse moyenne de l'eau,

X le périmètre mouillé,

Ω la section,

K une constante à déterminer dans chaque cas.

X et Ω sont fonctions de la hauteur d'eau h , de la pente τ des talus, et de la largeur x au plafond, car

$$\begin{aligned} X &= x + 2h \sqrt{1 + \tau^2} \\ \Omega &= h(x + h\tau). \end{aligned}$$

Quant à $\varphi(V)$, on peut prendre

$$\varphi(V) = b_1 V^2$$

et $b_1 = 0.0004$. Comme d'ailleurs

$$V = \frac{Q}{\Omega}$$

Q étant le débit de la rigole, la formule à appliquer est

$$i = 0,0004K \frac{x + 2h \sqrt{1 + \tau^2}}{h^3(x + h\tau)^3} Q^2$$

La largeur x au plafond, est donc racine d'une équation

tion du 3^me degré, dont la résolution ne présente, il est vrai, aucune difficulté, mais exige cependant des connaissances qu'on ne peut demander à des irrigateurs ou des chefs d'exploitations agricoles. A notre point de vue, cette formule n'est donc pas pratique. La présence du coefficient K rend ce défaut encore plus sensible. Il sert en effet à tenir compte de l'augmentation du périmètre mouillé, produite par la présence des herbages, plantes aquatiques, etc., et ne peut être déterminé que par des jaugeages précis de cours d'eau placés dans les mêmes conditions que la rigole à établir. Cette opération étant fort difficile, et parfois impossible, il faudrait attribuer à K une valeur moyenne, 2 par exemple, absolument arbitraire d'ailleurs, vu que les expériences de Dubuat prouvent qu'il peut varier entre 1,4 et 2,3.

Pour ces motifs nous préférons la formule de Tadini, donnée par M. Nadault de Buffon, dans son remarquable traité sur les irrigations d'Italie, tome II, page 220, et qui est basée sur soixante expériences faites sur les canaux d'arrosage d'Italie.

$$x = \frac{Q}{50h\sqrt{h \cos \varphi}}$$

dans laquelle x représente la largeur du plafond, Q le volume d'eau que la rigole doit débiter, h la hauteur de l'eau et $\cos \varphi$ la pente par mètre de la rigole.

On fait abstraction dans le calcul de l'inclinaison des talus, l'augmentation de surface qui en résulte compensant l'influence de l'obstacle que les herbages portent à l'écoulement de l'eau.

Exemple.

Quelle sera la largeur au plafond d'une rigole devant débiter 0^m350 d'eau par seconde, avec une pente de 0^m,0005 par mètre et une hauteur d'eau de 0^m,50?

On aura :

$$Q = 0,50; h = 0,50 \text{ et } \cos \varphi = 0,0005.$$

En substituant ces données dans la formule on aura :

$$\begin{aligned} x &= \frac{0,50}{50 \times 0,50 \sqrt{0,50 \times 0,0005}} = \frac{0,50}{50 \times 0,50 \times 0,0158} \\ &= \frac{0,50}{0,395} = 1^m29 \end{aligned}$$

Ainsi la largeur cherchée est de 1^m29.

Comme on le voit cette formule est absolument empirique, et à rejeter par conséquent dans le calcul de la section d'un grand canal. Mais dans le cas particulier qui nous occupe, elle présente moins de chances d'erreurs que la précédente, vu qu'elle est établie d'après de nombreux jaugeages de canaux d'irrigation.

Au reste, l'exemple que nous venons de donner, traité par la première formule en faisant successivement $K = 2$ et $K = 2,3$, donne respectivement $x = 1^m23$ et $x = 1^m37$. La formule de Tadini donne donc un résultat moyen qui milite en sa faveur. Si d'ailleurs on connaissait la valeur exacte de K à un instant donné, l'exactitude serait purement illusoire, le débit d'une rigole d'alimentation étant essentiellement variable par les nécessités de l'arrosage, de même que la valeur de K par suite des variations de l'état d'entretien. Dans le cas le plus favorable on ne peut donc calculer la section qu'approximativement. Nous avons constamment fait usage de la formule de Tadini pour déterminer la section des rigoles d'alimentation des irrigations de la Campine, et des jaugeages fréquemment répétés, au moyen de notre appareil jaugeur établi à Neerpelt, nous ont démontré que le volume d'eau débité était sensiblement celui qui avait servi de base à déterminer leur section.

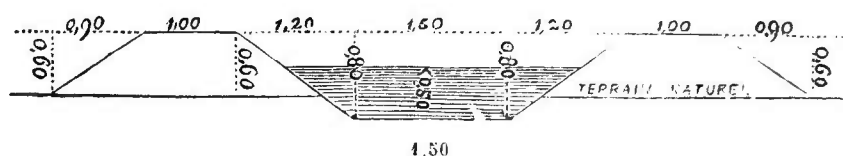
Inclinaison des talus.

L'inclinaison à donner à un talus dépend du plus ou moins de consistance du sol; ainsi, dans une terre argileuse, un talus de 1 de base pour 1 de hauteur se maintiendra très bien; tandis que dans un sol sablonneux, les talus établis de cette manière ne présentent aucune stabilité. Dans toutes les irrigations de la Campine, nous avons adopté des talus présentant une inclinaison de 1 $\frac{1}{2}$ de base pour 1 de hauteur; et, pour prévenir les affouillements, nous avons encore été obligé de les revêtir d'un gazonnement à plat. Comme cette opération donne lieu à une dépense assez considérable, généralement à fr. 0,05 par 1^m200, nous avons essayé si des talus présentant 2 de base pour 1 de hauteur pourraient s'en passer, et l'expérience nous a prouvé que, même dans ce cas, il faut un revêtement en gazons; nous pensons donc que, dans les terres légères, les talus des rigoles d'irrigation, où l'eau est constamment animée d'une grande vitesse doivent toujours être revêtus en gazons, et avoir une inclinaison de 1 $\frac{1}{2}$ de base pour 1 de hauteur.

Dimensions des digues.

Il existe des formules pour déterminer ces dimensions par rapport à la pression que l'eau exerce sur les digues; mais les données sur lesquelles elles sont basées varient dans de si fortes proportions, que les ingénieurs même les plus habiles prennent pour guides, des travaux déjà exécutés dans des circonstances analogues à celles où se trouve le canal qu'ils doivent construire. C'est aussi le conseil que nous donnons aux personnes qui sont appelées à établir des rigoles d'irrigation.

Pour ces rigoles, où la hauteur de l'eau dépasse rarement 0^m75 , une digue surélevée de 0^m30 à la flottaison et ayant une largeur en crête de 0^m50 , présenterait la solidité nécessaire; mais il faut, outre les questions de stabilité, prendre en considération l'étanchéité, pour prévenir autant que possible les pertes d'eau par filtration. En Campine nous avons généralement adopté ces dimensions; mais l'expérience démontre qu'elles ne suffisent pas, et on a été obligé de les renforcer partout, pour arrêter les infiltrations. Actuellement nous avons adopté une largeur en crête de 1^m00 , comme il est indiqué au profil ci-dessous.



Profil longitudinal des rigoles d'alimentation.

Dès que la pente et le profil transversal d'une rigole sont calculés, les parties principales du profil longitudinal sont déterminées.

Comme les rigoles principales sont toujours tracées dans le sens de la pente générale du terrain, et que les crêtes des diges doivent être horizontales, la hauteur des remblais augmente à mesure qu'on s'éloigne de leur origine. Il arrive donc un point où les remblais atteignent la limite maximum que nous avons assignée pour la hauteur de l'eau en contre-haut du terrain. A ce point, une chute doit être établie pour racheter la pente; en aval de cet ouvrage, les dimensions à l'origine de la rigole doivent être, quant à la pente et à la hauteur de l'eau, les mêmes que dans le premier bief. Mais lorsque le volume d'eau à

débiter par le deuxième bief est inférieur à la portée du premier, la section du deuxième doit être diminuée en proportion du volume d'eau que la rigole y doit débiter : les mêmes règles doivent être observées pour tout le parcours des rigoles d'alimentation. Quant aux rigoles d'alimentation secondaires, comme elles sont établies autant que possible, suivant des lignes sensiblement de niveau, leur profil longitudinal est complètement déterminé par le profil transversal et par la pente. ✓

b. DES RIGOLES DE COLATURE ET D'ÉCOULEMENT.

Définition.

L'expression de *colature* est italienne ; nous l'avons tirée du Traité sur les irrigations de M. Nadault de Buffon.

Les colatures sont les eaux que laisse échapper une prairie arrosée, et qui peuvent être de nouveau utilisées pour l'arrosage des prairies inférieures. Une rigole de colature, ou un canal colateur, a donc pour but de recueillir les eaux provenant d'une irrigation, à un point où elles peuvent de nouveau servir à l'arrosage.

Les rigoles d'écoulement servent également à recueillir les eaux d'arrosage ; mais c'est pour les conduire à la voie générale d'écoulement, sans qu'elles puissent encore servir à l'irrigation ; ce sont donc des eaux perdues.

Des colateurs.

Les colateurs jouent un rôle des plus importants ; c'est la clef de voûte de tout bon système d'irrigation. Sans un emploi judicieux de colateurs, partout où la situation du sol le permet, et de manière à utiliser les eaux aussi sou-

vent que possible, tout système d'irrigation en grand est impossible. M. Nadault de Buffon fait voir, dans son *Traité d'irrigation*, qu'en Italie, en établissant judicieusement des colateurs, on ne laisse pas perdre une goutte d'eau. Mais, dans notre pays, beaucoup d'irrigateurs sont opposés à ce système, parce qu'ils prétendent, à tort, que des eaux ayant servi à l'arrosage sont usées, et qu'elles ont perdu toutes leurs parties fécondantes; c'est un préjugé funeste à l'extension des irrigations, et qu'il convient de détruire.

En Lombardie et en Piémont, on achète les colatures, et on les paye très souvent le même prix que les eaux primitives. En Campine, nous avons constaté par l'expérience que les colatures agissent très utilement et même, sauf les cas particuliers où l'eau est fortement chargée de parties limoneuses, les colatures valent autant que les eaux primitives. Un raisonnement bien simple démontre cette vérité.

L'eau agit utilement d'abord, et surtout en été, parce qu'elle entretient l'humidité; or, cette action est la même, que l'eau ait servi ou non. Elle agit encore par le gaz qu'elle contient; et, en coulant sur un pré, l'eau, étant dans un mouvement non interrompu, renferme au moins autant d'air et de gaz carbonique à sa sortie qu'à sa venue sur le pré. En effet, elle est alors divisée en une infinité de petits filets, et se trouve par conséquent dans la disposition la plus favorable pour se saturer de gaz. Elle agit également par les sels solubles qu'elle transporte, et des expériences directes, faites par M. Raphaël Pareto, prouvent que la proportion de ces sels ne varie pas, c'est-à-dire qu'un litre d'eau en contient autant à sa sortie qu'à son entrée sur la prairie. Cet habile ingénieur rapporte, dans son *Traité sur les irrigations*, 1^{re} partie, page 115, qu'en Sologne, à Lamotte-Beuvron, les eaux d'un petit

ruisseau, *le Chicandin*, sont employées pour l'arrosage à différentes reprises. Il a pris un litre d'eau à son entrée sur les prés, et elle a donné, évaporée, 0,20 pour 1000 de dépôt; et un litre d'eau, pris à la sortie des prés, a donné 0,19 pour 1000 de dépôt.

Il est donc bien prouvé que les eaux ayant déjà servi à l'arrosage, agissent encore très efficacement sur les prés, que même, sauf le cas où il s'agit d'eaux fortement chargées de parties limoneuses, elles valent autant à leur sortie de la prairie qu'à leur entrée; et que, par conséquent, dans tout système d'irrigation bien établi, les colateurs doivent être ménagés, dès que le terrain le permet.

De la section des colateurs.

A son origine, un colateur ne reçoit que peu d'eau; mais à mesure qu'il s'en éloigne, les eaux des prairies qu'il dessert venant s'y déverser, son débit augmente progressivement. A l'origine, il suffit donc que la section puisse débiter l'eau que le colateur reçoit de la première rigole d'évacuation qui y débouche; tandis qu'à son extrémité opposée, à la sortie du pré, son débouché doit pouvoir livrer passage à tout le volume d'eau que l'arrosage laissé échapper; et même, comme il arrive souvent qu'aux eaux d'arrosage viennent se joindre les eaux pluviales et celles qui proviennent du sol, il est essentiel que, dans la détermination de la section du colateur, on tienne compte de cette circonstance. En Campine, nous avons toujours augmenté de $\frac{1}{5}$ la section calculée pour le débit des eaux d'arrosage, et l'expérience nous a démontré que les colateurs établis d'après cette règle satisfont parfaitement à leur but.

Bien que, théoriquement, la section d'un colateur doive

augmenter progressivement à mesure qu'on s'éloigne de son origine, ce principe n'est cependant appliqué qu'aux colateurs d'une certaine importance, débitant un volume d'eau assez considérable pour exiger une forte section; mais pour les petits colateurs à faible débit, on adopte une section uniforme, celle que donne le calcul pour le maximum du débit, parce qu'il est très difficile de creuser une rigole d'une certaine profondeur qui n'aurait que 0^m10 ou 0^m15 au plafond, et que les difficultés de construction donneraient lieu à une dépense plus forte que celle qui résulte du surplus de terre qu'on doit remuer, en adoptant un débouché plus fort.

De la profondeur des colateurs.

La profondeur des colateurs doit toujours être telle que la flottaison de l'eau ne puisse s'y élever en contre-haut du plafond des rigoles d'évacuation qui viennent y déverser leurs eaux, sinon l'assainissement des prairies ne serait pas complet. Or, un assainissement parfait est une condition essentielle de tout bon système d'irrigation; il faut, pour atteindre ce but, que la profondeur du colateur soit telle, que la flottaison de l'eau à son origine reste de 0^m05 à 0^m10 en contre-bas du plafond des rigoles d'évacuation qui y débouchent.

De la pente des colateurs.

Comme les colateurs ont pour but d'assainir le sol en évacuant rapidement les eaux, il est utile que leur pente soit aussi forte que possible; cependant elle ne doit pas dépasser 0^m003 par mètre, sinon la rigole, même revêtue

d'un gazonnement sur toutes ses parois, ne pourrait résister à l'action corrosive du courant de l'eau. En Campine, nous n'avons dépassé cette limite que dans des cas exceptionnels, et alors nous avons été obligés de mettre un tunage au pied des talus, pour leur donner la stabilité nécessaire.

Du profil longitudinal des colateurs.

La pente et le profil transversal étant calculés, le profil longitudinal est déterminé; mais il est à observer que sur toute la portion de son parcours, où le colateur reçoit des eaux d'arrosage, il doit être constamment en déblai; tandis qu'une fois sorti des prairies qu'il assainit, et s'il devient lui-même rigole d'alimentation, il doit être établi comme il est dit pour ces rigoles. Il arrive fréquemment que le colateur déverse ses eaux dans une rigole d'alimentation inférieure; il faut, dans ce cas, pour que l'écoulement soit libre, ou bien qu'il soit établi en contre-haut de la flottaison de la rigole dans laquelle il débouche, ou bien que sa pente soit assez prononcée pour que l'eau de cette rigole ne puisse opposer aucun obstacle à l'écoulement.

Des rigoles d'écoulement.

Tout ce que nous avons dit des colateurs est applicable aux rigoles d'écoulement, sauf que ces dernières se déchargent immédiatement dans le ruisseau, la rivière ou le canal qui sert de voie d'écoulement générale à la zone de prairie.

Lorsqu'une rigole d'écoulement doit recevoir toutes les eaux qui proviennent d'une prairie, sa portée doit être

égale à celle de la rigole d'alimentation principale, augmentée de $\frac{1}{5}$.

C. DES PRISES D'EAU, BARRAGES,
CHUTES, ACQUEDUCS, PONTS ET CHEMINS D'EXPLOITATION.

Des prises d'eau.

La prise d'eau est l'ouvrage le plus important des travaux d'art relatifs aux irrigations; il faut donc que sa construction soit faite avec beaucoup de soin.

Le débouché d'une prise d'eau doit être déterminé d'après le volume d'eau qu'elle doit débiter; mais il n'y a aucun inconvénient à ce que le débouché soit un peu trop grand, parce que son débit se règle au moyen de la vanne qui y est adaptée.

Son seuil doit toujours être placé suffisamment en contre-bas de la ligne de flottaison du canal auquel elle est pratiquée, pour qu'elle puisse toujours fournir l'eau nécessaire; car il arrive souvent aux canaux qui servent en même temps à l'irrigation et à la navigation, que la flottaison descend en contre-bas du repère fixé par les règlements; il faut donc tenir compte de cette circonstance en établissant les prises d'eau.

Généralement, les canaux d'irrigation sont établis en remblai, ce qui exige que les prises d'eaux soient construites de manière à empêcher toute fuite d'eau, soit par le dessous du radier soit en contournant l'ouvrage, sinon les plus graves accidents pourraient en être la conséquence; les digues du canal peuvent se rompre et occasionner ainsi des inondations désastreuses, outre les dégâts qu'un semblable accident causerait aux travaux du canal même.

La vanne doit être bien étanche et d'une manœuvre

facile; elle doit pouvoir se fixer à telle hauteur que l'on veut, au moyen d'une serrure qui mette obstacle aux manœuvres que pourraient effectuer des personnes autres que celles qui sont préposées à cette fin.

Des barrages.

Lorsqu'une prise d'eau est pratiquée à un cours d'eau, un barrage doit y être placé en aval de la prise d'eau, afin de pouvoir maintenir les eaux en amont de cet ouvrage à une hauteur constante, qui assure en tout temps l'alimentation des prairies.

Avant de construire un barrage, on doit bien étudier le régime du cours d'eau sur lequel il doit être établi; c'est-à-dire qu'il faut connaître la marche des crues pendant les fortes eaux; car les dimensions de l'ouvrage doivent être déterminées en conséquence.

Lorsque le cours d'eau est important et à forte pente, il faut que les barrages soient construits solidement et de manière qu'on puisse les ouvrir facilement pour permettre le libre écoulement des eaux pendant les crues.

Pour les petits cours à pente faible, il suffit de quelques pieux de bois pour construire un barrage avec toute la solidité nécessaire.

Une précaution qu'il faut prendre en toute circonstance, c'est d'établir le barrage de manière que la surélévation des eaux qui en résulte à l'amont ne puisse nuire en aucune façon aux propriétés riveraines, ni aux usines qui pourraient se trouver en amont du barrage.

Des chutes.

Les chutes ont pour but de racheter la pente des rigoles d'alimentation; elles les divisent en biefs d'autant plus

nombreux, que la pente du terrain dans le sens de l'alimentation est plus considérable.

Le seuil de ces ouvrages doit être de niveau avec le plafond du bief supérieur, et le radier avec celui du bief inférieur. Quant à leur ouverture, elle se détermine d'après le débit de la rigole d'alimentation et la hauteur d'eau sur leur seuil.

Voici la formule qui peut servir à déterminer cette ouverture :

$$Q = 0,405 \times h \times V$$

Dans cette formule, Q représente le volume d'eau débité par la rigole d'alimentation, x l'ouverture de la chute à déterminer, h la hauteur d'eau sur le seuil de la chute, et V la vitesse due à cette hauteur d'eau; on a donc :

$$x = \frac{Q}{0,405 \times h \times V}$$

Pour avoir la vitesse due aux différentes hauteurs d'eau, on trouvera des tableaux dans tous les ouvrages d'hydraulique, et entre autres dans l'aide-mémoire de mécanique de M. Morin.

Exemple :

Quelle sera l'ouverture d'une chute devant débiter 1^m300 d'eau par $1''$ avec une hauteur d'eau sur son seuil de 0^m70 ?

Dans ce cas, V étant égal à 3^m71 (voir Morin page 8), on aura, en substituant ces valeurs dans la formule précédente :

$$x = \frac{1}{0,405 \times 0,70 \times 3,71} = 0,95$$

Dans cette formule, on suppose que l'eau débouche

librement de la chute; mais il arrive souvent que la flottaison du bief inférieur de la rigole d'alimentation est supérieure au seuil de la chute; dans ce cas, V représente la vitesse due à la différence de niveau entre la flottaison du bief supérieur et du bief inférieur.

Les chutes doivent toujours être pourvues de vannes, afin de pouvoir distribuer les eaux d'une manière régulière.

Des ponts.

Un pont doit être établi partout où le creusement d'une rigole quelconque intercepte un chemin. Leur débouché doit être toujours le même que celui de la rigole sur laquelle ils sont construits, afin qu'ils ne présentent aucun obstacle au libre écoulement des eaux.

Des aqueducs.

Il arrive souvent qu'une rigole de colature ou d'écoulement doit passer sous une rigole d'alimentation; il faut alors construire un aqueduc pour livrer passage aux eaux de ces rigoles.

Le radier de ces ouvrages doit être de niveau avec le plafond de la rigole pour le passage de laquelle ils sont construits, et leur débouché doit être le même que celui de cette rigole.

Lorsque le volume d'eau à faire passer par un aqueduc est important, il faut que cet ouvrage soit construit en maçonnerie; mais une buse en bois suffit lorsque l'eau à débiter ne provient que d'une petite surface de prairie.

Des chemins d'exploitation.

Le transport économique des produits d'une prairie est une chose importante; il est donc essentiel de ménager partout des chemins qui en assurent la facile exploitation. Les chemins pour l'intérieur des prairies doivent toujours être disposés de manière à pouvoir s'arroser comme les prairies, sinon leur établissement donnerait lieu à une trop grande perte de terrain.

Au chapitre suivant, nous ferons connaître comme ils doivent être établis, et nous donnerons en même temps des dessins relatifs aux ouvrages d'art dont nous venons de parler.

CHAPITRE III

RÉDACTION D'UN PROJET DE TRAVAUX PRÉPARATOIRES A L'IRRIGATION.

Considérations générales.

L'ensemble des travaux dont nous avons traité chaque partie spécialement au chapitre précédent ne peut être établi convenablement que dans les plaines peu accidentées, qui seules permettent de construire de grands systèmes de prairies irrigables, disposées en ados ou en compartiments pour être arrosées par submersion. Dès que le terrain est sensiblement tourmenté, ou que les pentes dépassent 0^m02 par mètre, l'irrigation ne peut plus s'effectuer que sur une plus petite échelle; il faut alors adopter d'autres systèmes, que nous ferons connaître au chapitre suivant, en traitant de l'établissement des prairies.

Les travaux dont nous allons discuter l'établissement dans ce chapitre ne sont donc applicables dans leur ensemble que là où le terrain est propre à la création de prairies disposées en ados, ou en prairies submersibles.

Une inspection détaillée du terrain à convertir en prairies doit précéder toute autre opération; l'irrigateur doit d'abord se rendre compte ainsi de la situation générale du sol; ensuite il doit lever un plan général du terrain

avec indication des chemins, des petits cours d'eau, des bas-fonds, etc. ; en un mot de tous les détails qui doivent être pris en considération dans l'établissement des travaux.

Quand on possède ce plan, on procède au nivellement détaillé, qui doit accuser nettement la situation du terrain ; en général il suffit, pour bien représenter la configuration du sol, d'avoir un point de nivellement de 150 en 150 mètres. En Campine, nous avons adopté cette distance pour tous les projets que nous avons dressés.

Pour exposer d'une manière simple et facile à concevoir les règles à suivre dans la rédaction d'un projet d'irrigation, nous prendrons pour base de nos raisonnements un travail de cette nature que nous avons exécuté sur une zone de bruyère d'environ 100 hectares, située sous Lille-Saint-Hubert, et desservie par le canal de jonction de la Meuse à l'Escaut ; ce canal est la grande artère alimentaire du système d'irrigation établi en Campine.

Cette zone est actuellement transformée en prairies disposées en ados, et l'expérience prouve que l'aménagement des différents travaux est en rapport avec la configuration du sol, et que leurs dimensions répondent complètement à leur but.

Du nivellement détaillé.

Un bon nivellement forme la base de la rédaction de tout projet d'irrigation ; il faut donc qu'il soit fait avec beaucoup de soin et rapporté avec exactitude sur le plan général. A cet effet, il convient de prendre pour base d'opération une ligne droite bien déterminée, ce qui permet de tracer régulièrement et avec facilité les lignes suivant lesquelles les nivellements doivent être exécutés.

La base de nivellement étant déterminée, on y trace

perpendiculairement, au moyen de jalons, les lignes de nivellement, distantes entre elles de 150 mètres; sur ces lignes, on place ensuite, de 150 en 150 mètres, des piquets de nivellement. Tout le terrain se trouve ainsi divisé en carrés de 150 mètres de côté, et dont chaque angle est marqué par un piquet, ainsi qu'il est indiqué planche I, où nous avons pris pour base d'opération le chemin conduisant de Bocholt à Achel.

Les piquets de nivellement doivent être numérotés et bien fixés dans le sol, parce qu'ils doivent servir de points de repère durant toute l'exécution des travaux.

Ces opérations terminées, on effectue le nivellement, qui est rapporté à un même plan de comparaison; ensuite les cotes de nivellement sont reportées sur le plan général, à côté des piquets auxquels elles se rapportent, ainsi qu'on le voit Pl. I. Dans les nivellements indiqués sur cette planche, nous avons adopté pour plan de comparaison le niveau de la mer à Ostende.

Nous supposons que les personnes qui s'occupent de travaux d'irrigation sont à même d'effectuer les travaux de nivellement, et qu'elles connaissent les instruments dont il faut faire usage; nous nous servons toujours du niveau à bulle d'air et à lunette; il est plus exact et plus expéditif que le niveau d'eau. La description de ces instruments se trouve avec tous les détails possibles dans les traités spéciaux à ce sujet. Nous ne pensons donc pas qu'il soit nécessaire de la donner ici.

*Tracé des rigoles d'alimentation, de colature
et d'écoulement.*

Préalablement au tracé des rigoles, il faut déterminer le contour de la surface irrigable; c'est la hauteur à la-

quelle la rigole d'alimentation principale peut être placée par rapport au grand canal d'arrosage, qui conduit à cette donnée. Dans le cas qui nous occupe, la flottaison du canal de jonction de la Meuse à l'Escaut est à la cote 41.60 ; comme il arrive souvent qu'elle descend en-dessous de ce repère, il faut que le seuil de la prise d'eau soit établi suffisamment en contre-bas de cette cote, pour que l'alimentation des prairies ne soit pas compromise par suite d'un abaissement des eaux du canal. Pour éviter cet écueil, nous avons placé le seuil de la prise d'eau de Lille-Saint-Hubert à 1^m00 en contre-bas de la flottaison du canal-mère, c'est-à-dire à la cote 40.60. Tout le terrain qui se trouve en contre-bas de cette cote, ou qui, par un déblai partiel, peut être suffisamment abaissé, est irrigable par l'intermédiaire de la rigole d'alimentation ainsi établie. La ligne à hachures indique sur le plan général, Pl. I, le contour de la surface propre à être convertie en prairie.

Quelle que soit la configuration du sol, il faut que les rigoles d'alimentation et de colature soient raccordées à leurs points de réunion, par des courbes convenables, et disposées de façon que toutes les parties du terrain à convertir en prairies puissent s'arroser indépendamment les unes des autres ; cette précaution est indispensable, parce qu'il est souvent utile de donner de l'eau à une parcelle de prairie, sans en donner à une autre ; et dans un terrain sablonneux et éminemment perméable comme celui de la Campine, il est indispensable que toute la zone ou la partie de la zone ensemencée la même année puisse recevoir l'eau simultanément sinon les jeunes semis seraient compromis pendant les fortes chaleurs de l'été, surtout ceux des prairies disposées en ados, où les moyens d'assainissement sont si complets, que l'eau ne fait que traverser le sol sans s'y arrêter.

Dans les terres plus consistantes, plus ou moins argi-

leuses, et qui conservent convenablement l'humidité, il suffit de donner de temps en temps de l'eau aux jeunes semis pour les maintenir dans un bon état de fraîcheur; dès lors, il n'y a plus nécessité d'établir les travaux de façon à pouvoir débiter l'eau nécessaire à l'arrosage simultané de toute la prairie; leurs dimensions doivent alors être en rapport avec le débit normal nécessaire à l'arrosage, d'après la rotation qu'on adoptera. Ainsi, quand on arrosera par tiers, le débouché des rigoles devra être basé sur le volume d'eau nécessaire à l'irrigation du tiers de la prairie; du quart, lorsque l'arrosage s'effectuera par quart, et ainsi de suite.

Tracé de la rigole principale d'alimentation.

Au chapitre précédent, nous avons vu que la rigole principale d'alimentation doit occuper la ligne culminante dans la direction de la pente générale du terrain à arroser, afin de pouvoir distribuer les eaux sur toute la surface. L'examen des nivellements fait voir que la pente générale se dirige du canal-mère vers l'extrémité M de la zone, et que la ligne culminante dans cette direction est marquée par les piquets de nivellement n^{os} 9, 12, 17, 23, 28, 31, 36, 43, 48, 55, 60 et 66, points que la rigole principale d'alimentation doit par conséquent occuper; ainsi tracée, sa partie AB peut déverser ses eaux à droite sur les parcelles Y et Y', et à gauche sur celles X et X'. Sa 2^e partie BCD, supérieure au reste de la zone, pourra desservir les autres parcelles.

Tracé des rigoles secondaires d'alimentation.

En général, lorsque la bande de terrain à arroser de part et d'autre, ou d'un seul côté de la rigole principale

d'alimentation, ne dépasse pas 300 mètres de largeur, l'établissement des rigoles secondaires devient inutile. Dans ce cas, celles de distribution peuvent puiser leurs eaux à la rigole principale; mais dès que cette largeur excède 300 mètres, il est nécessaire d'établir des rigoles secondaires afin de faciliter la circulation régulière de l'eau dans tout le domaine. Ainsi, dans le cas qui nous occupe, nous voyons que du point A au point B, la rigole principale d'alimentation peut elle-même desservir, sans intermédiaire, l'irrigation des parcelles Y, Y' et X, X'; mais qu'à commencer du point B, le terrain s'élargit et présente une pente régulière inclinant à gauche de la rigole principale d'alimentation. Les eaux doivent donc être distribuées sur cette partie par des rigoles secondaires d'alimentation, de la bonne disposition desquelles dépend l'aménagement économique des eaux.

Pour pouvoir utiliser les colatures autant que faire se peut, il faut que les rigoles secondaires d'alimentation soient établies perpendiculairement à la direction de la pente générale des parcelles de prairie auxquelles elles doivent fournir l'eau; disposées de cette manière, les colatures provenant d'une parcelle supérieure peuvent très souvent être employées à l'arrosage d'une parcelle inférieure. Quant à la largeur des parcelles à desservir par les rigoles secondaires, on ne peut la déterminer à priori; mais généralement elle ne doit pas dépasser 2 à 300 mètr., sinon les rigoles de distribution qui y puisent leurs eaux auraient trop de longueur, défaut qui ne permet pas une irrigation uniforme et commode lorsque la direction du vent est dans le sens de celle de ces rigoles.

En appliquant ces principes au projet qui nous occupe, nous voyons qu'à commencer du point B, la pente se dirige de B en B', et qu'à commencer de ce premier point, où l'arrosage doit s'effectuer par l'intermédiaire des rigoles

secondaires, les piquets n^{os} 38, 43, 37 et 33, se trouvent à peu près à la même hauteur, donc sur une ligne sensiblement perpendiculaire à la direction de la pente générale du terrain BB', ligne que doit par conséquent occuper la 1^{re} rigole secondaire d'alimentation BE, appelée à desservir la partie P' de la parcelle Y'', d'une largeur d'environ 212 mètres.

D'après le même principe, la rigole secondaire GN doit passer par les piquets de nivellement n^{os} 56, 50, 45 et 39, et celle qui est marquée DF par les piquets n^{es} 66, 67, 62, 58 et 52; la 1^{re} de ces rigoles doit desservir l'arrosage de la parcelle X'', et la 2^e, celui de Y'''

Le tracé des rigoles étant ainsi effectué, on déterminera d'abord la hauteur de la flottaison de l'eau par rapport au terrain à arroser.

A cet effet, il suffit de suivre les règles que nous avons posées à ce sujet au chapitre précédent; c'est-à-dire que, dans le cas d'une pente faible dans le sens de l'alimentation, la flottaison doit se trouver de 0^m20 à 0^m50 en contre-haut du terrain que la rigole occupe, et qu'avec une pente plus prononcée, il est avantageux de la placer, sinon en contre-bas, du moins de niveau avec le sol.

Pour la rigole BE et le 2^e bief de la rigole principale d'alimentation, qui doivent fournir l'eau à la parcelle Y'', nous voyons qu'il convient d'établir la flottaison à peu près de niveau avec le terrain que ces rigoles occupent, parce que la pente dans le sens de l'alimentation étant prononcée, un faible déblai le long de ces rigoles permet d'arroser convenablement les parties du terrain les plus élevées. Nous avons donc fixé la hauteur de la flottaison dans ces rigoles à la cote 40.10. Par des considérations analogues, nous avons été conduit à établir la flottaison de la rigole GN à la cote 39^m25, et celle de la rigole DF à 38.35. Il reste encore à déterminer la section transver-

sale et le profil longitudinal des rigoles d'alimentation; mais on ne peut le faire qu'après avoir effectué le tracé des colateurs; ce n'est qu'alors qu'on peut voir le volume d'eau que chaque rigole doit débiter.

Tracé des colateurs et des rigoles d'écoulement.

Ces rigoles, ainsi que nous l'avons dit au chapitre précédent, ont pour but d'assainir les prairies et de faire écouler d'une manière complète les eaux fournies par les rigoles d'alimentation; par conséquent, elles doivent longer la partie inférieure de la prairie qu'elles sont destinées à desservir.

En suivant ces règles pour le projet que nous discutons, nous voyons que les piquets n^{os} 25, 29 et 33 d'un côté, et ceux n^{os} 43, 37 et 33 de l'autre, occupent les points les plus bas des parcelles X et X', et qu'ainsi les colateurs de ces parcelles doivent passer par ces lignes.

Dans l'exécution, le colateur passant par les premiers points sert à recueillir les eaux provenant de la 1^{re} parcelle, et celui qui passe par les derniers, celles que laisse échapper l'arrosage de la 2^e.

Ces deux colateurs se réunissent au point E, et de là leurs eaux peuvent être dirigées vers la rigole d'alimentation secondaire GN, pour être distribuées à la parcelle X". Cette opération est très praticable, car au point E la cote du terrain est 40^m00, et la cote moyenne suivant laquelle la rigole secondaire GN est tracée est 38^m79; la différence de niveau de 1^m21 permet de distribuer convenablement ces eaux à la parcelle X".

Les eaux d'arrosage provenant de la parcelle Y" se déversent dans le colateur CP, qui les rend au 3^e bief de la rigole principale d'alimentation, pour contribuer à l'ar-

rosage de la parcelle Y''' L'inspection des nivellements démontre que ceci peut se faire aisément, la cote moyenne du terrain dans lequel ce colateur est creusé étant 38^m79, et la flottaison du 3^e bief de la rigole principale d'alimentation étant à celle de 38^m35, la décharge des eaux du colateur dans cette dernière rigole ne rencontre donc aucun obstacle.

Enfin, le colateur OP, qui reçoit les eaux des parcelles Y et Y', vient également déverser ses eaux dans le même bief de la rigole principale d'alimentation, pour pourvoir aux besoins de la parcelle Y''' ; cette opération ne donne lieu à aucune objection, parce que le terrain à assainir est situé beaucoup en contre-haut de la flottaison de la rigole qui doit recevoir ces colatures.

L'arrosage de la parcelle Y''' se trouve ainsi assuré par les colatures des parcelles Y, Y' et Y'', recueillies par les colateurs OP et GP

Enfin, les eaux d'arrosage des parcelles X'' et Y''' ne pouvant plus être utilisées à l'irrigation de parcelles inférieures, sont dirigées, par les rigoles d'écoulement QL et ML', vers le ruisseau le Warmbeek, qui sert de voie générale d'écoulement à toute la zone.

Le tracé général de toutes les rigoles étant ainsi terminé, on doit procéder à la construction de leurs profils longitudinaux, afin de voir si leur combinaison ne laisse rien à désirer sous aucun rapport.

Pour les rigoles d'alimentation tant principales que secondaires, nous avons adopté partout une hauteur d'eau de 0^m50 à l'origine, avec une pente au plafond de 0^m0005 par mètre, et la hauteur de la flottaison des rigoles étant établie, les profils longitudinaux de ces rigoles sont déterminés par ces données; ils sont représentés Pl. II, par les figures nos 1, 2, 3 et 4. La figure 1 représente le profil longitudinal de la rigole principale d'alimentation, et les

figures 2, 3 et 4 celui des rigoles secondaires BE, DF et GN. On voit que les remblais à effectuer pour les établir sont presque nuls; que, par conséquent, les pertes d'eau par infiltration sont aussi réduites que possible, et que là où la flottaison se trouve en contre-bas du sol, les déblais à effectuer le long des rigoles pour arroser les bandes de terrain adjacentes sont insignifiants. Les rigoles ainsi établies satisfont donc à toutes les conditions nécessaires pour assurer l'alimentation régulière des prairies, en économisant les eaux autant que possible.

Passons maintenant à la construction des profils longitudinaux des colateurs.

Ici les points d'arrivée sont déterminés par les rigoles d'alimentation qui en reçoivent les eaux; ce sont donc ces points qui en règlent la profondeur et la pente.

En effet, pour le colateur BEG, qui se déverse dans la rigole d'alimentation GN, nous voyons que la flottaison de cette rigole, qui est à la cote 39^m25 , se trouve à 0^m75 en contre-bas du terrain au point E, à la sortie du colateur de la parcelle X'; il faut donc que son plafond soit établi de manière que l'eau n'y soit jamais inférieure à cette cote; pour cela, il suffit de voir, si, en prolongeant le plafond de la rigole d'alimentation vers l'amont, en lui conservant toujours la même pente, on laisse encore au colateur une profondeur convenable pour évacuer les eaux d'arrosage; en faisant cela, nous voyons, figure 4, que la profondeur du colateur est d'environ 1^m00 , et qu'en adoptant une hauteur d'eau de 0^m42 , différence entre la flottaison de la rigole d'alimentation GN et le plafond du colateur au point E, les eaux de la rigole GN ne peuvent opposer aucun obstacle au libre écoulement de celles du colateur; le profil ainsi déterminé est donc convenable sous tous les rapports.

Le colateur HIE vient se raccorder au précédent au

point E; son plafond à ce point doit donc se trouver à la même hauteur que celui du colateur BEG au même point, soit 38^m83 . En lui donnant la même pente, c'est-à-dire 0^m0005 par mètre, nous obtenons le profil indiqué par la figure 5. Vu le peu de profondeur de ce colateur, la hauteur d'eau n'y peut pas dépasser 0^m20 à son origine, c'est-à-dire la différence entre la flottaison de la rigole d'alimentation GN, 39^m25 , et la cote du plafond, 39^m05 . Ainsi établi, il ne satisfait pas aussi complètement que le précédent à son but essentiel, qui est l'assainissement de la parcelle de prairie X, dont il doit recevoir les eaux; car la flottaison de la rigole d'alimentation GN, étant à la cote 39^m25 , ne se trouve qu'à 0^m33 en contre-bas de la ligne du terrain sur lequel le colateur est creusé; mais nous avons pu corriger ce défaut dans la construction des prairies, en les établissant en remblai contre le colateur, de manière que le plafond des rigoles d'évacuation qui s'y déchargent fût supérieur à la cote 39^m25 , ce qui a été facile et peu coûteux, à cause de la pente prononcée aux abords du colateur.

Le colateur OP se décharge dans le 3^e bief de la rigole principale d'alimentation, dont la flottaison est à la cote 38^m35 et le plafond à celle de 37^m35 . Or la ligne du terrain suivant laquelle le colateur est tracé étant en moyenne à la cote 39^m63 , nous voyons qu'en établissant son plafond à l'extrémité au même niveau que celui de la rigole dans laquelle il débouche, soit à la cote 37^m85 , et en lui donnant une pente de 0^m0005 par mètre, avec une hauteur d'eau de 0^m50 , le profil ainsi établi (Pl. II, fig. 7) satisfait aux conditions exigées pour assainir complètement les parcelles de prairie Y et Y' dont il doit recueillir les eaux.

Des raisonnements analogues conduisent à construire le profil longitudinal du colateur GP, qui déverse au même point que le précédent les eaux qu'il reçoit de la parcelle Y dans le 3^e bief de la rigole principale d'alimentation.

De la rédaction des profils longitudinaux des colateurs, il résulte donc, qu'exécutés tels qu'ils sont tracés, ils rempliront convenablement leur but

La détermination des profils longitudinaux des rigoles d'écoulement QL et ML ne présente aucune difficulté; il suffit de leur donner une forte pente et une profondeur convenables; tels qu'ils sont représentés par les figures 8 et 9, ils ne laissent rien à désirer. En y adoptant une hauteur d'eau de 0^m50, l'assainissement sera complet. Il est seulement à remarquer que toujours le plafond de la rigole débouchant dans la voie d'écoulement générale, qui dans ce cas, est le Warmbeek, doit être établi de niveau avec celui du ruisseau, afin de neutraliser l'action corrosive de l'eau sur la rive opposée; et dans le même but, la rigole doit se raccorder suivant une courbe tangente à la direction du ruisseau dans lequel elle déverse ses eaux.

CONSTRUCTION DU PROFIL TRANSVERSAL DES RIGOLLES DE TOUTE NATURE.

