
Imprimerie de G. Stapleaux.

TRAITÉ
DE DRAINAGE

OU

ESSAI THÉORIQUE ET PRATIQUE

SUR

L'ASSAINISSEMENT DES TERRES HUMIDES,

PAR

J. M. J. LECLERC,

SOUS-INGÉNIEUR DES PONTS ET CHAUSSÉES, CHEF DU SERVICE
DU DRAINAGE EN BELGIQUE.

Bruxelles.

AU BUREAU DE LA BIBLIOTHÈQUE RURALE,

TABLIER ÉDITEUR, RUE DE LA MONTAGNE, N° 51.

1853

Nota. — Les nombres mis entre parenthèses, dans le cours de l'ouvrage, indiquent les numéros des paragraphes que le lecteur doit consulter, pour l'intelligence complète du sujet.

Les fractions placées entre parenthèses, à côté du numéro d'ordre des figures, se rapportent à l'échelle particulière de celles-ci ; elles expriment conséquemment le rapport entre les dimensions des diverses parties de la figure et celles des parties correspondantes de l'objet que l'on a voulu représenter.

AVANT-PROPOS.



Au nombre des améliorations agricoles qui préoccupent aujourd'hui le plus vivement les agronomes du continent, il faut ranger en première ligne celle qui a pour objet l'*assainissement complet et méthodique* des terrains humides, laquelle est désignée généralement sous le nom de *drainage*.

Le drainage, tel qu'on le pratique maintenant dans plusieurs contrées, notamment en Angleterre et en Belgique, doit, en effet, être considéré comme le plus important, le plus utile, le plus nécessaire de tous les perfectionnements dont l'agriculture puisse s'enrichir, parce qu'il est destiné à améliorer d'une manière permanente un nombre considérable de terres, à les placer dans des conditions plus avantageuses pour leur culture, à accroître notablement et souvent même à doubler leur fertilité, à bonifier la qualité des récoltes; parce qu'enfin il constitue, pour beaucoup de localités, la base fondamentale de toutes les autres améliorations foncières.

L'importance de l'assainissement des terrains

TRAITÉ DE DRAINAGE.

1

humides est depuis longtemps fort bien comprise de la plupart des cultivateurs; aussi existe-t-il peu de contrées populeuses où ceux-ci n'aient recours à des moyens plus ou moins efficaces, dans le dessein d'affranchir le sol de l'influence des eaux stagnantes, de le débarrasser de l'humidité qui entrave la culture et qui compromet la croissance des plantes utiles. Ici, ils sillonnent les champs par des fossés à ciel ouvert; là ils donnent à la surface du terrain une forme particulière qui facilite l'écoulement des eaux; quelquefois encore ils ont recours à des saignées souterraines dont le fond est garni de paille, de fascines ou de pierrailles. Cependant, hâtons-nous de le dire, les procédés de dessèchement qu'ils emploient sont fort incomplets : les deux premiers moyens que nous venons d'indiquer sont très-imparfaits et impuissants, du reste, à enlever à la terre son humidité intérieure; quant au dernier, qui offre la plus grande analogie avec le drainage moderne des Anglais, il a été presque partout appliqué sans méthode et d'une manière défectueuse. En outre, l'emploi des saignées souterraines était toujours restreint, anciennement, aux circonstances particulières où la surabondance d'humidité provenait de sources, d'eaux de fond montant à travers le sous-sol et arrivant à la surface du terrain. Dans tous les autres cas, pour les sols argileux, pour les terres froides et crues, par exemple, qui ont beaucoup à souffrir de l'humidité qui s'y accumule durant la mauvaise saison, les agriculteurs ne songeaient point à recourir au procédé de dessèchement dont il est question, principalement à cause des préjugés qu'ils avaient relativement à la nature des terres fortes et à la perméabilité des argiles. D'ailleurs, l'absence de règles précises pour guider dans l'emploi des saignées souterraines et de moyens écono-

miques pour les construire, eût été un obstacle sérieux à l'assainissement de cette nature de terrain.

Il résulte de ce qui précède que la pratique du drainage, telle qu'on la comprenait sur tout le continent il y a quelques années encore, était en quelque sorte à l'état de rudiments : appliquée comme nous venons de le dire, elle ne pouvait exercer qu'une influence minime sur la prospérité de l'agriculture. Aujourd'hui, le rôle du drainage souterrain est beaucoup plus important; le cercle de ses applications est considérablement élargi. En effet, il ne se borne plus à détourner les sources, ni à écouler les eaux des fondrières, ni à assécher quelques marécages, comme des agriculteurs mal renseignés le supposent à tort : son but principal est de remédier aux inconvénients qu'entraîne, pour la culture et les récoltes, le séjour d'une humidité excessive dans les terres fortes, où la filtration des eaux pluviales est arrêtée par l'imperméabilité du sol ou du sous-sol, ainsi que de modifier profondément la nature physique de ces terres par la dessiccation et par l'action de l'eau et de l'air constamment renouvelés. A ce point de vue, le drainage constitue un puissant moyen d'amélioration pour une immense étendue de terrain, et il doit être considéré comme l'agent le plus efficace pour augmenter d'une manière permanente la fertilité du sol.

C'est en Angleterre que l'application du drainage a pris le plus grand développement et qu'elle s'est transformée, par des perfectionnements successifs, en un art spécial dont nous ferons connaître plus tard les principes et les règles. Dans ce pays des sommes énormes ont été consacrées à l'assainissement des terrains humides, particulièrement à partir de l'épo-

que où les modifications profondes apportées à la législation des céréales forcèrent l'agriculteur anglais à employer tous les moyens propres à augmenter la production de la terre, afin de lutter avantageusement contre la concurrence étrangère.

Par quelles circonstances une amélioration aussi remarquable, en usage depuis longtemps chez nos voisins d'outre-Manche, est-elle demeurée inconnue jusque dans ces dernières années aux cultivateurs du continent? C'est là un fait que nous n'entreprendrons pas d'expliquer; nous nous bornerons à constater, à ce propos, qu'à la Belgique revient l'honneur d'avoir introduit le drainage perfectionné sur le continent, et que, sans l'initiative prise par notre Gouvernement, cette utile pratique serait peut-être encore ignorée aujourd'hui des pays qui nous entourent. Les mesures adoptées par le Département de l'Intérieur dans le but de faire connaître et de populariser le drainage dans nos campagnes ont eu du retentissement à l'étranger; elles ont éveillé l'attention des agronomes et ouvert une voie de progrès dans laquelle la France, la Bavière, la Saxe, la Prusse et l'Autriche n'ont point tardé à nous suivre, car dans ces diverses contrées la question du drainage préoccupe déjà très-sérieusement les esprits.

Il ne sera peut-être pas inutile de rappeler brièvement les mesures dont nous parlons, ni de faire connaître les résultats qu'elles ont eus. C'est en 1849 que le Gouvernement belge, animé d'une vive sollicitude pour les intérêts de l'agriculture, entreprit de la doter du perfectionnement dont nous nous occupons; à cette époque celui-ci n'était connu dans notre pays que par les travaux qu'y avaient faits deux agronomes

distingués : M. le baron Ed. Mertens d'Ostin et M. le comte Visart. Un ingénieur appartenant au corps des ponts et chaussées fut envoyé en Angleterre (1), pour y étudier les diverses méthodes de dessèchement des terres et rechercher les procédés les plus perfectionnés; il y fit un séjour de cinq mois. A son retour il fut attaché à la division de l'agriculture (2), et le Département de l'Intérieur le mit à la disposition des propriétaires et des cultivateurs belges, pour diriger les opérations de drainage qu'ils voudraient entreprendre. En même temps, le Gouvernement fit publier dans la *Bibliothèque rurale* un *Manuel de Drainage*, mis à la portée de tous par son prix peu élevé; il fit confectionner les outils spéciaux nécessaires à l'exécution économique des saignées de dessèchement, ainsi que les machines propres à la fabrication des tuyaux en poterie dont on garnit le fond de ces saignées; il distribua gratuitement plusieurs machines de ce genre, en imposant aux potiers qui les recevaient l'obligation de vendre les tuyaux à des prix modérés.

Un petit nombre de propriétaires éclairés, dont le Département de l'Intérieur s'était assuré le concours, s'empressèrent de mettre la main à l'œuvre; ils firent exécuter durant le printemps de 1850 quelques opérations de drainage dans le but de montrer aux cultivateurs les heureux effets de cette amélioration. D'ailleurs, au commencement de la même année, les sociétés agricoles et les comices furent invités à prêter leur concours à l'œuvre que le Gouvernement avait entreprise (3), c'est-à-dire à faire de leur côté

(1) Arrêtés royaux des 15 avril et 8 mai 1849.

(2) Arrêté ministériel du 14 octobre 1849.

(3) Circulaire ministérielle du 21 mars 1850.

l'essai du nouveau système d'assainissement des terres. Certains avantages furent offerts aux membres de ces associations, afin de les décider plus sûrement à seconder les vues du Gouvernement : l'Etat s'engageait à fournir à quelques-uns d'entre eux les tuyaux nécessaires au drainage d'un demi-hectare de terrain, à leur accorder le concours gratuit des agents chargés de la direction des travaux, à mettre temporairement à leur disposition les outils indispensables à l'exécution de ceux-ci. Les expériences faites de cette manière étaient, à la fin de l'année 1852, au nombre de soixante-deux, distribuées sur quarante-neuf districts agricoles; elles ont puissamment contribué à populariser le drainage.

N'oublions pas de dire aussi qu'une des premières préoccupations du Gouvernement fut de présenter à la législature une loi spéciale, qui autorise tout propriétaire d'un champ humide à faire passer à travers les terrains inférieurs les eaux provenant du drainage (1).

Sous l'influence des sages encouragements que nous venons d'énumérer, la pratique de l'assainissement des terres humides s'est répandue rapidement sur tout le pays; en conséquence, le Gouvernement a cru nécessaire de créer pour le drainage un service spécial, qui se compose de trois ingénieurs et de deux surveillants (2). En outre, il a récemment insti-

(1) Loi du 10 juin 1851.

(2) Le service du drainage a été organisé par les arrêtés ministériels du 11 octobre 1849, du 23 avril 1850, du 16 mars 1852, et les arrêtés royaux des 29 et 30 août 1851. Les ingénieurs attachés à ce service sont mis à la disposition de tous ceux qui désirent entreprendre des travaux d'assainissement. Les personnes qui confient l'étude ou la di-

tué un cours public de drainage destiné surtout à former des hommes capables de diriger les travaux d'assainissement, et une commission chargée de délivrer, après examen, des diplômes de capacité aux personnes qui possèdent les connaissances requises pour cet objet (1).

C'est au moyen de cet ensemble de mesures que le Département de l'Intérieur est arrivé à faire connaître en peu de temps, sur tous les points du pays, une amélioration éminemment utile, qu'il a triomphé des préjugés des agriculteurs et de l'indifférence que ceux-ci montrent habituellement pour les innovations que le progrès leur révèle. Tout nous autorise à croire que d'aussi louables efforts seront couronnés d'un plein succès : il n'en faut point d'autre augure que le développement extraordinaire que le drainage a pris en Belgique au bout de trois années, et le succès toujours croissant dont il jouit. En général, les améliorations agricoles ne se propagent qu'avec une extrême lenteur, et ne sont adoptées par la masse des cultivateurs que quand leur mérite a été sanctionné par une très-longue expérience ; cependant, comme nous venons de le dire, le drainage fait une heureuse exception à cette règle. En 1850, époque de son introduction dans notre pays, il fut appliqué

rection de leurs opérations de drainage aux agents de l'Etat ne doivent payer à ceux-ci aucune rétribution pour les travaux auxquels ils se livrent, ni pour les plans qu'ils fournissent : ces fonctionnaires reçoivent seulement de ceux qui réclament leurs services une indemnité, pour frais de déplacement, calculée à raison d'un franc par lieue de voyage en chemin de fer, de deux francs par lieue en route ordinaire et de six francs par jour de voyage ou de séjour. Les surveillants sont payés à raison d'un franc cinquante centimes par jour, par les personnes qui les emploient, et ce salaire vient en déduction de leur traitement.

(1) Arrêtés ministériels du 15 novembre et du 12 décembre 1851.

à une étendue d'environ cent cinquante hectares seulement; l'année suivante, plus de six cents hectares furent assainis, et dans le courant de 1852 on a drainé une superficie de quatorze cent quatre-vingt-huit hectares au moins! Le nombre des personnes qui achetèrent des tuyaux de drainage fut de deux cent cinq en l'année 1851, et il s'éleva à cinq cent quatre-vingt-dix-neuf en 1852! En outre, il n'existait, à la fin de l'année 1850, que neuf établissements dans lesquels on confectionnait des tuyaux pour le drainage, tandis qu'il y en a aujourd'hui trente-trois, parmi lesquels douze ont été créés entièrement aux frais des particuliers. Ces établissements ont livré à l'agriculture, dans le courant de l'année 1852, 4,585,565 tuyaux; d'un autre côté, la somme que les propriétaires belges ont consacrée au drainage pendant la même année s'élève au chiffre considérable de trois cent mille francs! On voit d'après cela que la pratique de l'assainissement des terrains humides fait de rapides progrès, à mesure que les agriculteurs peuvent en apprécier l'importance et le mérite (1).

Le drainage procure, dans presque toutes les circonstances, un bénéfice très-considérable : rarement il donne par année moins de 12 à 15 p. c. des dépenses qu'il occasionne. Néanmoins ceux qui l'emploient ne doivent point s'attendre à en retirer tous les fruits qu'il peut produire, si son exécution est vicieuse ou imparfaite, s'ils s'écartent, dans son appli-

(1) Pour de plus amples renseignements sur les progrès que le drainage a faits en Belgique, on peut consulter les quatre rapports adressés à M. le Ministre de l'Intérieur par M. l'ingénieur Leclerc. Les trois premiers ont été reproduits dans le *Bulletin du conseil supérieur d'agriculture pour les années 1851 et 1852*.

cation, des règles consacrées par l'expérience. Or, c'est malheureusement ce qui a déjà lieu trop fréquemment aujourd'hui : les travaux de drainage qui se font dans notre pays sont loin d'être tous exécutés d'une manière rationnelle, soit parce que les hommes qui se présentent pour conduire les opérations de ce genre ne sont ni assez nombreux, ni suffisamment instruits, soit par le motif qu'un certain nombre de propriétaires croient pouvoir se dispenser de recourir aux lumières d'hommes spéciaux, soit encore à cause de l'absence d'un livre assez complet, assez pratique, pour servir de guide à l'agriculteur intelligent, et pour lui donner sur la manière dont il doit opérer, des indications précises. C'est dans le but de combler, autant qu'il est en notre pouvoir, une lacune aussi regrettable, que nous avons composé, d'après la demande que M. le Ministre de l'Intérieur a bien voulu nous faire, un *Essai théorique et pratique sur l'assainissement des terrains humides*. Les nombreux ouvrages qui ont été écrits sur cette matière, depuis quelques années, ne nous paraissent point propres à être mis entre les mains des cultivateurs belges, ni suffisants pour instruire dans l'art du drainage les personnes qui aspirent à diriger des travaux d'assainissement : parmi ces ouvrages, beaucoup ne font que retracer à grands traits les principes généraux du drainage, sans entrer assez profondément dans les détails de leur application ; d'autres sont des élucubrations théoriques, fort intéressantes au point de vue scientifique, mais médiocrement utiles aux praticiens ; une troisième catégorie enfin renferme des livres conçus dans un esprit plus pratique que les précédents, mais qui ont le défaut de ne point préciser suffisamment les règles à suivre dans l'application du drainage perfectionné, qui ne

justifient pas d'une manière péremptoire les dispositions qu'ils recommandent et qui s'écartent des idées nouvelles dont l'exactitude est maintenant démontrée par des expériences décisives.

Au surplus, aucun auteur n'a exposé jusqu'ici la théorie et la pratique du drainage *d'une manière méthodique*; aucun n'a cherché à faire découler d'un principe général les règles à suivre dans l'application du drainage et les diverses considérations qui y sont relatives; et c'est pour avoir négligé ce point essentiel que l'on a été entraîné dans des discussions interminables ou que l'on a été conduit à préconiser des pratiques fort vicieuses.

Par ces motifs, nous avons cru qu'il convenait de rassembler en un seul traité tout ce que renferment d'intéressant ou d'utile les meilleurs écrits sur le drainage, en y ajoutant le résultat de nos propres études et de l'expérience que nous avons acquise en dirigeant de nombreuses opérations d'assainissement faites dans les conditions les plus variées. Nous nous sommes efforcé, dans cet ouvrage, non-seulement d'instruire les cultivateurs, de leur tracer des règles sûres et précises, mais en outre de porter la conviction dans leur esprit; nous avons cherché à leur montrer les avantages qu'ils peuvent retirer de l'application judicieuse du drainage, à leur exposer d'une manière simple et concise les vrais principes sur lesquels cette amélioration repose, à leur faire comprendre la supériorité de certaines méthodes, de certaines dispositions particulières que nous les engageons à suivre, à les initier à tous les détails de l'exécution des travaux et aux modifications qu'elle subit suivant les circonstances si diverses qui se présentent dans la

pratique. Nous ferons entrer dans ce traité quelques considérations élémentaires relatives au nivellement, sans la connaissance duquel il n'est guère possible de mener à bonne fin les opérations d'assainissement; nous y joindrons aussi un aperçu des procédés à suivre dans la fabrication des tuyaux qui servent au drainage perfectionné.

Bien que nous ayons cru indispensable, pour atteindre le but que nous nous sommes proposé, de ne point séparer la théorie du drainage d'avec la pratique de cet art, nous espérons que notre livre sera à la portée de toutes les intelligences : nous y avons été aussi sobre que possible de considérations et de termes scientifiques, qui d'ordinaire rendent inintelligibles pour beaucoup de lecteurs les choses que l'auteur croit avoir expliquées; notre unique ambition a été de faire un exposé clair, méthodique et simple, afin que ce livre fut tout entier à la portée de ceux à qui il est principalement destiné.

Un mot encore, touchant un point qui nous est tout personnel et dont nous nous garderions bien de parler si les circonstances ne nous en faisaient une nécessité. Le présent livre renferme, nous l'avons dit, le résultat des études sérieuses et approfondies que nous avons faites sur le drainage; il contient un assez grand nombre de choses nouvelles que l'expérience nous a apprises. Outre la manière tout à fait méthodique dont il est conçu, nous sommes en droit de revendiquer la propriété d'une partie des indications théoriques et pratiques qu'il fournit. Cependant, il nous est tombé dernièrement sous la main un article dans lequel l'auteur reproduit succinctement quelques-unes de nos vues sur le drainage, ainsi que

notre manière d'opérer; cet article n'est peut-être pas le seul de l'espèce. La coïncidence qui peut exister entre certaines parties de notre ouvrage et des écrits publiés antérieurement, s'expliquera aisément si l'on réfléchit qu'à diverses reprises nous avons traité, dans des rapports rendus publics, les points principaux de l'art du drainage, et qu'en outre le présent traité contient la substance du cours que nous avons professé à Bruxelles, au commencement de l'année dernière, cours qui a été suivi par un grand nombre d'auditeurs, tant belges qu'étrangers.

TRAITÉ DE DRAINAGE.

PREMIÈRE PARTIE.

DU DRAINAGE.

CHAPITRE PREMIER.

INTRODUCTION.

Ce qu'on doit entendre par le mot drainage.

1. — En agriculture, le mot *drainage*, pris dans son acception la plus étendue, s'applique à toutes les opérations qui ont pour objet de faciliter l'écoulement des eaux nuisibles à la végétation des plantes cultivées pour les besoins de l'homme ou des animaux.

Lorsque le laboureur dispose la surface d'un champ en planches plus ou moins bombées, en ados séparés par de petits sillons; ou, lorsqu'il creuse dans un terrain humide des fossés à ciel ouvert pour permettre à l'eau de s'en échapper, les opérations qu'il exécute constituent réellement un drainage.

2. — Cependant, on attribue généralement à ce

mot une signification plus restreinte que celle que nous venons de lui donner : dans le langage ordinaire, on comprend seulement sous le nom *drainage* l'ensemble des procédés qui servent à enlever au sol, *par le moyen de rigoles souterraines*, les eaux nuisibles qui après avoir *pénétré* dans la terre, tendent par une cause quelconque à y séjourner pendant un temps assez long pour compromettre ou pour retarder la croissance et le développement des plantes utiles. C'est uniquement à ce dernier point de vue que nous nous proposons d'envisager le drainage.

Les procédés en usage pour dessécher les terrains humides soumis à la culture ont reçu de nombreuses et importantes applications, parmi lesquelles nous citerons principalement l'assainissement des habitations, le dessèchement des chemins, la fixation des talus, des tranchées sur les routes et les chemins de fer, la création de sources d'eau pure pour l'alimentation des villes ; mais comme elles ne se rattachent point directement à l'agriculture, nous nous bornerons à les mentionner ici pour n'y plus revenir.

Étymologie du mot drainage.

3. — Le mot *drainage*, de même que les mots *drainer*, *drain*, *draineur*, que nous emploierons par la suite, dérivent du verbe anglais *to drain*, qui signifie *égoutter*, *dessécher par le moyen de conduits souterrains*. Ces expressions se sont introduites dans notre langage, parce qu'il n'existe point de termes français qui puissent rendre exactement le sens que l'on est convenu d'attacher à ces différents mots ; nous les conserverons dans cet ouvrage, afin de ne pas être obligé d'y substituer constamment des périphrases plus ou moins longues, qui rendraient

notre pensée d'une manière moins précise et moins complète.

Ce qui caractérise le drainage moderne.

4. — Beaucoup de personnes nous paraissent avoir une idée fautive ou tout au moins fort incomplète du drainage perfectionné importé d'Angleterre, lorsqu'elles en contestent la nouveauté et qu'elles refusent de le considérer comme une innovation pour l'agriculture de notre pays. L'erreur grave dans laquelle tombent ces personnes provient de ce qu'elles envisagent les choses d'une manière tout à fait superficielle : les unes, en effet, ne voient dans le drainage moderne que des rigoles souterraines analogues à celles dont on faisait anciennement usage pour dessécher quelques terrains humides ; les autres s'imaginent que l'unique perfectionnement que les Anglais ont apporté au drainage consiste dans la substitution des tuyaux en poterie aux matériaux dont on garnissait autrefois le fond des drains, et comme, dans une ou deux circonstances, on a trouvé sur le continent des saignées faites avec des tuyaux de même nature, elles en concluent que le drainage perfectionné était anciennement connu parmi nous.

5. — Nous admettons volontiers que l'usage des saignées souterraines remonte à une époque fort reculée : Palladius donne la description de celles que les Romains pratiquaient ; nous voulons bien aussi ajouter foi aux découvertes de tuyaux dont les journaux et les revues agricoles ont entretenu leurs lecteurs dans ces derniers temps ; mais résulte-t-il de là que le drainage, tel qu'on le fait aujourd'hui, ne soit qu'une vicillerie remise au jour par les Anglais ? Peut-on prétendre que cette amélioration n'est point

inconnue de nos cultivateurs? Nullement, et tous ceux qui veulent se donner la peine d'aller au fond des choses seront de notre avis. En effet, les saignées souterraines ne servaient autrefois à dessécher les terrains humides que dans quelques circonstances particulières : celles où la surabondance d'humidité était due à la présence des sources et des eaux de fond. Au contraire, le drainage moderne ne se borne point à assécher les terrains marécageux, ni à écouler les eaux des fondrières; ce qui le caractérise, ce qui en fait une amélioration entièrement nouvelle pour la Belgique et pour plusieurs autres contrées, c'est l'application des saignées souterraines à l'assainissement complet des terrains argileux, des terres froides et crues, qui souffrent considérablement des eaux pluviales qui s'y accumulent dans la mauvaise saison et qui y sont retenues par l'imperméabilité du sol ou du sous-sol. Loin de connaître les moyens de bonifier ces sortes de terres, loin d'y appliquer le drainage souterrain, nos agriculteurs niaient la possibilité de les assécher par cette méthode, et ils sont restés dans cette croyance jusqu'à ce que des faits concluants soient venus les tirer de leur erreur. Tel est, indépendamment des perfectionnements apportés aux moyens d'exécution, le côté réellement neuf du drainage moderne, celui par lequel il est appelé à rendre les plus grands services à l'agriculture, car personne ne peut se refuser à admettre que les terrains argileux et à sous-sol imperméable ne soient infiniment plus nombreux que les sols marécageux.

Utilité et importance du drainage.

5. — Quand on songe que l'industrie agricole doit satisfaire chaque année à des besoins qui, loin de di-

minuer, vont sans cesse en augmentant avec l'accroissement de la population; quand on réfléchit qu'il existe dans notre pays, comme dans beaucoup d'autres contrées, un grand nombre de terrains marécageux à peu près improductifs, ainsi qu'une étendue considérable de terres froides et humides, dont la culture est coûteuse, imparfaite et ne donne que des résultats médiocres ou incertains, on est nécessairement amené à conclure qu'une amélioration qui permet d'assainir complètement la plupart des terrains marécageux et qui contribue à augmenter *d'une manière permanente et dans une forte proportion* la fertilité des sols humides, constitue le plus important de tous les perfectionnements agricoles, tant par son utilité générale, que par les avantages nombreux et immédiats qu'il est destiné à produire.

7. — Tous les cultivateurs belges qui, depuis trois années, ont appliqué d'une manière rationnelle le drainage à leurs terres, ont pu déjà en apprécier les bienfaits et constater l'heureuse influence qu'il doit exercer sur la prospérité de l'agriculture; en outre, les hommes les plus compétents des autres pays, dont l'attention a été éveillée par les mesures que le gouvernement belge a prises en faveur de l'amélioration dont nous parlons, s'accordent à en proclamer le mérite. Un savant français dont le nom fait autorité dans le monde scientifique, M. Payen, reçut en 1850 la mission d'étudier les travaux de drainage exécutés en Angleterre, et dans son rapport il signale le drainage comme « l'une des plus grandes améliorations contemporaines et peut-être l'une des plus belles inventions de l'agriculture. »

8. — D'ailleurs, si l'importance d'une amélioration quelconque se mesure au succès qu'elle obtient, il nous suffira, pour mettre en évidence la haute uti-

lité de celle qui nous occupe, de dire ce qui s'est fait jusqu'à ce jour en Angleterre relativement au drainage. Dans ce pays, les travaux d'assainissement des terres humides ont pris en peu d'années une extension extraordinaire et ils se poursuivent encore aujourd'hui sur une échelle extrêmement vaste; les hommes les plus éminents par leur position sociale ou par leurs connaissances ont rivalisé d'efforts pour répandre le drainage et pour perfectionner les anciennes pratiques; les grands propriétaires affectent chaque année des sommes considérables au dessèchement de leurs terres, et de simples tenanciers, ceux même qui n'ont que des baux à court terme, n'hésitent pas à faire à leurs frais de grandes opérations de drainage, tant les bénéfices en sont certains et élevés. Mais ce qui parle plus haut que tout ce que nous venons de dire, ce qui montre le mieux l'incontestable utilité et l'importance du drainage, ce sont les mesures spéciales par lesquelles le gouvernement britannique, si réservé d'ordinaire en ce qui touche l'intervention de l'État dans les affaires privées, a cru devoir encourager l'application et le développement de cette amélioration agricole. Des avances considérables, remboursables par annuités, ont été faites au moyen des deniers publics à tous les propriétaires et fermiers anglais qui désiraient entreprendre des travaux d'assainissement. L'initiative des mesures de ce genre fut prise en 1852 pour l'Irlande; une loi complémentaire relative à cet objet parut en 1842. Les propriétaires irlandais s'empressèrent de profiter des avantages que cette dernière loi leur offrait, puisqu'en 1849 ils avaient déjà fait exécuter des travaux de drainage pour une somme supérieure à 30 millions de francs. En 1846, après une enquête minutieuse que fit une commission nommée par la chambre des

lords, et dans laquelle furent entendus les agriculteurs les plus éclairés, le parlement anglais crut utile de généraliser le système qu'il avait inauguré quelques années auparavant pour l'Irlande: il autorisa le gouvernement à encourager l'application du drainage par de nouvelles avances, jusqu'à concurrence de 2 millions de livres sterling (50,420,000 fr.) pour la Grande-Bretagne et de 1 million de livres sterling pour l'Irlande. Un acte subséquent éleva le chiffre des avances pour ce dernier pays à 1 1/2 million de livres sterling (37,810,000 francs), indépendamment de celles qui avaient été faites en vertu de la loi de 1842.

Ces sommes considérables furent rapidement absorbées, tant par les propriétaires fonciers que par les fermiers, et, après une longue expérience, le gouvernement anglais a persisté dans la voie qu'il avait résolument ouverte : en effet, dans la séance du 18 mars 1850, le chancelier de l'échiquier proposait à la chambre des communes d'autoriser les lords de la trésorerie à faire une nouvelle avance de 3 1/2 millions de livres sterling (88,250,000 fr.) pour le drainage et l'amélioration de la propriété foncière dans la Grande-Bretagne et l'Irlande.

De tels encouragements établissent à l'évidence que le drainage est réellement une opération avantageuse, digne de la sollicitude de tous les hommes éclairés, et que son application peut, dans certaines contrées, prendre les proportions d'une question d'utilité publique.

CHAPITRE II.

DU RÔLE DE L'EAU DANS LA VÉGÉTATION ET DES INCONVÉNIENTS QU'ENTRAÎNE LE SÉJOUR PROLONGÉ D'UN EXCÈS D'HUMIDITÉ DANS LE SOL.

9. — Par le drainage, on a pour objet de combattre les inconvénients de tous genres que l'eau occasionne quelquefois dans le sol; nous devons donc tout d'abord faire connaître le rôle que celle-ci joue dans la végétation et l'influence qu'elle exerce sur la fertilité de la terre; nous examinerons ensuite les circonstances dans lesquelles sa présence peut devenir nuisible, et nous passerons en revue les inconvénients nombreux qu'elle produit alors.

Du rôle de l'eau dans la végétation.

10. — L'eau remplit dans les phénomènes de la végétation un rôle très-important et très-actif. Pour que le sol soit fertile, il ne suffit pas qu'il renferme les substances solides, minérales ou organiques, qui concourent à la nutrition des végétaux; il est nécessaire qu'il contienne en outre une certaine dose d'humidité. En effet, sans le concours de l'eau, les plantes seraient entièrement privées de la portion de nourriture qu'elles puisent habituellement dans la terre : c'est par le moyen de ce précieux liquide que les substances nutritives contenues dans le sol à l'état

solide, sont dissoutes, absorbées par les racines des plantes, et transportées ensuite dans toutes les parties de celles-ci. La présence de l'humidité est encore indispensable pour que les matières organiques qui existent dans la terre et dans les engrais puissent subir les décompositions par lesquelles elles se transforment en substances assimilables; en outre, l'eau sert à humecter, à gonfler les tissus des végétaux, dont elle facilite tous les mouvements, et elle finit par se décomposer elle-même pour servir à leur nourriture. Telles sont les fonctions de l'eau considérée en elle-même; mais il faut encore remarquer que celle qui provient des pluies entraîne avec elle, en traversant l'atmosphère, une certaine quantité d'air et d'autres gaz, qu'elle dépose ensuite dans le sol, dont ces substances augmentent la fertilité. Il résulte de là qu'un terrain parfaitement sec à toutes les époques de l'année serait impropre à la culture des végétaux ordinaires.

Du degré d'humidité que doit contenir le sol.

11. — La quantité d'eau que les plantes exigent pour prospérer n'est pas toujours la même : elle varie avec leur nature, leur degré de développement, l'usage que l'on veut en faire, comme aussi avec le climat et la nature du terrain dans lequel elles croissent. On conçoit dès lors qu'il est complètement impossible de la déterminer d'une manière rigoureuse. Cette détermination, du reste, n'est point nécessaire à notre sujet. Nous remarquerons seulement que si, d'un côté, l'eau est indispensable à la végétation, de l'autre, le degré d'humidité du sol ne peut s'élever au delà d'une certaine limite sans que la fertilité en souffre. Quand cette limite est dépassée, lorsque la

terre renferme, soit continuellement, soit pendant une certaine partie de l'année seulement, une quantité d'eau trop abondante, il se produit une série de phénomènes qui ont pour effet de contrarier la croissance des plantes et d'empêcher leur développement; le séjour plus ou moins prolongé d'un excès d'humidité dans le sol peut ainsi donner lieu à des inconvénients très-graves que nous examinerons plus loin.

12. — Occupons-nous de déterminer la limite dont nous venons de parler, c'est-à-dire de préciser nettement le point à partir duquel la terre devient trop humide pour que la plupart des végétaux cultivés pour les besoins de l'homme ou des animaux puissent convenablement s'y développer. Cette détermination est facile.

Il entre dans la composition des terrains cultivables plusieurs substances d'espèce différente, parmi lesquelles l'argile, le calcaire et l'humus ont la faculté d'absorber et de retenir dans leurs pores une quantité d'eau plus ou moins forte, suivant leur nature. Quand, d'un autre côté, on considère le sol au point de vue de sa constitution mécanique, on trouve qu'il est formé d'un nombre infini de particules de formes et de dimensions très-variables, depuis les grains du sable grossier que l'on distingue aisément à l'œil, jusqu'aux parties ténues et impalpables qui composent les argiles. Ces particules élémentaires, agglomérées ainsi qu'elles le sont dans la terre, laissent entre elles des vides que nous appellerons *interstices*, pour les distinguer de ceux qui existent dans les particules elles-mêmes et que nous nommerons *pores*. D'après cela, le sol peut être assimilé à une masse poreuse, que traversent d'innombrables petits canaux sinueux, formés par la réunion des interstices qui séparent ses particules élémentaires.

13. — Lorsque la pluie tombe sur un terrain sec constitué comme nous venons de le dire, elle pénètre d'abord dans les interstices; mais les parties du sol qui peuvent absorber une certaine quantité d'eau s'en emparent immédiatement, et les petits canaux dans lesquels la pluie avait d'abord pénétré sont, par ce moyen, promptement vidés. De cette façon il peut se faire qu'après l'addition d'une notable quantité de liquide, la terre, considérée dans son ensemble, n'ait point perdu sa porosité, bien que la plupart ou la totalité des particules dont elle est formée, prises isolément, aient leurs pores tout à fait remplis d'eau. Dans ces conditions, la terre s'égrène dans la main sans la maculer, mais en lui faisant éprouver une sensation très-distincte de moiteur fraîche, et si on la chauffe à la température de 100 degrés du thermomètre centigrade, elle perd une quantité d'eau qui varie de 15 à 23 p. c. de son poids. Cet état du sol, que nous caractériserons par le nom de *moiteur*, est celui qui convient le mieux à la végétation.

14. — Si une nouvelle quantité d'eau tombe sur un sol moite, c'est-à-dire sur une terre dont les particules élémentaires sont saturées d'humidité, le liquide devra se loger encore dans les interstices, sans que ceux-ci puissent se vider de la même manière que précédemment, et il en résultera que la constitution mécanique du sol sera profondément altérée, puisqu'il aura perdu entièrement sa porosité. Nous nommerons terre *humide* celle dans laquelle tous les interstices sont remplis de liquide et qui, par conséquent, n'est plus perméable à l'air. Dans de telles conditions, le sol renferme une quantité trop abondante d'humidité, et si, par l'effet d'une cause quelconque, cet état se prolonge durant un certain temps,

il compromet la croissance et le développement de toutes les plantes utiles.

L'eau, dont l'existence dans le sol est un fait nécessaire, n'est donc salulaire à la végétation que pour autant qu'elle n'altère point complètement la constitution mécanique du terrain; toutes les fois qu'elle séjourne dans celui-ci en assez grande abondance pour le saturer, pour en remplir tous les interstices, elle produit au contraire des effets nuisibles.

**Inconvénients produits par le séjour d'un excès
d'humidité dans le sol.**

15. — Les effets nuisibles qu'un excès d'humidité occasionne pour la culture du sol et la végétation se manifestent clairement à l'œil de l'observateur quelque peu attentif. Ils dépendent en partie des circonstances par lesquelles la surabondance d'humidité est produite, ainsi que de la qualité de l'eau, mais ils varient surtout en raison de l'espace de temps pendant lequel l'humidité séjourne dans le sol.

16. — Les terrains que l'on appelle marécageux, et qui sont imprégnés d'eau à toutes les saisons de l'année ou durant une portion considérable de celle-ci, permettent d'observer ces effets nuisibles dans toute leur intensité. En général, les terrains de ce genre sont impropres à la culture : le labour en est à peu près impossible, et l'expérience démontre que la plupart des plantes cultivées ne sauraient y prospérer. Le cultivateur les réserve toujours pour la production de l'herbe, mais ils ne fournissent qu'une faible quantité de fourrages, et le foin qu'on y récolte a très-peu de valeur. Le séjour permanent de l'humidité dans le sol rend la surface de celui-ci

molle et élastique; elle se couvre de mousse, de joncs, de roseaux, de prêles, de diverses espèces de carex, de renoncules et d'autres plantes qui se plaisent dans l'eau stagnante, et qui donnent un foin rude, aigre, peu succulent, dont les bestiaux refusent souvent de faire leur nourriture. Les herbages de bonne qualité, les herbes les plus fines, qui ont besoin pour prospérer d'un sol constamment rafraîchi par le renouvellement de l'air et de l'eau, sont étouffées par les plantes grossières, et elles finissent par disparaître presque complètement.

Le cultivateur n'est pas toujours certain de récolter le mauvais foin qui croît sur les terrains marécageux, car si à l'époque de la fenaison le temps n'est pas tout à fait favorable au séchage de l'herbe, l'humidité de l'air, jointe à celle du sol, détériore rapidement la récolte, qui, quelquefois, n'est bonne qu'à servir de litière. Si l'on veut éviter ces avaries, il faut transporter l'herbe fauchée sur un terrain plus sec, ce qui occasionne un surcroît considérable de dépense.

Ce n'est pas tout encore : il arrive souvent que ni les voitures, ni les bestiaux ne peuvent circuler sur ces terrains; quand on parvient, en les sillonnant de nombreux fossés entretenus à grands frais, à les rendre praticables sans danger, la surface demeure molle et fangeuse, le bétail y enfonce et détériore complètement le gazon.

17. — Nous venons d'indiquer les principaux inconvénients dus à la stagnation continuelle ou longtemps prolongée d'un excès d'humidité dans la terre; mais il serait erroné de croire que les effets préjudiciables qu'il engendre sont exclusivement limités aux sols marécageux. Il existe un grand nombre de terrains qui, par leur nature ou par leur position,

absorbent et retiennent pendant un temps plus ou moins long les eaux pluviales qui tombent sur leur surface et qui ont par suite à souffrir de la présence de l'eau stagnante à certaines époques de l'année, bien qu'en d'autres moments ils se présentent dans un état de sécheresse parfaite. De ce nombre sont, par exemple, les terres fortes et argileuses, celles que les cultivateurs appellent terres froides ou terres crues. Quoique les conséquences de la stagnation momentanée de l'eau dans leur intérieur ne soient ni aussi graves, ni aussi évidentes que celles que nous avons énumérées plus haut, elles n'en sont pas moins très-pernicieuses pour la végétation.

18. — En général, les terres placées dans de semblables conditions sont d'une culture difficile et coûteuse : aux époques de sécheresse, le sol dur et compacte se laisse difficilement entamer par les instruments de labour ; dans les saisons pluvieuses, la terre est au contraire humide et pâteuse, les attelages y enfoncent et y éprouvent une résistance considérable. Le travail des terres fortes et humides exige donc plus de temps, plus de peines et par conséquent plus d'argent que celui des terrains secs et légers ; en outre, le labour des premières ne s'exécute presque jamais d'une manière satisfaisante : les instruments les mieux conditionnés ne parviennent point à diviser convenablement la couche arable, qui, trop adhérente ou trop humide pour se réduire en poussière, demeure en mottes volumineuses qu'il est très-difficile de briser. Les champs, dans ces circonstances, sont infectés de mauvaises herbes que l'on ne peut faire disparaître que par des sarclages multipliés et qui obligent quelquefois à laisser les terres en jachère. Les céréales d'hiver sont presque toujours chétives et languissantes, principalement à l'époque où la végé-

tation se développe avec le plus de vigueur dans les autres terrains ; elles ne réussissent bien que dans les années favorables, par un hiver sec et doux ; mais si celui-ci est rigoureux et humide, elles ne fournissent qu'une récolte médiocre, tant sous le rapport de la quantité que sous celui de la qualité. L'humidité de l'automne peut mettre complètement obstacle aux semailles et forcer ainsi le cultivateur à laisser une certaine quantité de terrain en jachère ou tout au moins à changer son système de culture. Les semailles du printemps ne peuvent avoir lieu que fort tard : par une année humide on ne peut quelquefois les effectuer qu'à la fin d'avril ou au commencement de mai, en sorte que la croissance des plantes et l'époque de leur maturité sont considérablement retardées. Lorsqu'après un printemps sec qui permet de faire les semailles dans de meilleures conditions, il survient au milieu de l'année une période pluvieuse, on voit la végétation s'arrêter, et les moissons qui donnaient de belles espérances dépérissent sous la funeste influence de l'humidité. S'il arrive au contraire une longue période de sécheresse, les récoltes souffrent beaucoup sur les terres dont nous parlons ; elles sont *brûlées*, pour nous servir de l'expression qu'emploient les cultivateurs. La gelée est aussi très-pernicieuse aux végétaux qui croissent dans les terrains humides : l'eau augmente de volume en se congelant, c'est-à-dire en passant à l'état de glace, et elle soulève de toute part la superficie du sol avec les plantes qu'il porte, en mettant à nu les racines de celles-ci ; quand le dégel arrive, la terre retombe par son propre poids en laissant en l'air une partie des racines, et, après deux ou trois gels et dégels successifs, les végétaux sont entièrement déracinés ou déchaussés.

L'herbe des prairies naturelles ou artificielles faites

sur les terres crues est généralement grossière, rougeâtre, entremêlée de plantes aquatiques dont l'espèce dépend de la nature du terrain; les plantes fourragères sont faibles et malades, et on n'y obtient qu'avec peine des récoltes à racines charnues ou à longues racines, comme la luzerne. On ne peut guère songer non plus à mettre dans les terres fortes des récoltes de fourrages-racines en culture dérobée, qui sont une ressource si précieuse pour le cultivateur; car la moisson s'y fait fort tard, et à cause de l'humidité du sol en automne et en hiver, les labours seraient difficiles et les produits très-incertains.

Les arbres qui croissent dans les terrains humides sont presque toujours maladifs; ceux même qui viennent de préférence dans le voisinage des eaux courantes, tels que les peupliers, les saules, les aunes, n'aiment pas les endroits où l'eau reste à l'état stagnant. Quant aux essences qui demandent un terrain sec, elles se recouvrent de mousses et de plantes parasites lorsqu'elles végètent dans un terrain humide; leur écorce est dure et raboteuse, leurs branches ne sont ni droites ni vigoureuses. Les arbres fruitiers restent courts, rabougris et improductifs.

On observe encore que les engrais de toute espèce perdent dans ces terres une grande partie de leur puissance fertilisante, et qu'il est nécessaire d'y faire de fréquentes fumures, ce qui tient sans doute à ce que les eaux de pluie, en coulant à la surface du sol, délavent et entraînent les parties les plus riches de la couche arable pour les transporter dans les fossés ou dans les ruisseaux.

Tels sont les principaux inconvénients que produit le séjour trop prolongé d'un excès d'humidité dans le sol; on comprend, par le tableau que nous venons de tracer, lequel n'est nullement exagéré, que le drai-

nage, procurant le moyen de les faire entièrement disparaître, est pour l'agriculture un perfectionnement d'une haute utilité.

49. — Nous ajouterons que les effets produits par la stagnation de l'eau dans le sol ne s'arrêtent pas à la culture, ni à la végétation; ils font encore sentir leur pernicieuse influence sur les hommes et sur les animaux.

Les bestiaux qui vivent dans les pâturages humides sont constamment tourmentés par des insectes de tous genres, tels que les moustiques, les cantharides, les cousins, les taons; les bêtes à corne y contractent des affections pulmonaires, qui en font périr un grand nombre si l'on n'a pas soin de renouveler de temps à autre le bétail; les moutons sont exposés à gagner la teigne et la pourriture. Enfin, les émanations qui s'élèvent du sol, l'état froid et humide de l'atmosphère occasionnent des fièvres endémiques et d'autres maladies qui déciment les populations. En sorte que le drainage ne doit pas être considéré uniquement comme une amélioration agricole, mais aussi comme un puissant moyen de rendre le climat de certaines localités plus salubre.

CHAPITRE III.

EXAMEN DES PRINCIPALES CAUSES QUI DIMINUENT LA FERTILITÉ DES TERRAINS HUMIDES.

20. — La détermination des causes qui produisent les nombreux inconvénients que nous avons signalés au chapitre précédent a donné lieu à des recherches scientifiques fort approfondies. Notre intention n'est point de suivre les physiologistes dans les investigations qu'ils ont faites à ce sujet, car il nous faudrait parler longuement des réactions chimiques qui se produisent dans le sol, et analyser les phénomènes qui se passent dans l'acte de la végétation. Nous nous bornerons donc à présenter à cet égard quelques considérations élémentaires, sauf pour un point qui se lie intimement à l'art du drainage, et sur lequel nous devons nécessairement nous appesantir.

Influence que l'humidité exerce sur les réactions chimiques qui ont lieu dans le sol.

21. — La partie de la croûte terrestre soumise à la culture est un vaste laboratoire dans lequel la nature prépare la nourriture des plantes; où les matières organiques, qui remplissent des fonctions importantes dans la nutrition, ainsi que les matières salines, se décomposent et se transforment en

substances *solubles* et *assimilables*. Il est parfaitement établi que ces transformations nécessaires ne sauraient s'accomplir sans le concours simultanément de la chaleur, de l'air et de l'humidité. Toute circonstance qui a pour effet d'exclure l'un quelconque de ces trois agents, ou de diminuer son action, doit inévitablement empêcher ou modifier dans une certaine mesure les réactions chimiques dont dépend l'alimentation des plantes, et par suite contribuer à rendre le sol moins fertile. Or, abstraction faite de l'influence qu'un excès d'humidité exerce sur la température du sol, phénomène dont nous parlerons plus loin, n'est-il pas évident que l'intérieur d'un terrain humide (§ 14) est tout à fait inaccessible à l'air atmosphérique, ou du moins qu'il ne peut renfermer qu'une quantité d'air extrêmement faible, celle que l'eau a dissoute en traversant l'atmosphère? Dès lors la présence d'un excès d'humidité, mettant obstacle à la libre circulation de l'air autour des racines des plantes, retarde nécessairement leur développement et nuit à la fertilité du sol.

22. — On explique de cette manière la diminution du pouvoir fertilisant des engrais appliqués aux terrains humides. Prenons pour exemple le fumier de basse-cour, qui est le plus fréquemment en usage. Les matières végétales et animales qu'il renferme ne peuvent servir à la nourriture des végétaux qu'après qu'elles ont subi dans la terre certaines transformations chimiques; quand celles-ci ont lieu au contact de l'air atmosphérique, elles s'effectuent d'une manière rapide et complète, et elles donnent naissance à des composés nouveaux propres à entretenir la vie des plantes; si, au contraire, la terre est froide, humide, compacte, et que le fumier soit entouré d'eau de toutes parts, les matières organiques qui le

composent n'éprouvent qu'une décomposition lente et imparfaite : les réactions chimiques qui se passent alors dans la couche végétale engendrent des substances acides nuisibles aux plantes, et qui peuvent même réagir d'une manière préjudiciable sur les substances minérales que le sol contient.

23. — L'humidité qui demeure à l'état stagnant dans la terre ne se borne point à empêcher la circulation de l'air autour des racines des plantes, elle est aussi un obstacle au renouvellement de l'eau, lequel n'est pas moins utile à la végétation que celui de l'air, et sous ce rapport l'humidité du sol contribue également à diminuer sa fertilité. L'eau des pluies n'est jamais parfaitement pure : en traversant l'atmosphère, ce liquide se charge de substances diverses, telles que l'azote, l'acide carbonique, l'ammoniaque, l'acide nitrique, et lorsqu'ensuite elle peut pénétrer librement dans la terre, elle transporte jusqu'aux racines des plantes ces matières qui jouent un grand rôle dans l'alimentation des végétaux ; dans ces circonstances chaque pluie nouvelle enrichit le sol. Mais quand le terrain est humide, l'eau pluviale, obligée de couler à la surface, emporte avec elle une grande partie des matières fertilisantes qu'elle tient en dissolution, et elle entraîne en outre celles que le sol contient.