Considérations préliminaires.

Pour déterminer le profil transversal d'une rigole, il faut connaître le volume d'eau qu'elle doit débiter; et pour cela, il est essentiel de savoir, aussi approximativement que possible, le volume d'eau qu'exige l'arrosage d'un hectare des prairies que l'on veut former, quel que soit le système qu'on doive adopter. Or, rien n'est plus incertain que cette donnée. Tous les auteurs qui se sont occupés de cette question ont indiqué d'une manière générale le volume d'eau nécessaire à l'arrosage des prairies, mais sans faire connaître par quel procédé il a été déterminé. Cependant, il est positif que la quantité absorbée

par l'arrosage varie suivant la nature du sol sur lequel on opère; car un terrain sablonneux et perméable exigera nécessairement plus d'eau qu'un sol argileux et peu perméable; il faut donc que, dans chaque situation, on recherche de la manière la plus exacte la quantité d'eau exigée pour l'arrosage d'un terrain de l'espèce de celui que l'on veut convertir en prairies.

En Campine, nous avons établi un appareil qui permet de déterminer cette donnée avec une entière exactitude; nous ferons connaître cet appareil au chapitre VI. Pour le moment, il suffit de dire que les expériences faites jusqu'à présent constatent une dépense d'eau de 30 litres par seconde, pour arroser par déversement un hectare de prairie disposé en ados, de 10^m00 de largeur et 25^m00 de longueur.

Après avoir obtenu cette donnée essentielle, il est encore nécessaire de connaître les colatures que la disposition du terrain permet d'utiliser, dans le système de prairie que l'on a adopté; ce n'est que pour les prairies disposées en ados et pour les prairies arrosées par submersion, qui doivent être construites d'après des règles fixes, qu'il est possible de déterminer d'avance le nombre de fois que les colatures peuvent être remployées.

Nous ferons voir au chapitre suivant que, pour ces deux systèmes de constructions, un emploi d'eau peut s'effectuer chaque fois que le terrain présente une pente moyenne de 0^m54 dans le sens de l'alimentation. Dans le cas qui nous occupe, comme il s'agit de prairies disposées en ados, nous avons adopté une dépense d'eau de 30 litres par seconde et par hectare, et une pente de 0^m54 pour remployer les colatures. Pour déterminer la pente moyenne, on prend la moyenne des cotes de nivellement de la rigole d'alimentation et celle des cotes du colateur qui en reçoit les eaux; la différence entre ces deux moyennes est la pente

générale moyenne dans le sens de l'alimentation. Lorsque la flottaison de la rigole d'alimentation est en contre-bas du sol, il faut prendre la différence entre la cote de la flottaison et la cote moyenne du colateur. L'expérience nous a prouvé l'exactitude de cette règle.

Dans les pays dont la température moyenne est élevée, on doit encore prendre en considération sérieuse les eaux absorbées par l'évaporation, et, dans les terrains très perméables, celles qui s'échappent par infiltration dans le sous-sol.

Ici, en Campine, l'absorption par évaporation est si faible, qu'il nous a été impossible de la constater; et la quantité perdue par infiltration est également insignifiante, lorsque le sous-sol n'est pas très perméable, que l'assainissement est assez complet pour que nulle part il n'y ait de l'eau stagnante, et que les colateurs reçoivent tout le volume d'eau qui s'infiltré dans le sol. Dans les terrains à forte pente, nous avons même pu observer que les rigoles d'écoulement débitaient plus d'eau que n'en fournissait la prise d'eau. Ceci s'explique par les eaux naturelles, qui, du sol-sol, viennent se réunir dans ces rigoles (1).

Après avoir présenté ces considérations générales, passons à la distribution des eaux pour le projet que nous discutons.

La cote moyenne des colateurs HIE et BEG étant de 39^m83, et celle de la flottaison du 1^{er} bief de la rigole principale d'alimentation de 40^m55, la pente moyenne dans le

(1) Pour le projet que nous discutons, le volume d'eau que reçoivent les colateurs est égal, et même supérieur, à celui introduit dans la prairie, parce que le sol se trouve dans les conditions énoncées ci-dessus; mais les choses ne se passent pas ainsi, lorsque l'eau naturelle se trouve à plus de 1^m00 en contre-bas de la surface, et que l'assainissement n'est pas très énergique. Dans ce cas, nous avons trouvé que les colatures étaient inférieures de 15 à 16 au volume d'eau fraîche amenée sur les prés. En semblable circonstance, il faut nécessairement tenir compte de l'eau absorbée par l'arrosage, dans la distribution des eaux.

sens de l'alimentation des parcelles X et X' est de 0^m82; un emploi peut donc s'y effectuer, et la surface totale de 18 hect. 1 are 41 cent. de ces parcelles est irrigable avec l'eau nécessaire à la moitié de cette superficie, soit 9 hect. 70 cent. Ce volume d'eau est recueilli par la rigole secondaire d'alimentation GN pour servir à l'arrosage de la parcelle X'', d'une surface de 21 hect. 43 ares 70 cent. Or, la cote moyenne de la rigole d'écoulement QL étant de 37^m91, et celle de la rigole d'alimentation GN de 39^m06, la pente moyenne de cette parcelle dans le sens de l'alimentation est 1^m15; deux emplois peuvent donc s'y effectuer; la parcelle sera ainsi irrigable avec l'eau nécessaire au tiers de sa superficie, soit 7 hect. 11 ares 25 cent.; l'eau que la rigole d'alimentation GN reçoit des colateurs HIE et BEG suffit donc, et au delà, aux besoins de l'arrosage de la parcelle X''

La cote moyenne du colateur OP, qui déverse les eaux provenant des parcelles Y et Y' dans le 3^e bief de la rigole d'alimentation, est de 39^m68; celle de la flottaison du 1^{er} bief de cette rigole de 40^m55, et, par suite, la pente moyenne de ces parcelles dans le sens de l'alimentation est de 0^m87. Leur surface totale, 18 hect. 11 ares 25 cent., est donc irrigable avec l'eau nécessaire à la moitié de cette superficie, soit 9 hect. 5 ares 62 cent.

La cote moyenne de la rigole secondaire d'alimentation BE et de la partie BC du 2^e bief de la rigole principale, qui fournissent l'eau à la parcelle Y'', d'une surface de 15 hect. 98 ares 10 cent., est de 39^m95; celle du colateur GP, de 39^m26, et conséquemment la pente moyenne dans le sens de l'alimentation, de 0^m69; elle est donc irrigable avec l'eau exigée pour la moitié de sa surface, soit 7 hectares 99 ares 5 cent.

Enfin, la cote moyenne de la rigole d'écoulement ML', qui doit donner issue aux eaux venues de la parcelle Y''',

d'une surface de 25 hect. 40 ares étant de 37^m25, et celle de la rigole d'alimentation DF de 38^m16, la pente moyenne dans le sens de l'alimentation de cette parcelle est de 0^m91 : par conséquent, un remploi peut s'y effectuer et elle est irrigable avec l'eau nécessaire à 12 hect. 70 ares. Le volume d'eau que les colateurs OP et GP déversent dans le 3^e bief de la rigole d'alimentation suffit donc, et au delà, à l'arrosage de cette parcelle.

En examinant la distribution des eaux telle que nous venons de la décrire, on se rendra compte du volume d'eau que chaque rigole doit débiter.

Pour arroser toute la prairie simultanément, la prise d'eau, et par suite le 1^{er} bief de la rigole principale d'alimentation, doivent livrer : 1^o l'eau nécessaire à l'arrosage des parcelles X et X', et 2^o, l'eau exigée pour l'irrigation des parcelles Y, Y' et Y'' ; c'est-à-dire, ainsi que nous l'avons vu pour les parcelles X et X', l'eau nécessaire à 9 hect. 70 cent. ; et pour Y, Y' et Y'', le volume d'eau nécessaire à 17 hect. 4 ares 67 cent. Le 1^{er} bief de la rigole principale d'alimentation doit donc être établi de manière à pouvoir débiter l'eau nécessaire à l'arrosage de 26 hect. 5 ares 37 cent., soit, à raison de 30 litres par 1" et par hectare, un volume d'eau de 781 litres.

La branche BCD de la rigole principale d'alimentation ne devra en général livrer passage qu'aux eaux d'arrosage pour la partie P de la parcelle Y''' ; mais comme il est essentiel de pouvoir donner de l'eau à toute la zone séparément, et qu'il peut dès lors arriver que l'on veuille arroser la parcelle Y''' sans donner de l'eau à Y, Y' et Y'', il faut que cette branche de la rigole principale puisse livrer passage aux eaux nécessaires à l'arrosage de la parcelle Y''' Ce volume étant, ainsi que nous l'avons vu précédemment, celui qui est nécessaire à l'irrigation d'une surface de 12 hect. 70 ares, la rigole devra débiter, à raison de 30 litres par seconde et par hectare, 381 litres d'eau.

De même, la rigole d'alimentation secondaire BE doit non seulement desservir la partie P' de la parcelle Y'', mais aussi la parcelle X'' ; or, la partie P' est irrigable avec l'eau exigée pour 4 hect. 87 ares 67 cent., et la parcelle X'' avec celle qui est nécessaire à 7 hect. 11 ares 20 cent. ; ainsi cette rigole doit pouvoir livrer passage au volume d'eau nécessaire à l'arrosage de ces deux parcelles, soit, à raison de 30 litres par hectare et par seconde, 359 litres.

Pour fournir l'eau à la rigole d'alimentation GN, lorsqu'il est utile d'arroser la parcelle X'', sans soumettre à l'irrigation les parcelles X et X', une buse en bois, munie d'une vanne, doit être placée à l'extrémité de la rigole d'alimentation BE, pour permettre de déverser ses eaux dans le colateur BEG, communiquant avec la rigole d'alimentation GN.

Cette dernière rigole, qui est destinée à recevoir les eaux des parcelles X et X', soit de 9 hect. 70 cent., doit donc pouvoir débiter 270 litres. Comme ce volume d'eau est supérieur à celui que demande l'arrosage de la parcelle X'', une buse munie d'une vanne doit être placée à l'extrémité de la rigole d'alimentation GN, pour déverser l'excédant dans le colateur GP.

Enfin, la rigole d'alimentation secondaire DF doit livrer passage aux eaux que laisse échapper l'arrosage des parcelles Y, Y' et Y'', et à l'excédant d'eau que la rigole d'alimentation GN déverse dans le colateur GP, soit au volume provenant de l'arrosage de 9 hect. 5 ares 62 cent. + 7 hect. 99 ares 5 cent. + 1 hect. 89 ares 50 cent. = 18 hect. 94 ares 17 cent., ou, à raison de 30 litres par hectare, à 568 litres. Comme ce volume d'eau est supérieur à celui qu'exige l'arrosage de la parcelle Y'', une buse en bois avec vanne doit être placée à l'extrémité de la rigole d'alimentation DF, pour déverser le surplus dans la rigole d'écoulement QL.

Le colateur HIE devant évacuer les eaux provenant de

l'arrosage de la parcelle X, et le colateur BEG celle de X', le premier doit débiter l'eau provenant de l'arrosage de 4 hect. 65 ares 62 cent., et le second, celle qui provient de 4 hect. 10 ares 8 cent., soit, à raison de 30 litres par seconde et par hectare, 139 et 123 litres. La partie EG du colateur BEG doit livrer passage à ces deux volumes réunis, soit à 262 litres.

Le colateur OP devant recevoir les eaux d'arrosage de 9 hect. 1 are 60 cent., et GP celles de 7 hect. 99 ares 5 cent., le premier doit pouvoir débiter 271 litres, et le second 230.

Enfin, la rigole d'écoulement QL', qui reçoit les eaux d'arrosage de la parcelle X'', soit de 7 hect. 11 ares 20 cent., et la rigole ML', qui reçoit celles de la parcelle Y''', soit de 12 hect. 70 ares, doivent pouvoir débiter respectivement 213 et 381 litres. Du point de réunion L' de ces deux rigoles jusqu'à son extrémité L, la rigole doit pouvoir livrer passage à tout le volume fourni par la prise d'eau, soit 781 litres.

En réunissant dans un tableau les données que nous venons de déterminer pour la construction des profils longitudinaux et pour la description de la distribution des eaux, nous aurons tous les éléments nécessaires pour calculer, au moyen de la formule que nous avons fait connaître, page 23, la largeur au plafond que devront avoir toutes les rigoles, et leurs profils transversaux seront ainsi déterminés.

DÉSIGNATION DES RIGOLES	HAUTEUR D'EAU dans les rigoles à leur origine.	PENTE par mètre ou cos φ .	VOLUME d'eau à débiter	LARGEUR au platond des rigoles à déterminer
Rigole principale d'aliment. 1 ^{er} bief	0 50	0 0005	0 ^{m³} 781	1 ^m 97
Id. id. 2 ^e id. à commencer du point B.	0 50	0 0005	0 381	0 96
Id. id. 3 ^e id. etrigole secondaire d'aliment. DE	0 50	0 0005	0 568.	1 44
id. id. id. BE	0 50	0 0005	0 359	0 90
id. id. id. GN	0 50	0 0005	0 270	0 69
Colateur HIE	0 20	0 0005	0 139	1 66
Id. BEG, partie BE	0 42	0 0005	0 123	0 50
Id. id. id. GN	0 42	0 0005	0 262	1 05
Id. GP	0 50	0 0005	0 230	0 69
Id. OP	0 50	0 0005	0 271	0 83
Rigole d'écoulement QL, partie QL	0 50	0 002	0 213	0 32
Id. id. ML	0 50	0 001	0 381	0 79
Id. id. L/L	0 50	0 002	0 781	1 20

En substituant successivement ces données dans la formule :

$$x = \frac{Q}{50 h \sqrt{h \cos \varphi}}$$

dans laquelle x représente la largeur au plafond à déterminer, Q le volume d'eau à débiter par la rigole, h la hauteur d'eau dans les rigoles et $\cos \varphi$ leur pente au plafond par mètre, on trouvera pour x les nombres inscrits dans la dernière colonne du tableau ci-dessus. Il est cependant à remarquer que les résultats obtenus pour les colateurs et les rigoles d'écoulement sont augmentés d'un cinquième, conformément aux principes que nous avons émis, page 31 et suivantes, en traitant des colateurs.

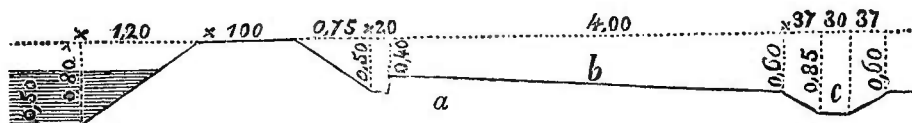
Les profils transversaux, à l'origine de chacune des rigoles ci-dessus, sont représentés Pl. II, fig. 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 et 20.

Les dimensions que nous venons de déterminer pour les diverses rigoles sont en rapport avec le débit de l'eau nécessaire pour arroser simultanément toute la zone de prairie; chose qui, ainsi que nous l'avons dit précédemment, n'est exigée que la première année de la création d'une prairie, pour prévenir le dépérissement des jeunes semis pendant les fortes chaleurs de l'été. Mais, hormis ce cas exceptionnel, il suffit d'arroser régulièrement une prairie par tiers pour maintenir le gazon en parfait état.

Ainsi, pour le cas qui nous occupe, il faut un écoulement continu de 781 litres par 1" pour soumettre toute la zone à l'arrosage; et par conséquent pour suffire aux besoins de la prairie en l'arrosant par tiers, il ne faut qu'un écoulement continu de 260 litres par seconde ou, en répartissant cette quantité sur la surface totale de la zone, qui est de 98 hect. 50 ares 76 cent., 2 lit. 64 centil. par 1" et par hectare.

Tracé des chemins d'exploitation.

Les chemins d'exploitation doivent toujours être mis en communication avec les chemins vicinaux et les voies navigables à proximité de la prairie. Généralement, et autant que possible, ils sont établis le long des rigoles d'alimentation; ainsi tracés ils sont facilement irrigables. A cet effet, on leur donne une pente transversale de 0^m05 par mètre, en plaçant le côté supérieur des chemins à 0^m10 au minimum, en contre-bas de la flottaison de la rigole latéralement à laquelle ils sont établis. Le dessin ci-dessous représente le profil transversal d'un chemin tracé d'après ces règles, et dans lequel *a* indique la rigole de déversement servant à arroser le chemin *b*, et *c* celle qui est destinée à faire écouler les eaux d'arrosage.



Les lignes pointillées indiquent au plan général, Pl. I, les chemins d'exploitation de cette zone de prairies.

Des ouvrages d'art.

Ces travaux consistent dans :

La prise d'eau avec son module, trois ponts, deux chutes, un aqueduc et trois buses en bois de chêne pourvues de vannes.

La prise d'eau avec son module est représentée par les fig. 1, 2, 3 et 4, Pl. III, et 5, 6 et 7, Pl. XI.

La fig. 1 fait voir, en plan, l'ensemble de l'édifice, qui

se compose d'une prise d'eau de 0^m75 d'ouverture, et dont le seuil est placé à 1^m00 en contre-bas de la flottaison du canal alimentaire; d'un bassin de 24^m30 de longueur sur 25^m00 de largeur, avec un ouvrage en fascinage en relief, ayant pour but de neutraliser la vitesse dont l'eau est animée à sa sortie de la prise d'eau; enfin d'un déversoir de 1^m00 d'ouverture sur 1^m79 de longueur, dont les murs en retour d'amont sont pourvus de deux chambres T et T', munies d'échelles graduées, dont le 0 correspond avec le niveau du radier du déversoir, qui, lui-même, est à la même hauteur que celui de la prise d'eau.

Le débit de ce déversoir étant connu pour toutes les hauteurs d'eau sur son seuil, comprises entre 0 et 0^m30 , on sait d'une manière rigoureuse la hauteur d'eau qu'il faut maintenir sur son seuil pour fournir aux prairies le volume d'eau trouvé nécessaire à leur arrosage.

Cette hauteur est maintenue constante au moyen de la vanne hydrométrique (fig. 5, 6 et 7, Pl. XI) dont la prise d'eau est pourvue.

Au chapitre VI, nous détaillerons l'appareil au moyen duquel les différents débits des déversoirs de cette forme ont été déterminés.

La fig. 2 fait voir l'ouvrage en coupe longitudinale; le n° 3 représente l'élévation des têtes de la prise d'eau, et enfin, la fig. 4 donne l'élévation des têtes du déversoir.

Le pont n° 1 est représenté par les fig. 1, 2 et 3, Pl. IV; et les fig. 4, 5, 6 et 7, 8, 9 font voir les ponts nos 2 et 3.

Les chutes nos 1 et 2 sont indiquées par les figures 12, 13, 14, 15, 16 et 17; leur débit maximum est de 586 et 381 litres.

L'écoulement par la 1^{re} s'effectue sous une pression de 0^m45 , et celui de la 2^e sous une pression de 0^m50 . En substituant ces données dans la formule $Q = 0,405 \times x \cdot h \cdot V$, que nous avons fait connaître, page 34, on trouvera que leurs ouvertures doivent être de 1^m08 et 0^m60 .

L'aqueduc est représenté par les fig. 10 et 11, et enfin les buses par les fig. 18 et 19.

Les fig. 20, 21 et 22 font voir un barrage de dérivation que nous avons établi sur un ruisseau de 2^m50 de largeur, dont les eaux ont été détournées dans l'intérêt de l'arrosage.

Le barrage se ferme au moyen de poutrelles placées dans des coulisses, à cet effet ménagées dans les faces intérieures des murs de tête du barrage.

Lors des hautes eaux, le ruisseau déborde et l'ouvrage est submergé. Il va sans dire qu'à l'approche des crues, les poutrelles doivent être retirées des coulisses, de manière que l'écoulement soit parfaitement libre.

Ainsi établi, ce barrage satisfait complètement à son but, et les débordements du ruisseau n'y occasionnent pas la moindre dégradation.

Nous avons construit les ouvrages d'art en maçonnerie de briques et pierres de taille, parce que l'endroit où ils se trouvent étant à côté d'une voie navigable, l'acquisition des matériaux est peu coûteuse, et que, dans une situation semblable, il est toujours plus avantageux d'établir des travaux solides demandant peu d'entretien.

Si les localités ne permettaient pas de se procurer les matériaux à un prix raisonnable, il faudrait se décider à construire les travaux en charpente; mais bien que ce mode de construction soit plus économique que le précédent, nous pensons qu'il ne faut l'adopter que là où la brique, la chaux et la pierre de taille reviennent à un prix si élevé, que le coût de 1^m500 de maçonnerie de briques dépasserait 30 francs, et celui de la pierre de taille 150 fr.; car les constructions en charpente exigent des réparations fréquentes, et deviennent ainsi, à la longue, plus coûteuses que celles qui ont été solidement établies en maçonnerie.

Nous faisons exécuter par entreprise tous les travaux

préparatoires à l'irrigation. A cet effet, on fait un métré détaillé des travaux de terrassement, de gazonnement et des ouvrages d'art, en appliquant à l'unité le prix auquel ces travaux reviennent dans la localité.

Ces prix sont très variables : ceux des terrassements dépendent de la nature du sol et de la distance à laquelle il faut transporter les terres ; mais, dans les travaux de l'espèce, les terrassements s'effectuent presque toujours à jet de pelle, et leur transport dépasse rarement un relai ; leur prix de revient est donc généralement minime.

Le coût des travaux d'art dépend du plus ou moins de facilité des moyens de transport pour amener les matériaux à pied d'œuvre, et de leur prix de confection.

Nous croyons inutile de donner ici l'estimation détaillée des travaux que nous venons de décrire, parce que c'est une chose très simple, que les personnes qui s'occupent tant soit peu de constructions savent parfaitement faire, et parce que le coût des travaux varie d'après les localités. Pour tous ceux de cette espèce exécutés en Campine, les frais de construction varient entre 80 et 125 francs par hectare.

Les détails que nous avons donnés relativement à la rédaction du projet que nous venons de discuter, suffisent, pensons-nous, pour guider les personnes appelées à s'occuper de semblables travaux ; car les règles d'après lesquelles les diverses rigoles doivent être établies sont toujours les mêmes ; il n'y a que la combinaison de leur tracé qui varie d'après la disposition du sol, et il est impossible de donner des exemples pour tous les cas qui peuvent se présenter dans la pratique ; il faut donc laisser ici une large part au discernement de l'irrigateur. Cependant, nous donnerons encore comme exemple, le plan général d'un projet de travaux d'irrigations à construire sous la commune de Rethy, sur une zone de bruyère à convertir en prairies disposées en ados.

Description générale du projet des travaux à exécuter sous Rethy, pour convertir en prairies une surface de 257 hect. 90 ares 80 cent. de bruyère.

Cette prairie sera arrosée au moyen du canal d'embranchement vers Turnhout (voir Pl. V, fig. 3), et les eaux d'arrosage seront recueillies par le colateur principal, qui déverse dans la 2^e section du canal de jonction de la Meuse à l'Escaut toutes celles que laissent échapper les prairies desservies par celui qui se dirige vers Turnhout.

La rigole principale ABCDE prendra naissance au canal alimentaire à 80^m00 en aval du pont n^o 2, et se composera de quatre biefs; elle devra fournir les eaux aux rigoles secondaires d'alimentation BG, CH, DL' et EF

La première alimentera l'arrosage de la parcelle X, d'une surface de 53 hect. 74 ares 81 cent.; comme la pente moyenne de cette parcelle, dans le sens de l'alimentation, n'est que de 0^m38, aucun remploi ne peut s'y effectuer au moyen des travaux intérieurs.

Les eaux provenant de l'irrigation de cette parcelle, seront recueillies par le colateur LHI, qui les rendra à la rigole secondaire d'alimentation IK, pour servir à l'arrosage de la parcelle X', d'une surface de 55 hect. 19 ares 12 cent. La cote moyenne de la ligne LH étant de 26^m97, et celle de la ligne IK de 25^m41, la différence de niveau de 1^m56 permet d'effectuer ce remploi sans inconvénients. Mais la parcelle X' étant d'une surface plus grande que la parcelle X, une buse en bois pourvue d'une vanne devra être établie à l'extrémité de la rigole d'alimentation CH, pour déverser dans le colateur LHI l'eau nécessaire pour suppléer à l'insuffisance de celle que fournira l'arrosage de la parcelle X. Les eaux d'arrosage de la parcelle X', ne pouvant plus être utilisées, puisque la pente dans le sens de l'alimentation n'est que de 0^m05, devront s'écouler dans le colateur principal.

La parcelle Y, d'une surface de 51 hect 65 ares, recevra ses eaux de la rigole secondaire d'alimentation CH; elle pourra être arrosée avec l'eau nécessaire à la moitié de sa surface, parce que sa pente moyenne dans le sens de l'alimentation est de 0^m60.

Le colateur L/M recevra les eaux d'arrosage que laissera échapper cette parcelle, pour les déverser dans le 3^e bief de la rigole principale d'alimentation, où elles serviront à l'alimentation de l'irrigation de la parcelle Y', d'une surface de 42 hect. 34 ares 55 cent., qui pourra être desservie avec l'eau nécessaire à la moitié de sa surface, vu que la pente moyenne dans le sens de l'alimentation est de 0^m55.

Les eaux d'arrosage de cette parcelle, ne pouvant plus être employées à l'irrigation de parcelles inférieures, seront recueillies par les rigoles d'écoulement KO et IO, pour être dirigées par la principale, NOP, vers le colateur général.

Enfin, la parcelle Z, d'une surface de 54 hect. 97 ares 33 cent., et dont la pente moyenne, dans le sens de l'alimentation, n'est que de 0^m40, recevra ses eaux de la rigole secondaire d'alimentation DL', et les évacuera par les rigoles d'écoulement FN et EN.

Comme le sol est un sable léger, très perméable, il est indispensable que les semis de première année puissent recevoir l'eau simultanément pendant les chaleurs de l'été; mais vu la grande surface de la zone il est convenable de répartir sa transformation en prairies sur trois années, parce que la portée du canal alimentaire ne permettrait pas d'en distraire l'énorme volume d'eau qu'il faudrait pour desservir toute la surface à la fois, et parce que les travaux à établir en rapport avec un semblable débit donneraient lieu à une dépense beaucoup plus forte que celle qu'exige leur établissement, en prenant pour base le débit normal nécessaire à l'arrosage, une fois que les prairies

sont formées, et lorsqu'il suffit de les irriguer par tiers pour en assurer le succès sans le secours de fumures.

Les dimensions des travaux à construire pour desservir l'arrosage de cette zone, devront donc être basées sur le tiers du débit nécessaire à son irrigation simultanée.

En résumant la description de la distribution des eaux que nous venons de faire, nous verrons que l'arrosage simultané de tout le domaine exigerait l'eau nécessaire à l'irrigation des parcelles X, Y et Z, offrant ensemble une surface de 134 hect. 54 ares 64 cent., soit, à 30 litres d'eau par 1" et par hectare, 4,036 litres; donc, pour l'irrigation par tiers, il faudra le tiers de ce volume, ou 1,345 litres, quantité d'eau qui devra servir de base pour déterminer le débouché des travaux à construire, et qui sera répartie entre les diverses rigoles comme il suit :

Le premier bief de la rigole principale d'alimentation devra livrer passage à tout le volume d'eau.

La rigole secondaire d'alimentation BG, devant desservir l'arrosage de la parcelle X, aura à débiter le volume d'eau nécessaire au tiers de sa surface, soit 17 hect. 91 ares 60 cent. ou, à 30 litres par seconde, 537 litres.

Le colateur LHI, qui recevra les eaux d'arrosage de cette parcelle, ainsi que la rigole secondaire d'alimentation IK, qui devra les distribuer au tiers de l'arrosage de la parcelle X', devront avoir la même portée que la rigole secondaire BG.

Le 2^e bief de la rigole principale aura à débiter $1,345 - 537 = 808$ litres.

La parcelle Y, d'une surface de 51 hect. 65 ares, étant irrigable avec l'eau nécessaire à 25 hect. 82 ares 50 cent., la rigole secondaire CH ne devra débiter que les eaux d'arrosage du tiers de cette surface, soit 8 hect. 60 ares 83 cent., ou, à 30 litres par 1" et par hectare, 258 litres.

Le débit du colateur L'M sera le même, parce qu'il devra évacuer les eaux d'arrosage de la parcelle Y

La portée du 3^e bief de la rigole principale sera de $1,345 - (537 + 258) = 550$ litres d'eau.

La rigole secondaire d'alimentation DL', devant desservir l'irrigation de la parcelle Z, d'une surface de 54 hect. 97 ares 33 cent., aura à fournir l'eau nécessaire au tiers de cette surface, soit 18 hect. 32 ares 43 cent., ou, à 30 litres par 1" et par hectare, 550 litres.

Le débit de la rigole d'écoulement EN devra être le même, parce qu'elle aura à évacuer les eaux d'arrosage de la parcelle Z, et celui de la rigole FN sera de 81 litres.

Le 4^e bief de la rigole principale d'alimentation, ainsi que la rigole secondaire EF, recevront les eaux provenant de la parcelle Y, qui suffisent à l'arrosage de la parcelle Y'; leur débit sera donc le même que celui de la rigole secondaire CH, soit 258 litres.

Les rigoles d'écoulement KO et IO devront livrer passage : l'une à 258 litres d'eau, l'autre à 129 litres.

Enfin, la partie NO de la rigole d'écoulement NOP, devra évacuer les eaux provenant de la parcelle Z, soit 550 litres, et la partie OP, la même quantité, plus celle qui provient de la parcelle Y', soit 808 litres.

Connaissant le débit de chaque rigole et leur pente au plafond, il reste encore à indiquer les hauteurs d'eau, et l'on aura tous les éléments nécessaires pour en déterminer la largeur au plafond à l'origine. Or il résulte du plan général que pour toutes les rigoles d'alimentation, cette hauteur est de 0^m50, excepté pour le 1^{er} bief de la rigole, où elle est portée à 0^m75.

La hauteur adoptée pour les colatens est de 0^m40, et pour les rigoles d'écoulement de 0^m50.

En réunissant dans le tableau suivant toutes les données que nous venons de déterminer, on en déduira la largeur au plafond des rigoles au moyen de la formule :

$$x = \frac{Q}{50 h \cdot \sqrt{h \cdot \cos \varphi}}$$

DÉSIGNATION DES RIGOLES.	HAUTEUR de l'eau dans les rigoles.	PENTE par mètre ou cos φ	DÉBIT.	LARGEUR au plafond des rigoles.
1 ^{er} bief de la rigole principale d'alimentation	0 75	0 0005	1 ^m 3245	1 ^m 85
2 ^e id. id. id. id.	0 50	0 0005	0 808	2 05
3 ^e id. id. id. id.	0 50	0 0605	0 550	1 39
4 ^e id. id. id. id.	0 50	0 0005	0 258	0 65
Rigole secondaire d'alimentation BG	0 50	0 0005	0 537	1 35
Id. id. id. IK	0 50	0 0005	0 537	1 35
Id. id. id. CH	0 50	0 0005	0 258	0 65
Id. id. id. DL'	0 50	0 0005	0 550	1 39
Colateur LHI	0 40	0 0003	0 537	2 97
Id. L'M	0 40	6 0003	0 258	1 41
Rigole d'écoulement EN	0 50	0 0005	0 550	1 67
Id. id. FN	0 50	0 0005	0 081	0 24
Id. id. KO	0 50	0 0005	0 258	0 78
Id. id. IO	0 50	0 0005	0 129	0 38
Id. id. NO	0 50	0 0005	0 550	1 67
Id. id. OP	0 50	0 0005	0 808	2 44

En substituant successivement ces données dans la formule ci-dessus, on aura pour x les valeurs indiquées dans la dernière colonne du tableau. Les largeurs relatives aux colateurs et aux rigoles d'écoulement, sont augmentées d'un cinquième.

Nous avons vu que, pour desservir l'irrigation de cette zone de prairie, en arrosant par tiers, il faut un écoulement continu de 1,345 litres par 1", soit, en le répartissant sur toute la superficie, 5 litres 21 par hectare, tandis que l'arrosage des prairies de Lille-Saint-Hubert n'exige que 2 litres 64. Cette différence, en faveur de ces dernières, est due à la forte pente du terrain, qui a permis d'utiliser plusieurs fois les colatures.

CHAPITRE IV

DE L'ÉTABLISSEMENT DES PRAIRIES.

Aux chapitres II et III, nous avons fait connaître les travaux préalables qui sont à exécuter, lorsqu'on veut établir de grands systèmes de prairies, irrigables par déversement, et disposées en ados ou en prairies submersibles. Ces travaux ont pour but de pouvoir fournir régulièrement l'eau à tout le domaine, et d'en assurer l'évacuation.

Les travaux qui forment l'objet de ce chapitre se rapportent spécialement à la construction des prairies, et ont pour but de préparer le sol de manière à pouvoir distribuer uniformément les eaux sur toutes les parties des prairies, et de les faire écouler aussitôt qu'elles ont produit leur effet fécondant.

Différents systèmes d'irrigation conduisent à ce but ; ils peuvent se diviser en cinq types principaux, qui sont :

- a* Irrigation par planches disposées en ados ;
- b* Irrigation par submersion ;
- c* Irrigation par rigoles de niveau ;
- d* Irrigation en épi de blé ;
- e* Enfin, irrigation par demi-planches superposées.

Les deux premiers systèmes d'arrosage ne sont applicables que dans une plaine peu tourmentée, et où les

pentcs ne dépassent pas 0^m02 par mètre. Les trois derniers, au contraire, ne peuvent être adoptés que là où les pentes sont fortement prononcées. Nous diviserons donc ce chapitre en deux parties distinctes : la première traitera de l'établissement des prairies en plaine; la seconde aura pour objet la création de prairies sur des terrains à forte pente.

ÉTABLISSEMENT DE PRAIRIES IRRIGABLES EN PLAINE.

a. IRRIGATION PAR PLANCHES DISPOSÉES EN ADOS.

Cette méthode d'irrigation est la plus complète et la plus régulière; elle permet une distribution uniforme des eaux, et assure un assainissement parfait. Aussi, tous les autres systèmes d'irrigation doivent-ils, autant que possible, s'en rapprocher pour les bases fondamentales.

Elle consiste à disposer le terrain en ados formés de deux planches ou ailes, horizontales dans le sens longitudinal, et d'une pente transversale variant d'après la nature du sol.

Au sommet ou dos de l'ados, à la réunion de deux planches, se trouve une rigole de déversement destinée à déverser l'eau en nappes minces sur le pré.

Une rigole de distribution ou d'aménée longe la tête des ados; elle puise l'eau à une rigole d'alimentation, ou principale ou secondaire, pour la distribuer aux rigoles de déversement.

A la partie inférieure des ados est ménagée une rigole d'égouttement, qui décharge les eaux que laisse échapper l'irrigation dans une rigole de colature longeant le pignon des ados.

Les rigoles de colature rendent leurs eaux à une rigole

de distribution d'un bief inférieur, quand la pente d'un compartiment de prairies, dans le sens de l'alimentation, est de 0^m54 au minimum; sinon, elles se déchargent dans le colateur ou la rigole d'écoulement qui doit évacuer les eaux de toute la parcelle de prairie desservie par une même rigole d'alimentation.

*Description générale d'un compartiment de prairie
disposé en ados avec emploi d'eau.*

Le compartiment de prairie que nous allons décrire a une largeur totale de 69^m70 ; sa longueur n'est pas déterminée : elle varie en raison de la distance comprise entre les rigoles d'alimentation et d'écoulement, desservant l'arrosage de la bande de prairies dont le compartiment fait partie.

Au milieu du compartiment (voir Pl. VI, fig. 1), dans le sens de l'alimentation, est établie la rigole de distribution A, destinée à fournir l'eau aux rigoles de déversement *a'a'*... qui y aboutissent de part et d'autre. Comme dans le sens de sa longueur le compartiment est divisé en autant de biefs que la pente totale comprend de fois 0^m54 , une chute est placée à l'extrémité de la rigole A de chaque bief pour racheter cette pente. Une buse en bois R y est établie, pour permettre d'arroser chaque bief séparément.

Des rigoles de colature B reçoivent les eaux d'arrosage, que laissent échapper celles d'égouttement *b'b'*, et longent les ados du côté de leur pignon; à l'extrémité de chaque bief, elles font un retour perpendiculaire, pour restituer à la rigole de distribution A' du bief inférieur, les eaux provenant du bief supérieur. Au coude se trouve une buse en bois *i* pourvue d'une vanne, afin de permettre l'arrosage séparé de chaque bief.

On a ménagé un chemin d'exploitation irrigable *e*, de 3^m00 de largeur, contigu à chaque rigole de colature, et en communication avec le chemin d'exploitation principal E. Ces chemins sont arrosés au moyen des rigoles de déversement *c*, ménagées à leur partie supérieure.

La banquette *d*, de 1^m00 de largeur, comprise entre ces rigoles, est destinée à recevoir des plantations formant abris.

Les rigoles de déversement et d'égouttement sont toujours tracées en ligne droite, et il en est de même pour celles de distribution et de colature; cependant, il peut se présenter des cas où ces dernières soient tracées en courbe; mais ceci ne modifie en rien la disposition générale de la prairie.

Lorsque le terrain ne présente pas la pente voulue pour utiliser les colatures, les dispositions fondamentales restent les mêmes; il n'y a de modifié que le tracé des rigoles de distribution et d'évacuation, ainsi qu'il est indiqué par le dessin (Pl. V, fig. 1 et 2), où les rigoles sont désignées par les mêmes lettres qu'au compartiment de prairie décrit ci-dessus.

On donne la préférence à ce tracé lorsque les eaux ne peuvent être employées; parce que, au lieu de deux rigoles d'évacuation par compartiment, il n'y en a qu'une, et que, par conséquent, les frais d'entretien sont moindres.

DESCRIPTION DÉTAILLÉE DES DIFFÉRENTES PARTIES
DONT SE COMPOSE UN COMPARTIMENT DE PRAIRIE.

Rigole de distribution.

La rigole de distribution A (voir Pl. VI, fig. 1, 2 et 3), qui puise ses eaux à celle d'alimentation au moyen d'une buse en bois de 0^m20 d'ouverture, et garnie d'une vanne,

doit toujours être établie dans le sens de la pente générale du compartiment de prairie auquel elle doit distribuer les eaux d'arrosage. Cette disposition est indispensable, afin que la rigole puisse recevoir dans son bief inférieur, les colatures d'un bief supérieur.

Son plafond est établi au minimum à 0^m30 en contrebas de la flottaison de la rigole à laquelle elle puise ses eaux, afin que son alimentation s'effectue toujours d'une manière régulière.

La profondeur la plus convenable à donner à la rigole de distribution, est 0^m25 , avec une pente de 0^m0005 par mètre au plafond, et une largeur de 0^m50 , avec une hauteur d'eau de 0^m20 ; l'expérience nous a prouvé que ces dimensions suffisent pour desservir régulièrement l'arrosage d'un compartiment d'un seul bief de 200^m00 de longueur, distance qu'on ne dépasse jamais, car il est rare que, sur cette longueur, le terrain soit tout à fait horizontal; quelque légère que soit la pente, on est toujours obligé de placer une chute dans la rigole de distribution avant qu'elle atteigne 200^m00 de longueur.

Les crêtes de la rigole sont maintenues horizontales sur toute la longueur d'un même bief, s'il ne dépasse pas 100^m00 ; dès qu'il atteindrait une longueur de 150 à 200^m00 , il faudrait donner aux crêtes une pente de 0^m0005 par mètre, afin de ne jamais rencontrer des difficultés dans l'arrosage des ados situés à l'extrémité du bief. Les crêtes sont réunies au plafond par des talus présentant une inclinaison de 45° , comme il est indiqué fig. 3.

Des ados.

Les ados sont formés de deux plans inclinés ou ailes x , d'une rigole de déversement a' et de deux rigoles d'égouttement b' .

Ils sont établis perpendiculairement à la rigole de distribution A, et par conséquent à la pente générale du sol; ceci est nécessaire afin d'éviter les terrassements auxquels leur établissement donnerait lieu, lorsque la pente du terrain est prononcée. En effet, dans le cas où l'ados est perpendiculaire à la pente, l'aile de l'ados placée en amont sera un peu en déblai; et celle qui est en aval, légèrement en remblai; les terres en trop sur la première serviront donc à effectuer le remblai qu'exige la construction de la deuxième. Les terrassements peuvent ainsi se faire à jet de pelle, et par conséquent à bon marché. Cependant, plusieurs auteurs, et même un des plus distingués, M. Raphaël Pareto, disent que les ados doivent être placés dans le sens de la pente du terrain; or, cette disposition est la plus vicieuse de toutes, car, dans le cas d'une pente tant soit peu prononcée, l'ados du côté de son pignon serait établi complètement en remblai, et sa construction donnerait lieu à des mouvements de terre considérables, qu'on évite entièrement en donnant aux ados une direction perpendiculaire à la pente.

De la longueur des ados.

Tous les auteurs sont en divergence sur la longueur à donner aux ados; les uns présentent une longueur de 10 à 15 mètres comme la plus convenable à leur donner; d'autres vont jusqu'à 90 et 100 mètres.

En Campine, nous avons construit pour essai des ados dont la longueur varie entre 6 et 150 mètres, et l'expérience nous a prouvé que la plus convenable est celle de 25 à 30 mètres.

Avec des ados de moindre longueur, il y a une multiplication exagérée de rigoles de distribution et de colature,

ce qui donne lieu à une dépense inutile et à une grande perte de terrain et d'eau.

Des ados dépassant la limite que nous venons de désigner, donnent lieu à des difficultés d'arrosage et de construction; en effet, comme l'eau doit se déverser sur les ailes, par-dessus les crêtes des rigoles de déversement, il faut donner aux ados, dès qu'ils atteignent une longueur trop considérable, une pente longitudinale qu'il n'est pas aisé de déterminer préalablement, et qu'il est surtout difficile de maintenir dans la suite; en outre, lorsque le vent donne dans la direction de l'ados, l'arrosage régulier est impossible avec une grande longueur; l'eau déverse alors abondamment à l'origine, tandis qu'à l'extrémité la prairie reste à sec.

D'après ces considérations et les expériences auxquelles nous nous sommes livrés, nous pensons qu'il faut adopter une longueur de 25^m00. Elle permet d'établir l'ados horizontalement, et l'arrosage s'effectue régulièrement, quelle que soit la direction du vent.

Pente transversale et largeur des ados.

La pente transversale des ados doit être en rapport avec la nature du sol sur lequel on opère; ainsi, sur un sol argileux et peu perméable, et où par conséquent l'absorption par infiltration est minime, on peut adopter une pente faible de 0^m02 par mètre; mais un terrain sablonneux très perméable, exige une pente plus prononcée, sinon l'eau serait absorbée en grande partie par la bande de l'ados qui longe la rigole de déversement, au détriment de la bande inférieure; à moins qu'on n'eût une grande quantité d'eau à sa disposition.

En Campine, nous avons construit des ados ayant des

pentcs transversales variant entre 0^m01 et 0^m10 par mètre, et l'expérience a prouvé qu'une pente de 0^m05 par mètre est la plus convenable à un terrain sablonneux très perméable, comme celui de la Campine.

La largeur à donner aux ados varie également d'après la nature du sol, et par conséquent avec la pente transversale. Un terrain consistant, peu perméable, où une faible pente transversale peut être adoptée, permet la construction d'ados plus larges qu'un terrain sablonneux, où une forte pente transversale est exigée. Avec une faible pente, la hauteur de l'ados en contre-haut du niveau moyen du terrain n'est pas trop considérable pour une grande largeur; ainsi, avec une pente de 0^m02 par mètre, et un ados de 30^m00 de largeur, cette hauteur ne serait que de 0^m15 ; son établissement ne donnerait donc pas lieu à une dépense trop élevée. tandis qu'avec une pente transversale de 0^m05 , la hauteur de l'ados en contre-haut du niveau moyen du terrain serait de 0^m375 . et dès lors la construction de la prairie deviendrait trop coûteuse.

Pour fixer la largeur des ados, outre la nature du sol, on doit encore prendre en considération la régularité de l'arrosage, les facilités d'entretien, et surtout l'économie dans la dépense de l'eau.

Lorsque la largeur des ados est considérable, l'irrigation ne s'effectue que d'une manière très irrégulière vers le bas des planches; après un certain parcours, l'eau se divise en petits filets, et la partie inférieure des planches ne la reçoit pas également partout, défaut que l'on doit toujours éviter et qui se fait sentir en Campine. dès que la largeur de l'ados dépasse 10 mètres, soit 5 mètr. pour chaque aile.

L'entretien des ados à grande largeur présente beaucoup de difficultés; les terrassements se déforment et se dépriment, surtout dans les terrains légers; de là de fréquentes dépenses pour les ramener au profil voulu.

Quant à la dépense de l'eau, elle est infiniment moindre, à surface égale, pour des ados larges que pour ceux de moindre largeur; ceci s'explique aisément : plus la largeur est grande, moins il y a de rigoles de déversement pour arroser une même surface; or, l'expérience nous démontre journellement que, pour les terrains légers de la Campine, les $\frac{7}{8}$ du volume d'eau nécessaire à l'arrosage, passent par infiltration dans les rigoles de déversement; donc, moins il y a de cette espèce de rigoles, moindre sera la quantité d'eau nécessaire à l'arrosage d'une prairie. Cette considération seule devrait faire écarter complètement les ados très étroits de 3 à 6 mètres de largeur, comme on en établit cependant la majeure partie dans les Vosges, en Allemagne et en Belgique. En Campine, on est tombé dans la même erreur, et la plupart des prairies sont construites en ados de 6^m00 de largeur. Cette tendance à diminuer toujours la largeur des ados, gît dans le préjugé que l'eau, après avoir arrosé la bande de l'ados contiguë à la rigole de déversement, a perdu ses principales propriétés fécondantes; plusieurs irrigateurs la disent alors tamisée et de peu de valeur. Ils basent leur raisonnement sur un fait vrai en lui-même, mais qui est dû à une toute autre cause; généralement l'herbe est plus vigoureuse sur le sommet qu'au pied des ados; donc, disent les promoteurs des ados très-étroits, l'eau a beaucoup plus de valeur en haut qu'en bas, et par conséquent plus les rigoles de déversement sont nombreuses, plus le produit sera grand; mais cette vigueur sur le haut de l'ados n'a pas pour cause la plus grande valeur fertilisante de l'eau; elle est due à l'arrosage, qui s'effectue toujours d'une manière très-régulière contre la rigole de déversement, quelque mal entretenue que soit la prairie, tandis que généralement dans ce pays, où aucune redevance n'est payée pour l'usage de l'eau, les prairies sont entretenues

avec si peu de soin, que, vers le pied des ados, l'irrigation se fait presque toujours d'une manière très incomplète, et que beaucoup d'endroits ne reçoivent pas d'eau; de là résulte la différence qui se fait remarquer généralement entre la vigueur de l'herbe au haut et au bas de l'ados.

Nous avons construit environ 200 hectares de prairies en ados de 10^m00 de largeur, 5^m00 pour chaque aile, avec une pente transversale de 0^m05 par mètre, et l'arrosage s'y est effectué très régulièrement, tant que les ados ont été maintenus parfaitement sous le profil voulu, et la végétation a été uniforme sur toute la prairie; nous pensons donc que dans les terrains sablonneux, ces dimensions conviennent parfaitement, et que le profil indiqué Pl. VI, fig. 4, doit être adopté.

Dans les terres fortes, nous avons vu des ados de 16^m00 de largeur, avec une pente transversale de 0^m02 par mètre, qui ne laissent rien à désirer.

Des rigoles de déversement.

Les rigoles de déversement *a'a'* se trouvent au sommet des ados, dans une direction perpendiculaire à la rigole de distribution A, avec laquelle elles sont mises en communication au moyen d'une simple ouverture pratiquée dans cette dernière; les crêtes sont établies horizontalement à 0^m05 en contre-bas de celle de la rigole de distribution A; cette différence de niveau entre les crêtes de ces rigoles est indispensable, pour que l'introduction de l'eau s'effectue régulièrement de la rigole de distribution dans celle de déversement.

Le plafond des rigoles de déversement est horizontal et se trouve à 0^m03 en contre-bas de la crête; leur largeur est de 0^m25, sur une longueur de 23^m50; elles se terminent

donc à 1^m50 de l'extrémité de l'ados, qui est coupée en plan incliné et se nomme pignon, à cause de son analogie avec le pignon d'un toit de maison.

Un grand défaut existe dans les rigoles de déversement de la majeure partie des prairies que nous connaissons ; généralement elles ont une profondeur beaucoup trop considérable qui varie de 0^m20 à 0^m30 ; or, ces profondeurs excessives donnent non seulement lieu à de grandes pertes d'eau par infiltration, mais exercent encore une influence nuisible sur le gazon.

En effet, des expériences exactes nous ont démontré que la majeure partie de l'eau dépensée pour l'arrosage des prairies, se perd par infiltration dans les rigoles de déversement ; donc, plus leur profondeur est grande, plus ces pertes d'eau augmentent ; ceci s'explique par un raisonnement très simple.

Les infiltrations sont en raison de la surface infiltrante et de la pression que l'eau y exerce ; or, plus une rigole est profonde, plus la surface infiltrante et la colonne d'eau sous laquelle la pression s'effectue, augmentent. Les rigoles trop profondes provoquent donc la perte d'un grand volume d'eau, qui est cependant l'élément essentiel, et qui a une valeur considérable ; en la gaspillant, on prive l'agriculture d'une force productive dont généralement les propriétaires ne se rendent qu'un compte très imparfait ; car, s'ils avaient la conscience de la valeur de l'eau, on n'aurait pas à déplorer le manque absolu de précautions pour en économiser l'emploi ; cet état fâcheux a des suites funestes, qui sautent aux yeux de l'observateur pénétré de la véritable importance de l'arrosage ; presque partout on voit d'énormes volumes d'eau employés à l'arrosage de petites superficies de prairies, tandis qu'un usage judicieux de cet élément fertilisateur permettrait d'en étendre les bienfaits à des surfaces trois fois plus grandes.

Généralement, la trop grande profondeur des rigoles de déversement marche de pair avec un assainissement incomplet; car en même temps que celles-là sont trop profondes, celles d'égouttement ne le sont pas assez; il résulte de cette disposition vicieuse, que très souvent le plafond des rigoles de déversement se trouve à peu près de niveau avec la flottaison de l'eau dans les rigoles d'égouttement; et comme la construction défectueuse des rigoles de déversement introduit un volume d'eau considérable dans le sous-sol, celui-ci n'est jamais assaini; le chevelu des racines de l'herbe se trouve donc toujours dans un milieu gorgé d'eau, privé de l'influence si indispensable de l'action atmosphérique, et se décompose rapidement; l'herbe languit et se trouve insensiblement remplacée par des plantes aquatiques de mauvaise qualité, auxquelles convient l'excès d'humidité du sol.

Ces considérations prouvent que la profondeur des rigoles de déversement doit être réduite autant que faire se peut; or, une profondeur de 0^m05 avec une largeur de 0^m25, peuvent aisément fournir l'eau nécessaire à l'arrosage d'un ados tel que nous l'avons décrit.

Lors même que les rigoles sont construites avec ces dimensions, les infiltrations sont encore considérables dans les terres légères de la Campine; pour les atténuer, nous allons en garnir les parois avec de la terre glaise, et voir ensuite dans quelle proportion la dépense de l'eau sera diminuée par cette opération (1).

Dans les terres fortes, la profondeur des rigoles n'entraîne pas des inconvénients aussi graves que dans les terres légères; cependant, quelque faibles que soient les

(1) Depuis nous avons fait cette expérience, qui n'a pas produit le résultat espéré. Elle coûte cher et par le curage des rigoles, la terre glaise est enlevée dès la 1^{re} année.

infiltrations, il est rationnel et dans l'intérêt général de les prévenir autant que possible.

Des rigoles d'égouttement.

Les rigoles d'égouttement $b', b'...$ sont ménagées au pied des ailes des ados; elles sont parallèles à celles de déversement $a' a'$, et leurs crêtes sont établies horizontalement, à 0^m25 en contre-bas de celles de ces dernières; à l'origine, elles ont une profondeur de 0^m20, et à leur extrémité, de 0^m25 sur une largeur égale, et une longueur de 24^m00; à la rigole d'égouttement contiguë au chemin d'exploitation E, on donne une largeur de 0^m40, parce que cette rigole, outre les eaux d'arrosage, reçoit encore celles qui y viennent par infiltration de la rigole d'alimentation.

Ainsi établies, elles assurent l'assainissement complet et rapide des prairies, ce qui est une condition *sine qua non* de leur réussite; car l'eau introduite dans le sol par les rigoles de déversement ne doit jamais y rester stagnante; pour produire ses effets productifs, il faut qu'elle s'échappe rapidement après avoir atteint son but fertilisateur, en laissant le sol dans un état qui tient pour ainsi dire le milieu entre la sécheresse et l'humidité.

La distance horizontale entre les rigoles de déversement et d'égouttement, est la largeur des ailes des ados; ces ailes doivent avoir, en les établissant, un bombement de 0^m05 vers le milieu de leur largeur, pour qu'après le tassement du sol il ne s'y rencontre aucune dépression.

Des rigoles de colature.

Les rigoles de colature B longent le pignon des ados et sont parallèles à celle de distribution A; la distance comprise entre ces rigoles forme la longueur des ados.

Elles reçoivent les eaux provenant des rigoles d'égouttement pour les rendre à celle de distribution A', afin de les utiliser à l'arrosage des prairies d'un bief inférieur, lorsque la pente du terrain permet cette opération.

Les rigoles de colature sont établies de manière que les eaux qu'elles reçoivent ne puissent jamais opposer le moindre obstacle au libre écoulement de celles d'égouttement; pour atteindre ce but, il faut que la flottaison de l'eau y reste constamment inférieure au plafond de ces dernières rigoles. Or, en leur donnant la même largeur et la même pente au plafond qu'aux rigoles de distribution dont elles sont appelées à faire écouler l'eau, celle-ci ne s'y élèvera jamais à une plus grande hauteur que dans ces dernières rigoles, hauteur qui est de 0^m20. En établissant donc à l'origine leur plafond à 0^m24 en contre-bas de celui des rigoles d'égouttement, l'eau de ces dernières s'y déversera toujours librement.

Ainsi construites, elles déterminent par leur flottaison celle de la rigole de distribution A' du bief inférieur, qui doit être de niveau avec elles.

Il en résulte que la pente nécessaire au terrain, pour qu'on puisse effectuer un emploi, se compose : 1° De la pente transversale de l'ados, qui est ici de 0^m25; 2° de la profondeur de la rigole d'égouttement, à son extrémité, soit 0^m25; 3° de la différence entre le plafond de ces dernières rigoles et la flottaison dans celles de colature, qui doit être au minimum de 0^m04. Donc le total de la pente nécessaire pour pouvoir utiliser les colatures à l'arrosage des prairies d'un bief inférieur avec des ados de 10^m00 de largeur, et une pente de 0^m05 par mètre, est de 0^m54, comme nous l'avons dit précédemment.

Des chemins d'exploitation.

Les chemins d'exploitation *e* longent les rigoles de colature; ils ont une largeur de 3^m00 et une pente transversale de 0^m05 par mètre; une rigole de déversement de 0^m10 de profondeur à l'origine et de 0^m15 à l'extrémité, ayant 0^m30 de largeur, est ménagée à leur sommet. La banquette *d'* qui sépare les chemins, est destinée à recevoir des plantations formant abri. Ces plantations sont indispensables dans les pays plats et peu abrités comme la Campine; elles garantissent les prairies de la funeste influence des vents du nord et du nord-est, qui règnent très souvent au printemps.

Tracé des travaux.

Pour tracer les travaux que nous venons de décrire en détail, on commence par diviser le terrain à convertir en prairies, en compartiments de 69^m70 de largeur. La longueur est déterminée par la distance comprise entre la rigole d'alimentation qui devra desservir l'arrosage de la prairie, et celle de colature ou d'écoulement qui est destinée à en assurer l'assainissement. Les lignes qui divisent ainsi le terrain sont tracées dans le sens de sa pente. Ensuite, chaque compartiment est partagé par son milieu dans le sens de sa longueur; cette ligne de division indique le tracé de la rigole de distribution A (pl. VI, fig. 1). Cette opération préliminaire terminée, on place des piquets de nivellement de 10 en 10 mètres sur la ligne que cette rigole devra occuper, et un nivellement effectué avec exactitude, donnera la pente du terrain et fera voir en combien de biefs la rigole de distribution, et par consé-

quent aussi le compartiment de prairie, devront être divisés. Dès que la pente totale du compartiment, dans le sens de la longueur, atteindra 0^m54, la rigole de distribution devra être divisée en deux biefs; et si la pente est uniforme, la chute qui divisera les deux biefs sera placée exactement au milieu de la longueur de la rigole de distribution; sinon, on devra l'avancer ou la reculer, suivant que la pente sera plus prononcée vers son extrémité ou vers son origine. L'irrigateur qui a l'habitude de ces opérations, voit au premier coup d'œil, et pour ainsi dire instinctivement, où les chutes doivent être établies; quant aux personnes inexpérimentées, un peu de discernement et l'inspection de semblables travaux déjà exécutés en d'autres endroits, les mettent promptement à même de se tirer d'affaire.

Une faute dans laquelle nous avons vu tomber plusieurs irrigateurs, c'est d'établir les travaux sans faire en sorte qu'il y ait une compensation exacte entre les remblais et les déblais; dans ce cas, ils sont obligés, ou d'aller prendre hors des prairies les terres qui leur manquent, ou de conduire en dépôt celles qui sont de trop; ces opérations sont très coûteuses et diminuent souvent beaucoup le revenu relatif des prairies, parce que le capital engagé dans l'entreprise a dépassé les prévisions.

Ces fausses mesures, qui engagent inutilement des sommes souvent considérables sont dues à la routine, guide unique de beaucoup de praticiens dans le tracé des détails des prairies. Généralement, les ingénieurs ne s'occupent que de la rédaction des projets d'ensemble, et ils abandonnent les détails à des contre-maitres, dépourvus des connaissances nécessaires pour s'acquitter convenablement de cette tâche, dont l'importance mérite cependant la sérieuse attention de l'ingénieur.

Les règles que nous avons adoptées pour le tracé des

travaux, nous préservent de tous transports inutiles dans les mouvements des terres. Elles sont d'une exactitude mathématique, et conduisent à établir les prairies de manière à avoir toujours une compensation entre les remblais et les déblais qu'on peut avoir à effectuer.

Si le sol de chaque bief d'un compartiment était exactement horizontal, rien ne serait plus aisé que d'établir les ados de manière à compenser les remblais et les déblais ; il suffirait de placer la crête des ados à la moitié de leur hauteur en contre-haut du sol ; les déblais à effectuer alors pour construire la moitié inférieure de l'ados, serviraient à former la moitié établie en remblai et surélevée au terrain.

Cette disposition du terrain ne se rencontre jamais ; quelque uniforme qu'il soit, le sol présente toujours une pente quelconque et de légères ondulations ; mais il peut, quelle que soit sa configuration, être transformé en une surface horizontale, de manière que les terres provenant des éminences placées en contre-haut de ce plan, comblent exactement les dépressions qui se trouvent en contre-bas de ce même plan. Il s'ensuit que, pour construire les ados de manière que, pour un même bief, il y ait compensation entre les remblais et les déblais, il suffit de chercher la cote du terrain par laquelle passerait le plan horizontal auquel le sol peut être ramené, et d'établir la crête des ados à la moitié de leur hauteur en contre-haut de cette cote. Cela posé, on procède comme il suit :

Après avoir divisé le compartiment en biefs, s'il y a lieu, on se place avec le niveau à bulle d'air au centre du 1^{er} bief ; puis, en promenant la lunette dans toutes les directions, on donne des coups de niveau sur tous les points du bief où le terrain présente des éminences ou des dépressions, quelque légères qu'elles puissent être ; en prenant la moyenne entre toutes les cotes observées, on obtient celle du plan horizontal auquel le terrain peut être ramené.

Comme elle doit servir de point de repère au tracé de toutes les parties de la prairie, elle est marquée par un piquet solidement fixé dans le sol

On fait ensuite la division du bief en ados, en indiquant par des piquets l'origine et l'extrémité des rigoles de déversement et d'égouttement

Ceux de ces piquets placés aux angles du bief $ZZ' Z''$ et Z''' (Pl. VI, fig. 1) indiquent dans ce cas l'extrémité des rigoles d'égouttement extérieures, et $YY' Y''$ et Y''' , l'extrémité de celles de déversement.

Au moyen du niveau, on place la tête des premiers à 0^m125 en contre-bas du piquet de repère, et celle des derniers à autant en contre-haut du même repère; ceux-ci se trouvent alors à la hauteur des crêtes des rigoles de déversement, et ceux-là à la hauteur de celles d'égouttement, et la différence de niveau de 0^m25 entre eux, est la hauteur des ados.

Ensuite, au moyen d'un jeu de nivelettes ou voyants de même longueur, on met les autres piquets placés à l'extrémité des rigoles de déversement et d'égouttement à hauteur, en mettant une nivelette dans une position verticale, successivement sur chacun des piquets ZZ' , $Z''Z'''$, YY' et $Y''Y'''$ et en promenant la troisième sur les piquets intermédiaires en les enfonçant jusqu'à ce que le rayon visuel des deux voyants de repère touche exactement la partie supérieure du 3^e

La relation entre les différentes parties de la prairie étant déterminée, on tracera d'une manière analogue les rigoles de distribution et de colature, ainsi que les chemins d'exploitation.

Pour des ouvriers habitués à l'exécution de semblables travaux, il suffit que l'ingénieur place les piquets de repère aux quatre angles du bief, en donnant au chef ouvrier un tableau indiquant exactement les dimensions et la position

des différentes rigoles ; avec ces indications cet employé se tire parfaitement d'affaire.

Mode d'exécution.

Le tracé des travaux étant effectué comme nous venons de l'indiquer, on dresse les crêtes des rigoles de déversement, d'égouttement, de distribution et de colature, ainsi que celles des chemins d'exploitation, au moyen de gazons de 0^m10 de largeur sur 0^m03 à 0^m05 d'épaisseur, de manière à dessiner parfaitement tout le profil de l'ouvrage ; ensuite le sol est défoncé à la bêche à 0^m60 de profondeur ; on a soin, en faisant cette opération, de former autant que possible le profil indiqué. La couche végétale, quelle que soit la stérilité du sol, doit être soigneusement maintenue à la surface ; cette couche, même dans les bruyères, contient des principes fertilisants et elle est plus consistante que les couches inférieures ; en la maintenant à la surface, le profil des travaux se conserve aussi beaucoup plus facilement, que lorsque les couches inférieures sont amenées en dessus.

Les terrassements qui ne peuvent s'effectuer à jet de pelle sont transportés à la brouette, roulant sur des rayons en planches, dites planches de roulage.

Beaucoup d'irrigateurs pensent que les travaux peuvent s'effectuer au moyen de la charrue, et préconisent fortement ce procédé, parce que, disent-ils, il est beaucoup plus économique et tout aussi bon que le travail à la bêche.

C'est un procédé que nous ne pouvons assez combattre, parce que non seulement le travail effectué à la charrue est très défectueux, mais encore, parce que très souvent il est plus coûteux que le travail à la bêche.

Comme on ne peut défoncer le sol à la charrue après

que le tracé des travaux a été effectué, car alors le tout serait bouleversé, le labour doit se faire préalablement à toute autre opération. Il s'ensuit que très souvent c'est pour ainsi dire un travail inutile; car, pour disposer le terrain en ados, il y a toujours nécessité d'effectuer des déblais et des remblais; il arrive donc fréquemment que toute la terre remuée par la charrue est enlevée dans un endroit, pour effectuer des remblais ailleurs, et qu'ainsi le défoncement est nul sur la majeure partie du terrain. Il y a donc nécessité d'y effectuer un défoncement à la bêche, et les dépenses qui en résultent ajoutées aux frais de labour, dépassent souvent les frais auxquels aurait donné lieu l'exécution immédiate des travaux à la bêche.

A quelques irrigations de la Campine, les propriétaires ont effectué le défoncement à la charrue dans un but d'économie; mais, lorsqu'il s'est agi de disposer le terrain en ados, nous avons vu se produire tous les faits cités ci-dessus; le travail a été plus coûteux que s'il avait été totalement effectué à la bêche, et encore laisse-t-il, en définitive, beaucoup à désirer sous le rapport du défoncement, qui n'est poussé nulle part assez profondément et qui, sur les trois quarts de la surface, est presque nul; défaut capital, parce que sans un défoncement suffisant, la création d'une bonne prairie est impossible.

Un défoncement énergique à la bêche donne lieu nécessairement à une dépense assez considérable, et, quelque utile qu'il soit, il est souvent rejeté, malgré toutes les considérations qui en démontrent l'indispensabilité.

En Belgique, comme dans plusieurs autres pays où l'irrigation est pratiquée sur une grande échelle, les opinions sont partagées à ce sujet, et presque tous les auteurs qui ont écrit sur les irrigations, passent la question sous silence, et permettent ainsi de croire que le défoncement du sol n'est pas à prendre en considération, dans la créa-

tion des prairies irrigables; nous croyons donc utile d'examiner sérieusement cette question.

Les auteurs les plus remarquables qui ont écrit sur les diverses branches de l'agriculture, sont d'accord entre eux, et démontrent d'une manière péremptoire que, quelle que soit la nature du sol cultivé, quels que soient les produits que l'on désire en obtenir, l'humidité stagnante dans le sous-sol est nuisible aux végétaux. Ce n'est pas seulement parce que les racines des plantes maintenues en contact permanent avec un excès d'humidité, finissent par se décomposer, c'est aussi et principalement parce que, en vertu de la capillarité, l'eau souterraine qui ne trouve pas d'issue dans le sous-sol, remonte vers la surface où, pour s'échapper à l'état de vapeur, elle absorbe la chaleur qui aurait dû servir à la végétation. On sait, et nul fait physiologique n'est mieux constaté, que chaque plante, pour parcourir les diverses phases de sa végétation, exige de la part du sol un minimum de température au-dessous duquel elle ne végète pas. Plus la température moyenne du sol est basse, plus la végétation y est lente et tardive.

Pour détruire les effets nuisibles des eaux stagnantes, tous les auteurs conseillent le défoncement énergique du sol, et M. le comte de Gasparin dit, dans son *Cours d'agriculture*, tome V, page 175 :

« Le travail principal que réclame l'agriculture, celui qui est le début de toutes les cultures, et sans lequel on ne peut en entreprendre aucune, c'est le défoncement des terrains. »

Cette opération ne suffit pas encore dans toutes les circonstances, et il est reconnu par tous les cultivateurs éclairés que, si un défoncement neutralise les effets d'un excès d'humidité dans les terres légères, il est inefficace dans les terres fortes, et que là le drainage est indispensable pour maintenir les terres dans les conditions les plus favorables à la végétation.

Ces principes, vrais pour les terres cultivées, le sont également et à un plus haut degré, peut-être, pour les prairies irriguées.

L'arrosage introduit continuellement dans le sol une quantité d'eau considérable, qui, sans le concours d'un défoncement profond, y reste stagnante et détruit à la longue les prairies créées avec les soins les plus minutieux sous tous les autres rapports.

Il est vrai que les moyens d'écoulement dans les prairies irrigables sont très multipliés ; mais ils sont insuffisants sans un défoncement d'au moins 0^m60 de profondeur.

En effet, les rigoles d'égouttement, qui ont une profondeur de 0^m25, assainissent complètement la prairie à cette profondeur ; mais, plus bas, leur action est nulle ; si donc le sol n'est pas rendu perméable dans les couches inférieures, l'eau qui y pénètre reste stagnante, et son influence délétère se fait bientôt sentir sur les herbages, qui peu à peu sont remplacés par les plantes qui se plaisent dans cette terre saturée d'eau, telles que la mousse, les joncs, les roseaux, les prêles, les carex, les renoncules, etc...

En présence de ces faits, l'objection, tirée des frais nécessités par le défoncement profond à la bêche, ne peut être prise en considération ; ajoutons que l'augmentation de dépense à laquelle il donne lieu, n'est pas aussi considérable qu'on pourrait le croire.

Le prix du défoncement à 0^m30 de profondeur est généralement de 100 francs par hectare ; et poussé à 0^m60, il coûte de 175 à 200 francs, suivant la consistance du sous-sol. En admettant même que le défoncement profond soit de 100 francs plus dispendieux, il en résultera, pour intérêt annuel de ce capital dépensé, une somme de 5 fr. Or, la prairie où un défoncement énergique a été effectué, produira constamment des fourrages de bonne qualité et en bien plus grande abondance que celle où cette opéra-

tion, si éminemment utile, fait défaut ; le capital se trouvera ainsi remboursé en trois ou quatre années, au plus, après son emploi.

Ces considérations nous semblent prouver à l'évidence, que, pour créer de bonnes prairies irrigables, il est indispensable que le sol soit défoncé à une profondeur de 0^m60 à 0^m70 ; à moins que le sous-sol ne soit tout à fait perméable, cas très rare, même dans les landes sablonneuses de la Campine.

Il est très utile, et même indispensable, d'exécuter les travaux avant l'hiver qui précède l'ensemencement du sol ; il en résulte une notable amélioration. Sous l'influence alternative des pluies et de la gelée, les mottes de terre qui n'ont pas été réduites par la bêche, sont désagrégées, et l'air, pénétrant dans les couches inférieures, en enlève la crudité, et dégage les principes acides qu'un terrain longtemps privé de l'influence salutaire de l'air atmosphérique contient toujours ; l'expérience nous a démontré que des terrains ensemencés immédiatement après leur défoncement, ont donné des résultats de 30 p. c. inférieurs à ceux auxquels les semences n'ont été confiées qu'après qu'ils ont hiverné.

ENSEMENCEMENT.

Opérations préliminaires.

Au printemps, les travaux de terrassement exécutés avant l'hiver n'ont plus leurs formes primitives ; le sol s'est tassé, et les crêtes des rigoles ainsi que les ailes des ados, se sont déprimées.

De là, la nécessité de ramener les travaux au profil voulu, avant de procéder à l'ensemencement.

A cet effet, on introduit l'eau dans la rigole de distri-

bution et dans celles de déversement; elle y est maintenue pendant 3 ou 4 jours, afin que le tassement des terrassements soit complet.

Après un repos de quelques jours, on remet l'eau dans la rigole de distribution, en bouchant celles de déversement au moyen d'une pelletée de terre, afin d'empêcher l'eau de s'y introduire; on porte ensuite l'eau dans la rigole de distribution à la hauteur voulue, soit 0^m20; puis on en dresse les crêtes de manière qu'elles soient partout à 0^m05 en contre-haut de la flottaison de l'eau.

Cette opération terminée, on procède à la mise de niveau des crêtes des rigoles de déversement, opération qui est désignée en flamand par le mot *afwateren*, ce qui veut dire : mettre les rigoles de déversement de niveau au moyen de l'eau.

Ce travail est très simple, mais il exige de grands soins; s'il n'est pas bien fait, l'arrosage ne peut s'effectuer d'une manière uniforme; il faut, pour obtenir toute la régularité voulue, que l'eau soit mise en même temps dans toutes les rigoles de déversement d'un même bief, afin que, lors de l'arrosage, toutes celles qui sont alimentées par la même rigole de distribution, déversent simultanément les eaux en nappes minces et uniformes sur les ailes des ados.

Dès que l'eau est mise dans toutes les rigoles de déversement d'un même bief, on met leurs crêtes de niveau avec la surface de l'eau; à cet effet, on les exhausse là où il y a des dépressions, et on rase à la hauteur de la flottaison, au moyen d'une bêche tranchante, les surélévations des crêtes. Nous avons vu quelques irrigateurs faire ce travail au moyen du niveau à bulle d'air; mais ce procédé est toujours plus ou moins défectueux, et ne vaut jamais celui que nous avons donné ci-dessus; on ne doit y avoir recours que si, au moment de mettre les crêtes

des rigoles de déversement de niveau, on n'a pas l'eau à sa disposition.

Ce travail terminé, on dresse les crêtes des rigoles d'égouttement et de colature, au moyen d'un jeu de nivevettes, après quoi on porte les ailes des ados et les chemins d'exploitation sous le profil déterminé, en ayant soin de leur donner, au milieu de leur largeur, un bombement de 0^m05; les terres provenant de la mise à profondeur des rigoles d'égouttement et de colature suffisent à cette fin.

Si à la surface il se trouve des pierres ou autres corps étrangers qui puissent gêner le fauchage, ils doivent être soigneusement enlevés.

Le terrain étant ainsi préparé, l'engrais est mis en œuvre en y apportant tous les soins qu'exige cette opération, et dont nous parlerons ci-après en traitant des engrais. Ensuite, on procède au semis des graminées, en ayant soin de semer ensemble les graines de même pesanteur.

Après l'ensemencement, on couvre les graines avec de la terre, au moyen d'un râteau de bois; quelques personnes font usage d'une herse légère, mais ce procédé est vicieux; les graines sont souvent enfouies trop profondément dans le sol, et dès lors le semis est manqué; tandis qu'au moyen d'un râteau de bois, la graine est recouverte dans les meilleures conditions possibles.

L'ensemencement doit se faire par un temps calme, et autant que possible en Avril ou en Mai; cette époque est plus convenable que toute autre; s'il est effectué avant la fin de Mai, la prairie donne encore une récolte vers la fin d'Août, tandis que les semis tardifs ne donnent de produits que l'année suivante. Ceux qui sont faits au mois d'Août ou au mois de Juillet, ne peuvent acquérir assez de développement et de force pour résister aux rigueurs de l'hiver, lorsque les gelées viennent de bonne heure.

Dans ce cas, la jeune plante souffre, et ne donne qu'un médiocre résultat l'année suivante.

Lorsque, dans les terres légères, les semis se font par un temps sec, il est indispensable de mettre préalablement l'eau dans les rigoles de déversement, sans qu'elle puisse déverser, jusqu'à ce que le sol soit dans un état de fraîcheur convenable; il doit être constamment maintenu dans cet état pour obtenir une végétation vigoureuse.

Les graines d'herbe confiées au sol, lorsqu'il est dépourvu d'humidité, ont de la peine à lever et finissent même par perdre leurs facultés germinatives, pour peu que cette situation se prolonge.

Dans les terres éminemment perméables, il arrive que, même en maintenant l'eau constamment dans les rigoles de déversement, la couche supérieure dans laquelle les graines sont déposées reste complètement sèche; dans ce cas, on doit boucher à l'aval les rigoles de colature, de manière à faire monter l'eau dans les rigoles d'égouttement jusqu'au bord inférieur des ados; maintenue dans cet état, l'eau monte à la surface et transmet à la couche supérieure l'humidité nécessaire.

Si la bonne venue d'un semis exige un état de fraîcheur convenable et permanent, il est tout aussi indispensable de prévenir tout excès d'humidité dans le sol; car le dépérissement de la plante s'ensuit bientôt; ses tendres racines se décomposent en peu de jours, la tige devient rousse et disparaît complètement du sol.

La première année du semis, l'irrigation ne peut jamais s'effectuer par déversement; car dans ce cas l'eau entraînerait dans les rigoles d'égouttement une partie des fumures et ravinerait la surface de la prairie. La fraîcheur convenable doit être communiquée au sol par infiltration, en maintenant, autant qu'il en est besoin, l'eau dans les rigoles de déversement, sans qu'il y ait débordement.

Des engrais.

Il n'entre pas dans notre plan de traiter ici la question si complexe des engrais; nous renvoyons pour cela aux traités spéciaux; ce que nous en dirons a pour but unique de faire connaître l'utilité de quelques engrais que nous avons employés avec succès pour la création des prairies irrigables de la Campine.

Dès que l'on opère sur une grande échelle, l'emploi du fumier d'étable pour la création de prairies irrigables ne peut être adopté; cet engrais est indispensable à la culture des terres aux besoins desquelles il ne peut déjà suffire. Il faut donc avoir recours aux engrais qu'on trouve dans le commerce; tels que le guano, le sulfate d'ammoniaque, le nitrate de soude, les phosphates et les superphosphates de chaux, ou la boue des villes, et aux couches végétales des terres cultivées.

Dans le choix de la boue des villes et de la terre végétale on doit être guidé par la nature du sol. Ainsi pour une terre siliceuse, il est fort avantageux de mettre en œuvre des engrais provenant de villes placées sur un sol argileux et calcaire, ou des terres végétales argileuses; tandis qu'à un sol consistant et argileux, les engrais tirés des villes situées dans un bassin sablonneux et les terres végétales sablonneuses sont très convenables.

Dans l'un et dans l'autre cas, ces engrais ont une double action : ils agissent comme engrais; ensuite, par l'introduction dans le sol d'éléments dont il est dépourvu, ils modifient sa constitution et exercent ainsi en même temps l'influence d'un utile amendement.

En fumant une terre sablonneuse avec des boues de ville renfermant des éléments argileux et calcaires, l'argile reste acquise au sol, après que les plantes auront

absorbé les parties fertilisantes et assimilables qu'elle contient. La même chose a lieu par l'usage d'engrais renfermant des éléments sablonneux sur un sol argileux.

Ainsi, sur les terres siliceuses et légères de la Campine, les boues de la ville de Liège, située dans un bassin argileux et calcaire, ont une action plus énergique et plus durable que celles des villes d'Anvers, Bruxelles, Malines et Louvain, où la boue des balayeurs des rues est du sable; parce que dans ces dernières villes, il en est fait un grand usage dans les maisons de la petite bourgeoisie, pour sabler les planchers des habitations.

Il en est de même des terres végétales; en Campine, celles provenant du bassin de la Meuse constituent, après que les plantes se sont assimilé les éléments végétaux et minéraux qu'elles contiennent, une amélioration considérable pour le sol, par l'introduction de l'argile, qui fait complètement défaut en Campine.

L'emploi de ces terres sur le sol de la Campine a produit les résultats les plus satisfaisants. Lors même qu'on ne peut se procurer celles qui proviennent de la couche végétale, il est encore fort utile d'en faire usage, mais, dans ce cas, il faut donner en même temps une fumure d'engrais qu'on peut se procurer dans le commerce, tels que le guano dissous d'Ohlendorff, le sulfate d'ammoniaque, le nitrate de soude, etc., ainsi que les phosphates et les superphosphates, parce que les terres extraites des couches inférieures agissent uniquement comme amendement.

Le guano dissous et les engrais chimiques sont des plus utiles, leur action énergique recommande au plus haut degré leur emploi dans la création des prairies. Ils donnent promptement à la jeune herbe une vigueur telle, que le gazon se forme en une année, et que dès lors l'arrosage peut produire tous ses effets utiles.

Nous avons créé des prairies, en employant par hectare

70^m300 de terre argileuse, provenant des couches inférieures, et 300 kil. de guano. Le résultat a été des plus satisfaisants; le semis fait au mois d'Avril le gazon était formé au commencement d'Octobre, et la vente publique de l'herbe a produit 62 fr. par hectare. L'emploi de 300 kil. de guano dissous au moment du semis, et lorsque la jeune herbe garnissait le sol, une fumure en couverture de 200 kil. de sulfate d'ammoniaque, d'autant de superphosphate de chaux à 16 % d'acide phosphorique soluble dans l'eau et 150 kil. de sulfate de chaux, a donné à la jeune herbe une vigueur extraordinaire.

La quantité d'engrais à employer dépend nécessairement de leur richesse et de celle du terrain. Si le sol a déjà été soumis à la culture, il exige nécessairement moins d'engrais que des landes qui n'ont jamais été cultivées, et qui ne contiennent par conséquent que peu de principes fertilisants. En Campine, où tous les terrains convertis en prairies irrigables étaient de la dernière catégorie, il a fallu des fumures énergiques pour créer un gazon en une année.

Le choix de l'engrais à employer dépend des facilités qu'on a pour se le procurer; mais quand on peut avoir des terres argileuses sur des terres sablonneuses, même avec une augmentation de 100 fr. par hectare relativement à d'autres engrais, il faut toujours leur donner la préférence, parce que l'introduction de l'argile dans les terres légères et sablonneuses constitue une amélioration permanente du sol.

Quel que soit l'engrais qu'on emploie, il est indispensable que la dose soit assez forte pour procurer une végétation vigoureuse; alors le gazon se forme rapidement et les récoltes récompensent bientôt le cultivateur de ses avances. Rien n'est plus ruineux que les demi-mesures dans la création des prairies; les dépenses faites ne con-

duisent pas à des demi-résultats, mais à des résultats négatifs, et l'opération est à recommencer sur nouveaux frais.

Nous avons vu appliquer ainsi successivement et inutilement, des sommes considérables avant d'obtenir un résultat satisfaisant, parce que les propriétaires ne pouvaient se décider, de prime abord, à faire les dépenses nécessaires pour assurer une réussite immédiate.

Dans les terrains de la Campine il n'y a pas de traces de chaux; il est donc très utile d'y introduire cet amendement, surtout lorsque le sol est marécageux et dans un état d'humidité permanent. Nous l'avons employée en diverses proportions et les expériences prouvent que 2^m⁵⁰ par hectare sont la dose la plus convenable.

La mise en œuvre de cet agent exige beaucoup de précautions, sinon ses effets sont nuls.

Le mode le plus avantageux pour en obtenir tous les effets utiles, c'est d'introduire la chaux dans le sol sous forme de compost.

Les terrains généralement destinés à être convertis en prairies irrigables sont les mauvaises pâtures, les terres friches et en Campine les bruyères. Tous ces terrains ont un gazon et fournissent ainsi les éléments nécessaires à la formation d'un bon compost.

On coupe 10^m⁵⁰ de gazons dont on forme un tas, en superposant des couches régulières et alternatives de gazons et de chaux: cette opération doit se faire par un temps sec; car si la pluie tombe sur la chaux, celle-ci est immédiatement saturée d'eau, se délaie et se transforme en hydrate de chaux, forme sous laquelle elle n'a plus aucune valeur agricole pour les terrains légers et sablonneux.

Dès que le tas est ainsi formé, la chaux attire à elle les parties aqueuses que renferment les végétaux des gazons et il se dégage une vapeur blanche accompagnée d'une forte chaleur; immédiatement après que ce dégagement

de vapeur a cessé, la chaux, par suite de l'eau qu'elle a absorbée, est réduite en poudre, et le tas doit être aussitôt coupé en tranches minces, au moyen de la bêche. Il suffit d'un retard de quelques jours dans cette opération pour que le compost soit manqué complètement, et que l'eau qui s'introduit dans le tas sous forme de pluie, de brouillard ou de rosée, fasse couler la chaux et la transforme pour ainsi dire en mortier.