**Influence de l'humidité sur la division mécanique
du sol.**

24. — Une autre cause qui influe sur la fécondité des terres humides, c'est qu'il n'est point possible de les ameublir convenablement. Aucun agriculteur n'ignore que les labours et les façons que l'on donne chaque année à la terre contribuent à la rendre plus

productive; il n'en est aucun qui ne sache que ces opérations sont d'autant plus efficaces qu'elles produisent une pulvérisation plus parfaite de la couche arable. C'est que la division mécanique du sol procure aux racines des végétaux le moyen de pénétrer aisément dans la terre pour y puiser une partie de leur nourriture; qu'elle a pour effet de mettre les diverses parties du terrain en contact avec l'air, et par suite de favoriser la condensation et l'absorption des gaz répandus dans l'atmosphère; qu'elle facilite la désagrégation et la décomposition des matières minérales qui concourent à la nutrition des plantes; enfin qu'elle produit entre les éléments organiques et les éléments minéraux du sol un mélange intime, essentiellement favorable aux réactions chimiques dont nous avons parlé précédemment (§§ 21 et 22). Ces résultats précieux ne sont point atteints ou ils ne le sont que très-imparfaitement dans les terres fortes, compactes et humides, où l'adhérence entre les molécules est telle que les instruments de labour n'y produisent point un ameublissement suffisant.

Influence de l'humidité sur la température du sol.

25. — Une dernière cause qui agit puissamment sur la fécondité des terrains humides, c'est l'abaissement de température qu'ils subissent par suite du séjour de l'eau à une faible distance de leur surface. Ce point mérite une attention toute particulière; les considérations qui s'y rattachent fournissent des arguments précieux en faveur du drainage souterrain et elles nous aideront par la suite à résoudre quelques questions importantes.

26. — La croute terrestre et par conséquent les terres cultivées doivent à l'action des rayons solaires

la plus grande partie de la chaleur qu'elles possèdent ; leur température peut être affectée par beaucoup de circonstances, dont les principales sont : la situation par rapport à l'équateur ou ce que l'on nomme la latitude, l'élévation au-dessus du niveau de la mer, ou l'altitude, l'exposition vers le nord ou vers le midi, la composition et même la couleur du sol. En supposant que deux terres soient dans des conditions identiques sous tous les rapports, mais qu'elles aient constamment ou habituellement un degré d'humidité différent, la plus humide sera plus froide que l'autre. Les causes qui contribuent à produire ce refroidissement sont au nombre de six ; nous allons les passer successivement en revue.

27. — *Refroidissement produit par l'évaporation.*
— Quand on soumet l'eau à l'action d'une forte chaleur, elle abandonne au bout d'un certain temps son état liquide, pour passer à l'état de fluide aériforme ; en d'autres termes, elle se réduit en vapeur. C'est ce qui constitue le phénomène de l'évaporation que tout le monde a certainement observé. Cependant, pour que ce phénomène se produise, il n'est pas nécessaire, comme beaucoup de personnes le croient sans doute, que l'eau soit mise en contact avec le feu : lorsque ce liquide est exposé à l'air libre il s'évapore à toutes les températures. Il est aisé de vérifier ce fait en mettant un vase ouvert contenant une certaine quantité d'eau dans un lieu dont la température n'est point élevée : au bout d'un temps plus ou moins long, le liquide finit par disparaître entièrement. Dans ce cas, l'eau emprunte la chaleur dont elle a besoin pour se transformer en vapeur, aux objets avec lesquels elle est en contact, et, par conséquent, elle refroidit ces derniers. Si l'on désire des preuves matérielles de ce que nous avançons, on peut en obtenir

par des expériences bien simples. Que l'on entoure en effet la boule d'un thermomètre avec du coton imbibé d'éther, et que l'on agite ce thermomètre dans l'air : on verra aussitôt descendre, même en dessous de zéro, le mercure ou l'alcool que contient le thermomètre. Que l'on place sur la main une goutte d'un liquide très-volatil, tel que la thérébentine ou l'esprit-de-vin, et l'on éprouvera bien vite une sensation de froid. L'eau qui séjourne dans l'intérieur du sol, près de la surface, présente nécessairement le même phénomène : elle se dissipe peu à peu par l'évaporation, en enlevant au terrain toute la chaleur qui lui est nécessaire pour passer de l'état liquide à l'état gazeux. Voilà donc une première cause de refroidissement, et il n'est pas sans intérêt d'en rechercher l'importance.

28. — A défaut de données suffisantes pour calculer celle-ci d'une manière directe, nous ferons remarquer que quand on chauffe de l'eau dans un vase ouvert, sa température augmente graduellement, et qu'il arrive un instant où elle commence à entrer en ébullition et à dégager une vapeur visible. Le liquide possède alors une température de cent degrés centigrades, et il en est de même de la vapeur qui se forme. A partir de cet instant, l'action prolongée du feu ne parvient point à élever la température de l'eau ni celle de la vapeur, au-dessus de 100°. Toute la chaleur que le foyer communique alors à la masse fluide passe dans la vapeur et y devient *latente*, c'est-à-dire insensible au thermomètre : elle sert à maintenir les molécules de l'eau dans l'écartement qui convient à leur nouvel état de fluide élastique, et elle ne se manifeste que quand on condense la vapeur. Les physiiciens nous apprennent que la quantité de calorique qui entre ainsi dans la composition de cha-

que atome de vapeur peut être évaluée à 550 degrés centigrades. Des expériences nombreuses démontrent en outre que la *chaleur totale* que renferme l'eau réduite en gaz, c'est-à-dire la somme de la chaleur latente et de celle qu'indique un thermomètre plongé dans la vapeur, forme toujours une quantité constante, quelles que soient la température et la pression sous lesquelles la vapeur est formée. Il résulte de là que, quelle que soit la température d'un sol humide ou celle de l'air ambiant, l'eau qui s'en échappe par évaporation enlève toujours au terrain une même portion de chaleur, représentée d'après ce que nous avons dit plus haut, par 650 *calories* (1) pour un kilogramme de vapeur. Si le calorique spécifique de la terre et celui de l'eau étaient les mêmes, nous devrions évidemment conclure de ce qui précède que chaque kilogramme d'eau qui se transforme spontanément en gaz a pour effet de diminuer d'un degré centigrade la température de 650 kilogrammes de terre, ou bien de deux degrés celle de 325 kilogrammes de terre, et ainsi de suite; mais comme l'expérience tend à prouver que le calorique spécifique des matières qui composent ordinairement le sol cultivable est à celui de l'eau dans le rapport de 13 à 14 à peu près, on peut admettre que l'évaporation d'un kilogramme d'eau abaisse d'un degré centigrade la température de 550 kilogrammes de terre.

29. — On comprend déjà, par les indications qui précèdent, l'énorme dépression que la chaleur terrestre peut subir par suite de l'évaporation de l'eau

(1) On appelle *calorique spécifique d'un corps* la quantité de chaleur nécessaire pour changer d'un degré centigrade la température d'un kilogramme de ce corps. Dans la mesure de la chaleur on est convenu de prendre pour unité le calorique spécifique de l'eau, auquel on donne le nom particulier de *calorie*.

qui séjourne dans le sol. Cette cause de refroidissement affecte tous les terrains, mais son influence varie avec la quantité d'humidité qu'il contiennent : les terres humides se trouvent, sous ce rapport, dans des conditions beaucoup plus défavorables que les sols moites, et nous allons essayer de rendre sensible la différence qui existe, quant à la perte de chaleur, entre l'état d'humidité et celui de moiteur.

Les observations faites à l'Observatoire royal de Bruxelles, durant la période décennale de 1833 à 1842, établissent qu'il tombe annuellement en Belgique, par suite des pluies et des neiges, une hauteur moyenne d'eau de 0^m,689; la surface d'un hectare de terrain reçoit donc, pendant cet espace de temps, un volume d'eau de 6,890 mètres cubes, ou en poids 6,890,000 kilogrammes. Une portion de cette masse liquide sert aux besoins des plantes; une autre portion retourne dans tous les cas à l'atmosphère sous forme de vapeur; une troisième, enfin, que des expériences faites en Angleterre permettent d'évaluer à 42 1/2 p. c. de la masse totale, s'infiltré à travers les terrains naturellement poreux. Si, par une cause quelconque, telle que la présence d'un sol ou d'un sous-sol imperméable, cette dernière portion, qui équivaut à 2,928,250 kilogrammes pour un hectare, était retenue près de la surface au lieu de s'infiltrer dans les profondeurs de la terre, la majeure partie finirait par s'évaporer, en occasionnant un refroidissement que n'ont point à subir les terrains perméables. Observons d'ailleurs qu'il faut, pour volatiliser un kilogramme d'eau, une quantité de chaleur égale à celle que produirait la combustion complète de 1/11 de kilogramme de charbon ordinaire, et que, par conséquent, pour évaporer 2,928,250 kilogrammes il est nécessaire d'employer 266,205 kilogrammes

de houille. Comme, dans le cas qui nous occupe, le calorique nécessaire pour cet objet est emprunté au sol, il en résulte que la chaleur perdue par un hectare de terrain, dans l'espace de 365 jours, lorsque celui-ci retient les eaux pluviales, équivaut à celle que produirait la combustion complète de 266,203 kilogrammes de charbon, et que, pour placer le terrain humide dont nous parlons dans les mêmes conditions qu'un terrain naturellement poreux ou rendu perméable par des moyens artificiels, il faudrait y faire brûler à peu près 730 kilogrammes de charbon par hectare et par jour.

30. — Il est donc extrêmement important de ne point permettre aux eaux pluviales de séjourner trop près de la surface du sol dans les terres fortes et rétentives : de pareilles terres, dans lesquelles l'eau s'accumule pendant tout l'hiver, doivent être très-froides au printemps; elles ont une température beaucoup plus basse que les terrains secs ou ceux qui sont convenablement drainés, à l'époque où la végétation commence et surtout après les temps pluvieux de l'été, car c'est dans cette dernière saison que l'évaporation est le plus active. On voit déjà aussi que les cultivateurs se servent d'une expression fort juste quand ils qualifient les terrains humides du nom de *terres froides*.

La dépression de température occasionnée par l'évaporation se fait sentir dans tous les sols, mais avec une intensité plus ou moins forte suivant la quantité d'eau qu'ils retiennent. Il est d'autres causes de refroidissement qui sont particulières aux terrains humides et que nous allons maintenant examiner.

31. — *Refroidissement dû à la non-conductibilité de l'eau.* — Les divers corps de la nature se comportent différemment quant à la manière dont ils trans-

mettent la chaleur de l'une de leurs parties à toutes les autres. On les divise sous ce rapport en *bons* et en *mauvais conducteurs* du calorique. Quand on chauffe une barre de fer par l'une de ses extrémités, l'autre ne tarde point aussi à s'échauffer; au contraire, on peut enflammer l'un des bouts d'une barre en bois sans que la température de l'autre bout s'élève sensiblement : c'est que le fer est un bon conducteur et le bois un mauvais conducteur du calorique. L'eau, comme tous les autres liquides, se comporte de la même manière que le bois dans la transmission de la chaleur : lorsqu'on la chauffe par sa partie supérieure, la couche immédiatement en contact avec la source de chaleur s'échauffe seule, et si la masse acquiert, au bout d'un certain temps, une température un peu plus élevée que sa température primitive, ce fait est dû à une tout autre cause que la conductibilité du liquide. Comme le sol tire principalement sa chaleur de l'action exercée sur sa surface par le soleil (26), il s'ensuit que dans les terres saturées d'humidité une partie notable de la chaleur solaire ne peut point se transmettre aux couches du sous-sol avec la même facilité que dans les terrains secs, dont les matières constituantes sont de meilleurs conducteurs que l'eau. C'est pour cela que, dans les sols compactes, la température, à deux ou trois pieds au-dessous de la surface de la couche d'eau stagnante, ne s'élève presque jamais au delà de 8 à 9 degrés centigrades; c'est aussi pour cela que cette température est à peine affectée par les fortes chaleurs de l'été dans les terrains marécageux.

32. — *Refroidissement dû au rayonnement.* — Si l'eau n'est point un bon conducteur du calorique, elle possède en revanche un pouvoir rayonnant considérable. Tout le monde sait, en effet, qu'une masse d'eau

chaude placée dans un milieu d'une faible température se refroidit très-promptement. Il résulte de là, dans les terrains humides, des phénomènes qui ont encore pour effet de diminuer leur température, sauf dans une seule circonstance dont nous parlerons plus loin. Lorsque pendant la nuit, la température des couches inférieures de l'atmosphère s'abaisse en dessous de celle du sol, l'eau que celui-ci contient projette rapidement sa chaleur vers les espaces célestes; les portions en contact immédiat avec l'air se refroidissent d'abord; elles augmentent en même temps de densité, et descendent ensuite pour faire place à une couche inférieure plus chaude et plus légère, qui, après s'être refroidie par le rayonnement, s'enfonce à son tour vers les parties basses du terrain. L'eau devient donc, dans ce cas, un véhicule qui transporte et disperse à la surface du sol la chaleur intérieure de celui-ci. Sous des circonstances convenables, cette action peut se continuer jusqu'à ce que la terre et l'eau qu'elle renferme aient atteint une température de 4°,1 centigrades, point auquel l'eau acquiert son maximum de densité. Tous les sols qui tiennent de l'humidité en excès sont profondément affectés par le refroidissement dû à cette cause; dans les sols secs, les particules solides ne possédant point la mobilité dont jouissent les molécules liquides, le rayonnement ne peut y occasionner un courant ascensionnel, en sorte que la couche qui se refroidit est toujours peu épaisse.

53. — L'exception à laquelle nous avons fait allusion tout à l'heure se produit en hiver, lorsque la température extérieure descend au-dessous de 4°,1; elle dépend de la singulière propriété que possède l'eau d'atteindre à cette température son maximum de densité, et de devenir spécifiquement plus légère

à partir de ce point, soit que sa température s'élève, soit qu'elle s'abaisse. Dans un terrain sec ou drainé la température intérieure peut suivre, durant l'hiver, toutes les variations de la chaleur atmosphérique et s'abaisser par conséquent en dessous de $4^{\circ},1$, ce qui ne se produit point aussi aisément dans un sol saturé d'humidité; car quand la couche d'eau en contact avec l'air se refroidit en dessous de $4^{\circ},1$, elle devient plus légère que les parties inférieures dont la température est plus élevée, et elle continue à flotter au-dessus de ces dernières. La conductibilité est donc, dans ce cas, la seule cause qui peut abaisser la température des parties inférieures du terrain en dessous de $4^{\circ},1$, et nous avons dit que l'eau est un très-mauvais conducteur du calorique.

34. — *Action réfrigérante de la pluie.* — Outre les circonstances que nous venons de passer en revue, il en est plusieurs autres qui ont également de l'influence sur la température des sols humides ou retentifs. La pluie qui tombe durant les mois les plus chauds de l'année possède en général une température inférieure à celle de la surface de la terre; en atteignant celle-ci, elle lui enlève conséquemment une certaine partie de sa chaleur, et cette chaleur dérobée est perdue pour le sol lorsque les eaux qu'il reçoit restent stagnante à une faible profondeur, lorsqu'elles coulent à la surface et sont reçues dans des fossés ouverts, ou lors même qu'elles doivent pénétrer une faible couche de terrain pour atteindre des drains peu profonds. L'action des pluies n'est plus préjudiciable quand le terrain est naturellement poreux, ni quand il est sillonné d'égouts suffisamment profonds; car dans l'un et l'autre cas, les eaux pluviales sont obligées de filtrer à travers les couches plus froides du sous-sol, et dans ce parcours elles restituent aux

couches inférieures la chaleur qu'elles ont enlevée à la surface. Au point de vue que nous considérons, l'action des pluies devient de la sorte fort utile pendant l'été, puisque à cette époque elles conduisent la chaleur souvent trop forte de la surface vers les couches plus basses et qu'elles tendent à rendre plus uniforme la température de la couche active du sol.

35. — En outre, l'eau déplace dans sa descente à travers le terrain l'air que celui-ci renferme; lorsqu'elle peut s'écouler librement, elle est à son tour remplacée par l'air de la surface de la terre, lequel possède, durant sept mois de l'année, une température plus élevée que l'intérieur du terrain. Cette circulation, qui contribue à réchauffer le sol, ne se produit point quand l'eau de pluie y séjourne. A la vérité, il peut arriver que dans les saisons rigoureuses la circulation de l'air produise un effet inverse, c'est-à-dire qu'elle occasionne un refroidissement des terrains perméables ou des terrains drainés; mais cette circonstance ne doit pas être considérée comme désavantageuse, car la végétation souffre plus du manque de chaleur au printemps que du froid pendant l'hiver: il paraît même que l'activité de la végétation à l'époque où la nature se réveille, est en raison de la température basse à laquelle les plantes sont tenues pendant tout l'hiver.

36. — *Action de la rosée sur la température du sol.*
— Il est encore un phénomène sur lequel nous devons fixer l'attention et auquel il faut avoir égard lorsque l'on considère les effets du drainage sur la température du sol: c'est l'action de la rosée.

Pendant les nuits sercines, les différents corps placés à la surface de la terre se refroidissent promptement en rayonnant vers le ciel une grande quantité de chaleur, laquelle est tout à fait perdue pour eux

si l'atmosphère est calme et sans nuages. La couche d'air en contact avec ces corps se refroidit aussi et précipite, sous forme de rosée, une partie de la vapeur d'eau qu'elle tenait en suspension. La rosée, au moment où elle se forme, est donc plus chaude que les substances sur lesquelles elle se dépose; en sorte que la surface du sol regagne durant la nuit, par le fait de la condensation de la vapeur aqueuse, une portion de la chaleur perdue par l'évaporation et le rayonnement. De là un nouvel avantage en faveur des terrains perméables; car, bien qu'un sol humide rayonne puissamment la chaleur, il ne s'y forme point de rosée, soit à cause des courants que le refroidissement nocturne y produit, soit parce que l'eau renfermée dans un semblable terrain n'a pour l'humidité de l'air aucune affinité.

On attribue d'ailleurs à l'eau de rosée plus de propriétés nutritives qu'à l'eau ordinaire, parce qu'on prétend qu'elle contient une plus forte proportion d'oxygène que cette dernière.

En outre, il est permis de croire que ce n'est point à la surface du sol seulement que l'action bienfaisante de la rosée se fait sentir. Lorsqu'un terrain est naturellement poreux ou qu'artificiellement il est rendu tel sur une profondeur convenable, il arrive souvent, durant la saison d'été, que les couches inférieures possèdent dans le jour une température assez basse pour produire la condensation de l'humidité de l'air avec lequel elles sont en contact; le dépôt de rosée se produit alors dans l'intérieur du sol et pendant que la surface dégage dans l'atmosphère son humidité et sa chaleur, les couches du dessous travaillent à réparer ces pertes et à maintenir le sol dans des conditions favorables à la végétation.

Confirmation pratique des déductions qui précèdent.

57. — Les considérations que nous venons d'exposer relativement à la dépression de température des sols humides, sont pleinement confirmées par les expériences faites en Angleterre. Celles qui ont été entreprises sur une petite échelle par le docteur Henri Madden de Brighton tendent à prouver que l'abaissement de température, dû à quelques-unes des causes que nous avons indiquées, s'élève en été à une moyenne de 3° centigrades. Cette diminution correspond à une altitude de 594^m,75; et si l'on considère combien les produits d'un sol se modifient dans leur nature et dans leur quantité selon la hauteur relative des localités, on doit reconnaître qu'une semblable réduction de température produit des effets très-nuisibles sur la fertilité des terres qui sont exposées à la subir.

38. — Des expériences plus complètes et plus concluantes que les précédentes ont été faites par M. Josiah Parkes, ingénieur anglais dont le nom est devenu célèbre à cause des perfectionnements qu'il a apportés à la pratique du drainage. Ces expériences montrent aussi que la température d'un sol est considérablement accrue par le fait seul du drainage; elles établissent en outre, d'une manière concluante, que les eaux de pluie, lorsqu'elles peuvent pénétrer librement à travers le terrain, constituent l'agent le plus actif pour transporter de la chaleur aux couches inférieures du sol et pour élever la moyenne température annuelle de celui-ci.

Les expériences instructives dont il s'agit eurent lieu au mois de juin 1837, dans un marécage tourbeux très-profond et parfaitement découvert, dont

une partie avait été drainée, environ une année auparavant, par des saignées de 0^m,90 à 0^m,95 de profondeur. Dans la portion non drainée, la température à 0^m,175 de la surface fut pendant la durée des expériences de 8°,3; celle des couches inférieures était primitivement de 7°,7; à partir de 0^m,30 de la surface, elle se maintenait uniforme sur toute la profondeur et elle n'avait point varié durant l'espace de trois ans.

Après que le terrain eut été assaini et préparé d'une façon convenable, le thermomètre, placé à 0^m,775 de la surface, s'éleva graduellement jusqu'à 9°,3, ayant ainsi gagné 1°,6; un second, dont la boule se trouvait à 0^m,175 de la surface du sol, atteignit 19° après une pluie d'orage et présenta pour moyenne de trente-cinq observations un accroissement maximum de 5°,5 sur le thermomètre placé à la même profondeur dans le terrain humide. L'augmentation de température dans ces circonstances était évidemment due à des causes météorologiques et non point à l'action des parties souterraines; car celles-ci, possédant une température plus basse, tendaient plutôt à diminuer qu'à accroître la chaleur du terrain drainé.

39. — Il résulte encore des chiffres fournis par les expériences de M. Parkes, que l'action des pluies contribue à élever dans une forte proportion la température du sous-sol. Dans l'une de ces expériences, il fut constaté qu'après que la température du sol, à 0^m,175 de profondeur, eut atteint son maximum ordinaire de la journée, elle fut néanmoins élevée de 1°,9 à la suite d'une pluie d'orage. Une demi-heure après, l'action du soleil ayant évaporé rapidement une portion de l'eau qui venait de tomber, la terre à la même profondeur avait perdu 1°,6, ce qui montre une fois de plus combien est grande la quantité

de chaleur que l'eau emporte quand elle se transforme en vapeur.

40. — On peut tirer d'autres conséquences fort intéressantes des expériences dont nous parlons. A 0^m,175 de profondeur, les variations diurnes de la température se faisaient sentir avec beaucoup d'intensité, car le thermomètre indicateur présentait entre les chiffres extrêmes de la journée une différence de 1°,7 et même de 2°,2; il marquait également un nombre de degrés variable d'un jour à l'autre suivant l'état de l'atmosphère. Les variations diurnes devenaient de moins en moins considérables à mesure que l'on allait plus avant dans la terre, et elles disparaissaient complètement à 0^m,775, car le thermomètre établi à cette profondeur a constamment marché dans le même sens. A 0^m,625 de la surface les changements diurnes de la température furent déjà peu fréquents et à peine sensibles. Il est à remarquer aussi que la chaleur gagnée par le sous-sol, à 0^m,775 de profondeur, fut assez faible et qu'il possédait même, au commencement des expériences, une température égale à celle du terrain non drainé. Concluons de là que pour soustraire le sol humide à l'influence des diverses causes qui tendent à le refroidir, il est nécessaire d'y abaisser la couche d'eau stagnante à une profondeur de 0^m,625 au moins.

CHAPITRE IV.

SUPÉRIORITÉ DU DRAINAGE SOUTERRAIN SUR LES AUTRES MOYENS EMPLOYÉS POUR ASSAINIR LES TERRAINS HUMIDES.

Méthodes suivies anciennement pour assainir les terrains humides.

41. — Avant que l'on eût découvert que le système de drainage souterrain peut s'appliquer avec succès à tous les terrains humides indistinctement, les cultivateurs avaient recours, pour atténuer les inconvénients que produit la stagnation de l'eau à la surface de la terre ou à une faible profondeur dans le sol, à deux moyens principaux, savoir : la forme particulière du labour, et l'emploi des fossés à ciel ouvert. Il nous sera facile de montrer que ces deux procédés de dessèchement sont tout à fait incomplets, et que le mode d'assainissement par des rigoles souterraines doit leur être préféré dans tous les cas.

Imperfection des méthodes anciennes.

42. — La culture en billons ou en aōs, à laquelle on a fréquemment recours dans les pays plats et humides, et les fossés à ciel ouvert que l'on creuse dans les terrains dont la surface présente une forte inclinaison, ne servent qu'à faciliter l'évacuation des eaux pluviales qui coulent sur le sol, mais nullement

à faire disparaître celles qui pénètrent dans la terre et qui y séjournent jusqu'à ce que l'évaporation les ait enlevées. Cette humidité intérieure donne lieu alors à tous les inconvénients que nous avons signalés précédemment, et elle empêche l'action de la chaleur solaire de profiter aux plantes. C'est seulement quand le sol et le sous-sol sont saturés d'humidité, que les ados et les fossés à ciel ouvert commencent à remplir leurs fonctions, en conduisant hors des champs les eaux qui, ne pouvant plus descendre dans la terre, séjourneraient sur le sol ou couleraient à sa surface. Dans les fortes averses, ces eaux entraînent les parties les plus fines du sol ; elles dissolvent les matières fertilisantes qu'elles rencontrent sur leur passage, pour les transporter ensuite au ruisseau le plus voisin ; en sorte qu'elles produisent un appauvrissement graduel de la couche arable et que chaque pluie nouvelle nuit au terrain, au lieu de contribuer à l'enrichir. La culture en ados et l'emploi des fossés à ciel ouvert font perdre une superficie de terrain considérable ; ils exigent une main-d'œuvre coûteuse et un entretien dispendieux, qui se renouvelle chaque année. Le système des ados est particulièrement défectueux lorsqu'on n'y apporte pas les soins et les réparations nécessaires : il n'est personne qui n'ait remarqué, en parcourant les champs pendant la mauvaise saison, que la culture en billons dessèche les parties élevées aux dépens des parties basses, qui sont presque toujours noyées. Les fossés à ciel ouvert ne produisent point un meilleur effet, car on ne saurait les faire ni assez profonds, ni assez multipliés pour qu'ils assainissent convenablement la terre.

43. — Remarquons d'ailleurs que ces deux modes de dessèchement, qui constituent ce que l'on pourrait appeler un *drainage superficiel*, sont en opposi-

tion directe avec les principes que nous avons développés précédemment. Nous avons, en effet, montré qu'il est d'une extrême importance que les eaux pluviales puissent pénétrer librement à travers le terrain, afin d'y déposer les matières fertilisantes qu'elles tiennent habituellement en dissolution, et, en outre, de restituer au sous-sol la chaleur qu'elles enlèvent quelquefois à la superficie; or il est facile de reconnaître qu'un drainage superficiel conçu comme nous l'avons dit plus haut, et particulièrement le système de culture en billons, repose sur un principe diamétralement opposé, qui consiste à empêcher autant que possible les eaux pluviales de pénétrer dans la terre.

Supériorité du drainage souterrain.

44. — Le système de nombreux drains couverts et profonds, ayant au fond un conduit toujours prêt à recevoir et à évacuer les eaux, produit au contraire un dessèchement aussi parfait et aussi complet qu'on peut le désirer. Tout en conservant au terrain une surface continue, sans bombement ni fossés, ces drains lui enlèvent en tout temps l'excès d'humidité et n'y laissent subsister qu'une moiteur favorable à la végétation; ils maintiennent constamment le sol dans un état de porosité qui lui permet de recevoir et d'absorber de nouvelles doses de pluie et qui procure à l'air un accès facile. Avant d'arriver aux conduits des drains, les eaux de pluie humectent la terre uniformément : elles distribuent aux racines des plantes les matières fertilisantes qu'elles ont puisées dans l'atmosphère, et aux couches inférieures du terrain la chaleur qu'elles ont dérobée à la surface. Après chaque pluie il y a dans le sol un renouvellement d'air

qui en augmente la fertilité en même temps que la température moyenne. Les drains couverts peuvent être placés à une profondeur suffisante pour que les différentes causes qui tendent à abaisser la température de la couche active du terrain ne puissent plus exercer leur funeste action. Enfin, le drainage souterrain bien établi n'exige point d'entretien; il ne demande qu'accidentellement des réparations insignifiantes.

45. — A la vérité, on peut objecter que ce système d'assainissement a aussi pour conséquence l'appauvrissement de la terre; car les eaux de pluie, en filtrant à travers la couche végétale, peuvent dissoudre des matières salines et organiques et les emporter dans les conduits des drains. Mais cet inconvénient, partagé par les autres modes de dessèchement, se manifeste ici d'une manière bien moins énergique que dans le cas où les eaux coulent à la surface du sol : alors, en effet, elles ne se bornent point à enlever les matières solubles, elles entraînent encore toutes celles qui se trouvent dans le sol à l'état très-divisé. D'ailleurs, la pluie apporte avec elle des substances étrangères, telles que l'azote, l'acide carbonique, l'ammoniaque, l'acide nitrique, etc., qui sont absorbées avec avidité par les plantes ou par le sol et qui remplacent celles que l'eau entraîne. N'y eût-il même aucune compensation à cet égard, que l'inconvénient dont nous parlons disparaîtrait devant les avantages nombreux et importants qui sont la conséquence de la filtration des eaux pluviales à travers une couche de terrain d'une certaine épaisseur.

CHAPITRE V.

EXPOSÉ GÉNÉRAL DES DIVERSES MÉTHODES DE DRAINAGE SOUTERRAIN ET DES CIRCONSTANCES AUXQUELLES ELLES S'APPLIQUENT.

46. — Il existe dans l'application du drainage souterrain aux terres humides deux méthodes bien distinctes, qu'il importe de ne point confondre dans la pratique. Pour que l'on comprenne bien la différence qui existe entre elles et les circonstances auxquelles chacune convient, il est nécessaire que nous jetions un coup d'œil sur les causes qui produisent l'excès d'humidité que le drainage a pour objet de combattre, ou, en d'autres termes, sur l'origine des eaux que l'on doit extraire du sol.

Causes qui produisent l'excès d'humidité dans les terres.

47. — L'humidité des terrains soumis à la culture dérive de deux causes distinctes. Elle provient : 1° des sources, des eaux de fond qui s'élèvent du sous-sol vers la surface ; 2° de l'accumulation des eaux pluviales dans des couches ou sur des couches d'une nature particulière. L'humidité qui se montre dans les fondrières et les marécages doit le plus souvent son origine à la première de ces causes ; celle que l'on remarque dans un grand nombre de terrains élevés, à certaines époques de l'année, pendant et

après l'hiver ou dans les saisons pluvieuses, doit être attribuée à la dernière. Les deux causes, du reste, concourent quelquefois.

Examinons de quelle manière ces deux causes produisent dans les terres une humidité préjudiciable à la culture et à la végétation, en commençant par ce qui concerne la formation des sources et leur action sur la couche superficielle du sol.

48. — Les matériaux qui constituent l'écorce du globe peuvent se diviser en deux grandes catégories : les uns, tels que les sables, les graviers, les roches fissurées, sont dits *perméables*, parce qu'ils permettent à l'eau de filtrer aisément dans leur intérieur; les autres, comme les argiles et les roches compactes, sont appelés *imperméables*, parce qu'ils se laissent difficilement pénétrer par l'eau et qu'ils ne permettent point à celle-ci de couler librement entre leurs molécules. Les recherches des géologues nous ont appris que ces matériaux ne sont point mélangés indistinctement les uns avec les autres, mais que la plupart sont disposés en couches plus ou moins épaisses et d'une étendue fort variable. Les montagnes et les élévations de toutes sortes que l'on remarque à la surface du globe sont presque toujours formées de matériaux *stratifiés*, c'est-à-dire disposés en couches plus ou moins inclinées sur l'horizon et qui se prolongent vers les parties basses du sol, dans les vallées. Ces couches affectent dans leur forme, leur épaisseur, leur étendue, des dispositions extrêmement variées. On remarque que quelques-unes d'entre elles ont une étendue plus considérable que d'autres et qu'elles se continuent avec une régularité plus grande : celles qui occupent les parties voisines de la surface du sol, au pied des accidents de terrain, sont presque toujours interrompues avant qu'elles n'atteignent les

parties élevées; tandis que celles qui gisent à une plus grande profondeur dans les vallées apparaissent au jour sur les points culminants des montagnes. Les eaux formées sur les hauteurs, par les pluies et la fonte des neiges, pénètrent dans le sol et sont ensuite conduites par les gisements perméables vers les parties situées à un niveau inférieur. Quelques-uns de ceux-ci aboutissent à la surface du sol ou se terminent en dessous de la couche de terre dont elle est recouverte; les eaux qui en découlent apparaissent alors sous forme de sources, qui occasionnent un préjudice plus ou moins grand, suivant les circonstances. Quelquefois les lits perméables de sable, de gravier, de roches fissurées, compris entre des gisements de matières imperméables, s'étendent de tous côtés sur les hauteurs qui environnent les terrains bas. Les eaux qu'ils reçoivent alors par leurs têtes s'accumulent dans leur intérieur, et bientôt il se produit une pression qui oblige les eaux à s'élever à travers les divers gisements qui les surmontent et à arriver à la surface du sol où elles se font jour, soit en des points déterminés, soit plus généralement par un suintement qui mouille une grande étendue de terrain.

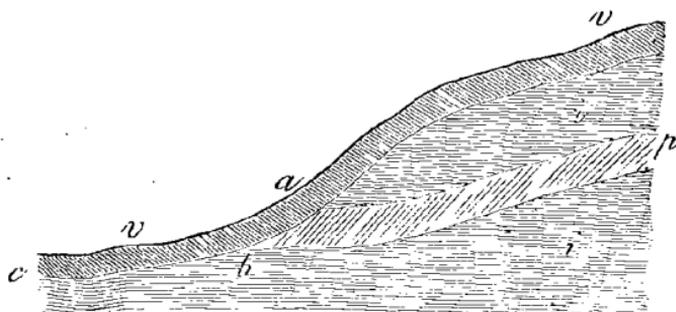


Fig. 1.

49. — Quelques exemples éclairciront ce que nous

5.

venons de dire. Soit en *p* (fig. 1) un lit aquifère compris entre des couches imperméables *i, i*, et qui se termine, vers le bas d'une colline, à la terre végétale *v, v*, dont la surface du sol est couverte. Si le lit *p* est formé par des roches fissurées, les eaux qui y pénètrent prennent naturellement leur cours dans les fissures et elles arrivent au jour en des points déterminés et circonscrits de la partie *a b*, formant ainsi des sources vives qui jaillissent à travers la couche végétale et causent généralement peu de préjudice. Mais si le lit perméable *p* est composé de sable ou de gravier, les eaux qui viennent des hauteurs humectent la couche sur toute sa longueur et s'infiltrent à travers la terre végétale dans laquelle elles entretiennent une humidité nuisible. L'eau qui arrive en *a b*, pressée par le liquide qui la surmonte, se fraye un passage tout le long du plan *b c*, et elle rend les terrains inférieurs trop humides, aussi longtemps que les eaux de la couche *p* ne sont pas épuisées.

50. — Prenons un second exemple emprunté à une disposition géologique assez fréquente dans notre pays. Supposons (fig. 2) qu'un monticule de sable *p*

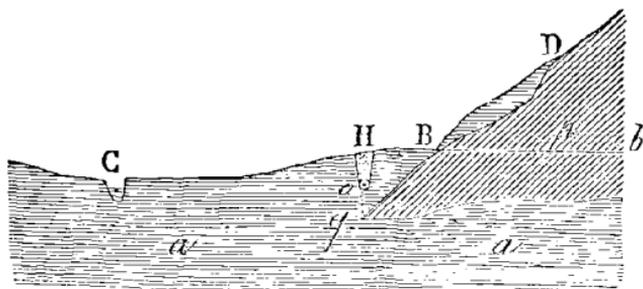


Fig. 2.

repose sur un terrain argileux *a, a*, qui en outre le recouvre en partie. Dans ce cas les eaux pluviales

s'amassent dans la partie inférieure du monticule de sable; celles du dessous tendent, par l'effet de la pression qu'elles supportent, à s'échapper en crevant l'enveloppe qui les retient. Elles finiront par se faire jour en certains points, tels que B où cette enveloppe présente moins de résistance qu'ailleurs, et en s'écoulant ainsi tout le long du pied du monticule, elles donneront lieu à des sources qui s'infiltreront dans la couche végétale et rendront le terrain humide depuis B jusqu'en C, où nous supposons qu'il existe un fossé pour les recevoir et les transporter au loin. La partie BC sera donc mouillée par l'eau des sources, tandis que la portion BD sera relativement sèche. Mais il est possible que cette dernière devienne aussi humide en certaines circonstances. Il peut se faire, en effet, qu'à une époque où les pluies sont abondantes, les orifices par lesquels l'eau de la couche *p* s'échappe ne suffisent point à écouler toute l'eau que celle-ci reçoit. Le niveau qui se maintenait en *bB* s'élèvera alors insensiblement, et quand il aura atteint la hauteur du point D, il se formera des sources en cet endroit : la partie BD deviendra à son tour trop humide. Lorsque le niveau d'eau redescendra en dessous du point D, les sources qui s'étaient formées momentanément en ce point cesseront de couler et peu à peu la portion de terrain BD s'asséchera. Ce qui a lieu dans cette circonstance explique l'une des manières dont se forment les sources temporaires, intermittentes, qui apparaissent à la surface des champs dans les époques humides, pour disparaître ensuite après un temps plus ou moins long.

51. — Supposons encore, ce qui se présente fréquemment dans la nature, que le gisement perméable *p, p* (fig. 5) forme une espèce de cuve dont le fond est occupé par un terrain argileux *a*. Dans ce

cas les eaux pluviales qui s'accumulent dans le bas, forment aux points A et B des sources qui ne cessent

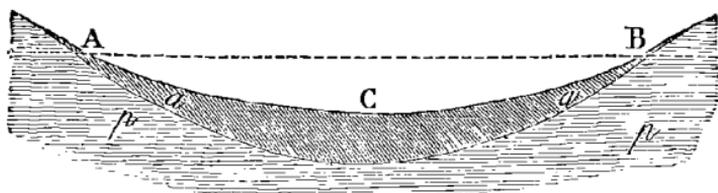


Fig. 3.

de couler que quand le liquide qui les alimente est descendu au niveau de ces points. Néanmoins le terrain *a a* continuera d'être humide, car la pression forcera les eaux du fond à s'élever dans la partie C. Une action analogue se produit lorsqu'une nappe aquifère *p p*, formant bassin, est située à une certaine profondeur sous le sol (fig. 4) et séparée de la surface

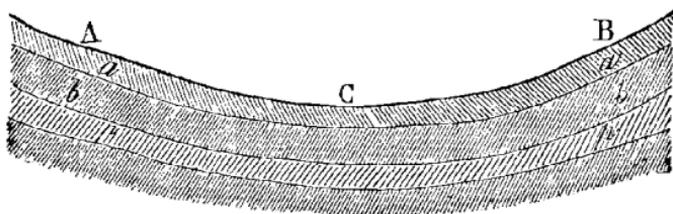


Fig. 4.

par des lits de matières rétentives. Si, dans cette circonstance, les gisements supérieurs *a, b* sont peu compactes, l'eau s'y élève aisément; s'ils sont d'une nature plus dense, ils s'amollissent graduellement par suite de la présence de l'eau en dessous d'eux et des pressions considérables qu'elle supporte; en sorte qu'il se produit alors un suintement général dans les parties basses, de part et d'autre du point C, et la surface du terrain devient encore trop humide pour qu'on puisse la cultiver avec avantage.

Méthode de drainage particulière aux cas où l'humidité provient des sources.

52. — Pour assainir les terrains humides dans les circonstances que nous venons d'indiquer, on a recours, en Angleterre, à un procédé fort ancien, connu sous la dénomination de *méthode d'Elkington*, du nom d'un fermier du Warwickshire qui fit, vers la fin du siècle dernier, des travaux de dessèchement fort remarquables, et qui contribua beaucoup à propager le système d'assainissement qui porte son nom.

La méthode d'Elkington repose sur un principe fort rationnel : elle consiste à attaquer directement la cause qui engendre l'humidité en interceptant les sources avant qu'elles n'atteignent la surface du terrain, ou bien en procurant aux eaux souterraines un débouché facile par lequel leur niveau soit tellement abaissé, qu'elles ne puissent plus nuire aux terrains supérieurs.

C'est ainsi que, dans le cas de la fig. 4, une saignée faite en *a*, sur toute l'épaisseur de la couche aquifère, interceptera les sources dans leur descente, et que dans le cas de la fig. 2, un drain placé en *H*, et assez profond pour atteindre le pied du monticule de sable, remédiera complètement aux effets nuisibles des eaux souterraines. Nous exposerons plus tard cette méthode de drainage dans tous ses détails.

Seconde cause qui rend certaines terres trop humides.

53. — L'humidité peut aussi provenir de l'accumulation des eaux pluviales dans des couches ou sur des couches de terrain d'une nature particulière.

54. — Les terres se comportent à l'égard de l'eau

de différentes manières, suivant la nature chimique des matières dont elles sont formées et même suivant l'état de division des particules qui les composent. Il en est qui ont pour l'eau peu d'affinité, peu d'adhérence et dont l'état physique n'est point sensiblement affecté par l'humidité : tels sont les sables ordinaires, purs ou mélangés à une certaine proportion d'autres substances minérales. Les particules élémentaires dont ces terres sont formées ne changent point de volume quand elles sont en contact avec l'eau ; de plus elles laissent entre elles des vides considérables, en sorte que la pluie y pénètre aisément et filtre sans peine à travers leurs pores ; on les dit, pour cette raison, *perméables*.

55. — Il y a d'autres terres plus denses et plus compactes, qui possèdent une grande affinité pour l'eau et auxquelles ce liquide adhère fortement ; leurs molécules se gonflent généralement par l'effet de l'humidité. Il en résulte que les eaux, filtrant difficilement à travers de semblables terres, y séjournent, au lieu de disparaître rapidement, comme cela a lieu dans le sable ordinaire ou le gravier. A cette seconde catégorie appartiennent les argiles, les glaises, certaines espèces de marne, le sable très-ténu, etc. Ces terres sont indistinctement qualifiées d'*imperméables*. Cependant ce nom est tout à fait impropre pour la plupart d'entre elles, si l'on veut, en le leur appliquant, exprimer qu'elles ne se laissent point pénétrer par l'eau. Nous croyons nécessaire de rectifier ici cette qualification, de montrer ce qu'elle a de trop absolu, car elle fait naître chez beaucoup de personnes des idées fort inexactes sur la nature des terrains auxquels on la donne. Les argiles, par exemple, sont des terres que les cultivateurs ont l'habitude de considérer comme imperméables, dans toute l'acception du

mot : ils disent des argiles qu'elles ne boivent pas l'eau. Néanmoins ces terres se laissent pénétrer par ce liquide; la preuve en est que l'intérieur d'un sol argileux est distinctement plus humide après les pluies que dans la belle saison, et que si l'on chauffe fortement un morceau d'argile qui paraît sec à l'œil, il laisse échapper beaucoup d'eau sous forme de vapeur et perd par suite une notable portion de son poids primitif. C'est seulement quand ces terres ont tous leurs vides remplis d'eau qu'elles deviennent imperméables, parce qu'elles retiennent ce liquide avec force et ne le laissent point filtrer naturellement quand elles sont en couche épaisse. Mais que l'on enlève à l'argile, par un moyen quelconque, l'eau dont elle est imprégnée, et à l'instant son imperméabilité cesse : elle devient susceptible d'absorber de nouveau une portion de la pluie qui tombe sur sa surface. C'est pour cela qu'au lieu de donner aux terres dont nous avons parlé en dernier lieu le nom d'*imperméables*, nous les appellerons *rétentives*. Le terme *imperméable* convient seulement à certaines espèces de glaises, extrêmement rares dans notre pays, et qui sont tellement compactes que la quantité d'eau qui les pénètre n'est point assez forte pour altérer sensiblement leur constitution physique.

56. — Lorsque la pluie tombe sur un terrain rétentif, elle y pénètre et s'y amasse jusqu'à ce que tous les vides soient remplis; puis elle y séjourne tant qu'une cause naturelle ou artificielle ne la fait point disparaître. Pour qu'un terrain de ce genre s'assèche naturellement il faut que l'eau qu'il absorbe serve toute aux besoins des plantes, ou que l'excédant soit enlevé par l'évaporation. Or, nous l'avons déjà fait pressentir (29), ces conditions ne se réalisent point dans notre climat, où la chaleur solaire est incapable

d'évaporer l'eau de pluie en excès sur les besoins de la végétation, au fur et à mesure qu'elle tombe. En hiver, lorsque l'humidité est le plus considérable, la force d'évaporation est très-faible : on a constaté en Angleterre, par des expériences continuées durant une longue suite d'années, que d'octobre en mars la quantité d'eau qui retourne à l'atmosphère à l'état de vapeur n'équivaut qu'à 0,255 de la masse totale qui tombe pendant cette période, laquelle peut être évaluée pour la Belgique à une moyenne de 4,190,000 litres par hectare. D'après cela, il est évident que si l'excès de pluie qui tombe durant les six mois les plus froids pouvait s'accumuler dans un sol rétentif, celui-ci en deviendrait presque constamment trop humide et qu'une grande partie de la chaleur du printemps serait perdue pour les plantes. Les terrains rétentifs peuvent également souffrir de l'humidité pendant la belle saison, car les mêmes expériences dont nous avons parlé établissent que d'avril en septembre, 0,93 seulement de la quantité d'eau qui tombe est évaporée. On voit encore, d'après cela, que si la force d'évaporation agit seule, un temps très-long est nécessaire pour ramener le sol dans des conditions d'humidité à peu près favorables à la végétation, tandis que des drains couverts, convenablement disposés, le délivrent de l'excès d'eau en un petit nombre d'heures après chaque pluie, même dans la mauvaise saison.

57. — Ce n'est point seulement dans les terrains dont le sol et le sous-sol sont rétentifs que l'accumulation des eaux pluviales peut donner lieu à des effets nuisibles. La même chose arrive lorsqu'un terrain poreux, même sur plusieurs mètres d'épaisseur, repose sur une couche rétentive ou imperméable dont l'inclinaison est faible, ou dont la forme particulière

ne permet pas aux eaux qui l'atteignent de s'écouler promptement. Dans ces circonstances les eaux pluviales s'amassent dans le terrain perméable, et peuvent le saturer jusqu'à la surface. Si elles ne sont point assez abondantes pour arriver jusque-là, mais qu'elles restent stagnantes à une profondeur de deux ou trois pieds, elle causeront encore un grand préjudice au sol supérieur; car de même que quand on plonge le fond d'un pot de fleur dans l'eau, on voit celle-ci s'élever jusqu'au haut du pot, quelque légère que soit d'ailleurs la terre, de même dans le cas qui nous occupe, l'humidité montera des parties basses du terrain vers les parties supérieures, pour remplacer celle que la chaleur solaire évapore, et cette attraction continuelle de bas en haut aura pour conséquence de refroidir le terrain.

58. — On rencontre quelquefois des terres, perméables par nature, qui contiennent une forte proportion d'oxyde de fer et dans l'intérieur desquelles il se forme, au bout d'un certain temps, une couche impénétrable aux racines et aux eaux pluviales. Ces terres alors sont dans des conditions analogues à celles dont nous avons parlé ci-dessus : elles deviennent trop humides à certaines époques de l'année. On peut les améliorer en rompant le tuf ferrugineux par le moyen de la charrue, quand celle-ci peut l'atteindre facilement; mais il ne tarde pas à se reformer et le mal reparaît de nouveau. Le meilleur moyen d'en prévenir le retour est d'avoir recours au drainage.

Méthode de dessèchement à appliquer aux terres qui doivent leur humidité à la seconde cause.

59. — Pour assainir tous les terrains dans lesquels l'humidité est produite par l'accumulation et le

séjour prolongé des eaux pluviales, on doit avoir recours à une méthode spéciale de drainage, qui consiste dans l'emploi de rigoles souterraines, dont la profondeur, l'espacement et la position sont réglés par les conditions particulières dans lesquelles chaque terrain se trouve placé. Cette méthode a reçu en Angleterre différents noms, ayant rapport à quelques-unes des dispositions que l'on a suivies dans son emploi. On l'a appelée *drainage en sillon*, *drainage fréquent*, *drainage parallèle*, *drainage complet*, etc. Nous nous servirons toujours, à l'avenir, de la dernière qualification.

La méthode de drainage complet est celle qui reçoit presque partout les applications les plus nombreuses et les plus utiles : c'est d'elle que nous traiterons d'abord dans ce qui va suivre ; nous indiquerons après coup les cas particuliers auxquels on peut appliquer avec certitude et économie la méthode d'Elkington, ainsi que les procédés spéciaux qui s'y rapportent.

Aperçu historique sur le développement du drainage souterrain.

60. — Les deux méthodes de drainage dont nous venons de donner une idée succincte ont vu le jour à des époques très-éloignées l'une de l'autre. Celle à laquelle Elkington a donné son nom, et qui ne convient qu'aux terrains marécageux, remonte aux temps les plus reculés : elle était déjà en usage chez les Romains, comme le prouve la description que Palladius a faite des moyens que ceux-ci employaient pour dessécher les terrains humides. Cette méthode est connue aussi en Angleterre depuis très-longtemps. On rapporte que déjà sous le règne de Henri VII, une

compagnie de Flamands entreprit, aux environs de Bedford, quelques travaux de dessèchement, continués plus tard par un colonel du nom de Vermuyden, qui avait été au service de Cromwell. D'un autre côté, un ouvrage écrit sur ce sujet par le capitaine Walter Bligh était à sa troisième édition en l'année 1652. Ce livre, le plus ancien vestige littéraire du drainage en Angleterre, contient d'excellents principes, que les agriculteurs des temps modernes ne sauraient trop méditer. « Quant à ta tranchée de drainage, dit Walter Bligh, tu dois la faire assez profonde pour qu'elle aille au fond de l'eau froide et croupissante, qui nourrit les joncs et les carex. Quant à sa largeur, fixe-la en liberté, mais de manière à pouvoir aller au fond, lequel doit être aussi bas que l'endroit où croupit l'humidité, ordinairement sous la seconde couche de terre, dans quelque banc de gravier ou de sable. Et tu dois aller d'un fer de bêche en dessous de ce point. Mais pour ces tranchées que l'on fait souvent à un pied ou deux, je dis que c'est une grande folie et du travail perdu. » A une époque plus rapprochée de nous, c'est-à-dire vers la fin du siècle dernier, les travaux d'Elkington, fermier du Warwickshire, appelèrent plus sérieusement l'attention des agriculteurs sur l'utilité du drainage et contribuèrent beaucoup à en répandre la pratique.

61. — Pendant longtemps la méthode d'Elkington fut seule d'un usage général en Angleterre ; car, dans le principe, il ne paraissait ni nécessaire ni possible d'appliquer le drainage souterrain à d'autres terrains qu'aux sols marécageux ; il était même rare anciennement que la totalité d'un champ fût drainé ; on se bornait à assécher les portions où il aurait été dangereux de faire passer, à certaines saisons de l'année, les bestiaux et les animaux de travail. Cependant

on reconnut, à la longue, que les eaux de sources qui font irruption à la surface du sol ne sont pas les seules qui produisent une humidité superflue et nuisible, mais que l'eau de pluie et la neige fondue croupissant à une faible distance de la surface, sur un sous-sol rétentif ou imperméable, exercent dans beaucoup de circonstances une influence plus pernicieuse sur la couche arable que l'eau de source elle-même.

Le mal étant constaté, il fallut y trouver remède. On essaya d'abord d'appliquer aux terres humides de la seconde classe le même mode de dessèchement qu'à celles de la première; mais ces tentatives échouèrent complètement. On fut conduit de cette manière à adopter une méthode spéciale pour l'assainissement des terrains à sol ou à sous-sol rétentif.

Il résulte d'un ouvrage publié en 1727 par M. Bradley, professeur à l'université de Cambridge, que ce fut dans le comté de Suffolk qu'eurent lieu les premières applications du drainage complet; il passa ensuite dans les comtés de Norfolk, d'Essex et de Hertford, où il était déjà en usage vers 1750. Au commencement de notre siècle, vers 1800 ou 1807, cette méthode fut appliquée aux terrains plats et argileux du Sterlingshire et de l'est du comté de Perth; mais elle ne prit point tout d'abord une grande extension. C'est seulement à partir de 1825, à la suite des grands travaux entrepris par M. Smith de Deanstone, qu'elle parvint à se répandre en Angleterre et en Ecosse. L'essor était donné : peu à peu des modifications importantes furent apportées au système primitif, et lorsque le gouvernement anglais, après avoir modifié profondément la législation sur les céréales, fut autorisé à faire avec les deniers publics des avances considérables pour l'amélioration de la propriété foncière, le drainage prit une extension im-

mense. On vit alors se réaliser, avec une rapidité extraordinaire, une série de perfectionnements remarquables qui ont fait du drainage, comme l'a dit avec raison M. Payen, l'une des plus belles inventions de l'agriculture.

62. — L'assainissement des terrains marécageux est aussi une pratique fort ancienne en Belgique; mais l'importation du drainage complet dans ce pays remonte seulement à l'année 1833, époque à laquelle M. le comte Visart l'appliqua dans sa propriété de Bury près de Tournay; en 1846, M. le baron Ed. Mertens entreprit également des opérations d'assainissement dans sa terre d'Ostin, près de Namur. Néanmoins ces premiers essais n'eurent point d'imitateurs; l'application du drainage complet a seulement commencé à se répandre dans notre pays à partir de 1850, grâce aux excellentes mesures que le gouvernement a prises pour en faire connaître l'utilité, et elle y est devenue générale en quelques années.

CHAPITRE VI.

COMMENT ON RECONNAIT LES TERRES QUI NÉCESSITENT UN DRAINAGE.

63. — En réfléchissant à ce que nous avons dit au chapitre précédent sur les causes qui produisent un excès d'humidité dans les terres, on doit comprendre que la nature chimique du sol, non plus que celle de la partie du sous-sol qui suit immédiatement la couche végétale, ne sont point toujours des indices suffisants pour reconnaître si le drainage est ou n'est pas nécessaire. En règle générale, celui-ci peut s'appliquer avantageusement aux terrains à sol ou à sous-sol rétentif; mais de ce qu'une terre est sablonneuse et par conséquent perméable, sur un ou plusieurs mètres de profondeur, il serait erroné de conclure qu'elle n'est point exposée à souffrir de l'humidité.

Symptômes qui dénotent la nécessité d'assainir le sol.

64. — Pour découvrir avec certitude les terrains où le drainage est nécessaire, il faut donc s'attacher à d'autres caractères que ceux fournis par la composition du sol ou du sous-sol. Ces caractères sont nombreux et faciles à reconnaître. On peut, en quelques circonstances, s'en rapporter à l'état de la surface du terrain : dans les endroits où existent des sources, des eaux de fond, elle est en général molle,

élastique, et cède facilement sous le poids des hommes et des animaux ; dans les terrains rétentifs, elle est fangeuse et couverte de flaques d'eau durant la mauvaise saison. On peut aussi examiner la nature des plantes qui croissent spontanément sur le sol : les joncs, les carex, la prêle, les roseaux, viennent fréquemment dans les prairies marécageuses ; les renoncules, les orchis, la cardamine, le populage, se montrent dans celles où l'humidité a pour cause la nature rétentive du terrain. Dans les terres arables, la nécessité du drainage est encore accusée par l'aspect que présentent les récoltes : le défaut de vigueur dans les plantes, une couleur jaunâtre, une apparence malade, un faible développement sont des signes non équivoques de la présence d'un excès d'humidité. Au printemps, lorsque l'air est sec et vif, on voit, à la suite du labour dans les champs humides, des zones d'un ton plus sombre que le reste, ou des taches noires disséminées çà et là, ou bien encore les parties basses ont une teinte qui, quoique uniforme, est plus foncée que celle des parties hautes. L'époque à laquelle peuvent commencer les labours du printemps est aussi, à défaut d'autres symptômes, un point utile à examiner. Enfin, indépendamment de ces différents caractères, qui suffisent toujours pour un œil exercé, on découvre aisément les terres qui requièrent le drainage en ce qu'un trou plus ou moins profond qu'on y creuse pendant l'hiver ou après de fortes pluies, se remplit d'eau qui y croupit pendant longtemps.

**Comment on reconnaît à quelle cause est due
l'humidité.**

65. — Il est aisé de découvrir aussi à quelle cause est due l'humidité, et par conséquent de se fixer

sur la méthode de drainage à laquelle on doit avoir recours. La configuration générale du terrain, la connaissance des couches dont il est formé et celle de leurs positions respectives, l'état de la surface, son degré d'élasticité, l'espèce et le développement des plantes aquatiques qu'il produit, sont autant de moyens de reconnaître si le sol renferme des eaux souterraines provenant de points plus élevés, ou si l'humidité est due simplement à la stagnation des eaux pluviales dans le sous-sol. En consultant les personnes qui cultivent le terrain que l'on étudie, on peut encore en apprendre des particularités très-significatives. Une humidité qui persiste à toutes les époques de l'année atteste généralement la présence d'une eau souterraine permanente; si, au contraire, l'humidité disparaît dans les temps de sécheresse, elle pourra provenir, soit de sources intermittentes, soit de l'existence d'une couche qui met obstacle à l'infiltration des eaux de la surface; mais dans le premier cas les symptômes d'humidité ne se montreront pas aussi vite après les pluies que dans le second, et souvent aussi ils resteront moins longtemps avant que de disparaître. Toutes ces circonstances doivent être étudiées avec beaucoup de soin, parce qu'il faut y subordonner les dispositions que l'on adopte dans les travaux de dessèchement.

CHAPITRE VII.

DU MODE D'ACTION DES SAIGNÉES SOUTERRAINES DANS LE DRAINAGE COMPLET, ET DES CHANGEMENTS QU'ELLES APPORTENT DANS CERTAINS SOLS.

66. — Les principes du drainage complet, et toutes les considérations qui s'y rattachent, sont fondés sur le mode d'action des saignées souterraines; il est complètement impossible que l'on comprenne bien ces principes et ces considérations, si l'on n'a pas des idées claires et précises à l'égard de ce dernier point. Nous allons donc essayer d'expliquer comment les drains se comportent dans le dessèchement des terrains humides et comment ils servent à modifier l'état, la constitution physique de certains sols.

Mode d'action des saignées souterraines.

67. — Supposons que dans une terre humide dont la surface est représentée par *ab* (fig. 5), on ait établi, dans le sens de la plus grande pente et à une profondeur convenable, deux drains *d* et *d'*, composés de manière à ce qu'ils maintiennent dans le sol un vide, de forme quelconque, où l'eau puisse pénétrer pour s'écouler ensuite; soit *ce* le niveau jusqu'où s'élève l'eau de drainage, c'est-à-dire celle qui remplit les interstices entre les particules élémentaires du ter-

rain (13 et 14) et qui est en excès sur ce que ces particules peuvent tenir en suspension dans leurs

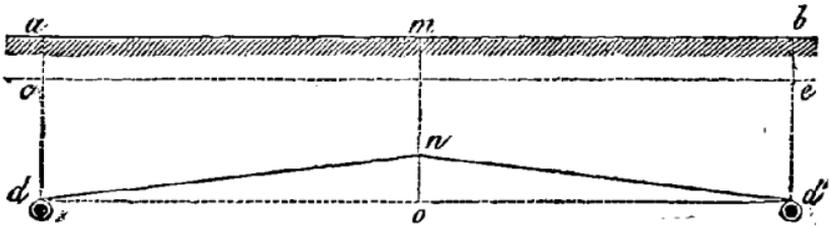


Fig. 5.

pores. Nous expliquerons ce qui se passe dans le plan vertical et perpendiculaire à la direction des drains sur lequel nous supposons que la fig. 5 soit tracée; ce que nous dirons pourra s'appliquer à toutes les sections analogues à la première faite dans le terrain, et par conséquent à l'intervalle entier compris entre les deux drains.

68. — Dans une masse liquide, telle que l'eau, les molécules ne sont point retenues dans une position invariable les unes par rapport aux autres; elles sont, au contraire, douées d'une grande mobilité, en vertu de laquelle le liquide tend, par l'action de son propre poids, à s'épancher dans tous les sens. Il résulte de là que l'eau renfermée dans un vase pèse non-seulement sur le fond, comme le ferait un corps solide, mais qu'elle exerce aussi une pression sur les parois latérales; en sorte que quand on perce dans celles-ci une ouverture, le liquide s'échappe du vase et ne cesse de couler que quand son niveau est arrivé à la hauteur de l'orifice de sortie. Les molécules situées près de celui-ci ont uniquement à supporter, du côté extérieur, la pression atmosphérique, tandis que du côté intérieur elles supportent en plus le poids de l'eau qui est au-dessus d'elles; c'est en

vertu de cette différence de pression que l'écoulement se fait. Lorsque l'ouverture d'écoulement est petite, les molécules fluides ne se précipitent point pélemêle vers l'orifice de sortie : la couche d'eau qui est située au niveau de celui-ci s'écoule d'abord et les différentes couches s'abaissent graduellement, en conservant leur parallélisme.

69. — Cela posé, il est facile de rendre compte de la manière dont un terrain humide est asséché par les drains, car les choses ont lieu d'une façon analogue à celle que nous venons de rappeler ; les drains d et d' remplissent le même office qu'une ouverture que l'on pratique dans la paroi latérale d'un vase, pour faire écouler en partie l'eau qu'il contient. La couche d'eau située en $d d'$ supporte le poids de la nappe liquide $d c e d'$ qui la surmonte, et par l'effet de la pression qui en résulte, les molécules de cette couche tendent à s'échapper, soit par le bas, soit latéralement, vers les points où elles rencontrent le moins de résistance. Les drains d et d' étant constitués de façon à ce que l'eau puisse y pénétrer librement ou du moins sans rencontrer d'autre résistance que celle de l'air, il s'ensuit que les molécules de la couche $d d'$ y seront poussées avec une force plus ou moins grande, variable avec l'état du terrain, avec sa nature, et la hauteur à laquelle l'humidité s'élève au-dessus du niveau des drains. A mesure que l'eau de la couche $d d'$ s'écoule (moitié vers le drain d , moitié vers le conduit d' , à cause que tout est symétrique par rapport à la ligne verticale $o m$, tirée dans le milieu de l'intervalle $d d'$), elle est remplacée par celle de la couche immédiatement supérieure, qui entre à son tour dans les drains, et ainsi de suite. Cependant le niveau $c e$ s'abaisse peu à peu, et si le terrain que l'eau doit traverser pour atteindre les conduits

d et *d'* n'offrirait aucune résistance à la marche des molécules liquides, l'écoulement ne s'arrêterait que quand le niveau *c e* serait arrivé en *d d'*, comme cela a lieu pour l'eau du vase dont nous avons précédemment parlé.

70. — Mais il n'en est point ainsi : l'eau éprouve un certain frottement en circulant dans le terrain, et souvent elle adhère avec plus ou moins de force aux matières qui composent celui-ci. Ce frottement et cette adhérence constituent des résistances qui ne peuvent être détruites que par une pression correspondante ; en sorte que, comme la pression qui s'exerce sur la couche *d d'* diminue constamment à mesure que le niveau *c e* s'abaisse, il arrivera nécessairement une époque où cette pression ne sera plus assez forte pour surmonter les résistances qui contrarient la circulation de l'eau dans le sol, et à partir de cette époque l'écoulement des molécules liquides et leur entrée dans les drains cessera d'avoir lieu. D'un autre côté, remarquons que le frottement qu'éprouve l'eau dans son mouvement est d'autant plus considérable, pour un même sol, que le chemin qu'elle doit parcourir pour arriver aux drains *d* et *d'* est plus long : ainsi, dans la fig. 5, le frottement atteint son maximum pour les molécules les plus voisines du point *o*, et il diminue insensiblement à mesure que l'on va de *o* vers *d* ou de *o* vers *d'*. Il en résulte que la circulation du liquide cessera au milieu *o* avant que de s'arrêter des deux côtés de ce point, et que le niveau de l'eau de drainage se maintiendra le plus élevé au centre de l'intervalle entre les drains, pour s'abaisser graduellement du point *n* vers les deux drains *d* et *d'*.

On voit de cette manière que le sol, quelque perméable qu'il soit, ne se desséchera point jusqu'au niveau des conduits *d* et *d'*, mais qu'il restera au-dessus

de ceux-ci une portion humide limitée par les lignes obliques *nd*, *nd'*. Le point *n* sera d'autant plus élevé que la compacité de la terre sera plus forte.

71. — Actuellement, si la pluie tombe sur le terrain que nous considérons, elle pourra évidemment y pénétrer; elle descendra, aussi verticalement que possible, jusqu'aux lignes *nd*, *nd'*, et s'amassera au-dessus de ces lignes, sur le terrain inférieur qui conserve son caractère d'imperméabilité, puisqu'il est encore saturé d'humidité. La pression que subissent les molécules de la couche *d d'* augmente aussitôt que la pluie atteint les limites *nd*, *nd'*, et, devenant supérieure au frottement, elle détermine de nouveau l'écoulement des couches inférieures vers les drains. Cet écoulement dure jusqu'à ce que le niveau de l'eau de drainage soit revenu en *nd*, *nd'*, comme auparavant. La pluie qui tombe sur un sol drainé ne se dirige donc point directement vers les drains; elle ne fait que déplacer l'eau qui se trouvait dans le terrain, et elle est à son tour déplacée par une nouvelle pluie.

72. — L'inclinaison des lignes obliques auxquelles l'eau s'arrête dans sa descente varie avec la nature, la compacité du terrain et son degré de perméabilité. Dans les couches crayeuses, à travers les interstices desquelles l'eau filtre avec facilité, la pente des lignes *nd*, *nd'* sur l'horizon est de 3 à 15 millimètres par mètre. On l'a trouvée égale à 25 ou 30 millimètres dans les sols perméables et la terre végétale remuée par la charrue, à 79 millimètres dans une argile jaune rendue poreuse par l'action de l'air, à 90 millimètres dans une argile jaune compacte; enfin, dans les terres glaises, bleues et tenaces, cette pente peut même atteindre 14 à 15 centimètres par mètre. Il résulte évidemment de là, que pour abaisser également le niveau *c e* de la couche d'eau, dans des terrains de

nature différente, il faut, ou augmenter la profondeur des drains, ou en diminuer l'écartement. On doit en conclure encore que si le terrain, au lieu d'être homogène, se compose de couches de diverses espèces, comme A, B, C, (fig. 6), d'autant plus compactes

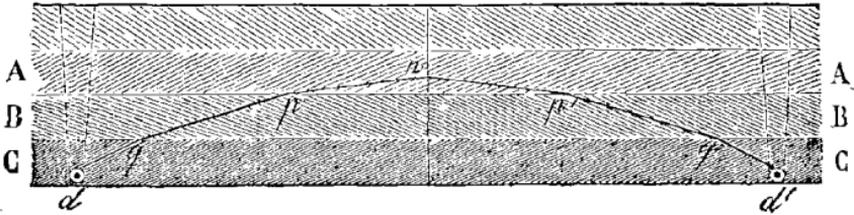


Fig. 6.

qu'elles sont situées à une plus grande profondeur, les lignes inclinées correspondant aux droites nd , nd' (fig. 5), se transformeront en lignes brisées $npqd$, $np'q'd'$, dont les diverses parties affectent la pente qui convient à la couche de terrain dans laquelle chacune est tracée.

Action de la force capillaire.

73. — En examinant comment se fait l'écoulement de l'eau vers les conduits des drains, nous n'avons tenu compte jusqu'ici que d'une seule force perturbatrice, le frottement. Il en est une seconde dont les effets méritent une attention toute particulière : c'est celle que l'on désigne en physique sous le nom de *force capillaire* ou de *capillarité*. Son action se manifeste dans une foule de circonstances. C'est en vertu de la capillarité que l'humidité monte jusqu'au haut d'un pot de fleur dont le fond seulement plonge dans l'eau ; que le caté ou toute autre liqueur, s'élève insensiblement dans les pores du morceau de sucre que

l'on met en contact avec la surface du liquide; que l'eau versée autour d'un tas de sable ou de cendres s'y élève et s'y maintient au-dessus de son niveau naturel. Ces phénomènes, quelle qu'en soit la cause, doivent avoir leurs analogues dans un terrain humide; puisque là aussi l'eau se trouve en contact avec une matière poreuse, elle se maintiendra dans le sol, par l'effet de l'action capillaire, au-dessus de son niveau naturel, c'est-à-dire à une certaine hauteur des lignes *nd*, *nd'* (fig. 5), jusqu'où elle descendrait si l'action de la pesanteur s'exerçait librement ou sans rencontrer d'autre résistance que le frottement. Elle s'y maintiendra malgré la présence des drains, car ceux-ci ne possèdent aucune force d'attraction particulière; ils servent uniquement à mettre en jeu l'action de la gravité, à laquelle tous les corps de la nature sont soumis. Or, dans le cas actuel, la capillarité contrebalance sur une certaine hauteur l'action de cette force, et par conséquent l'eau qu'elle maintient en suspension dans les interstices du sol, au-dessus du niveau *dd'*, ne peut point atteindre les drains. La hauteur à laquelle l'action capillaire peut ainsi soutenir l'eau de drainage varie avec la compacité du terrain et l'affinité qu'il a pour l'eau; en sorte que la capillarité affecte différemment les diverses espèces de sols. Son influence est la moins considérable dans les terrains formés par le sable ordinaire à gros grains; elle se fait sentir avec plus d'intensité dans les terres argileuses et elle est plus forte encore dans les sols tourbeux et dans certains sables à grains très-ténus. En général, on en estime la valeur ordinaire à 0^m,45, bien qu'elle puisse s'élever quelquefois jusqu'à 0^m,80 et plus. Il résulte de là que les drains de même profondeur ne peuvent pas abaisser la couche d'humidité jusqu'au même point, dans des sols d'espèces différentes.

Changements que le drainage produit dans les sols compactes.

74. — L'abaissement graduel du niveau de l'eau de drainage, dans un terrain argileux ou compacte, se fait avec beaucoup de lenteur dans le principe, à cause de la difficulté avec laquelle l'eau y circule et l'adhérence qu'elle contracte; mais les choses ne restent point longtemps dans cet état, parce que le dessèchement modifie profondément la constitution mécanique des terrains de ce genre.

75. — L'argile qui se dessèche, par une cause quelconque, après avoir été complètement mouillée, éprouve une contraction, un retrait variable avec sa composition, lequel peut être évalué à $\frac{1}{12}$ au moins du volume de la terre humide. Ce retrait occasionne la formation des crevasses, quelquefois larges et profondes, que l'on remarque à la surface des terres fortes dans les temps de sécheresse. Un effet analogue se produit dans le sous-sol d'un champ drainé quand l'argile, à la faveur des drains, abandonne l'eau dont elle est imprégnée; la terre alors se contracte plus ou moins fortement, et il s'y forme avec le temps une innombrable quantité de petites fissures, à travers lesquelles l'eau peut filtrer avec facilité et qui, de rétentif que le sol était, le transforment en une masse plus perméable. Les fissures qui se font dans un sol argileux non drainé, par suite de l'évaporation de l'eau, ne sont que temporaires; elles se referment sous l'influence prolongée de l'humidité qui a pour effet de gonfler, de dilater les particules du sol; au contraire, le réseau de fissures qui s'établit dans un terrain drainé subsiste indéfiniment, parce que l'eau qui pénètre le sol n'y séjourne plus assez longtemps

pour occasionner la fermeture des crevasses; elle s'écoule rapidement par les drains, et son contact avec la terre n'est point assez prolongé pour que celle-ci en éprouve une augmentation de volume. Les fissures, d'ailleurs, sont d'autant plus durables que l'argile est plus forte. Subsidiairement à cet effet, qui n'est qu'une conséquence naturelle du dessèchement de l'argile, il s'en produit d'autres qui tendent aussi à augmenter la perméabilité de la terre. Les racines des plantes s'étendent bien vite dans un sous-sol compacte, lorsqu'elles ne craignent plus d'y rencontrer une nappe d'eau froide et stagnante, ni les composés nuisibles qui s'y forment; ces racines, qui atteignent quelquefois une profondeur d'un mètre, produisent dans la terre une infinité de petites perforations, dont chacun peut aisément constater l'existence en examinant avec attention la cassure d'un morceau d'argile pris dans le voisinage de la couche végétale. En outre, les vers de terre suivent les racines et l'humidité; ils descendent profondément dans les sols drainés et ils y creusent des chemins pour la descente de l'eau. Toutes ces modifications progressives contribuent à rendre l'argile plus perméable, à faciliter la circulation de l'eau et à activer le dessèchement; aussi remarque-t-on que l'action des drains dans les terrains compacts devient plus parfaite et plus complète avec le temps : il faut quelquefois plusieurs années avant que le sol ait acquis toute la perméabilité dont il est susceptible à la suite du drainage.

Observations diverses.

76. — D'après ce qui précède, on peut se faire une juste idée de la manière dont les drains fonctionnent dans le dessèchement d'un sol humide. Ce n'est point

seulement, comme plusieurs personnes le croient, l'eau qui tombe directement au-dessus du conduit souterrain qui se rend dans celui-ci; ce n'est point non plus par le dessus que ce conduit reçoit les eaux. La majeure partie du liquide qui s'y rend y entre latéralement, et toujours les couches inférieures situées au niveau des drains s'écoulent les premières. On a vu aussi que les drains n'agissent pas par succion, ni en vertu d'une force d'attraction particulière; leur unique fonction est de maintenir un vide dans le sol et par là de fournir à la force de la pesanteur, qui agit d'une manière incessante sur tous les corps de la nature, le moyen de s'exercer sur le liquide que contient le sol.

77. — Il est important de faire remarquer encore que les drains ne peuvent pas enlever à la terre toute l'humidité qui s'y trouve; ils ne sauraient lui soutirer celle qui la rend moite, car cette dernière, renfermée dans les pores des particules élémentaires (13), y est retenue avec une grande force par l'affinité ou l'action capillaire, et nous avons montré que le drainage n'a point le pouvoir de détruire les effets de la capillarité. Les drains n'enlèvent donc que l'eau qui est logée entre les particules élémentaires du terrain, et ils le font passer de l'état humide à l'état de moiteur favorable à la végétation et à la fertilité de la terre.

78. — Un terrain drainé ne reste pas toujours humide jusqu'à une certaine hauteur au-dessus des drains. Aux époques de sécheresse, il peut arriver que le sol se dessèche parfaitement, non-seulement jusqu'au niveau des conduits, mais encore en dessous de ceux-ci. En effet, les besoins de la végétation et l'évaporation incessante qui se produit à la surface de la terre enlèvent rapidement à la couche arable toute sa moiteur; s'il ne survient pas de pluie pour

réparer ces pertes, les parties superficielles du sol pompent, par attraction capillaire, l'humidité du sous-sol, et cette action, prolongée pendant un temps assez long, peut enlever entièrement l'eau de la région qui avoisine les drains. La pluie qui tombe à la suite de ces circonstances ne passe pas immédiatement dans les drains, elle humecte d'abord complètement la terre sèche, puis le surplus se loge dans le sous-sol et le sature jusqu'au point où l'action des drains fait descendre l'eau. C'est seulement lorsque les choses sont remises dans cet état que les drains commencent à fonctionner, pourvu toutefois que la pluie dure assez longtemps pour rendre leur action nécessaire. Il peut donc arriver de cette manière que les drains ne fournissent point d'eau, même après une pluie fort abondante.

CHAPITRE VIII.

INDICATION DES POINTS PRINCIPAUX AUXQUELS IL FAUT AVOIR ÉGARD DANS L'APPLICATION DU DRAINAGE COMPLET.

79. — Les points principaux qui ont de l'influence sur l'efficacité et sur l'économie des travaux de dessèchement sont au nombre de six. Il faut, dans la conception d'un projet de drainage complet, prendre en considération :

1° La position que les drains occupent relativement à l'inclinaison de la surface du sol ;

2° La profondeur à laquelle les conduits sont placés dans la terre ;

3° L'espacement des saignées ;

4° La forme des conduits et la nature des matériaux qui les composent ;

5° Leur pente et leurs dimensions ;

6° La longueur des drains.

Nous traiterons successivement ces divers points.

CHAPITRE IX.

PRINCIPES QUI DÉTERMINENT LA POSITION DES DRAINS SUR LA SURFACE DU SOL.

80. — Dans un drainage complet, il existe en général deux sortes de drains : les uns ont pour mission de dessécher uniformément le sol, de soutirer l'humidité du terrain dans lequel ils sont établis ; les autres sont destinés à recevoir les eaux qui découlent des précédents, pour les conduire à un réceptacle convenable. On appelle communément les uns *petits drains* et les autres *drains principaux* ; nous ne conserverons pas ces dénominations, qui sont peu rationnelles : nous adopterons pour les premiers le nom de *drains de dessèchement* ou *d'assèchement*, et pour les derniers celui de *drains collecteurs*, qui ont l'avantage d'indiquer en même temps les fonctions que remplissent les deux espèces de drains.

Direction à donner aux drains de dessèchement.

81. — La position que les drains de dessèchement occupent sur la surface du sol n'est pas indifférente. Autrefois on assimilait à tort les drains couverts aux fossés en usage pour recueillir les eaux qui coulent à la surface du sol ; on croyait aussi que l'eau entraît dans les drains par leur partie supérieure, en passant à travers les matériaux dont ils étaient remplis, et

l'on en concluait que les drains devaient être disposés transversalement à la pente du terrain. Cette pratique, dont l'expérience n'a point tardé à démontrer les vices et les inconvénients, est aujourd'hui complètement abandonnée par tous les draineurs intelligents. Tous les drains de dessèchement sont et doivent être dirigés suivant les lignes de plus grande pente de la surface du sol ou s'en écarter le moins possible (1).

82. — Cette disposition a sur celle que nous prescrivons les avantages suivants :

1^o Elle permet de donner aux drains de dessèchement la plus forte pente possible ; elle rend, par suite, l'écoulement de l'eau plus facile dans ces drains et sa décharge dans les collecteurs plus rapide. Il en résulte que les obstructions sont moins à craindre, que les conduits des drains sont plus durables, qu'ils présentent toujours un plus grand espace vide pour l'entrée de l'eau, et qu'enfin ils peuvent être moins spacieux, tout en procurant un assèchement aussi prompt. Ce sont là des avantages importants, parce que les drains de dessèchement sont très-multipliés dans un drainage complet.

2^o Les saignées établies dans le sens de la déclivité du terrain peuvent être placées à une distance plus considérable les unes des autres que les drains transversaux, et elles assèchent conséquemment, pour la même dépense, une plus grande superficie que ces derniers. Cela tient à ce que l'eau, en toutes circonstances, aussi bien lorsqu'elle filtre dans le sous-sol

(1) La ligne de plus grande pente est celle que suivent les eaux en coulant sur la surface du sol quand aucun obstacle ne les détourne. Elle est perpendiculaire en chaque point à une ligne de niveau tracée par ce point sur le terrain, ce qui sera plus tard expliqué d'une manière détaillée.

que quand elle coule à la surface du terrain, cherche toujours le niveau le plus bas dans toutes les directions. D'après cela, si l'on creuse dans un terrain humide un fossé transversal à la pente (fig. 7), la

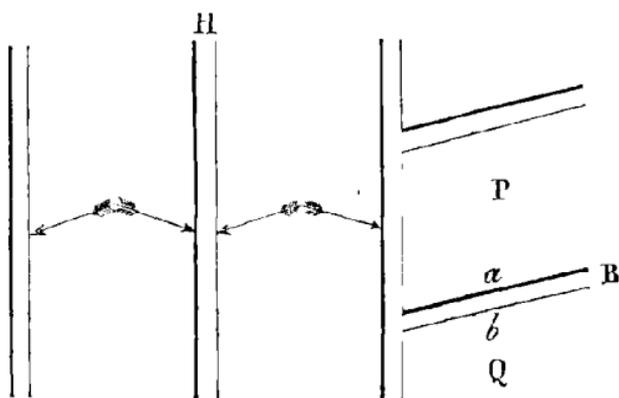


Fig. 7.

majeure partie des eaux, y arrivant de l'intérieur du sol, filtre par la paroi *a* située vers les parties élevées du terrain; il n'y entre qu'une très-faible quantité d'eau par le talus opposé *b*. Ce fossé B, ou le drain qui le remplacerait, a donc principalement de l'effet sur la portion P du terrain et fort peu sur la partie Q située vers le bas du champ. Au contraire, quand un fossé, tel que H (fig. 7) suit la direction de la pente, les eaux y affluent également à travers ses deux talus, et il assèche de part et d'autre de la position qu'il occupe une même étendue de terrain. Il suit de là que le plus grand parcours que fait l'eau pour gagner ce fossé, ou le drain qui en tiendrait la place, équivaut à la moitié de l'intervalle entre les saignées, tandis que dans le système des drains transversaux, la majeure partie de l'eau comprise entre deux saignées successives doit parcourir, pour trouver une issue,

tout l'espace qui sépare les drains. Le dessèchement, dans le dernier système, ne sera donc ni aussi rapide, ni aussi uniforme, ni aussi complet que dans le premier. Pour que l'effet fût le même dans les deux cas, il faudrait que l'eau n'eût à parcourir que le même chemin pour chacun et par conséquent que les drains transversaux fussent établis à une distance environ moitié moindre les uns des autres que celle des drains dirigés suivant la déclivité du terrain.

3° Les terres ont souvent une texture très-variable : il s'y trouve des veines de sable ou des couches plus poreuses que les autres, à travers lesquelles suinte souvent de l'eau provenant des terrains plus élevés. Ces couches n'assument presque jamais l'inclinaison de la surface, mais elles gisent dans une direction à peu près horizontale ou légèrement inclinée (fig. 8). Un drain transversal peut avoir son



Fig. 8.

fond immédiatement au-dessus de l'une d'elles et, si la pente du terrain est forte, les eaux qui suintent dans cette couche atteignent alors la surface du sol avant d'arriver au drain transversal qui suit. Dans le cas où les drains sont, au contraire, dirigés suivant la pente, leurs fonds coupent les extrémités de tous les feuilletés stratifiés à la même distance de la surface, et les eaux entrant dans les conduits à leurs points

dans ceux-ci que par le dessus ; ils tirent de ces erreurs manifestes la conclusion qu'il est inutile et même dangereux de mettre les conduits des drains à une grande profondeur dans l'intérieur d'un terrain rétentif, c'est-à-dire en dessous de la couche ameublie par les labours, les perforations des vers et des racines, ou de celle qui est rendue momentanément perméable par les crevasses que la sécheresse produit. C'est là évidemment (69 et 75) un principe tout à fait erroné ; il a conduit souvent à des pratiques fort vicieuses. Ainsi, lorsqu'un terrain avait pour sous-sol une argile très-tenace et que la couche de terre végétale présentait une épaisseur plus considérable que la profondeur ordinaire d'un sillon de charrue, on se contentait anciennement d'établir les conduits des drains sur le sous-sol argileux, considéré comme imperméable, c'est-à-dire à une distance de la surface du terrain qui, quelquefois, n'excédait pas quarante centimètres. Il arrivait nécessairement alors que les drains n'absorbaient qu'une très-faible portion des eaux pluviales ; le surplus s'accumulait dans le sous-sol, et remontait plus tard à la surface par l'action de la capillarité, maintenant ainsi la terre dans un état froid et humide, ou bien encore, il coulait sur le terrain et produisait un appauvrissement graduel de la couche arable. En outre, les conduits, placés dans une terre meuble qui pouvait être facilement délayée et entraînée par les eaux dans les fortes pluies, ne tardaient pas à s'obstruer, et, fonctionnant alors à la manière des sources, ils rendaient le terrain plus humide qu'avant le drainage.

D'ailleurs, M. Smith et ses disciples semblent ignorer ou perdre entièrement de vue un point très-important, qui constitue la plus forte objection contre leur système, à savoir : que la capillarité soulève

les eaux dans le sol au-dessus de leur niveau naturel, qu'elle a le pouvoir de contre-balancer l'action de la pesanteur sur une certaine hauteur et de retenir une colonne d'eau plus ou moins épaisse au-dessus du niveau des drains. L'action de la capillarité varie, nous l'avons déjà dit, avec la composition du sol et sa texture; cependant la hauteur à laquelle elle soulève les eaux n'est presque jamais moindre que 45 centimètres et très-souvent elle est double de cette quantité. On comprend, d'après cela, que pour assainir convenablement un sol humide, pour l'amener dans un état qui se rapproche autant que possible de celui des terrains naturellement perméables, il ne suffit point de placer les drains à 75 centimètres de profondeur dans la terre; car alors la capillarité soutenant l'eau de drainage au-dessus du niveau des saignées, il arriverait que, malgré la présence de ces dernières, il resterait de l'humidité jusqu'à une très-faible distance de la surface du terrain, et souvent jusqu'à cette surface elle-même. Le drainage serait donc peu efficace, puisque la plupart des inconvénients que l'excès d'humidité occasionne pour la fertilité du sol continueraient à se faire sentir. Les racines des plantes trouveraient à une faible profondeur une nappe d'eau froide et stagnante, dans laquelle se forment des substances nuisibles à la végétation, et elles seraient arrêtées dans leur développement; l'évaporation enlèverait au sol sa chaleur, en même temps que l'humidité empêcherait l'action des rayons solaires de se transmettre aux parties intérieures du terrain; les eaux de pluie auraient bientôt saturé la mince couche que les drains assèchent, et après elles contribueraient à refroidir et à appauvrir le sol en coulant à sa surface. Le drainage superficiel est donc vicieux dans son principe et dans ses applications.

97. — Il est de toute nécessité, dans le drainage, d'abaisser la couche d'eau stagnante aussi profondément que possible, si l'on veut obtenir un assainissement tout à fait complet; les drains doivent être assez bas dans la terre pour que la capillarité ne puisse plus maintenir l'humidité à la distance de la surface où elle est encore préjudiciable à la fertilité du sol. Dans la limite que nous venons d'indiquer, plus la couche d'eau stagnante sera abaissée dans le terrain, plus l'amélioration produite par les drains sera considérable, et par conséquent, sous le rapport de l'efficacité, le drainage profond l'emporte sur le drainage superficiel.

98. — Si l'on examine la question qui nous occupe au point de vue économique, on est amené à reconnaître que l'avantage est encore acquis au drainage profond, du moins lorsque la dureté du sous-sol ne varie pas d'une manière notable dans les limites où la profondeur des saignées est ordinairement comprise.

En réfléchissant à ce que nous avons dit aux n^{os} 69 et suivants, il est facile de voir qu'à mesure que les drains de dessèchement gagnent en profondeur, ils peuvent être plus écartés les uns des autres, sans

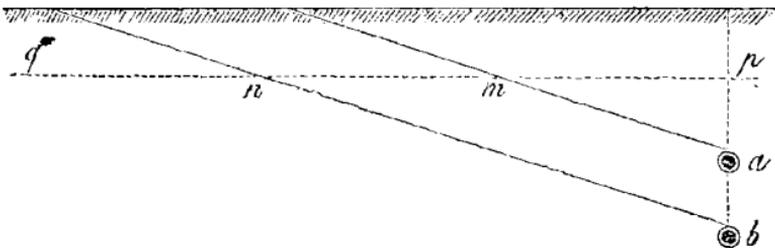


Fig. 12.

que le dessèchement qu'ils produisent soit moins parfait. En effet, si *a* et *b* (fig. 12) représentent deux

drains d'inégale profondeur, ils assécheront respectivement le terrain supérieur jusqu'aux lignes parallèles *am* et *bn*, le second exerçant son action sur une plus grande étendue de terrain; si *pq* est le niveau auquel on désire que la couche d'eau soit abaissée, abstraction faite de la capillarité, les drains tels que *a* devront être espacés du double de la distance *pm*, tandis que les drains tels que *b* pourront être écartés de deux fois la distance *pn*, plus grande que la première. Il résulte de là que la longueur totale des drains nécessaires pour assainir une étendue de terrain déterminée, sera d'autant plus faible que ceux-ci auront plus de profondeur, ce qui, comme nous allons le montrer, procure une notable économie.

99. — Prenons, à cet effet, un exemple parmi tous ceux que l'expérience a fournis. On a trouvé, par des observations faites avec soin, que, dans un terrain argileux homogène, des drains de 1^m,05 de profondeur, espacés de 9 mètres, ont produit une amélioration beaucoup plus grande que des saignées de 0^m,90 de profondeur, distantes entre elles de 3 mètres. Dans ce cas, pour drainer un hectare de terrain, il faudrait environ 1,100 mètres de rigoles de 1^m,05 de profondeur ou 2,000 mètres de rigoles de 0^m,90. Le volume des matériaux dont on remplit les drains ou le nombre des tuyaux nécessaires pour faire les conduits sera par conséquent moindre dans le premier cas que dans le second. Si l'on emploie des tuyaux en poterie, ayant une longueur de 0^m,30, il en faudra 3,000 de plus dans le dernier cas, ce qui permettrait de réaliser, par l'emploi du drainage profond, une économie d'environ 58 francs à l'hectare.

Mais l'économie ne s'arrête pas là; elle s'étend aussi aux dépenses à faire pour creuser et remplir les tranchées, parce que le cube total de la fouille

et du remblai par hectare, est moindre dans le cas du drainage profond, que dans celui du drainage plus superficiel. En supposant en effet aux rigoles, dans les deux systèmes, une largeur de 0^m,40 au sommet et de 0^m,08 au fond, on trouve que le volume de terre à remuer dans le drainage d'un hectare de terrain est seulement de 277 mètres cubes, quand on fait usage des drains profonds, tandis qu'il s'élève à 452 mètres cubes, si l'on emploie les saignées de 90 centimètres. Si l'on estime à 12 $\frac{4}{10}$ centimes le prix du creusement par mètre courant des drains de 1^m,05 de profondeur, la confection des saignées de 0^m,90 coûtera, pour la même longueur et le même sol, 9 $\frac{6}{10}$ centimes. Le déblai donnera donc lieu à une dépense de fr. 136 40 dans le premier cas, tandis qu'il coûtera fr. 192 dans le second.

100. — Il y a une autre manière de calculer l'économie obtenue par l'emploi du drainage profond; elle consiste à comparer entre eux les frais auxquels ont donné lieu des travaux de drainage exécutés dans diverses conditions, et à calculer le cube de terre ou l'étendue superficielle asséchée pour la même dépense; on trouve alors qu'à mesure que la profondeur des drains augmente, la surface ainsi que le volume de terre desséchés, pour une même dépense, croît dans une proportion rapide, comme le montre le tableau suivant :

PROFONDEUR des drains.	ESPACEMENT des drains.	VOLUME de terre drainé pour 10 centimes.	SUPERFICIE drainée pour 10 centimes.	VOLUME total de terre asséchée par hectare.
0 ^m ,61	7 ^m ,51	5 ^m ³ ,150	5 ^m ² ,1579	6.087 ^m ³
0 ^m ,91	10 ^m ,21	6 ^m ³ ,818	7 ^m ² ,4601	9.152 ^m ³
1 ^m ,21	15 ^m ,24	9 ^m ³ ,5162	7 ^m ² ,4832	11.608 ^m ³

Il résulte des chiffres de ce tableau qu'en doublant la profondeur des drains, on augmente de moitié la surface, et on triple la masse de terre desséchée pour une même dépense.

On peut donc dire qu'en général, c'est-à-dire toutes les fois que la nature ou la consistance du sous-sol, dans les limites de la profondeur des drains, ne varie pas d'une manière assez sensible pour augmenter les difficultés de la fouille, le drainage profond est supérieur au drainage superficiel, sous le double rapport de l'efficacité et de l'économie.

Autres avantages du drainage profond.

101. — Une foule d'autres raisons, que nous allons succinctement énumérer, militent encore en faveur du drainage profond. Les drains de ce système produisent un dessèchement beaucoup plus complet que les autres, dans les terrains qui n'ont point une homogénéité parfaite, parce qu'ils coupent un plus grand nombre des stries, des veines de sable ou de gravier qui existent dans ces terrains, et que l'eau afflue toujours avec la plus grande force par les veines les plus basses. Ils favorisent la circulation de l'air sur une plus grande hauteur; ils donnent aux racines des plantes un plus grand espace, pour y chercher en tout temps leur nourriture. Ils permettent les labours profonds et le défoncement, opérations d'une haute utilité en agriculture; ils sont, mieux que tous les autres, à l'abri des obstructions que les racines de certaines plantes tendent à y produire, ils sont également moins exposés à s'engorger par les matières terreuses, car avant que les eaux les atteignent, elles doivent traverser une épaisse couche de terrain qui remplit en quelque sorte les fonctions d'un filtre et

qui détermine le dépôt des substances qu'elles tiendraient accidentellement en suspension; dans les contrées très-froides, ils n'ont rien à redouter de l'action des gelées. En outre, il est reconnu que les racines de beaucoup de plantes cultivées s'enfoncent, dans une terre qui n'est point trop compacte, jusqu'à une profondeur considérable, qui atteint quelquefois un mètre; et l'on observe que les récoltes sont d'autant plus belles, d'autant plus abondantes, que leurs racines pénètrent plus avant dans le terrain; il y a donc avantage à égoutter une épaisse couche de terre, car les racines des végétaux ne poussent point volontiers dans l'eau stagnante, ni même dans un sol où l'humidité a séjourné longtemps.

Les drains profonds n'ont point le grave inconvénient d'appauvrir la terre, ou du moins ils l'ont à un degré beaucoup moindre que les saignées superficielles. Les eaux qui tombent sur un terrain drainé peu profondément ne peuvent pas toutes y pénétrer, parce que la couche de terre desséchée n'est pas assez épaisse pour les contenir en attendant qu'elles s'écoulent par les drains; elles n'ont, du reste, qu'un faible parcours à faire pour atteindre ceux-ci, en sorte que dans toutes les circonstances elles dépouillent la terre de sa chaleur et de ses parties fertilisantes. Au contraire, les terres drainées profondément peuvent recevoir et absorber un fort volume d'eau avant que de devenir trop humides; une très-faible portion de la pluie qui tombe au printemps ou en été passe dans ce cas par les drains, car elle sert presque tout entière à *humecter* la masse de terre desséchée par l'évaporation et les besoins des plantes; en sorte que les parties solubles des engrais restent dans le sol, et sont plus tard ramenées vers les racines des plantes par l'ascension capillaire de l'eau dans les pores des particules de la terre. En outre;

*

les substances nutritives que la pluie apporte avec elle se fixent dans le sol et contribuent à l'enrichir.

Dans les terrains drainés peu profondément, les plantes sont rapidement desséchées et brûlées par les fortes chaleurs; il n'en est pas de même dans l'autre cas, puisque la couche active du sol est plus épaisse et retient plus de moiteur.

102. — Les observations pratiques qui ont été faites sur la manière dont les drains profonds se comportent dans le dessèchement du sol, ont amené la découverte de plusieurs faits extrêmement curieux, que nous ne pouvons point passer sous silence, parce qu'ils confirment pleinement les considérations théoriques que nous avons mises en avant à diverses reprises. Il résulte d'expériences positives : 1° que si l'on établit, dans un même champ, des drains de différentes profondeurs, les plus profonds commencent les premiers à couler après les pluies; 2° que quand des drains d'inégales profondeurs sont dans le voisinage l'un de l'autre, les plus élevés ne coulent que dans des circonstances exceptionnelles : celles où la pluie est assez intense et persiste assez longtemps pour que l'excès d'humidité, ne pouvant point s'écouler à mesure par les drains profonds, s'accumule momentanément dans le terrain, jusqu'au-dessus du niveau des drains les moins élevés; en temps ordinaire, toute l'eau qui tombe sur le terrain passe par les drains les plus bas; 3° que les drains profonds soutirent au sol une plus forte quantité d'eau que les autres, et qu'en outre ils fournissent, dans un même espace de temps, un volume d'eau plus considérable que les drains superficiels. Ces observations, particulièrement la dernière, sont dignes de remarque, parce qu'elles montrent clairement l'influence que les drains profonds exercent sur la constitution mécanique du sous-

sol. Que ces drains commencent à fonctionner les premiers après la pluie, qu'ils écoulent, en somme, une masse d'eau plus volumineuse que des saignées superficielles, il n'y a rien là de difficile à concevoir, rien qui ne soit parfaitement conforme aux considérations que nous avons exposées au chapitre VII, sur le mode d'action des saignées souterraines; mais on s'explique moins aisément comment il se fait que les premiers débitent, en un temps donné, une plus forte quantité d'eau que les seconds. On se serait plutôt attendu à un résultat opposé, puisque l'eau qui tombe sur la surface du sol doit pénétrer, pour atteindre les drains profonds, à travers une plus grande masse de terre, tant verticalement que dans le sens horizontal. Il faut admettre, pour se rendre compte de ce fait, que le drainage profond produit dans les terrains compactes des modifications qui ont pour conséquence de rendre la filtration des eaux plus facile, ou que les crevasses et les fissures qui s'y forment par la dessiccation et le retrait sont d'autant plus nombreuses et d'autant plus larges que le volume de terre desséché est plus considérable.

Détermination du minimum de profondeur des drains.

103. — Après avoir montré que l'action des drains est d'autant plus parfaite, sous tous les rapports, qu'ils sont placés plus profondément dans la terre, nous avons à rechercher quelle est la *profondeur minimum* qu'on doit leur donner, dans un sol uniformément humide et homogène, de nature quelconque, pour qu'ils réunissent toutes les conditions d'efficacité et d'économie désirables. La détermination de cette profondeur minimum est de la plus haute importance, et nous ne saurions trop engager les

agriculteurs à méditer les considérations qui s'y rapportent, afin de se mettre en garde contre de faux principes, dont l'application compromettrait leurs travaux et les entrainerait à des dépenses improductives.