Après avoir coupé le compost une première fois, on le laisse reposer 5 à 6 semaines; alors on le remue de nouveau, jusqu'à ce que le mélange de la chaux et du gazon soit intime. Ainsi préparé, il est répandu en couches régulières sur le terrain un mois au moins avant de le fumer, et par un fort coup de herse on le mélange à la couche supérieure du sol.

Employée de cette manière, la chaux produit tous ses effets utiles; ayant fait des expériences réitérées à ce sujet, nous pouvons en parfaite connaissance de cause recommander ce procédé.

Mode d'emploi des engrais cités ci-dessus.

Les terres végétales employées comme fumure sont répandues en couches uniformes sur le sol, en ayant soin de briser les mottes d'une certaine grosseur; lorsque le terrain est très léger, comme le sable jaune, dit sable des dunes, on laisse la fumure à la surface et on y sème immédiatement les graines d'herbe, qui sont enfouies au moyen d'un râteau de bois.

La couche de terre végétale restant ainsi à la surface consolide le sol, empêche qu'il ne soit enlevé par le vent, et le rend propre à mieux conserver l'humidité. Si le sol est plus consistant, il faut mélanger la fumure à la couche

supérieure du sol par un hersage avant d'effectuer l'ensemencement.

La boue des rues doit toujours être mélangée à la couche supérieure du sol; car exposée à la surface, elle éprouverait par l'évaporation une grande déperdition de ses principes fertilisants.

Si par le transport des engrais sur les lieux, le profil des travaux a été dérangé, il est essentiel de leur rendre la forme voulue avant l'ensemencement.

Le guano et les engrais chimiques doivent être réduits, avant leur mise en œuvre, en poudre et passés par un tamis en fil d'archal, dont les ouvertures ne peuvent dépasser 0^m002 de côté.

Il est indispensable de les préserver de toute humidité, sinon ils perdent bientôt de 20 à 30 p. c. de leur valeur.

Par un temps sec et sur un sol frais, ils doivent être semés immédiatement avant les graminées et être recouverts aussitôt, au moyen du râteau de bois; de sorte que le semeur des engrais, celui de la graine d'herbe et le râtisseur doivent se suivre sans intervalle.

Des graines d'herbe.

Le choix des graines d'herbe, sous le rapport de la qualité et de la quantité, est très important; telle graminée est avide de l'irrigation et acquiert sous son influence son maximum de croissance, tandis que d'autres variétés ne prospèrent pas au même degré par l'arrosage, et finissent même par disparaître de la prairie. La manière la plus sûre de ne pas se tromper, c'est lorsqu'il existe déjà des prairies irriguées d'un certain âge dans la localité, d'en examiner la flore, et de la prendre pour base du mélange à adopter. A défaut de cette ressource, il faut avoir recours à des expériences.

Lors de la création des premières irrigations en Campine, nous avons semé séparément toutes les variétés de graminées réputées propres aux terrains sablonneux et à l'irrigation. Le traité des plantes fourragères de M. Lecoq nous a fourni des renseignements précieux à cet égard.

Ces graminées sont les suivantes :

Raigrass d'Angleterre;

Timothy;

Vulpin des prés;

Crételle des prés;

Brôme des prés;

Flouve odorante;

Lupuline;

Fromental;

Houque laineuse;

Fétuque des prés;

Dactyle pelotonnée;

Luzerne tachée;

Avoine des prés;

Trèfle des prés;

Agrostis commun;

Gesse des prés;

Vesce des haies;

Plantain lancéolé;

Et pâturin des prés.

Après trois années d'irrigation, les variétés qui présentaient la végétation la plus vigoureuse étaient : le raigrass d'Angleterre, le timothy, le vulpin des prés, la houque laineuse, la crételle des prés, le pâturin des prés, la flouve odorante, la lupuline et le trèfle des prés, variétés que nous avons adoptées pour composer le mélange à employer pour l'ensemencement.

La quantité de chaque variété à employer dans le mé-

lange par hectare, peut se déduire de l'ouvrage précité de M. Lecoq, qui fait connaître la quantité nécessaire à l'ensemencement, par hectare de chaque variété seule; mais il faut, dans cela comme dans toutes les questions analogues, tenir compte des situations locales. Un terrain riche exige beaucoup moins de semence qu'un terrain pauvre; il faut donc examiner le terrain à ensemer, préalablement au dosage des graines d'herbe, et l'expérience doit guider l'irrigateur pour déterminer les quantités à employer. Le mélange que nous employons en Campine paraîtra exorbitant à beaucoup de personnes; cependant, ce n'est que par suite des mauvais résultats que nous avons obtenus par des dosages plus faibles, que nous avons été conduit à adopter celui que nous donnons ci-après :

Raigrass d'Angleterre	16	kilogrammes.
Timothy	6	»
Vulpin des prés	25	»
Houque laineuse.	25	»
Crételle des prés.	5	»
Pâturin des prés.	5	»
Flouve odorante	10	»
Lupuline	4	»
Trèfle des prés	4	»
	<hr/>	
	100	kilogrammes.

Pour assurer une bonne venue, les graines doivent être fraîches, de la récolte de l'année qui précède leur emploi; si elles sont plus vieilles, elles sont souvent échauffées et ne germent pas.

De grandes fraudes se pratiquent dans le commerce des graines d'herbe; un procédé employé pour les faire paraître de récolte récente, consiste à les exposer quelque temps

dans un appartement à l'influence de la vapeur d'eau ; par suite, il s'y opère un léger gonflement, qui donne aux graines toutes les apparences de la fraîcheur, et qui trompe ainsi l'œil inexpérimenté.

Une méthode infailible de s'assurer de la valeur germinative des graines d'herbe, c'est de les semer dans des pots à fleurs, en comptant les graines y déposées ; si après quinze jours les $\frac{4}{5}$ des graines n'ont pas germé, on peut dire qu'elles sont vieilles.

Nous recommandons cette vérification, lorsqu'on a des doutes sur la bonne foi du fournisseur.

Des abris.

Dans un pays découvert, les plantations en rideaux pour préserver l'herbe de l'influence nuisible des vents du nord et du nord-est sont très utiles.

L'essence la plus convenable à planter sur les diguettes réservées dans ce but entre les chemins d'exploitation, est l'aulne ; ce bois aime beaucoup l'humidité, et son feuillage, après sa chute, se décompose rapidement ; aussi voit-on partout que l'herbe a plus de vigueur à côté des abris qu'au milieu de la prairie.

Estimation des dépenses à effectuer pour créer un hectare de prairie irrigable (1).

a. Tracé des travaux et placement		
des gazons pour en dessiner le profil	fr. 10 00	12 50
b. Défoncement du sol à 0 ^m ,60 de		
profondeur.		

(1) Cette estimation date de 1855, depuis lors la main-d'œuvre coûte plus, nous mettons à côté des prix d'alors ceux auquel ces travaux reviennent actuellement. Par contre les engrais sont à meilleur compte.

Report fr. 10 00 12 50

Le prix du défoncement varie d'après la nature du sol ; quand il est consistant, il est plus élevé que dans le cas contraire. En Campine, le prix moyen de ceux que nous avons fait exécuter est de

fr 150 00 200 00

c. Terrassements.

Pour déterminer les terrassements à effectuer, on fait les nivellements de détail, ainsi que nous l'avons indiqué en parlant du tracé des travaux ; ensuite on fait des profils, sur lesquels on indique le plan horizontal auquel le terrain peut être ramené ; ces profils doivent être d'autant plus nombreux, que le terrain est plus inégal ; enfin on calcule le cube des terres à remuer et la distance à laquelle elles doivent être transportées. En appliquant au résultat final le prix de l'unité, on a la dépense exacte des terrassements à effectuer. La moyenne de cette dépense en Campine a été de

60 00 80 00

Ce procédé, ainsi qu'on le voit, est très long ; aussi l'irrigateur qui a l'habitude de ces travaux n'y a-t-il pas recours ; une inspection détaillée du terrain lui suffit pour évaluer à très peu de chose près les mouvements de terre à opérer. Les chefs-ouvriers mêmes qui en entreprennent l'exécution savent très bien faire à vue d'œil une semblable évaluation.

A reporter fr. 220 00 292 50

	Report fr.	220 00	292 50
<i>d.</i> Parachèvement des travaux, pour mettre les ados et les chemins d'exploitation sous la forme voulue	fr.	30 00	40 00
<i>e.</i> Engrais.			
Cet article est très variable; il dépend des voies de communication qu'on a à sa disposition pour transporter l'engrais du lieu de provenance à celui de son emploi, et de la distance à laquelle le lieu de sa mise en œuvre se trouve de ces mêmes communications.			
En Campine, où les transports pour l'approvisionnement se font par les canaux qui la traversent, une fumure énergique, qui donne à la végétation un développement assez rapide pour former le gazon en une année, coûte en moyenne, y compris la mise en œuvre		350 00	300 00
<i>f.</i> Mise à niveau des rigoles de déversement, et toilette des travaux après l'hiver		50 00	65 00
<i>g.</i> Achat des graminées.		75 00	75 00
<i>h.</i> Frais d'ensemencement et d'enfouissement des graines par le râteau de bois		9 50	12 50
<i>i.</i> Plantations pour abris		7 00	10 00
<i>k.</i> Buse de bois avec vannes pour introduire l'eau dans la rigole de distribution et dans celles de déversement des chemins d'exploitation,			
	A reporter fr.	<u>741 50</u>	<u>795 00</u>

	Report fr.	741 50	795 00
ainsi que pour établir les chutes : en moyenne, par hectare		13 75	22 00
<i>l.</i> Brouettes et planches de roulage		5 00	6 00
<i>m.</i> Journées d'ouvriers pour main- tenir l'eau dans les rigoles de déver- sement pendant la sécheresse : en moyenne		8 50	12 00
	Total fr.	768 75	835 00

Cette évaluation n'est pas absolue; il y a des prairies formées en Campine qui ont coûté beaucoup moins, et d'autres dont la dépense a dépassé ce chiffre.

La somme portée pour les engrais est un maximum qui sera plus que suffisant pour d'autres localités que la Campine, où l'on est obligé de faire venir les engrais de 15, 20 et même 25 lieues de distance. Quant aux autres articles, ils représentent de fortes moyennes.

En ajoutant au total de l'évaluation qui précède le coût des travaux préparatoires à l'irrigation, qui a été en moyenne, en Campine, de 125 francs par hectare, on aura pour la dépense totale de la création d'un hectare de prairie irrigable une somme de 893 fr, 75 c. et 960 fr., non compris le prix d'acquisition du sol, qui a été en moyenne de 130 fr. par hectare.

Un procédé fort recommandable pour convertir des landes en prés, est de faire précéder le semis de l'herbe par une culture de trois ou quatre années; par là le sol s'améliore beaucoup, et la réussite de l'ensemencement en graminées est assurée.

Cette opération, qui se fait actuellement sur une grande échelle en Campine, rembourse généralement, et au delà, les dépenses qu'elle exige; et lorsque les denrées alimentaires sont à un haut prix, elle est très lucrative.

La première année après que le terrain est préparé à l'irrigation, il est planté en pommes de terre avec une forte fumure, ce qui coûte en moyenne par hectare, 900 fr. y compris le butage et l'arrachage. Une récolte ordinaire dans les terres défrichées, où le tubercule n'est jamais attaqué par la maladie, est de 16,000 kilogrammes, qui, au prix moyen de 7 francs les 100 kil. valent 1,120 fr. L'opération donne donc un bénéfice de 220 fr. par hectare, outre l'amélioration du sol.

La deuxième année, on plante de nouveau des pommes de terre avec une forte fumure, et le résultat est au moins égal à celui de la première année.

Enfin, la troisième année, la terre est de nouveau bien fumée etensemencée en seigle, dans lequel on sème les graines d'herbe, qui acquièrent alors une vigueur extraordinaire dès la première année.

DE LA PRATIQUE DE L'IRRIGATION.

Généralités.

La pratique de l'arrosage des prairies a fourni un vaste champ de dissertation aux auteurs les plus remarquables qui ont écrit sur cette branche de l'industrie agricole; et bien qu'il y ait des siècles que cette importante question a été traitée, on ne s'accorde pas encore sur les principes qui doivent servir de guides.

Deux opinions sont en présence : d'une part, on dit que l'arrosage doit marcher d'accord avec de fortes fumures, et que plus les arrosages sont abondants, plus les matériaux assimilables fournis à la prairie doivent être considérables. L'opinion contraire prétend que l'arrosage seul doit toujours, et en tout cas, suffire à la production des

plus riches récoltes, et que c'est précisément en cela que consiste la grande valeur de l'arrosage des prairies, parce qu'il assure beaucoup de fourrage sans consommer d'engrais.

Bien que ces deux principes semblent diamétralement opposés, ils ne sont cependant pas inconciliables; leur défaut c'est que, basés sur des raisonnements vrais en eux-mêmes, ils ont été poussés à l'absolu; c'est là que se présente la pierre d'achoppement pour les personnes inexpérimentées.

Tout principe absolu en agriculture, appliqué d'une manière générale, conduit à des mécomptes. Il en est surtout ainsi pour l'arrosage des prairies, car il est impossible de le subordonner à des règles fixes; on doit toujours tenir compte des circonstances locales qui modifient la pratique de l'irrigation. La nature du sol, la quantité et la qualité de l'eau qu'on a à sa disposition déterminent le mode d'irrigation à adopter; une large part doit être laissée dans cette question au discernement de l'irrigateur; mais comme elle a une importance capitale, nous croyons indispensable de l'analyser scrupuleusement, afin de combattre les règles absolues préconisées à ce sujet.

M. Nadault de Buffon est l'auteur qui avance de la manière la plus absolue, que l'arrosage doit marcher d'accord avec de fortes fumures, et dans son *Traité sur les irrigations*, tome II, page 401 et suivante, il dit que, « sauf les cas exceptionnels où l'eau est fortement chargée, » l'irrigation consomme beaucoup d'engrais; et que plus » on arrose, plus la fumure doit augmenter; parce que, » dit-il, l'irrigation est nécessairement épuisante pour le » sol; d'abord, parce qu'elle provoque une production de » matières végétales infiniment plus considérable que celle » qui aurait lieu sans son influence; en second lieu, parce » qu'à l'aide des pentes qui sont ordinairement néces- » saires pour une bonne pratique des arrosages, l'eau

» délaye le sol, qu'elle dépouillerait de son humus, lors
» même que la végétation ne produirait pas le même effet.
» C'est pour cela, ajoute-t-il, que même avec de l'eau
» disponible, n'arrose pas qui veut; il faut encore avoir à
» sa disposition le capital qu'exige l'achat des engrais. »

Il est incontestable que des prairies fortement arrosées et fumées donnent des récoltes prodigieuses; ceci s'explique par la faculté qu'a l'eau de dissoudre les engrais et de transmettre aux racines des plantes les parties solubles et assimilables qu'ils contiennent. Mais est-ce à dire pour cela que le rôle principal de l'eau dans l'arrosage consiste dans son action dissolvante des engrais auxquels elle sert de véhicule pour les transmettre aux plantes? D'après les principes émis par M. Nadault de Buffon, la réponse serait affirmative; cependant la pratique prouve que l'influence de l'eau n'est pas aussi restreinte, et que même dans un état complet de limpidité, elle transmet aux graminées des prairies arrosées des matériaux qui assurent des récoltes considérables, tellement abondantes, qu'il serait presque impossible de les augmenter, même avec l'addition de fortes fumures. De là se déduisent donc des règles diamétralement opposées à celles que pose cet auteur distingué, et, contrairement à son opinion, il en résulte que plus on a d'eau à sa disposition, moins il faut d'engrais pour obtenir une même récolte. Ainsi donc, si un arrosage régulier et fréquent donne une récolte de foin de 8,000 kil. par hectare, il faudra donner une fumure à la prairie pour obtenir le même produit, lorsque le nombre des arrosages qu'on lui donne diminue, et cette fumure devra augmenter en proportion de la diminution de l'eau disponible, et réciproquement; plus les arrosages sont abondants, moins il faut d'engrais pour obtenir les mêmes résultats.

Il n'y a qu'une exception à cette règle : c'est lorsqu'on

veut obtenir d'une prairie plusieurs coupes en vert ; dans ce cas, elle peut consommer une quantité d'engrais énorme, et qui sera d'autant plus considérable que les arrosages seront plus fréquents ; ainsi exploitées, les prairies exigent plusieurs fortes fumures annuelles pour restituer au sol les matériaux absorbés par l'énorme production de matières végétales qu'on en exige.

Mais les produits des prairies arrosées sont généralement limités à deux récoltes annuelles : une de foin et l'autre de regain ; dans ce cas, on peut atteindre le maximum de production par l'arrosage seul, et il paraît qu'alors l'addition de fortes fumures aurait pour unique résultat de faire verser et pourrir l'herbe sur place ; plusieurs exemples nous confirment dans cette opinion.

Ainsi, nous connaissons sous la commune d'Overpelt, en Campine, des prairies arrosées par les eaux du ruisseau le Dommel ; ces eaux, d'après une analyse faite par un professeur distingué, ont été déclarées de peu de valeur pour les usages agricoles. Cependant ces prairies ont été formées sans l'emploi de la moindre fumure : et jusqu'à présent, par l'action unique de l'arrosage, elles donnent trois récoltes par an : une coupe en vert au commencement d'Avril, une récolte de foin, vers le 15 Juin, et une de regain dans la première quinzaine d'Octobre.

Au village de Dommelen, dans le Brabant septentrional, sur le même ruisseau, à quatre lieues en aval d'Overpelt, nous avons été voir des prairies avec M. Delacroix, ingénieur des ponts et chaussées français : ces prairies, sous l'influence seule de l'arrosage par les eaux du Dommel, donnent annuellement une récolte de foin de 12,000 kilog., et une de regain de 4,000 kilog.

Au village de d'Elieum, près de la petite ville de Brée, il y a une petite prairie arrosée par des eaux limpides qui sortent d'une montagne de gravier ; elle présente une

végétation d'une vigueur extraordinaire, et, sans addition d'engrais, le produit en est prodigieux.

Nous pourrions encore citer plusieurs faits semblables ; mais les exemples que nous venons de donner suffisent pour prouver que les prairies, arrosées dans certaines conditions, peuvent produire une riche végétation sans le concours d'engrais.

Cette conclusion paraît d'accord avec la pratique de l'arrosage préconisée, presque sans exception, par tous les auteurs allemands ; c'est-à-dire que l'eau doit être le seul agent fertilisateur des prairies arrosées ; elle est si séduisante, qu'elle ne peut manquer d'être adoptée avec enthousiasme par toutes les personnes qui ne l'ont pas examinée avec soin.

Mais en analysant l'arrosage ainsi pratiqué, on découvre bientôt le revers de la médaille ; on voit que son application générale est impossible, et qu'il n'est recommandable dans aucun cas.

Le Dommel débite, en moyenne, 1,000 litres d'eau par seconde, et la prairie qui est arrosée par ce volume d'eau sous Overpelt, a une superficie de 5 hectares, et une autre, située à Dommelen, a, à peu près, la même superficie : ces prairies consomment donc pour l'arrosage, en moyenne, 200 litres d'eau par seconde et par hectare, volume énorme, qui démontre la complète impossibilité d'appliquer cette pratique à de grandes surfaces de prairies ; car, sur cette base, un canal d'arrosage d'une portée de 20^m500 ne pourrait arroser que 100 hectares de prairies, et ainsi l'eau coûterait vingt fois et même cinquante fois plus que ne vaudraient les prairies, à raison des frais de creusement du canal d'irrigation et des ouvrages qui s'y rapportent.

Pour les exemples que nous venons de citer, il est certain que si les propriétaires des prairies étendaient les

bienfaits de l'arrosage à des superficies plus grandes, en les arrosant moins avec addition de fumures, ils retireraient de cette opération un bien plus grand revenu qu'en consommant, comme ils le font actuellement, cet énorme volume d'eau sur une superficie de prairie si restreinte.

Si l'arrosage des prairies est chose profitable, ce qui n'est mis en doute par personne, il faut que les produits fournissent un intérêt satisfaisant des frais à faire pour se procurer l'eau; or, avec une dépense d'eau si considérable, un tel résultat est de toute impossibilité : dans les grands systèmes d'arrosage, qui exigent presque toujours la construction de canaux, toute opération, faite dans ces conditions, serait la ruine complète de celui qui l'entreprendrait.

En résumant les considérations précédentes, on voit qu'aucun des principes absolus préconisés pour la pratique de l'arrosage ne doit être adopté, et que, pour atteindre le véritable but de l'irrigation, c'est-à-dire pour obtenir des produits satisfaisants avec le moins d'eau et le moins d'engrais possibles, on doit se placer à une égale distance de ces deux extrêmes, en combinant dans une juste proportion l'arrosage et les fumures.

Déterminer d'une manière exacte les fumures qui doivent être données à une prairie, proportionnellement au nombre d'arrosages qu'elle reçoit, est chose impossible, parce que, pour chaque localité, il faut à cet effet prendre en considération le climat, le degré de richesse du sol, les qualités de l'eau et la valeur des engrais qu'on a à sa disposition. C'est donc l'expérience seule qui doit résoudre ce problème important pour chaque région.

On examine d'abord quel est le maximum de produit que l'on peut obtenir sous l'influence unique de l'arrosage; puis, d'après la rotation qu'on doit adopter pour l'irrigation normale de la prairie, on lui donne des engrais

de manière à obtenir le même produit sous l'influence alternative des fumures et de l'arrosage : plus le nombre d'arrosages qu'on peut donner à la prairie diminue, plus les fumures doivent augmenter pour obtenir un même produit, et la pratique de l'irrigation ainsi appliquée reste productive, tant que l'eau disponible suffit pour maintenir constamment la prairie dans un état de fraîcheur convenable.

Aux prairies de la Campine, arrosées par les eaux de la Meuse, on obtient le maximum de produit, soit environ 7,500 kilog. de foin et 3,000 kilog. de regain, sous l'influence unique de l'arrosage, en donnant, du commencement du mois d'Octobre au mois de Mai de 25 à 30 jours d'arrosage et de 5 à 6 jours après la récolte du foin, avec un arrosage de 12 à 14 jours le produit tombe à environ 3500 kil. de foin et de 1800 kil. de regain, et la prairie peut être maintenue dans cet état de production par semblable arrosage; mais en diminuant le nombre de jours d'arrosage, la prairie décline et ne peut se soutenir sans addition d'engrais; et plus l'arrosage diminue, plus la fumure doit augmenter pour obtenir un produit profitable.

De la manière de donner l'eau.

L'eau doit être livrée à la prairie de manière qu'elle déverse régulièrement sur toute la longueur de la rigole de déversement, et qu'elle coule en nappe mince et uniforme sur les deux ailes de l'ados; nulle part elle ne doit rester stagnante et aucun point ne doit rester sans recevoir de l'eau. Là où l'eau reste stagnante, la bonne herbe disparaît insensiblement pour faire place à des plantes parasites; les parties privées d'eau dépérissent et font tache dans la prairie.

Quelques auteurs ont donné l'épaisseur de la nappe d'eau qui doit couler sur la surface de la prairie, ainsi que la vitesse dont l'eau doit être animée.

Ainsi, M. Villeroy, dans son *Manuel de l'irrigateur*, dit que la nappe d'eau doit avoir une épaisseur minimum de 0^m003, en coulant avec une vitesse de 0^m,05 par seconde.

Ces données ne peuvent inspirer aucune confiance, parce qu'il est impossible de les déterminer. Mesurer la nappe d'eau sur une prairie est chose qui nous paraît impraticable; les petites inégalités du sol et la présence de l'herbe s'y opposent; il en est de même de la vitesse dont l'eau est animée; aucun instrument ne peut conduire à la déterminer par des expériences directes, et l'herbe, qui oppose des entraves permanentes au libre écoulement de l'eau, ne permet pas de déterminer cette vitesse à raison de la pente transversale de l'ados.

Des règles de ce genre, posées d'une manière absolue, ne présentent donc aucune utilité; elles ont le grand défaut d'embarrasser les personnes qui voudraient les suivre.

Dans des questions de cette espèce, où il n'est pas possible de donner des règles d'une exactitude rigoureuse, il faut se borner à des indications générales et d'une facile application.

Donner de l'eau à une prairie de manière que l'écoulement soit appréciable sur toute la surface, constitue un bon arrosage; mais ce qui n'est pas moins à considérer, c'est que si l'on n'a pas assez d'eau à sa disposition pour arroser la surface qu'on désirerait soumettre à l'irrigation dans ces conditions, il faut infiniment mieux la répartir sur une plus petite surface; car un bon arrosage active plus la végétation, que quatre arrosages incomplets.

Pour que la distribution des eaux soit constamment régulière, une prairie arrosée doit être visitée plusieurs fois le jour par l'irrigateur; quelques feuilles amenées par

l'eau dans une rigole de déversement, un trou de taupe ou de souris, détournent l'eau et entravent l'arrosage. La présence fréquente de l'irrigateur est donc indispensable pour faire disparaître ces obstacles dès qu'ils se manifestent. Un bon irrigateur suffit pour soigner l'arrosage de 25 à 30 hectares de prairies.

Des époques d'arrosage et de leur durée.

Il y a trois époques d'arrosage :

Celle d'automne, après la coupe du regain ; elle commence dans la deuxième quinzaine de Septembre, et est continuée jusqu'au moment des gelées ;

La deuxième vient immédiatement après l'hiver, vers le mois de Mars et finit vers la fin de Mai ; enfin, après la fenaison commence la troisième, qui se prolonge jusque vers le 15 Août.

L'irrigation d'automne est la plus importante ; à cette époque, l'eau a généralement sa plus grande valeur, parce que les pluies entraînent vers les rivières ou les ruisseaux une partie des engrais que contiennent les terres cultivées sur les versants. Alors aussi la végétation étant arrêtée, il est utile de prolonger l'irrigation, afin de fournir à la prairie les matériaux assimilables nécessaires au développement des herbages au printemps. Dès que les gelées sont à craindre, l'irrigation doit cesser, afin que la prairie soit bien égouttée au moment où les rigueurs de l'hiver se font sentir. Cependant lorsque le sol est relativement élevé et naturellement très perméable, il est utile de continuer l'arrosage, même pendant les fortes gelées. L'expérience nous a démontré que dans ce cas la végétation est très vigoureuse au printemps.

Généralement la durée de chaque arrosage est limitée

par le volume d'eau qu'on a à sa disposition. Dans les grands systèmes d'irrigation, il en est toujours ainsi; cependant, la nature du sol et la saison doivent également être prises en considération.

Plus un terrain est perméable, plus l'arrosage peut être prolongé; ainsi, un sol sablonneux ou graveleux se trouve très bien en automne d'un arrosage continu de quinze jours, et même d'un mois; tandis qu'une irrigation aussi prolongée sur un terrain glaiseux peu perméable exercerait une influence funeste sur les plantes.

Dans le premier cas, l'eau s'infiltré à travers le sol dans les colateurs et n'y reste pas stagnante; il n'y a jamais excès d'humidité, et le sol conserve la même température que l'atmosphère; tandis que dans le second cas, l'eau s'infiltré difficilement dans la terre, la glaise retient l'eau, et pour peu que l'irrigation soit prolongée, le sol en est saturé: il s'y opère une forte évaporation, et, par conséquent, un abaissement de température qui est très nuisible à la végétation; en outre, les terrains forts se délaient promptement sous l'action continue de l'eau, qui entraîne alors vers les colateurs une partie de leur humus.

On voit que, quant à la durée des arrosages, il y a impossibilité de donner des règles précises et d'une application générale; pour chaque localité, l'irrigateur doit prendre pour base la nature du sol et faire des expériences, qui sont le guide le plus infaillible dans les questions de cette espèce.

L'irrigation du printemps doit seulement commencer lorsque les fortes gelées ne sont plus à craindre; sinon, les jeunes pousses que l'arrosage a fait croître sont détruites par les gelées.

Si pendant l'arrosage on craint une gelée blanche, la prairie doit être mise à sec avant le soir, ou bien on lui donne un arrosage abondant, lorsqu'on a l'eau à sa disposition.

Au printemps, l'irrigation doit être de moindre durée qu'en automne ; la végétation commençant alors à revivre, les plantes doivent être soumises alternativement à l'action de l'eau et de l'atmosphère ; plus on avance dans la saison, moins les arrosages doivent être longs ; on les diminue à mesure que l'herbe grandit et que la température devient plus chaude. Quelques jours avant la fenaison, on cesse complètement l'irrigation.

L'arrosage d'été pour la formation du regain ne doit commencer que huit ou dix jours après la coupe de l'herbe ; lorsque les tiges des plantes qui ont été tranchées par la faux sont desséchées, on commence par arroser avec prudence ; quand l'herbe jette ses premières pousses, il est utile de n'arroser que la nuit, pendant les fortes chaleurs ; ensuite l'eau est donnée à la prairie de manière à la tenir toujours dans un état de fraîcheur convenable ; huit jours avant la coupe du regain, l'irrigation doit être arrêtée.

Avec des eaux troubles, on ne doit pas arroser au printemps ni en été, lorsque l'herbe a acquis une certaine longueur ; sinon, l'herbe se charge des matières que l'eau tient en suspension, se salit, et ne produit qu'un foin médiocre, rempli de poussière, et très nuisible au bétail.

De l'entretien des prairies.

Une prairie construite avec les plus grands soins décline promptement, si elle n'est pas bien entretenue. Dans aucune opération, la négligence n'a des suites plus funestes que dans l'entretien des prairies ; malheureusement, cette importance est peu comprise par la majeure partie des irrigateurs, et nous avons vu beaucoup de prés, créés avec les plus grands soins, aboutir par défaut d'entretien à un insuccès complet, quelques années après leur création.

Le bon entretien d'une prairie exige que toutes ses parties soient maintenues dans les formes qui leur ont été données, lors de leur construction.

Les travaux principaux à exécuter pour atteindre ce but sont :

Le curage des rigoles d'égouttement, de colature et d'éconlement, afin d'assurer l'assainissement constant de la prairie ;

Le maintien de l'horizontalité des crêtes des rigoles de déversement ;

Le nettoyage de ces dernières rigoles, ainsi que celui des rigoles d'alimentation et de distribution.

Enfin, l'entretien des ouvrages d'art.

Ces ouvrages sont généralement exécutés après la récolte du regain, avant la période d'irrigation d'automne. Lorsque la végétation est vigoureuse, les herbages croissent dans les rigoles d'alimentation, de distribution et de déversement ; dès que leur présence fait obstacle à la circulation de l'eau, on doit les enlever au moyen d'une faux ; il peut arriver que cette opération doive se faire trois ou quatre fois dans l'année ; mais généralement elle n'est exigée qu'après la récolte du foin et celle du regain.

Dès que le regain est récolté, on procède au curage de toutes les rigoles.

Les herbages qui y croissent sont d'abord enlevés au moyen de la faux et éparpillés sur la prairie, où, en se décomposant, ils servent d'engrais.

Ensuite, les terres entraînées par l'eau dans les rigoles d'égouttement, de colature et d'évacuation sont déblayées à la bêche, et les talus sont soigneusement réparés là où ils sont dégradés.

Pour ne pas s'exposer à modifier la pente donnée au plafond des rigoles, il est très utile de placer, lors de la construction des prairies, un piquet à l'origine et à l'ex-

trémité de chaque rigole, de manière que la tête se trouve de niveau avec le plafond; ainsi placés, ils servent de points de repère pour vérifier, au moyen d'un jeu de voyants, si les rigoles sont curées à la profondeur voulue.

Les terres provenant du curage des rigoles de colature ou d'écoulement sont placées en dépôts à côté des rigoles, pour servir, s'il y a lieu, à exhausser les prairies, là où des dépressions se sont effectuées; le surplus, s'il n'est pas considérable, est éparpillé sur la prairie; sinon, l'excédant est transporté en dehors de la prairie.

Les terres extraites des rigoles d'égouttement sont jetées à la pelle le long des rigoles de déversement, pour être utilisées à la mise à niveau des crêtes de ces rigoles.

Le nettoyage des rigoles d'alimentation, de distribution et de déversement exige beaucoup de précautions, lorsque ces rigoles sont établies sur un sol sablonneux perméable.

L'eau, en s'écoulant par ces rigoles, dépose toujours sur le plafond et contre les parois des matières terreuses très fines, tendant à diminuer la grande perméabilité des digues et à réduire considérablement les pertes d'eau par infiltration; en les nettoyant, on doit donc se garder de les curer à fond vif, et prendre les précautions convenables pour ne pas enlever les dépôts que l'eau y a formés, à moins qu'ils ne soient si considérables que leur présence mette obstacle au libre écoulement des eaux.

Les rigoles de déversement tendent à se rétrécir par suite de la végétation développée sur leurs bords; pour les maintenir à la largeur voulue, on taille verticalement les parois latérales à la largeur déterminée, soit au moyen du couteau destiné à cet usage (planche IX, fig. 5), soit à la bêche tranchante; on dépose à côté des rigoles les gazons qu'on en tire, soit pour être utilisés à la mise à niveau des crêtes, soit pour remplir les creux. L'excédant est distribué sur les parties les moins bonnes de la prairie pour servir d'engrais.

Le plafond de ces rigoles doit se nettoyer au moyen d'une bêche tranchante, ayant exactement la largeur des rigoles (planche IX, fig. 6); en faisant cette opération, on doit prendre les plus grandes précautions possible pour ne pas les approfondir.

Les matières terreuses fines que l'eau y dépose consolident le plafond, et rendent par là les rigoles plus imperméables; on comprend donc l'avantage qu'il y a à ne jamais les approfondir. Malgré toutes ces précautions la profondeur des rigoles de déversement augmente annuellement par le curage. En Campine il convient d'en réduire la profondeur tous les trois ans au moyen de la terre provenant du curage des rigoles d'égouttement.

En même temps que s'effectue le curage des rigoles, on visite avec attention les digues de celles d'alimentation et les cuvrages d'art, dont on répare avec soin les moindres dégradations; car une petite dégradation qui n'est pas réparée à temps peut amener plus tard des ruptures dans les digues, et donner lieu à des dommages considérables.

Toutes ces opérations étant terminées, l'eau est introduite dans les rigoles, et dès ce moment on peut constater par les fuites d'eau les endroits où les taupes et les souris ont fait des galeries, que l'on doit boucher immédiatement avec soin, sinon l'irrigation est impossible.

Les taupes et les souris sont des hôtes très incommodes dans les irrigations, et il faut les détruire par tous les moyens possible; cependant depuis quelque temps, il s'est manifesté une réaction énergique contre ces principes; il paraît que la présence des taupes dans les prairies est utile, et qu'on devrait tâcher de les conserver, parce que cet animal est un insectivore d'une voracité extrême, ne se nourrissant que de hannetons, de vers blancs, etc., insectes qui détruisent quelquefois une prairie en peu de temps.

Plusieurs savants et agronomes, MM. Payen, Milne-Edwards, Plaurus, Ratzebourg, Daumerie, Ponchet, etc., se prononcent énergiquement contre leur destruction.

Mais nous ne pouvons pas admettre ces conclusions pour les prairies irriguées, parce que les galeries de ces petits mineurs rendent l'arrosage difficile et donnent lieu à des ruptures de digues.

Cette digression nous a un peu éloigné de notre sujet; nous allons le reprendre.

Lorsque l'eau est introduite dans les rigoles de déversement à la hauteur voulue pour arroser, on exhausse les crêtes là où il y a des dépressions qui donnent lieu à un déversement trop abondant, et on arrase au moyen d'une bêche tranchante les parties des crêtes qui seraient surélevées au plan de flottaison de l'eau.

Dès que la prairie est arrosée, on constate les petits creux où les eaux restent stagnantes et les petites éminences qui sont privées d'eau. A ces endroits, on soulève le gazon, puis on introduit de la terre dans les creux et on abaisse les éminences; si ces dernières ne sont pas trop prononcées, il suffit de les piétiner pour les faire disparaître.

Tous ces travaux doivent s'exécuter en Septembre et être complètement achevés au commencement d'Octobre. Si la prairie est maintenue en bon état, les frais d'entretien et d'arrosage ne dépassent pas 15 à 20 francs par hectare chaque année.

Avant de commencer l'arrosage du printemps, on répand les buttes de terre formées par les taupes, et dès que la végétation commence à revivre, on donne les fumures aux prairies. Dans la quinzaine qui suit la distribution des engrais, on n'arrose pas par déversement; l'eau est seulement mise dans les rigoles de manière à maintenir le sol humide. La fumure à donner à une prairie dépend du nombre d'arrosage qu'on peut y donner et de la qualité

de l'eau. Impossible donc d'établir des règles fixes à ce sujet. En Campine on, en moyenne, les prairies ne reçoivent que 8 jours d'arrosage du commencement d'Octobre au 25 Mai, et 2 jours après la récolte du foin, on doit donner une fumure énergique pour obtenir une récolte fournissant un intérêt rémunérateur des capitaux engagés dans l'entreprise. En suite de nombreuses expériences nous avons adopté pour nos irrigation une fumure, par hectare, composée comme suit : 500 kil. de phosphate minéral et 200 kil. de chlorure de potasse sont donnés avant l'hiver et au printemps, lorsque la végétation commence à revivre, la prairie reçoit 125 kil. de sulfate d'ammoniaque, 125 kil. de nitrate de soude et 200 kil. de sulfate de chaux. Ces matières sont intimement mélangées avant de les employer. Sous l'influence de cette fumure, le produit est d'environ 5200 kil. de foin et de 2500 kil. de regain par hectare.

En tout cas quels que soient les engrais que les expériences indiquent pour être appliqués dans chaque cas particulier, nous engageons les cultivateurs à acheter les matières premières et d'en faire eux-même les mélanges.

Lorsque la végétation est assez avancée pour qu'on puisse bien distinguer les mauvaises herbes des bonnes, on extirpe les premières avec soin : car sans cette précaution, la meilleure prairie serait infestée insensiblement d'une masse de plantes parasites, et on ne récolterait plus qu'un fourrage de mauvaise qualité.

b. IRRIGATION PAR SUBMERSION.

Généralités.

L'irrigation par submersion consiste à submerger le sol sous une couche d'eau d'une certaine épaisseur, pendant

un laps de temps qui varie avec les saisons. A cet effet, le terrain est divisé en compartiments réguliers, entourés d'une diguette destinée à retenir les eaux amenées sur la prairie.

Le plus souvent, les eaux provenant de la submersion d'un compartiment supérieur sont utilisées pour la même destination sur un compartiment inférieur.

En Campine, nous donnons généralement aux compartiments une largeur de 54^m34 , et la longueur varie d'après la pente du terrain.

Au milieu de sa largeur, et dans le sens de sa longueur, est creusée une rigole d'assainissement, qui sert en même temps de rigole d'amenée. A l'origine et à l'extrémité de chaque compartiment, une buse de bois, pourvue d'une vanne, est placée pour retenir à volonté les eaux dans un compartiment, ou les faire écouler dans un bief inférieur.

Cette rigole doit avoir une pente au plafond qui ne peut être moindre que 0^m0005 à 0^m001 par mètre, afin que l'écoulement de l'eau s'effectue librement lorsqu'on met le pré à sec.

Sa profondeur à l'origine est de 0^m35 , avec une largeur au plafond de 0^m50 .

Pour qu'il ne reste pas d'eau stagnante sur la prairie, elle doit présenter, dans la direction perpendiculaire à la rigole d'écoulement, une pente minimum de 0^m005 par mètre; dans le sens longitudinal, le pré est horizontal pour chaque bief.

Dans ce système d'irrigation, comme dans tout autre, la prairie doit pouvoir se mettre complètement à sec lorsque l'eau en est retirée. Si l'eau reste stagnante dans le sous-sol, les herbages dépérissent et sont remplacés par des plantes aigres.

Pour atteindre ce but, la surface de la couche d'eau dans un bief inférieur doit être en contre-bas du plafond de la rigole d'assainissement du bief supérieur.

La couche d'eau que nous mettons en Campine sur les prés submergés a une épaisseur de 0^m02 à 0^m04 au côté supérieur; ce qui donne une hauteur d'eau sur la crête inférieure, contre la rigole d'écoulement, de 0^m145 à 0^m165 , si le compartiment a 50^m00 de largeur, soit 25^m00 de part et d'autre de la rigole.

De ces dispositions de la prairie, il résulte que l'irrigation par submersion n'est applicable qu'à un terrain plat, présentant une pente faible, qui ne dépasse pas 0^m01 par mètre; sinon les diguettes séparant les compartiments successifs seraient si rapprochées, que l'exploitation de la prairie présenterait des difficultés; et les terrassements à effectuer pour obtenir l'horizontalité dans le sens de la longueur devraient considérables.

*Description d'un compartiment de prairie irrigué
par submersion.*

Le compartiment dont la description suit a été construit sur un terrain présentant une pente moyenne d'environ 0^m01 par mètre.

Il a une largeur totale de 54^m34 , les diguettes comprises, et une longueur égale à sa largeur. (Voir pl. VII, fig. 2).

Au milieu de sa largeur, et dans le sens de sa longueur, est creusée la rigole d'assainissement EF d'une profondeur à l'origine de 0^m35 , et de 0^m40 à l'extrémité, présentant ainsi une pente au plafond de 0^m001 par mètre.

Le plafond a une largeur de 0^m50 , et est relié à la crête inférieure des plans inclinés L, par des talus présentant $1 \frac{1}{2}$ de base pour 1 de hauteur.

A ses extrémités, la rigole d'écoulement communique d'une part avec celle d'alimentation M, et d'autre part

avec la rigole d'assainissement du compartiment inférieur, au moyen de buses de bois I, pourvues d'une vanne.