Parmi les auteurs qui se sont occupés du problème dont nous parlons, plusieurs en ont donné une solution inexacte, par la raison qu'ils ont pris pour point de départ, dans leurs recherches, des considérations accessoires, et qu'ils ont négligé de tenir compte des plus importantes, sur lesquelles ils auraient uniquement dû s'appuyer. C'est ainsi, par exemple, que l'on a trop souvent calculé le minimum de profondeur des drains d'après la profondeur qu'atteignent habituellement les labours ordinaires ou le défoncement, et d'après l'épaisseur que devaient avoir les matériaux dont on garnit le fond des saignées. On doit reconnaître que ceux qui procèdent de la sorte dans une question d'une aussi haute importance, d'où dépend tout le succès des travaux d'assainissement, méconnaissent entièrement le but, la nature et le mode d'action du drainage. Sans doute les conduits des drains doivent être assez enfoncés dans la terre pour se trouver hors de l'atteinte des instruments aratoires et pour permettre au besoin les labours profonds et le défoncement; mais peut-on raisonnablement conclure de là que le minimum de profondeur des drains doit se régler sur la forme des charrues ou sur les habitudes locales? En résulte-t-il que dans les prairies permanentes, que dans les sols où l'on ne pratique point le défoncement, un drainage superficiel est aussi profitable qu'un drainage plus profond? Ce serait une grave erreur de le croire. On comprendra sans peine qu'il est aussi peu rationnel de faire dépendre la profondeur du drainage de la nature des

matériaux dont on se sert pour garnir le fond des saignées souterraines.

104. — Le seul moyen de déterminer d'une manière rationnelle le minimum de profondeur des drains, consiste évidemment à prendre surtout en considération les effets nuisibles que l'eau stagnante exerce sur la fertilité des terres, les modifications que le drainage apporte dans les conditions physiques du sol, ainsi que la façon dont celui-ci se comporte à l'égard de l'eau. Les nombreuses explications dans lesquelles nous sommes précédemment entrés relativement à ces divers points fournissent tous les éléments nécessaires pour résoudre la question qui nous occupe, au moins d'une manière approximative, car nous n'avons point la prétention d'en donner une solution tout à fait rigoureuse.

Si l'on étudie attentivement quelques-unes des causes qui tendent à diminuer la fertilité des terrains humides, et particulièrement (25-36) les circonstances qui se rattachent à l'abaissement de température qu'ils subissent par suite du séjour de l'eau à une faible distance de leur surface; si l'on examine ensuite les conséquences que nous avons déduites des expériences faites par M. Parkes (39-40), et si l'on pèse mûrement les considérations que nous avons fait valoir en faveur du drainage profond, principalement l'énorme avantage qu'il y a à augmenter l'épaisseur de la couche active du sol, en offrant aux plantes une terre profonde et saine dans laquelle elles puissent en tout temps diriger leurs racines, on ne se refusera pas à admettre, nous en sommes convaincus, que, pour soustraire le sol à tous les funestes effets qu'y produit l'humidité, il est indispensable que la couche d'eau stagnante soit abaissée à une profondeur de 0^m,70 au moins en

dessous de la surface du terrain. Cette donnée étant admise, il est facile de calculer la profondeur minimum que les drains doivent avoir.

105. — Deux forces de résistance s'opposent à ce que l'eau de drainage renfermée dans le sol descende jusqu'au niveau des conduits des drains; ce sont : le frottement et la capillarité. Toutes les deux agissent avec le moins d'intensité sur les sols naturellement perméables, et c'est par conséquent dans les sols de cette nature qu'il faut les considérer pour la recherche dont il s'agit.

Le plan incliné suivant lequel le frottement retient l'eau de drainage présente, dans un terrain perméable, une inclinaison d'environ 30 millimètres par mètre; d'un autre côté, les drains y sont ordinairement espacés de 15 mètres : d'où il suit que la résistance du frottement aura pour effet de produire, au milieu de l'intervalle entre les drains, une surélévation du niveau de l'eau égale à $7^m,50 \times 0^m,03$, c'est-à-dire $0^m,225$. La surélévation moyenne, prise au quart de la distance qui sépare les drains, mesurera conséquemment $0^m,112$.

Outre cela, l'action de la capillarité empêche l'eau de drainage de descendre jusqu'au plan incliné dont nous venons de parler, et la hauteur de la colonne d'eau qu'elle maintient en suspension au-dessus du niveau naturel peut être évaluée à 40 centimètres au moins. Il résulte de là que la partie supérieure de la couche d'eau contenue dans le sol s'arrête, sous l'action du drainage et dans les circonstances les plus favorables, à $0^m,512$ au-dessus du niveau des saignées, et par conséquent que pour l'abaisser à $0^m,70$ en contrebas de la surface du sol, les drains doivent présenter au minimum une profondeur de $0^m,70 + 0^m,112 + 0^m,40 = 1^m,212$.

d'intersection avec les diverses couches poreuses, une profondeur uniforme de terrain est asséchée sur toute l'étendue du champ. Beaucoup de draineurs, ignorant les lois de la stratification, s'obstinent à placer les drains en travers de la pente, dans l'espoir qu'ils interceptent plus sûrement toutes les petites sources, tandis que c'est précisément le contraire qui arrive.

4° Lorsque la pente est forte et la terre d'une nature compacte, les drains transversaux situés dans les parties élevées du terrain ne recueillent qu'une faible quantité des eaux de pluie; le reste, entraîné par l'action de la pesanteur, coule à la surface ou descend vers le bas du terrain tout en filtrant à travers la couche végétale. L'humidité s'accumule ainsi dans les parties inférieures du champ, et les drains qui occupent ces dernières deviennent insuffisants pour l'évacuer promptement.

5° Dans une terre drainée au moyen de saignées transversales, il y a toujours, immédiatement en dessous de chaque drain, une étendue plus ou moins considérable de la surface qui ne s'assèche pas d'une manière complète.

6° La direction générale des principales fissures qui se forment dans un terrain argileux par la dessiccation et le retrait est transversale à la pente, circonstance due à l'action que la pesanteur exerce sur les masses de terre au moment où elles se séparent. Dès lors les drains transversaux peuvent se comporter à l'égard de ces crevasses comme par rapport aux couches poreuses dont nous avons parlé ci-dessus, c'est-à-dire qu'ils peuvent courir entre les fissures principales sans les couper; auquel cas ils ne reçoivent que difficilement l'eau qui s'y loge. Un drain dirigé du haut en bas d'un champ traverse au contraire

toutes les fissures et enlève rapidement l'eau qu'elles recèlent.

83. — Pour tous ces motifs, il convient de placer les drains de dessèchement suivant les lignes de plus grande pente de la surface du sol. Il ne faut s'écarter de cette règle générale que pour des raisons puissantes, et seulement dans les terrains plats ou dans ceux dont la surface n'a que de faibles irrégularités. Cependant, si l'on devait, dans la pratique, appliquer d'une manière rigoureuse la règle énoncée ci-dessus, on rencontrerait quelquefois des difficultés sérieuses; la détermination exacte des lignes que les drains de dessèchement devraient suivre sur un terrain irrégulier, demanderait beaucoup de travail. C'est pourquoi on laisse de côté dans l'application les petites inégalités que présente la surface du sol, pour ne considérer que les irrégularités les plus fortes, celles qui affectent une notable étendue de terrain. On imagine, en conséquence, que la surface d'un champ à drainer soit partagée en un certain nombre de plans ayant une inclinaison bien distincte, puis on choisit sur chacun d'eux pour la direction des drains une ligne de pente moyenne. Sur chaque surface à peu près régulière, les drains sont établis parallèlement les uns aux autres, et il y a dans un champ autant de systèmes de drains parallèles qu'il y a de plans présentant une inclinaison distincte.

84. — La manière de disposer les drains de dessèchement en différentes circonstances, est clairement indiquée par les fig 9, 10 et 11. Dans la fig. 9, la surface du terrain est régulière et inclinée de A vers B; les drains de dessèchement *d*, *d*,... sont établis parallèlement les uns aux autres dans la direction de la pente. Dans la fig. 10, le terrain présente vers le milieu une dépression profonde; les parties avoisinant

cette dépression ont une pente commune de A vers B et elles sont en outre inclinées, l'une de C vers D, l'autre de E vers D; les drains de dessèchement *d, d...* suivent encore les lignes de pente moyenne sur les deux versants et convergent vers le creux A B.

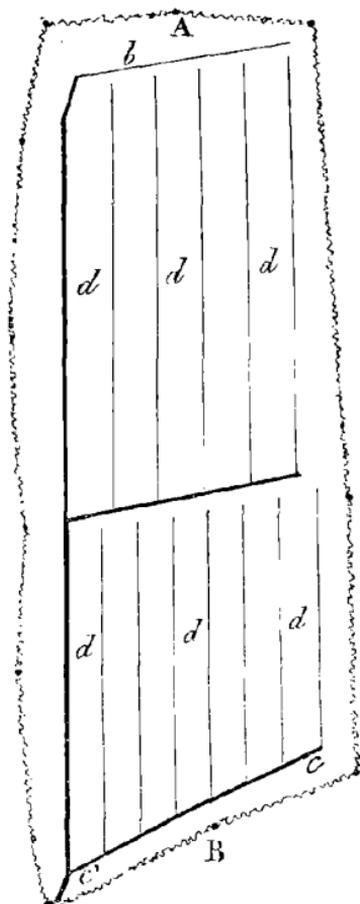


Fig. 9.

Enfin dans la fig. 11, le terrain s'incline du point culminant A vers les points bas B, C, D; il présente

trois plans d'inclinaison P, Q, R, dont chacun a son système de drains, et les drains de chaque système sont encore parallèles les uns aux autres.

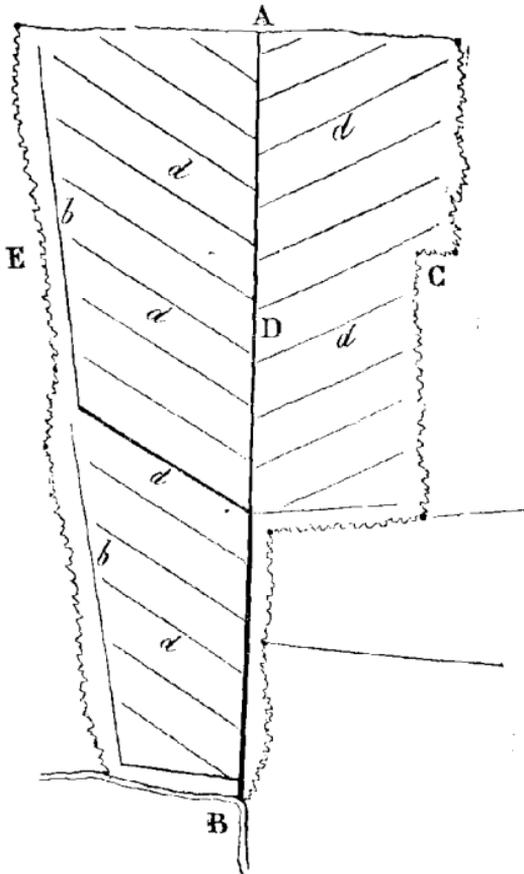


Fig. 10.

Nous indiquerons plus tard les moyens à l'aide desquels on détermine, dans la pratique, la position des drains de dessèchement pour chaque cas particulier qui se présente.

85. — On est quelquefois obligé, dans des circon-

stances particulières, de creuser des drains de dessèchement en travers de la pente; c'est, par exemple, quand il y a à côté du champ que l'on draine des terres humides plus élevées, ou bien encore quand on opère à proximité d'un canal ou d'un ruisseau capable d'occasionner des filtrations. Dans ces deux cas il convient d'empêcher l'humidité extérieure de se répandre dans le terrain drainé, et à cet effet on isole

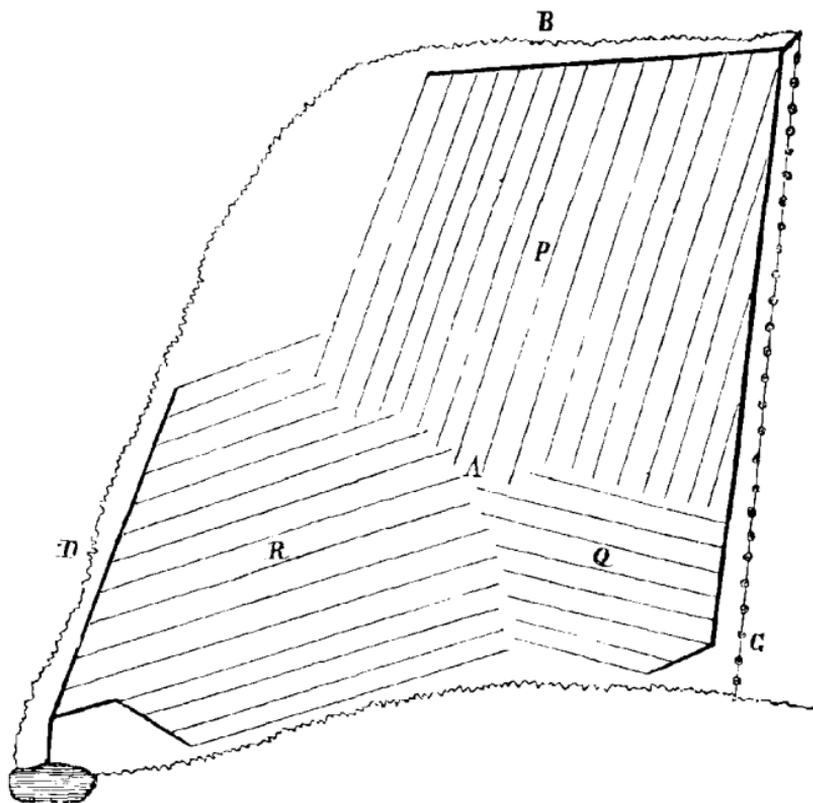


Fig. 11.

celui-ci par une saignée transversale telle que *b* (fig. 9 et 10) que l'on fait correspondre avec l'un des drains dirigés suivant la pente.

86. — Il est encore une circonstance qui influe sur la position des drains. Les racines de quelques plantes, et particulièrement celles de certains arbres, tels que le frêne, le saule, etc., s'avancent souvent jusqu'à des distances très-considérables à la recherche de l'humidité. Parfois aussi elles se frayent un passage dans les conduits des drains et s'y développent en une masse chevelue qui finit par arrêter l'écoulement de l'eau. Pour éviter qu'un inconvénient aussi grave se produise, il est bon, lorsque les saignées doivent être établies dans un terrain parsemé de plantations, d'en fixer la position de manière à ce qu'elles restent à la plus grande distance possible de ces dernières; quand des arbres sont sur le parcours des drains, on dévie de la direction rectiligne pour les contourner et on regagne ensuite la ligne véritable que les drains doivent occuper. Pour la même raison, il convient, dans le drainage des champs enclos de haies vives, de ne point approcher les drains trop près de celles-ci, mais de maintenir entre les clôtures et les saignées qui les longent, une distance de sept à huit mètres au moins.

Position des drains collecteurs.

87. — Les drains collecteurs recueillent et conduisent à un réceptacle convenable les eaux des drains de dessèchement. Il est aisé de comprendre pourquoi il est nécessaire de faire usage des drains collecteurs, dans un système de drainage complet. En effet, il arrive souvent que les drains de dessèchement établis d'après les règles que nous avons données plus haut, se dirigent vers les parties d'un champ où n'existe point de fossé dans lequel ils puissent déverser leurs eaux. On doit alors, pour éviter le creusement et

l'entretien d'un fossé à ciel ouvert, recueillir celles-ci dans une saignée munie d'un conduit spacieux et les conduire vers une décharge convenable. D'ailleurs, fût-il même possible de faire aboutir, sans frais extraordinaires, tous les drains de dessèchement dans un fossé à ciel ouvert, il ne conviendrait pas, suivant nous, d'adopter cette disposition que quelques draineurs préconisent. En général, il n'est pas bon non plus de trop multiplier les points de décharge quand on fait usage des drains collecteurs. Les partisans de ces deux systèmes prétendent qu'en agissant ainsi, il est plus facile, quand une obstruction se produit dans les conduits, de découvrir le point où elle a lieu; et que si l'écoulement de l'eau, à l'embouchure des drains, est momentanément arrêtée par un obstacle quelconque, l'étendue de terrain qui aura à souffrir de la stagnation de l'eau sera moins considérable. L'expérience nous a appris que ces raisons ne sont que spécieuses. Quand même on fait usage de drains collecteurs, il est toujours extrêmement facile de reconnaître le point obstrué d'une saignée, parce qu'immédiatement au-dessus de ce point l'eau reflue à la surface du terrain, en formant une espèce de source qui ne saurait échapper à l'œil du cultivateur. D'un autre côté, lorsque l'on ne fait dans un champ qu'un très-petit nombre d'embouchures, on obtient à chacune d'elles un courant beaucoup plus fort, capable d'entraîner les matières qui s'opposeraient à l'écoulement de l'eau; en sorte que le drainage fonctionne avec plus de régularité. En même temps l'inspection est rendue plus facile et plus sûre : le cultivateur s'assurera sans peine si une ou deux embouchures sont en bon état, tandis qu'il n'aura souvent ni le loisir, ni la curiosité d'en visiter un grand nombre, surtout si elles se trouvent disséminées sur des points éloignés

les uns des autres. Nous considérons comme particulièrement vicieuse la disposition qui consiste à faire déboucher tous les drains de dessèchement dans un fossé à ciel ouvert. Dans ce cas les éboulements qui se produisent en hiver sur les talus, les dépôts qui se forment au fond du fossé, les herbes qui y croissent donnent lieu à un entretien considérable et à une surveillance de tous les instants, d'autant plus gênante à exercer qu'il est souvent fort difficile de retrouver les extrémités des drains au milieu des herbes qui poussent sur les bords du fossé. Un pareil système n'est à conseiller que pour le cas exceptionnel mentionné au n° 209.

Observons encore que, dans beaucoup de circonstances, l'emploi des collecteurs procure une notable économie, parce qu'il permet de supprimer les fossés à ciel ouvert, qui sont une source permanente de dépenses.

88. — Les drains collecteurs doivent, par leur nature, occuper toutes les parties du terrain vers lesquelles les eaux sont dirigées par les drains de dessèchement. On met donc un collecteur dans les parties les plus basses d'un champ, dans tous les creux profonds, et quelquefois même on en place en travers d'un versant régulier, lorsque des drains courant d'un bout à l'autre de celui-ci auraient une longueur trop forte. Dans un champ dont la surface est régulière (fig. 9), le drain collecteur *c c'* règne le long de la partie inférieure B. On lui procure une pente convenable pour l'écoulement de l'eau, en le plaçant au besoin dans une direction oblique par rapport à la pente, de manière à ce que l'extrémité *c* soit à un niveau plus élevé que *c'*. Dans la figure 10, le drain collecteur occupe le creux AB que le terrain présente en son milieu; dans le drainage de la figure 11, il y

a trois drains collecteurs, situés respectivement au pied des plans inclinés P, Q, R, et marqués en traits plus forts que les autres drains.

89. — On doit avoir égard, dans la position des drains collecteurs, à la présence des arbres et des haies, et même les tenir plus éloignés des plantations que les drains de dessèchement. Nous recommandons de ne point les établir à moins de 10 mètres de celles-ci. Lorsque les circonstances obligent à faire passer les drains collecteurs à peu de distance des arbres ou au travers de haies vives, il est nécessaire de prendre des dispositions particulières pour prévenir autant que possible les obstructions que les racines pourraient produire (210).

90. — L'angle sous lequel les drains de dessèchement et les drains collecteurs se rencontrent, peut varier dans des limites assez larges. On doit seulement faire en sorte qu'au point de jonction le courant de l'eau dans les premiers ne soit point dirigé en sens contraire de celui qui a lieu dans les seconds; cette condition étant remplie, le raccordement des deux espèces de drains peut avoir lieu aussi bien à angle droit que sous un angle plus ou moins aigu.

CHAPITRE X.

DE LA PROFONDEUR A LAQUELLE LES CONDUITS DES DRAINS DOIVENT ÊTRE PLACÉS.

91. — La question de savoir à quelle profondeur les conduits des drains doivent être placés dans la terre, pour que ceux-ci produisent l'assainissement le plus avantageux et le plus économique, est considérée avec raison comme la plus importante de toutes celles qui se rattachent à l'art du drainage complet. C'est aussi le point qui a donné lieu, parmi les draineurs anglais, aux controverses les plus vives, jusqu'au moment où les remarquables travaux de M. Parkes sont venus jeter la lumière sur cette question capitale, en ralliant au système préconisé par cet habile ingénieur la majeure partie des fermiers intelligents de l'Angleterre.

92. — Deux systèmes directement contraires ont été longtemps en présence en Angleterre : le premier, soutenu et propagé par M. Smith de Deanstone, le principal promoteur de la pratique du drainage complet, consistait à faire usage pour enlever l'eau de surface, c'est-à-dire celle qui tombe et s'amasse sur un terrain rétentif, de drains profonds de 0^m,75 au plus, espacés les uns des autres d'une faible quantité; le second, pour lequel a vigoureusement combattu M. Parkes, ingénieur consultant de la Société royale d'Agriculture de Londres, reposait au contraire sur

l'emploi de drains profonds d'au moins 1^m,21 ; les partisans de ce système soutiennent que de semblables drains, placés à de larges intervalles les uns des autres, procurent un assainissement plus efficace et en même temps plus économique que des drains moins profonds et plus serrés.

Tels sont les deux systèmes entre lesquels les agriculteurs ont à se prononcer : les considérations qui suivent en feront connaître le mérite respectif, et aideront ceux-ci à faire un choix. Nous appelons sur elles toute l'attention du lecteur.

93. — Il n'est point possible, selon nous, de dire d'une manière générale la profondeur absolue que les drains de dessèchement doivent avoir ; car les circonstances particulières à chaque cas viennent la modifier, et elles sont par conséquent le seul guide qu'il convienne de suivre dans la détermination de cet élément. Il ne serait pas plus logique de prescrire invariablement l'emploi des drains de 1^m,21 de profondeur dans les différents sols, que de prétendre, avec les disciples de M. Smith, qu'il ne faut jamais descendre au-dessous de 0^m,75. Quand on veut assainir un terrain, on doit au préalable en faire une inspection minutieuse, et s'efforcer d'acquérir, soit par le sondage, soit par le creusement de tranchées d'essai, une connaissance parfaite des particularités que présente le sous-sol. On détermine alors la profondeur des saignées de manière à approprier le drainage à l'état et à la nature de ce dernier, en prenant pour principe que les drains doivent enlever au terrain la plus grande quantité d'eau possible, et qu'il importe de ne pas laisser subsister à une faible distance de la surface des couches d'eau stagnante, surtout quand elles proviennent des terrains plus élevés.

94. — La recherche de la profondeur la plus

convenable à donner aux drains soulève plusieurs questions très-importantes, à savoir :

Le drainage profond est-il préférable au drainage superficiel ?

Est-il possible d'assigner une limite générale en dessous de laquelle ne doit jamais descendre la profondeur des drains, et quelle est cette limite ?

Comment se modifie la profondeur des drains pour des terrains d'espèces différentes ?

Quelles sont les circonstances pratiques qui déterminent la profondeur exacte des drains ?

Nous essayerons de résoudre toutes ces questions d'une manière claire et précise, afin qu'il ne puisse plus y avoir de contestation possible sur aucune d'elles.

Supériorité du drainage profond sur le drainage superficiel, quant à l'efficacité et à l'économie.

95. — Bien qu'il ne soit point possible de déterminer d'une manière générale et rigoureuse la profondeur des drains, on peut néanmoins comparer les deux systèmes dont nous avons parlé ci-dessus au point de vue des principes sur lesquels ils se fondent, ou rechercher si, en thèse générale, le drainage profond est préférable au drainage superficiel, sous le double rapport de l'efficacité et de l'économie. La question, envisagée de cette manière, nous paraît devoir être résolue incontestablement en faveur du drainage profond.

96. — Les partisans du drainage superficiel partent d'une supposition toute gratuite, dont l'expérience démontre l'inexactitude : ils s'imaginent que les terres compactes et tenaces, sont, dans leur état naturel, impénétrables aux eaux pluviales, et que, quand on y établit des drains, l'eau ne saurait entrer

Les calculs qui précèdent démontrent à l'évidence que, pour retirer du drainage tous les bienfaits qu'il est capable de produire, il faut donner aux drains de dessèchement une profondeur au moins égale à un mètre vingt et un centimètres; nous sommes conduits de la sorte à un chiffre qui concorde entièrement avec celui fixé par M. Parkes. Mais on doit remarquer que la profondeur dont il s'agit n'est point absolue; il serait complètement erroné de croire que son adoption produira les mêmes effets sur des sols placés dans des conditions différentes et diversement affectés par la présence des eaux. Le chiffre de 1^m,21 auquel nous sommes arrivés par des considérations jusqu'aujourd'hui peu connues, est seulement une limite en dessous de laquelle il ne faut point s'arrêter dans tous les cas où les circonstances permettent de l'atteindre.

**Variations que la profondeur des drains doit subir
suivant la nature du terrain.**

106. — La nature du terrain dans lequel les drains doivent être établis exerce une grande influence sur la profondeur qu'il convient de leur donner, car les deux causes qui contrarient le mouvement de l'eau et qui l'empêchent de descendre jusqu'au niveau des saignées, agissent avec une intensité variable dans les différents sols, ainsi que nous l'avons fait remarquer à diverses reprises. Toutefois, il n'est point absolument nécessaire d'avoir égard aux différences qui existent, suivant les terrains, dans la perturbation que le frottement occasionne, attendu que la manière dont l'espacement des drains est réglé dans les diverses circonstances peut compenser les variations qui ont lieu dans la surélévation due au frottement.

TRAITÉ DE DRAINAGE.

Il n'en est point de même pour celles qui se produisent dans les effets de la force capillaire; il faut nécessairement en tenir compte dans les calculs dont nous traitons actuellement, parce qu'elles ne sauraient être compensées que par des modifications correspondantes dans la profondeur des drains; l'écartement de ceux-ci n'exerce sur les effets de la capillarité aucune espèce d'influence. Il faudra donc, dans chaque cas particulier, mettre la valeur véritable de la force capillaire à la place du chiffre 0^m,40, que nous avons adopté comme minimum au numéro précédent, ou, ce qui revient au même, augmenter la profondeur 1^m,21 de toute la quantité dont la force capillaire surpasse 0^m,40 dans le terrain que l'on considère.

D'après cela il est indispensable, pour fixer convenablement la profondeur des drains dans un sol déterminé, de connaître la puissance capillaire de ce dernier ou la hauteur de la colonne de liquide qu'il est capable de soutenir entre ses molécules en dépit de l'action de la pesanteur. On ne saurait malheureusement donner, à cet égard, des indications générales : d'une part, on n'a point assez compris jusqu'ici l'influence qu'exerce la capillarité dans le drainage, et l'on s'est fort peu occupé d'en rechercher les lois; de l'autre, la force capillaire est essentiellement variable avec les terrains, parce qu'elle change non-seulement avec la composition du sol, mais encore avec sa texture et l'état de division de ses particules. Tout ce que nous pouvons dire à cet égard, c'est que la capillarité est beaucoup moindre dans les sables siliceux à gros grains que dans ceux dont les parties constituantes sont plus fines, plus ténues; elle est plus forte dans les terres argileuses que dans les sables ordinaires, et plus forte encore

dans les glaises compactes; elle est sans doute le plus intense dans les terrains spongieux formés de débris végétaux, qui d'ordinaire retiennent l'humidité avec une très-grande force. Il suit de là que pour chacun de ces terrains, la couche d'eau se maintiendra à une hauteur différente au-dessus du niveau des conduits, et que si l'on veut arriver à l'abaisser dans tous jusqu'à une même distance de la surface, il est nécessaire de modifier en conséquence la profondeur des drains. L'expérience prouve que l'intensité de la force capillaire peut être représentée par une hauteur d'environ 0^m,40 dans les sables siliceux à gros grains, tandis que pour certaines espèces à grains fins, telles que le sable bleuâtre compacte et le sable de nature bouillante que l'on trouve dans les terrains marécageux, il n'est pas rare qu'elle atteigne 60 à 70 centimètres. Dans quelques terres argileuses elle varie de 0^m,45 à 0^m,75, et dans les terrains tourbeux, les sols mous et spongieux, on peut l'estimer à 0^m,90, en certaines circonstances. Si nous admettons ces chiffres, pour fixer les idées, il nous faudra, pour obtenir la profondeur qui convient à chaque terrain, substituer, dans les calculs que nous avons faits au n° 104, les nombres ci-dessus à celui de 0^m,40 qui représentait l'intensité minima de la force capillaire. Nous trouverons, de cette manière, pour la profondeur des drains :

1^m,21 à 1^m,46 dans les terrains sablonneux de diverses espèces;

1^m,26 à 1^m,56 dans les terrains argileux plus ou moins consistants;

1^m,71 dans les terrains tourbeux et spongieux.

On doit remarquer, en outre, que ces derniers éprouvent par la dessiccation un retrait considérable, qui se manifeste par un affaissement de leur surface;

en sorte que, quand les drains ont produit le dessèchement d'un terrain de ce genre, et surtout quand celui-ci a été recouvert d'une couche de sable ou de terre lourde, leur profondeur se trouve diminuée dans la proportion de 5 à 4, c'est-à-dire réduite d'un cinquième. Il faudra conséquemment, pour que les drains conservent dans un terrain tourbeux la profondeur que nous leur avons assignée, augmenter celle-ci d'un cinquième et la porter à 2^m.05. On voit par là que les terrains tourbeux demandent à être drainés très-profondément; c'est en effet une circonstance que l'expérience confirme et sur laquelle tous les praticiens sont d'accord (1). Quant aux autres espèces de terrains, le raisonnement nous conduit à poser en principe que la profondeur des drains doit y être en raison de la compacité du sol. Ce résultat est en opposition complète avec les principes que professent les partisans du drainage superficiel; il est également contraire aux idées que les agriculteurs se forment tout d'abord sur la manière dont il convient de drainer les terres fortes, et c'est pour ce motif que nous avons cru devoir nous appesantir aussi longuement sur ce qui concerne la profondeur des drains de dessèchement. Nous désirons vivement que les cultivateurs belges puissent profiter des progrès que la science a introduits dans l'art du drainage, et nous ne voulons point que, par ignorance, ils ressuscitent des systèmes qui ont fait leur temps et qui n'ont occasionné que des déboires à ceux qui les ont suivis avec trop d'obstination.

(1) En règle générale, le drainage ne produit de bons effets dans les terrains tourbeux qu'après qu'on a mélangé de la chaux au sol, ou qu'on l'a recouvert d'une couche de sable ou de terre ordinaire qui contribue à en exprimer l'humidité et à diminuer la capillarité des terrains de ce genre

107. — Nous avons souvent entendu les cultivateurs demander comment il est possible que l'eau aille trouver des drains profonds dans un terrain compacte. La réponse à cette question est fort simple (74). Quand on établit un drain dans un sol argileux, les parties qui avoisinent le conduit sont en contact avec l'air, elles se dessèchent et se fendillent ; cet effet s'étend ensuite de proche en proche dans toute la masse. Aidé d'ailleurs par l'action des racines et par celle des vers, il ne tarde pas à rendre perméable à l'eau les sols les plus compactes. La porosité artificielle qu'acquiert l'argile se produit plus ou moins rapidement suivant la température de l'air et l'état habituel de l'atmosphère. C'est pourquoi le drainage, en certaines circonstances, ne commence à fonctionner qu'au bout d'un temps assez long.

Il y a, du reste, peu de terres compactes où l'eau ne finit pas par atteindre des drains placés à 4^m,26 de profondeur ou même au delà. Notre position spéciale nous a permis d'étudier toutes les variétés de terrains que l'on rencontre en Belgique, et nous n'en avons trouvé qu'une seule qui parût devoir résister à l'action du drainage. C'est une argile pure très-tenace, mêlée de cailloux roulés et qui appartient à la formation des terrains tertiaires. Le champ où nous l'avons rencontrée est situé près de Zellick ; drainé en 1850, il n'a pas encore éprouvé d'amélioration sensible. Toutefois, les sols de cette nature sont extrêmement rares dans notre pays.

108. — Le drainage profond a rencontré dès l'abord une très-vive opposition : de fausses idées d'économie, et des notions erronées sur la nature des terres compactes et rétentives, ont fait pendant longtemps prévaloir le drainage superficiel, malgré les inconvénients de tous genres attachés à son

emploi. Le lecteur sait maintenant à quoi s'en tenir sous ce rapport. Nous lui avons montré que la plupart des terrains que l'on considère habituellement comme imperméables se laissent pénétrer par les eaux pluviales, et qu'ils changent complètement de caractère, au bout d'un certain temps, sous l'action du drainage. Nous avons fait voir que non-seulement les eaux pluviales peuvent atteindre les drains profonds établis dans un sous-sol tenace et compacte, mais qu'en outre elles y arrivent en plus grande abondance et même plus rapidement que dans les drains superficiels. On peut donc considérer comme tout à fait futiles les objections que l'on élève généralement contre le drainage profond. L'expérience d'ailleurs démontre chaque jour les avantages de ce système et lui rallie de nouveaux partisans : on a vu très-fréquemment en Angleterre qu'un drainage exécuté sur une profondeur de 1^m,21, ou plus, desséchait parfaitement des terres dans lesquelles des drains de 0^m,60 à 0^m,75 n'avaient produit aucun effet; en outre, depuis que le système de drainage profond a été mis au jour, beaucoup de propriétaires ont reconnu qu'il y avait avantage pour eux à drainer de nouveau et profondément les terres qu'ils avaient d'abord assainies d'une manière superficielle. M. Smith lui-même a fini par rendre hommage à la supériorité du drainage profond, et déjà en 1845 il avait fait aux idées de M. Parkes de larges concessions.

**Circonstances pratiques qui servent à déterminer
la profondeur des drains.**

109. — On comprend, sans que nous ayons besoin d'insister sur ce point, que les calculs qui précèdent sont établis dans l'hypothèse d'un sol parfaitement

homogène et uniformément humide. Ces deux conditions se rencontrent rarement dans la nature, en sorte que nous devons expliquer maintenant de quelle manière on peut déterminer, dans la pratique, la profondeur à laquelle les drains doivent être placés dans un terrain donné.

En règle générale, il faut, dans les recherches pratiques que l'on fait pour déterminer la profondeur des drains, avoir surtout égard à la composition et à l'état du sous-sol, à partir de 0^m,60 ou 0^m,65 de la surface, et choisir pour les drains la profondeur correspondant à l'espèce de terrain qui prédomine dans cette partie du sous-sol. Au besoin, si celui-ci n'est pas sensiblement homogène, on combine entre elles les profondeurs qui conviennent aux couches qui le composent. S'il existe un banc de tourbe à la superficie du terrain ou dans son intérieur, il faut tenir compte de cette circonstance, et calculer l'affaissement que la couche tourbeuse subira à la suite du drainage, afin d'augmenter d'autant la profondeur des drains.

Dans le cas où un terrain très-perméable, humide seulement à certaines époques de l'année, repose sur une couche de terre très-tenace, on peut se contenter de mettre les conduits des drains à la profondeur de celle-ci, pourvu que le sol ait une forte pente, ou que l'épaisseur de la couche poreuse ne diffère point beaucoup de la profondeur à laquelle les saignées souterraines devraient y être établies, sans la présence du banc rétentif. Mais dans le cas où un terrain léger, friable ou spongieux est humide durant une grande partie de l'année, parce qu'il a en dessous de lui un sous-sol rétentif et une nappe d'eau stagnante, il est nécessaire de le drainer très-profondément et de pousser, s'il est possible, les tranchées jusqu'à la

terre compacte inférieure. Il arrive fréquemment que l'humidité du sol n'est point due uniquement au caractère rétentif de ce dernier, mais qu'il y a, à une certaine distance de la surface, des veines composées de matériaux très-poreux qui mènent les eaux des terrains plus élevés. Chaque fois que cette circonstance se présente, il est fort utile et quelquefois indispensable, pour rendre l'assainissement complet, d'approfondir les drains de dessèchement jusqu'au niveau des eaux souterraines, quand même celles-ci se trouveraient de 1^m,50 à 1^m,80 en dessous de la surface; on peut alors, dans beaucoup de circonstances, réduire notablement le nombre des drains, les couches poreuses formant un utile auxiliaire pour le drainage. Si ces couches sont situées à une plus grande profondeur, ou que la situation particulière du terrain ne permette pas de les atteindre avec les saignées, on a recours à d'autres moyens qui rentrent dans la méthode d'Elkington (199).

110. — Quelquefois on rencontre dans la terre, à une distance de la surface moindre que celle que nous avons indiquée pour la profondeur des drains, des matériaux d'une nature assez compacte pour qu'on puisse les considérer comme imperméables. C'est ainsi qu'une couche argileuse, épaisse de 0^m,80, par exemple, peut reposer sur le roc, ou une couche de terre perméable ou rétentive, peu profonde, se trouver au-dessus d'un banc d'argile plastique impénétrable à l'eau. Dans tous les cas de ce genre, il est bien évident qu'il ne faut pas, dans le but d'atteindre la profondeur minimum dont il a été question plus haut, enfoncer les drains dans le sous-sol imperméable; il n'y aurait à cela aucune utilité. Il n'est avantageux d'approfondir les drains jusqu'à une certaine limite que quand la partie du sous-sol qui resterait en

dessous des conduits dans un drainage superficiel est susceptible de se laisser pénétrer par les eaux pluviales et de retenir une grande quantité d'humidité, qui plus tard remonte à la surface par l'attraction capillaire et y occasionne des effets nuisibles. Mais quand on rencontre dans le sous-sol une couche qui reste sèche aux diverses époques de l'année, il n'y a nulle nécessité d'y enfoncer les drains. Toutefois, il faut bien se garder de considérer, dans ce cas, comme imperméables des matières qui ne sont que rétives. Si l'on trouve, par exemple, un banc de terre plastique ou de terre tenace, on ne doit point se prononcer trop légèrement sur son imperméabilité; pour se fixer à cet égard, on pourra avoir recours à l'un des moyens suivants. On examinera si après une saison pluvieuse l'intérieur de la couche en question présente un aspect différent de celui qu'il offre dans les temps de sécheresse, ou si l'eau suinte à travers les parois d'une fosse que l'on y creuse. Si ce premier examen ne paraît pas concluant, il faudra mettre à nu, avant l'hiver, une portion de la couche dont nous parlons et examiner ensuite attentivement la manière dont elle se comporte au printemps, après que la chaleur solaire aura évaporé l'eau qui s'y était amassée. Quand, dans ces circonstances, la terre ne change pas d'état, c'est-à-dire quand il ne se y produit point de crevasses par la dessiccation, contrairement à ce qui arrive dans les argiles ordinaires, on en conclut qu'elle peut être considérée comme imperméable, ou que du moins la quantité d'eau qui s'y introduit ne peut affecter sensiblement l'état du terrain situé au-dessus d'elle; il est alors inutile d'approfondir les drains au delà de cette couche. Au contraire, si la terre se crevasse et se fissure sous l'influence de la chaleur atmosphérique, c'est un signe certain qu'elle

absorbe une notable quantité d'eau et qu'elle est susceptible de devenir perméable par l'action du drainage; dans ce cas, on y place les conduits des drains à une profondeur d'autant plus grande que la terre est plus compacte.

111. — On doit conclure de ce qui précède que, pour fixer exactement la profondeur qu'il convient de donner aux drains, dans un terrain déterminé, il faut avoir une connaissance parfaite de la nature et de l'arrangement des couches qui composent le sous-sol. Cette connaissance s'acquiert par le sondage. Lorsque l'on veut assainir une terre, il faut y faire au préalable, dans une saison humide, un certain nombre de fosses qui permettent d'examiner la composition des diverses parties du terrain et la manière dont elles sont affectées par l'humidité. Trois ou quatre fosses par hectare suffisent à cette reconnaissance. On les fait d'une profondeur de 1^m,30 à 1^m,40 dans les sols d'une nature homogène, mais on ne doit point hésiter à pousser les sondages jusqu'à 1^m,80 et même 2 mètres dans ceux dont la composition varie notablement à diverses profondeurs. Il serait d'ailleurs inutile d'aller au delà des couches imperméables si l'on en rencontre. Quand les fosses de sondage montrent toutes une même espèce de terrain, on est fondé à conclure que le sous-sol est uniforme sur toute l'étendue du champ que l'on considère, et l'on adopte pour les drains une même profondeur dans toutes ses parties. Au contraire, si l'on découvre des différences dans la composition du sous-sol, on doit approprier la profondeur des drains à la nature particulière de chaque partie du champ.

Pour bien juger de la qualité du terrain, on ne doit point se former une opinion immédiatement après l'ouverture des fosses de sondage; mais laisser

à l'eau le temps de s'y frayer un chemin. Lorsque l'on est arrivé aux environs du point où l'on croit devoir placer les drains, on examine attentivement s'il n'y a pas dans le sous-sol des veines poreuses qui, au moment où on les coupe avec la bêche, laissent suinter une quantité d'eau plus forte que celle qui filtre dans les fosses par les autres parties de leurs parois; s'il en est ainsi, on choisit de préférence ces couches pour y établir les conduits des drains. On cherche aussi à se rendre compte des effets que la capillarité produit sur le sol, en examinant à quelle hauteur l'humidité s'y soutient en contre-haut des parties par lesquelles l'eau commence à filtrer. Dans toutes ces recherches pratiques, on ne perdra point de vue qu'il importe d'enlever au sol la plus grande quantité d'eau possible, et qu'il faut sur'out ne point laisser subsister, même à une assez grande distance de la surface, les nappes d'eau qui proviennent des terrains élevés.

La détermination exacte de la profondeur à donner aux drains, dans chaque circonstance, est un point extrêmement délicat, sur lequel il n'est guère possible de donner des indications bien précises dans un livre. Cependant l'expérience ayant démontré à l'évidence qu'une diminution, même peu importante, dans la profondeur des drains peut avoir pour conséquence de réduire considérablement les bénéfices du drainage, on doit toujours leur donner un excédant de profondeur, plutôt que de courir le risque de ne point les faire suffisamment profonds. Aucun agriculteur, à notre connaissance, n'a regretté d'avoir assaini un terrain trop profondément, tandis qu'il n'est que trop fréquemment arrivé que des cultivateurs ont dû recommencer plusieurs fois des travaux de drainage faits d'une manière trop superficielle.

Des moyens de procurer aux drains une profondeur convenable.

112. — Jusqu'ici, nous ne nous sommes point préoccupés de la situation particulière des terrains à drainer; il faut cependant que nous en disions quelques mots, car il arrive quelquefois que, faute de fossés suffisamment profonds ou de points assez bas pour l'écoulement des eaux, on éprouve de la difficulté à donner aux drains une profondeur aussi forte que celle qui correspond à un assainissement parfait.

Quand de semblables circonstances se présentent, on peut y obvier de différentes manières.

113. — S'il n'y a point, à proximité d'un champ que l'on veut assainir, un réceptacle assez profond pour recevoir les eaux du drainage, mais qu'il existe, à une certaine distance, des points plus bas, on peut profiter de cette circonstance pour approfondir les drains plus fortement que l'on ne pourrait le faire, si l'on se contentait de déverser leurs eaux dans les fossés qui se trouvent auprès du champ. On mène alors celles-ci jusqu'au point de décharge par une rigole souterraine qui traverse, si cela est nécessaire, les propriétés voisines (1). Ce moyen peut être coûteux; les dépenses qu'il occasionne varient avec la distance à franchir pour atteindre le point de décharge et la disposition des terrains contigus à celui que l'on veut assainir. Si ce dernier se trouve, par exemple, au fond d'une espèce de cuve bordée de toutes parts de

(1) La loi du 10 juin 1854 autorise le propriétaire d'un terrain qui doit être desséché à passer à travers les fonds qui environnent celui-ci, pour procurer aux eaux du drainage un écoulement convenable.

terrains plus élevés, il faut nécessairement, pour établir la rigole de décharge, couper une tranchée très-profonde dans les terres qui dominant le champ à drainer. Il est donc indispensable, avant que de recourir à l'emploi de ce moyen, de se rendre un compte bien exact des frais auxquels il donnera lieu, et de les comparer à l'importance du drainage, ainsi qu'à l'amélioration probable que le dessèchement doit produire, afin de voir s'il ne serait pas préférable de se contenter d'un drainage moins profond, et par conséquent d'un assainissement moins parfait, pour lequel on trouverait un mode d'exécution plus économique.

114. — Quand il n'existe, même à une grande distance, aucun point assez bas pour recevoir les eaux du drainage, on peut rechercher s'il n'y a point, à une certaine profondeur sous le sol, une couche poreuse capable d'absorber les eaux des parties supérieures. Quand on en découvre, on la met en communication avec la surface du sol par des forages ; on fait, en d'autres termes, un *puits perdu* dans lequel on déverse les eaux du drainage. C'est par des sondages exécutés à la tarière ou au moyen d'autres outils (203), que l'on parvient à découvrir les couches absorbantes ; mais avant de se livrer à des recherches de ce genre, qui sont toujours assez dispendieuses, il est bon de consulter, soit une carte géologique de la localité, soit les personnes qui par des travaux antérieurs ont acquis une connaissance particulière de la constitution du terrain.

115. — Quand les deux ressources dont nous venons de parler manquent à la fois, on en est réduit à recueillir les eaux qui proviennent du drainage dans des bassins ou réservoirs *ad hoc*, d'une capacité proportionnée à l'étendue des terrains à drainer ; lorsque

ceux-ci fournissent une abondante quantité d'eau, on l'épuise au moyen de machines. Cette manière d'opérer est particulièrement dispendieuse; on ne doit y avoir recours que pour des terrains d'une étendue considérable, c'est-à-dire dans les cas où les frais d'établissement et d'entretien des réservoirs et des machines se répartissent sur un grand nombre d'hectares.

116. — Lorsque l'on ne peut point employer l'un des moyens indiqués plus haut, il faut nécessairement subir la loi des circonstances, et diminuer la profondeur des drains de dessèchement, en la maintenant aussi rapprochée que possible des limites assignées précédemment. On donne, dans ce cas, aux drains la plus forte profondeur que la situation du terrain permet d'atteindre, et l'on règle en conséquence l'écartement des saignées, comme nous le dirons plus loin.

Il arrive souvent qu'une terre dont la surface présente une forte pente aboutit, dans sa partie basse, à un fossé peu profond. Ce n'est point là un motif pour réduire la profondeur des drains sur toute l'étendue du champ. Il faut, dans cette circonstance, leur donner dans le bas la plus grande profondeur possible et profiter de la forte pente qu'a le terrain pour augmenter cette profondeur à mesure que les drains s'élevèrent. Si l'inclinaison de la surface est considérable, il suffira d'éloigner quelque peu le collecteur du fossé de décharge, de le remonter de quelques mètres sur le terrain, pour que les drains de dessèchement aient dans toutes leurs parties une profondeur convenable.

117. — A mesure que la profondeur que l'on peut donner aux drains de dessèchement diminue, il est nécessaire de réduire leur écartement; par suite, les dépenses que le drainage occasionne croissent d'une

manière assez rapide; d'autre part, l'amélioration qu'il produit est de moins en moins considérable. Il doit donc exister une certaine limite à partir de laquelle le bénéfice que l'on retire de l'assainissement du sol par des rigoles souterraines n'est plus en rapport avec les frais au moyen desquels on l'obtient. A partir de cette limite le dessèchement par des fossés couverts cesse d'être une opération pécuniairement avantageuse pour le cultivateur. Nous croyons, à cet égard, qu'il n'est point possible de retirer de bons effets du drainage souterrain quand on ne peut pas atteindre pour les drains de dessèchement, dans les terrains rétentifs, une profondeur d'au moins 0^m,60. Dans les sols marécageux le drainage ainsi fait ne produira le plus souvent aucune amélioration.

Profondeur des drains collecteurs.

118. — Les conduits des drains collecteurs peuvent être établis au même niveau que ceux des drains de dessèchement dont ils recueillent les eaux. Cependant il est bon de donner aux premiers une profondeur qui excède de 0^m,05 à 0^m,08 celle des seconds, de manière à produire une chute au point de rencontre. Par cette disposition le courant dans les deux espèces de drains n'est pas contrarié, et l'on prévient les dépôts qui pourraient se former à l'embouchure des drains de dessèchement si les eaux entraînaient avec elles des matières minérales; en outre, lorsqu'une cause quelconque arrête pendant un certain temps l'écoulement de l'eau à l'extrémité des drains collecteurs, le liquide peut s'élever dans ces derniers sans refluer immédiatement dans les saignées de dessèchement, et l'effet de l'obstruction ne se fait sentir que sur une faible étendue de terrain.

CHAPITRE XI.

PRINCIPES QUI RÉGENT L'ÉCARTEMENT DES DRAINS.

119. — La détermination de l'écartement à laisser entre les drains de dessèchement constitue aussi un point très-important de l'art du drainage ; car si l'on place ces drains à une distance moindre que celle qui convient à la nature du sol, on augmente les dépenses d'exécution sans accroître dans une égale proportion les bénéfices que le dessèchement procure ; d'autre part, si l'on espace les drains d'une quantité trop forte, il reste au milieu de l'intervalle entre ceux-ci une bande de terrain moins asséchée que les parties voisines et l'amélioration n'est point complète. Une expérience très-intéressante, faite en Angleterre, montrera combien il importe de ne point placer les drains à une distance trop considérable les uns des autres.

Pendant longtemps on s'est astreint, dans ce pays, à mettre les saignées souterraines à l'endroit occupé par les sillons, dans les champs labourés en ados, tant dans le but de diminuer le cube du déblai, que parce qu'on croyait à tort que cette disposition facilitait le dessèchement du sol. Un fermier du Lothian, en appliquant ce système dans un terrain argileux, s'imagina que s'il faisait un drain de deux en deux ou même de trois en trois sillons, il ne retirerait pas

du drainage un bénéfice suffisant pour en couvrir les dépenses en un temps très-court; en conséquence il adopta la disposition qu'indique la fig. 13, dans la-

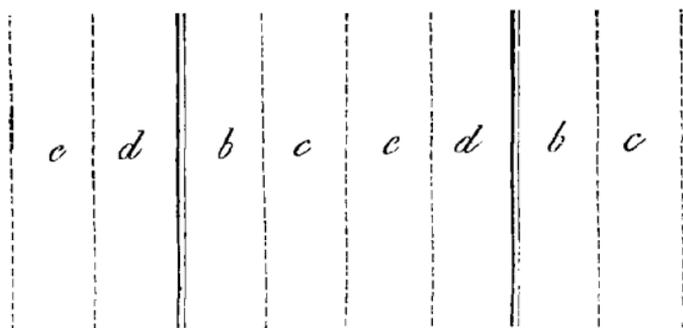


Fig. 13.

quelle les lignes pleines représentent les drains, espacés de 17^m,40, et les lignes ponctuées les sillons compris entre ceux-ci. Chaque saignée se trouvait ainsi chargée du dessèchement de quatre zones, les zones *b*, *c* d'un côté et les zones *d*, *e* de l'autre, et comme les drains étaient fort écartés les uns des autres, il devait en résulter que les zones *b* et *d* plus rapprochées de ceux-ci seraient mieux assainies que les zones plus éloignées *c*, *e*. L'expérience a confirmé cette prévision : les parties *b* et *d*, contigues aux drains, ont fourni par hectare 817 litres de blé de plus que les parties *c*, *e* : différence très-considérable quand elle provient de portions de terrain adjacentes, soumises au même travail et à la même culture. Il résulte de là que si les drains avaient été espacés de 8^m, 70 seulement, et que chacun n'eût eu que deux ados à assécher au lieu de quatre, on eût réalisé un bénéfice d'environ 160 francs par hectare, c'est-à-dire que l'argent qui aurait servi à doubler le

nombre des drains eût certainement procuré un intérêt annuel de plus de 50 p. c. On voit par cet exemple que les cultivateurs agissent quelquefois contre leurs intérêts en voulant, par une économie mal entendue, espacer les drains d'une quantité plus considérable que ne le comportent les circonstances.

120. — Pour déterminer la distance à laquelle les drains de dessèchement doivent être placés les uns des autres, il faut avoir égard à la pente du terrain, à la profondeur des saignées, et à la nature du sol dans lequel elles doivent être établies.

L'espacement des drains, ainsi que nous l'avons fait entrevoir (98) est intimement lié à leur profondeur : plus les saignées sont profondes, plus est considérable l'intervalle qu'on peut laisser entre elles. C'est pour ce motif qu'il y a économie à augmenter jusqu'à certaine limite la profondeur des drains.

L'influence de la pente du terrain sur la distance des saignées est évidente. L'eau qui tombe sur la surface du sol filtre à travers celui-ci, en suivant une direction à peu près verticale, jusqu'à ce qu'elle soit arrêtée vers le niveau du fond des drains, par un sol humide et imperméable sur lequel elle s'accumule. Les couches d'eau inférieures, pressées par celles qui les surmontent, s'écoulent alors latéralement vers les conduits ménagés au fond des saignées. Il résulte de là que le *parcours total* de l'eau dans le sol augmente en raison de la pente du terrain, et que si l'on veut obtenir la même vitesse d'assèchement dans deux champs dont l'inclinaison est différente, toutes les autres circonstances restant les mêmes, il faut rapprocher les drains dans celui dont la déclivité est la plus forte. Toutefois l'influence qu'exerce sous ce rapport la pente du terrain est assez faible pour qu'on puisse la négliger dans la plupart des cas.

L'espacement des drains doit surtout varier avec la nature du terrain à assécher, car un sol compacte et rétentif oppose au mouvement de l'eau qui filtre dans son intérieur une résistance bien plus grande que ne le fait un sol plus léger ou plus poreux; la distance de laquelle un drain d'une profondeur déterminée peut extraire l'eau est, par conséquent, moindre dans le premier cas que dans le second. Supposons, pour rendre ceci plus sensible, que ab (fig. 14) représente la section de la surface du terrain par un

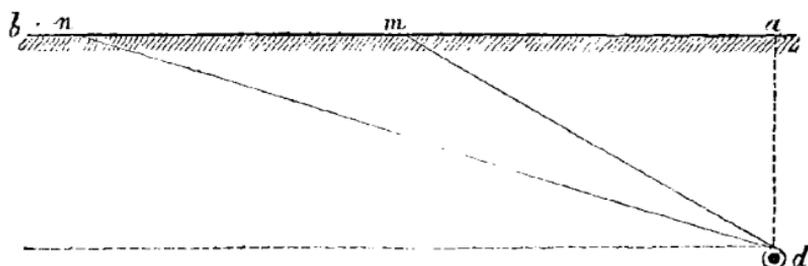


Fig. 14.

plan vertical perpendiculaire à la direction des saignées, et qu'un drain dont le conduit est en d , ait le pouvoir d'abaisser la couche d'eau stagnante jusqu'à la ligne dn ; ce drain asséchera à la surface du sol toute l'étendue an . Dans un terrain plus compacte, la ligne dn s'écartera davantage de l'horizontale (104) et prendra, par exemple, la position dm , en sorte que le même drain d ne pourra assécher dans ce second cas que l'étendue am , plus petite que an . Il suit évidemment de là que pour obtenir un assèchement uniforme, dans des sols de nature différente, il est nécessaire de rapprocher les drains à mesure que le terrain devient plus compacte.

121. — On ne peut point établir de règles générales pour déterminer la distance à laquelle des drains

d'une profondeur donnée doivent être placés, dans les terrains de diverses natures. Il faut, ou recourir à des expériences directes, ou procéder par analogie, après avoir étudié soigneusement les qualités que le sous-sol présente dans chaque cas particulier. La texture du terrain, sa porosité, son degré d'homogénéité, l'existence de veines d'eau ou de fissures, les perforations produites par les racines des plantes, la présence des vers, qui par leur travail établissent dans la terre de nombreux conduits pour la descente de l'eau, la dimension, le nombre et la profondeur des crevasses qui se forment dans le sol pendant l'été, sont autant de circonstances importantes auxquelles le draineur doit faire attention. Dans les sondages, il faut tenir compte du temps qui s'écoule entre l'ouverture des fosses et la filtration de l'eau à travers leurs talus. On ne doit point d'ailleurs, pour bien juger des caractères que présente le terrain sous le rapport de la perméabilité, s'arrêter à l'inspection des parties de terre qui ont été lissées par la bêche ou pétries entre les mains, mais examiner surtout l'aspect que présente la cassure fraîche d'une motte de terre. Par la même raison il ne convient pas de recourir pour les sondages principaux à l'emploi d'une tarière : outre que les ouvertures faites par cet outil ne mettent point le sous-sol suffisamment à nu pour qu'on puisse l'observer d'une manière convenable, les caractères physiques de la terre qu'il ramène à la surface sont presque toujours altérés. Lorsque l'inspection des fosses de sondage fait découvrir des différences essentielles dans les qualités du sous-sol en diverses parties d'un même champ, on doit nécessairement adopter dans chacune d'elles un espacement différent.

122. — Le tableau suivant contient les chiffres

entre lesquels peut varier l'espacement des drains pour les divers terrains que nous avons rencontrés jusqu'à ce jour en Belgique dans les opérations de drainage que nous avons dirigées. Ces données sont relatives à des saignées de 1^m,21 de profondeur.

NATURE DU TERRAIN.	Espacement minimum des drains.	Espacement maximum des drains.
Sable pur, à gros grains	16 ^m	18 ^m
Sable ferrugineux, à gros grains	15	15
Sable terreux, à grains ténus	10	12
Sable argileux	12	14
Terre glaise, plastique	6	7
Argile compacte, argile suéctique	8	9
Argile ordinaire	9	11
Argile sablonneuse, limon hesbayan	11	14
Terre grasse, terre d'étang et vaseuse.	9	12
Terrain tourbeux	11	14
Terrain crayeux	8	11

123. — On peut reconnaître, par des essais directs, l'espacement le mieux approprié à la nature de chaque terrain; mais les moyens à employer à cet effet ont l'inconvénient d'exiger un temps assez long.

Le premier consiste à établir, à une distance que l'on présume convenable, deux drains parallèles d'une profondeur égale à celle que l'on se propose d'adopter dans le drainage, puis à examiner, après que ces drains ont pu produire toute leur action, à combien l'eau se maintient en dessous de la surface du terrain, dans un trou creusé au milieu de l'intervalle entre les drains et dans un trou semblable pratiqué à côté de l'un de ceux-ci, en ayant soin, bien entendu, de faire cet examen à la suite d'une saison pluvieuse. Si l'eau descend à peu près également

dans les deux trous, ou que la différence du niveau corresponde seulement à deux ou trois centimètres par mètre de distance entre les trous d'essai, on pourra en conclure que les lignes de drains ne sont pas trop écartées, et l'on adoptera le même espacement dans toutes les parties du champ où le sous-sol a la même composition qu'à l'endroit où l'expérience a été faite.

Le second moyen que nous allons indiquer est préférable au précédent, en ce qu'il fait connaître d'une manière plus précise l'espacement à donner aux saignées. Après avoir marqué sur le terrain l'emplacement d'un drain d'essai D (fig. 15) on pratique

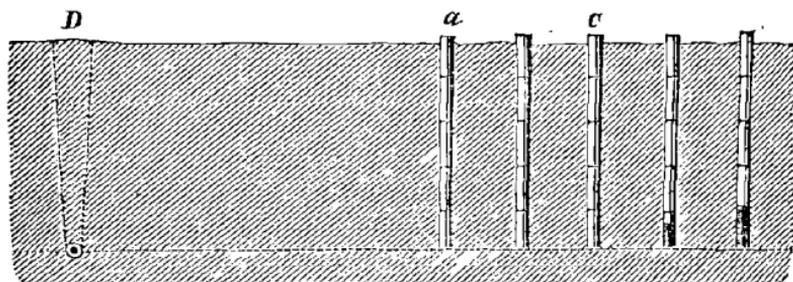


Fig. 15.

dans la terre, suivant une ligne perpendiculaire à la direction du drain, une série de trous d'une profondeur égale à celle que l'on veut donner à celui-ci et distants d'un mètre les uns des autres. On peut laisser entre le premier trou *a* et le drain D une distance de 3 à 5 mètres, selon que le terrain est plus ou moins compacte. On met dans chaque trou une cheminée faite au moyen de tuyaux superposés, autour desquels on replace de la terre, que l'on dame avec soin. Cela fait, on creuse le drain D, puis on examine l'effet qu'il produit, au bout d'un certain

temps, sur l'eau des diverses cheminées. La distance à laquelle ce drain agit sera déterminée par la longueur D qui le sépare de la dernière cheminée e , dans laquelle l'eau descend jusqu'au niveau du conduit ou jusqu'au fond du trou. L'écartement des drains pourra conséquemment être égal au double de cette longueur.

Enfin, on contrôle encore l'espacement des saignées en examinant l'état des récoltes sur les champs drainés. S'il n'existe dans tout l'intervalle entre deux saignées successives aucune différence dans la vigueur et le développement des plantes qui croissent sur le terrain, on est fondé à conclure que la distance des drains n'est point trop forte; quand, au contraire, vers le milieu entre les saignées, la végétation paraît plus chétive, plus languissante, et que les plantes y sont d'une venue moins régulière, c'est un signe à peu près certain que l'espacement adopté est plus considérable que ne le comporte la nature du sol et un avertissement que l'on met à profit quand on a de nouveau à drainer un terrain du même genre. Nous ferons remarquer à ce sujet que quand un terrain drainé, même sur une grande profondeur, reste trop humide en toutes ses parties, aussi bien au milieu de l'intervalle entre les drains que dans leur voisinage, il n'est point possible de remédier à cet état de choses par l'augmentation du nombre des saignées, mais seulement en les faisant plus profondes.

124. — Les chiffres que renferme le tableau ci-dessus supposent aux drains une profondeur de 1^m,21, qu'il est presque toujours possible d'obtenir. Néanmoins, quand on ne peut l'atteindre, il faut diminuer l'espacement des saignées proportionnellement à la réduction que subit leur profondeur. On ne

connait point la relation qui doit exister dans ce cas entre la profondeur et l'écartement des drains, et les expériences faites pour la découvrir ont donné jusqu'ici des résultats peu concordants. D'ailleurs, il nous parait que la loi suivant laquelle l'espacement des drains varie quand leur profondeur change est différente pour les diverses espèces de terrains; on doit, dans chaque circonstance, essayer de la déterminer par des expériences directes.

CHAPITRE XII.

DES DIVERSES MANIÈRES DE FAIRE LES CONDUITS DES DRAINS ET DE LEUR MÉRITE RESPECTIF.

Conditions générales auxquelles les conduits des drains doivent satisfaire.

125. — Pour qu'un drain remplisse convenablement les fonctions auxquelles il est destiné, il faut et il suffit qu'il présente au fond un espace vide, dans lequel l'eau puisse pénétrer sans rencontrer d'autre résistance que celle de l'air et par lequel elle puisse s'écouler ensuite vers les points qu'occupent les collecteurs.

Il est donc nécessaire de construire au fond des saignées un *conduit* capable d'absorber en tout temps l'humidité du sol et de livrer à l'eau un écoulement facile.

Ce conduit doit satisfaire à plusieurs conditions essentielles : il faut qu'il présente des garanties de durée, qu'il soit autant que possible à l'abri des obstructions, que la construction en soit facile et économique, enfin qu'il soit disposé de la manière la plus avantageuse pour l'absorption et l'écoulement de l'eau.

Un grand nombre de procédés ont successivement

été suivis dans la construction du conduit des drains; nous allons les passer rapidement en revue et montrer les avantages ou les inconvénients de chacun d'eux sous les différents rapports que nous venons d'indiquer.

**Procédés suivis dans la construction du conduit
des drains.**

126. — *Drains en coulée de taupe.* — Nous ne parlerons que pour mémoire de ce mode de drainage imparfait, pratiqué anciennement dans quelques parties de l'Angleterre, principalement dans les districts où se trouvent beaucoup de prairies permanentes à sous-sol argileux. Les drains en coulée de taupe sont faits en pratiquant dans la terre, au moyen d'une charrue particulière, un petit conduit cylindrique, qui rappelle par sa forme la trace laissée dans le sol à la suite du passage d'une taupe. Le soc de la charrue qui sert à ce travail est une pièce de fer ronde, à bout conique, reliée à l'âge par une plaque tranchante vers l'avant; celle-ci fend le sol, tandis que le soc comprime la terre sur tout son pourtour. Un semblable drainage ne peut être que très-superficiel et on doit le recommencer fréquemment, car la terre, quelque forte qu'elle soit, ne tarde point à se refermer complètement sous l'influence de l'humidité.

127. — *Drains avec conduits en terre ou en gazon.* — Cette manière de faire les drains est la plus simple de toutes; elle consiste à pratiquer dans la terre un fossé d'une forme particulière dans lequel on replace ensuite les matières que l'on en a extraites, en laissant un vide dans le fond. Ce système comprend

trois variétés, dont les fig. 16, 17 et 18, donnent une idée.

Le drain représenté dans la 16 est dit *saut de mouton*; on s'en est quelquefois servi dans les pâturages. Pour le construire, on commence par creuser une tranchée ayant 0^m,15 de largeur au fond et 0^m,46 au sommet; la tranche de gazon supérieure *a* est enlevée sur une épaisseur

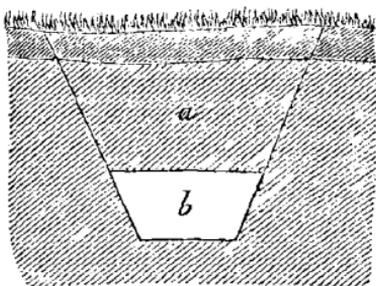


Fig. 16.

et sur une largeur aussi considérables que le comporte la bêche dont les ouvriers se servent: on la place sur le côté de la tranchée, le gazon tourné vers le bas, et l'on détache une certaine quantité de terre de sa face supérieure. En même temps on nettoie et on approfondit le fond de la tranchée en éparpillant sur le terrain la terre qui en est extraite. Quand cette opération est achevée on remet la tranche de gazon *a* dans sa position naturelle en l'y assujétissant avec les pieds. Il reste alors, sous cette tranche, un espace ouvert *b*, dans lequel l'eau trouve une issue tout le long de la saignée. Un pareil système ne convient évidemment qu'aux sols de nature compacte, dans lesquels n'existent point des filons de terre légère, ni des veines d'eau; il ne peut s'appliquer aux terres arables, dans lesquelles les drains faits comme nous venons de le dire seraient bientôt complètement détruits, ni même être employé dans les pâturages servant au gros bétail, qui enfoncerait inévitablement la tranche de gazon dans le fond de la saignée. En outre, l'espace ouvert *b* est parcouru par les taupes et par les souris; ces

animaux ont bientôt bouché le conduit en tout ou en partie par la terre qu'ils y refoulent. Le prix de ce drain défectueux dépasse 7 6/10 centimes par mètre courant, pour une profondeur d'environ 0^m,50.

Le drain à épaulement (fig. 17) a été employé dans quelques parties de l'Angleterre pour l'assainissement des tourbières et pour le drainage des terres fortes.

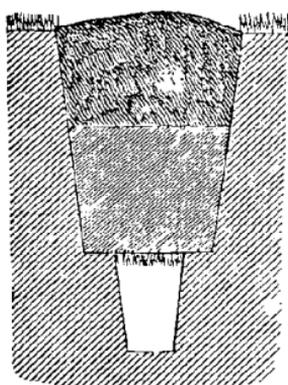


Fig. 17.

Pour exécuter ce genre de saignée on enlève d'abord une forte motte de gazon, que l'on met en réserve; on extrait ensuite une deuxième tranche de terre en se servant de la même bêche que pour la première ou bien d'une bêche un peu plus étroite; on fait enfin une troisième et dernière levée au moyen d'une bêche très-étroite, qui laisse un petit épaulement de chaque côté du fond de la levée précédente. Le gazon mis en réserve est ensuite enfoncé entre les deux parois verticales ou inclinées du drain, à la manière d'un coin, jusqu'à ce qu'il s'appuie sur les épaulements; après quoi on comble la rigole au moyen de la terre qui en a été extraite. Le vide formé par la dernière levée de terre sert alors de conduit.

Ce système appliqué aux tourbières paraît donner d'assez bons résultats, car la tourbe desséchée résiste parfaitement à l'action de l'eau; mais dans les terrains ordinaires il n'est, comme le précédent, que tout à fait temporaire. Tout au plus peut-il présenter quelques chances de durée dans les pâtures permanentes; il ne convient nullement aux terres de labour que la pluie détrempe plus facilement. On a

quelquefois employé un système analogue dans les terres arables, en remplaçant le gazon par une couverture en pierres plates. Cette modification porte le prix de revient du drainage à plus de 6 centimes le mètre courant pour des rigoles de 0^m,77 de profondeur, non compris le transport des pierres, ni le travail de la charrue que l'on employait à ouvrir partiellement les tranchées; d'un autre côté, elle ne protège pas le conduit contre les obstructions.

Le drain de la fig. 18, fréquemment employé autrefois dans les comtés de Norfolk, de Hertford et d'Essex, pour l'assèchement des terres très-compactes, se fait au moyen de mandrins en bois, qui ont la forme du vide *o* ménagé au fond de la saignée. Pour construire un drain de ce genre, on forme d'abord dans la terre une tranchée de 0^m,70 de profondeur, en ayant soin d'en conduire les talus de telle sorte que sa largeur au fond soit exactement égale à celle de la partie supérieure du mandrin. Le succès de l'opération dépend entièrement de l'exactitude avec laquelle ce travail est dirigé.

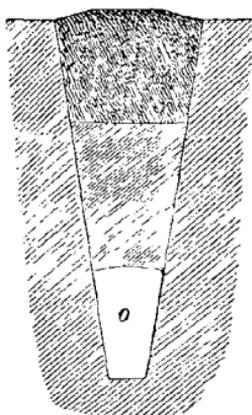


Fig. 18.

On achève la fouille au moyen d'un outil particulier, en enlevant une dernière tranche de terre d'environ 0^m,23 de hauteur; ce travail demande aussi à être fait avec une grande précision. Quand le fond de la saignée a été convenablement nettoyé, on y place une série de mandrins en bois de 0^m,13 de longueur sur 0^m,20 de hauteur, reliés les uns aux autres par des crampons de fer; on met au-dessus l'argile extraite par la

dernière levée de terre et on la dame fortement de manière à en former une masse bien compacte. On achève le remplissage de la rigole par tranches successives que l'on pilonne avec soin. Après que le remblai est achevé sur la longueur occupée par les mandrins, on tire ceux-ci en avant, pour les faire servir à la confection d'une nouvelle portion de rigole ; on continue de la sorte pour le drain tout entier, au fond duquel il reste un conduit *o*.

Les saignées que nous venons de décrire coûtent jusqu'à 14 centimes le mètre courant, pour une profondeur de 0^m,92 ; ce drainage, dans les conditions où on le faisait autrefois en Angleterre, revient de fr. 166-22 à fr. 311-43 par hectare. Il n'est point nécessaire de dire que la réussite d'un semblable travail exige des soins très-minutieux, une surveillance active, ni que, malgré toutes les précautions que l'on prend dans son exécution, on ne parvient point à le soustraire aux causes d'obstruction que nous avons signalées ci-dessus. Dans les terres très-fortes, il peut fonctionner durant une quinzaine d'années, mais quand le sol renferme des matières légères, ou qu'il s'y trouve des veines d'eau, les drains n'ont aucune chance de durée.

128. — *Drains avec conduits en tourbe.* — Dans le drainage des tourbières on a employé avec succès les matières extraites des tranchées pour en faire les conduits, soit en comprimant la tourbe dans un moule qui lui donne la forme de tuiles ou de tuyaux, soit en découpant avec l'outil particulier représenté dans la fig. 19 des pièces telles que *a* et *b* (fig. 20), que l'on fait sécher au soleil, et que l'on met ensuite au fond des tranchées dans la position où elles se trouvent à la fig. 20. Un homme peut couper dans la tourbe deux à trois mille pièces par jour. Ce

système n'est applicable que dans des circonstances tout à fait exceptionnelles.

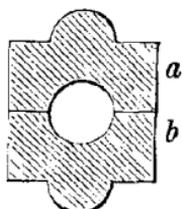


Fig. 20.



Fig. 19.

129. — *Drains remplis avec de la paille, des fagots ou des perches.* — On a aussi employé en Angleterre, pour former les conduits des drains, une méthode qui est encore aujourd'hui en usage dans quelques parties de notre pays : elle consiste à mettre au fond des saignées des fagots de menu bois ou d'épines, des perches de bois d'aune fortement serrées les unes contre les autres, ou de la paille tressée en forme de cordes. Tous ces procédés sont très-imparfaits : si l'on en excepte les bois résineux qui peuvent se conserver assez longtemps dans les terrains humides, les matières végétales de toute espèce sont promptement décomposées lorsqu'on s'en sert pour garnir le fond des drains, et la terre de remblai a bientôt alors comblé l'espace qu'elles occupaient. Le bois d'aune ne dure que six à sept ans dans les terrains argileux ; le bois d'épine, que la nature astringente de son écorce garantit un peu plus longtemps, se décompose aussi à la longue ; la paille de seigle, à laquelle on attribue la propriété de se conserver en terre pendant un grand nombre d'années, subit le même sort au bout d'un temps plus court qu'on ne le suppose généralement. D'ailleurs, l'obstruction des drains dont nous parlons

peut se produire avant que les substances dont ils sont remplis aient subi une décomposition complète, et cela par suite de l'affaissement graduel de la terre ou par le travail des taupes. Il n'est pas rare de rencontrer des drains de ce genre, établis depuis un petit nombre d'années, qui sont complètement hors d'usage, par suite de l'introduction de la terre dans les vides que les matières végétales laissent entre elles. Les conduits ainsi faits ne présentent donc point des garanties suffisantes de durée; ajoutons qu'ils sont très-défectueux au point de vue de l'écoulement : les vides qui existent dans les fagots et la paille sont très-restreints, en sorte que ces matières opposent au mouvement de l'eau une grande résistance. L'assèchement du sol se fait d'une manière excessivement lente, et quand la pente du terrain n'est pas forte, le volume d'eau qui sort de pareils drains est tout à fait insignifiant.

130. — *Drains avec conduits en pierres.* — Les pierres ont également servi à garnir le fond des drains. Ce procédé, préférable aux précédents, peut être employé avec avantage dans les localités où les pierres sont très-abondantes, faciles à recueillir, et où il est, sinon impossible, du moins fort difficile d'obtenir de meilleurs matériaux pour faire les conduits.

Les drains avec conduits en pierres se font de deux manières bien distinctes : par empierrement ou avec des pierres plates.

131. — Le remplissage des saignées par empierrement a été pratiqué sur une grande échelle en Angleterre; les cultivateurs belges y ont eu également recours. La vogue dont ce procédé a joui pendant longtemps, la préférence qu'on lui a souvent accordée sur d'autres moyens beaucoup plus parfaits et plus économiques, provenait des idées erronées

qu'entretenaient les cultivateurs, sur la manière dont les saignées souterraines fonctionnent dans le dessèchement du sol. Autrefois on croyait, à tort, que l'eau recueillie par les drains n'y pénétrait pas seulement par le fond, et qu'il fallait en conséquence les remplir, sur une hauteur aussi forte que possible, avec des matériaux perméables. Il est aujourd'hui démontré à l'évidence (76 et 101) qu'il n'y a point d'avantage à agir ainsi.

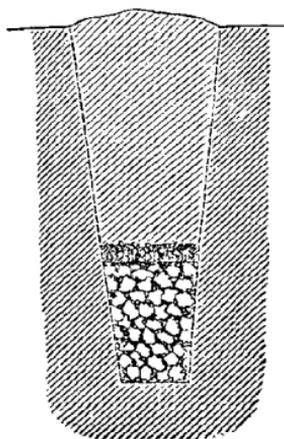


Fig. 21.

Dans les drains empierrés (fig. 21), on place au fond des saignées, sur une hauteur de 30 à 40 centimètres, des pierrailles d'un faible volume, qui laissent entre elles des interstices où l'eau s'introduit et dans lesquels elle peut couler. On fait quelquefois servir au même usage les scories des hauts fourneaux. Ces matières sont généralement recouvertes d'une couche de gazon, de mousse, de paille ou de pierres cassées très-fin, qui a pour objet d'empêcher la terre de descendre entre les pierrailles.

Les drains empierrés sont sujets à s'obstruer par

des causes analogues à celles que nous avons indiquées précédemment; ils sont surtout de courte durée lorsque les eaux qui y circulent tiennent en dissolution des matières ferrugineuses ou calcaires. Ils opposent au mouvement de l'eau une résistance considérable, qui en retarde la vitesse, en sorte qu'ils ne fonctionnent d'une manière satisfaisante que dans les endroits où il est possible de leur donner une forte pente. Ces drains sont aussi relativement très-coûteux, car il faut un temps considérable pour ramasser les pierres, pour les charger, pour les nettoyer et pour les casser à la grosseur voulue, lorsqu'elles sont trop volumineuses; le transport des pierres est dispendieux, et comme elles ne laissent entre elles que des vides peu considérables, un grand volume de matériaux est nécessaire pour obtenir une section d'écoulement suffisante, ce qui rend les tranchées fort spacieuses. On ne peut guère leur donner moins de 0^m,17 à 0^m,21 de largeur dans le fond. Enfin, il est indispensable d'apporter à la construction de ces drains des soins tout particuliers, en dépit desquels ils sont souvent mis hors de service en peu de temps : l'action continue de la gravité tend à diminuer graduellement les interstices qui se trouvent entre les pierres, pendant que le passage répété de fardeaux plus ou moins lourds à la surface, et la filtration des eaux, activent cet effet.

En règle générale, il faut, au minimum, 7 1/2 décimètres cubes de pierrailles pour garnir un mètre courant de saignée, et deux hommes, en une journée de dix heures, peuvent faire 55 à 64 mètres de conduits. Les drains empierrés, construits avec soin et de la manière la plus économique, ont coûté, en Angleterre, 21 à 30 centimes le mètre courant pour des rigoles profondes de 0^m,71 à 0^m,84; dans d'autres

circonstances, où les pierres devaient subir un transport d'environ 800 mètres, des drains profonds de 0^m,76 et larges de 0^m,12 au fond ont coûté 20 à 22 centimes le mètre courant. Les pierrailles, conduites à pied-d'œuvre et convenablement préparées, reviennent de 6 $\frac{2}{10}$ à 8 $\frac{9}{10}$ centimes pour un mètre courant de rigole.

132. — Les drains avec conduits en pierres plates, soigneusement construits, durent plus longtemps que les saignées empierrées ; mais, outre la dépense considérable à laquelle leur emploi donne lieu, ils ont le grave inconvénient d'exiger des matériaux d'une forme particulière que l'on n'a pas toujours sous la main, et qui sont particulièrement rares dans les localités où le sol est argileux. Les pierres plates s'emploient de différentes manières (fig. 22, 23 et 24) ; on les recouvre généralement d'une petite

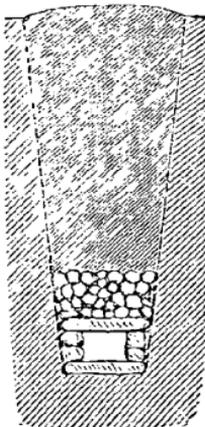


Fig. 22.

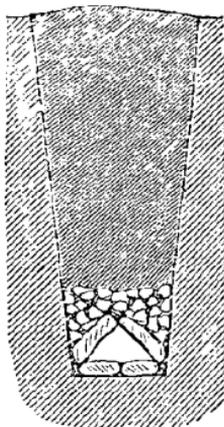


Fig. 23.

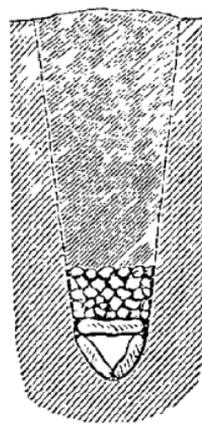


Fig. 24.

couche de pierrailles, afin de boucher aussi bien que possible les ouvertures par lesquelles la terre pourrait s'introduire dans le conduit.

Cette manière de faire les drains est préférable aux précédentes, car les conduits en pierres plates sont mieux que les autres à l'abri des obstructions, et ils présentent, pour un moindre volume de matériaux, une plus grande section d'écoulement. Néanmoins, l'eau coule encore avec assez de peine dans ces conduits irréguliers; elle peut détremper le fond des tranchées, et alors les pierres se dérangent. La construction des drains en pierres plates exige des tranchées larges, un temps considérable et des soins qui rendent ce genre de drainage très-dispendieux, surtout quand les rigoles doivent être nombreuses. Le mètre courant revient, non compris le transport des pierres, de 22 à 30 centimes; la main-d'œuvre, pour la confection d'un conduit semblable à celui de la fig. 22, peut à elle seule coûter 3 centimes par mètre courant.

133. — *Drains en briques.* — On fait avec les

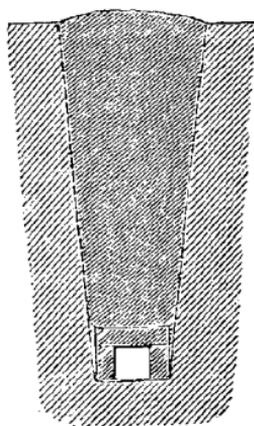


Fig. 25.

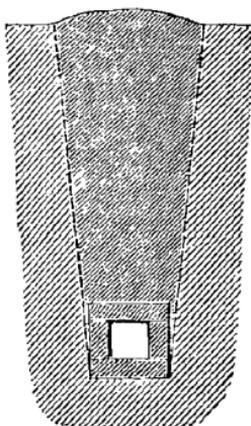


Fig. 26.

briques ordinaires des conduits dont la durée peut dépasser un siècle. On les arrange comme l'indiquent

les fig. 25 et 26; la dernière disposition est préférable à la première. Les conduits en briques conviennent mieux pour l'écoulement de l'eau et sont plus durables que ceux en pierres plates; mais ils sont encore très-coûteux. Dans le système que représente la fig. 26, le seul qui soit à conseiller, il faut 27 briques ordinaires d'une valeur de 20 à 24 centimes pour faire un mètre courant de conduit; en second lieu, les briques devant être arrangées à la main dans le fond des tranchées, leur emploi exige des rigoles très-spacieuses et la construction des conduits est fort lente.

134. — On a mis en œuvre, en Belgique, un genre de briques que nous croyons inconnu en Angleterre, avec lequel on peut former un conduit très-convenable et assez économique. Ces briques (fig. 27 B) sont creusées cylindriquement sur l'une de leurs faces, de sorte qu'en les superposant (fig. 27 A) on obtient un conduit de forme circulaire. Dans ce cas, les matériaux coûtent seulement 6 à 7 centimes par mètre courant, car les briques dont il s'agit peuvent être confectionnées à peu près au même prix que les briques ordi-

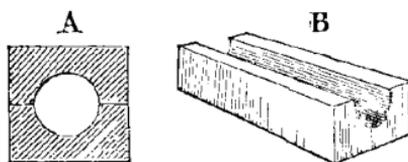


Fig. 27.

naires et sans appareil dispendieux; il suffit, en effet, pour les obtenir, de mettre dans les moules ordinaires une pièce de bois semi-cylindrique *a*, disposée comme le fait voir la fig. 28, dans laquelle la partie A représente le plan et la partie B la coupe transversale du moule. Les conduits faits de cette manière sont évidemment supérieurs à tous ceux dont il

a été question jusqu'ici, et les matériaux qui les composent peuvent être obtenus sur place presque partout; néanmoins, ils ne sont ni aussi parfaits, ni aussi économiques que ceux dont nous donnons plus loin la description.

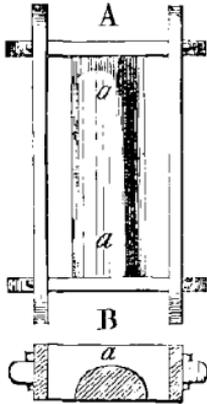


Fig. 28.

135. — *Drains avec conduits en tuiles.* — Au drainage par empierrement a succédé, en Angleterre, celui fait avec des tuiles en terre cuite, fabriquées à la main ou au moyen de machines particulières; elles étaient encore employées, il y a peu d'années, dans ce pays. Les tuiles dont on a fait le plus fréquent usage avaient la forme représentée dans la fig. 29;

on les faisait reposer sur des semelles de même matière, plates ou garnies de rebords. Quelquefois la face supérieure de la semelle était creusée cylindriquement (fig. 30), en sorte que le vide compris entre la tuile et son support se rapprochait de la forme elliptique. Chaque tuile, au fond des drains, s'appuyait sur deux semelles jointives (fig. 29); les joints

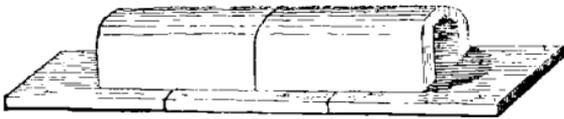


Fig. 29.



Fig. 30.

successifs des tuiles, placées bout à bout, correspondaient au milieu de la longueur des supports. Dans

le but de faciliter l'entrée de l'eau dans les conduits, on recouvrait parfois les tuiles d'un empierrement. Cette pratique, nous l'avons déjà dit, n'est point rationnelle; elle occasionne un surcroît considérable de dépenses, sans offrir aucune utilité. Les tuiles employées dans les drains de dessèchement avaient, en général, 0^m,047 de largeur à la base et 0^m,065 de hauteur; leur longueur variait de 0^m,55 à 0^m,58. Les semelles avaient 0^m,415 de largeur, sur une épaisseur de 0^m,017, et une longueur égale à celle des tuiles. Pour les drains collecteurs, on se servait de tuiles plus grandes, de 0^m,085 de largeur sur 0^m,09 de hauteur, et quand une tuile de cette dimension ne suffisait pas à écouler toutes les eaux, on en plaçait deux à côté ou au-dessus l'une de l'autre.

L'emploi des tuiles a permis de réduire considérablement les dépenses du drainage, surtout à partir de l'époque où elles furent fabriquées au moyen de machines. Il y a vingt-cinq ans, elles se vendaient à raison de fr. 112-50 le mille avec les semelles, dont la valeur est la moitié de celle des tuiles; leur prix était encore le même en 1839 dans l'île de Wight; en 1841, il était descendu dans le Huntingdonshire à fr. 40; en 1843, il se trouvait réduit, dans les comtés de Suffolk et de Kent, à fr. 37-50 par mille. En supposant aux tuiles une longueur de 0^m,53, le prix des matériaux pour un mètre courant de drains n'était donc plus que de 11 centimes. En outre, la construction des conduits était rendue plus facile, le transport des tuiles était moins coûteux et les rigoles pouvaient avoir une moindre largeur. Toutes ces circonstances ont permis de diminuer d'environ un tiers la dépense d'établissement des conduits et d'à peu près un septième le coût total du drainage, comparé à celui fait par empierrement, dans des conditions

analogues. Néanmoins, les tuiles ont encore, sous le rapport de la durée et sous celui de l'économie, quelques désavantages qui les ont fait remplacer par des tuyaux en poterie.

156. — *Drains avec conduits en tuyaux.* — L'usage des tuyaux en poterie dans le drainage remonte à l'année 1808, époque à laquelle M. John Read les employait dans le comté de Kent. Ils avaient alors une ouverture circulaire de 0^m,075 de diamètre, et on les obtenait en roulant une feuille d'argile sur un mandrin en bois, de manière à laisser subsister sur toute la longueur des tuyaux une rainure que l'on croyait nécessaire pour l'introduction de l'eau. Des tuyaux du même genre furent mis en œuvre, vers 1840, dans le comté de Sussex. Lorsqu'on se servit, pour fabriquer les tuyaux, des machines au moyen desquelles on confectionnait déjà les tuiles, on s'écarta de la forme simple et rationnelle qu'ils avaient

Fig. 51.



Fig. 52.

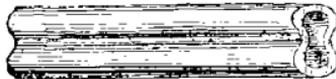


Fig. 53.



Fig. 34.



dans le principe, pour adopter successivement des dispositions plus ou moins compliquées et défectueuses, dont quelques-unes sont représentées dans les fig. 31,

32, 33 et 34. Ce fut seulement en 1843, à la suite de l'exposition agricole de Derby, où des tuyaux à section circulaire furent envoyés par M. John Read, que l'on en revint à la forme dont on n'aurait point dû s'écarter. Les tuyaux en poterie à section circulaire doivent être préférés à tous les matériaux dont on s'est autrefois servi pour garnir le fond des drains, car ils permettent d'obtenir les conduits les plus durables, les plus économiques; en un mot, les plus parfaits sous tous les rapports.

Ces tuyaux ont environ 0^m,50 de longueur; ceux qui servent à garnir le fond des drains de dessèchement avaient d'abord un diamètre de 0^m,03; mais M. Parkes a démontré plus tard que les tuyaux de 23 millimètres d'ouverture suffisent, dans tous les cas, à l'écoulement des eaux qui tombent sur la surface du sol, et souvent aussi au dessèchement des terrains qui contiennent des eaux souterraines.

137. — Deux objections, si toutefois on peut leur donner ce nom, ont été faites contre les tuyaux, par quelques draineurs qui persévèrent dans l'emploi des tuiles et des semelles. Il est difficile, disent-ils, de donner aux tuyaux cylindriques une position stable sur le fond plat des saignées, et d'empêcher qu'ils ne se dérangent lorsqu'on rejette la terre au-dessus d'eux; en outre, ajoutent ces draineurs, lorsque de tels tuyaux sont posés bout à bout, l'eau ne peut s'introduire dans les conduits que par les intervalles qui séparent les tuyaux successifs, et ces joints sont évidemment trop exigus. Il nous sera facile de prouver que ces deux objections ne sont point sérieuses.

En premier lieu, si l'on devait craindre pour la stabilité des tuyaux à section circulaire, il serait extrêmement facile de leur procurer une assiette convenable, soit en les garnissant extérieurement d'une

semelle, soit en ménageant à leur surface quatre nervures qui, tout en empêchant le tuyau de se déplacer, donneraient le moyen de le tourner dans diverses positions. Mais il n'est point nécessaire d'avoir recours à ces complications, car l'objection qui nous occupe repose entièrement sur la supposition que le fond du drain est plat et plus large que les tuyaux. Cette supposition est toute gratuite. Les bèches et les instruments que l'on emploie aujourd'hui pour creuser les saignées permettent de donner au fond de celles-ci, sans augmentation de dépenses, une forme cylindrique d'une largeur précisément égale au diamètre extérieur des tuyaux dont on fait usage. Toute chance de dérangement est ainsi écartée.

Examinons maintenant si les joints laissés entre les tuyaux successifs ne suffisent pas à l'écoulement de l'eau dans un système de drainage complet, et plaçons-nous, à cet effet, dans toutes les conditions les plus favorables aux adversaires des tuyaux. Supposons que les drains soient espacés de 20 mètres, que les tuyaux aient seulement un diamètre de 0^m,025 et une longueur de 0^m,50, qu'il tombe par une forte pluie une hauteur d'eau d'un centimètre dans l'espace de douze heures, que toute cette eau doive passer par les tuyaux et s'écouler en quarante-huit heures (1).

Dans ces circonstances, chacun des joints aura à livrer passage à un volume d'eau de 60 décimètres cubes, qui tombe sur une surface de 20 mètres de longueur et de 0^m,50 de large, c'est-à-dire à 1 1/4

(1) Le temps nécessaire à l'assèchement du sol ne dépend pas seulement de la facilité avec laquelle l'eau est reçue dans les conduits, mais bien plus de la résistance qu'elle éprouve dans sa descente à travers le sol et le sous-sol et dans son mouvement latéral vers les drains. On a remarqué que l'eau qui tombe sur le terrain met de vingt-quatre à quarante-huit heures à s'écouler, suivant l'intensité des pluies et indépendamment de la dimension des conduits.

litre d'eau par heure. D'autre part, en admettant que le diamètre intérieur des conduits soit seulement de 0^m,025, que l'épaisseur des joints soit de 0^m,002, que l'eau ne s'introduise dans les tuyaux que sur les trois quarts de leur contour, le vide entre deux tuyaux successifs sera de 0^{mm},00011. Il y a donc, pour livrer passage en une heure à 1 1/4 litre d'eau, une ouverture de plus d'un centimètre carré ! Personne n'aura besoin de recourir à une expérience pour se convaincre qu'une telle ouverture est vingt fois trop considérable pour cet objet. Au reste, les tuyaux de 0^m,025 de diamètre sont depuis très-longtemps employés avec succès ; pour notre part, nous en avons fait fréquemment usage, non-seulement dans les terrains où ils devaient écouler les eaux pluviales, mais encore dans ceux où il existait des eaux souterraines ; toujours ils ont complètement desséché le sol. Il n'existe donc aucune objection sérieuse contre l'emploi des tuyaux à section circulaire, même d'un petit diamètre, tandis que de nombreux avantages militent en leur faveur.

138. — Les tuyaux sont placés simplement bout à bout dans le fond des drains. On a cependant imaginé divers moyens de les rendre solidaires. Le plus simple et le seul dont l'usage ait été conservé consiste à les relier par des *manchons* ou *colliers* de 0^m,075 de longueur, dans lesquels les extrémités des tuyaux successifs sont emboîtées (fig. 53) ; l'ouverture



Fig. 53.

intérieure du collier excède de 10 à 12 millimètres le diamètre extérieur des tuyaux.

Les manchons sont indispensables quand la terre du fond des saignées est molle, sujette à être détrempée et entraînée par l'eau; dans les terrains argileux, dans les sols fermes et résistants, leur emploi paraît moins nécessaire : aussi, beaucoup de personnes, par une prétendue raison d'économie, emploient-elles des tuyaux sans manchons dans de semblables terrains. Nous ne saurions approuver cette pratique, particulièrement en ce qui concerne les tuyaux d'un petit diamètre, qu'il est indispensable, à notre avis, de réunir, dans tous les cas, par des manchons. Dans les terrains compactes, les tuyaux de 6 et de 8 centimètres d'ouverture, qui servent à faire les conduits des drains collecteurs, peuvent être employés sans manchons; mais il n'en est pas de même des tuyaux d'un diamètre plus faible, pour lesquels un déplacement léger, soit dans le sens horizontal, soit dans le sens vertical, aurait des conséquences très-graves. Au reste, il nous serait facile de prouver, par des chiffres incontestables, que l'emploi des petits tuyaux sans manchons dans les drains de dessèchement donne lieu, en général, à une dépense beaucoup plus considérable que celui des tuyaux garnis de colliers, parce qu'il faut, dans le premier cas, apporter au creusement des rigoles, au nivellement de leur fond, à la construction des conduits, des soins extraordinaires et dispendieux, malgré lesquels le drainage n'est jamais aussi sûr, ni aussi parfait que dans le second. En supprimant les manchons par motif d'économie, les cultivateurs se trouvent entraînés, souvent sans le savoir, dans un surcroît de dépenses qui, pour certaines circonstances, peut atteindre cinq ou six fois la valeur des colliers.

Des hommes intelligents ont quelquefois proscrit l'emploi des manchons, par la raison que les travaux

de drainage ne comportent aucune espèce de complication. Une semblable objection ne prouve qu'une chose : c'est que ceux qui la font jugent la pratique du drainage sans la connaître; s'ils avaient la plus petite expérience des travaux, ils sauraient que l'emploi des manchons, loin de créer une complication inutile, procure, dans la plupart des circonstances, une facilité extraordinaire et une grande économie dans la pose des tuyaux et dans l'exécution du drainage.

Les manchons, à notre avis, sont d'une grande utilité dans tous les sols, pour les tuyaux d'un petit diamètre : ils donnent de la solidité au conduit; ils empêchent les tuyaux de se déranger; dans les terrains légers, ils soutiennent ceux en dessous desquels l'eau produit des érosions; enfin ils font obstacle à l'entrée des matières terreuses dans les conduits, sans rendre l'accès de ces derniers plus difficile à l'eau.

Il est même des circonstances où des conduits formés comme nous venons de le dire n'offrent pas des garanties suffisantes de durée : ce sont celles où l'on rencontre un terrain sans consistance, tel que le sable mouvant. On a alors recours à un moyen plus salubre, mais aussi beaucoup plus dispendieux que l'emploi des manchons. Il consiste à envelopper entièrement les tuyaux des conduits dans d'autres tuyaux un peu plus larges, en ayant soin d'alterner les joints. Un tel système est à l'abri de toute déformation et il est le moins sujet à s'obstruer dans le cas où les eaux entraînent avec elles du sable très-fin; toutefois il ne faut y recourir que dans les circonstances extrêmes.

139. — On forme les conduits des drains collecteurs de la même manière que ceux des drains de dessèchement, en faisant usage de tuyaux dont le

diamètre varie de 0^m,05 à 0^m,08; quand un tuyau du diamètre le plus considérable ne suffit point à écouler toutes les eaux, on place à côté les uns des autres deux ou plusieurs tuyaux de moindres dimensions. Les tuyaux des drains collecteurs se mettent sans colliers dans les sols fermes et compactes.

140. — Les avantages de la forme circulaire, pour les tuyaux, sont nombreux et importants :

1^o Elle permet d'obtenir, avec une quantité déterminée de matière, la plus grande section d'écoulement.

2^o Elle oppose au mouvement de l'eau le moins de résistance; la vitesse y étant la plus considérable, la section des tuyaux peut être réduite à son minimum.

3^o Elle résiste le mieux aux chocs et aux pressions extérieurs : l'épaisseur des parois des tuyaux peut donc être la plus faible.

4^o Il résulte de là que les tuyaux à section circulaire sont les moins coûteux de tous, les plus légers, les plus faciles à transporter, ceux qui occupent le moins de place au fond des saignées et qui permettent de réduire le plus possible le cube de terre à déblayer; ceux enfin dans lesquels les obstructions sont le moins à craindre.

5^o En outre, ces tuyaux exigent moins de temps pour être placés que les tuiles avec semelle; ils sont moins sujets que ces dernières à se déranger quand on rejette la terre au-dessus d'eux; ils permettent de faire dans les terrains mouvants des conduits très-solides; ils peuvent sans difficulté être mis dans les drains, même quand on fait usage de manchons, par un ouvrier debout sur la surface du sol, ce qui donne le moyen de réduire beaucoup la largeur des tranchées au fond desquelles le poseur n'est plus astreint à marcher.