La flottaison de la rigole d'alimentation M doit toujours se trouver supérieure de quelques centimètres au côté supérieur des plans inclinés L, afin de pouvoir submerger convenablement la prairie.

Les plans inclinés L ont une largeur de 25^m00, présentant une pente transversale de 0^m005 par mètre, et sont horizontaux dans le sens de leur longueur, ainsi qu'il est indiqué par les coupes transversale et longitudinale, fig. 1 et 3.

Le compartiment est entouré de diguettes K, surélevées de 0^m15 à la crête supérieure des plans inclinés L, à l'exception de celle d'amont, dont la crête est de niveau avec celle de la rigole d'alimentation M. Ces diguettes sont plantées en bois d'aulne pour servir d'abris.

La différence de niveau entre le 1^{er} et le 2^e compartiment est de 0^m54; elle ne peut être inférieure à ce chiffre, sinon l'assainissement ne serait pas convenable. En effet, avec cette chute, lorsque la couche d'eau dans le 2^e bief a une épaisseur de 0^m02 à 0^m03 sur la crête supérieure de plans inclinés L', la surface de l'eau dans ce compartiment reste inférieure de 0^m02 à 0^m01 au plafond de la rigole d'écoulement EF du 1^{er}; et ainsi la sortie des eaux ne rencontre aucun obstacle; mais avec une chute moindre que 0^m54, il resterait de l'eau stagnante dans la rigole EF, en cas de submersion du 2^e compartiment.

Dans beaucoup de localités, on ne donne aucune façon au terrain; on se borne à abattre les petits monticules et à combler les petites dépressions; le sol ainsi préparé, on entoure le compartiment de diguettes. Ce procédé est certes très économique, mais il est des plus défectueux; car les eaux d'un compartiment inférieur refluent toujours dans celui qui est immédiatement supérieur, et mettent ainsi obstacle à son assainissement.

Tracé des travaux.

Le terrain est divisé en compartiments de 54^m34 de largeur; la longueur varie d'après la distance comprise entre la rigole d'alimentation qui desservira l'arrosage de la prairie, et la rigole principale d'écoulement destinée à en assurer l'assainissement.

Les lignes qui divisent ainsi le terrain sont tracées dans le sens de sa pente.

Ensuite chaque compartiment est partagé par son milieu, dans le sens de sa longueur; cette ligne de division indique le tracé de la rigole d'assainissement EF

Cette opération préliminaire étant terminée, des piquets de nivellement sont placés de 10 en 10 mètres, sur la ligne que cette rigole occupera, et un nivellement effectué dans ce sens donnera la pente du terrain, et fera voir en combien de biefs le compartiment devra être partagé.

Dans chaque bief, il faut que les remblais compensent les déblais à effectuer pour mettre la prairie sous le profil voulu; à cet effet, on procède exactement comme nous l'avons décrit pour le tracé d'un compartiment de prairies irrigables par déversement.

On se place avec le niveau à bulle d'air au milieu de chaque bief d'un compartiment: puis on promène la lunette dans toutes les directions, en donnant des coups de niveau sur tous les points du bief où le terrain présente des dépressions ou des éminences, quelque légères qu'elles puissent être: en prenant la moyenne de toutes les cotes observées, on obtient celle du plan horizontal auquel le terrain peut être ramené avec une compensation des déblais et des remblais.

En établissant alors le milieu de chaque plan incliné L, à la hauteur de cette cote, les terres à provenir de l'éta-

blissement de la moitié inférieure des plans inclinés, construite en déblai, serviront à former leur moitié supérieure, construite en remblai.

Ensuite, au moyen d'un jeu de nivelettes, on trace les diguettes K et la rigole d'assainissement EF

Les terres provenant du creusement de cette rigole suffisent en général pour former les diguettes K.

Mode d'exécution.

Le tracé des travaux étant effectué comme nous venons de le décrire, on dresse les crêtes de la rigole d'assainissement, la crête supérieure des plans inclinés L et celle des diguettes, au moyen de gazons de 0^m10 de largeur, de manière à dessiner exactement le profil de l'ouvrage. Ensuite le sol est défoncé à la bêche à 0^m60 de profondeur; on a soin, en faisant cette opération, de former autant que possible le profil indiqué. Il est essentiel de donner aux plans inclinés un bombement de quelques centimètres vers le milieu, pour qu'il n'y ait pas de dépressions après le tassement du terrain.

Pour toutes les opérations relatives à l'ensemencement de la prairie, on doit procéder comme nous l'avons indiqué pour l'ensemencement de celles qui sont arrosées par déversement.

Estimation des dépenses à effectuer pour créer 1 hectare de prairie submersible.

a. Tracé des travaux	fr.	4 00
b. Défoncement du sol à 0 ^m 60 de profondeur en moyenne		200 00
	A reporter	204 00

Report fr. 204 00

c. Terrassements.

Pour évaluer le terrassement à faire, on effectue le nivellement détaillé, ainsi que nous l'avons indiqué pour le tracé des travaux; ensuite, on dresse les profils, sur lesquels on indique le plan horizontal auquel le terrain peut être ramené; ces profils doivent être d'autant plus nombreux que le terrain est plus inégal. Au moyen de ces profils, on calcule le cube des terres à remuer et la distance à laquelle elles doivent être transportées: en appliquant au résultat le prix de l'unité, on a la dépense exacte des terrassements à effectuer.

La moyenne de cette dépense en Campine a été de

100 00

Ce procédé est très long; aussi les personnes habituées à ces sortes de travaux n'y ont-elles pas recours; l'inspection des lieux et quelques nivellements leur suffisent pour évaluer approximativement le coût des terrassements.

d. Creusement de la rigole d'écoulement et formation des diguettes	20 00
e. Parachèvement des travaux	25 00
f. Engrais	300 00
g. Toilette des travaux après l'hiver	20 00
h. Achat des graminées	75 00
i. Frais d'ensemencement	12 50
k. Plantations pour abris	10 00
l. Buses de bois	12 50
m. Brouettes, planches de roulage, etc.	6 00
Total fr.	<u>785 00</u>

Cette évaluation est une moyenne; il arrive souvent que le coût de la formation d'une prairie submersible

dépasse ce chiffre ou y reste inférieur; mais, généralement, on pense que ces prairies coûtent beaucoup moins que celles qui sont arrosées par déversement; l'expérience nous a démontré que c'est une erreur, et que si le sol est très inégal le contraire a lieu; le raisonnement vient à l'appui de l'expérience : La construction d'une prairie submersible exige la formation de plans inclinés d'une grande surface qui, lorsque le terrain présente de grandes inégalités, coûtent nécessairement plus que celle des petits plans inclinés formant les ados des prairies arrosées par déversement.

Manière de donner l'eau.

L'irrigation par submersion réclame beaucoup moins d'intelligence de la part de l'irrigateur que celles des prairies disposées en ados. Pour donner de l'eau à une prairie submersible, on ferme la buse placée à l'extrémité de la rigole d'écoulement; puis, par celle d'amont, on introduit l'eau dans la prairie; dès qu'elle a atteint la hauteur à laquelle on veut la maintenir, on réduit l'ouverture de la buse d'introduction, de façon à ne plus débiter que la quantité d'eau nécessaire pour la maintenir à la même hauteur.

Pour un même sol, les prairies submersibles exigent beaucoup moins d'eau pour l'irrigation que celles qui sont disposées en ados. Cependant, M. l'ingénieur Raphaël Pareto, dans son *Traité d'irrigation*, tome II, page 137, dit que l'irrigation par submersion emploie au moins un tiers d'eau de plus que les autres systèmes d'arrosage. Nous ne pouvons admettre cette opinion; car, d'après nos expériences, nous pouvons affirmer que ces prairies consomment au maximum le quinzième du volume d'eau des dernières. Ceci s'explique aisément.

Sur les prairies submersibles, l'eau est stagnante; celle qui s'infiltré par le sol dans la rigole d'assainissement ne trouve pas d'issue, parce que cette rigole est bouchée à l'aval; dès que le terrain est imbibé, les fuites d'eau dans les couches inférieures sont insignifiantes, et la consommation de l'eau se réduit, à peu de chose près, à la quantité absorbée par l'évaporation, à moins que le sous-sol ne soit une couche épaisse de gravier; mais dans ce cas, toute espèce d'arrosage devient à peu près impossible.

Dans l'arrosage des prairies disposées en ados, les choses se passent d'une tout autre manière.

Il y a d'abord un écoulement continu pour opérer le déversement sur les ailes des ados; et, en second lieu, l'eau qui s'introduit dans les rigoles d'égouttement par le sous-sol s'écoule avec rapidité; il y a donc aussi un écoulement continu souterrain, toujours plus considérable que celui qui est nécessaire pour opérer le déversement.

Ainsi, dans l'irrigation des prairies submersibles, il y a stagnation complète des eaux pendant l'arrosage, et la dépense se borne à l'eau qui s'infiltré dans les couches inférieures du sol et à celle qu'absorbe l'évaporation; tandis que dans l'irrigation des prairies par déversement, à ces mêmes causes de perte d'eau vient se joindre le volume considérable débité par le déversement sur les ados, et par l'écoulement à travers le sol vers les rigoles d'égouttement. Le raisonnement prouve donc d'une manière qui nous paraît irréfutable, que les prairies submersibles emploient beaucoup moins d'eau que les prairies arrosées par déversement.

*De l'action de l'eau sur les herbages
des prairies submergées.*

L'effet de l'eau sur les prairies submersibles n'est pas aussi fécondant que sur les prairies arrosées par déversement.

Par le premier système, l'eau agit principalement sur la végétation par l'humidité qu'elle communique aux plantes et par le dépôt des parties fertilisantes qu'elle tient en suspension, mais l'influence de la composition chimique de l'eau, si énergique dans l'arrosage par déversement, y est à peu près nulle. Dans l'irrigation par déversement, l'eau, par son écoulement continu à travers une infinité de brins d'herbe, fournit aux plantes une grande quantité d'air, de gaz carbonique et de sels solubles, qui donnent lieu à une végétation vigoureuse. Dans l'arrosage par submersion, l'eau étant stagnante et couvrant les plantes, aucun de ces phénomènes n'a lieu. De là la nécessité de donner annuellement une forte fumure à ces prairies pour obtenir un produit profitable; à moins d'avoir à sa disposition des eaux très limoneuses, cas qui ne se présente que lorsqu'on peut puiser les eaux directement à un cours d'eau à forte pente, traversant des terrains fertiles; la submersion constitue dans ce cas un véritable colmatage, et le dépôt des principes fécondants que l'eau tient en suspension assure des récoltes prodigieuses sans l'emploi de fumures.

Comme dans ce système d'irrigation l'eau submerge entièrement les plantes, un arrosage prolongé, lorsque la végétation est en activité, les détruirait en peu de temps.

En automne et en hiver, lorsqu'il y a stagnation complète dans la végétation, un arrosage de quinze jours, et même d'un mois, ne peut pas nuire à la santé des plantes;

il est utile, parce que l'eau dépose sur la prairie des matériaux propres à alimenter la croissance de l'herbe au printemps; mais dès que la vie se manifeste dans la végétation, les arrosages doivent être de très courte durée, de vingt quatre heures au plus, juste assez pour maintenir le sol dans un état d'humidité convenable. Si, dans cette saison, les plantes étaient longtemps submergées et privées de l'influence indispensable de l'atmosphère, elles dépériraient en peu de temps.

En examinant les considérations que nous avons émises sur les prairies submersibles, on peut en conclure que ce genre d'arrosage est recommandable :

1° Lorsqu'on n'a pas assez d'eau à sa disposition pour desservir convenablement l'irrigation des prairies disposées en ados;

2° Dans le cas où l'on ne peut disposer d'un cours d'eau que lors des fortes crues, lorsqu'il charrie beaucoup de matières limoneuses;

3° Si les prairies sont destinées au pâturage; ce sont, en effet, les seules qu'on puisse faire parcourir par le bétail, sans avoir à craindre des dégradations.

C. IRRIGATION DES TERRAINS A FORTE PENTE.

Irrigation par rigoles de niveau.

Cette méthode d'irriguer est la plus parfaite de celles qu'on peut appliquer aux terrains à forte pente: elle réunit toutes les conditions qui constituent une bonne irrigation: économie et répartition uniforme de l'eau, bon assainissement, construction économique et facile entretien.

Elle consiste à établir dans un terrain en pente des rigoles de niveau qui laissent déverser par leur bord infé-

rieur une mince nappe d'eau. La première reçoit l'eau de la rigole d'alimentation, la deuxième reçoit celle qui a arrosé la bande de prairie au-dessus d'elle, la troisième remplit le même office, et ainsi de suite.

Des rigoles de colature, normales à celles de niveau, assainissent le sol et servent en même temps à fournir l'eau aux rigoles de niveau.

Pour que cette méthode soit applicable, il faut que le terrain présente une pente assez prononcée; à notre avis 0^m025 à 0^m03 par mètre au minimum; sinon, l'assainissement laisserait beaucoup à désirer, et la bande de pré immédiatement au dessus des rigoles de niveau serait toujours gorgée d'eau. Les pentes de 0^m03 à 0^m10 par mètre sont les plus convenables, et on peut même employer cette méthode avec des pentes de 0^m25 à 0^m30 .

Des rigoles d'alimentation.

Les rigoles d'alimentation couronnent toujours le haut de la prairie; elles se construisent d'après les mêmes principes que les rigoles d'alimentation des prés disposés en ados. La fig. 5, planche VIII, représente une irrigation que nous avons tracée dans la vallée du Holvenschebeek sous Overpelt. Ce ruisseau a une forte pente, 0^m0033 par mètre; un barrage qui exhausse la flottaison de l'eau de 2^m23 y est établi au point A. La rigole d'alimentation AB prend naissance en amont de cet ouvrage, et est tracée sur le versant gauche du ruisseau, suivant une ligne sensiblement de niveau; elle a une largeur au plafond de 1^m00 avec une pente de 0^m000 par mètre; la hauteur de l'eau y est portée à 0^m50 ; les digues sont établies horizontalement sur toute leur longueur, et surélevées de 0^m25 à la flottaison, à son origine.

Comme pendant l'arrosage l'eau y est puisée sur toute sa longueur la flottaison, à son débit maximum, sera parallèle au plafond.

La crête de la rigole d'alimentation est prolongée horizontalement vers l'amont, en suivant les rives du ruisseau sur une longueur de 639^m00, où elle rencontre le terrain naturel.

Ainsi tracée, elle desservira l'arrosage de la parcelle de prairie comprise entre elle et le ruisseau, qui fera l'office de rigole d'écoulement.

Des rigoles de niveau et de colature.

Les rigoles de niveau *a, a, a*, — fig. 5, pl. VIII, sont tracées à niveau parfait, quelle que soit la pente; on comprend donc qu'elles ne sont jamais en ligne droite, mais qu'elles contournent le terrain en suivant les points situés à la même hauteur. De là résulte que la distance entre elles varie d'après la pente du sol, et que deux rigoles rapprochées en un endroit à forte pente s'écarteront d'autant plus que la pente du terrain diminue.

Le maximum et le minimum de distance entre les rigoles sont en raison de la nature du sol et de sa pente.

Plus le sol est perméable, plus elles doivent être rapprochées; car, dans ce cas, il peut arriver que toute l'eau que fournit une rigole soit absorbée par la partie supérieure de la bande qu'elle arrose, si la largeur de celle-ci est trop considérable.

La distance entre les rigoles dépend aussi de la pente; car plus elle est prononcée, plus l'eau, en s'écoulant à la surface du pré, tend à se réunir en filets dans les plis presque imperceptibles du terrain. Pour obvier à ce défaut, il faut rapprocher les rigoles d'autant plus que la pente est plus prononcée.

Il est impossible de donner des règles fixes pour déterminer la distance entre les rigoles; c'est une question que l'expérience de l'irrigateur doit résoudre. Nous pensons que, pour les sols perméables, elle ne doit jamais dépasser 13^m00, ni être inférieure à 3^m00.

Quand les rigoles s'écartent trop pour que l'irrigation puisse s'effectuer régulièrement, on y intercale quelques rigoles en formes d'épi de blé. (Fig. 5)

Les bords inférieurs des rigoles de niveau sont établis en relief de 0^m05, comme il est indiqué dans le profil transversal (fig. 3), pris suivant la ligne EF du plan. Ce relief est formé avec les gazons provenant du creusement de la rigole; il sert à mettre la rigole parfaitement de niveau ainsi qu'à faciliter et à régler le déversement régulier de l'eau; car, quels que soient les soins que l'on ait pris pour tracer les rigoles parfaitement de niveau, le bord inférieur par dessus lequel le déversement doit s'opérer, doit être dressé en y mettant l'eau, comme nous l'avons décrit pour la mise de niveau de déversement des prairies disposées en ados.

Les rigoles de niveau ont une profondeur de 0^m15, au milieu de la distance comprise entre deux rigoles de colature; à leur rencontre avec ces dernières rigoles, cette profondeur est portée à 0^m30, afin que l'eau s'écoule rapidement lorsqu'on veut la retirer de la prairie.

La figure 3 donne le profil transversal, et la figure 4 le profil longitudinal de ces rigoles; on remarquera au profil en travers, que du côté supérieur le talus est en pente douce, tandis que du côté de la crête de déversement, il est plus incliné. Cette disposition a pour but de réduire autant que possible la perte du terrain occupé par ces rigoles, parce que l'herbe y croît comme sur le reste de la prairie.

Les rigoles de colature *b, b, b*, ont une largeur de 0^m25

à l'origine, et de 0^m35 à 0,40 à l'extrémité, sur une profondeur de 0^m30, et sont, comme nous l'avons dit précédemment, tracées dans une direction normale aux rigoles de niveau : elles occupent autant que possible les petits thalwegs du terrain et communiquent, à l'origine, avec la rigole d'alimentation, au moyen d'une buse pourvue d'une vanne, et, à l'extrémité, avec celles d'écoulement, dans laquelle elles déversent librement leurs eaux.

Ainsi tracées, elles remplissent la double fonction de pouvoir donner l'eau directement à telle rigole de niveau qu'on juge convenable, et d'assainir promptement le pré.

La distribution des eaux s'effectue par ce moyen d'une manière facile et régulière.

Pour arroser la prairie, on introduit l'eau nécessaire dans la 1^{re} rigole de niveau, on ouvre les vannes des buses qui mettent celles de collature *b* en communication avec le canal d'amenée, et à l'aval on bouche les colateurs, à leur intersection avec les crêtes de déversement des rigoles de niveau, au moyen d'un gazon, d'une ardoise ou d'un morceau de planche.

Ainsi réglée, l'eau qui arrose la première bande de prairie est recueillie en partie directement par la 2^e rigole de niveau, et s'écoule en partie par les colateurs qui la rendent à celle-là, et ainsi de suite. Si l'eau fournie à la 1^{re} rigole de niveau est absorbée par l'irrigation des premières bandes du pré, on dirige directement l'eau dans la rigole où elle fait défaut, par les rigoles de colature.

Pour arrêter l'irrigation, on ouvre ces dernières rigoles, et en même temps on ferme les vannes des buses d'introduction : immédiatement après, l'eau qui se trouve dans la prairie s'écoule rapidement, et en quelques heures la prairie est à sec.

La distance entre les colateurs est essentiellement variable : plus le sol est imperméable et la pente faible,

plus ils doivent être rapprochés; c'est donc encore une question d'expérience et de tact qu'il faut abandonner à l'intelligence de l'irrigateur. Mais, en général, il n'y a aucun mal à établir beaucoup de colateurs; on assure ainsi un bon assainissement, condition indispensable à la réussite de l'opération. Pour un terrain perméable et à forte pente, la distance entre les colateurs ne doit jamais dépasser 50^m00.

Tracé des rigoles de niveau et de colature.

Le tracé de ces rigoles ne présente aucune difficulté. Pour effectuer celui des rigoles de niveau, on place un piquet à la distance qu'on juge convenable de celle d'amenée, en l'enfonçant de manière que sa tête dépasse le terrain de 0^m05, pour qu'on puisse exécuter facilement le relief de la crête de déversement, dont nous avons parlé en traitant du profil transversal de ces rigoles. Puis au moyen du niveau on cherche, en tâtonnant avec une mire fixe pour chaque station, les points du sol qui se trouvent à la même hauteur; on y enfonce des piquets dont la tête, comme celle du 1^{er}, se trouve à 0^m05 en contre-haut du terrain. Pour la facilité de l'exécution des rigoles, il est essentiel que les piquets indiquant le tracé soient assez rapprochés; la distance maximum entre eux doit être de 10 à 15 mètres. On procède de la même manière pour toutes les rigoles de la même catégorie.

Ce travail paraît long; cependant, avec un bon portemire et l'habitude des nivellements, il est aisé de tracer, en un jour, le travail de 50 à 60 ouvriers.

Le tracé des rigoles de colature peut s'effectuer sans l'emploi du niveau. En effet, comme elles doivent être creusées suivant les lignes de plus grande pente, l'habitude

du terrain suffit pour en faire le tracé. Il pourrait cependant arriver que les pentes fussent en certains endroits si peu prononcées, qu'à l'œil, la ligne de plus grande pente ne fût pas appréciable; dans ce cas, on doit avoir recours au niveau.

Quant au tracé des rigoles principales d'alimentation et à celui des rigoles d'écoulement, il s'effectue ainsi qu'il est dit au chapitre II, qui traite de l'établissement des travaux préparatoires à l'irrigation. Il en est de même du mode d'exécution de ces rigoles.

*Mode d'exécution des rigoles de niveau
et de celles de colature.*

La confection des rigoles de niveau exige beaucoup de soins pour obtenir un bon résultat. On tend une ficelle sur la tête des piquets, afin d'établir la crête de déversement partout de niveau. Cette crête est formée des gazons provenant du creusement de la rigole; ces gazons doivent être placés de telle manière qu'après avoir été bien damés, ils touchent partout au cordeau. — L'excédant des terres provenant du creusement des rigoles, est émietté sur le pré, où il est utilisé pour remplir les petits creux.

Lorsque les rigoles sont exécutées, on y introduit l'eau, et au moyen d'une batte, on met la crête de déversement partout de niveau avec la flottaison de l'eau.

Pour établir les rigoles, on peut se servir de la bêche; mais le croissant et l'écobue, planche IX (fig. 7, 8, 9 et 11) conviennent mieux. Le croissant sert à couper le gazon dans le sens longitudinal, en suivant la ficelle tendue sur la tête des piquets, et l'écobue est employée suivant le talus incliné du haut. J'ai fait confectionner

ces deux excellents instruments d'après le *Manuel de l'irrigateur* de M. Villeroy.

Le creusement des colateurs est très facile : il suffit de placer deux piquets indiquant leur direction pour guider l'ouvrier; celui-ci, au moyen de la bêche, peut alors les confectionner sans difficulté. Ici, les terres provenant du creusement sont utilisées comme pour les rigoles de niveau.

Ces travaux, surtout ceux qui concernent l'exécution des rigoles de niveau, doivent se faire à la journée, parce qu'à l'entreprise on n'y apporte pas tous les soins voulus. Un ouvrier, dans une journée de 10 heures, peut facilement exécuter 100 mètres courants de rigoles de niveau et 150 mètres de rigoles de colature; en comptant donc la journée à fr. 1,50, le mètre courant coûtera 0,015^c et 0^m01^c. On peut évaluer qu'en moyenne ces travaux coûtent ensemble 25 francs par hectare.

Généralement ce système d'irrigation est appliqué à d'anciens prés, et comme son exécution n'exige aucune préparation du sol, le gazon peut être conservé; on comprend donc qu'il est très économique; il n'exige d'autres terrassements que d'abattre les petites éminences pour combler les petites dépressions qui se rencontrent généralement dans tous les terrains.

Si les éminences sont considérables et que leur nivellement demande de grandes dépenses, on y conduit l'eau par une rigole en remblai, et l'on traite cette partie du terrain comme une irrigation séparée.

Si le pré que l'on veut irriguer était trop mauvais, ou si le terrain à fertiliser était une lande, il faudrait ensemer le sol comme nous l'avons indiqué pour la formation des prairies disposées en ados.

Dans nos provinces montagneuses, comme le Luxembourg et les Ardennes, l'application générale de ce sys-

tème d'irrigation produirait des résultats remarquables, il doterait ces contrées d'une grande quantité de bonnes prairies, et à peu de frais. Cette région du pays possède de nombreux cours d'eau à fortes pentes, permettant d'arroser, dans les meilleures conditions, les terrains qu'ils traversent; et on y trouve aussi beaucoup de versants ayant une déclivité prononcée, parsemés de sources, qui, prises isolément, ne peuvent être utilisées; mais le produit de toutes, réuni dans un réservoir, permet de soumettre à l'arrosage les terrains situés en aval de ce dernier. C'est par ce procédé, qu'en 1861, nous avons créé une prairie arrosée d'une surface de 25 hectares, dans une propriété de M. Van Cutsem, située à gauche de la route de Recogne à Libin, sous la commune d'Ochamps. A mi-côte du versant nous avons établi un réservoir d'une capacité de 5000^m300, dans lequel sont emmagasinées, au moyen de rigoles d'amenée, les eaux pluviales et celles des sources de toute la surface du versant, comprise entre le réservoir et la route précitée. Une prise d'eau pourvue d'une vanne hydrométrique, pratiquée dans la digue aval du réservoir, fournit l'eau à l'arrosage, par rigoles de niveau, de cette prairie que nous avons visitée 22 ans après sa construction, et trouvée en parfait état. Nous avons encore construit, par le même procédé, dans la propriété de M. le baron Goffinet, à Freux, des prairies irriguées. Nous serions heureux si nous pouvions attirer, sur cette question, l'attention des cultivateurs éclairés de cette partie du pays.

d. DE L'IRRIGATION EN FORME D'ÉPI DE BLÉ.

Pour pouvoir appliquer cette méthode d'irrigation, il faut un terrain d'une forme plus spéciale que pour la

méthode précédente; il doit être disposé en une suite de contre-forts et de petites vallées.

La méthode consiste en rigoles de distribution *a, a* (fig. 4, Pl. VII), construites sur le faite ou dos des hauteurs, dans le sens de la pente du terrain. A ces rigoles prennent naissance, de part et d'autre, des rigoles de déversement *c c*, en forme d'épi de blé, dont la largeur diminue progressivement jusqu'à leur extrémité, où elles se terminent en pointe, disposition qui force l'eau à déverser assez régulièrement sur toute la longueur, les rigoles ne pouvant plus contenir l'eau à mesure qu'elles se rétrécissent.

Dans les thalwegs sont creusées des rigoles de colature *b*, qui conduisent les eaux vers la rigole principale d'écoulement, ou quelquefois dans une rigole de niveau *x*, qui, dans ce cas, fait l'office de rigole d'alimentation pour l'irrigation des prairies inférieures.

Ce mode d'irrigation n'est applicable qu'à des terrains d'une pente de 0^m02 à 0^m08 par mètre; dès qu'elle dépasse ce chiffre, l'irrigation se fait d'une manière très incomplète. Dans le Luxembourg, on l'applique avec des pentes beaucoup plus prononcées; aussi la distribution des eaux est alors très défectueuse.

Généralement, l'irrigation en épi ne devrait servir qu'à compléter celle qui se fait par rigoles de niveau, ainsi qu'il est indiqué Pl. VIII, fig. 5. Dès qu'il est possible d'établir une irrigation par rigoles de niveau, on doit toujours donner la préférence à cette méthode, parce qu'elle assure un arrosage plus régulier et une plus grande économie dans la dépense de l'eau que celle en forme d'épi; cette dernière méthode ne permet que rarement d'utiliser les colatures; les eaux sont presque toujours directement conduites vers les voies principales d'écoulement, par les rigoles de colature, établies dans les thalwegs séparant les rigoles de distribution.

Lorsque la disposition du terrain permet de recueillir, dans une rigole de niveau, les eaux d'arrosage provenant d'une prairie supérieure, comme cela a lieu pour l'irrigation indiquée Pl. VII, fig. 4, les plafonds des colateurs *b* qui y aboutissent doivent s'établir, sinon en contre-haut, du moins de niveau avec la flottaison de l'eau dans la rigole de niveau, afin d'assurer l'assainissement de la bande de prairie dont elle reçoit les eaux d'arrosage.

Le tracé des rigoles de niveau s'effectue d'après les règles que nous avons décrites au paragraphe qui traite de l'irrigation par rigoles de niveau; leur profondeur ne doit jamais dépasser 0^m25 à 0^m30, et leur largeur sera proportionnée au volume d'eau qu'elles sont destinées à débiter.

Des rigoles principales d'alimentation et d'écoulement.

Ces travaux se construisent d'après les principes que nous avons détaillés au chapitre qui traite de l'établissement des travaux préalables à l'irrigation.

Des rigoles de distribution.

Les rigoles de distribution *a* sont toujours établies sur le faite ou dos des collines; elles puisent leurs eaux à une rigole principale d'alimentation *Y* pour les distribuer aux rigoles de déversement en épi *c*; elles sont tracées suivant la ligne de plus forte pente, et diminuent de largeur à mesure que diminue le nombre des rigoles en épis auxquelles elles fournissent l'eau.

Elles ont une largeur uniforme depuis la première paire de rigoles en épi, qui prend naissance à l'origine de la rigole de distribution, jusqu'à la 2^e paire. A ce point, la

largeur diminue brusquement et se conserve jusqu'à la 3^e paire, où elle diminue de nouveau, et ainsi de suite.

Fixer *a priori* les différentes largeurs est chose impossible, parce qu'elles dépendent du volume d'eau à débiter, de la nature du sol, du nombre de paires de rigoles en épi à alimenter, et enfin de la pente longitudinale. C'est donc une appréciation qu'il faut abandonner au jugement de l'irrigateur.

La profondeur reste constante sur toute la longueur; elle ne doit pas dépasser 0^m20 à 0^m25.

La distance entre deux rigoles distributrices consécutives dépend de la longueur des rigoles en épi qui y prennent naissance de part et d'autre : à notre avis, cette longueur ne doit pas dépasser 25^m00, sinon le déversement devient très irrégulier, lorsque le vent donne dans la direction de ces rigoles.

D'après cette donnée, la distance entre les rigoles de distribution est donc au maximum de 50^m00. Il s'ensuit que, lorsque le dos d'une colline ou contre-fort a plus de 50^m00 de largeur, il y a lieu d'y tracer deux ou plusieurs rigoles de distribution, disposition vicieuse qui ne permet ni une irrigation régulière, ni un parfait assainissement; mais il n'y a pas moyen de faire autrement.

Des rigoles de déversement en épi.

Ces rigoles de déversement, ainsi qu'il est dit précédemment, prennent naissance de part et d'autre au même point de la rigole de distribution *a*; leur profondeur à l'origine est la même que celle de cette dernière rigole, soit 0^m20 à 0^m25; elle diminue de là progressivement, de manière à ne conserver que 0^m15 à leur extrémité; elles se terminent en pointe, et à l'origine elles ont une largeur

de 0^m25 . Les rigoles diminuant ainsi progressivement en largeur, l'eau est forcée de déborder régulièrement sur toute leur longueur.

La distance entre deux paires de rigoles dépend, comme celle entre les rigoles de niveau, de la nature du sol et de la pente; elle ne peut donc être déterminée *a priori*; mais les limites qu'elle ne doit pas dépasser sont 15^m00 au maximum, et 3^m00 au minimum.

Sur toute la longueur des rigoles en épi, qui est de 25^m00 au maximum, la pente doit être uniforme et aussi peu prononcée que possible; elle dépend entièrement de la nature du sol: plus il est perméable, plus la pente doit être forte, sans cependant jamais dépasser 0^m005 par mètre. Nous en avons vu avec de plus fortes pentes; mais l'irrigation y était très imparfaite. Comme il est essentiel que l'eau soit animée d'une certaine vitesse, le minimum de pente, dans les terrains les plus imperméables, ne doit pas être inférieur à 0^m001 par mètre.

Des rigoles de colature.

Les rigoles de colature *b* sont toujours établies dans le fond des vallées, entre deux rigoles distributrices, et aboutissent, soit à une rigole principale d'écoulement, soit à une rigole de niveau dont l'office est de distribuer les eaux de colature à une bande de prairie inférieure.

La largeur et la profondeur de ces rigoles vont en augmentant, et doivent être, à l'origine, de 0^m25 ; la profondeur va en progressant proportionnellement avec la pente du terrain, et la largeur, avec le volume d'eau qu'elle reçoit successivement des rigoles de déversement en épi.

En cas de faible pente des vallées, le bon assainissement des prairies exige qu'on y creuse de petits colateurs en

pi, tracés entre les rigoles de déversement en épi; de sorte qu'au milieu de l'intervalle entre deux de ces rigoles successives se trouve un petit colateur, qui décharge ses eaux dans le colateur principal.

Le tracé et l'exécution des rigoles de toute espèce se font très facilement. Celle des rigoles de distribution et de celles de colature s'effectue généralement à vue d'œil; quant à celles de déversement en épi, le tracé s'en fait au niveau du niveau.

Le mode d'exécution est le même que pour les rigoles de la méthode d'irrigation par rigoles de niveau, et le coût également.

La manière de donner l'eau est fort simple; il suffit d'ouvrir les vannes des buses, qui mettent les rigoles de distribution en communication avec celles d'alimentation; l'eau s'introduit alors dans les rigoles distributrices qui alimentent les rigoles en épi : mais, quelques soins qu'on ait pris dans la construction, le déversement ne s'opère jamais d'une manière uniforme sur toute leur longueur; pour atteindre ce but, l'irrigateur doit très souvent placer, dans les rigoles, de petits gazons ou des morceaux de planches, pour régler l'arrosage.

c. DE L'IRRIGATION PAR DEMI-PLANCHES.

Cette méthode d'irrigation est une modification de la première méthode par planches entières; généralement, elle ne s'applique que pour compléter ce dernier système.

Souvent il arrive qu'un terrain à convertir en prés, au moyen de planches disposées en ados, présente des pentes trop prononcées pour faire usage de cette méthode; dans ce cas, on a recours à celle des demi-planches superposées. Ces deux procédés ayant beaucoup d'analogie dans leur

aspect général, se construisent d'après les mêmes règles et s'harmonisent très bien ensemble.

L'irrigation par demi-planches exige un terrain à pente uniforme et fortement prononcée; cette pente ne doit pas être inférieure à 0^m025 ni supérieure à 0^m10 ; la plus convenable est 0^m05 par mètre.

La méthode consiste à disposer le terrain en demi-planches superposées, horizontales dans le sens longitudinal, et d'une pente transversale variant d'après la nature du sol.

D'un côté les demi-planches sont longées par une rigole de distribution *A* (fig. 6, planche VII), et, d'autre part, elles sont limitées par des colateurs *b*. Celle de distribution *A* est divisée en biefs en rapport avec la pente du sol, et séparés entre eux par une petite diguette *C*; cette diguette est pourvue d'une buse en bois avec vanne, ayant pour but de pouvoir irriguer séparément telle ou telle planche, selon qu'on le juge convenable, et de faire écouler les eaux lorsqu'on cesse l'arrosage.

Des rigoles de déversement *a*, qui puisent leurs eaux à la rigole de distribution, se trouvent au faite des demi-planches *d*; à leur pied sont ménagés des colateurs *b*, recevant les eaux d'arrosage, pour les rendre au bief de la rigole de distribution, qui suit celui auquel la rigole de déversement prend naissance.

Les rigoles de colature *b* et de déversement *a* de deux demi-planches successives, sont séparées par une petite diguette *e*, de 0^m50 de largeur, dont la crête est à 0^m10 en contre-haut du pied de la demi-planche supérieure.

La construction et la formation des prairies par demi-planches sont analogues à celles des prairies par planches disposées en ados. Les rigoles de toute nature et les demi-planches sont établies d'après les mêmes principes; nous renvoyons donc pour ces détails au paragraphe relatif à ce système d'irrigation.

Une prairie établie par demi-planches superposées présente beaucoup d'économie dans la dépense des eaux; celles qui ont servi à l'arrosage d'une planche sont utilisées pour arroser celle qui suit immédiatement; mais, d'un autre côté, cette disposition a plusieurs inconvénients : ainsi les diguettes séparant les rigoles de déversement et de colature sont sujettes à des dégradations fréquentes; et la multiplicité des biefs des rigoles de distribution en rend la construction dispendieuse, par suite des buses qui doivent se placer à l'extrémité de chacun d'eux. En outre, lorsque la pente du terrain n'est pas régulière, et que la surface présente des ondulations, l'établissement des demi-planches successives donne lieu à beaucoup de terrassements. Aussi nous recommandons de n'appliquer cette méthode que par exception, et pour compléter, dans certaines circonstances spéciales, la construction des prairies par planches disposées en ados.

Au moyen des cinq méthodes d'irrigation que nous avons décrites, tous les terrains peuvent être convertis en prés irrigables, depuis ceux qui sont presque horizontaux, jusqu'aux terrains présentant des pentes de 0^m30 par mètre; ceux dont la pente est plus prononcée peuvent encore être soumis à l'arrosage; mais, dans ce cas, les prairies sont défectueuses, l'irrigation est irrégulière, et son effet utile diminue dans de fortes proportions.

Les deux types qui doivent servir de base à la création de prairies arrosées sont la méthode par planches disposées en ados pour les terrains à faible pente, et celle par rigoles de niveau, pour ceux à pente fortement prononcée; ces deux méthodes réunissent toutes les conditions qui constituent un arrosage parfait.

La méthode par demi-planches superposées et celle en forme d'épi de blé ne devraient jamais être appliquées que

pour compléter ces deux types : la méthode par demi-planches, pour être combinée avec celle par planches disposées en ados; et la méthode en forme d'épi de blé avec celle par rigoles de niveau.

Enfin l'irrigation par submersion est très recommandable : 1° lorsqu'on n'a pas à sa disposition le volume d'eau exigé pour irriguer des prairies disposées en ados; 2° lorsque les prairies sont destinées au pâturage; et 3° lorsque les eaux d'arrosage sont puisées à un ruisseau ou à une rivière à pente prononcée, charriant beaucoup de parties limoneuses et autres sédiments fertilisants qui y sont amenés des versants, par les eaux pluviales; dans ce cas, l'irrigation par submersion est un véritable colmatage provoquant une végétation des plus luxuriantes.

DEUXIÈME PARTIE

DU JAUGEAGE DES COURS D'EAU ET DE LA RÉPARTITION DES EAUX

CHAPITRE V

DU JAUGEAGE DES COURS D'EAU

Jauger un cours d'eau, c'est déterminer le nombre de litres d'eau qu'il débite par seconde, de façon à connaître, aussi exactement que possible, quel est le volume d'eau disponible qui peut être utilisé dans un but déterminé.

Il résulte de cette définition que les jaugeages sont d'une pratique indispensable dans les irrigations, et que chaque fois qu'on se propose d'utiliser un cours d'eau dans ce but, il y a nécessité d'en évaluer le débit, pour déduire de là quelle surface de prairie on peut soumettre à l'arrosage, avec le volume d'eau qu'on a à sa disposition.

Si tous les filets d'une eau courante étaient animés d'une même vitesse, rien ne serait plus simple qu'une opération de jaugeage ; il suffirait alors de multiplier la section du liquide par cette vitesse unique, qu'il serait facile de constater.

Mais il n'en est pas ainsi : la résistance que l'eau éprouve par le frottement contre les parois du lit qui la renferme diminue la vitesse des filets immédiatement en contact avec les parois, et l'expérience a démontré que cette vitesse diminue progressivement de la surface au fond, et de son milieu, qui correspond ordinairement avec sa plus grande profondeur, vers les rives du cours d'eau. Enfin elle varie encore considérablement suivant que le lit est uniforme ou présente des aspérités de broussailles, d'herbes, ou tout autre obstacle ; de sorte que les eaux courantes présentent autant de vitesses différentes qu'on pourrait imaginer de filets d'eau distincts.

Il résulte de ce court exposé que le jaugeage d'une eau courante exige qu'on détermine la vitesse moyenne du liquide, opération des plus compliquées et très difficile à bien faire.

Depuis que la science hydraulique a fait des progrès, les ingénieurs les plus savants et les plus habiles ont essayé de déterminer la vitesse moyenne d'une eau courante, en recherchant les relations de cette inconnue avec la section et la pente. Les études de ces hommes d'élite ont conduit à la formation de formules dont l'application fait connaître, avec plus ou moins d'approximation, le débit des cours d'eau ; mais outre les causes d'erreur qu'elles renferment, et que nous avons constatées souvent dans nos opérations de jaugeage, ces formules exigent encore, de la part de l'opérateur, certaines connaissances théoriques et une habileté que l'on rencontre rarement chez les cultivateurs mêmes des plus éclairés, auxquels s'adresse cet ouvrage. Nous ne nous occuperons donc pas des jaugeages théoriques, et nous nous bornerons à faire connaître les procédés de jaugeage d'une application facile et généralement usités dans la pratique.

Méthode de jaugeage par les flotteurs simples.

Cette méthode, qui est très expéditive, consiste à déterminer la section mouillée du cours d'eau sur une certaine distance, et à la multiplier par la vitesse moyenne, déduite de la vitesse superficielle, observée au moyen d'un flotteur.