141. — Toutes ces circonstances rendent le drainage exécuté avec les tuyaux le plus parfait et le plus économique de tous : il ne coûte qu'environ la moitié de celui fait avec les pierrailles, le tiers de celui fait avec les briques ordinaires, les $\frac{2}{3}$ de celui fait avec les briques creuses, et les $\frac{5}{6}$ de celui fait avec les tuiles. Les tuyaux circulaires de 0^m,025 de diamètre et de 0^m,50 de longueur se vendent en Belgique à raison de fr. 19-50 le mille, y compris les colliers, en sorte que le mètre courant de conduit revient seulement à 6 $\frac{4}{10}$ centimes. Les drains de 1^m,21 de profondeur coûtent, en général, pour tuyaux et main-d'œuvre, de 17 à 20 centimes par mètre courant.

La durée du drainage fait d'après ce système est en quelque sorte indéfinie, pourvu que les tuyaux soient de bonne qualité et que le travail soit exécuté soigneusement. A moins que des circonstances exceptionnelles, heureusement fort rares, ne produisent des obstructions dans les conduits, le drainage fonctionnera aussi longtemps que les tuyaux conserveront leur consistance et leur forme. Or les matériaux en terre cuite, lorsqu'ils sont de bonne qualité et surtout quand ils sont hors de l'atteinte des gelées, comme dans les drains profonds, peuvent se conserver intacts pendant des siècles.

142. — Nous devons mentionner, avant de terminer ce chapitre, une modification heureuse, récemment apportée en Belgique à la forme des tuyaux. Pour bien en comprendre toute l'importance, il faut remarquer que les machines à l'aide desquelles on confectionne habituellement les tuyaux et sur l'emploi desquelles se fonde le bas prix de ces derniers, ne peuvent produire que des pièces à section uniforme sur toute leur longueur. C'est pour ce motif que les

tuyaux et les colliers où ils s'emboîtent ont formé jusqu'à ce jour des pièces indépendantes les unes des autres. Or, on peut, à l'aide d'un appareil particulier pour lequel un brevet a été pris en Belgique, obtenir sans aucune augmentation de dépenses, des tuyaux à section circulaire portant à l'une de leurs extrémités un renflement destiné à remplir les fonctions du collier ordinaire. Ces tuyaux, dont les fig. 36 et 37

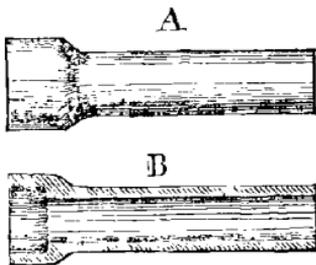


Fig. 36 et 37.

donnent respectivement le dessin A et la coupe longitudinale B, ont sur les anciens de grands avantages : pour le fabricant, ils sont moins coûteux à faire que les tuyaux ordinaires avec colliers indépendants ; pour le cultivateur qui les met en œuvre, ils sont d'un

transport plus facile et surtout moins coûteux, parce que le renflement n'ayant qu'une longueur égale à la moitié de celle d'un manchon, le poids à voiturer est moins considérable ; ils font disparaître la main-d'œuvre nécessaire pour apprêter les manchons et les séparer les uns des autres, ainsi que le déchet considérable auquel cette dernière opération donne lieu quand elle est faite par des ouvriers maladroits ; enfin la pose en est plus régulière et plus facile. Il va sans dire que l'on place ces tuyaux de manière à ce que le bout qui porte le renflement soit tourné vers la partie haute des tranchées.

Il n'est, à notre avis, qu'une seule circonstance où de pareils tuyaux ne peuvent pas être avantageusement employés : c'est celle où le fond des drains est détremé ou creusé dans un sol mouvant ; en dehors de ce cas pour les terres fortes et compactes, ils

nous paraissent supérieurs aux tuyaux ordinaires avec colliers, sous le rapport économique; toutefois nous devons dire que l'expérience n'a point encore prononcé sur leur mérite.

143. — Les travaux d'assainissement donnent lieu, dans presque tous les cas, à une main-d'œuvre dispendieuse; il importe par conséquent que les drains soient construits de telle sorte qu'ils puissent fonctionner d'une manière permanente. On doit donc adopter, pour faire les conduits, non pas exclusivement les matériaux les plus économiques, mais particulièrement ceux qui offrent, dans toutes les circonstances, les meilleures garanties de durée. A ce point de vue, les tuyaux en poterie à section circulaire obtiendront toujours la préférence; on doit en faire un usage exclusif dans tous les endroits où l'on peut se les procurer aisément. Les briques creusées cylindriquement sur l'une de leurs faces conviennent aux localités fort éloignées des fabriques de tuyaux, et qui, d'autre part, ne présentent point une étendue assez considérable de terrains à drainer pour qu'on puisse y établir les appareils et les constructions nécessaires à la confection des tuyaux. Dans des circonstances analogues aux précédentes, si les pierres sont abondantes et faciles à recueillir, on pourra les utiliser pour faire des conduits en pierres plates ou par empierrement. Néanmoins, on ne doit pas perdre de vue que le drainage en pierres est beaucoup plus coûteux que celui fait avec des tuyaux, ni que les dépenses du transport des pierres sont à celles du transport des tuyaux dans la proportion de six à un; en sorte que souvent il est plus économique d'aller chercher des tuyaux à une distance considérable, plutôt que de se servir des pierres que l'on a sous la main.

CHAPITRE XIII.

DE LA PENTE A DONNER AUX DRAINS.

144. — La pente des drains exerce une grande influence sur leur durée, car les dépôts et les obstructions qui tendent à se produire dans les conduits en certaines circonstances, sont moins à redouter quand la pente de ceux-ci est forte et la vitesse des eaux très-rapide.

La pente des drains doit être faite aussi grande que les circonstances le permettent et, dans tous les cas, il faut qu'elle soit suffisante pour vaincre les résistances qui s'opposent au mouvement de l'eau et pour permettre à celle-ci de couler dans les conduits avec une rapidité convenable. Cette pente devra conséquemment être d'autant plus considérable que le liquide rencontrera plus d'obstacles, éprouvera plus de frottement en circulant dans les drains.

145. — Les tuyaux à section circulaire opposent le moins de résistance au mouvement de l'eau; les briques creuses sont à peu près dans les mêmes conditions sous ce rapport, en sorte que la pente des conduits faits avec ces deux espèces de matériaux peut être faible; les pierrailles, au contraire, qui obligent l'eau à dévier constamment de sa direction et à faire de nombreux circuits, demandent une pente beaucoup plus considérable. A la rigueur, on peut

descendre, pour les conduits en tuyaux, jusqu'à l'inclinaison d'un demi-millimètre par mètre; mais il n'est pas prudent d'adopter cette limite : nous conseillons de ne pas aller en dessous de 2 millimètres par mètre, et lorsqu'on est obligé de se contenter d'une aussi faible pente, il faut apporter des soins tout particuliers au nivellement du fond des tranchées. Les conduits empierreés doivent présenter au minimum une pente de 5 millimètres par mètre.

146. — Il est presque toujours aisé d'obtenir pour les drains de dessèchement une pente supérieure à la limite que nous avons indiquée, parce qu'ils sont dirigés suivant la déclivité même du terrain. Lorsque l'inclinaison du sol est assez considérable, le fond des drains de dessèchement est établi parallèlement à la surface et il en suit les ondulations principales. Cependant lorsque celle-ci ne présente que de faibles irrégularités, de très-petites surélévations ou des dépressions peu profondes et peu étendues, il est préférable de conserver au fond des saignées une inclinaison régulière plutôt que de le modeler sur les accidents légers de la surface du sol : les drains ont alors un peu moins de profondeur dans les creux et un peu plus à l'endroit des bosses.

Lorsque le terrain est très-plat et que la disposition qui précède ne permet pas d'obtenir pour les conduits une inclinaison suffisante, on crée une pente artificielle, en diminuant graduellement la profondeur des saignées à mesure que l'on se rapproche de leur extrémité supérieure. La réduction totale de profondeur se calcule alors facilement quand on connaît la longueur des rigoles et la forme de la surface du terrain. Trois cas peuvent se présenter : le terrain *a b* est horizontal (fig. 38), ou il a dans la même direction que le drain une pente inférieure à 0^m,002

par mètre (fig. 39), ou enfin la saignée doit être faite à contre-pente (fig. 40). Dans le premier

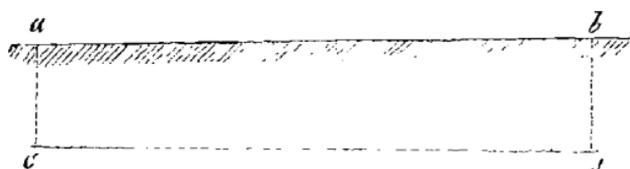


Fig. 38.

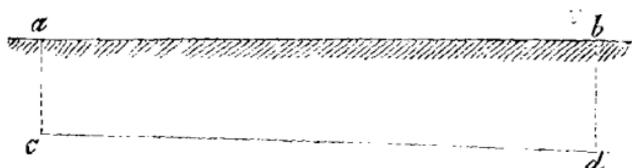


Fig. 39.



Fig. 40.

cas, la profondeur $a c$ sera égale à $b d$, diminuée de toute la pente, comptée à raison de 2 millimètres par mètre pour la distance $a b$; dans le second, on obtiendra la profondeur au point a en retranchant de $b d$ la différence entre la pente totale que le drain doit avoir et l'élévation du point a au-dessus du point b ; enfin, dans le troisième, la profondeur au point a sera réduite d'une quantité égale à la somme obtenue en ajoutant à la pente totale du drain, la différence de niveau des deux extrémités a et b .

147. — Les drains collecteurs doivent avoir également une pente aussi forte que possible, qui ne soit pas inférieure à $0^m,002$ par mètre. Pour obtenir cette pente, dans les terrains peu inclinés, on a recours au même artifice que pour les drains d'assèchement,

c'est-à-dire qu'on approfondit de plus en plus les collecteurs à mesure que l'on avance vers la décharge. On peut encore les mettre dans une position oblique par rapport à la déclivité du terrain, de manière à ce que l'une de leurs extrémités soit à une hauteur convenable au-dessus de l'autre. Dans quelques circonstances on est obligé de prolonger les drains collecteurs à des distances considérables pour pouvoir se débarrasser des eaux.

Il convient, chaque fois que la chose est possible, d'augmenter la pente des drains collecteurs sur quelques mètres en arrière de la décharge, afin d'accélérer le mouvement de l'eau à la sortie et de déterminer un courant plus fort, capable de déplacer les matières qui feraient obstacle à l'écoulement ; cette précaution n'est point nécessaire quand la pente est assez considérable sur toute la longueur du drain. On peut agir de même à l'égard des drains de dessèchement, au point où ils débouchent dans les collecteurs, c'est-à-dire augmenter leur pente près de l'embouchure sur une longueur de 2 à 3 mètres.

CHAPITRE XIV.

DIMENSIONS DU CONDUIT DES DRAINS.

148. — La dimension du conduit des drains de dessèchement dépend nécessairement de la quantité d'eau à laquelle ils doivent livrer passage et de la vitesse d'écoulement ; on devrait donc la déterminer, dans chaque cas particulier, d'après la pente, la longueur et l'écartement des saignées. Mais au lieu de procéder de la sorte, ce qui créerait de nombreux embarras dans la pratique, il est plus rationnel de se servir, dans toutes les circonstances, de tuyaux d'un diamètre uniforme et de régler la longueur des drains sur leur écartement, sur leur pente et sur l'ouverture des tuyaux, de telle sorte que toute l'eau qu'ils ont à recevoir puisse s'écouler, en un temps donné, par la section extrême des drains ou la décharge.

Si l'on se sert de tuyaux d'un grand diamètre, on pourra donner aux drains une longueur considérable ; si le diamètre en est faible, il faudra interrompre plus fréquemment les drains de dessèchement par un collecteur. Cependant il n'est point indifférent d'employer des tuyaux à section large ou à section étroite, comme nous allons le montrer. Le volume d'eau qui coule dans un drain est d'autant plus petit que l'on considère un point situé plus haut, c'est-à-dire placé à une plus grande distance de l'embouchure. Si donc

la longueur des saignées est réglée de manière à ce que toute l'eau qu'elles ont à recevoir puisse aisément passer à travers la section inférieure, il y aura pour toutes les autres parties un excès de dimension dans les tuyaux, ou une quantité de matière inutilement employée, qui croît à mesure que l'on se rapproche du bout le plus élevé du drain. La quantité totale de matière perdue par ce fait augmente évidemment avec la section des tuyaux et la longueur du conduit.

Au point de vue de l'économie, il y a par conséquent avantage à réduire le plus possible la dimension des tuyaux; mais on ne peut point descendre en dessous d'une certaine limite, afin qu'il ne faille pas trop multiplier les drains collecteurs, que l'espace par lequel l'eau s'introduit dans les conduits ne devienne pas trop exigü, et que la fabrication ou le maniement des tuyaux ne soit point rendu trop délicat. Sous ce rapport des tuyaux de 25 millimètres de diamètre paraissent parfaitement convenir, dans toutes les circonstances où les drains n'ont à écouler que les eaux pluviales qui tombent sur la surface du sol. Nous avons montré déjà qu'ils admettent les eaux avec une grande facilité et qu'ils assèchent la terre avec toute la rapidité désirable; nous prouverons, au chapitre suivant, que des conduits formés avec de semblables tuyaux comportent généralement une longueur assez grande pour que, dans la majeure partie des champs, il ne soit nécessaire d'employer que le nombre de drains collecteurs requis par des conduits plus spacieux. On reconnaît aisément par le calcul, qu'une conduite faite avec des tuyaux de 0^m,025 et présentant une pente de 0^m,003 par mètre, qu'il est facile d'obtenir dans presque tous les terrains, est capable de débiter en vingt-quatre heures 30,384 litres d'eau, c'est-à-dire

autant qu'il en tomberait, dans le même temps, sur une surface de 81 mètres de longueur et de 15 mètres de largeur, en supposant, circonstance extrêmement rare, que la pluie fût assez intense pour fournir en vingt-quatre heures une hauteur d'eau de 0^m,025.

Lorsque l'on doit évacuer des eaux de sources, soit que l'on ait recours à la méthode d'Elkington, soit que l'on emploie le système de drainage complet, l'ouverture des tuyaux doit être proportionnée à l'abondance des eaux; celle-ci s'apprécie facilement en laissant les rigoles ouvertes durant un certain temps.

Cependant il faut, à cet égard, se prémunir contre une erreur que commettent souvent ceux qui n'ont point une certaine habitude des opérations de drainage. Quand on sonde une terre humide, on y trouve en général une quantité d'eau considérable, tant à la surface que dans l'intérieur du sous-sol; quelquefois l'eau se faisant jour à travers les issues qui existent accidentellement dans le terrain, apparaît comme de petites sources. Il arrive encore que les tranchées des drains, au moment où on les creuse, laissent écouler un fort volume d'eau, qui diminue insensiblement à mesure que le terrain s'assèche, et qu'au bout d'un certain temps l'écoulement cesse tout à fait pour ne recommencer qu'après de fortes pluies. On ne doit donc point se former prématurément une idée sur l'abondance des eaux que les drains auront à conduire, afin de ne pas mettre en terre des tuyaux d'un grand diamètre qui plus tard n'auraient qu'un mince filet d'eau à écouler. C'est une erreur dans laquelle tombent souvent les cultivateurs.

149. — La dimension du conduit des drains collecteurs dépend de l'étendue de terrain occupée par les drains de dessèchement dont ils reçoivent les

eaux, de la pente de ceux-ci et de leur inclinaison propre. Plus la pente des drains de dessèchement est forte, plus est grand le volume d'eau que les drains collecteurs reçoivent dans un temps donné et plus ils doivent avoir de largeur.

Les tuyaux que l'on emploie pour faire les drains collecteurs ont 0^m,05, 0^m,06 et 0^m,08 de diamètre; quelquefois on fait aussi servir à cet usage des tuyaux de 0^m,055 d'ouverture, lorsque la surface dont ils reçoivent les eaux est peu considérable. En général, les cultivateurs qui appliquent le drainage ont une tendance très-prononcée à se servir pour les drains collecteurs de tuyaux d'un diamètre beaucoup trop considérable; cela provient sans doute de ce qu'ils ne se rendent pas bien compte de la quantité d'eau que les divers tuyaux entre lesquels ils ont à choisir sont capables de conduire. Cette pratique n'est pas seulement vicieuse au point de vue de l'économie, mais elle favorise encore les obstructions, qui se produiront beaucoup plus facilement dans les conduits où il ne passe qu'un mince filet d'eau que dans ceux où le courant est fort et remplit à peu près toute la section. On ne doit pas perdre de vue que pour les tuyaux à section circulaire, la surface d'écoulement augmente comme le carré du diamètre, et que par conséquent la section intérieure d'un tuyau de 0^m,05 vaut quatre fois, celle d'un tuyau de 0^m,06 près de six fois, et celle d'un tuyau de 0^m,08 plus de dix fois la section d'un tuyau de 0^m,025 d'ouverture.

Lorsqu'on ne doit enlever au sol que les eaux pluviales qui tombent à sa surface, un tuyau de 0^m,05 de diamètre suffit pour recevoir les drains qui couvrent une superficie d'environ un hectare et demi; un tuyau de 0^m,06 pour ceux de deux hectares et un tiers; un tuyau de 0^m,08 pour ceux de quatre hectares.

CHAPITRE XV.

LONGUEUR DES DRAINS.

150. — Le volume d'eau qu'un drain est capable d'écouler dépend de la dimension des tuyaux que l'on y place et de la pente qu'on leur donne; d'un autre côté, la quantité d'eau qu'il recueille varie avec l'espacement des saignées et leur longueur. Des quatre éléments dont il s'agit, les trois premiers sont déterminés par les circonstances particulières à chaque cas; le dernier seul reste à la disposition du draineur. C'est donc en réglant convenablement la longueur des drains que l'on arrive à rendre le volume d'eau qu'ils ont à recevoir égal à celui qu'ils peuvent débiter.

151. — En partant des équations du mouvement de l'eau dans une conduite rectiligne, à section circulaire et uniforme, nous avons calculé le tableau suivant, qui donne, pour les distances de 7 à 16 mètres et pour cinq pentes différentes, la longueur qu'il est possible d'atteindre dans chaque cas, avec des tuyaux de 0^m,025 de diamètre. Afin de rendre les résultats de nos calculs applicables dans la pratique, nous y avons supposé que les fortes pluies ordinaires correspondent à une hauteur d'eau de 0^m,04 en vingt-quatre heures (1); que la portion qui filtre à travers

(1) Les observations régulières faites à l'Observatoire royal de

le sol et qui doit passer par les drains soit en moyenne les 0,745 de la masse totale qui tombe, comme le prouvent les expériences faites en Angleterre par M. Dickinson; enfin, que les saignées ont à débarrasser le sol de toute cette quantité d'eau en trente-six heures de temps.

Tableau indiquant, pour diverses pentes et diverses distances, les longueurs que peuvent avoir les drains faits avec des tuyaux de 0^m,025 de diamètre (1).

ESPACEMENT des drains, en mètres.	LONGUEUR				
	DES DRAINS EN MÈTRES, POUR UNE PENTE DE				
	0 002.	0 005.	0 010.	0 015.	0 020.
7.00	150.69	225.92	352.80	416.59	485.85
8.00	114.55	197.68	292.08	504.54	425.10
9.00	101.71	175.82	259.77	524.04	578.08
10.00	91.69	158.51	254.20	292.14	540.86
11.00	83.26	145.93	212.66	265.28	509.52
12.00	76.41	152.09	195.17	245.45	284.05
15.00	71.14	122.98	181.71	226.66	264.46
14.00	65.54	112.96	166.90	208.19	242.91
15.00	61.15	105.67	156.15	194.76	227.24
16.00	57.44	99.29	146.71	185.01	213.53

Bruxelles établissent que c'est seulement pendant trois à quatre jours de certains mois de l'année que la quantité d'eau tombée en vingt-quatre heures s'élève au-dessus de 0^m.01; ordinairement elle est beaucoup plus faible et ne dépasse point 7 à 8 millimètres, d'un midi à l'autre.

(1) Nous nous sommes servis pour calculer les chiffres de ce tableau,

Au moyen de ce tableau, il est facile de déterminer, dans presque tous les cas, la longueur que peuvent atteindre les conduits faits avec des tuyaux de 0^m,025 de diamètre, lorsque la distance des drains aura été préalablement fixée par la nature du sol et la pente que les circonstances permettent de leur donner, constatée au moyen du niveau. On voit que dans l'hypothèse la plus défavorable, celle où l'espacement atteint 16 mètres et où la pente n'est que de 0^m,002, les tuyaux de 0^m,025 peuvent encore servir pour des drains de 57^m,44 de longueur; dans les cas ordinaires, l'écartement étant de 10 à 11 mètres et la pente de 0^m,005, la longueur des saignées faites au moyen de ces petits tuyaux peut dépasser 140 mètres; nous avons donc raison d'avancer plus haut, que l'emploi des tuyaux de 0^m,025 ne demande point un plus grand nombre de drains collecteurs que celui de tuyaux d'une ouverture plus forte.

Les tuyaux de 0^m,035 de diamètre, qui sont les plus petits que l'on confectionne dans certaines fabriques de notre pays, présentent une section d'écoulement deux fois aussi grande que celle des tuyaux de 0^m,025; par conséquent, les drains faits au moyen des premiers peuvent avoir, toutes choses égales d'ailleurs, une longueur double de ceux construits avec les seconds.

152. — Lorsque la disposition du terrain est telle que les drains de dessèchement y ont une longueur

des formules données par d'Ambuisson dans son *Traité d'hydraulique*. Nous avons tenu compte, dans les calculs, des résistances extraordinaires qui proviennent de ce que les tuyaux sont presque toujours plus ou moins déformés, de ce que leur paroi intérieure porte des bavures et des aspérités qui retardent le mouvement, de ce qu'il existe à chaque joint une solution de continuité qui contribue encore à diminuer le débit, enfin de ce que la conduite faite avec les tuyaux est toujours plus ou moins sinueuse. Les chiffres du tableau sont ainsi rendus, autant que possible, applicables aux circonstances de la pratique.

supérieure à celle que comportent les tuyaux de 0^m,023, on augmente le diamètre des conduits, à partir du point où la longueur limite est atteinte, en le portant à 0^m,035; les drains peuvent alors être continués sur une très-grande distance. On peut aussi, dans ce cas, interrompre les drains de dessèchement par un collecteur placé vers le milieu de leur longueur. Les circonstances déterminent lequel de ces deux moyens est le plus économique et le plus avantageux; mais, en règle générale, il vaut mieux recourir au dernier plutôt que de faire des drains d'une très-grande longueur. Quand on fait usage de drains collecteurs intermédiaires, les dépenses qui résultent de leur établissement sont balancées par l'économie résultant de la suppression d'une certaine partie des drains de dessèchement; en effet, on ne doit point recommencer ceux-ci tout contre le collecteur, mais seulement à une distance de 4 à 5 mètres de ce dernier.

153. — Les drains collecteurs peuvent avoir une longueur aussi considérable que les circonstances l'exigent, pourvu que l'on ait soin de régler convenablement le diamètre ou le nombre des tuyaux qu'on y place. Quand un tuyau de 0^m,08 est insuffisant pour écouler les eaux que le collecteur reçoit, on met deux tuyaux plus petits, de 0^m,05 ou de 0^m,06, à côté l'un de l'autre; au besoin, on en met un troisième par-dessus les deux premiers. Il est cependant fort prudent de ne point donner aux drains collecteurs une longueur trop forte, car alors certaines causes, sur lesquelles il est inutile de nous appesantir ici, peuvent occasionner des perturbations profondes dans l'écoulement de l'eau; une longueur de 200 à 250 mètres est le maximum. Lorsque les circonstances obligent à prolonger les drains collecteurs au

delà de cette limite, on pratique de distance en distance des cheminées ou regards, garnis d'un couvercle en bois ou en pierre, et qui permettent, quand on les découvre, d'observer l'écoulement de l'eau et

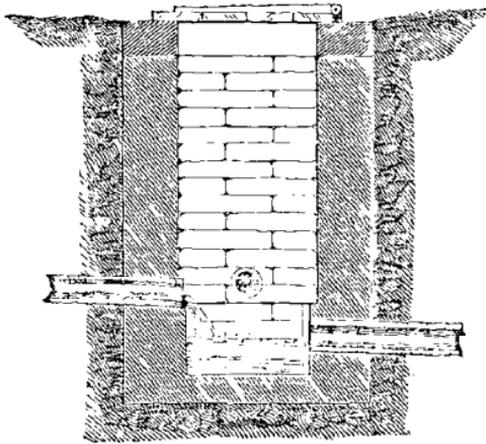


Fig. 41.

de voir si les conduits fonctionnent bien. Il convient aussi de faire des regards pareils dans les endroits où plusieurs collecteurs se réunissent. Ils sont construits en maçonnerie de briques (fig. 41), ou plus simplement avec des tuyaux d'un grand diamètre, superposés les uns sur les autres et établis sur une fondation en pierres ou en briques. Les tuyaux qui amènent l'eau dans la cheminée doivent être à un niveau un peu plus élevé que les tuyaux de décharge, afin que le courant soit bien visible dans les différents conduits. L'emploi des regards permet aussi d'effectuer des chasses dans les parties basses des drains et de les curer. Il suffit, à cet effet, de pratiquer dans le dessous des parois opposées, près du tuyau de décharge, deux rainures verticales correspondantes,

destinées à recevoir une petite vanne en bois. Lorsque celle-ci est mise en place, elle retient les eaux qui arrivent au puisard; quand elle est ensuite soulevée, les eaux s'écoulent avec violence et elles entraînent les dépôts s'il en existe. Dans certains terrains, il serait même possible de faire, au moyen de puisards convenablement disposés, des irrigations souterraines.

CHAPITRE XVI.

APPLICATION DES PRINCIPES QUI PRÉCÈDENT A LA CONFECTION D'UN PROJET DE DRAINAGE COMPLET.

154. — Nous avons exposé, dans les sept derniers chapitres, les principes généraux d'après lesquels les travaux d'assainissement doivent être conçus; nous allons maintenant montrer comment se fait l'application de ces principes dans la pratique; en d'autres termes, faire connaître la marche qu'il convient de suivre dans l'étude et la conception d'un projet de drainage complet. C'est là un point très-important, sur lequel tous les auteurs ont jusqu'à ce jour gardé le silence. La manière dont les draineurs anglais procèdent à la confection des projets de drainage n'est point à recommander. Leur système consiste à déterminer d'abord, par une inspection du sous-sol, la profondeur et l'écartement des saignées, puis à marquer directement sur le terrain la position des drains de dessèchement et celle des drains collecteurs, en vérifiant leur pente après coup. Le plus souvent ils ne fixent pas tout d'abord l'ensemble des dispositions à suivre dans le drainage; ils tracent seulement la position des saignées à mesure que le travail avance. Lorsque celui-ci est achevé, on fait le plan du drainage, s'il est nécessaire, en relevant tous les drains qui ont été creusés. On comprend, sans qu'il soit

nécessaire d'insister là-dessus, ce qu'une semblable méthode a de peu rationnel et d'incertain; dans tous les terrains dont la surface est irrégulière, il est impossible en la suivant de ne pas commettre des fautes nombreuses, presque toujours irréparables. Nous n'avons point été longtemps, pour notre part, à reconnaître les graves inconvénients qu'elle présente, lorsque nous nous sommes trouvés aux prises avec les difficultés de la pratique; nos recherches nous ont conduits à adopter, pour la confection des plans de drainage, une méthode plus simple et plus sûre, que nous exposerons ci-dessous.

155. — Les études préalables à l'exécution des travaux de drainage doivent comprendre, dans chaque cas, pour être complètes : une reconnaissance générale du terrain, des sondages, un lever de plan et un nivellement; s'écarter de cette règle générale en quelque point que ce soit, même lorsque l'on possède à fond la science du drainage, ce serait s'exposer à commettre des erreurs fâcheuses, des fautes graves, capables de compromettre le succès et l'économie des travaux.

156. — *Reconnaissance du terrain.* — La reconnaissance générale du terrain a principalement pour objet de voir s'il est avantageux de le drainer, de constater de quelle manière il est affecté par les eaux, de chercher la cause qui produit l'excès d'humidité. On connaît les indices, les caractères de tous genres (64) qui dénotent la nécessité d'assainir le sol et ceux qui servent à découvrir s'il renferme des eaux souterraines ou si l'humidité est due uniquement à la rétention des eaux pluviales (65); nous avons donné à cet égard des renseignements assez étendus pour qu'il ne soit point nécessaire de revenir sur ce sujet.

157. — *Sondages.* — Les sondages sont d'une

grande importance : ils servent à faire connaître la nature du sous-sol, sa consistance et son degré de perméabilité, l'ordre de superposition et l'épaisseur des couches de diverses natures dont le terrain se compose ; ils permettent, en outre, d'apprécier les difficultés plus ou moins grandes que l'on aura à surmonter dans le creusement des saignées, et par conséquent, de fixer à l'avance les dépenses auxquelles la main-d'œuvre donnera lieu. On sonde la terre en y faisant à la bêche quatre ou cinq fosses de 1^m,50 à 1^m,80 de profondeur par hectare. Quand les fosses montrent des différences notables dans la composition du sous-sol en diverses portions d'un champ, il faut multiplier les sondages et délimiter exactement, par des jalons, les portions où le sous-sol varie. Les ouvertures qu'exigent ces sondages complémentaires peuvent être faites au moyen de la tarière, mais les fosses principales doivent toujours être creusées à la bêche ou à la pioche.

158. — *Lever du plan.* — Quand ces premières études sont terminées, on dresse le plan du terrain. Il sert à fixer plus tard, d'une manière précise, la position des drains de dessèchement et celle des drains collecteurs, à calculer la quantité de tuyaux nécessaire pour garnir les drains, à déterminer les dimensions de ces tuyaux, à établir enfin le détail estimatif de la dépense. On indique sur le plan les clôtures en haies vives, les lignes de plantations, les arbres isolés, la position des sources, etc. ; on y marque aussi les lignes qui délimitent les parties dans lesquelles la composition du sous-sol présente des changements notables. Il ne convient pas de se servir dans les études définitives de drainage, des plans du cadastre qui ne sont point assez détaillés pour cet objet.

159. — *Nivellement.* — L'opération qui vient ensuite, le nivellement, est l'une des plus importantes de toutes. Elle doit faire connaître le relief du terrain, les lignes de plus grande pente, la position des collecteurs, les points de décharge des eaux, et la profondeur que les drains peuvent atteindre dans chaque circonstance. Il est de toute impossibilité que celui qui ne possède pas quelques notions de nivellement puisse conduire et diriger convenablement les opérations de drainage.

La représentation du relief d'un terrain irrégulier, la détermination de ses lignes de plus grande pente et la distribution des drains, constituent des opérations longues, difficiles et compliquées pour ceux qui ne connaissent point les méthodes particulières à employer dans ce but; nous allons en indiquer une qui a l'avantage d'être simple, expéditive, et de fournir presque sans calcul toutes les indications dont on a besoin dans le drainage. Elle consiste à représenter le relief du terrain au moyen de coupes horizontales plus ou moins élevées les unes au-dessus des autres; on relève ensuite et l'on rapporte sur le plan ces lignes de niveau, qui, par leur forme, montrent immédiatement à l'œil tous les creux, les fonds, les hauteurs et les diverses pentes de la surface; elles font voir aussi en quelles parties du champ les drains collecteurs doivent être établis.

160. — Les lignes que nous appelons lignes horizontales ou de niveau se déterminent de manière à ce que tous les points de chacune d'elles soient situés à une même hauteur sur le terrain; en d'autres termes, ce sont les intersections successives de la surface du sol par une série de plans horizontaux. Sur un terrain à surface régulière, les lignes de niveau sont droites, mais pour un terrain irrégulier, ce qui

est le cas le plus fréquent, elles ont une forme sinuieuse; leurs parties concaves ou rentrantes correspondent aux creux du terrain, tandis que les parties convexes ou saillantes indiquent les élévations et les monticules. Pour déterminer avec exactitude une ligne horizontale, il faut chercher une série de points placés à la même hauteur et en même temps très-rapprochés les uns des autres, et les réunir par une courbe continue. L'opération, dans ce cas, est longue et fastidieuse; mais il n'est pas nécessaire, pour le drainage, de déterminer d'une manière rigoureuse la forme de ces lignes. On peut, sans inconvénient, supposer qu'elles soient formées de parties droites réunissant les différents points où il se produit un changement de courbure prononcé dans les courbes de niveau; elles deviennent alors des lignes brisées, telles que celles marquées au plan (fig. 42) par les lettres *a, b, c,...*

L'application de ce mode de nivellement devient alors fort simple. Quand on veut obtenir le relief complet de la surface d'un champ, on choisit pour base d'opération la ligne *B H* qui réunit le point le plus bas au point le plus haut du terrain; on la jalonne, puis par différents points de cette base on trace des lignes horizontales *a, b, c,...* en ayant bien soin que les extrémités des parties droites dont ces lignes se composent soient prises dans les thalwegs et sur les faites, c'est-à-dire au fond de toutes les dépressions et sur les points culminants. On fixe les divers points de chaque ligne par des jalons marqués d'un signe particulier, afin qu'il n'y ait pas plus tard de confusion entre les jalons appartenant à des lignes différentes.

Les lignes de niveau peuvent être équidistantes en hauteur; on les trace de 0^m,50 à 1^m,50 les unes au-

PROJET DE DRAINAGE D'UNE TERRE DE 4^{hect.} 51^{a.} 90^{cent.} DÉPENDANT DE LA FERME DE

Légende.

	Lignes horizontales ou de niveau.		
	Drains en tuyaux de 0 ^m 025 de diamètre.		
	id.	id.	0 ^m 035 id.
	id.	id.	0 ^m 050 id.
	id.	id.	0 ^m 060 id.
	id.	id.	0 ^m 080 id.

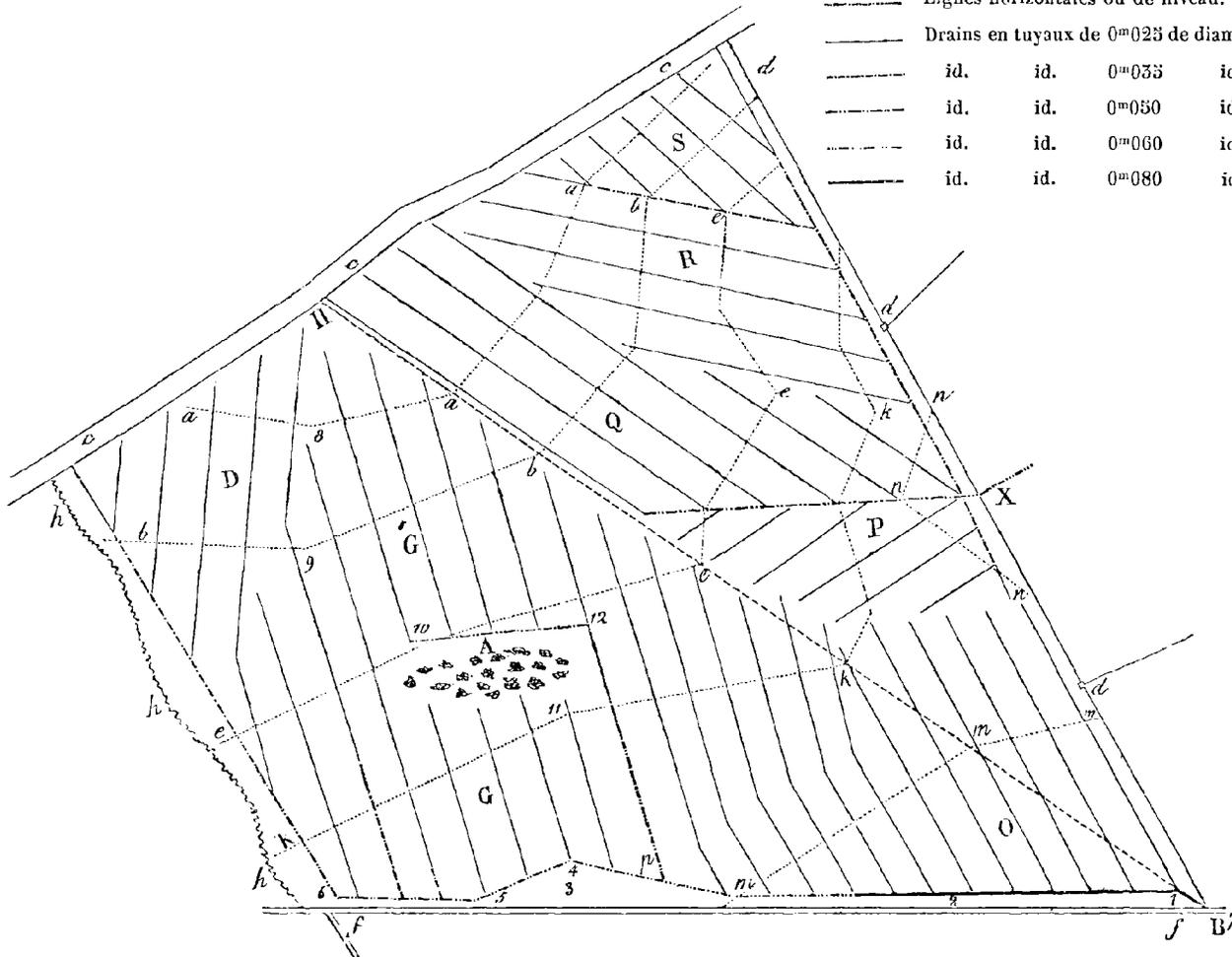


Fig. 42 ($\frac{1}{2000}$).

dessus des autres, suivant que la déclivité du terrain est faible ou forte; mais cette règle n'est point générale : il faut tenir compte, dans la position des lignes horizontales de la forme de la surface du terrain et en prendre un nombre suffisant pour que toutes les irrégularités de la surface soient représentées. Il est indispensable de choisir la ligne qui réunit le point le plus haut au point le plus bas, comme base d'opération ; on est certain, en agissant ainsi, que les lignes de niveau qu'on y rapporte embrasseront toutes les parties du terrain, ce qui n'aurait pas lieu si l'on choisissait toute autre base.

On relève l'ensemble des lignes horizontales et on les rapporte plus tard sur le plan. Ces lignes montrent immédiatement, sur le terrain, la place que les drains collecteurs doivent occuper. On nivelle alors à la manière ordinaire l'emplacement de ceux-ci, en ayant soin de prendre les côtes de tous les points où il y a changement de pente, afin que l'on puisse déterminer la profondeur des collecteurs en leurs diverses parties et donner à cet égard aux ouvriers des indications bien précises. On possède alors toutes les données nécessaires pour faire dans le cabinet un projet exact et détaillé.

Exemple de la disposition d'un projet de drainage complet et des opérations nécessaires à sa confection.

161. — Nous supposerons qu'après avoir levé le plan du terrain à drainer, on l'ait rapporté à l'échelle d'un demi-millimètre par mètre (fig. 42, planche I). Il a pour contours : une haie sinueuse *h, h*, qui le limite vers la gauche, le bord d'un chemin *c, c* auquel il se termine par le haut, un fossé *f f* qui le sépare

des terrains inférieurs, et une ligne droite d, d , dont la position est déterminée par des bornes. En **A** se trouve un massif d'arbres que l'on ne peut point faire disparaître.

Le sondage a fait reconnaître que les drains doivent avoir pour profondeur $1^m,25$ et qu'ils peuvent être écartés de 11 à 12 mètres. La démarcation des parties où le sous-sol change de nature n'est point faite au plan, pour éviter la confusion qui résulterait de lignes trop multipliées.

Le relief du sol est représenté par cinq lignes horizontales, marquées respectivement des lettres a, b, e, k, m , qui toutes sont reliées à la base d'opération **B H** réunissant le point le plus bas au point le plus haut du terrain, et par une sixième ligne marquée des lettres n, n, \dots que l'on n'a point rattachée à cette base sur le plan, parce que certaines parties de cette ligne sortiraient du contour du terrain.

Le nivellement est rapporté à un plan général de comparaison passant par le point le plus élevé **H**, dont la côte est conséquemment zéro. Les lignes de niveau ont respectivement pour côtes :

La ligne	a	—	$0^m,64$
»	b	—	$1^m,16$
»	e	—	$1^m,59$
»	k	—	$2^m,22$
»	m	—	$2^m,58$
»	n	—	$2^m,80$

La forme des lignes horizontales indique quelles sont les parties où il faudra établir des collecteurs; l'emplacement de ceux qui devront occuper la partie du haut, à droite, est nivelé par les lignes horizontales elles-mêmes; il reste donc à connaître la forme du

terrain dans la partie qui longe le fossé *ff*; supposons que l'on ait obtenu les côtes ci-après :

point marqué	1	—	2 ^m ,82
»	2	—	2 ^m ,64
»	3	—	2 ^m ,80
»	4	—	2 ^m ,50
»	5	—	2 ^m ,42
»	6	—	2 ^m ,31

Enfin, un coup de niveau donné sur le fond du fossé *f*, près de B, a fourni pour côte du plafond 4^m,12.

Toutes ces côtes sont habituellement inscrites sur le plan, entre parenthèses, auprès des points où elles ont été prises; nous ne l'avons point fait, afin de ne pas embrouiller inutilement la figure.

162. — Pour procéder à la confection du projet à l'aide des données ci-dessus, on commence par déterminer les thalwegs et toutes les lignes de faite du terrain, et on le divise ensuite en un certain nombre de plans qui devront avoir un système distinct de drains. Nous trouvons d'abord en D une portion dont l'inclinaison diffère sensiblement de celle de la partie avoisinante G, G; cette portion occupe seulement le coin de gauche, car les lignes horizontales *e*, *k*, montrent que la ligne de faite passant par les angles saillants 8, 9 et le point H ne s'étend pas vers le bas.

Le plan G, G, est déterminé par les alignements 8 *a*, 9 *b*, *e* 10 *e*, *k* 11 *k*; les deux derniers présentent vers leur milieu un angle rentrant qui indique un creux dans le terrain, mais l'ouverture de cet angle montre en même temps que la dépression correspondante est tout à fait insignifiante. D'ailleurs, les alignements tracés sur le plan G, G, n'ayant point exactement la même direction, on les combine deux à deux, pour

arriver à une moyenne générale, à laquelle les drains du plan G G seront perpendiculaires.

Dans la partie O, l'inclinaison du terrain change notablement, puisque l'on voit la ligne *mm* s'écarter de la direction des précédentes; on adopte encore dans cette portion une direction particulière pour les drains de dessèchement.

Les mêmes remarques s'appliquent aux parties P, Q, R, S, qui formeront chacune un plan séparé, sur lequel la direction des saignées sera déterminée par une moyenne prise entre les diverses lignes de niveau de chaque partie.

La position des drains collecteurs résulte de la division que l'on vient de faire; il en faudra nécessairement : 1° le long de la haie *h*, *h*; 2° le long du fossé *ff*; 3° à l'intersection des plans P et Q; 4° le long de la limite *d*, *d*; 5° à la rencontre des plans R, S. Une circonstance exceptionnelle oblige à faire usage d'un collecteur complémentaire marqué 10, 12, *p*, qui ne serait point nécessaire sans la présence du massif A. Il y aurait danger à faire passer les drains de dessèchement au travers de celui-ci, à cause des obstructions que les racines ne manqueraient pas d'y produire. On arrête conséquemment les drains de la partie supérieure du plan G par un collecteur 10, 12, que l'on a soin de tenir à une distance de 8 à 10 mètres des arbres; il rejoint un drain 12, *p*, dirigé suivant la pente, et qui remplit ainsi les doubles fonctions de drain d'assèchement et de collecteur.

163. — Maintenant que l'on est fixé sur la position approximative des collecteurs, on doit s'occuper d'en déterminer la direction exacte, de les marquer sur le plan et d'en calculer la profondeur en divers points.

Considérons, pour commencer, le collecteur qui

doit régner le long du fossé *f, f*. Le plafond de ce fossé, au point 7, est en contre-bas du point 1 de $4^m,12 - 2^m,82 = 1^m,30$; mais il ne faut compter que sur une différence de niveau d'environ $1^m,15$, parce qu'il importe de maintenir l'embouchure à une certaine hauteur au-dessus du plafond du fossé; en outre, il faut retrancher de ce nombre, pour avoir la profondeur du drain au point 1, toute la pente de B à 1, que nous ferons égale à cinq millimètres par mètre ou à $0^m,05$ pour toute la longueur. Il restera donc $1^m,10$ pour la profondeur de la saignée en 1.

De 1 à 2, la différence de niveau est de $2^m,82 - 2^m,64 = 0^m,18$ pour une distance de 60 mètres, ce qui correspond à 3 millimètres par mètre; nous conserverons cette même pente au drain, qui aura encore au point 2, $1^m,10$ de profondeur.

De 2 à *m*, la différence de niveau n'est que de $2^m,64 - 2^m,58 = 0^m,06$ pour une longueur d'environ 60 mètres, ce qui ne donne qu'un millimètre de pente par mètre. Cette pente étant trop faible (147), il faudra diminuer la profondeur de la saignée en avançant vers *m*, de manière à lui procurer une pente de 2 millimètres par mètre; la réduction totale sera de 6 centimètres, et la profondeur en *m* deviendra $1^m,04$.

En continuant vers le point 3, une complication se présente. La côte de ce point est plus forte de $0^m,22$ que celle de *m*, de sorte que le terrain, au lieu d'aller en montant, présente au contraire dans cette partie une dépression assez profonde. Celle-ci, d'ailleurs, est très-limitée, car d'une part la ligne de niveau *k* ne l'accuse point, et de l'autre, la côte de 4, réduite à $2^m,50$, montre que le terrain se relève immédiatement, et que la dépression n'affecte que la partie située au bord du fossé. En prologeant le

collecteur en ligne droite vers 3, il lui faudrait une pente de 84 millimètres en sens inverse de celle du terrain, et la profondeur de la saignée en 3 serait réduite de $0^m,22 + 0^m,084 = 0^m,304$; on la trouverait égale à $0^m,736$.

Si l'on croit cette profondeur trop faible pour la sûreté du drain, on fait dévier celui-ci de sa direction primitive et on le remonte d'une certaine quantité sur le terrain. En le traçant, par exemple, de *m* en 4, il aura pour pente 8 centimètres ou environ $1 \frac{7}{10}$ millimètres par mètre; pour obtenir la pente limite de 2 millimètres, il ne faudra plus réduire la profondeur que de $\frac{3}{10}$ de millimètre par mètre, c'est-à-dire d'environ un centimètre et demi pour toute la longueur; la saignée aura donc en 4, $1^m,04 - 0^m,014 = 1^m,026$ de profondeur.

Le collecteur entre 4 et 5 a une longueur de 29 mètres et une pente de 8 centimètres ou environ $2 \frac{8}{10}$ millimètres par mètre; on pourra donc gagner en profondeur, dans cette partie, $\frac{8}{10}$ millimètres par mètre ou en tout 2 centimètres; la profondeur en 5 sera $1^m,046$.

Enfin, de 5 à 6, la distance est de 58 mètres et la pente de $0^m,09$, c'est-à-dire de $2 \frac{4}{10}$ millimètres par mètre; d'où il suit que la profondeur en 6 pourra être augmentée d'un centimètre et demi, ce qui la porte à $1^m,061$.

Quant au collecteur placé à 7 mètres au moins de la haie *h*, *h*, il aura en 6 la même profondeur $1^m,061$, et comme la pente du terrain est forte dans cette partie, on l'approfondira graduellement jusqu'à $1^m,30$, afin de lui donner $0^m,05$ de plus qu'aux drains de dessèchement qu'il reçoit. La pente de *k* en 6 est d'environ 5 millimètres par mètre, de sorte que la profondeur en *k* atteindra $1^m,118$; de *e* en *k*, la pente est de $0^m,65$ pour 56 mètres ou 17 millimètres par mètre; on

pourra donc gagner en profondeur 15 millimètres par mètre; et comme il nous faut en tout 0^m,182 pour atteindre 1^m,30, il s'ensuit qu'à 12 mètres au-dessus du point *k*, le collecteur pourra avoir 1^m,30. Il se continuera de même jusqu'au haut, parce que l'inclinaison du sol est plus que suffisante.

Le collecteur 10, *p*, 12, est établi dans sa partie *p* 12 sur un terrain très-incliné; on lui donnera en *p* une profondeur d'environ 1 mètre, et l'on cherchera à partir de quel point il peut atteindre 1^m,30. On trouvera facilement qu'à la rencontre de la ligne horizontale *k*, il peut avoir déjà 1^m,21, et qu'à 5 mètres plus haut que cette ligne, il peut atteindre 1^m,30. D'un autre côté, on s'assure aisément que le point 12 est à 0^m,12 plus bas que la ligne horizontale *e*, et qu'il y aura de 10 en 12 une pente d'environ 2 1/2 millimètres par mètre.

Les calculs se font par la même méthode pour les collecteurs dont les eaux se rassemblent en X et s'écoulent à travers un champ voisin drainé antérieurement. On inscrit la profondeur des collecteurs sur le plan, auprès de chacun des points pour lesquels elle a été calculée.

164. — On s'occupe ensuite de distribuer les drains de dessèchement, en réglant leur distance, non-seulement sur la nature du sol, mais encore sur la profondeur qu'ils peuvent avoir.

Prenons pour exemple les drains qui débouchent dans la partie 5,6 du collecteur. Leur profondeur au bas ne pourra être que d'un mètre, parce qu'il faut maintenir au point de rencontre une petite chute. Cependant il n'est point nécessaire pour cela de rapprocher ces drains plus que ne le comportent la nature du sol et la profondeur de 1^m,25, parce que, la pente longitudinale du terrain étant forte, on a bientôt

gagné les 25 centimètres qui manquent pour compléter la profondeur voulue. Il n'en sera pas de même pour les drains qui débouchent dans la partie 1, 2; ils auront au bas 1^m,03 et ne pourront atteindre à leur rencontre avec la ligne horizontale *m, m*, que 1^m,16; ceux qui débouchent en 2, *m*, auront au bas 1 mètre, et ils n'atteindront 1^m,25 qu'à leur rencontre avec la ligne de niveau *k*. C'est pourquoi il faudra, indépendamment de la nature du sol, considérer aussi, pour déterminer l'espacement des drains, leur profondeur moyenne, qui n'est, entre le collecteur et la ligne horizontale *k*, que de 1^m,12. Sur le plan, ces drains sont mis à 11 mètres au lieu de 12.

Ce qui précède suffit pour faire comprendre la marche à suivre dans la distribution des autres drains de dessèchement.

165. — Reste à déterminer le calibre des tuyaux à employer. Deux drains de dessèchement seulement ont une longueur plus forte que ne le comportent, dans les circonstances actuelles, des tuyaux de 0^m,025. Celui qui passe près des points 8 et 9 et qui vient aboutir au collecteur du bas dans la partie 5, 6, a une longueur de 171 mètres; sa plus faible pente étant de 5 millimètres par mètre, et l'espacement des saignées environnantes de 12 mètres, le tableau du n° 151 donne pour sa longueur 132 mètres; il faudra donc placer, sur 59 mètres de longueur, au bas, des tuyaux de 0^m,035 d'ouverture. Le drain voisin a, dans les mêmes conditions, 158 mètres de longueur; il excède de 6 mètres la longueur maximum qu'on peut atteindre avec les tuyaux de 0^m,025.

Le calibre des tuyaux collecteurs se détermine d'après l'étendue superficielle dont ils reçoivent les eaux. Le collecteur qui longe la haie est fait en tuyaux de 0^m,035 jusque vers le point *k*, où commencent des

tuyaux de 0^m,05 qui se continuent jusqu'en *p*. Le drain 10, *p*, 12, est fait tout entier avec des tuyaux de 0^m,05. A partir de *p* jusqu'un peu au delà de *m* le collecteur est occupé par des tuyaux de 0^m,06; plus loin on a mis des tuyaux de 0^m,08, parce que la surface dont le collecteur reçoit les eaux surpasse 2 1/3 hectares.

La dimension des autres collecteurs est calculée de même, et l'on reconnaîtra facilement le diamètre des tuyaux qui y sont placés, par les indications de la légende.

Pour la clarté des plans, on adopte dans la pratique des couleurs et des lignes différentes pour représenter les tuyaux de divers calibre : nous nous servons d'un trait fin au carmin clair pour les tuyaux de 0^m,025, d'un trait gros, pointillé, au carmin foncé pour ceux de 0^m,055, d'un trait de même force et continu pour ceux de 0^m,05, d'un trait bleu pointillé pour ceux de 0^m,06, et d'un trait bleu plein pour ceux de 0^m,08 de diamètre. Les plans sont ordinairement dressés à l'échelle d'un millième.

CHAPITRE XVII.

MODE D'EXÉCUTION DES TRAVAUX DE DRAINAGE.

166. — La marche qu'il convient de suivre dans l'établissement d'un drainage complet est très-importante à connaître, pour que les travaux soient exécutés de la manière la plus parfaite et la plus économique. En Angleterre, les procédés d'exécution et les outils dont se servent les draineurs varient grandement avec les localités; ils diffèrent aussi suivant que l'on a recours aux pierrailles, aux tuiles ou aux tuyaux pour former les conduits des drains. Beaucoup de constructeurs d'instruments aratoires ou d'agriculteurs, parmi lesquels M. White de Kennington et M. Charnock de York, ont cherché à faire des machines propres à l'ouverture des tranchées d'assainissement; M. John Fowler de Bristol a même imaginé un appareil au moyen duquel on peut placer les tuyaux de drainage dans la terre sans y creuser au préalable une tranchée. Cependant, tous les essais de ce genre, faits jusqu'à ce jour, ont donné des résultats peu satisfaisants, parce que les appareils dont il s'agit exigent, pour fonctionner convenablement et d'une manière économique, un concours de circonstances qui ne se trouvent pour ainsi dire jamais réunies dans les opérations de drainage. C'est pour-

quoi nous nous abstiendrons de parler plus longuement des tentatives qui ont été faites pour substituer le travail mécanique à celui de l'homme, et de donner la description des appareils, plus ingénieux qu'utiles, qui ont été construits dans ce but. Nous décrirons dans ce qui va suivre le mode d'exécution le plus généralement adopté, en tenant compte de la nature du terrain dans lequel les tranchées sont faites, ainsi que des matériaux dont on peut garnir les drains.

167. — L'exécution des travaux de drainage comprend cinq opérations distinctes; ce sont :

- 1° Le tracé des saignées;
- 2° Le transport et l'arrangement des matériaux employés pour faire les conduits des drains;
- 3° Le creusement des tranchées;
- 4° La construction des conduits;
- 5° Le remplissage des tranchées.

Nous traiterons successivement ces divers points dans un même chapitre.

1. — Tracé des saignées.

168. — Le plan du drainage fait connaître la position relative de tous les drains d'un champ, ainsi que leur situation par rapport aux contours de celui-ci ou par rapport à divers points de repère, tels que des fossés, des dépressions profondes, des lignes d'arbres, etc. Il est donc facile d'obtenir sur le terrain, en faisant seulement usage de la chaîne d'arpenteur, toutes les lignes de drains marquées sur le plan. On les indique sur le terrain de diverses manières, soit avec des jalons ordinaires coupés dans les champs, soit au moyen de forts piquets enfoncés profondément dans le sol si l'on craint que les jalons ne soient

enlevés; on peut aussi se contenter de marquer chacun des points dont on a besoin en faisant dans la terre un trou à l'aide d'une bêche et plaçant à côté du trou la motte qui en est extraite. Dans les opérations compliquées les jalons et les piquets doivent être numérotés pour qu'il n'y ait point de confusion : on marque d'un même chiffre ceux qui correspondent à une même rigole. Il est possible d'arriver au même résultat en déterminant la position de chaque portion rectiligne des rigoles au moyen de trois points. Une autre méthode pour marquer la position des drains d'une manière ineffaçable, consiste à faire dans la terre un sillon continu et peu profond, à l'aide d'un binoir; on peut de la sorte tracer les drains d'une superficie de 5 à 6 hectares en une journée de travail.

2. — Transport et arrangement des matériaux employés pour faire les conduits des drains.

169. — Aussitôt que la position des drains est marquée, il convient d'amener sur le terrain les matériaux que l'on se propose de mettre au fond des tranchées. Leur transport est alors plus sûr et plus facile que si les voitures devaient circuler entre des fossés profonds, qui ne laissent quelquefois entre eux qu'un intervalle très-restreint; on prévient en même temps les dégradations et les éboulements que la circulation des véhicules ou le passage répété des ouvriers chargés du transport pourrait produire dans les tranchées.

L'ouvrier qui décharge les voitures de tuyaux, soit avant ou pendant le creusement des saignées, doit apporter beaucoup de soins à cette opération, afin de

briser aussi peu de pièces que possible. Il en est de même de celui qui sépare les colliers ou manchons, lesquels sont ordinairement réunis quatre par quatre lorsqu'ils arrivent sur le terrain, formant ainsi des tuyaux dont la surface présente trois incisions un peu moins profondes que leur épaisseur (fig. 43). Les ouvriers maladroits brisent souvent, dans le cours



Fig. 43.

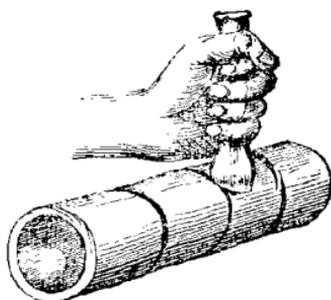


Fig. 44.

de cette opération, un très-grand nombre de colliers, particulièrement quand les deux bouts de l'incision dont nous avons parlé, ne se rejoignent pas exactement, comme cela se voit pour l'incision de droite dans la figure ci-dessus. Le meilleur procédé à suivre pour disjoindre les colliers consiste à faire usage d'un ciseau en fer semblable à celui qu'emploient les tailleurs de pierres, à en introduire le tranchant dans l'incision du tuyau tout en tenant l'outil dans une position à peu près verticale, et à donner ensuite un coup sec sur la tête avec un marteau ou une pierre. Le ciseau ne doit pas être placé au-dessus du milieu du tuyau, car

alors celui-ci s'écraserait souvent; il faut le placer sur le côté (fig. 44), de manière à ce que le coup que l'on donne sur la tête porte en quelque sorte à faux, et que le ciseau n'agisse point par son tranchant, mais seulement par ses faces latérales, à la manière d'un coin. Quand on ne parvient point à détacher les colliers par le moyen que nous venons d'indiquer, c'est que l'incision qui existe entre eux n'est pas assez forte; il est nécessaire alors de l'approfondir au moyen d'un trait de scie.

170. — Tout en procédant au transport des matériaux, on les arrange le long des lignes de drains, dans un ordre déterminé par leur nature, ou le procédé que l'on doit suivre dans leur pose. Les pierrailles sont mises sur le bord des tranchées, en tas distants de 5 à 6 mètres, chaque tas contenant à peu près la quantité de pierrailles nécessaire pour faire l'empierrement sur la distance de l'un à l'autre. Les briques creuses se placent par couple le long des rigoles, dans une position analogue à celle qu'elles doivent avoir au fond des drains. Les tuyaux sont généralement posés perpendiculairement à la direction des saignées, à une distance les uns des autres égale à leur longueur; quand on doit faire usage de colliers on enfile un manchon sur chaque tuyau et l'on tourne le bout qui le porte du côté de la rigole. Les tuyaux d'un fort diamètre, que l'on peut poser à la main, sont arrangés sur le terrain à la suite les uns des autres parallèlement aux rigoles.

Le côté des tranchées sur lequel les matériaux sont placés n'est pas indifférent. Quand les tranchées sont faites en travers de la pente du terrain, on met de préférence les matériaux sur le bord le plus élevé de celles-ci; pour celles qui suivent la pente, on choisit, pour le dépôt des matériaux, le côté opposé à celui

où les ouvriers jettent le plus aisément la terre ; c'est-à-dire qu'on les place vers la droite des ouvriers terrassiers s'ils sont droitiers et vers la gauche s'ils sont gauchers.

3. — Creusement des tranchées.

171. — Les travaux de déblai, dans le drainage, doivent toujours être entrepris par les parties les plus basses du champ, afin de ménager un écoulement facile aux eaux que l'on rencontre en creusant les tranchées ou à celles qui tombent durant l'exécution de l'ouvrage. Ainsi, pour chaque système de drains, on fait en premier lieu le collecteur, en commençant à l'embouchure et en avançant vers les parties plus élevées ; puis on attaque successivement, en allant du bas vers le haut, tous les drains de dessèchement qui s'y rattachent, en ayant soin, particulièrement lorsque le sol est très-humide, de ne point approfondir ces derniers plus que le collecteur auquel ils aboutissent. De cette manière les eaux ne gênent point les ouvriers et ne produisent aucune interruption dans le travail.

172. — L'exécution du déblai est la même pour toute espèce de drains ; elle varie seulement avec la nature particulière du sol dans lequel il faut creuser. Le genre de matériaux que l'on destine à la construction des conduits n'a d'influence que sur la largeur des tranchées. Si l'on veut faire usage de pierrailles et donner aux drains une profondeur d'environ 1^m,20, il faut ouvrir les rigoles sur une largeur de 0^m,50 en gueule et de 0^m,20 au fond ; pour des pierres plates ou des briques, la largeur en gueule doit être de 0^m,60 et celle du fond de 0^m,30 ; enfin, quand on veut

employer des tuyaux, les tranchées ne doivent avoir, même pour une profondeur de 1^m,50, que 0^m,40 de largeur au sommet et 0^m,08 à 0^m,16 au fond.

Il importe de réduire autant que possible la largeur des tranchées, non-seulement dans le but de diminuer le cube de terre que l'on en retire, mais aussi afin que leur fond ne soit point exposé à se soulever par l'effet de la pression des parties latérales. Les drains empierrés et ceux dans lesquels on met des tuiles sans semelle s'obstruent souvent par cette cause : la terre qui pèse sur les deux côtés des drains oblige celle du fond à refluer dans les conduits. Cet effet est d'autant plus à craindre que le terrain est plus mou et que le fond de la tranchée est plus large.

Nous allons passer en revue les divers cas qui se présentent dans le creusement des tranchées, en supposant qu'elles soient destinées à recevoir des tuyaux.

175. — *Cas d'un terrain consistant, qui peut être fouillé à la bêche.* — Nous supposerons, en premier lieu, que le sol dans lequel les tranchées doivent être faites est assez consistant pour que les talus de celles-ci se soutiennent bien et qu'on peut le fouiller aisément à la bêche, sans être obligé de l'ameublir au préalable. On procède alors au déblai de la manière suivante, qui suppose aux drains une profondeur d'environ 1^m,20.

Avant de commencer le creusement de chaque tranchée, un ouvrier tend suivant la direction de celle-ci un cordeau de 25 à 30 mètres de longueur; puis il fait tout le long de ce cordeau une incision profonde dans la terre, au moyen d'une bêche ordinaire ou de celle qui est représentée dans la fig. 45. Il entreprend ce travail par le bout inférieur du drain et marche à reculons; il tient sa bêche des deux mains par la poignée supérieure et il la fait entrer

dans la terre en appuyant ou au besoin en frappant du pied sur le bord supérieur du fer. Cet ouvrier, comme tous ceux qui ont à manier la bêche, est muni d'une semelle en fer (fig. 46) qu'il s'attache sous le pied au moyen d'une petite courroie. Lorsque cette opération est terminée, l'ouvrier déplace transversalement le cordeau d'une quantité égale à la largeur qu'il veut donner au fossé et il fait une nouvelle incision de la manière qu'il a fait la première.

Les terrassiers commencent alors la fouille. Un premier ouvrier, armé de la bêche (fig. 45), enlève



Fig. 45.

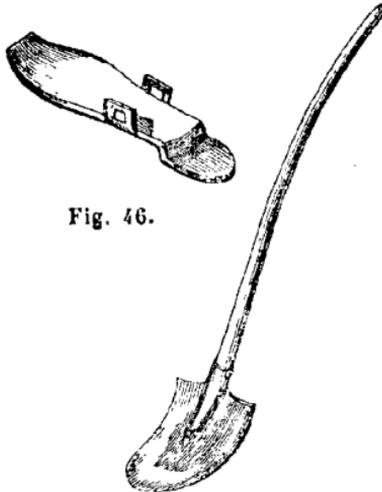


Fig. 46.



Fig. 47.



Fig. 48.

d'abord une tranche de terre d'une épaisseur d'environ 0^m,30 ; il travaille à reculons et il a soin de se servir de la bêche comme nous l'avons indiqué plus haut, c'est-à-dire en la tenant des deux mains par la poignée supérieure, et non, comme nos terrassiers en ont souvent l'habitude, en posant une main sur la

poignée et l'autre sur le manche. Il enfonce complètement la bêche dans la terre en appuyant ou en frappant du pied sur l'arête supérieure du fer; il incline ensuite le manche vers lui en lui imprimant quelques légères secousses qui détachent la terre; il enlève celle-ci, en saisissant d'une main la bêche par le bas du manche tandis que l'autre main reste à la poignée, et il la dépose sur le côté de la rigole qui a reçu ou qui doit recevoir plus tard les matériaux nécessaires à la construction du conduit. Chaque tranche que l'ouvrier emporte de la sorte peut avoir 0^m,25 à 0^m,28 de largeur. Lorsqu'il a déblayé le drain sur une petite longueur, un autre ouvrier suit, travaillant la face vers le premier et enlevant avec la pelle (fig. 47) la terre ameublie, qui reste toujours au fond de la tranchée après chaque creusement à la bêche.

Un troisième ouvrier fait une seconde levée. Il marche à reculons et se sert d'une bêche plus étroite (fig. 48). Il est obligé de pratiquer d'abord une incision sur les côtés latéraux du fossé, ce qu'il fait de manière à donner aux talus une légère inclinaison. La nouvelle levée a, comme la première, environ 0^m,30 de profondeur; quand elle est faite sur une petite étendue, le second ouvrier vient en nettoyer le fond avec sa pelle et arranger proprement les talus afin qu'il s'en détache plus tard le moins de terre possible.

La troisième levée de terre est extraite à l'aide d'une bêche plus étroite et plus longue que la précédente (fig. 49). L'ouvrier la manie comme nous l'avons dit déjà, et c'est surtout à mesure qu'il enlève des tranches situées de plus en plus profondément qu'il doit avoir soin de travailler dans une position droite, et de ne se baisser pour prendre son outil par le

manche que quand il veut soulever et jeter hors du drain la terre qu'il a détachée. Il reste de nouveau au fond du fossé une certaine quantité de terre que la bêche n'a pas enlevée et qu'il faut extraire avant de poursuivre le travail. Cette besogne est faite, dans ce cas, par l'ouvrier même qui bêche la terre, après qu'il a reculé de 2 à 3 mètres. Il emploie à cet effet, soit une pelle étroite analogue à celle de la fig. 47, soit une drague carrée à long manche (fig. 50) dont il se sert sans bouger de place. Ces deux instruments ont une largeur à peu près égale à celle du fossé qui, à cette profondeur, ne mesure plus que 0^m,18 à 0^m,20. En coupant la terre sur les côtés, l'ouvrier a encore soin de donner à sa bêche une légère incli-



Fig. 49.



Fig. 50.



Fig. 51.



Fig. 52.

naison, de manière à continuer le talus commencé par celui qui le précède. La profondeur de la troisième levée est en général de 0^m,32 à 0^m,33.

Le déblai est achevé à l'aide d'une bêche creuse et très-longue (fig. 54) qui permet à un cinquième ouvrier d'atteindre avec facilité la profondeur voulue. On fait encore avec cette bêche deux incisions latérales avant que d'enlever la terre; on règle l'inclinaison du manche de manière à n'avoir au fond qu'une largeur à peu près égale à celle des tuyaux qui doivent former le conduit du drain. Quand le dernier terrassier a mis la tranchée à fond sur une longueur de 2 à 5 mètres, il la nettoie lui-même, sans changer de place, au moyen d'une drague cylindrique de largeur variable (fig. 52), qui sert à la fois à enlever la terre ameublie et à donner au fond du drain une forme cylindrique d'une largeur égale au diamètre extérieur des tuyaux ou des manchons. Le fossé se présente

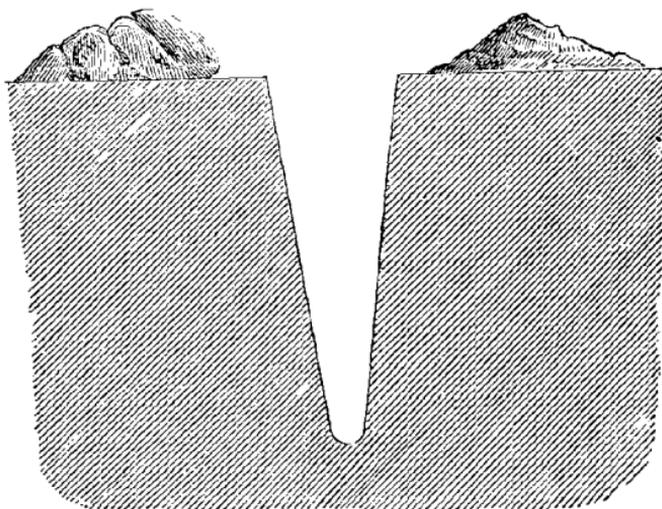


Fig. 53.

alors comme dans la fig. 53; toute la terre qui provient des trois derniers creusements est mise sur le

côté opposé à celui où le premier ouvrier a déposé la terre végétale.

174. — Le point difficile et important dans la confection des saignées est de donner à leur fond une pente régulière, indépendante des petites irrégularités de la surface du sol. Quelques draineurs se guident pour cet objet sur l'eau qui coule dans le fond du drain ; d'autres se servent d'une règle et d'un niveau de maçon approprié pour la circonstance. Le premier procédé ne devrait jamais être suivi ; quant au second, il est lent, imparfait et il occasionne de fréquentes erreurs qu'il est, sinon impossible, du moins coûteux de réparer. Les seuls moyens qu'il convienne d'employer pour niveler le fond des tranchées sont les deux suivants, qui exigent que les ouvriers connaissent la profondeur des rigoles, soit à leurs extrémités, soit aux divers points où il y a changement de pente dans le terrain.



Fig. 54.

On peut vérifier la pente d'un drain, en se servant de trois voyants, faits comme celui que représente la fig. 54, et ayant exactement la même longueur. Pour cela, on place l'un d'eux au bas et sur le fond de la tranchée, en l'y assujétissant dans une position bien verticale. Au haut du drain ou au haut de la portion pour laquelle la pente doit rester la même, on fait un trou d'une profondeur égale à celle que le drain doit avoir en ce point, et l'on y met le second voyant. Cela fait, un homme placé à l'un des bouts de la tranchée dirige un rayon visuel sur le haut des deux voyants et il examine si la partie supérieure du troisième, posé en un point quelconque sur le fond de la rigole,

se trouve exactement dans le même rayon visuel. S'il en est ainsi, le point sur lequel porte le troisième voyant est à une hauteur convenable; il serait trop élevé ou trop bas, si le voyant intermédiaire dépassait le rayon visuel ou restait en dessous. Il faut attendre avant de vérifier la pente du drain, qu'il soit creusé sur une certaine longueur; mais une fois que l'on possède, à une vingtaine de mètres du bas de la rigole un point dont on a vérifié la hauteur par le moyen que nous avons dit, on y transporte le voyant du haut, et l'ouvrier qui fait le fond de la tranchée peut alors de temps à autre en contrôler lui-même la profondeur; il lui suffit pour cela de placer le troisième voyant sur le fond et d'examiner si son arête supérieure arrive exactement dans l'alignement déterminé par les têtes des deux autres. Ce procédé est lent et incommode, surtout dans le principe, car il faut alors deux hommes pour le mettre en pratique; d'ailleurs il suppose chez les terrassiers qui achèvent les tranchées beaucoup de soins, de précision et une grande habitude de viser. Le suivant est infiniment préférable sous tous les rapports.

175. — Aussitôt que la première tranche de terre est enlevée sur toute la longueur d'une saignée, ou dans la partie de celle-ci qui doit conserver la même pente d'un bout à l'autre, on établit aux deux extrémités de petits piquets en bois plantés verticalement dans le sol, de manière à ce que leurs têtes se trouvent à *une même hauteur au-dessus du fond de la rigole* en ces endroits; puis on place, le long de la tranchée et tout contre le bord, d'autres piquets verticaux, distants de 10 mètres les uns des autres et dont on amène la tête dans la ligne qui réunit les sommets des deux premiers piquets (fig. 55). Cette dernière opération se pratique à l'aide de trois voyants d'égale

longueur, faits en forme de T (fig. 54), dont deux sont placés sur les piquets extrêmes et le troisième

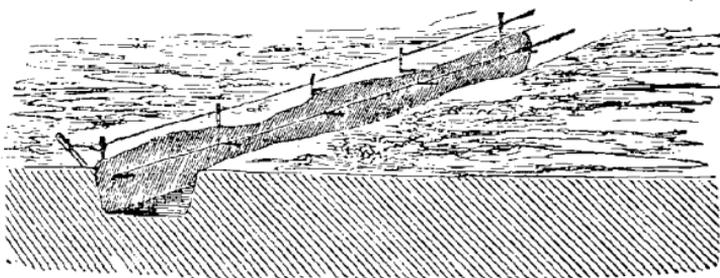


Fig. 55.

promené successivement sur les piquets intermédiaires. Quand elle est achevée, les têtes de tous les piquets se trouvent sur une ligne parallèle à celle que doit suivre le fond de la rigole. L'ouvrier qui enlève la dernière levée de terre se guide alors d'après un cordeau que l'on tend de l'un à l'autre piquet, soit à la hauteur de leur tête, soit à une distance de celle-ci égale pour tous. Il a en main une baguette bien droite, d'une longueur exactement égale à la hauteur à laquelle le cordeau est établi au-dessus du fond de la rigole, en sorte qu'en chaque point il lui est aisé de vérifier, en plaçant cette baguette le long du talus de manière à ce que l'extrémité affleure le cordeau, si la tranchée a exactement la profondeur requise. Le talus des tranchées étant presque vertical, ce procédé est suffisamment exact.

Cependant, si l'on veut opérer d'une manière plus rigoureuse, il est préférable d'implanter les piquets horizontalement dans le talus (fig. 55) plutôt que de les enfoncer verticalement sur le bord de la tranchée; au lieu d'une baguette on se sert, pour le mesurage, d'une règle graduée (fig. 56) sur laquelle glisse une douille à index, que l'on peut fixer en un point

quelconque au moyen d'une vis. La position des deux piquets extrêmes se détermine dans ce cas comme nous l'avons dit plus haut; les piquets intermédiaires sont alignés au moyen des voyants. On arrange chaque fois la règle de façon à ce que la distance entre son pied et l'index soit égale à la hauteur à laquelle les deux piquets extrêmes ont été placés au-dessus du plafond de la tranchée; quand il s'agit de contrôler la pente, l'ouvrier met la règle sur le point qu'il veut vérifier, en la tenant dans une position verticale, et il examine si l'index affleure exactement le cordeau tendu entre les piquets.

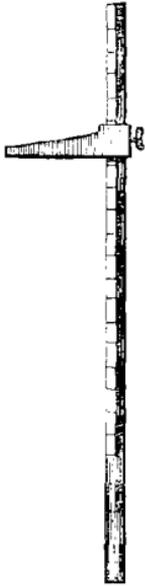


Fig. 56.

En procédant de la sorte, on n'a nullement à s'inquiéter des petites inégalités que présente toujours la surface du sol; la tâche de l'ouvrier qui met les rigoles à fond est moins pénible et moins délicate; la besogne de la personne chargée de contrôler l'ouvrage est remarquablement simplifiée. La méthode que nous venons d'indiquer est sûre, simple, expéditive; elle n'interrompt en aucune manière le travail. Quand on y a recours il n'arrive jamais que l'ouvrier creuse trop profondément et qu'il faille ensuite combler certaines parties de la rigole, comme cela a lieu trop fréquemment lorsqu'on suit toute autre méthode; car, dans le premier cas, s'il se présente des irrégularités un peu fortes dans le terrain, l'ouvrier peut sans peine, avant de mettre la rigole à fond, mesurer avec sa bague ou avec sa règle l'épaisseur de la tranche qu'il lui reste à enlever.

Il ne peut y avoir pour personne, dans l'application de cette méthode de nivellement, d'autre difficulté que

celle qui résulte du placement des deux piquets extrêmes, lesquels doivent se trouver, comme nous l'avons dit, à une même hauteur au-dessus du plafond de la tranchée. Voici les règles à suivre à cet égard. Quand la rigole de drainage a la même profondeur aux deux bouts, on met les piquets des extrémités à une égale distance en dessous de la surface du terrain; si la profondeur au bas doit être plus forte que celle du haut, on prend la différence entre les deux, on la retranche de la distance arbitraire qui sépare le piquet du bas de la surface du terrain, et l'on obtient ainsi la distance que l'on doit laisser entre celle-ci et le piquet du haut; lorsqu'enfin la profondeur à l'extrémité la plus élevée doit être plus forte que celle du bas, on ajoute la différence à la première distance pour obtenir la dernière.

176. — *Cas d'un terrain consistant et pierreux.* — Les tranchées, dans les terrains pierreux, ne sauraient être faites à l'aide des divers outils dont nous avons donné ci-dessus la description. Le travail alors change complètement d'aspect : autant il est régulier et facile dans le premier cas, autant il devient irrégulier et difficile dans le second. Les tranchées doivent être ouvertes sur une largeur assez considérable pour que les terrassiers puissent y travailler très à l'aise; quelquefois même il est nécessaire d'élargir les rigoles plus que cette circonstance ne l'exige : c'est quand on rencontre des pierres volumineuses encastrées dans les talus, que l'on ne peut enlever qu'après les avoir déchaussées; d'autres fois lorsque les blocs que l'on rencontre sont trop volumineux pour qu'on puisse les extraire, ou trop résistants pour se briser sous les coups d'un lourd marteau de fer, on est forcé de faire dévier les rigoles de leur direction et de contourner les pierres.

On ameublit préalablement la terre de chaque tranche au moyen de la pioche, du pic à bras (fig. 57) ou du pic à pied (fig. 58). L'ouvrier qui emploie ce

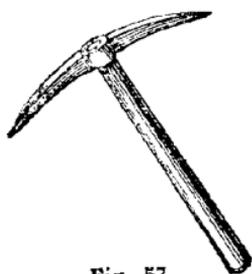


Fig. 57.



Fig. 58.

dernier outil marche à reculons; il le fait entrer dans la terre en appuyant ou en frappant du pied sur la pédale, tandis qu'il tient le manche des deux mains. Chacun des hommes qui manœuvrent l'un des outils que nous venons de nommer est suivi par un fouilleur armé de la pelle (fig. 47) qui jette hors de la rigole la terre ameublie et rase les talus. On continue de la sorte jusqu'au fond de la tranchée, en donnant à celui-ci une largeur aussi faible que les circonstances le permettent; on le nivelle de la manière indiquée précédemment.

177. — *Cas d'un terrain peu consistant ou mouvant.*— Il arrive fréquemment qu'à partir d'une certaine profondeur le terrain présente peu ou point de consistance, et qu'il est par suite impossible de maintenir les tranchées en bon état pendant longtemps; c'est ce qui a lieu dans tous les terrains légers et particulièrement dans ceux qui renferment du sable bouillant. Dans ces circonstances il faut procéder comme suit.

On exécute le déblai à la manière ordinaire sur toute la profondeur à laquelle les talus se soutiennent; il reste alors une ou deux pelletées de terre à enlever pour mettre les tranchées à fond. Avant que de les extraire on nivelle soigneusement le plafond

provisoire du fossé, en lui donnant exactement la pente que doit avoir le plafond définitif; après quoi un homme ou deux hommes, travaillant aussi près que possible l'un de l'autre, achèvent les drains, en ayant soin d'enlever partout une même épaisseur de terre. Un autre ouvrier suit immédiatement, et il met en place, à mesure que le creusement avance, les matériaux que l'on a préparés sur le bord des tranchées.

Dans le cas où le terrain n'est pas tout à fait mouvant, le travail peut être conduit à la manière ordinaire sur toute la profondeur, si l'on a recours au procédé de nivellement que nous avons décrit plus haut (175); car l'ouvrier qui met la rigole à fond n'a besoin que d'un temps très-court pour s'assurer, avec la règle, si elle a la profondeur ou la pente requise.

Quand les parties supérieures des talus menacent de s'ébouler, on doit les soutenir au moyen de plan-

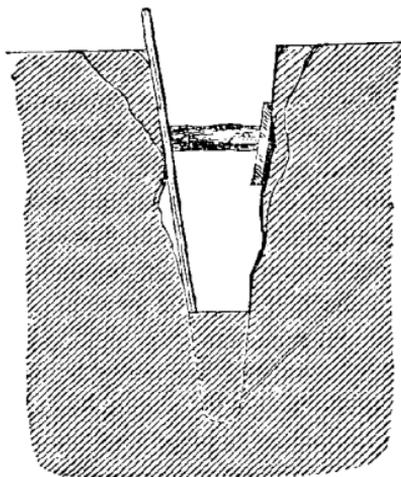


Fig. 59.

ches et d'étais (fig. 59). Il convient d'ailleurs d'attendre une saison favorable pour exécuter les travaux

dans les terrains mouvants ou légers; les entreprendre par un temps humide, c'est accroître les difficultés de l'ouvrage. Dans les autres cas, au contraire, il vaut mieux creuser les saignées par un temps humide que par un temps sec : le travail est alors plus facile et s'exécute plus nettement.

178. — *Cas d'un terrain tourbeux.* — Un terrain tourbeux peut être fouillé à la bêche; le creusement des tranchées y est conduit à la manière décrite au n° 173. Lorsque la couche de tourbe est peu épaisse et que les drains atteignent le terrain solide inférieur, aucune précaution particulière n'est à prendre : on exécute le drainage sans désemparer. Il n'en est pas de même quand il s'agit d'assainir des tourbières profondes. Dans ce cas, le sol pourrait ne point supporter le poids des ouvriers; en outre, la tourbe en se desséchant se contracte et se déjette fortement, en sorte qu'il y aurait à craindre que la continuité des conduits ne fût rompue plus tard, si on les mettait dans la tourbe humide. Pour éviter ces inconvénients, et aussi pour obtenir une assiette convenable pour les conduits, on doit exécuter l'ouvrage à plusieurs reprises, autant que possible par un temps sec. Après qu'une tranche est enlevée, on diffère la continuation du travail jusqu'à ce que l'intérieur du sol ait eu le temps de se dessécher par l'évaporation.

179. — La longueur que l'on peut déblayer avant de procéder à la construction des conduits dépend entièrement de la nature du terrain, de l'abondance des eaux et de l'état de l'atmosphère. Il faut approfondir les drains sur la plus grande longueur possible avant que d'entreprendre l'opération ultérieure; mais si le sol est d'une consistance très-faible et les eaux abondantes, on déblaye immédiatement les tranchées jusqu'au fond sur une faible longueur,

on y place les conduits et on y retourne la terre.

180. — Le creusement des drains se fait presque toujours à la tâche ; c'est le moyen le plus économique pour le propriétaire du fonds, mais c'est aussi celui qui exige de sa part ou de celle de ses agents la surveillance la plus active. On ne doit jamais procéder à la construction des conduits avant que la pente et la profondeur des rigoles aient été vérifiées.

La quantité de travail faite par les ouvriers qui creusent les tranchées, varie beaucoup avec les circonstances. Cinq hommes bien exercés, ayant chacun une besogne spéciale et travaillant comme nous l'avons dit au n° 173, font habituellement de 130 à 160 mètres courants de rigoles de 1^m,20 de profondeur, en douze heures de travail, dans un terrain de moyenne consistance. Quand ils rencontrent des pierres, le déblai marche avec plus de lenteur et chacun ne fait que 10 à 15 mètres dans sa journée.

181. — Pour compléter les détails relatifs au creusement des drains, nous avons réuni dans le tableau suivant les dimensions des bèches qui servent à ce travail, telles qu'on les fabrique dans les ateliers de construction de Haine-Saint-Pierre (Hainaut).

NUMÉROS des figures.	LONGUEUR du manche.	LARGEUR du fer au bas.	LARGEUR du fer au haut.	LONGUEUR du fer.	FLÈCHE à mi- hauteur du fer.	LONGUEUR de l'emman- chure.
45	0m.72	0m.198	0m.200	0m.234	0m.0065	0m.25
48	0m.76	0m.143	0m.167	0m.546	0m.0165	0m.27
49	0m.73	0m.106	0m.148	0m.450	0m.0110	0m.27
51	0m.66	0m.100	0m.150	0m.310	0m.0500	0m.35

4. — Construction des conduits des drains.

Les meilleurs matériaux à placer au fond des tranchées sont les tuyaux en poterie; néanmoins, comme il se fait encore quelquefois des drains en pierres ou en briques, nous dirons quelques mots des précautions à prendre pour les construire.

182. — *Drains empierrés.* — Les blocailles dont on se sert pour faire les drains empierrés sont ramassées dans les champs, dans le lit d'une rivière ou proviennent d'une carrière. Les cailloux roulés des rivières et les pierres émoussées des champs sont préférables aux déchets de carrière, parce que quand ils sont placés dans les drains, ils laissent entre eux des vides plus considérables que les pierres anguleuses, et que leur enchevêtrement est plus lent et plus difficile; ils présentent aussi moins de résistance que ces dernières au mouvement de l'eau.

Les pierrailles doivent être exemptes de matières terreuses, dont on les dépouille, au besoin, par le lavage; de plus, elles doivent présenter des dimensions déterminées. Les pierres trop grosses peuvent former barrage en se plaçant en travers du fond des rigoles; les pierres trop petites, au contraire, se prennent en une masse compacte qui ne laisse point filtrer l'eau avec facilité. Les pierres les plus convenables pour faire les drains empierrés sont celles qui peuvent passer à travers un anneau de sept à huit centimètres de diamètre; quand celles dont on dispose excèdent cette dimension, on doit les concasser si l'on veut obtenir un bon conduit.

On jette les pierrailles dans le fond des tranchées au moyen d'une pelle ordinaire, en ayant soin de ne

pas les lancer contre les talus; la terre qui s'en détacherait par le choc se mêlerait aux pierres et occasionnerait des obstructions. On régale la surface supérieure de l'empierrement à l'aide d'un petit râteau de fer; puis, quand elle est bien unie, on la recouvre avec des substances végétales, telles que la paille, la bruyère, les feuilles sèches, la mousse, ou au moyen d'un gazon de 5 à 6 centimètres d'épaisseur. Cette couverture a pour but d'empêcher la terre de s'introduire entre les pierres lorsqu'on la rejette dans les tranchées, de faire obstacle à ce que cette introduction ait lieu plus tard par suite de l'affaissement graduel de la terre de remplissage, du piétinement des animaux ou de la circulation des voitures. Elle a encore pour objet de ne point permettre à l'eau de pluie qui tombe directement au-dessus des drains, de descendre verticalement dans les conduits avec une certaine vitesse, car alors elle pourrait entraîner de la terre avec elle, surtout si les drains étaient peu profonds. La couverture remplit les fonctions d'un filtre; elle arrête momentanément les eaux et les oblige à déposer les matières terreuses qu'elles tiennent en suspension. Pour empêcher plus sûrement encore que l'effet dont nous parlons se produise, on met au-dessus de la couverture 0^m,15 à 0^m,20 de la terre la plus compacte que l'on ait sous la main et on la dame fortement.

Les matières végétales dont on recouvre les pierres sont sujettes à pourrir au bout d'un temps assez court; le conduit est alors exposé à une partie des inconvénients que l'on voulait prévenir. Il est préférable, quand on le peut, d'employer pour couverture des pierrailles très-fines ou du gros gravier; on en met une couche de 8 à 10 centimètres d'épaisseur par-dessus l'empierrement.

Les conduits empierrés doivent toujours être faits avec des matériaux résistants, non susceptibles de se décomposer graduellement sous l'action de l'air et de l'eau.

On a imaginé différents appareils dans le but de rendre la construction des drains empierrés plus parfaite et plus économique ; nous ne croyons pas qu'au point où sont arrivés les perfectionnements du drainage, les drains empierrés puissent encore être appliqués sur une grande échelle, et par conséquent nous ne décrirons point les appareils dont il s'agit

183. — *Drains en pierres plates et en briques.* — La construction des conduits en pierres plates ou en briques ne présente rien de particulier. Pour les premiers, on choisit les pierres les plus régulières, on les fait joindre aussi bien que possible, et, quand il reste entre elles des intervalles trop considérables, on les recouvre de pierres plus petites. Les conduits en briques exigent des précautions analogues. Ils sont faits, comme les précédents, par un ouvrier placé au fond de la tranchée et auquel un aide passe les matériaux à mesure des besoins. Les briques évidées s'assemblent de façon à ce que chaque pièce de la rangée supérieure repose par moitié sur deux pièces de la rangée inférieure.

184. — *Drains en tuyaux.* — Les tuyaux de grande dimension se placent généralement à la main, parce que les rigoles qui doivent les recevoir ont une largeur suffisante pour qu'un ouvrier puisse se tenir au fond. Les tuyaux d'un petit diamètre sont posés dans les tranchées étroites qui leur sont destinées par un ouvrier qui reste debout sur la surface du terrain et qui se sert d'un outil très-ingénieux représenté dans la fig. 60. Cet outil se compose d'une tige de fer *ab*, de 0^m,26 de longueur, légèrement aplatie à l'extrémité,

et portant à l'arrière deux rondelles circulaires *b* et *c*; dont l'une, *b*, est un peu plus large que le vide intérieur des tuyaux, et l'autre, *c*, un peu plus grande que l'ouverture des manchons. La distance entre ces rondelles est précisément égale à la moitié de la longueur des colliers. La tige est assemblée à vis sur une armature en fer qui se termine par un manche en bois long d'environ 2^m,30. L'outil est accompagné de deux ou trois pièces de rechange analogues à *a c*, qui servent à poser des tuyaux de différents diamètres; l'extrémité aplatie *a* sert à enlever les petites pierres ou les mottes de terre qui tombent au fond de la rigole durant l'opération de la pose. Il est indispensable que l'outil soit relié au manche en bois par une pièce de fer arrondie, comme le montre la fig. 60; quand cette disposition n'est pas suivie, le pose-tuyau est d'un emploi fort difficile.



Fig. 60.

L'ouvrier qui se sert de cet outil reste debout sur la surface du terrain, de manière à avoir la tranchée entre ses pieds. Il enfle la tige *a* dans l'intérieur du tuyau qu'il veut mettre en place; puis, donnant à cette tige une position verticale, il fait glisser le manchon sur le tuyau jusqu'à ce que le collier aille buter contre l'embase *c*, le bout du tuyau s'appuyant alors contre la rondelle *b*. Il ramène ensuite la tige dans une position à peu près horizontale, la descend au fond du drain en ayant soin que les pièces qu'elle porte

conservent leur position relative; il insère le bout du tuyau dans la partie du manchon, précédemment placé, qui est restée libre; puis, en appuyant sur le manche en bois, il enfonce légèrement le collier dans le terrain. Après cela, il retire l'outil du tuyau en conservant au manche une position à peu près verticale; il prend sur le bord du fossé un nouveau tuyau qu'il pose de même, en l'introduisant dans la moitié du dernier collier restée libre et en le faisant joindre aussi bien que possible au tuyau précédent.

L'opération de la pose est d'autant plus rapide que les rigoles sont moins profondes et que les tuyaux et les manchons sont mieux confectionnés. Dans de bonnes conditions, un ouvrier adroit assemble au fond d'une rigole de 1^m,20 de profondeur, avec l'instrument dont nous avons parlé, 350 à 450 tuyaux garnis de manchons en une heure de travail; mais la durée de cette opération est quelquefois doublée à cause de la mauvaise qualité des tuyaux et manchons, particulièrement lorsque ceux-ci ne sont ni parfaitement ronds, ni assez larges.

Si l'on ne fait pas usage de manchons, le travail se complique et devient beaucoup plus lent, car il faut alors avoir soin de faire joindre les tuyaux aussi exactement que possible et de les caler avec de la terre, de petites pierres ou des tessons de poterie pour qu'ils ne puissent se déranger.

Les mêmes précautions doivent être apportées à la pose des tuyaux de grand diamètre qu'un ouvrier placé au fond des rigoles arrange à la main. On doit les faire joindre aussi exactement que possible les uns aux autres, en les tournant au besoin dans diverses positions; puis les caler de chaque côté, de manière à ce qu'ils ne soient point sujets à se déranger quand on rejette la terre au-dessus d'eux. Les

tuyaux qui s'emploient sans manchons doivent être toujours entourés d'une mince couche de paille de seigle, qui a pour effet de prévenir les tassements inégaux et d'empêcher que la terre passe à travers les joints au moment du remplissage.

185. — La marche que l'on suit dans la pose des tuyaux varie considérablement avec l'état du terrain, sa consistance et son degré d'humidité.

Si le sol est sec à l'époque où on y travaille, ou si, renfermant certaine humidité, il est d'une consistance assez forte pour ne point se ramollir ni se laisser entraîner par l'eau, on procède à la pose des tuyaux en allant des parties basses vers les parties élevées, sans prendre d'autres précautions que celles que nous avons indiquées jusqu'ici. On construit d'abord les drains collecteurs, ainsi que les raccordements de ceux-ci avec les drains de dessèchement qui y débouchent, puis on met les tuyaux dans ces derniers quand chacun est à fond sur toute sa longueur.

Si le terrain moins compacte se laisse détremper par l'eau, il se forme au fond des rigoles une couche boueuse dans laquelle les tuyaux s'enfoncent par leur propre poids, et qui peut par conséquent les obstruer. Il importe alors d'enlever la boue avant que de placer les tuyaux; afin de le faire facilement et sans danger pour les conduits, on procède à la pose en allant des parties hautes vers les parties basses, et on balaye la boue vers la partie inférieure des tranchées à mesure que la pose avance. On fait donc en premier lieu le conduit des drains de dessèchement en commençant par les parties les plus élevées, et l'on termine par le collecteur. Il est aussi nécessaire, dans ce cas, de faire aux tuyaux un bon lit de paille de seigle, afin qu'ils ne s'enfoncent point dans le sol détrempe, qui reste encore au fond des

rigoles après que la boue en est extraite. Cette marche suppose que les rigoles puissent rester ouvertes pendant longtemps sans danger, ou que l'on puisse prévenir les éboulements en supportant çà et là les parties les plus compromises au moyen de planches et d'étais. S'il n'en est point ainsi, on exécute la pose comme nous l'avons indiqué en premier lieu, en ayant soin de mettre en dessous des tuyaux de la paille de seigle ou des cendres de houille, et par-dessus un lit de paille. Chaque fois que l'on interrompt la pose, pour attendre qu'une certaine portion de rigole soit mise à fond, on fait avec de la paille tassée un barrage transversal en avant du dernier tuyau, afin que les eaux sales et boueuses qui descendent des parties où les terrassiers travaillent, soient forcées de déposer leur limon et de se purifier quelque peu avant d'entrer dans les conduits.

186. — Nous devons dire encore de quelle manière se fait la construction du conduit des drains lorsque le terrain est mouvant et que les tranchées ne peuvent rester ouvertes que pendant un temps très-court. Nous avons fait remarquer déjà que, dans ce cas, on doit recourir à l'emploi des tuyaux-enveloppes (138), si l'on n'a point un fond suffisamment ferme pour y reposer le conduit; on peut aussi créer une fondation solide dans le sable boulant en y enfonçant des pier-railles, des fagots ou des branchages. On fait le conduit à mesure que les tranchées sont mises à fond sur une faible longueur, en s'y prenant de la manière suivante: Aussitôt que la tranchée est prête, l'ouvrier qui a mission de poser les tuyaux y place une certaine quantité d'argile ou de la terre la plus forte qu'il peut se procurer; il la tasse légèrement et met immédiatement les tuyaux par-dessus. Il recouvre ceux-ci sans délai d'une couche d'environ 10 centimètres de terre forte,

qu'il fait pénétrer des deux côtés des tuyaux jusqu'au fond de la tranchée et qu'il tasse soigneusement; après quoi on comble de suite la tranchée.

L'argile est la matière la plus convenable pour entourer les tuyaux qui doivent se trouver au milieu du sable mouvant, mais il faut qu'elle soit émiettée et non en mottes; sous ce dernier état, elle ne formerait pas un lit assez compacte, ni assez serré pour garantir les tuyaux contre le sable. Les substances végétales, telles que la paille, la mousse, etc., ne conviennent point pour l'objet dont nous parlons, attendu qu'elles ne constituent pas une enveloppe suffisamment étanche.

La construction du conduit des drains dans le sable boulant est un travail extrêmement délicat; on ne saurait y apporter trop de précautions.

187. — L'ouverture du dernier tuyau de chaque drain, vers le haut, doit être fermée hermétiquement au moyen d'une pierre plate ou d'une brique, et recouverte de débris de poterie, afin que la terre ne puisse pas s'y introduire.

188. — Dans la construction du conduit des drains collecteurs, il faut se ménager, aux points où ceux-ci sont rencontrés par les drains de dessèchement, un moyen de relier convenablement les deux conduits. Le raccordement peut avoir lieu de plusieurs manières. La meilleure de toutes consiste à faire usage, pour cet objet, de tuyaux particuliers : celui du drain collecteur a vers le haut une ouverture elliptique (fig. 61) destinée à recevoir le bout légèrement recourbé (fig. 62) ou biseauté (fig. 63) du premier tuyau des drains de dessèchement. Ces tuyaux sont apprêtés à la fabrique lorsqu'ils ne sont pas encore tout à fait secs; néanmoins, rien n'est plus facile que de percer, au besoin, des tuyaux cuits, en se servant de la pointe

d'un couperet ou d'un ciseau, et en procédant avec précaution, par petits coups, afin de ne pas écraser le tuyau.