Le flotteur est simplement un corps d'une pesanteur spécifique un peu moindre que l'eau, et qu'on abandonne au libre courant. La pesanteur du flotteur doit être un peu moindre que celle de l'eau, pour qu'il s'enfonce sensiblement jusqu'à la surface, afin d'accuser exactement la même vitesse que celle du fluide; un corps flottant qui s'élève d'une quantité notable au-dessus de la surface de l'eau tend toujours à prendre une vitesse plus grande que celle du courant, surtout pour les pentes fortement prononcées; il ne faut donc jamais se servir d'un corps beaucoup plus léger que le poids de son volume d'eau. Une boule en cire ou une sphère creuse en fer, qu'on charge avec des plombs jusqu'à ce qu'elle s'enfonce suffisamment dans l'eau, sont les flotteurs les plus convenables.

Pour déterminer la vitesse superficielle d'une eau courante, on mesure exactement la distance que le flotteur doit parcourir, et en divisant cette distance par le nombre des secondes qu'il aura employées pour faire le trajet, on a exactement la vitesse superficielle; on fait la même opération en plaçant le flotteur au milieu du courant, et de part et d'autre vers les rives; en prenant les $\frac{4}{5}$ de la moyenne des vitesses superficielles, on obtiendra la vitesse moyenne du liquide. Une observation essentielle à faire, c'est qu'une opération de jaugeage doit toujours se faire par un temps très calme, et que le flotteur doit être abandonné au courant, à quelque distance en amont du point où l'on commence à compter le nombre des secondes, afin qu'en y arrivant il ait acquis la vitesse réelle du fluide.

La vitesse moyenne déduite en multipliant par 0,80 la moyenne des vitesses superficielles observées au moyen d'un flotteur est généralement assez exacte, et dans diverses opérations que nous avons faites, nous avons pu nous convaincre qu'elle s'approche beaucoup de la vérité, lorsque la section du cours d'eau jaugé est très régulière.

Cependant cette règle, basée sur l'existence d'un rapport constant entre la vitesse superficielle et la vitesse moyenne, n'est pas exempte de critique, parce que ce rapport n'étant donné que comme une évaluation moyenne, il peut se trouver en certains cas en défaut; mais il en est de même de toutes les méthodes de jauger qui ont pour base l'évaluation de la vitesse moyenne, et nous pensons qu'entre toutes, la méthode que nous décrirons ici est la moins vicieuse.

Pour que le jaugeage au moyen de flotteurs soit aussi exact que possible, il faut que la section du cours d'eau soit régulière sur la distance dont on observe la vitesse; cette condition s'obtient facilement pour les petits cours d'eau : on en dresse les rives et le fond sur une distance de 30 à 40 mètres, de manière que la section soit la même sur cette distance, et que cette partie des rives soit rectiligne et à pente uniforme; cette opération peut s'effectuer à peu de frais, lorsque la largeur du cours d'eau ne dépasse pas 7 à 8 mètres et qu'il n'est pas fortement encaissé; mais dès que la largeur devient considérable, l'opération n'est plus praticable, et il faut procéder comme nous le ferons connaître plus loin. Pour de très petits cours d'eau dont la largeur ne dépasse pas 1^m50, on peut y placer un canal en bois d'une quinzaine de mètres de longueur; on donne à cet ouvrage une section rectangulaire, pour qu'on puisse observer facilement la hauteur de l'eau sur des échelles placées contre ses parois, et obtenir ainsi exactement la section du fluide; ce procédé est expéditif, et con-

duit à des résultats suffisamment exacts pour les cas qui se présentent habituellement dans la pratique.

Pour des cours d'eau de forte dimension, le jaugeage présente plus de difficultés, exige plus de précautions et est sujet à des erreurs plus fréquentes. En effet, là on ne peut plus dresser le lit en section régulière, ni placer un conduit en bois; la section du fluide se détermine donc avec moins d'exactitude, surtout si le courant est fort. Dans ce cas, on doit choisir une partie du cours d'eau de 100^m00 de longueur au moins, qui soit rectiligne, et qui présente une section et une vitesse aussi constantes que possible. Lorsque la surface de l'eau est bien unie et n'offre pas d'ondulations, on peut en déduire qu'il n'y a pas beaucoup d'aspérités dans le fond, et que la pente est uniforme. Sur la distance à parcourir par le flotteur, on doit débarrasser les rives des broussailles, des herbes aquatiques et de tout autre obstacle qui pourrait entraver le libre écoulement de l'eau.

Lorsqu'on a fait ainsi un bon choix d'une partie du cours d'eau, on prend un profil transversal du fluide à l'origine, au milieu et à la fin de cette partie où l'on doit observer la vitesse superficielle de l'eau; la moyenne entre la superficie de ces trois profils est adoptée comme constante sur ce parcours; en la multipliant par les 0,80 de la moyenne des vitesses superficielles observées au moyen du flotteur, on aura le débit.

Nous avons effectué de cette manière des jaugeages sur la Meuse pendant toute une saison, et les résultats que nous avons obtenus ont été très satisfaisants. Voici comment nous avons procédé :

Après avoir déterminé d'une manière exacte la longueur ZYX (fig. 4, Pl. IX) de la partie du cours de la rivière sur laquelle nous avons à opérer, nous avons placé les poteaux X, X', Y, Y', Z et Z' sur les deux rives, deux à

deux, dans une direction perpendiculaire au courant ; à ces poteaux, une corde fortement tendue a été fixée à environ 0^m20 au-dessus du niveau de la rivière ; des marques apparentes distantes entre elles de 3^m00 y ont été faites au moyen d'un cordon rouge lié à la corde. Ensuite, par un sondage vertical à chaque division, nous avons déterminé la profondeur de l'eau depuis la surface jusqu'au lit de la rivière : c'est ainsi que nous avons levé les profils transversaux fig. 1, 2 et 3.

Pour observer la vitesse superficielle de l'eau entre les profils nos 1 et 3, nous avons tendu, transversalement à la rivière, une corde LM, sur laquelle des divisions A, B, C, D, E, F, G, H, I, K, indiquaient les points de départ des lignes longitudinales, suivant lesquelles nous avons observé directement la vitesse superficielle de l'eau, en plaçant successivement le flotteur aux points A, B, C, etc.

Pour avoir exactement le nombre de secondes employées par le flotteur pour parcourir la distance comprise entre les deux profils extrêmes, on se place derrière les poteaux X et Z, et l'on observe le moment où le flotteur coupe les lignes XX' et ZZ'

Ces opérations terminées, on prend la moyenne de toutes les vitesses constatées : cette moyenne, multipliée par 0,80, donne la vitesse moyenne du liquide, et le produit de cette donnée, par la moyenne des trois profils, est le débit de la rivière.

TABLEAU

renseignant les résultats des opérations indiquées ci-dessus :

1	2	3	4	5	6	7	8	9
NUMÉRO DES PROFILS	SURFACE DES PROFILS	PROFIL MOYEN	DISTANCE PARCOURUE par les flotteurs	TEMPS EMPLOYÉ par le flotteur pour parcourir cette distance suivant les lignes	VITESSE SUPERFICIELLE par seconde	MOYENNE entre les données de la colonne précédente	VITESSE MOYENNE du liquide	DÉBIT ou produit des nombres des colonnes 3 et 8
N ^o 1	255 ^m 95			A—244''	0 409			
" 2	275 80	275 ^m 03	100 ^m 00	B—230''	0 435			
3	293 35			C—219''	0 456			
				D—185''	0 540			
				E—211''	0 474	0 415	0 332	91 ^m 5310
				F—238'	0 420			
				G—259''	0 386			
				H—271''	0 368			
				I—292''	0 342			
				K—311''	0 321			

On ne peut pas établir de règle rigoureuse pour le nombre d'observations que l'on doit faire; il faut les proportionner à l'état de la rivière : plus le nombre des observations sera grand, plus on pourra compter sur un résultat exact; mais aussi, en les multipliant trop, on complique inutilement l'opération. C'est donc une question qu'il faut abandonner à l'intelligence de l'opérateur, qui doit juger dans chaque circonstance, d'après le régime du cours d'eau, ce qu'il est convenable de faire.

Méthode par les déversoirs.

Ce procédé ne peut s'appliquer qu'au jaugeage des petits cours d'eau et des sources; il est très expéditif et très exact. Il consiste à faire passer la totalité de l'eau sur un déversoir mince, représenté fig. 10, pl. IX.

La planche *ef* formant le barrage déversoir doit être assez haute 1° : pour que l'eau d'amont *a b* forme sensiblement réservoir à niveau constant, et 2° pour que le niveau d'aval *c d* soit au moins à 0^m05 en contre-bas de la partie supérieure *f* du déversoir, afin que le déversement s'effectue à air libre.

Ce simple appareil établi, le jaugeage consiste à appliquer la formule que nous avons donnée page 31, pour calculer le débit d'un déversoir.

Les deux méthodes de jaugeage qui précèdent suffisent pour faire avec une exactitude satisfaisante les opérations de ce genre qui se présentent dans la pratique des irrigations; mais il est prudent, lorsqu'on se propose d'utiliser un cours d'eau pour l'arrosage des prairies, de ne baser l'opération que sur un volume d'eau de 15 à 20 p. c. inférieur à celui qu'aura donné le jaugeage, afin de ne pas s'exposer à étendre l'irrigation à une superficie hors de proportion avec le volume d'eau réellement disponible.

CHAPITRE VI.

MACHINES A ÉLEVER L'EAU.

Notre intention n'est pas d'étudier ces machines en détail. Leur description rentre plutôt dans le cadre d'un traité de machines, et leur établissement exige des connaissances théoriques, que nous ne saurions demander aux agriculteurs auxquels ce traité s'adresse.

Nous nous bornerons donc à rechercher quel genre de machines convient le mieux à élever les eaux pour l'irrigation.

Jadis l'eau était élevée, en vue de l'arrosage, au moyen d'appareils rudimentaires, tels que norias, chapelets, roues à godets, aujourd'hui abandonnés à cause de leur faible rendement et de leur lenteur qui nécessitaient des proportions énormes pour en obtenir un débit un peu considérable.

Les tympanes et les vis d'Archimède, appareils beaucoup plus parfaits, ont des inconvénients analogues, et ne conviennent guère qu'à de petites installations provisoires.

Les seules machines, possibles aujourd'hui, sont les roues élévatoires et les pompes.

On connaît les premières, beaucoup employées en Hollande pour l'assèchement des polders. Ce sont des roues hydrauliques ordinaires, mais qui tournent de l'aval vers l'amont, de façon à refouler l'eau dans le bief supérieur.

Etablies dans de bonnes conditions, ce sont d'excellentes machines, car elles ne consomment guère que 3 kil. de charbon par cheval et par heure en eau élevée. Leur inconvénient est leur lenteur, qui entraîne des proportions colossales et par là même de grands frais d'établissement et d'entretien, ce qui doit les faire rejeter dans le cas qui nous occupe.

On peut en dire autant à peu près des pompes ordinaires à mouvement alternatif. Ce mouvement alternatif du piston, arrêtant à chaque course l'eau entraînée dans la colonne d'aspiration, cause des coups de belier fort incommodes et même dangereux. On est donc forcé, pour les réduire, de limiter la vitesse moyenne du piston à 0^m60 environ et à 1^m75 dans les pompes Farcot. Il en résulte qu'elles sont naturellement volumineuses et encombrantes pour de forts débits. Enfin, on sait que, dans ces appareils, la principale perte de travail, celle causée par les frottements, est à peu près indépendante de la hauteur du refoulement, ce qui fait que, pour de faibles hauteurs, leur rendement laisse beaucoup à désirer.

Restent les pompes rotatives.

Il y en a de deux espèces : les premières, comprenant un ou plusieurs corps tournants formant piston, ou rotatives proprement dites ; les secondes, sans piston, sont appelées centrifuges (1).

Les pompes rotatives ont beaucoup exercé l'imagination des inventeurs. Il y en a une foule de systèmes : Dietz, Root, Behrens, Greindl, etc., qui se sont tour à tour partagé la faveur publique, mais dont le succès a malheureusement été généralement de courte durée. Toutes présentent le danger d'arrêts et même de ruptures quand elles aspirent

(1) Voir pour la description des divers systèmes de pompes : Poillon, *Traité théorique et pratique des pompes et machines à élever les eaux*.

des eaux impures. Aussi, malgré le mérite incontestable de certaines d'entre elles, nous ne croyons pouvoir les recommander.

Une seule pompe répond à toutes les exigences : c'est la pompe centrifuge ; ses principales qualités sont simplicité, facilité d'installation et d'entretien, débit énorme tout en occupant un volume très restreint et en coûtant infiniment moins que les anciennes, environ un cinquième. En outre, pour les hauteurs de refoulement modérées on peut les commander directement par la machine à vapeur, sans engrenages ni courroies, ce qui simplifie beaucoup l'installation. Aussi ne saurions-nous trop recommander cette disposition. Le rendement théorique de ces pompes atteint 60 à 75 % suivant leur construction, et il est obtenu en pratique. Actuellement les grosses pompes centrifuges ne consomment plus guère que 2^k7 par cheval en eau élevée, et même en employant des machines Compound on est descendu à 2^k .

Supposons par exemple que l'on ait 5 hectares de pré à irriguer, et qu'on soit amené à donner 5 litres par seconde et par hectare, l'eau étant prise à 10^m00 . La pompe devra donc élever 25 litres à 10^m00 , c'est-à-dire fournir un travail utile de

$$\frac{25 \times 10}{75} = 3.33 \text{ chevaux-vapeur.}$$

En comptant sur une consommation de 2^k5 par cheval, il en résultera une dépense de $3.33 \times 2^k5 = 8^k33$ de charbon. S'il coûte 20 fr. la tonne, l'arrosage reviendra à fr. 0,166 par heure.

Mais ce n'est naturellement pas sur cette somme minime qu'il faudrait compter pour juger de l'opportunité d'un projet d'irrigation. Il faut y ajouter l'intérêt et l'amortissement des frais d'installation, l'entretien, le graissage et les gages du machiniste. Or les frais d'installation

et de machiniste varient avec les circonstances locales. On ne pourra donc se décider qu'après avoir rédigé un avant-projet complet. A cet effet le mieux sera de s'adresser à une des maisons qui ont la spécialité de ces appareils. Cependant *a priori* on peut affirmer que les pompes centrifuges rendent possibles des irrigations auxquelles jadis on n'aurait pu songer, et c'est une solution qui, même dans notre pays, ne devra être rejetée qu'après mûr examen.

Conditions d'établissement des pompes centrifuges.

Il se présente, à l'emploi de ces pompes pour l'arrosage, une objection qui peut paraître assez sérieuse. On sait que ces pompes ne donnent leur maximum de rendement que pour un nombre de tours déterminé pour une hauteur donnée à racheter. Or dans l'irrigation le volume d'eau disponible peut varier beaucoup et la hauteur d'épuisement aussi. Il y a donc lieu d'examiner si le rendement n'en sera pas sérieusement affecté.

Soient :

- H, la hauteur d'élévation,
- Q, le débit en mètres cubes et par seconde,
- d , le diamètre de la roue à ailettes,
- a , sa largeur au pourtour,
- φ , l'angle que font les ailettes avec la circonférence extérieure,
- w , la vitesse relative de l'eau sur les ailettes, à la sortie,
- v , la vitesse de la roue à la circonférence,
- u , la vitesse absolue de l'eau à la sortie,
- R, le rendement de la pompe.

La théorie de l'appareil conduit aux formules suivantes (1) :

$$R = \frac{H}{H + \frac{u^2}{2g}}$$

$$Q = \pi adw \sin \varphi$$

$$w^2 = v^2 - 2gH$$

$$u^2 = v^2 + w^2 - 2vw \cos \varphi$$

Si on admet $\varphi = 30^\circ$, comme c'est souvent le cas en pratique, le rendement maximum est

$$R = \frac{1}{1 + \sin 30^\circ} = 0,666$$

ce qui exige $v = \sqrt{3gH}$

$$w = \sqrt{gH}$$

$$Q = \frac{1}{2} \pi ad \sqrt{gH}.$$

Supposons toutes ces conditions réalisées pour certaines conditions d'arrosage. Mais admettons que la hauteur de refoulement et le débit variant, la hauteur devienne $n'H$ et le débit nQ , H et Q étant les valeurs correspondant au maximum d'effet. Cette hypothèse introduite dans la formule du rendement donne :

$$R = \frac{1}{2 + \frac{n^2}{n'} - \frac{1}{2} \frac{n^2}{n'} \sqrt{3 \left(1 + 2 \frac{n'}{n^2} \right)}}$$

expression qui fait voir que le rendement ne dépend que

(1) Voir les *Traité de machines* ou le *Dictionnaire des mathématiques* de Sonnet.

du rapport $\frac{n^2}{n'}$ et non des valeurs absolues nQ et $n'H$. Si nous faisons varier $\frac{n^2}{n'}$, nous trouvons que

pour $\frac{n^2}{n'} = 0$	$R = 0.50$
$\frac{n^2}{n'} = 0.10$	$R = 0.62$
$\frac{n^2}{n'} = 1$	$R = 0.66$
$\frac{n^2}{n'} = 10$	$R = 0.40$
$\frac{n^2}{n'} = 100$	$R = 0.007$
$\frac{n^2}{n'} = \infty$	$R = 0.$

Cette discussion montre, que tant que $\frac{n^2}{n'} < 1$, le rendement ne peut descendre en dessous de 50 %, tandis qu'il diminue très rapidement pour s'approcher de 0 quand $\frac{n^2}{n'} > 1$, ce qui correspond à $nQ < Q$ et $nQ > Q$ quand H reste le même, ou $n'H > H$ et $n'H < H$ si Q reste le même. Il est évident que les valeurs limites $\frac{n^2}{n'} = 0$ ou ∞ ne sauraient être atteintes et que les rendements correspondants sont purement théoriques; cependant ils montrent vers quelles limites tend l'effet utile.

En résumé, on peut, pour des cas très variables, conserver un bon rendement, supérieur à 0,50, à condition de ne pas surmener la pompe, c'est-à-dire de rester en dessous des conditions du maximum. Il faudra donc la calculer dans l'hypothèse du *plus grand* débit probable,

puisé au niveau *le plus haut*. Il est du reste bien évident que des conditions tout-à-fait exceptionnelles ne doivent pas entrer en ligne de compte.

Avant de quitter cette matière, nous traiterons encore un exemple, qui fera ressortir l'exactitude de nos conclusions.

Soit à établir une pompe, capable d'un débit variable de 250 à 40 litres, à puiser à une hauteur comprise entre 2^m50 et 6^m00.

Les conditions du maximum d'effet devant être remplies pour

$$\begin{aligned} Q &= 0.25 \\ H &= 2.50 \end{aligned}$$

les dimensions de l'appareil devront satisfaire à la condition

$$\begin{aligned} 0.25 &= \frac{1}{2} \pi a d \sqrt{g \times 2.50} \\ a d &= 0.032. \end{aligned}$$

Limitons la vitesse de l'eau dans le tuyau d'aspiration à 2^m00. Comme il se bifurque en deux branches, nous aurons pour déterminer son diamètre d_0

$$\begin{aligned} 2\pi \frac{d_0^2}{4} \times 2 &= 0.25 \\ d_0 &= 0.282. \end{aligned}$$

Pour diamètre de la roue on prend souvent $2.5d_0$, soit

$$\begin{aligned} d &= 0.705 \\ \text{donc} \quad a &= \frac{0.032}{0.705} = 0.0454. \end{aligned}$$

Les conditions de marche de l'appareil, dans les quatre

conditions extrêmes sont réunies dans le tableau suivant, où le nombre de tours N et le travail utile T_u , en chevaux, ont été calculés par les formules

$$N = \frac{60v}{\pi d} = 27,3v \qquad T_u = \frac{1000Q \times H}{75}$$

H	Q	R	N	T_u
2.50	0.250	0.666	235	8.3
2.50	0.040	0.545	193	1.333
6.00	0.040	0.532	297	3.2
6.00	0.250	0.647	326	20.0

Cet exemple montre que, même dans des conditions exceptionnellement variables, le rendement de la pompe reste satisfaisant, et que jamais il ne pourra descendre en dessous de 50 %. Remarquons encore que, comme toujours, la vitesse, pour une hauteur donnée, reste inférieure à celle correspondant au maximum d'effet, le nombre de tours se trouve beaucoup réduit, ce qui, dans le cas actuel, permet la commande directe. On voit encore par cet exemple combien les pompes centrifuges sont économiques, car cette pompe débitant 900 mètres cubes par heure, ne coûte avec la machine à action directe que 7250 francs et ne pèse que 1500 kil., ce qui réduit les fondations presque à rien. La grande difficulté, ici, serait l'installation des chaudières dont le travail doit énormément varier, mais il en serait de même avec toute autre pompe. Du reste pareilles conditions ne se rencontrent

guère en pratique, et nous ne les avons supposées que pour montrer toute l'élasticité du travail des pompes dont nous préconisons l'emploi.

Il est évident que la solution donnée ci-dessus ne donnera pas le rendement global le plus considérable au bout d'une année; car il faudrait pour cela réaliser le maximum de rendement pour certaines conditions moyennes. Mais celles-ci variant d'une année à l'autre et étant au surplus très difficiles à déterminer, le mieux sera de s'en tenir à cette solution, d'autant plus que les faibles rendements ne portent que sur des travaux peu importants.

CHAPITRE VII

DE LA RÉPARTITION DES EAUX D'ARROSAGE.

La répartition des eaux d'arrosage a pour but de fournir à une prairie, d'une manière constante, le volume d'eau nécessaire à son irrigation régulière selon la nature du sol, le climat et le mode de construction. Quelles qu'elles soient les conditions auxquelles les eaux sont distribuées aux usagers, il est indispensable que le volume nécessaire à l'arrosage soit connu, et puisse être réparti entre eux aussi exactement que possible.

Cette nécessité se fait sentir d'une manière impérieuse dans tous les pays, soit que l'eau se vende aux usagers soit qu'elle leur soit distribuée gratuitement par l'État dans un but d'intérêt général.

En Italie et dans le midi de la France, où généralement les eaux pour l'usage agricole ont une grande valeur et se vendent cher, il est de la dernière nécessité de pouvoir livrer exactement aux concessionnaires le volume d'eau acheté par eux ; sinon, ou les usagers, ou les propriétaires de l'eau seraient exposés à des pertes notables ; aussi dans ces pays et surtout en Italie, la construction d'un appareil propre à assurer une juste répartition des eaux a fait, depuis des siècles, l'objet des recherches des ingénieurs qui ont eu à s'occuper de cette grave question ; et c'est dan

ce dernier pays, comme nous le verrons par la suite, qu'elle a été résolue de la manière la plus satisfaisante.

En Belgique, où dans le grand système d'arrosage de la Campine, les canaux alimentaires appartiennent à l'État, qui en distribue gratuitement les eaux aux usagers, dans un but d'intérêt général, afin de favoriser, par la création de beaucoup de prairies arrosées, la conversion en terres cultivées des landes de cette contrée, une juste répartition des eaux n'est pas moins indispensable, afin qu'en prévenant tout abus de l'usage des eaux, on puisse en étendre les bienfaits à la plus grande superficie de prairie possible, et garder une juste proportion entre tous les concessionnaires, eu égard au volume d'eau qui leur est fourni.

D'après cet exposé succinct, on voit qu'une des questions les plus importantes dans l'arrosage des prairies, c'est, sans contredit, une juste distribution des eaux; elle demande la connaissance exacte du volume d'eau nécessaire à l'irrigation, et la possession d'un appareil régulateur dont le débit puisse être maintenu constant.

Cette question exige donc la solution de deux problèmes : l'évaluation aussi exacte que possible de la quantité d'eau nécessaire, pendant un temps donné, pour irriguer une superficie de prairie déterminée, et la construction d'un édifice qui permette d'en régler la distribution proportionnellement à la surface des terrains.

L'énoncé de ces problèmes en révèle les graves difficultés; en effet la quantité d'eau nécessaire à l'arrosage des prairies dépend de la nature du sol, du climat et du mode de leur établissement. Il est donc impossible de la déterminer d'une manière générale, applicable en tout lieu; car la quantité d'eau suffisante pour un terrain argileux peu perméable, ne le sera plus pour un sol sablonneux. La même inégalité se présente pour des pays dont la température moyenne est différente. Aussi remarque-

t-on, dans les divers auteurs qui se sont occupés de cette importante question, des différences énormes entre les quantités d'eau qu'ils ont indiquées, comme étant exigées pour l'arrosage des prairies. Ces quantités varient entre 0.169 et 100 litres par seconde et par hectare, comme il résulte du tableau ci-dessous, que nous avons trouvé dans le *Traité d'irrigation* de M. l'ingénieur Raphaël Pareto

QUANTITÉ

d'eau employée à l'irrigation d'un hectare de pré.

LOCALITÉS	ÉCOULEMENT par seconde
	LITRES
Haute-Garonne (M. Meseur de Lasplanes)	0 58
Canaux dérivés de la Tech et de la Thet. (Ingénieurs des ponts et chaussées)	1 00
Pyrénées Orientales. (Jaubert de Passa).	0 169
Bouches du Rhône près d'Arles	1 02
Même localité (Montluisant, ingénieur en chef)	1 66
id (Peyret-Lullier)	1 00
Hautes-Alpes et Isère (M. Favraud)	0 68
Les Vosges (M. Perrin, arpenteur)	65 00
Piémont, province d'Yvrée	1 00
Id. id. de Mortara	0 80
Lombardie, Milan	1 00
Id. Pavie	0 75
Arcachon (Projet des ingénieurs)	0 50
Provence, canal d'Aix.	0 83
Pyrénées Orientales et Espagne	0 25
Canaux dérivés de la Tech (Langeon, ingénieur des ponts et chaussées)	0 60
Grenoble, canal dérivé du Drac	0 65
Auvergne, Latour près Tauve	2 00
Id. Mont-doré	1 25
Piémont, prairies près Turin	0 80
Id. Serbatojo	0 36
Epinal (Moselle), irrigation de M. Dutac	100 00
Nad ult de Buffon (Appendice du 3 ^e volume de son <i>Traité d'irrigation</i>)	0 25

Généralement les auteurs allemands portent à un chiffre beaucoup plus élevé que ceux de ce tableau, la quantité

d'eau nécessaire à l'arrosage. M. Vincent, qui passe, en fait d'irrigations, pour l'ingénieur le plus distingué de l'Allemagne, nous a dit, en venant examiner les irrigations de la Campine, que, d'après ses expériences, l'eau exigée pour l'arrosage varie de 50 à 150 litres par seconde et par hectare. —

Les différences énormes qui existent entre ces données sont de nature à faire commettre des erreurs irréparables aux personnes peu expérimentées qui dressent un projet de travaux d'irrigation; nous croyons donc très utile de faire voir les causes auxquelles est dû ce désaccord entre tous les auteurs, au sujet de cette importante question de l'art de l'irrigateur.

En étudiant l'arrosage avec soin, on est convaincu que les écarts entre les quantités d'eau réputées nécessaires à l'irrigation, ne peuvent être attribués uniquement au mode de construction des prairies et aux circonstances locales qui influent sur la dépense de l'eau; mais qu'ils ont pour causes principales le mode d'évaluation et la défectuosité des procédés de jaugeage généralement usités.

Il est d'abord essentiel de bien déterminer ce que l'on entend par *la quantité d'eau nécessaire à l'arrosage*. Tous les auteurs désignés dans le tableau ci-dessus, à l'exception de MM. Perrin et Dutac, entendent par cette donnée le volume d'eau nécessaire, par hectare, pour desservir l'irrigation d'une prairie, en tenant compte des emplois d'eau et du nombre d'arrosages qu'on y donne en une période d'irrigation; le volume d'eau ainsi déterminé est donc nécessairement variable, même pour des prairies d'une construction identique, établies sur un même sol, et exploitées de la même manière, dès qu'il y a une différence entre la pente du terrain, permettant d'utiliser les colatures dans des proportions différentes.

Ainsi supposons une prairie de 30 hectares de superficie,

dont les colatures peuvent être remployées de manière à l'arroser simultanément avec le volume d'eau nécessaire à la moitié de sa surface, soit 15 hectares; en admettant que pour l'arrosage il faille 30 litres par seconde et par hectare, l'irrigation simultanée de la prairie exigerait donc 450 litres d'eau par seconde; mais en ne donnant qu'un arrosage tous les quinze jours, un écoulement continu de 30 litres suffira; quantité qui, répartie sur les 30 hectares de prairies, donne un litre d'eau par seconde et par hectare, pour en desservir l'arrosage dans les conditions énoncées ci-dessus. Si, pour la même prairie, les colatures pouvaient être utilisées de manière à l'arroser simultanément avec l'eau nécessaire au quart de sa superficie, un écoulement continu de 0' 50 par seconde et par hectare, suffirait pour en assurer l'arrosage; bien qu'en réalité, dans l'un et l'autre cas, le volume d'eau employé pour arroser un hectare de prairie, serait de 30 litres.

D'après ces exemples, on voit qu'en évaluant la donnée qui nous occupe par le procédé généralement usité par tous les auteurs, il est impossible, même pour des prairies d'une construction identique et établies sur un même sol, d'évaluer la quantité d'eau réellement nécessaire à leur arrosage, parce que, d'après ce procédé, elle varie avec la pente du sol et le nombre d'arrosages donnés à la prairie en une période d'irrigation, et que dès lors, si les lecteurs ne sont pas prévenus, ils seraient induits dans une grave erreur, s'ils adoptaient comme réellement nécessaires à l'irrigation des prairies, les quantités d'eau généralement données par les auteurs, et qui sont réunies dans le tableau précédent. C'est pour prévenir semblable chose que nous donnons, dans notre évaluation, la quantité d'eau véritablement employée en une seconde pour l'arrosage d'un hectare de prairie; reste à tenir compte alors, pour chaque cas particulier, des emplois d'eau et du nombre d'arrosages qu'on veut donner à la prairie.

La défectuosité des méthodes de jaugeage contribue également, dans une large proportion, dans les différences qu'on trouve entre les quantités d'eau réputées nécessaires à l'irrigation.

Généralement on se sert, pour les jaugeages, des formules qu'on trouve dans les traités d'hydraulique; mais ces formules, bien que suffisamment exactes pour toutes les questions qui se rapportent aux travaux publics, soit pour déterminer la section d'un canal, conduisent à des résultats qui n'approchent pas assez de la vérité, pour évaluer avec l'exactitude voulue, la quantité d'eau absorbée par l'arrosage. Des expériences, effectuées sous tous les rapports avec les soins les plus minutieux, en appliquant les formules consacrées par la science, nous ont donné des résultats qui non-seulement étaient inexacts, mais quelquefois absurdes. De là résulte donc la nécessité, afin de prévenir tout mécompte, de déterminer la donnée si importante dont il s'agit, par un mesurage direct, pour chaque région d'arrosage.

La distribution des eaux n'offre pas moins de difficultés que l'évaluation de la quantité nécessaire à l'irrigation; elle exige qu'on ait à sa disposition un appareil, muni d'un orifice d'écoulement dont on connaisse exactement le débit, sous une charge donnée, et qui permette, quelles que soient les variations survenues dans la flottaison du canal alimentaire, de maintenir constante cette charge sous l'influence de laquelle l'écoulement s'effectue.

Aussi, depuis des siècles, la construction d'un régulateur satisfaisant à ces conditions a-t-elle fait l'objet des études des ingénieurs appelés à s'occuper de la question des irrigations, et jusqu'à présent le travail le plus parfait qui ait été produit, c'est le module milanais, inventé par Soldati, et appliqué dans ce pays en 1572; l'application de cet appareil a mis fin aux abus criants auxquels don-

nait lieu la distribution des eaux d'arrosage, dans le Milanais et le Piémont, où il a été établi, et il y a rendu les services les plus éminents, à l'emploi des eaux dans les industries agricoles. Nous allons en donner la description d'après M. Nadault de Buffon. (Voir son *Traité d'irrigation*, t. II, p. 155.)

Description du module Milanais.

L'once d'eau, telle qu'elle est donnée par ce module, est la quantité de liquide qui coule librement, par une bouche rectangulaire ayant 4 onces (0^m20) de hauteur uniforme et 3 onces (0^m15) de largeur, avec une pression constante de 2 onces (0^m10) sur le bord supérieur de l'orifice.

La bouche d'une once a donc les dimensions et les dispositions indiquées par la fig. 11, Pl. X. Toutes les conditions essentielles de ce module doivent être soigneusement observées. Une des principales est le maintien de la hauteur constante au-dessus de l'orifice régulateur, fixé à 0^m20 . Ainsi, pour les orifices d'une portée de plusieurs onces, au lieu de donner seulement à la bouche une section convenable, sans s'occuper des dimensions, on prend toujours soin que ce soit la largeur seule qui varie, et l'on donne alors à cette largeur autant de fois trois onces linéaires, ou 0^m15 , que l'on veut avoir d'onces d'eau dans le module, en maintenant toujours la hauteur constante de 0^m20 , ainsi que la pression de 0^m10 sur le bord supérieur de la bouche.

La fig. 10 représente une bouche de 6 onces, dont la largeur totale est de 0^m90 . Nous expliquerons dans le paragraphe suivant par quel motif les bouches d'une plus grande portée, telles que celles qui sont représentées fig. 8 et 9, se font en plusieurs orifices.

Les bouches de ce système sont taillées au ciseau, dans une dalle en pierre de taille. De plus, dans les modules construits avec tous les soins désirables, le périmètre de ces bouches est encore déterminé par un cadre en fer qui s'y enchâsse exactement. Les bouches sont toujours percées dans de simples parois, qui ne comportent aucun ajustage ni autre accessoire quelconque destiné à faciliter l'écoulement. Quant à l'épaisseur de ces parois, il n'y a pas de prescriptions à cet égard. Dans la pratique, les épaisseurs varient avec la longueur des dalles, c'est-à-dire avec la portée des bouches.

Tels sont les principes établis en ce qui concerne les bouches. Nous allons maintenant expliquer, à l'aide des figures 6 et 7, les dispositions de l'appareil qui ont pour objet de placer l'écoulement de l'eau dans des situations aussi identiques que possible, tant en amont qu'en aval de ces bouches.

Sur la rive du canal alimentaire, la prise d'eau, proprement dite, *a b*, fig. 7, est toujours formée par deux murs latéraux ou joues, en bonne maçonnerie, soit de briques, soit de pierre de taille. Le seuil de cette prise d'eau se place généralement au niveau même du fond du canal; et pour peu que la nature du sol réclame cette précaution, on a soin de le munir d'un radier en blocage ou en dalles, sur toute l'étendue qui pourrait être menacée d'affouillements. L'ouverture *a b*, de la prise d'eau, se fait ordinairement égale en largeur à celle de la bouche, proprement dite, qui est placée en *p q*, fig. 7. Quant à sa hauteur, elle n'est pas limitée à l'extérieur de l'édifice.

La partie fondamentale de l'appareil consiste dans la vanne hydrométrique, placée à l'origine même de la prise d'eau; elle a pour but de maintenir toujours, au-dessus du bord supérieur de la bouche *g h*, fig. 6, la pression normale de 2 onces ou de 0^m 10.

De part et d'autre de la bouche $p q$, fig. 7, le canal de dérivation, toujours construit en maçonnerie, présente deux sas distincts par leurs formes et leurs dimensions.

Le premier sas, qui se nomme sas couvert, est situé entre la vanne de prise d'eau et le module. Il a dans son état normal, 6^m00 de longueur. Quant à sa largeur rectangulaire, qui est nécessairement variable avec la portée plus ou moins grande des bouches, elle s'obtient en formant de chaque côté une retraite de 5 onces ou de 0^m25, en sus de la largeur de la bouche, d'où il résulte que le sas couvert, d'une longueur fixe de 6^m00, a toujours pour largeur 0^m50 en sus de celle de la bouche.

Une des dispositions caractéristiques du sas couvert consiste en ce que le radier est disposé en rampe, suivant une inclinaison totale de 8 onces ou 0^m40, à partir du seuil de la vanne de prise d'eau, jusqu'au bord inférieur de la bouche. Une autre disposition accessoire qui tient à la même partie de l'appareil, est le plan $c d$, fig. 6, nommé plancher amortisseur. Etant établi horizontalement à la hauteur même du niveau constant, qui doit donner 0^m10 de pression sur le bord supérieur de la bouche, ce plancher a pour objet non seulement de limiter les exhaussements que pourrait accidentellement recevoir cette pression, mais encore de supprimer, autant que possible, le mouvement ou l'agitation que l'eau introduite dans le sas couvert y éprouve quand sa surface est libre. Ce plan sert donc à amortir le mouvement que l'eau, arrivant par le dessous de la vanne, tend toujours à prendre à l'abord de la bouche.

L'entrée du sas couvert, derrière la vanne de prise d'eau, est formée supérieurement par une dalle d'épaisseur convenable, ayant sa face inférieure rasée au même niveau que le bord supérieur de la bouche, c'est-à-dire que cette dalle, dont on voit le dessin représenté fig. 6, plonge de 0^m10 dans l'eau, dont le niveau vient affleurer le dessous

du plancher amortisseur. La hauteur constante des bouches dans ce système étant de 0^m20 , et l'inclinaison du radier du sas couvert de 0^m40 , il en résulte que le dessous de la dalle de tête, dont nous parlons, est lui-même placé à une hauteur constante de 0^m60 , au-dessus du seuil de la vanne de prise d'eau.

Afin de pouvoir vérifier l'existence et le maintien de la pression constante de 0^m10 , soit au-dessus du bord de l'orifice régulateur, soit au-dessus de la face inférieure de la dalle, on ménage entre la vanne hydrométrique et le parement de cette dalle, formant la tête d'amont du ponton qui recouvre le sas, un petit espace vide à l'aide duquel on peut vérifier, au moyen d'une simple règle ou baguette, si la hauteur d'eau est bien à 0^m70 au-dessus du radier derrière la vanne.

Immédiatement en aval de la bouche $p q$, fig. 7, commence le sas découvert; sa largeur, à son origine, est de chaque côté de 2 onces ou de 0^m10 en sus de celle de cet orifice; sa longueur ordinaire est de 5^m40 , et, avec cette dimension, sa largeur à l'extrémité d'aval est de 0^m30 plus considérable que celle d'amont; ce qui représente un évasement de 0^m15 pour chacun des bajoyers, qui sont verticaux comme ceux du sas couvert. La largeur du sas couvert, à l'extrémité inférieure, est donc de 0^m50 en sus de celle de la bouche régulatrice, comme cela a lieu uniformément dans le sas d'amont. Le fond ou radier du sas découvert commence avec une petite chute de 0^m05 , en contre-bas du bord de la lèvre inférieure de la bouche $p q$; puis une autre chute pareille est répartie suivant une pente uniforme sur la longueur susdite de 5^m40 . Enfin, à partir de cette extrémité inférieure du sas découvert, l'origine du canal de dérivation qui lui succède n'est plus assujettie à aucune règle, et reste entièrement à la disposition des usagers. En effet, sans que cela ait de l'influence

appréciable sur son débit, l'eau, conduite, comme on vient de le voir, jusqu'à l'extrémité de l'édifice régulateur, peut couler ensuite sur le fond du canal, ou tout à fait de niveau avec la partie inférieure du sas découvert, ainsi que cela se voit fréquemment, ou avec une chute plus ou moins considérable.

Indépendamment de la vanne hydrométrique, l'action combinée du plancher amortisseur et de l'acclivité ou rampe du fond du sas couvert, est évidemment très puissante, sinon pour détruire entièrement, au moins pour atténuer beaucoup les mouvements irréguliers, et surtout l'agitation superficielle que l'eau tend à prendre en entrant dans le premier sas, sous l'influence du niveau plus élevé de celle du canal alimentaire. Par cet artifice, le liquide, en arrivant au module, ne conserve plus que le simple mouvement progressif qui est nécessaire pour maintenir la continuité de l'écoulement.

D'après les détails donnés ci-dessus, on voit que l'édifice régulateur usité dans le Milanais a une longueur fixe, qui est d'environ 11^m50, et une largeur variable, proportionnée à celle de la bouche à régler. Pour une bouche d'une once, par exemple, la largeur intérieure du sas couvert est de 0^m65 à son extrémité d'aval, eu égard à l'évasement.

Pour assurer, d'une manière efficace, la manœuvre de la vanne hydrométrique, il faut une différence d'au moins 0^m20 entre le niveau d'eau dans le canal alimentaire, et le niveau constant à obtenir dans l'intérieur de l'appareil derrière la dite vanne.

Cela suppose alors une hauteur minimum de 0^m90 dans le canal alimentaire; et, dans cette hypothèse, les niveaux ou hauteurs des diverses parties de l'édifice, tel qu'il vient d'être décrit, étant rapportés au-dessus du fond du canal dispensateur, auront entre eux les relations suivantes :

Fond du canal	0 ^m 00
Niveau d'eau extérieur	0 ^m 90
Niveau d'eau intérieur donnant la pression constante	0 ^m 70
Dessous de la dalle de tête du sas couvert, et bord supérieur de la bouche	0 ^m 60
Bord inférieur de cette bouche, à l'extrémité de la rampe du radier du sas couvert.	0 ^m 40
Niveau du radier à l'origine du sas découvert	0,35
Niveau du radier à son extrémité aval	0 ^m 30

Finalement en ce qui touche les divers niveaux du fond de l'appareil, on voit que le module milanais fait franchir à l'eau, dans un trajet de 11^m50 de longueur, une rampe totale de 0^m40, qui se trouve réduite à 0^m30 à la sortie du dit module; et que, en ce dernier point, elle est entièrement abandonnée à la disposition des usagers.

Du débit réel des bouches de différente portée.

Le module milanais passe avec raison pour le plus exact de tous ceux qui sont connus jusqu'à présent; cependant il est facile de reconnaître que ce module, dans son état actuel, offre encore une imperfection grave, donnant lieu dans le débit des eaux, par des bouches qu'on regarde comme réglées, à des différences notables.

Une circonstance qui avait frappé M. Nadault de Buffon, dès les premières études qu'il avait faites sur les eaux du Milanais, en s'informant près des praticiens les plus expérimentés, de l'évaluation qu'il était convenable d'admettre pour le produit effectif du volume d'eau correspondant à l'once, c'est qu'il ne trouva point d'uniformité

mité dans leurs indications. Quelques ingénieurs lui ont parlé de 36 à 38 litres d'eau par seconde; d'autres lui ont donné, comme exacte et officielle, l'évaluation de 46 à 48 litres par seconde. En recherchant les causes de cette différence, l'auteur a reconnu qu'elle n'était fondée sur aucune erreur, mais qu'elle était due à la différence réelle qui existe, malgré toutes les garanties du module milanais, entre le débit des petites bouches et celui des grandes.

Les experts, appelés à prononcer dans des contestations entre particuliers, ont généralement à opérer sur de petits volumes d'eau, et comme la plupart des expériences spéciales, faites dans le but d'évaluer le produit en question, ont porté sur les bouches d'une ou de deux onces, c'est une tradition admise chez le plus grand nombre des ingénieurs hydrauliciens de ce pays, que le débit normal d'une once d'eau ne doit pas être évalué à plus de 36 à 38 litres par seconde.

Cependant l'administration publique, chargée de la gestion des grands canaux d'arrosage et de navigation du Milanais, n'a pas tardé à s'apercevoir que ce chiffre est trop faible, et que si on l'adoptait comme règle, sur le Naviglio-Grande, par exemple, il y aurait une différence de plus d'un tiers, au préjudice de l'Etat, attendu que le volume d'eau débité par les bouches, même réglées, ne concorderait nullement avec la portée, d'ailleurs parfaitement connue, de ce canal.

Ceci peut s'expliquer par une cause simple : le Naviglio-Grande dessert principalement des bouches d'une grande portée; il y en a de 30 et de 36 onces, et leur portée moyenne n'est pas au-dessous de 8 à 10 onces. Or, toutes circonstances égales d'ailleurs, quant à la hauteur des orifices et à celle du niveau de l'eau qui s'en écoule, il n'y a pas identité parfaite entre le produit d'une once d'eau, mesurée dans un seul petit orifice de 0^m20 de hauteur sur

0^m15 de largeur, et le produit d'une once d'eau considérée comme fraction d'un orifice de même hauteur, mais ayant cinq, six ou huit fois autant de largeur; car en augmentant ainsi la largeur des bouches, comme cela est de règle pour la distribution de plusieurs onces d'eau, le rapport entre le périmètre et les sections ne reste plus le même, et l'influence de ce périmètre, qui agit sur la contraction de l'eau, diminue graduellement, à mesure que l'orifice augmente. Cela explique comment le produit correspondant à l'unité des sections doit augmenter lui-même dans une proportion assez rapide.

Le tableau suivant rend cette observation parfaitement sensible.

PORTÉE des bouches en onces milanaises	DIMENSIONS	SECTIONS	PÉRIMÈTRES	RAPPORT du périmètre à la section
1 once	0 ^m 20 — 0 ^m 15	0 ^m 03	0 ^m 70	23 33
2 id.	0 20 — 0 30	0 06	1 00	16 66
3 id.	0 20 — 0 45	0 09	1 30	14 44
4 id.	0 20 — 0 60	0 12	1 60	13 33
5 id.	0 20 — 0 75	0 15	1 90	12 66
6 id.	0 20 — 0 90	0 18	2 20	12 22
7 id.	0 20 — 1 05	0 21	2 50	12 09
8 id.	0 20 — 1 20	0 24	2 80	11 66
9 id.	0 20 — 1 35	0 27	3 10	11 48
10 id.	0 20 — 1 50	0 30	3 40	11 33

On voit, d'après ce tableau, qu'à mesure de l'augmentation des bouches, il y a une diminution progressive du

rapport existant entre le périmètre et la section, et que, si l'on passe seulement d'une bouche d'une once à une bouche de 8 onces, ce rapport est déjà réduit à la moitié de sa valeur primitive. M. Nadault de Buffon s'est au surplus assuré, par des observations directes, que la différence qui vient d'être signalée, existe bien réellement entre le débit des grandes bouches et celui des petites.

C'est cependant à la fois un grand inconvénient pratique et une imperfection dans le plus complet des régulateurs connus jusqu'à ce jour; ce qui donne lieu dans la distribution des eaux à des erreurs graves et à des contestations nombreuses entre les usagers et les propriétaires des canaux d'arrosage.

En examinant la description que nous venons de donner du module milanais, et qui est transcrite presque textuellement du *Traité sur les irrigations* de M. Nadault de Buffon, on voit que ce régulateur, quoique le plus parfait qui existe, et bien que son application dans le Milanais et le Piémont ait fait disparaître la majeure partie des abus auxquels la distribution des eaux d'arrosage donnait lieu, avant son invention, on voit, dis-je, que ce régulateur est encore entaché de causes d'erreur, qui ne permettent ni d'évaluer rigoureusement le volume de l'eau nécessaire à l'arrosage des prairies, ni de la distribuer avec exactitude.

Les inconvénients auxquels cette imperfection peut donner lieu ne sont généralement pas très graves dans ce pays; le petit nombre d'arrosages qu'on y donne aux prairies fait que la portée des modules est relativement peu importante; en moyenne, elle ne dépasse pas 2 à 3 onces par seconde. Or, pour un si faible débit, la différence entre la portée réelle et celle qui est adoptée comme telle n'est pas très grande.

Lorsque les modules ont des portées plus considérables,

comme sur le Naviglio-Grande, l'administration publique; pour diminuer les causes d'erreur, n'autorise plus de concessions de bouches dépassant 6 onces; si le module doit débiter un volume d'eau plus grand, on accorde plusieurs bouches de cette portée. Mais cette restriction même ne fait qu'atténuer les erreurs auxquelles les bouches d'une grande portée donnent lieu; car pour une bouche de 6 onces, le débit, d'après les uns, est 228, et d'après les autres, 276 litres d'eau par seconde.

Dans notre pays et en Allemagne, les erreurs auxquelles conduirait l'application de ce régulateur ne seraient pas aussi limitées. L'eau, dans ces contrées, n'étant utilisée qu'à l'irrigation des prairies, le nombre d'arrosages qu'on y donne est bien plus considérable que dans les pays méridionaux; la portée des prises d'eau est généralement considérable, et il arrive souvent que leur débit atteigne 500, 1,000 et 1,500 litres par seconde.

En outre, la construction d'un module milanais d'une portée importante devient très dispendieuse; ainsi nous avons fait un projet de module de 24 onces de portée, soit de 902 à 1,224 litres d'eau, divisé en quatre bouches de 6 onces, et sa construction aurait donné lieu à une dépense de 15,400 francs.

Cette somme ne serait pas trop élevée pour l'Italie où, avec le débit d'un pareil régulateur, on alimente l'irrigation de 1,500 à 2,000 hectares de prairies; mais pour notre pays, où le peu de pente des terrains propres à l'établissement de grands systèmes d'irrigation ne permet pas d'utiliser souvent les colatures, et où les arrosages sont très abondants, cette dépense serait trop considérable, eu égard à la superficie de prairies dont un tel module permettrait de desservir l'arrosage.

Ces défauts du module milanais nous ont engagé à faire des recherches : 1° pour trouver un moyen d'évaluer exac-

tement le volume d'eau employé à l'arrosage d'une surface déterminée de prairies; 2° pour construire un appareil régulateur, propre à distribuer les eaux d'arrosage, en raison de cette donnée, proportionnellement à la surface de prairies à soumettre à l'arrosage et en adoptant le litre pour unité de mesure.

Après différents essais, nos études nous ont conduit à la construction des deux appareils (fig. 3, pl. XI), qui nous ont valu la médaille de 1^{re} classe à l'exposition universelle de Paris, et que la localité où ils sont placés nous a engagé à réunir dans un seul édifice; mais rien n'empêche de les établir séparément, lorsque les circonstances locales l'exigent.

Chargé du service des irrigations de la Campine, sous la direction de M. l'ingénieur en chef Kümmer, créateur du grand système d'arrosage de la Campine, nous lui avons proposé ces appareils qui, par suite d'une décision de M. le Ministre de l'intérieur, ont été construits aux irrigations de Neerpelt, alimentées par le canal de jonction de la Meuse à l'Escaut, qui est le canal alimentaire des irrigations de la Campine.

Depuis lors, ils fonctionnent avec une régularité et une exactitude qui ne laissent rien à désirer. Nous allons donc en donner la description.

Description générale de l'appareil.

Sur la rigole principale d'alimentation des irrigations de Neerpelt, à 25^m00 en aval de la prise d'eau, est établi un déversoir de largeur variable X (fig. 3, pl. XI); il a une ouverture de 1^m05 entre le nu des murs; le radier en est placé de niveau avec celui de la prise d'eau. Ce déversoir est en communication avec un bassin mesureur Z, de

8^m00 de longueur sur 6^m00 de largeur et 1^m50 de profondeur en contre-bas du radier du déversoir.

Dans le mur d'aval du bassin Z est ménagée une ouverture ayant les dimensions de la section de la rigole principale d'alimentation; le seuil de cette ouverture est de niveau avec le radier du déversoir X. Dans le mur EF, est pratiqué un aqueduc A', destiné à vider le bassin mesureur.

Perpendiculairement au mur en retour du déversoir X, est établi un autre déversoir X' ayant une ouverture de 1^m02 entre le nu des murs; le radier des deux déversoirs est de niveau.

Entre les déversoirs et la prise d'eau se trouve un bassin de 25^m00 de longueur sur autant de largeur, avec un ouvrage en fascinages, en relief de 1^m00 sur son plafond, afin de neutraliser la vitesse dont l'eau est animée en sortant de la prise d'eau. Cette partie de l'appareil est indiquée figures 1 et 2, planche III.

Des échelles graduées, dont le 0 correspond avec le niveau du seuil des déversoirs X et X' sont placées dans les chambres T et T', ménagées à cet effet. Contre les quatre faces intérieures du bassin mesureur Z, des échelles semblables sont également placées; leur 0 correspond avec le radier du bassin.

Cette partie de l'édifice sert à déterminer le volume d'eau débité par une lame d'eau de hauteur et de largeur données, s'écoulant par le déversoir X.

Les deux déversoirs sont pourvus de plaques mobiles en fer pour en modifier la largeur, ainsi que d'un système de vannes, détaillé figures 1, 2 et 3, planche X, et dont la description sera donnée plus loin.

Dans une direction perpendiculaire au mur EF du bassin Z, est établie la partie de l'appareil qui sert à déterminer le volume d'eau nécessaire à l'arrosage; elle se compose

d'un bassin Z' , de 4^m00 de longueur sur 1^m60 de largeur, d'une ouverture u'' , de 0^m50 de largeur pratiquée dans le mur E'F du bassin mesureur Z , qui met ce dernier en communication avec le bassin Z' . Le milieu de l'ouverture u'' se trouve dans le prolongement de l'axe du bassin Z' , et son seuil est de niveau avec le radier de ce bassin et avec celui du déversoir X .

Dans le prolongement des faces intérieures de cette ouverture se trouvent des parois a et a' en pierres de taille, de 1^m50 de longueur, ayant pour but de neutraliser l'action du remous de l'eau en s'introduisant dans le bassin Z' .

A la partie d'aval de ce bassin sont pratiqués deux orifices en déversoir u et u' , de 0^m50 de largeur, séparés par une pile à avant-bec arrondi; ils sont par conséquent placés symétriquement de part et d'autre de l'orifice u'' . L'orifice u' fournit l'eau nécessaire à l'arrosage des prairies pour lesquelles il s'agit de jauger la dépense d'eau et l'orifice u communique avec le bassin mesureur Z'' , de 4^m00 de longueur sur 3^m00 de largeur et 1^m00 de hauteur; ce bassin est destiné à recevoir les eaux qui sont détournées de l'irrigation pendant l'expérience. Dans son mur latéral de droite est ménagé un aqueduc B' pour le vider.

Aux points b et b' du bassin Z' se trouvent des échelles graduées, dont le 0 correspond avec le niveau du seuil des orifices u , u' et u'' . Les quatre faces intérieures du bassin Z'' sont pourvues d'échelles semblables, dont le 0 est de niveau avec son radier.

L'orifice u'' est pourvu d'une vanne simple à tige graduée, destinée à régler l'arrosage des prairies sur lesquelles on fait les expériences. Les orifices u et u' sont pourvus d'un système de vannes, détaillé figures 4 et 5, planche X, et dont la description suit :

*Description détaillée du système de vannes appliqué
aux orifices en déversoir u et u'*

La vanne U , planche X, figures 4 et 5 est en bois de chêne, et glisse dans des coulisses en fer bien alésées.

La vanne U' est en fonte, ajustée dans des coulisses également en fonte, parfaitement alésées, de manière qu'en se fermant elles ne laissent place à aucune fuite d'eau; afin de rendre la fermeture plus complète, et d'éviter qu'en retombant la vanne U' ne brise le seuil du déversoir, la partie inférieure des vannes est garnie de feutre.

Ces deux vannes sont suspendues à un balancier C' par des tiges V , V' , chacune de 0^m30 de longueur.

Le balancier C' repose sur un support W , de 0^m325 de hauteur, scellé dans la pile qui sépare les orifices en déversoir U et U' ; la distance des points d'attache V et V' au point d'appui du balancier C' est de 0^m562.

L'état de repos ou de mouvement du balancier est déterminé par le déclic Y , établi sur le mur gauche du bassin Z' .

Avant qu'on procède aux expériences qui doivent déterminer le volume d'eau nécessaire à l'arrosage des prairies desservies par la rigole d'alimentation ee' (fig. 3, pl. XI), le système de vannes U et U' (fig. 4 et 5, pl. X) se trouve dans la position indiquée par la fig. 4, pl. X, le balancier C' reposant sur le déclic Y ; la vanne u'' (fig. 3, pl. XI), destinée à fournir l'eau d'arrosage qu'il s'agit de jauger, est levée à la hauteur voulue pour livrer le volume d'eau nécessaire pour irriguer convenablement les prairies soumises aux expériences; la vanne U (fig. 4, pl. X), qui est en communication avec le bassin mesureur Z'' (fig. 3, pl. XI), se trouve hermétiquement fermée, au besoin même, au moyen d'un calfatage, et, en tout cas, de manière qu'il n'y ait aucune fuite d'eau.

Ayant pris ces dispositions préliminaires, on règle l'irrigation au moyen de la vanne u'' . Après s'être assuré que les prairies sont parfaitement arrosées, et que la distribution de l'eau s'effectue rationnellement, sans aucune perte d'eau intérieure, on dégage le balancier C' (fig. 4 et 5, pl. X) de son déclic Y ; alors et instantanément la vanne U' , qui est en fonte et pèse 200 kilogrammes, tombera sur son seuil, en enlevant par son mouvement la vanne U construite en bois, et qui n'a qu'un poids de 5 kilogr.; les eaux fournies par l'orifice u'' (fig. 3, pl. XI), au lieu de se diriger vers les prairies soumises à l'arrosage par l'orifice en déversoir u' , en sont spontanément détournées pour se déverser, par l'orifice u , dans le bassin mesureur Z'' .

Au moyen d'une montre à secondes, on constate le temps qui se sera écoulé depuis l'ouverture instantanée de la vanne u , jusqu'au parfait remplissage du bassin mesureur Z'' , dont la capacité est de 12^m300 .

En divisant ce volume d'eau par le nombre de secondes employées au remplissage du bassin mesureur Z'' , on aura obtenu, avec une exactitude rigoureuse, la quantité d'eau dépensée pour l'irrigation des prairies soumises à l'expérience, pendant l'unité de temps ou 1 seconde; et en divisant cette quantité d'eau par la surface des prairies, le volume d'eau absorbé par 1 hectare en une seconde, sera déterminé.

Les résultats obtenus au moyen de cet appareil ne peuvent être sujets à aucune erreur; car les orifices d'écoulement en déversoir u et u' , ayant les mêmes dimensions, étant placés symétriquement par rapport à l'orifice d'alimentation u'' , et déversant leurs eaux à air libre, l'écoulement du liquide par les deux orifices est parfaitement identique.

Comme moyen de vérification, on observe aux échelles

placées en b et b' , si l'eau est restée à la même hauteur dans le bassin Z' , pendant toute la durée de l'expérience.

Au moyen de cet appareil, nous nous sommes livré à une série d'expériences, consignée dans les tableaux suivants, dont nous avons pu déduire, avec une exactitude rigoureuse, l'eau employée à l'arrosage des prairies irrigables de la Campine, et la quantité absorbée par chaque partie de la prairie de la dépense d'eau totale : 1° en donnant aux rigoles de déversement une profondeur de 0^m28; 2° en réduisant la profondeur de ces rigoles à 0^m05 et en en damant fortement les plafonds. Nous avons fait les jaugeages pour ces deux cas, parce que beaucoup de personnes prétendent que le plus ou moins de profondeur des rigoles de déversement n'exerce aucune influence sur la dépense de l'eau, bien que le bon sens réfute cette assertion et que nous en ayons déjà démontré l'absurdité au chapitre IV, en traitant des rigoles de déversement. Nous avons cru utile d'appuyer nos raisonnements par des jaugeages directs.

Les prairies sur lesquelles nous avons expérimenté sont disposées en ados de 5^m00 de largeur sur 25^m00 de longueur, et présentent une pente transversale de 0^m05 par mètre. Le sol est un sable très perméable.

volume d'eau employé à l'arrosage des prairies, en donnant une profondeur de 0^m28.

QUANTITÉ D'EAU ABSORBÉE EN UNE SECONDE		OBSERVATIONS
Pour arroser la surface de prairies sou- mise à l'expérience	Pour arroser un hectare de prairie	
m ³	litres	En prenant la moyenne des résultats inscrits dans la 9 ^e colonne, on trouve que, en moyenne, la quantité d'eau nécessaire à l'arrosage d'un hectare de prairie est de 79 litres 66.
0 226	80 8	
0 266	80 8	
0 226	80 8	
0 226	80 8	
0 193	69 0	
0 214	76 5	
0 222	79 3	
0 226	80 8	
0 235	84 0	
0 235	84 0	
0 226	80 8	
0 222	79 3	

lume d'eau absorbé en irriguant par infiltration, c'est-à-surement, sans que l'eau déverse sur les ados.

RIGOLE PRINCIPALE D'ALIMENTATION			Capacité du bassin mètre Z''	Temps employé pour le remplir	VOLUME D'EAU absorbé par seconde		OBSERVATIONS
Hauteur d'eau	Périmètre mouillé	Surface infiltrante de toutes les rigoles			Pour maintenir pleines les rigoles de toute nature	Réparti par hectare	
12	13	14	15	16	17	18	
m	m	m ²	m ³		litres	litres	
0 60	2 70	2034 00	12 "	58''	207	74 0	En prenant la moyenne de résultats inscrits dans la 18 ^e col. on trouve que le volume d'eau nécessaire par hectare, pour maintenir pleines les rigoles de déversement, de distribution et d'alimentation, est de 75 lit. 16.
				56''	214	76 5	
				57''	210	75 0	
				57''	210	75 0	
				58''	207	74 0	
				56''	214	76 0	

3^o Tableau des expériences faites, à l'effet de déterminer de distribution et celle

DATES des EXPÉRIENCES 1	É T A T du CIEL 2	Surface de prairie soumise à l'expérience 3	RIGOLES DE DISTRIBUTION				RIGOLE PRINCIPALE D'ALIMENTATION		
			Hauteur d'eau 4	Largeur 5	Périmètre mouillé 6	Surface infiltrante de toute la rigole 7	Hauteur d'eau 8	Périmètre mouillé 9	Surface infiltrante de toute la rigole 10
1855		H. A. C.	m	m	m	m ²	m	m	m ²
21 avril	Beau temps	2 79 69	0 25	0 60	1 10	990 00	0 60	2 70	2034 00
22 id.	id.								
4 mai	Pluvieux								
5 id.	Couvert								

4^o Tableau des expériences faites, pour déterminer le principale d'a

DATES des EXPÉRIENCES 1	É T A T du CIEL 2	SURFACE de prairie soumise à l'expérience 3	RIGOLE PRINCIPALE D'ALIMENTATION			Capacité du bassin mesureur Z'' 7	Temps employé pour le remplir 8
			Hauteur d'eau 4	Périmètre mouillé 5	Surface infiltrante de toute la rigole 6		
1855		H. A. C.	m	m	m ²	m ³	
6 mai	Pluvieux	2 79 69	0 60	2 70	2034 00	12 00	750''
7 id.	id.						750''
8 id.	Couvert						751''
9 id.	Beau temps						750''

le volume d'eau nécessaire pour maintenir pleines les rigoles d'alimentation principale.

11	12	VOLUME D'EAU ABSORBÉ PAR SECONDE		OBSERVATIONS
		13	14	
Capacité du bassin mesureur Z''	Temps employé pour le remplir	Pour maintenir pleines les rigoles	Réparti par hectare	
m ³		litres	litres	En prenant la moyenne des résultats inscrits dans la 14 ^{me} colonne, on trouve que le volume d'eau nécessaire par hectare, pour maintenir pleines les rigoles de distribution et celle d'alimentation principale, est de 10 litres 99.
12 00	390''	30 77	11 0	
	391''	30 68	10 96	
	390''	30 77	11 0	
	390''	30 77	11 0	

volume d'eau nécessaire pour maintenir pleine la rigole d'alimentation.

VOLUME D'EAU ABSORBÉ PAR SECONDE		OBSERVATIONS
9	10	
Pour maintenir pleine la rigole d'alimentation	Réparti par hectare	
litres	litres	Ainsi qu'il résulte des résultats inscrits dans la 10 ^{me} colonne, le volume d'eau nécessaire par hectare, pour maintenir pleine la rigole d'alimentation principale, est de 5 litres 72.
16 00	5 72	
16 00	5 72	
15 97	5 72	
16 00	5 72	

5^o Tableau des expériences faites pour déterminer le vo Campine, en réduisant les rigoles de déversement à 0^m05

DATES des EXPÉRIENCES 1	ÉTAT du C I E L 2	RIGOLE DE DÉVERSEMENT		SURFACE de prairie soumise à l'arrosage 5	Capacité du bassin mesureur Z'' 6	Temps employé pour remplir le bassin 7
		Profondeur 3	Largeur 4			
1855		m	m	H. A. C.	m ³	
11 juin	Beau temps sec	0 05	0 25	2 79 69	12 00	128''
12 id.	id.					128''
13 id.	id.					130''
14 id.	id.					129''
15 id.	id.					129''
16 id.	id.					129''
17 id.	id.					130''
20 id.	id.					131''
21 id.	Forte pluie					150''
22 id.	id.					150''
24 id.	id.					152''
25 id.	id.					152''

lume d'eau nécessaire à l'irrigation des prairies de la de profondeur, et en en damant fortement les plafonds.

QUANTITÉ D'EAU absorbée en une seconde		OBSERVATIONS
Pour arroser la surface de prairie soumise à l'expérience	Pour arroser un hectare de prairie	
litres	litres	
93 75	33 51	<p>En prenant la moyenne des résultats inscrits dans la 9^e colonne, on trouve qu'il faut pour arroser par déversement un hectare de prairies, lorsque les rigoles de déversement ont 0^m05 de profondeur, et que les plafonds sont fortement damés, 31 litres 59 par 1^{''}. donc pas la moitié du volume d'eau nécessaire à l'arrosage des prairies dont les rigoles de déversement ont 0^m28 de profondeur.</p> <p>Au chapitre III, nous avons donné comme suffisants 30 litres d'eau par seconde et par hectare, pour l'arrosage, tandis que ces expériences accusent 31 litres 59. Cette différence est due à ce que les prairies soumises à ces expériences ont des ados de 5^m00 de largeur, tandis que celles dont il est question au chapitre III, ont des ados de 10^m00 de largeur; il y a donc moins de rigoles de déversement et par suite une plus petite dépense d'eau. Pour des ados de 10^m00 de largeur, 30 litres d'eau est un chiffre qui peut être regardé comme un fort maximum.</p>
93 75	33 51	
92 30	33 00	
93 00	33 25	
93 00	33 25	
93 00	33 25	
92 30	33 00	
91 60	32 75	
80 00	28 60	
80 00	28 60	
78 94	28 22	
78 94	28 22	

6° Tableau des expériences faites pour déterminer le ν à-dire en maintenant les rigoles de déversement

1 Dates des expériences	2 État du ciel	3 Surface de prairie soumise à l'expérience	RIGOLES DE DÉVERSEMENT				RIGOLES DE DISTRIBUTION			
			4 Hauteur d'eau	5 Largeur	6 Surface infiltrante par mètre	7 Surface infiltrante de toutes les rigoles	8 Hauteur d'eau	9 Largeur	10 Périmètre mouillé	11 Surface infiltrante totale
1855		H A. C.	m	m	m ²	m ²	m	m	m	m ²
26 juin	Pluvieux	2 79 69	0 04	0 25	0 33	2025 00	0 25	0 60	1 10	990 00
27 id.	id.									
28 id.	Beau temps									
29 id.	id.									
30 id.	Pluvieux									

Des expériences inscrites dans les six tableaux qui précèdent, on déduit les données suivantes :

1° La moyenne des résultats inscrits dans la 9^e colonne du tableau n° 1, fait voir que pour arroser par déversement des prairies établies sur un sol très perméable, disposées en ados d'une largeur de 5^m00 sur 25^m00 de longueur, et présentant une pente transversale de 0^m05 par mètre, avec des rigoles de déversement de 0^m28 de profondeur, il faut un volume d'eau par seconde et par hectare de 79 litres 66, qui se décompose comme suit. litres.

a. Quantité d'eau absorbée en s'infiltrant dans la rigole principale d'alimentation, voir la moyenne des résultats inscrits dans la 10^e colonne du tableau n° 4 5 72

b. Quantité d'eau absorbée par infiltration des rigoles de distribution. 5 27

A reporter. 10 99

lume d'eau nécessaire pour irriguer par infiltration; c'est-pleines, sans que l'eau déverse sur les prairies.

RIGOLE PRINCIPALE D'ALIMENTATION			Capacité du bassin mesureur Z''	Temps employé pour le remplir	VOLUME D'EAU absorbé par seconde		OBSERVATIONS
Hauteur d'eau	Périmètre mouillé	Surface infiltrante de toute la rigole			Pour maintenir pleines les rigoles de toute nature	réparti par hectare	
12	13	14	15	16	17	18	
m	m	m ²	m ³		litres	litres	
0 60	2 70	2034 00	12 00	158''	75 94	27 15	En prenant la moyenne des résultats inscrits dans la 18 ^e colonne, on trouve que pour maintenir pleines les rigoles de déversement lorsqu'elles n'ont que 0m05 de profondeur, il faut par hectare 27 lit. 116 d'eau.
				158''	75 94	27 15	
				159''	75 47	26 98	
				158''	75 94	27 15	
				158''	75 94	27 15	

Report

10 99

On obtient cette donnée en retranchant de la moyenne des résultats inscrits dans la 14^e colonne du tableau n° 3, la moyenne de ceux inscrits dans la 10^e colonne du tableau n° 4.

litres.

c. Quantité d'eau absorbée en s'infiltrant dans les rigoles de déversement

64 17

On obtient cette donnée en déduisant de la moyenne des résultats inscrits dans la 18^e colonne du tableau n° 2, la moyenne de ceux qui se trouvent dans la 14^e colonne du tableau n° 3.

d. Enfin, quantité d'eau employée pour opérer le déversement sur les ailes des ados, par-dessus les crêtes des rigoles de déversement

4 50

Total

79 66

Cette donnée se déduit de la moyenne des résultats inscrits dans la 9^e colonne du tableau n° 1, et de celle des résultats qui se trouvent dans la 18^e colonne du tableau n° 2, en retranchant la dernière de la première.

2° La moyenne des résultats inscrits dans la 9^e colonne du tableau n° 5 démontre que, pour arroser par déversement les mêmes prairies, lorsque la profondeur des rigoles de déversement est réduite à 0^m05 et les plafonds fortement damés, il faut, par hectare et par seconde, un volume d'eau de 31 litres 59, qui se décompose comme suit :

<i>a'</i> Quantité d'eau absorbée en s'infiltrant dans la rigole principale, comme ci-dessus	litres. 5 72
<i>b'</i> Quantité d'eau absorbée par l'infiltration des rigoles de distribution, comme ci-dessus	5 27
<i>c'</i> Quantité d'eau absorbée en s'infiltrant dans les rigoles de déversement	16 126
Cette donnée s'obtient en déduisant de la moyenne des résultats inscrits dans la 18 ^e colonne du tableau n°6, celle des résultats qui se trouvent dans la 14 ^e colonne du tableau n° 3.	
<i>d'</i> Quantité d'eau employée pour opérer le déversement sur les ailes des ados, par-dessus les crêtes des rigoles de déversement	4 474
Total	<u>31 590</u>

Cette donnée s'obtient en déduisant de la moyenne des résultats inscrits dans la 9^e colonne du tableau n° 5, la moyenne de ceux qui se trouvent dans la 18^e colonne du tableau n° 6.

Des mêmes expériences on déduit encore les données très importantes qui suivent :

e. Que l'eau absorbée par mètre carré de surface infiltrante des rigoles de déversement, lorsqu'elles ont 0^m28 de profondeur, est par 1" de 0'037.

f. Que la même quantité d'eau par mètre carré de surface infiltrante des mêmes rigoles, lorsqu'elles n'ont qu'une profondeur de 0^m05 , n'est que de $0'0222$ par 1"

g. Que l'infiltration par mètre carré de surface infiltrante des rigoles de distribution, est de $0'0148$ par 1"

h. Enfin que l'infiltration par mètre carré de surface infiltrante de la rigole principale d'alimentation, est de $0'0077$ par 1"

Les chiffres des §§ *f* et *h* paraissent absurdes; car l'infiltration par mètre carré de la rigole principale d'alimentation est de beaucoup inférieure à celle par mètre carré des rigoles de déversement, bien que la hauteur d'eau dans la première soit de 0^m60 , tandis que dans les dernières cette hauteur n'est que de 0^m05 ; mais si l'on prend en considération que la rigole d'alimentation est établie sur un sol non remué, et que l'arrosage depuis quatre années a déposé contre ses parois une couche de terre glaise qui varie de 0^m01 à 0^m015 d'épaisseur, tandis que les rigoles de déversement sont construites en remblai, et que les matières limoneuses que l'eau y dépose sont enlevées annuellement, ces résultats s'expliquent parfaitement.

Les expériences que nous venons d'exposer présentent beaucoup d'intérêt, et n'ont été données, jusqu'à présent, par aucun auteur. Les données que nous en avons déduites sont d'une grande importance, lorsqu'on a un projet d'irrigation à former pour un sol analogue à celui de la Campine. En effet, les projets faisant connaître exactement les surfaces infiltrantes des rigoles de toute nature, on obtiendra d'une manière précise le volume d'eau à conduire sur le terrain, en multipliant ces surfaces par la quantité d'eau absorbée par mètre carré de chaque catégorie de rigole; on pourra déterminer ainsi avec exactitude la surface qu'on peut soumettre à l'arrosage, avec la quantité d'eau dont on dispose.

Description détaillée de l'appareil destiné à déterminer le débit fourni par une lame d'eau de hauteur et de largeur données, s'écoulant par un déversoir de dimensions déterminées.

Le déversoir X (fig. 2, Pl. X) se compose de deux murs élevés verticalement et parallèlement, distants entre eux de 1^m05, ayant 1^m79 de longueur sur 0^m80 de hauteur, reposant sur un radier dont la partie supérieure est recouverte en pierre de taille polie.

L'appareil est le même de part et d'autre de l'axe du déversoir.

OPQQ' est une plaque en fonte placée verticalement, de 0^m80 de hauteur sur 0^m025 d'épaisseur.

La partie OPQ est coulée d'une seule pièce; la partie QQ' est mobile autour d'un axe vertical Q, enveloppé d'une charnière.

D et D' sont des barres en fer de 1^m45 de longueur sur 0^m08 de largeur et 0^m025 d'épaisseur, placées horizontalement au-dessus du déversoir, et scellées dans la maçonnerie par leurs extrémités. Ces barres sont percées de trous R, propres à recevoir des chevilles destinées à maintenir entre les plaques OPQ, la distance que l'on aura arrêtée.

E est une barre en fer mobile de 1^m10 de longueur, qui est fixée par ses extrémités aux parties supérieures des plaques QQ' de manière que leurs extrémités Q' restent toujours appuyées contre la maçonnerie.

Au moyen de cet appareil on peut faire varier l'ouverture du déversoir X, en approchant ou en écartant les plaques OPQ. Dans ces mouvements, la barre E tient toujours appuyées contre la maçonnerie les extrémités Q' des plaques QQ'

Pour prévenir l'infiltration de l'eau au-dessous des plaques OPQ, on remplit de terre glaise bien corroyée l'espace compris entre les plaques et les murs.

Les plaques étant complètement ouvertes laissent entre elles une ouverture exacte de 1^m00; on peut donc faire varier celle du déversoir de 1^m00 jusqu'à fermeture complète; et la hauteur des plaques étant de 0^m80, celle de l'eau sur le seuil du déversoir pourra varier entre 0^m80 et les hauteurs inférieures à ce chiffre.

En combinant ainsi différentes ouvertures avec des hauteurs diverses, on pourra faire passer sur le déversoir des lames d'eau d'une largeur quelconque au-dessus de O jusqu'à 1^m00, et d'une hauteur quelconque entre O et 0^m80.

Le déversoir X' se compose d'un côté du mur en retour du déversoir X, et, de l'autre côté, d'un mur élevé verticalement et parallèlement au mur en retour, à une distance de 1^m02.

Le radier de 1^m25 de longueur est recouvert d'une dalle en pierre de taille polie : il est de niveau avec celui du déversoir X.

FGH est une plaque mobile en fer, engagée dans une rainure en pierre de taille polie, ayant pour but de changer à volonté l'ouverture du déversoir; le retour perpendiculaire GH touche la vanne B sans s'y appuyer.

La plaque a une longueur de 1^m02 sur une hauteur de 0^m80 et une épaisseur de 0^m02; lorsqu'elle a glissé entièrement dans la rainure, comme il est indiqué fig. 2, Pl. X, et que le retour d'équerre GH appuie contre le mur gauche du déversoir, l'ouverture est de 1^m00.

G est une barre en fer de 1^m20 de longueur sur 0^m08 de largeur et 0^m025 d'épaisseur, placée horizontalement en travers de l'ouverture, et scellée par ses extrémités dans la maçonnerie; cette barre est percée de trous distants entre eux comme ceux des barres D et D' du déversoir X.

Une vis à tête carrée, passant par ces trous et s'engageant dans un écrou fixé à la plaque mobile F, de manière à pouvoir la faire changer de place, sert à maintenir la plaque dans la position qu'on aura déterminée.

Avec ces dispositions, on peut toujours donner aux deux déversoirs identiquement la même couverture, et comme les seuils sont de niveau, et que l'eau y arrive de la même manière, c'est-à-dire qu'elle n'est animée d'aucune vitesse autre que celle qui est due à l'écoulement par les déversoirs, la hauteur d'eau sera la même sur le seuil des deux déversoirs, pour une même ouverture.

Ces déversoirs sont munis d'un système de vannes, détaillé figures 1, 2 et 3, Pl. X, et dont la description suit :

La vanne A du déversoir X, fig. 1, est en bois de chêne et glisse dans des coulisses en fer bien alésées.

La vanne B du déversoir X' est en fonte, et ajustée dans des coulisses également en fonte, parfaitement alésées, de manière qu'en se fermant, elles ne livrent passage à aucune fuite d'eau; afin de rendre la fermeture plus complète, et d'éviter qu'en retombant la vanne B ne brise le seuil, la partie inférieure des vannes est garnie de feutre.

Ces deux vannes sont suspendues à un balancier coudé IKLM, qui repose sur un support C également coudé, d'une hauteur verticale de 0^m58, scellé dans le mur en retour de droite du déversoir X. Le rayon de mouvement du balancier est de 0^m864.

Son état de repos ou de mouvement est déterminé par le déclic N, établi sur le mur de droite du déversoir X'.

La prise d'eau pratiquée dans la digue du canal de jonction de la Meuse à l'Escaut, qui alimente les irrigations de Neerpelt, et en aval de laquelle se trouve l'appareil que nous venons de décrire, à une distance de 25^m00, a une ouverture de 1^m00. Son seuil est placé à 1^m10 en contrebas de la flottaison du canal alimentaire; elle est pourvue

d'une vanne hydrométrique, indiquée fig. 5, 6 et 7, Pl. XI, garnie de feutre à sa partie inférieure, et glissant dans des coulisses en pierres de taille parfaitement polies.

La manœuvre de cette vanne se fait au moyen de la vis verticale, qui s'engage par sa partie inférieure dans un écrou adapté à la vanne, tandis qu'elle est fixée à sa partie supérieure par un support horizontal, scellé sur la tablette de la prise d'eau.

Au moyen de l'appareil ainsi établi, on mesure avec une exactitude rigoureuse le volume d'eau débité par le déversoir X, pour toutes les nappes d'eau qu'on peut y faire passer, en combinant les ouvertures du déversoir depuis 0 jusqu'à 1^m00, avec les hauteurs comprises entre 0 et 0^m80.

Un exemple fera voir comment on doit procéder.

Supposons qu'il s'agisse de jauger le volume d'eau qui s'écoulera en 1 seconde par le déversoir X, pour une ouverture de 0^m80 et une hauteur d'eau sur le seuil de 0^m25.

On ferme d'abord entièrement la vanne hydrométrique de la prise d'eau, de manière à prévenir toute introduction d'eau dans l'appareil; ensuite on vide le bassin mesureur Z (fig. 3, Pl. XI), au moyen de l'aqueduc de décharge A'

Ces dispositions préliminaires étant prises, on donne aux déversoirs X et X' une ouverture de 0^m80, au moyen des plaques mobiles OPQ et FGH destinées à cette fin, et on place le balancier IKLM sur son déclic N, comme il est indiqué fig. 1 et 3, Pl. X.

La vanne A du déversoir X est alors hermétiquement fermée, au besoin même au moyen d'un calfatage, afin de prévenir toute introduction d'eau dans le bassin mesureur Z, et la vanne B du déversoir X' est ouverte.

L'appareil ainsi disposé, on ouvre lentement la vanne de la prise d'eau, jusqu'à ce que l'eau atteigne la hauteur

de 0^m25 sur les échelles placées en T et T'. Une fois l'eau parvenue à cette hauteur, on laisse l'écoulement s'effectuer pendant quelques minutes par le déversoir X', qui se décharge dans la rigole d'écoulement ff' (fig. 3, Pl. XI), afin de voir si l'eau se maintient parfaitement à la hauteur de 0^m25. Dès qu'on s'est assuré que l'eau reste constante à cette hauteur sur les échelles T et T', on dégage le balancier IKLM (fig. 3) de son déclic, alors et instantanément, la vanne B, qui est en fonte et pèse 325 kilog., tombera sur son seuil, en enlevant par son mouvement la vanne A, construite en bois de chêne et pesant 13 kilog. Les eaux fournies par la prise d'eau, au lieu de s'écouler par le déversoir X' dans la rigole de décharge ff' en sont spontanément détournées pour se déverser par le déversoir X dans le bassin mesureur Z. Au moyen d'une montre à secondes, on constate le temps qui se sera écoulé depuis l'ouverture instantanée de la vanne A jusqu'au parfait remplissage du bassin mesureur Z, dont la capacité est de 72^m300. Durant l'expérience on observe, sur les échelles placées en T et T', si l'eau reste constamment à la même hauteur.

En divisant ce volume d'eau par le nombre de secondes que l'écoulement a duré pour remplir le bassin mesureur Z, on aura obtenu, avec une exactitude rigoureuse, le volume d'eau qui se sera écoulé en une seconde par le déversoir X, par une tranche d'eau de 0^m80 de largeur sur 0^m25 de hauteur.

De la même manière, on déterminera le débit du déversoir X pour toutes les largeurs comprises entre 0 et 1^m00 avec des hauteurs de 0^m80.

Nous nous sommes livré à une série d'expériences, dont les résultats prouvent la rigoureuse exactitude des opérations faites au moyen de cet appareil.

Pour 120 expériences, le coefficient de correction qui

en a été déduit ne donne pas lieu à des écarts de plus de 2 ou 3 millimètres ; tous sont compris entre 0.313 et 0.316, et la moyenne, qui doit être aussi près que possible de la vérité, est 0.314.

Ainsi, au moyen de l'édifice que nous venons de décrire, on est à même d'évaluer avec une exactitude mathématique le volume d'eau nécessaire à l'arrosage des prairies, et le débit d'un déversoir ayant les dimensions de celui qui est indiqué fig. 2, pl. X, et sur le seuil duquel on peut maintenir une hauteur d'eau constante, au moyen de la vanne hydrométrique de la prise d'eau ; par conséquent, la distribution des eaux d'arrosage peut se régler très convenablement au moyen de ce module, dont l'application est peu coûteuse.

En effet, après avoir déterminé, au moyen de l'appareil destiné à cette recherche, le volume d'eau nécessaire pour la région où l'on doit établir un système d'arrosage, on aura le volume d'eau que le module régulateur devra débiter, en multipliant le nombre de litres d'eau déterminé pour l'irrigation d'un hectare par le nombre d'hectares de la surface qu'on arrose.

Ce module se compose simplement d'un déversoir construit identiquement, quant aux dispositions principales, comme le déversoir X (fig. 2, pl. X), et dont le débit théorique doit être multiplié par 0.314 pour obtenir le débit effectif, avec la dernière exactitude. Il est placé à l'extrémité d'un bassin semblable à celui qui se trouve en amont de l'appareil jaugeur ; ce bassin se trouve immédiatement en aval de la prise d'eau avec vanne hydrométrique, comme il est indiqué fig. 1, 2, 3, 4 et 5, pl. III.

Si le volume d'eau que le module doit débiter est peu considérable, on peut donner une moindre largeur au déversoir, quoique en définitive l'économie qui en résulte dans la construction se réduise à fort peu de chose.

EXEMPLE :

Je suppose que le module (pl. III) doit débiter 850 litres d'eau par seconde. Pour connaître la hauteur d'eau qui devra être maintenue sur le seuil du déversoir, en observant cette hauteur aux échelles placées dans les chambres T et T', on a la formule :

$$Q = mLH \sqrt{2gH}$$

dans laquelle Q représente le débit, ou 0^m85; *m* le coefficient de correction, ou 0.314; L la largeur du déversoir, ou 1^m00; H la hauteur de la lame d'eau sur le seuil du déversoir qu'il s'agit de déterminer, et 2*g* = 19.62. En substituant ces valeurs dans la formule on a :

$$0.85 = 0.314 \times 1 \times H \sqrt{19.62 H}; \text{ d'où } H =$$

$$\sqrt[3]{\frac{0.7225}{1.9344}} = 0.72.$$

Ainsi pour que ce module livre 850 litres d'eau par seconde, il faut maintenir une hauteur d'eau constante de 0^m72 sur son seuil, au moyen de la vanne hydrométrique de la prise d'eau. Si des exhaussements ou des abaissements se produisent dans le canal alimentaire, l'irrigateur chargé de la distribution des eaux, qui conserve les clefs des prises d'eau, ferme ou ouvre la vanne hydrométrique de manière à maintenir la hauteur d'eau de 0^m72 à l'entrée du module.

Dans un canal alimentaire dont l'alimentation est bien réglée, les variations dans son plan de flottaison sont peu fréquentes et jamais spontanées; une inspection journalière de la prise d'eau suffit pour que l'irrigateur maintienne le débit du module constant.

Un régulateur semblable, lorsqu'il doit débiter 1,000 litres par seconde, coûte en moyenne 1,680 fr., savoir : 995 francs pour la prise d'eau avec la vanne hydrométrique qui y est adaptée; 185 francs pour le bassin en aval de la prise d'eau avec le relief en fascinage, et 500 francs pour le déversoir.

La construction de l'édifice complet, pour faire les expériences décrites ci-dessus, a donné lieu à une dépense de 7,900 fr., dont 6,370 fr. pour la partie qui sert à déterminer le débit du déversoir X, et 1,530 fr. pour celle qui sert à évaluer la quantité d'eau absorbée par l'arrosage.

La 1^{re} partie de l'édifice ne doit se construire qu'une fois; car les données qu'elle conduit à déterminer sont vraies et applicables partout; quant à la seconde partie, servant à jauger la quantité d'eau absorbée par l'arrosage, il est essentiel de la construire suivant que la nature du sol, le climat ou le mode d'établissement des prairies varient.

Nous n'avons pu appliquer aux irrigations de la Campine ce module si simple, permettant la distribution de l'eau avec régularité et exactitude. Lorsque nous avons composé ce module, la majeure partie des irrigations en question étaient construites. De plusieurs d'entre elles la disposition des travaux en aval des prises d'eau ne permettait d'établir le module, sans supprimer à grands frais une partie des prairies, ce que l'Administration ne pouvait exiger des concessionnaires. Nous avons donc été obligé de faire usage d'un autre procédé, pour répartir les eaux entre les usagers conformément, autant que possible, aux prescriptions de l'art. 13 de la loi et du règlement relatifs aux irrigations de la Campine. Cet article exige que chaque hectare de prairie reçoive par seconde la même quantité d'eau. La vanne hydrométrique dont est pourvue chaque prise d'eau, nous a mis à même de résoudre équitablement

ce problème, de façon à sauvegarder les intérêts des usagers et ceux de l'Etat. A cette fin des échelles graduées, dont le 0 est de niveau avec le seuil des prises d'eau, ont été placées en amont et en aval de ces ouvrages. Pendant une année la hauteur de l'eau a été observée journellement sur ces échelles. La moyenne des observations faites à l'amont et à l'aval ont été admises comme hauteur d'eau constantes, l'une en amont et l'autre en aval des prises d'eau. La différence entre ces moyennes a été adoptée comme la charge constante sous laquelle s'effectue l'écoulement par les ouvertures des vannes, des prises d'eau. A l'aide de ces données les ouvertures des vannes ont été calculées pour les débits correspondants à une distribution d'eau faite aux prairies à raison de $\frac{1}{2}$ à 8 litres par seconde et par hectare. Le tout a été réuni dans un tableau dont voici le modèle :

DÉSIGNATION des IRRIGATIONS	Surface des prairies	HAUTEUR de l'eau sur le seuil des prises d'eau		Charge sur le centre de l'orifice	Largeur de la prise d'eau	DÉBIT des prises d'eau en distribuant l'eau par seconde et par hectare à raison de				OUVERTURE des vannes pour distri- buer l'eau par seconde et par hectare à raison de			
		à l'amont	à l'aval			1/2 litre	1 litre.	1 1/2 lit.	8 litres	1/2 litre	1 litre	1 1/2 lit.	8 litres
Lille-St Hubert	162 ^h res	1 ^m 27	0 ^m 92	0 ^m 35	0 ^m 75	0 ^m 081	0 ^m 3162	0 ^m 3243	1 ^m 3296	0 ^m 066	0 ^m 132	0 ^m 198	1 ^m 5056

A la face intérieure d'une des coulisses dans lesquelles la vanne est engagée, est fixée une échelle en fer exactement graduée, et la vanne hydrométrique est pourvue d'une aiguille qui correspond avec le O de l'échelle quand la vanne est fermée.

L'agent chargé de la manœuvre des vannes des prises d'eau, dont il a la surveillance, possède le tableau de la distribution des eaux, et suivant qu'il y a de l'eau disponible, il reçoit ordre de donner aux vannes les ouvertures pour le débit indiqué.

Ce procédé, basé sur des moyennes, n'est certes pas d'une exactitude rigoureuse, mais il est équitable; car si la flottaison de l'eau hausse ou baisse dans le canal alimentaire, ces variations agissent dans le même sens sur le débit de toutes les prises d'eau qui se trouvent dans le même bief de ce canal. Ce mode de répartition des eaux d'arrosage nous l'avons appliqué en Campine depuis 32 ans, sans qu'il ait donné lieu à la moindre difficulté.



APPENDICE

LÉGISLATION BELGE SUR LES IRRIGATIONS

(Loi du 27 Avril 1848)

ARTICLE PREMIER. Tout propriétaire qui voudra se servir, pour l'irrigation de ses propriétés, des eaux naturelles ou artificielles dont il a le droit de disposer, pourra obtenir le passage de ces eaux sur les fonds intermédiaires, à la charge d'une juste et préalable indemnité.

ART. 2. Les propriétaires des fonds inférieurs devront recevoir les eaux des terrains ainsi arrosés, sauf l'indemnité qui pourra leur être due.

ART. 3. La même faculté de passage sur les fonds intermédiaires pourra être accordée, aux mêmes conditions, au propriétaire d'un marais ou d'un terrain submergé en tout ou en partie, à l'effet de procurer aux eaux nuisibles leur écoulement.

ART. 4. Sont exceptés des servitudes qui font l'objet des articles 1^{er}, 2 et 3, les bâtiments ainsi que les cours, jardins, parcs et enclos attenants aux habitations.

ART. 5. Tout propriétaire, voulant se servir, pour l'irrigation de ses propriétés, des eaux dont il a le droit de disposer, pourra, moyennant une juste et préalable indemnité, obtenir la faculté d'appuyer, sur la propriété du riverain opposé, les ouvrages d'art nécessaires à sa prise d'eau.

Ces ouvrages d'art devront être construits et entretenus de manière à ne nuire en rien aux héritages voisins.

Sont exceptés de cette servitude les bâtiments et les cours et jardins attenants aux habitations.

ART. 6. Le riverain sur le fonds duquel l'appui sera réclamé, pourra toujours demander l'usage commun du barrage, en contribuant pour moitié aux frais d'établissement et d'entretien. Aucune indemnité ne sera respectivement due dans ce cas, et celle qui aurait été payée devra être rendue.

Lorsque l'usage commun ne sera réclamé qu'après le commencement ou l'achèvement des travaux, celui qui le demandera devra supporter seul l'excédant de dépense auquel donneront lieu les changements à faire au barrage pour l'approprier à l'irrigation de son fonds.

ART. 7. Les contestations auxquelles pourront donner lieu l'établissement des servitudes mentionnées aux articles précédents, la fixation du parcours de la conduite d'eau, de ses dimensions et de sa forme, la construction des ouvrages d'art à établir pour la prise d'eau, l'entretien de ces ouvrages, les changements à faire aux ouvrages déjà établis, et les indemnités dues au propriétaire du fonds traversé, de celui qui recevra l'écoulement des eaux ou de celui qui servira d'appui aux ouvrages d'art, seront portées devant les tribunaux qui, en prononçant, devront concilier l'intérêt de l'opération avec le respect dû à la propriété.

Il sera procédé devant les tribunaux comme en matière sommaire et, s'il y a lieu à expertise, il pourra n'être nommé qu'un seul expert.

ART. 8. Le gouvernement est autorisé, sur l'avis de la députation du conseil provincial, à appliquer l'article 4 de la loi du 18 Juin 1846, sur l'établissement des wateringues, à des localités non désignées dans ladite loi.

ART. 9. Il n'est aucunement dérogé par les présentes dispositions aux lois qui règlent la police des eaux.

(Loi du 20 Juin 1855).

ARTICLE PREMIER. Le gouvernement est autorisé à arrêter un règlement de police sur les irrigations faites au moyen de prises d'eau pratiquées aux canaux et aux cours d'eaux navigables et flottables de la Campine, ainsi qu'à leurs dérivations.

Ce règlement aura pour objet de déterminer, en conformité de la loi et des droits des propriétaires résultant des contrats, tout ce qui concerne la concession, la construction, l'entretien et la manœuvre des prises d'eau, la répartition des eaux d'arrosage entre les propriétaires intéressés, la construction, l'entretien et le curage des rigoles d'alimentation et d'évacuation, ainsi que des canaux colateurs.

ART. 2. Le gouvernement fait manœuvrer, à ses frais, les écluses d'irrigation établies sur les bords des canaux et des cours d'eau mentionnés à l'art. 1^{er}.

Il peut cependant en abandonner, jusqu'à révocation, la manœuvre aux propriétaires, à charge par eux d'observer les règlements ayant pour objet d'assurer le service de la navigation et la distribution des eaux d'arrosage.

ART. 3. Le régime intérieur des irrigations est libre, sauf les dispositions de la présente loi.

Chaque concessionnaire peut, sous la même réserve, librement créer des prés ou les modifier et disposer des eaux dans les limites de sa propriété, pourvu qu'il ne les emploie qu'à l'usage déterminé par l'acte de concession, et qu'il les rende à leur cours à la sortie de son fonds, à l'endroit et au niveau fixés par l'administration.

ART. 4. La construction des prises d'eau, des rigoles d'alimentation et d'écoulement, ainsi que des canaux colateurs établis en vertu d'actes de concession antérieurs à la présente loi, ne peut être modifiée sans l'autorisation du gouvernement.

Les remplois d'eau établis ou prescrits ne peuvent être supprimés sans la même autorisation.

ART. 5. Les travaux nécessaires pour préparer un terrain à l'irrigation, ensuite d'une concession de l'Etat, ne peuvent être entrepris qu'après que le gouvernement a réglé, les propriétaires entendus, ce qui est relatif, d'une part, à la construction des prises d'eau, des ri-

goles d'alimentation et d'évacuation, ainsi que des colateurs et, d'autre part, aux remplois d'eau que les terrains comportent.

ART. 6. Lorsqu'une prise d'eau sert à l'arrosage d'une zone de terrains divisés entre plusieurs propriétaires et irrigués ensuite d'une concession du gouvernement, le Roi peut, à défaut d'entente et de convention entre les propriétaires, déterminer par un règlement l'usage des eaux, et prescrire la construction et l'entretien des ouvrages qu'il serait utile d'établir dans l'intérêt commun.

ART. 7. Le gouvernement peut disposer en tout temps des eaux qui ont servi à l'irrigation des terrains arrosés en vertu de son autorisation.

Il peut, après avoir entendu les propriétaires, employer les rigoles d'alimentation et d'évacuation de ces terrains, ainsi que les colateurs, afin d'opérer d'autres irrigations, pourvu qu'il n'en résulte aucun préjudice pour les concessionnaires primitifs, quant à l'arrosage de leurs propriétés, et qu'il ne soit apporté aucune entrave à l'écoulement des eaux ou à l'assèchement des prés.

ART. 8. La demande de prise d'eau prévue par le § 2 de l'art. 7, accompagnée de l'avis de l'ingénieur en chef et d'un plan des ouvrages à établir, sera signifiée au propriétaire des rigoles et des colateurs, à son domicile réel.

Le délai pour répondre à cette signification sera de deux mois.

En cas de modification à la demande primitive, les mêmes règles seront observées.

ART. 9. Les propriétaires des terrains arrosés au moyen des rigoles ont un titre de préférence à l'usage des eaux des dites rigoles, pour irriguer leurs propriétés limitrophes.

ART. 10. Dans les cas prévus par les art. 7, 8 et 9, le Roi décidera, la députation permanente du conseil provincial entendue.

ART. 11. Les dispositions des art. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 9 de la loi du 27 avril 1848, sont applicables aux travaux à exécuter par suite des concessions faites en vertu des art. 7, 8 et 9 de la présente loi.

ART. 12. Les concessionnaires sont responsables de tout dommage qui résulte de l'exécution des travaux ou de l'usage de leur concession.

Ils ne peuvent de ce chef exercer aucun recours contre l'Etat.

ART. 13. Le gouvernement répartit entre les concessionnaires, sauf

les cas de force majeure ou de chômage nécessité par l'intérêt public, les eaux qui ne sont pas indispensables à la navigation.

ART. 14. Les travaux de curage et autres à exécuter aux canaux de la Campine et à ceux qui les alimentent, seront faits de préférence et autant que possible à l'époque où l'irrigation cesse habituellement.

Cette règle est applicable aux rigoles d'alimentation et d'écoulement servant à divers propriétaires.

ART. 15. L'entretien et le curage des rigoles d'alimentation et d'évacuation, ainsi que des colateurs, se font par les propriétaires intéressés et à leurs frais.

Toutefois, lorsque plusieurs propriétaires usent à la fois de ces rigoles ou de ces colateurs, ils concourent tous aux travaux d'entretien et de curage proportionnellement à l'intérêt qu'ils y ont, et en conformité des rôles dressés par l'ingénieur en chef et rendus exécutoires par le gouverneur de la province, après leur avoir été communiqués.

En cas de réclamation, la députation permanente du conseil provincial statue comme en matière de contributions directes.

Lorsqu'un canal colateur a été construit par le gouvernement pour recueillir les eaux d'une zone de terrains, la part afférente aux terrains non encore irrigués de cette zone, dans les frais d'entretien et de curage, est à la charge de l'Etat.

ART. 16. Les contraventions aux dispositions de la présente loi et aux prescriptions réglementaires faites pour en assurer l'exécution, sont punies d'une amende de un à deux cents francs et d'un emprisonnement de un à huit jours, séparément ou cumulativement.

ART. 17. Sont punis des mêmes peines, ceux qui entraveront d'une manière quelconque l'usage des eaux concédées pour l'arrosage des terrains d'autrui, et notamment :

1° En les arrêtant dans les rigoles par des barrages en terre, des engins de pêche ou autrement ;

2° En les faisant écouler par des emprises ou de toute autre manière ;

3° En les employant, sans autorisation, à un usage non prévu par les actes de concession ;

4° En effectuant aux prises d'eau des manœuvres, sans l'intervention des agents commis à cet effet ;

5° En creusant le long des rigoles d'alimentation ou d'évacuation,

ainsi que des colateurs, des contre-fossés dont l'existence donnerait lieu à des filtrations;

6° En faisant stationner des bateaux devant les prises d'eau.

ART. 18. En condamnant à l'amende, le juge ordonnera qu'à défaut de paiement dans les deux mois à dater du jugement, s'il est contradictoire, et de sa notification, s'il est par défaut, cette amende soit remplacée par un emprisonnement qui ne pourra excéder le terme de sept jours, et que, dans tous les cas, le condamné peut faire cesser en payant l'amende.

ART. 19. En ce qui concerne la condamnation aux frais prononcée au profit de l'Etat, la durée de la contrainte par corps sera déterminée par le jugement ou l'arrêt, sans qu'elle puisse être au-dessous de huit jours ni excéder un mois.

Néanmoins, les condamnés qui justifieront de leur insolvabilité, suivant le mode prescrit par les lois ordinaires de la procédure criminelle, seront mis en liberté après avoir subi sept jours de contrainte, quand les frais n'excéderont pas 25 francs.

La contrainte par corps n'est exercée ni maintenue contre les condamnés qui auront atteint leur soixante-dixième année.

ART. 20. Les agents, désignés à cet effet par le Roi, auront le droit de constater les contraventions en matière d'irrigation. Avant d'entrer en fonctions, ils prêteront serment entre les mains du juge de paix de leur résidence.

ART. 21. Les procès-verbaux dressés en vertu de l'article précédent, feront foi jusqu'à preuve contraire.

Ils seront affirmés dans un délai de trois jours, soit devant le juge de paix du canton ou l'un de ses suppléants, soit devant le bourgmestre ou un échevin de la commune, et transmis dans un semblable délai de trois jours, à partir de l'affirmation, à l'officier du ministère public chargé de requérir, s'il y a lieu, l'application de la peine.

ART. 22. Si un propriétaire qui, en conformité d'un jugement ou d'une décision de l'autorité compétente, doit exécuter des travaux quelconques par suite d'une concession de l'Etat, s'abstient de les terminer dans le délai voulu ou dans la forme prescrite, le gouvernement peut les faire exécuter ou reconstruire d'office.

Les dépenses sont recouvrées contre le propriétaire, comme en matières de contributions directes, à la diligence du gouverneur de la province.

ART. 23. Le propriétaire de terrains arrosés ensuite d'une concession doit, s'il n'est pas domicilié dans le canton où ils sont situés, y avoir un domicile élu, auquel les actes et les décisions de l'administration sont, au besoin, signifiés.

Cette signification est valable comme si elle était faite au propriétaire même.

L'élection de domicile sera notifiée au gouverneur de la province où les irrigations sont établies, au moyen d'une lettre chargée à la poste.

A défaut d'élection de domicile, les actes et décisions énoncés au § 1^{er} seront signifiés valablement au greffe de la justice de paix du canton où les biens sont situés.

ART. 24. Le produit des amendes prononcées à charge des contrevenants, sera versé au trésor.

ART. 25. Les tribunaux de simple police connaîtront de toutes les contraventions à la présente loi et aux arrêtés pris pour son exécution.

(Réglement du 22 Mars 1856).

ART. 1^{er}. Les propriétaires qui veulent se servir, pour l'irrigation de leurs propriétés, des eaux des canaux et des cours d'eau navigables et flottables de la Campine, ou de leurs dérivations, doivent en demander l'autorisation à Notre Ministre de l'Intérieur, en joignant à leur requête l'indication de la superficie et le plan des terrains à arroser.

ART. 2. Les actes d'autorisation fixent :

1^o Les dimensions de la prise d'eau et la position du seuil par rapport à la flottaison du canal ou du cours d'eau auquel elle est pratiquée;

2^o Les dimensions de la rigole principale d'alimentation;

3^o La superficie du terrain à irriguer directement, abstraction faite de tout remploi d'eau;

4^o S'il y a lieu, la superficie du terrain à irriguer par remploi d'eau.

Aux actes d'autorisation sont joints des plans et profils d'après lesquels doivent être établis la prise d'eau, l'ouvrage nécessaire pour mesurer la quantité d'eau qui s'écoule par la prise d'eau, les rigoles d'alimentation et d'écoulement, les colateurs et les ouvrages relatifs aux remplois d'eau. Ces plans et profils sont obligatoires pour les concessionnaires comme les actes d'autorisation.

Les demandeurs sont entendus avant que les actes d'autorisation, ainsi que les plans et profils qui doivent y être annexés, soient définitivement arrêtés et approuvés.

ART. 3. Les concessionnaires ne peuvent commencer les travaux qu'ils sont autorisés à exécuter qu'après avoir fait connaître, à l'agent du service des défrichements désigné à cet effet, le jour où ils se proposent de mettre la main à l'œuvre.

Après l'achèvement des travaux, ils doivent en donner avis au même agent, et faire constater qu'ils les ont exécutés selon les règles de l'art et conformément aux prescriptions de l'acte d'autorisation, ainsi qu'aux plans et profils approuvés.

ART. 4. Lorsqu'il est constaté que des ouvrages prescrits n'ont pas été exécutés ou ne l'ont pas été selon les règles de l'art et conformément aux actes de concession, ainsi qu'aux plans et profils y annexés, il en est donné avis aux concessionnaires par le Ministre de l'Intérieur, avec invitation, selon l'occurrence, soit d'exécuter tous les ouvrages prescrits, soit de démolir et de reconstruire ceux de ces ouvrages qui n'ont pas été exécutés conformément à ce qui est prescrit,

Dans les huit jours qui suivent cette mise en demeure, les concessionnaires peuvent faire valoir leurs moyens de défense ou d'opposition.

Soit qu'ils n'aient point fait usage de cette faculté, soit que les moyens de défense ou d'opposition qu'ils auront produits, n'aient pas été admis, il est procédé à leur égard conformément aux prescriptions de l'article 22 de la loi du 20 Juin 1855, si quinze jours après le délai fixé, ils n'ont pas obtempéré à l'invitation qui leur a été adressée, le tout sans préjudice des peines qu'ils auront encourues pour avoir contrevenu aux dispositions du présent règlement.

ART. 5. Les plans, profils et autres pièces qui, aux termes de l'article 2, doivent être joints aux actes d'autorisation, sont délivrés gratuitement aux concessionnaires.

Toutefois, les indemnités pour frais de déplacement des fonctionnaires et des agents de l'administration qui doivent se rendre sur les lieux, pour instruire les demandes en concession, ainsi que le salaire des ouvriers employés dans le même but, sont acquittés par les concessionnaires chez le receveur désigné à cet effet, sur la présentation d'un état signé par l'ingénieur en chef, directeur du service de la Campine, et rendu exécutoire par le gouverneur de la province.

Il en est de même des frais de déplacement et autres auxquels donnent lieu, tant la surveillance des travaux, que la vérification mentionnée au § 2 de l'article 3.

Les frais de déplacement des agents de l'administration sont calculés d'après un tarif arrêté par le Ministre de l'Intérieur.

En cas de refus de payement, le recouvrement des frais est poursuivi conformément à la loi.

ART. 6. Les actes d'autorisation, ainsi que les plans et les profils qui y sont annexés sont obligatoires pour les concessionnaires aussi longtemps qu'ils n'ont pas renoncé à leur concession et rétabli, à leurs frais, les lieux en leur état primitif.

Ils n'engagent, en aucune manière, la responsabilité de l'Etat ou de l'administration, et sont délivrés sans garantie de leur part.

ART. 7. Les frais à résulter de l'exécution d'ouvrages qui doivent être effectués par suite de la responsabilité incombant aux concessionnaires, en vertu de l'article 12 de la loi du 20 Juin 1855, sont exclusivement à la charge de ces derniers, lors même que les ouvrages à exécuter n'ont pas été prescrits par les actes de concession.

ART. 8. Il ne peut être établi de prise d'eau, de rigole d'alimentation et d'écoulement, ou de colateur, qu'en vertu d'une concession accordée en conformité du présent règlement.

Les prises d'eau, les ouvrages destinés à mesurer l'eau, les rigoles d'alimentation et d'écoulement, ainsi que les colateurs établis en vertu d'une concession accordée antérieurement ou conformément au présent règlement, ne peuvent être modifiés sans une autorisation préalable du Ministre de l'Intérieur.

Les remplois d'eau établis ou prescrits ne peuvent être supprimés sans la même autorisation.

En cas de contravention à ces dispositions, il sera procédé de la manière prescrite à l'article 4, sans préjudice des peines dont les délinquants seront passibles pour avoir contrevenu au présent règlement.

ART. 9. Pour assurer l'exécution de l'article précédent, l'état des lieux sera constaté pour tous les terrains arrosés en vertu d'une concession de l'Etat, au moyen des plans dressés par les agents du service des défrichements, visés par l'ingénieur en chef, directeur de ce service, et approuvés par Notre Ministre de l'Intérieur, après qu'ils auront été soumis à l'inspection des propriétaires intéressés.

ART. 10. Les concessionnaires sont tenus de maintenir constamment en bon état d'entretien les prises d'eau, les ouvrages nécessaires pour mesurer le débit de ces dernières, les rigoles d'alimentation et d'évacuation, les colateurs, les ouvrages d'art existant sur ces rigoles, ainsi que ceux qui sont requis pour faire les remplois d'eau établis ou prescrits.

Lorsqu'un concessionnaire, invité à satisfaire à cette prescription, s'abstient, dans le délai déterminé, d'exécuter les ouvrages nécessaires, ou de justifier son abstention par des motifs légitimes, le Ministre de l'Intérieur peut faire exécuter lesdits ouvrages conformément aux dispositions de l'art. 22 de la loi du 20 Juin 1855, sans préjudice des pénalités dont le contrevenant serait passible en vertu du présent règlement.

ART. 11. Les rôles dressés par l'ingénieur en chef, dans les cas prévus par le § 2 de l'art. 15 de la loi du 20 Juin 1855, mentionnent :

1° Le montant du devis des travaux d'entretien et de curage dressé par l'administration des défrichements ;

2° La superficie totale des prairies auxquelles les rigoles ou colateurs sont destinés à servir de voie d'alimentation ou d'écoulement ;

3° La superficie de ces prairies appartenant à chacun des propriétaires intéressés ;

Les travaux doivent être exécutés par les soins des propriétaires, aux époques où l'irrigation cesse habituellement ; s'ils ne le sont pas dans un délai fixé, au besoin, par Notre Ministre de l'Intérieur, ils seront exécutés d'office par le gouvernement, et les dépenses seront recouvrées comme en matière de contribution directes.

ART. 12. Dans le cas prévu par le § 4 de l'art. 15 de la loi du 20 Juin 1855, l'ingénieur en chef, en dressant les rôles mentionnés au § 2 du même article, y détermine la part afférente à l'Etat, dans les frais d'entretien et de curage. Cette part est fixée en raison de l'étendue des terrains non irrigués, qui, s'ils étaient soumis à l'arrosage, devraient décharger leurs eaux dans le canal colateur à entretenir ou à curer.

Dans ce même cas, les travaux d'entretien et de curage sont effectués, aux frais des parties intéressées par les soins du gouvernement.

ART. 13. Sauf les cas prévus par l'art. 13 de la loi du 20 Juin 1855, les eaux qui ne sont pas indispensables à la navigation sont réparties entre les concessionnaires par les agents du service de la Campine désignés à cet effet, de telle sorte que chacun d'eux reçoive, par seconde, la même quantité d'eau pour chaque hectare de terrain à irriguer, dans les limites des actes de concession.

Il pourra, toutefois, être dérogé à cette règle pendant la première année de l'irrigation.

ART. 14. Il sera placé, aux endroits à désigner par le Ministre des Travaux publics, des repères indiquant le niveau de flottaison indispensable à la navigation.

Ces repères seront établis de manière que, sur toute l'étendue des biefs dont ils détermineront respectivement la flottaison, il y ait, au *minimum*, le mouillage qui suit :

1° Dans le canal de Maestricht à Bois-le-Duc.	2 mètr. 10 cent.
2° Dans le canal de Bocholt à Anvers et ses embranchements, jusqu'à l'achèvement complet de la troisième section dudit canal	1 " 65 "
Après l'achèvement complet de cette section	2 mètr. 10 cent.

Lorsque, dans un des biefs où il y a des prises d'eau, l'eau se trouve à un centimètre et plus en contre-bas des repères prémentionnés, l'irrigation est suspendue.

Elle ne peut être reprise que lorsque l'eau est remontée au moins jusqu'à un centimètre au-dessus des mêmes repères.

ART. 15. L'irrigation des terrains arrosés par suite d'un acte de concession a lieu, en règle générale, au printemps, du 1^{er} Mars au 31 Mai; en été, du 20 Juin au 21 Août; et en automne, du 1^{er} Octobre au 20 Décembre.

Toutefois, et en dehors des cas de force majeure ou de chômage prévus par l'art. 13 de la loi du 20 Juin 1855, elle pourra se faire à d'autres époques, si les propriétaires le demandent et si les eaux disponibles et l'état des canaux le permettent.

ART. 16. Les règles établies à l'art. 13 pour la répartition des eaux sont applicables aux terrains appartenant à divers propriétaires, et arrosés au moyen d'une ou de plusieurs prises d'eau communes.

ART. 17. Deux échelles, divisées en centimètres, sont placées par les soins et aux frais des concessionnaires, l'une en amont, l'autre en aval de chaque prise d'eau, d'après les indications des agents de l'administration et dans le délai à fixer par Notre Ministre de l'Intérieur.

ART. 18. Toutes les prises d'eau pratiquées aux canaux de la Campine ou à leurs dérivations, seront pourvues chacune d'une vanne fermant à clef et dont le dessin sera adressé aux concessionnaires ou à leurs ayants droit, par l'ingénieur en chef directeur du service des défrichements.

Les agents désignés à cet effet conserveront les clefs de ces vannes, dont les manœuvres s'effectueront par eux ou sous leur direction.

ART. 19. L'ingénieur chargé de la distribution des eaux destinées à l'irrigation tiendra un registre où seront mentionnées toutes les manœuvres opérées aux prises d'eau, et où seront annotées toutes les circonstances qu'il est nécessaire de connaître pour pouvoir calculer le débit résultant de ces manœuvres.

Les intéressés peuvent prendre inspection de ce registre et y consigner les observations et les réclamations qu'ils croiront avoir à faire.

ART. 20. Les concessionnaires ou leurs ayants droit doivent faire connaître, quatre jours d'avance, aux agents du service des défrichements désignés à cet effet, l'époque à laquelle ils ont l'intention de commencer l'arrosage de leurs prairies.

Lorsqu'ils s'abstiennent de se conformer à cette prescription, leurs prises d'eau restent fermées.

Ils ne peuvent laisser couler l'eau mise à leur disposition sans l'utiliser en l'employant conformément à leur acte de concession, à moins d'avoir informé, deux jours d'avance, les agents désignés à cet effet, du moment où ils veulent cesser d'en faire emploi.

ART. 21. Lorsqu'une demande de règlement concernant une zone de prairies divisée entre plusieurs propriétés et arrosée au moyen d'une ou de plusieurs prises d'eau communes, est adressée au gouvernement, Notre Ministre de l'Intérieur convoque les propriétaires à l'effet de régler leurs intérêts de commun accord, et désigne le président et le secrétaire de la réunion; il est tenu procès-verbal de chaque séance.

A défaut d'entente, il est statué par Nous d'office.

ART. 22. Il est interdit de faire, sans l'intervention des agents désignés à cet effet, aucune manœuvre aux vannes des prises d'eau ou aux déversoirs des cours d'eau naturels ou artificiels utilisés dans l'intérêt des irrigations de la Campine, d'entraver l'écoulement des eaux dans ces cours d'eau par des barrages en terre, des engins de pêche ou autrement, de briser, enlever ou altérer les moyens de fermeture ou les échelles placées aux prises d'eau, ou aux ouvrages d'art destinés à la distribution des eaux d'arrosage, d'employer l'eau mise à la disposition des concessionnaires à un usage non déterminé par les actes de concession, et de laisser écouler l'eau sans l'utiliser de la manière prescrite par lesdits actes, à moins d'avoir donné au préalable l'information voulue par le dernier paragraphe de l'article 20.

ART. 25. Les contraventions aux dispositions du présent règlement, constatées par les procès-verbaux des agents du service des défrichements désignés par Nous, sont punies des peines comminées par la loi du 20 Juin 1855 sur la police des irrigations en Campine.

ART. 24. L'élection de domicile, prévue par l'art. 23 de la loi du 20 Juin 1855, doit avoir lieu dans le mois à dater du jour de la publication du présent arrêté.

A défaut d'élection de domicile, notifiée dans ce délai au gouverneur de la province, les actes et les décisions de l'administration sont signifiés au greffe de la justice de paix du canton où les biens sont situés.

ART. 25. Les dispositions des arrêtés royaux du 13 Mai 1854 et du 25 Juin 1855 sont abrogées.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
Avant-propos de la 1 ^{re} édition	V
Préface de la 2 ^e édition	XI

PREMIÈRE PARTIE

DE L'IRRIGATION

Chapitre premier

Notions générales

Utilité de l'eau employée à l'arrosage des prairies	5
Action de l'eau sur les prairies arrosées	8
De l'action de l'eau sur les sols de diverses natures	12
Qualités que doit présenter l'eau d'irrigation	13
But de l'irrigation	14

Chapitre II

Des travaux relatifs à l'irrigation

Des travaux préparatoires à l'irrigation	16
A. Des rigoles d'alimentation, principales et secondaires.	
Définition	16
Hauteur de la flottaison des rigoles en contre-haut du sol	17
De la pente des rigoles d'alimentation	18
De la hauteur d'eau dans les rigoles d'alimentation	20
Du profil transversal des rigoles d'alimentation	21
Inclinaison des talus	25
Dimensions des digues	25
Profil longitudinal des rigoles d'alimentation	26

	Pages
<i>B. Des rigoles de colature et d'écoulement.</i>	
Définition	27
Des colateurs	27
De la section des colateurs	29
De la profondeur des colateurs	30
De la pente des colateurs	30
Du profil longitudinal des colateurs	31
Des rigoles d'écoulement	31
<i>C. Prises d'eau, barrages, chutes, aqueducs, ponts et chemins d'exploitation.</i>	
Des prises d'eau	32
Des barrages	33
Des chutes	33
Des ponts	35
Des aqueducs.	35
Des chemins d'exploitation	36

Chapitre III

Rédaction d'un projet de travaux préparatoires à l'irrigation.

Considérations générales	37
Du nivellement détaillé	38
Tracé des rigoles d'alimentation, de colature et d'écoulement	39
Tracé de la rigole principale d'alimentation	41
Tracé des rigoles secondaires d'alimentation	41
Tracé des colateurs et des rigoles d'écoulement	44

Construction du profil transversal des rigoles de toute nature.

Considérations préliminaires	48
Tracé des chemins d'exploitation	57
Des ouvrages d'art	57
Description générale du projet des travaux à exécuter sous Réthy, pour convertir en prairies une surface de 257 h. 90 a. 81 c. de bruyère	61

Chapitre IV

De l'établissement des prairies

<i>Établissement des prairies irrigables en plaine.</i>	
<i>A. Irrigation par planches disposées en ados</i>	68
Description générale d'un compartiment de prairie disposé en ados avec remploi d'eau	69

	Pages
<i>Description détaillée des différentes parties dont se compose un compartiment de prairie.</i>	
Rigoles de distribution	70
Des ados	71
De la longueur des ados	72
Pente transversale et largeur des ados	73
Des rigoles de déversement	76
Des rigoles d'égouttement	79
Des rigoles de colature	79
Des chemins d'exploitation	81
Tracé des travaux	81
Mode d'exécution	85
<i>Ensemencement.</i>	
Opérations préliminaires	89
Des engrais	93
Mode d'emploi des engrais	97
Des graines d'herbe	98
Des abris	101
Estimation des dépenses à effectuer pour créer un hectare de prairie irrigable	101
<i>De la pratique de l'irrigation.</i>	
Généralités	105
De la manière de donner l'eau	111
Des époques d'arrosage et de leur durée	113
De l'entretien des prairies	115
<i>B. Irrigation par submersion.</i>	
Généralités	120
Description d'un compartiment de prairie irrigué par submersion	122
Tracé des travaux	124
Mode d'exécution	125
Estimation des dépenses à effectuer pour créer un hectare de prairie submersible	125
Manière de donner l'eau	127
De l'action de l'eau sur les herbages des prairies submergées	129
<i>C. Irrigation des terrains à forte pente.</i>	
Irrigation par rigoles de niveau	130
Des rigoles d'alimentation	131
Des rigoles de niveau et de colature	132
Tracé des rigoles de niveau et de colature	135

	Pages
Mode d'exécution des rigoles de niveau et de celles de colature	136
<i>D.</i> De l'irrigation en forme d'épis de blé	138
Des rigoles principales d'alimentation et d'écoulement	140
Des rigoles de distribution	140
Des rigoles de déversement en épi	141
Des rigoles de colature	142
<i>E.</i> De l'irrigation par demi-planches	143

SECONDE PARTIE

DU JAUGEAGE DES COURS D'EAU ET DE LA RÉPARTITION DES EAUX

Chapitre V

<i>Du jaugeage des cours d'eau</i>	147
Méthode de jaugeage par les flotteurs simples	149
Méthode par les déversoirs	154

Chapitre VI

<i>Machines à élever l'eau</i>	155
Conditions d'établissement des pompes centrifuges	158

Chapitre VII

<i>De la répartition des eaux d'arrosage</i>	164
Description du module milanais	170
Du débit réel des bouches de différente portée	175
Description générale de l'appareil	180
Description détaillée du système de vannes appliqué aux orifices en déversoir <i>u</i> et <i>u'</i>	183
Description détaillée de l'appareil destiné à déterminer le débit fourni par une lame d'eau, de hauteur et de largeur données, s'écoulant par un déversoir de dimensions déterminées	196

Appendice

<i>Législation belge sur les irrigations</i>	
Loi du 27 Avril 1848	206
Loi du 20 Juin 1855	208
Règlement du 22 Mars 1856	213

ERRATA.

- Page 22, ligne 6, *au lieu de* : i , *lisez* : $\cos\varphi$.
- " 22, " 7, " " "
- " 22, " 21, " " " "
43. " 1, " 38, *lisez* : 48.
- 49, 10, VI, *lisez* : VII.
- " 58, " 20, " "
- " 94, " 8. " boue, *lisez* : base.
- " 131, " 28, " 0,000, *lisez* : 0,0003.
- 154, 12, 31, *lisez* : 34.
- 160, " 7, " $R = 0.007$, *lisez* : $R = 0.07$.
- " 204, Tableau, dernière colonne, *au lieu de* : $1^{\text{n}}3056$, *lisez* : $1^{\text{m}}056$.
-

TRAITÉ PRATIQUE

DE

L'IRRIGATION

DES PRAIRIES

Droits de traduction et de reproduction réservés.

Imprimerie et Lithographie D. A. Peeters-Ruelens. — Louvain.

TRAITÉ PRATIQUE
DE
L'IRRIGATION
DES
PRAIRIES

PAR

J. KEELHOFF

Ingenieur en chef

Directeur honoraire du service des irrigations et des défrichements de la Campine (Belgique)

Officier de l'ordre de Léopold et d'Ernest-Auguste, Chevalier de la Légion d'honneur.

~~~~~  
2<sup>e</sup> édition revue et augmentée.  
~~~~~

ATLAS

LOUVAIN

D. AUG. PEETERS-RUELENS

Editeur, rue de Namur, 11

PARIS

GAUTHIER-VILLARS, Editeur

Quai des Grands-Augustins, 55

1888

Pl. II.



ORIENTAÇÕES PARA O USO

Esta é uma cópia digital de um documento (ou parte dele) que pertence a um dos acervos que fazem parte da Biblioteca Digital de Obras Raras e Especiais da USP. Trata-se de uma referência a um documento original. Neste sentido, procuramos manter a integridade e a autenticidade da fonte, não realizando alterações no ambiente digital – com exceção de ajustes de cor, contraste e definição.

1. Você apenas deve utilizar esta obra para fins não comerciais. Os livros, textos e imagens que publicamos na Biblioteca Digital de Obras Raras e Especiais da USP são de domínio público, no entanto, é proibido o uso comercial das nossas imagens.

2. Atribuição. Quando utilizar este documento em outro contexto, você deve dar crédito ao autor (ou autores), à Biblioteca Digital de Obras Raras e Especiais da USP e ao acervo original, da forma como aparece na ficha catalográfica (metadados) do repositório digital. Pedimos que você não republique este conteúdo na rede mundial de computadores (internet) sem a nossa expressa autorização.

3. Direitos do autor. No Brasil, os direitos do autor são regulados pela Lei n.º 9.610, de 19 de Fevereiro de 1998. Os direitos do autor estão também respaldados na Convenção de Berna, de 1971. Sabemos das dificuldades existentes para a verificação se uma obra realmente encontra-se em domínio público. Neste sentido, se você acreditar que algum documento publicado na Biblioteca Digital de Obras Raras e Especiais da USP esteja violando direitos autorais de tradução, versão, exibição, reprodução ou quaisquer outros, solicitamos que nos informe imediatamente (dtsibi@usp.br).