Fig. 61.

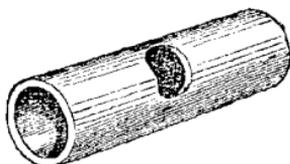


Fig. 62.



Fig. 63.



Lorsqu'on doit raccorder deux drains garnis de tuyaux du même diamètre, il faut mettre au point de jonction, dans la conduite continue, un tuyau entier du même calibre que les manchons, et y pratiquer une ouverture pour recevoir le bout de la rigole qui aboutit à la première. Cet assemblage est représenté

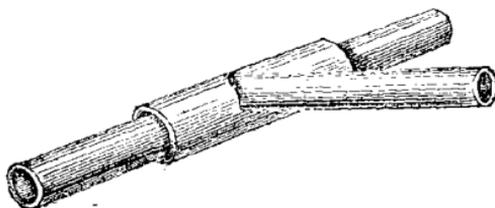


Fig. 64.

dans la figure 64. Les briques peuvent aussi servir, dans ce cas, à relier les drains à leur point de rencontre.

La décharge ou l'embouchure des drains collecteurs est souvent construite en bois ou en maçonnerie

de briques, sur une longueur de 0^m,50 à un mètre.

189. — La pose des tuyaux est une opération fort importante, d'où dépend la réussite du drainage et à laquelle on ne peut pas apporter trop de soin. Elle ne doit jamais être donnée à la tâche; il faut la confier à un ouvrier adroit, intelligent, auquel on assure un salaire convenable. Le mieux est de payer le poseur à la journée et de le charger de la surveillance des terrassiers qui creusent les saignées. On doit exiger de lui un travail soigneusement exécuté, plutôt que de l'astreindre à en faire une quantité considérable.

5. — Remplissage des tranchées.

190. — Après que les conduits des drains sont établis, il reste à combler les tranchées. Pendant longtemps les opinions ont été très-divisées concernant la manière dont cette dernière partie du travail doit se faire. Beaucoup de draineurs, qui n'avaient point des idées exactes sur l'entrée de l'eau dans les drains, ont soutenu qu'il est indispensable de mettre au-dessus des conduits une certaine quantité de matériaux perméables pour faciliter la descente de l'eau vers le fond des drains. C'est là cependant une pratique sans objet, car nous avons fait remarquer à diverses reprises que la majeure partie des eaux de pluie n'entre point dans les drains par le dessus, mais qu'elle y arrive latéralement et toujours par le bas; en sorte que c'est faire, dans la plupart des cas (202), une dépense complètement inutile que de recouvrir, par exemple, les tuyaux avec des pierres, du gravier, des fascines, etc. La meilleure substance à placer sur les tuyaux est la terre la plus compacte que l'on ait extraite des tranchées; plus

cette terre est argileuse, mieux elle convient pour cet objet. Il ne serait pas prudent de mettre immédiatement au-dessus des conduits du sable très-fin, car l'eau qui tombe sur la partie supérieure des drains pourrait alors, dans sa descente rapide à travers le sol, entraîner des particules de sable jusque dans les tuyaux.

La terre que l'on rejette d'abord dans les tranchées ne doit pas être en mottes, mais à l'état pulvérulent, afin qu'elle constitue un revêtement ferme et serré; il faut la damer fortement soit avec les pieds, soit avec un pilon en bois, et continuer le remplissage par couches successives de 0^m,30 à 0^m,40 d'épaisseur, que l'on tasse soigneusement. C'est là une précaution excessivement importante, que des préjugés trop répandus parmi les cultivateurs font souvent négliger. Elle a pour objet d'empêcher l'eau qui tombe directement au-dessus des drains de délayer la terre et de descendre avec force vers les tuyaux en entraînant avec elle le sol détrempé. Nous avons vu, dans les travaux où l'on n'avait point tenu compte de nos recommandations, qu'une forte pluie d'orage recreusait profondément les tranchées et que les eaux s'engouffraient vers les conduits en entraînant la terre avec elles. Ce sont là des circonstances compromettantes pour la durée du drainage; il importe par conséquent de les prévenir. D'ailleurs, lorsque la terre de remplissage n'a pas été convenablement damée, il s'y produit un tassement qui dure pendant plusieurs années; à l'endroit des tranchées, le terrain s'affaisse, se détache du sol non remué, laissant tout le long des drains de larges crevasses dans lesquelles les eaux pluviales se précipitent avec force, entraînant avec elles des matières terreuses qu'elles peuvent conduire jusque dans les tuyaux.

C'est surtout quand on draine des prairies irriguées ou destinées à l'êtré, qu'il est nécessaire de se conformer aux indications qui précèdent; le remplissage des tranchées doit alors se faire par couches peu épaisses que l'on pilonne fortement, de manière à leur donner la même consistance qu'aux autres parties du terrain.

191. — On comble les tranchées à bras d'homme ou à la charrue. Dans le premier cas, les ouvriers se servent d'une pelle ordinaire si la terre est pulvéru-



Fig. 65.

lente, et d'un petit râteau de fer à trois dents (fig. 65) si elle est en mottes volumineuses.

Lorsque l'on se propose d'employer la charrue, il est indispensable de recouvrir d'abord les tuyaux d'une couche de terre de 0^m,30 d'épaisseur que l'on tasse très-fortement; on termine l'ouvrage au moyen d'une charrue ordinaire attelée de deux chevaux, qui marchent respectivement des deux côtés de la tranchée à combler. Cette manière de remplir les rigoles est expéditive et économique, puisque le travail coûte seulement un peu plus d'un demi-centime par mètre courant, mais elle est moins sûre que la première.

Le remplissage des tranchées doit se faire aussitôt que possible après la pose des tuyaux, sinon en entier, du moins sur une hauteur de 0^m,30 à 0^m,40. Dans les terres dont le sous-sol est fort compacte, on laisse les choses en cet état durant quinze jours ou trois semaines si l'atmosphère est sèche et chaude. Le

sous-sol, se trouvant ainsi en contact avec l'air par un grand nombre de points, s'assèche rapidement par évaporation; il se crevasse, se fissure dans toutes les directions sur une grande profondeur, et l'effet du drainage se fait ensuite sentir d'une manière plus rapide.

La terre provenant du déblai ne peut point rentrer entièrement dans les tranchées, lorsqu'on ne dame pas le remplissage par couches peu épaisses; on est obligé de faire avec l'excédant une petite levée au-dessus des drains. Peu à peu le sol se tasse et cette levée disparaît. Dans le drainage des prairies, on a soin de mettre à part le gazon et on le replace proprement au-dessus du drain, quand celui-ci est comblé.

CHAPITRE XVIII.

EXPOSÉ DE LA MÉTHODE DE DRAINAGE D'ELKINGTON.

192. — Le drainage complet s'applique principalement aux terres dans lesquelles il n'existe point de sources, ou du moins à celles où l'eau des sources ne joue qu'un rôle secondaire. Quand l'humidité est due uniquement à la présence des eaux souterraines, on a recours à la méthode de drainage d'Elkington. Ce cas est beaucoup moins fréquent que le premier; mais, bien que la méthode d'Elkington ne comporte que des applications très-restreintes, nous devons en faire connaître le principe, parce qu'elle procure quelquefois le moyen d'assainir fort économiquement de grandes étendues de terrains marécageux.

1. — Principes généraux du drainage d'Elkington.

193. — Les principes du drainage d'Elkington sont très-simples; il n'en est pas de même de leur application. La méthode dont il s'agit consiste à couper au sein des sources et des eaux souterraines un petit nombre de tranchées profondes, de manière à intercepter les unes avant qu'elles n'arrivent à la surface du terrain, et à procurer aux autres un débouché facile, par lequel leur niveau soit tellement abaissé

qu'elles ne puissent plus nuire au sol supérieur. Or, nous avons dit (48) que les dispositions relatives des couches poreuses et des couches imperméables, qui donnent naissance aux sources et aux terrains marécageux, varient à l'infini, en sorte qu'il est impossible de formuler en règles générales et précises les moyens d'assainir ce genre de terrains. C'est par une observation longue et attentive des phénomènes qui accompagnent la formation des sources, que l'on arrive à déterminer les procédés d'assèchement les mieux appropriés à chaque circonstance. Une longue expérience et un tact spécial sont nécessaires pour réussir dans l'application de la méthode d'Elkington. Il faut, en outre, tâcher d'acquérir dans chaque cas, au moyen de sondages multipliés et profonds, une connaissance exacte de la constitution géologique du terrain dans la localité où l'on veut opérer.

On n'est point assujéti, dans l'assainissement des terres à sources, à mettre les drains suivant la déclivité du sol; leur position est très-variable : le plus souvent ils sont dirigés transversalement à la pente et s'embranchent les uns sur les autres. Leur profondeur est réglée par celle des gisements perméables qui alimentent les sources.

Nous essayerons de faire comprendre par quelques exemples les diverses dispositions auxquelles on peut avoir recours.

2. — Application de la méthode d'Elkington à quelques cas particuliers.

194. — *Dessèchement par des saignées ordinaires.*
— Soit en *p* (fig. 1, p. 53) une couche aquifère enclavée dans des couches imperméables et qui aboutit

à la partie inférieure d'une côte, au point où commencent les terrains bas de la vallée. On sait (49) qu'en ce cas les eaux qui sortent de la couche p rendent humide toute l'étendue depuis a jusqu'à c . Mais si l'on établit au point a , immédiatement au-dessus du terrain mouillé, un drain assez profond pour traverser la couche poreuse et atteindre le sol imperméable sur lequel elle repose, on fera cesser la cause qui produit l'humidité, et l'on asséchera par ce seul drain tout le terrain ac . Dans des circonstances semblables on fait ordinairement la tranchée à la limite des parties humides du terrain; mais avant que d'adopter définitivement cette position, il convient de sonder dans la montagne, afin de voir s'il n'y a point un endroit où la couche aquifère est plus rapprochée de la surface que dans le dessous, ce qui pourrait arriver, si cette couche avait une section sinueuse.

195. — Dans le cas de la fig. 2 (page 54), où le pied d'une couche perméable est brusquement arrêté par un terrain rétentif, il est clair que si l'on pratique en H une saignée jusqu'à l'eau qui alimente les sources, et si l'on y place un conduit pour transporter celle-ci dans le fossé C , on fera disparaître toute humidité nuisible. Il importe ici de bien distinguer entre les sources permanentes et les sources temporaires qui se forment en D et qui peuvent même se montrer dans la portion BC ; on comprend en effet que, pour obtenir un dessèchement parfait, il faut détruire les sources permanentes et non les sources temporaires.

196. — Lorsque les couches aquifères sont disposées comme dans les fig. 3 et 4 (page 56), les eaux souterraines rendent humide l'étendue de terrain depuis A jusqu'à B ; cependant il n'est point nécessaire de pratiquer une saignée de chaque côté, au-dessus

des portions mouillées; un drain unique placé dans le thalweg C et mis en communication avec la couche poreuse donnera issue à l'eau souterraine et assainira complètement le marais.

197. — Quelquefois les eaux d'une même couche perméable se font jour en des points fort éloignés les uns des autres, comme c'est le cas dans la fig. 66, où

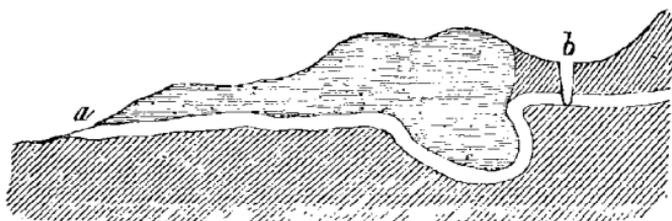


Fig. 66.

l'humidité apparaît à la fois en *a* et en *b*. La méthode d'Elkington peut être, dans ce cas, particulièrement économique; car un seul drain fait en *b* délivrera de leur humidité les deux parties à la fois. C'est ainsi que souvent une tranchée faite à travers un marais sur un terrain élevé assèche en même temps d'autres marécages à un niveau plus bas sur le même versant.

Inversement à ce qui a lieu ci-dessus, l'humidité

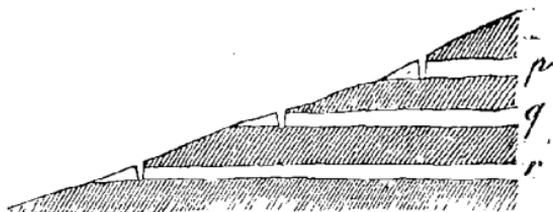


Fig. 67.

d'un même marécage peut provenir de couches aquifères différentes, comme *p*, *q*, *r* (fig. 67); il est alors nécessaire de faire plusieurs tranchées à travers le

terrain humide, afin d'atteindre les différents lits qui contiennent l'eau.

198. — On voit, par ces exemples, que la profondeur des drains est constamment déterminée par celle des couches qui recèlent les eaux souterraines. Cependant il n'est pas toujours possible d'atteindre ces dernières par des tranchées ordinaires. En maintes circonstances, elles se trouvent à une distance si considérable de la surface du sol, que l'emploi de simples drains deviendrait excessivement coûteux; très-souvent aussi la situation particulière des sols marécageux s'oppose à l'application des moyens que nous avons indiqués, par la raison que l'on ne trouverait aucun point assez bas pour y faire déboucher les drains. On pratique alors le dessèchement au moyen de puits ascendants ou de puits absorbants. Ces deux procédés complètent la méthode d'Elkington.

199. — *Dessèchement par des puits artésiens ou ascendants.* — Quand les couches aquifères ne sont point situées à plus de trois mètres de la surface du sol, on pousse habituellement les drains jusqu'à cette profondeur, pour autant que l'on puisse procurer aux eaux qu'ils recueillent un débouché convenable. Dans le cas contraire, on ouvre les drains sur la plus grande profondeur possible et l'on creuse de distance en distance, sur le côté, des puits ou des trous de sonde que l'on pousse jusqu'à la rencontre des couches aquifères. Ce procédé est appliqué dans la fig. 2 (page 54), où o est le fond du drain et q l'un des puits forés sur le côté. En vertu de la pression que les couches d'eau inférieures supportent, elles s'élèvent dans le puits, atteignent le conduit des drains par lequel elles s'échappent et le niveau des eaux souterraines est ainsi abaissé jusqu'à celui du fond des saignées.

Les puits ascendants ont une section rectangulaire ou circulaire; on les fait à la bêche si leur profondeur n'excède pas 1^m,50, et on leur donne la largeur strictement nécessaire pour qu'un ouvrier puisse y travailler à l'aise. Quand ils doivent aller à une plus grande distance en dessous du drain, on les fore au moyen d'instruments particuliers appropriés à la nature du terrain qu'ils traversent.

Les ouvertures destinées à l'ascension de l'eau sont faites sur le côté des drains et non point dans le fond de ceux-ci, afin que les matières entraînées par l'eau ne puissent pas arriver aussi facilement dans le conduit et l'obstruer.

200. — *Desséchement par des puits absorbants.* — Il arrive quelquefois que la couche imperméable sur laquelle repose la veine aquifère ne présente qu'une faible épaisseur et qu'il se trouve en dessous d'elle d'autres couches perméables qui s'étendent à une grande distance vers les parties plus basses du terrain et correspondent à des vallées très-éloignées. Lorsque cette circonstance se rencontre, on peut donner une issue naturelle aux eaux nuisibles sans recourir à la construction de conduits de décharge. Il suffit de percer, par des puits ou des forages à la sonde, la couche imperméable, afin de mettre la veine aquifère en communication avec les couches absorbantes inférieures. Deux ou trois forages à l'hectare suffisent souvent pour cet objet; on les fait à la bêche ou à la sonde suivant la profondeur qu'ils doivent avoir et la nature des terrains qu'ils traversent. Ce moyen de desséchement ne peut être employé avec économie que quand le banc qui sépare les couches perméables n'a qu'une faible épaisseur et qu'il est formé de matériaux peu consistants; sans cela les dépenses du forage atteignent un chiffre fort élevé.

La recherche des couches absorbantes doit se faire d'abord sur une petite échelle, et nous avons déjà dit, à ce propos, qu'avant d'entreprendre de semblables recherches, il est utile de consulter une carte géologique ou de s'entourer de tous les renseignements qui ont été recueillis sur la constitution du terrain dans la localité où l'on opère.

Lorsque les sources se forment naturellement un débouché, il suffit quelquefois d'élargir ou de forer l'intérieur de celui-ci, pour diminuer l'humidité du sol en donnant à l'eau un passage plus libre et plus facile.

3. — Mode d'exécution des travaux dans la méthode d'Elkington.

201. — *Creusement des tranchées.* — La largeur sur laquelle on ouvre les tranchées dépend de leur profondeur; elle doit être réduite à ce qui est strictement nécessaire pour que les ouvriers puissent y travailler à l'aise, afin d'avoir le moindre cube de terre à déblayer. Pour des tranchées de 1^m,80 à 2 mètres de profondeur, une largeur de 0^m,80 à 0^m,85 en gueule est suffisante. Dans la détermination de la largeur du plafond, il faut avoir égard à la nature des matériaux que l'on emploie pour faire les conduits et à la manière dont ils sont mis en place.

L'exécution du déblai se fait par des moyens analogues à ceux que nous avons précédemment décrits (173 et suiv.). Les tranchées étant généralement transversales à la déclivité du terrain, on rejette de préférence la terre qui en provient sur le bord le moins élevé. Lorsque la profondeur des drains atteint environ un mètre et demi, il devient difficile de rejeter

en une seule fois la terre du fond sur la surface du terrain; on conduit alors le travail de manière à ménager dans la tranchée un ou plusieurs gradins à des hauteurs convenables l'un au-dessus de l'autre. Le terrassier qui enlève la tranche du fond jette la terre sur la banquette qui est à sa portée; cette terre est ensuite reprise à la pelle par un ouvrier placé sur cette banquette et jetée hors de la tranchée ou bien sur le gradin immédiatement supérieur, et ainsi de suite. Dans les tranchées profondes, il est souvent nécessaire de soutenir les talus au moyen de planches et d'étais pour prévenir les éboulements.

Si la terre est ferme et les éboulements peu à craindre, on ouvre les tranchées sur une grande longueur avant que d'y mettre les conduits; au cas contraire, on ne met à fond qu'une petite partie à la fois, on construit le drain à mesure que le déblai avance, et l'on recharge immédiatement. En tous cas, il faut vérifier avec soin la pente de la tranchée.

202. — *Construction des conduits.* — Anciennement les conduits des drains dont nous parlons étaient faits au moyen de pierres plates (185); on leur donnait une section rectangulaire de 0^m,20 à 0^m,25 de largeur sur 0^m,15 de hauteur, et on les recouvrait d'une couche de pierrailles épaisse de 0^m,60 à 0^m,90, afin de procurer à l'eau un bon lit de filtration. Les pierrailles, dans ce cas, ne doivent pas être réduites à une grosseur déterminée, comme lorsque l'empierrement lui-même constitue le conduit du drain; il ne faut pas non plus qu'elles soient déposées avec le même soin dans la tranchée, et l'on peut même, après avoir placé à la pelle une petite couche de blocailles au-dessus du conduit, déverser directement dans les drains le contenu des tombereaux qui transportent les pierres. On couvre l'empierrement avec du gazon

ou d'autres matières capables d'empêcher la descente de la terre entre les cailloux.

Aujourd'hui, on peut parfaitement appliquer les tuyaux en poterie à la construction des drains destinés à l'écoulement des sources, pourvu que l'on proportionne le diamètre ou le nombre des tuyaux au volume d'eau qu'ils ont à conduire. Dans ce cas, il est fort utile de mettre au-dessus des tuyaux une couche de pierrailles de 0^m,50 à 0^m,60 d'épaisseur, car ici les eaux ne s'introduisent pas dans le conduit uniquement par le fond; elles suintent généralement des couches poreuses sur une épaisseur assez considérable, et il importe par conséquent qu'elles trouvent dans leur marche un lit de matières perméables pour faciliter leur filtration vers les conduits des drains et les empêcher de continuer leur course dans la veine aquifère.

203. — *Forage et garniture des puits.* — Les puits destinés à l'ascension des eaux souterraines et les puits absorbants sont creusés à la bêche ou forés à la sonde. Les outils qui servent au forage varient avec la nature, la dureté des couches que l'on doit traverser et la profondeur qu'il faut atteindre. Nous en décrirons succinctement quelques-uns.

La *tarière* (fig. 68) sert à traverser les couches de terre argileuse peu collante; elle est construite en fer; sa longueur est généralement de 0^m,40 et son diamètre de 0^m,06 à 0^m,09. Pour forer dans les couches d'argile compacte, on emploie des tarières plus ouvertes que la précédente, le *vit à poiveau* (fig. 69), ou une simple lame de fer contournée en spirale, à laquelle on donne le nom de *langue de serpent*. Dans les graviers compacts et les banes de cailloux roulés, on fait usage du *perçoir* ou *hardi* (fig. 70) qui sert à désagréger les pierres, et de *ciseaux* de différentes

formes (fig. 71 et 72) pour les briser; on les retire ensuite au moyen d'un double tire-bourre.

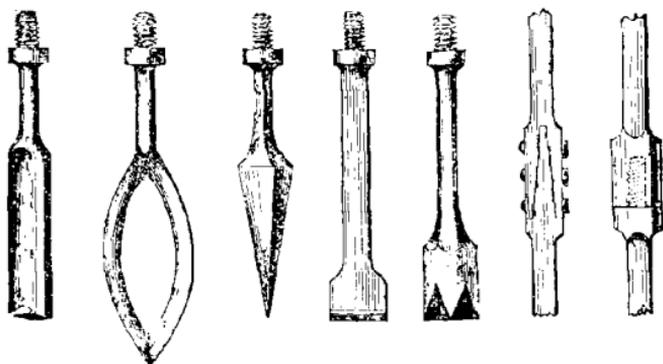


Fig. 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74.

Ces divers outils s'adaptent au bas d'une tige en fer, qui permet de les faire fonctionner à une pro-

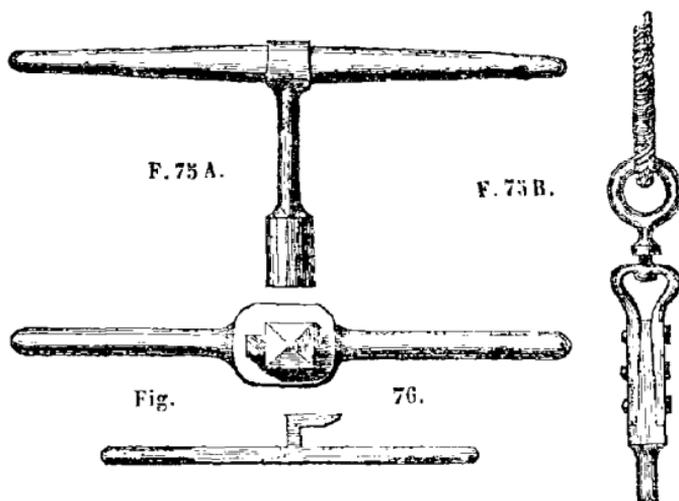


Fig. 77.

fondeur plus ou moins grande. La tige a ordinairement 0^m,023 à 0^m,054 d'équarrissage; elle est for-

mée d'un nombre variable de barres dont la longueur est de 5 à 8 mètres et qui s'assemblent l'une à l'autre par enfourchement (fig. 75) ou à vis (fig. 74). Une tête de sonde (fig. 75 A et 75 B) se place au haut de la tige; elle sert à imprimer à l'outil qui est à l'autre bout un mouvement de rotation, ou à le soulever pour le laisser retomber ensuite. On se sert aussi pour cet objet d'un levier en fer (fig. 76) présentant en son milieu une ouverture pour donner passage à la tige; on fait entrer celle-ci dans une échancrure latérale où on la fixe au moyen d'un coin en bois. La clef en fer (fig. 77) sert à soutenir les tiges et les outils pendant les manœuvres.

204. — L'emploi des instruments de sondage est assez simple lorsqu'on ne doit point forer à de grandes profondeurs. Dans les circonstances ordinaires, on creuse à côté du drain ou à la surface du sol, un puits d'environ 1^m,60 de largeur, dont on soutient les côtés par de la paille et des perches, quand cela est nécessaire. Au-dessus de ce puits, on établit un cadre en charpente, traversé par une pièce de bois échancrée, qui aide à diriger la tige de la sonde et à la maintenir dans une position verticale; sur les côtés de ce cadre on met des planches sur lesquelles se placent les ouvriers. Deux hommes manœuvrent la sonde en agissant par torsion ou par percussion suivant le genre de l'outil qu'ils emploient; un troisième se tient au fond du puits, dirige l'instrument, aide à le remonter, nettoie la coquille des tarières ou enlève les matières qui restent au fond du trou de sonde.

205. — Les puits destinés à l'ascension de l'eau sont remplis avec des cailloux ou de toute autre manière laissant à l'eau un libre passage; les trous de sonde n'ont en général besoin d'aucune espèce de garniture. Quant aux puits absorbants, on y met un

tube en bois ou en fer, et pour empêcher les matières terreuses de s'y introduire on forme autour du sommet du tube une excavation de 1^m,00 de profondeur au-dessus du fond de laquelle le tube placé dans le trou d'absorption s'élève de 0^m,60 à 0^m,80; le sommet du tube est garni d'une boule percée de trous en forme de tête d'arrosoir. Toutes les matières que les eaux entraînent avec elles se déposent au fond du puits, d'où on les enlève de temps à autre.

206. — *Incertitude de la méthode d'Elkington.* — L'application judicieuse de la méthode d'Elkington exige une connaissance parfaite de la nature des couches dont le terrain est composé, de leurs dispositions relatives, et de l'origine des eaux souterraines, afin que l'on puisse attaquer avec certitude la cause véritable qui produit l'humidité du sol à assécher. Le draineur a fréquemment, à cet égard, des doutes qui ne peuvent être levés que par des sondages et des essais préalables fort dispendieux; souvent aussi de trompeuses apparences rendent inefficaces les travaux qu'il entreprend; enfin lorsqu'il est nécessaire d'extraire des eaux profondes par le forage, le travail devient long, pénible, d'un succès douteux, car on n'est point certain de rencontrer de prime abord les réservoirs qui alimentent les sources, particulièrement si les couches aquifères sont formées par des roches fissurées. Nous avons été témoins de circonstances où il a fallu, en suivant la méthode d'Elkington, faire trois drainages successifs de plus en plus profonds, avant de réussir à assécher complètement le sol; nous en avons vu d'autres où deux puits, forés à 20 mètres de profondeur dans un champ, n'ont point amené d'eau à la surface, tandis qu'un troisième forage exécuté à quelque distance des premiers a parfaitement asséché plusieurs acres de terre.

Le drainage des terrains qui renferment des sources est beaucoup moins fréquent que celui des sols humides par suite de l'accumulation des eaux pluviales ; néanmoins les eaux de sources entrent souvent pour une certaine part dans la masse des eaux surabondantes que l'on doit extraire du sol, et il est fort peu d'opérations d'assainissement où l'on ne trouve point l'occasion d'appliquer, comme auxiliaire du drainage complet, quelque partie de la méthode d'Elkington, particulièrement celle qui consiste dans l'emploi des puits ascendants. C'est pourquoi nous avons cru devoir traiter de cette méthode avec quelque détail, sans lui accorder néanmoins plus d'importance qu'elle ne peut en avoir désormais.

CHAPITRE XIX.

DES OBSTRUCTIONS QUI PEUVENT SE PRODUIRE DANS LES DRAINS ET DES MOYENS DE LES COMBATTRE.

207. — Les conduits des saignées souterraines, de quelque manière qu'ils soient formés, sont exposés à des obstructions de diverses natures. Le draineur doit, dans chaque cas, employer des moyens propres à les combattre, car le curage des drains engorgés est toujours un travail difficile et dispendieux.

Les substances qui peuvent boucher les drains sont : les matières terreuses, les matières ferrugineuses, calcaires et séléniteuses, les racines des plantes, enfin les petits animaux des champs.

208. — *Obstructions produites par les matières terreuses.* — Il n'y a guère d'exemples que des conduits construits avec soin, au moyen de tuyaux en poterie, aient été engorgés par des dépôts de sable ou de matières terreuses, tandis que ces exemples ne sont que trop fréquents pour les drains dont le fond est rempli de fascines, de perches ou de pierrailles, qui, comme nous l'avons dit précédemment, ne fonctionnent que durant un petit nombre d'années. Le seul remède à ce mal est de prendre des précautions minutieuses pour que les eaux pluviales ne puissent pas descendre avec trop de rapidité vers les conduits.

D'ailleurs des drains de ce genre ne conviennent nullement dans les sols d'une faible consistance, ni dans les terrains sablonneux, surtout quand le sable est fin et susceptible d'être entraîné par l'eau. Dans de telles conditions, il est indispensable pour obtenir des conduits durables d'employer les tuyaux en poterie, garnis de manchons ou de tuyaux-enveloppes. Lorsqu'on ne néglige, dans la confection des conduits en tuyaux, aucune des précautions que nous avons indiquées, on n'a point à craindre l'engorgement par les matières terreuses. Dans les terrains fermes, les tuyaux sont entourés de terre forte que les eaux délayent difficilement; dans tous les cas, celles-ci, en suintant à travers le sol et en passant ensuite lentement par les joints des tuyaux, ne peuvent acquérir une vitesse assez grande pour entraîner la terre jusque dans les conduits; elles descendent à travers la couche supérieure du terrain comme à travers un filtre et elles arrivent parfaitement claires dans les tuyaux. Quand les saignées sont établies dans un sable très-mouvant, on a, pour les préserver contre l'introduction du sable, la ressource d'employer des tuyaux-enveloppes et celle d'entourer le conduit d'une couche de terre forte (186). Les tuyaux en poterie à section circulaire sont moins exposés que tous les autres genres de conduits aux obstructions dont nous parlons, parce que l'eau y ayant une grande vitesse est capable d'entraîner avec elle les matières qui, dans des circonstances exceptionnelles, entrent dans les tuyaux.

209. — *Obstructions produites par les substances ferrugineuses, calcaires et séléniteuses* — Dans les contrées où le sous-sol est calcaire ou crayeux, les eaux liennent souvent en *dissolution* du carbonate de chaux qui passe nécessairement avec elles dans les drains. Cette substance n'étant dissoute qu'à la

faveur d'un excès d'acide carbonique, et celui-ci se dégageant dès que les eaux arrivent à l'air libre dans les conduits, elle se dépose en incrustations qui durcissent promptement et finissent par fermer complètement le passage à l'eau. Les eaux séléniteuses produisent les mêmes effets. Un phénomène analogue se présente aussi quand elles sont ferrugineuses. Le protoxyde de fer, tenu en dissolution dans l'eau, se transforme au contact de l'air en peroxyde insoluble et se dépose ensuite en flocons très-légers, qui peuvent obstruer les drains, surtout lorsque la matière minérale est mélangée à des substances terreuses.

L'engorgement par les substances calcaires et séléniteuses est peu à craindre en Belgique; mais il n'en est pas de même de celui qu'occasionnent les matières ferrugineuses, qui sont extrêmement abondantes dans notre pays. Certains sols appartenant à la formation des terrains éocènes, ainsi que les marécages tourbeux, en contiennent une très-grande quantité, qui se montre au fond des fossés à ciel ouvert, sous la forme d'un dépôt rougeâtre et floconneux. Dans ces circonstances, des drains empierrés s'engorgent beaucoup plus promptement que les conduits en poterie, car les premiers divisent fortement le courant d'eau et le mettent en contact avec l'air par un très-grand nombre de points; en outre la vitesse d'écoulement dans ces drains étant toujours très-faible, il n'y a pas à espérer que les dépôts puissent être entraînés par le liquide jusqu'à l'embouchure des drains collecteurs.

L'emploi des tuyaux ronds présente encore ici un avantage incontestable; les eaux y ont, en effet, une grande vitesse et elles sont capables dans beaucoup de cas d'entraîner les matières minérales qui se précipitent à l'intérieur des tuyaux. Si l'on remarque en outre que la présence de l'air joue un grand rôle dans

la précipitation des dépôts, on sera convaincu que le meilleur moyen d'empêcher ceux-ci de se former consiste à employer des tuyaux très-petits, tels que, pendant une grande partie de la durée de l'écoulement, ils soient complètement remplis d'eau et ne contiennent que peu d'air ou d'espace vide. Ce système a réussi à M. Parkes dans la propriété de sir Robert Peel à Drayton-Manor ; on y a fait usage de tuyaux circulaires de 0^m,025 de diamètre qui, jusqu'à ce jour, n'ont pas cessé de fonctionner et assèchent une terre où l'abondance des matières ferrugineuses avait toujours rendu vaines toutes les tentatives de drainage faites au moyen d'autres conduits. Les nombreuses observations que nous avons eu l'occasion de faire au sujet des obstructions par les matières ferrugineuses, n'ont servi qu'à nous confirmer dans l'opinion que nous venons d'émettre.

Lorsque l'engorgement des drains par les matières ferrugineuses est à craindre, il faut prendre, pour le prévenir, toutes les précautions possibles. Nous recommandons particulièrement les suivantes : 1° donner aux drains une forte pente ; 2° ne point les continuer sur une trop grande longueur ; 3° faire déboucher séparément les conduits des drains de dessèchement dans un fossé à ciel ouvert ; 4° si l'emploi des collecteurs est indispensable, multiplier autant que possible le nombre des décharges ; 5° interrompre les collecteurs très-longs par des puisards (153) distants les uns des autres d'environ 50 mètres, et donner à ces puisards une profondeur plus forte que celle des drains, afin que les matières ferrugineuses puissent se déposer au fond ; on enlève celles-ci par des curages périodiques ; 6° entretenir avec le plus grand soin les fossés qui reçoivent les eaux du drainage, afin que l'embouchure des drains ne soit jamais sous l'eau ;

7° faire de temps à autre des chasses en retenant l'eau des drains et la lâchant ensuite.

Un moyen que nous avons appliqué avec grand succès dans des circonstances où des obstructions continuelles se produisaient à l'intérieur des drains collecteurs, consiste à y faire passer un filet d'eau amené d'un ruisseau voisin; malheureusement ce moyen n'est pas toujours praticable.

210. — *Obstructions produites par les racines des plantes.* — Les racines de certaines plantes ont une tendance toute particulière à se diriger vers les conduits des drains, à la recherche de l'humidité. Lorsqu'elles atteignent ceux-ci, un filament très-mince, très-délié, s'y introduit, puis il s'allonge contre le courant de l'eau, et se développe en une masse fibreuse, semblable à une queue de renard, qui ferme complètement le passage à l'eau.

On signale comme très-dangereuse pour les drains, la présence de la renouée amphibie (*polygonum*), de la prêle (*equisetum*), du tussilage, du seneçon jacobée. Parmi les arbres, le saule, le frêne, l'orme, le peuplier, le marronnier sont particulièrement à craindre. Les drains très-profonds sont mieux à l'abri que les autres de ce genre d'obstruction; mais ils n'en sont pas tout à fait exempts. C'est pourquoi il faut toujours tenir les saignées à une distance de 7 à 10 mètres des haies vives, des lignes de plantations ou des arbres isolés. Quant on est forcé de les en rapprocher davantage, on garantit les conduits au moyen de tuyaux-enveloppes, ou bien on remplace les tuyaux, sur une certaine longueur de part et d'autre des arbres, par de la maçonnerie de briques rejointoyée avec soin. Un moyen excellent pour éloigner les racines des végétaux, consiste à imprégner la terre qui entoure les tuyaux de goudron minéral. On ne doit

d'ailleurs jamais hésiter à sacrifier quelques arbres, lorsqu'ils sont dangereux pour les drains. Le drainage souterrain fait avec des tuyaux ne convient point pour assainir les bois; on ne peut guère dessécher ceux-ci que par des fossés à ciel ouvert.

211. — *Obstructions produites par les animaux.* — Les petits animaux des champs, tels que les rats, les souris, les taupes, les grenouilles, etc., peuvent, si l'on ne prend aucune précaution pour défendre l'entrée des drains, s'introduire dans les conduits, y pénétrer et former par suite des obstructions ou des obstacles à l'écoulement de l'eau. Pour les empêcher d'entrer, on met à l'embouchure un petit grillage en fer convenablement serré.

Quand l'embouchure est garnie en bois ou en maçonnerie, on y encastre quelques petits barreaux de fer; dans les circonstances ordinaires le grillage se place entre l'avant-dernier et le dernier tuyau de la conduite.

On fait usage, soit d'un gros fil de fer recourbé comme le montre la fig. 78, que l'on implante dans la terre entre les deux derniers tuyaux, soit d'une plaque de tôle goudronnée (fig. 79) de 0^m,002 d'épaisseur, convenablement découpée. Les petits barreaux de cette plaque ont 0^m,004 de largeur; les vides qu'ils laissent entre eux mesurent 0^m,01; les pointes inférieures s'enfoncent dans le terrain.



Fig. 78 et 79.

L'emploi des grillages diminue la section d'écoulement des tuyaux; il est par conséquent nécessaire de mettre à l'embouchure du collecteur des tuyaux d'une ouverture un peu plus forte qu'aux autres endroits; c'est entre ces tuyaux que l'on place les grilles.

212. — Les drains collecteurs portent quelquefois directement leurs eaux à un ruisseau ou à une rivière dont le régime est variable. On croit généralement qu'il est nécessaire, dans ce cas, de garantir l'embouchure des conduits contre l'introduction des eaux troubles aux époques des crues, et l'on a recours pour cela à des moyens plus ou moins compliqués. L'expérience nous a fait reconnaître que l'on ne doit point se préoccuper de cette circonstance, particulièrement lorsque la pente des drains est un peu considérable. Voici, en effet, ce qui a lieu aux époques des crues. Lorsque le niveau des eaux du ruisseau ou de la rivière dans lequel débouche un collecteur, s'est élevé au point d'atteindre le conduit du drain, l'eau qui coule dans celui-ci est arrêtée; à mesure que le niveau extérieur monte, le liquide s'accumule dans le drain, et il finit par remplir complètement le tuyau sur une certaine longueur, jusqu'à ce que par son poids il fasse équilibre à la pression extérieure qui se produit sur l'embouchure. A partir de cet instant, l'écoulement de l'eau du drain recommence à se faire et continue malgré que l'embouchure soit noyée. On voit alors sortir du drain un courant d'eau parfaitement claire, qui repousse au loin les eaux troubles et boueuses du ruisseau. Celles-ci n'entrent donc point dans les tuyaux, comme on le suppose; pour qu'il en fût ainsi, il faudrait que les drains ne renfermassent point d'eau aux époques des crues, circonstance qui ne se réalise jamais.

CHAPITRE XX.

DES DEPENSES QU'OCASIONNE L'ÉTABLISSEMENT DU DRAINAGE COMPLET.

215. — *Éléments de la dépense.* — Les frais d'établissement du drainage complet s'évaluent généralement à l'hectare. Un très-grand nombre d'éléments ont sur eux de l'influence; ce sont principalement : la profondeur des saignées, leur espacement, le degré de consistance ou de compacité du terrain dans lequel elles sont creusées, la nature des matériaux qui servent à faire les conduits, leur valeur et les dépenses de leur transport à pied d'œuvre, le taux de la journée de travail, l'habileté des ouvriers, la position des points de décharge, la nécessité de recourir à des moyens extraordinaires pour se débarrasser des eaux du drainage, etc., etc.

Il est donc complètement impossible d'établir, d'une manière générale, ce que le drainage d'un hectare de terrain doit coûter, car la dépense qu'il occasionne varie d'une localité à l'autre dans des limites assez larges; souvent aussi elle diffère notablement pour des champs contigus. Ce n'est qu'après une étude approfondie du terrain, après avoir dressé le plan des travaux à faire pour l'assainir, que l'on peut établir avec quelque exactitude le détail estimatif de la dépense, en prenant pour base des calculs les données fournies par des opérations exécutées antérieurement dans des conditions analogues.

214. — D'après cela, il est intéressant et utile pour chacun d'avoir, sur les dépenses qu'exige le

TABEAU

Donnant pour vingt-cinq opérations de drainage, faites dans

Nos D'ORDRE.	COMPOSITION DU SOUS-SOL (1).	PROFONDEUR	ESPACEMENT
		DES DRAINS.	DES DRAINS.
4	2	3	4
1	Glaise bleue	MÈTR. 1,20	MÈTR. 10
2	Argile sablonneuse et pierres	1,40	15
3	Argile ordinaire	1,20	10 à 12
4	Id.	id.	11
5	Id.	id.	12
6	Id.	id.	10
7	Argile forte	1,35	9
8	Glaise compacte	0,60	5
9	Argile et sable bouillant	1,00 à 1,20	10 à 13
10	Sable gras	0,65	15
11	Argile sablonneuse	1,20	10 à 12
12	Argile forte	0,85	7
13	Glaise très-pierreuse	0,70	7
14	Argile et schiste	1,00 à 1,20	10
15	Argile sablonneuse	1,20	11 à 12
16	Sable glaiseux	1,35	13
17	Tourbe et sable	0,70 à 1,20	13 à 15
18	Argile ordinaire	1,20	11
19	Argile sablonneuse	id.	10 à 14
20	Argile ordinaire	1,30	12 à 13
21	Sable argileux compacte	1,25	10 à 12
22	Argile sablonneuse	id.	14
23	Argile, sable et tourbe	1,20	10 à 12
24	Glaise compacte	0,75	5 à 6
25	Argile et gravier	1,20	13

(1) Nous désignons sous le nom de *glaise* les argiles très-pures qui contiennent peu ou 0,50 de silice libre.

drainage, un certain nombre d'indications tirées de travaux faits dans des circonstances variées. Les

A.

des conditions diverses, le détail de la dépense à l'hectare.

LONGUEUR PAR HECTARE			DÉTAIL DE LA DÉPENSE RÉDUITE À L'HECTARE					COUT du drainage à l'hectare, non compris le transport des tuyaux.
des drains d'assé- chement.	des collec- teurs.	TOTAL	Coût des tuyaux.	Transport des tuyaux.	Main- d'œuvre.	Frais divers.	TOTAL.	
5	6	7	8	9	10	11	12	13
MÈTR.	MÈTR.	MÈTR.	F. C.	F. C.	F. C.	F. C.	F. C.	F. C.
»	»	»	117 54	28 49	85 25	1 61	232 88	204 39
»	»	»	108 69	24 17	57 62	6 04	192 52	168 35
941	155	1096	67 41	7 79	102 75	5 75	183 70	175 91
915	210	1125	73 24	8 77	73 34	1 00	156 35	147 58
737	185	922	75 55	9 87	82 05	2 00	169 47	159 60
988	216	1204	90 92	9 25	80 16	1 00	181 33	172 08
1197	154	1351	88 34	5 00	80 85	5 75	179 94	174 94
1701	133	1834	167 07	9 77	87 24	4 00	262 08	252 31
758	100	858	116 65	»	84 03	6 32	»	207 05
455	112	567	61 73	»	31 18	4 88	»	97 79
853	114	967	80 21	»	70 78	7 28	»	158 27
1228	116	1344	107 45	»	282 24	3 00	»	392 69
1248	94	1342	112 60	»	244 56	2 54	»	356 70
711	138	849	63 84	12 00	127 35	3 25	206 44	194 44
782	198	980	83 29	10 00	68 60	3 00	154 89	164 89
595	169	764	99 20	»	77 16	3 23	»	179 56
675	124	729	66 63	»	99 14	10 62	»	176 39
912	210	1122	91 56	»	84 15	2 00	»	177 71
758	125	923	77 18	10 00	85 61	5 80	178 59	168 59
732	213	945	103 81	4 30	83 99	0 30	192 40	188 10
923	195	1118	91 27	41 32	97 41	5 57	235 57	194 25
732	104	836	68 32	19 35	67 42	5 21	160 30	140 95
841	229	1070	107 95	31 54	95 57	12 80	247 86	216 32
1765	120	1885	136 99	30 41	90 38	2 00	259 78	229 37
726	237	963	75 99	11 00	93 00	3 30	183 29	172 29

point de silice à l'état libre; le mot *argile* est appliqué à celles qui renferment de 0,40

opérations d'assainissement exécutées jusqu'à ce jour en Belgique nous ont fourni l'occasion de recueillir, à cet égard, des renseignements très-précieux ; nous en avons consigné une partie dans le tableau qui précède. On ne doit pas perdre de vue qu'ils concernent des travaux faits avec des tuyaux en poterie.

Nous allons faire une analyse rapide des indications contenues dans le tableau ci-dessus, et en tirer quelques inductions qui compléteront les renseignements relatifs aux dépenses du drainage.

215. — *Longueur des drains nécessaires au drainage d'un hectare.* — La longueur des drains à creuser sur un hectare de terrain est une donnée fort intéressante à connaître ; elle sert à calculer le nombre des tuyaux qui entreront dans le drainage et à évaluer les dépenses de main-d'œuvre pour le creusement des tranchées. Cette longueur dépend principalement de la distance qu'on peut laisser entre les saignées, mais elle varie également avec la forme des contours des champs à drainer et les irrégularités plus ou moins nombreuses de leur surface. Il suffit de jeter les yeux sur les chiffres des colonnes 4, 5, 6 et 7 du tableau ci-dessus, pour se convaincre que l'espacement des drains restant le même, leur longueur par hectare varie d'une manière assez notable.

Quelques auteurs ont donné des tables dans lesquelles on trouve la longueur des drains qui correspond à un espacement déterminé. Nous ne reproduirons pas ces tables, parce que tous les chiffres qu'elles contiennent sont entachés d'inexactitude. En premier lieu, on n'y tient aucun compte des drains collecteurs, dont l'emploi est souvent indispensable ; quant aux drains de dessèchement, leur longueur y est calculée dans l'hypothèse d'un terrain parfaitement régulier, tant dans ses contours que dans son relief, conditions

qui ne se réalisent presque jamais dans la nature. Aussi existe-t-il des divergences considérables entre les chiffres que donnent les tables dont nous parlons et ceux que fournit la pratique.

Quand on veut calculer la longueur des drains nécessaires à l'assainissement d'une certaine étendue de terrain, il n'est point permis de faire abstraction des irrégularités de la surface du sol, ni de la figure des champs ; d'ailleurs, le seul moyen de faire entrer en ligne de compte ces deux éléments essentiellement variables, consiste à faire de nombreuses observations sur des travaux de drainage exécutés dans des conditions variées, sur une grande échelle, et à prendre ensuite la moyenne des résultats obtenus. C'est en procédant de la sorte que nous avons formé le tableau suivant, qui donne la longueur des drains qu'il a fallu creuser sur une superficie d'un hectare en diverses circonstances et pour les espacements les plus généralement adoptés. Les chiffres de ce tableau sont déduits d'opérations de drainage embrassant une étendue de plus d'un hectare ; nous y avons indiqué séparément la longueur des drains de dessèchement et celle des drains collecteurs.

TABEAU B.

Donnant la longueur des drains à creuser sur un hectare pour divers espacements.

LONGUEUR DES DRAINS PAR HECTARE, EN MÈTRES.					
POUR UN ESPACEMENT DE 10 MÈT. POUR UN ESPACEMENT DE 12 MÈT. POUR UN ESPACEMENT DE 15 MÈT.		POUR UN ESPACEMENT DE 14 MÈT. POUR UN ESPACEMENT DE 12 MÈT. POUR UN ESPACEMENT DE 15 MÈT.		POUR UN ESPACEMENT DE 15 MÈT.	
drains d'as- sèchement.	drains collecteurs.	total.	drains d'as- sèchement.	drains collecteurs.	total.
988	216	1204	915	210	1125
847	102	949	912	210	1122
711	138	849	758	400	858
765	455	918	782	498	980
883	414	997	784	462	946
798	225	1025	754	479	955
923	495	1418	807	204	1008
900	92	992	765	219	984
804	215	1019	795	502	1095
moyenne.			moyenne.		
847	461	1008	808	498	1006
moyenne.			moyenne.		
			726	458	884
			moyenne.		
			684	146	850
			moyenne.		
			481	82	565
			549	208	757
			662	217	879
			595	469	764
			879	95	972
			726	257	985
			720	72	792
			750	447	867
			798	125	925

246. — Le tableau B fait voir combien il est difficile de dire à l'avance la longueur des drains qu'il faudra creuser pour assainir un terrain donné, quand on connaît seulement l'étendue superficielle de celui-ci et la distance à laisser entre les saignées. En effet, ce dernier élément demeurant le même, la longueur des drains change beaucoup suivant les circonstances. Pour un espacement de 10 mètres, par exemple, il faut par hectare de 744 à 988 mètres de drains de dessèchement; pour un espacement de 11 mètres, il en faut de 754 à 915 mètres; la même variation subsiste pour les chiffres compris dans les six dernières colonnes du tableau B.

La longueur des collecteurs, qui est indépendante de la distance entre les drains change néanmoins d'une manière notable, en raison des irrégularités que présente le terrain et de la situation particulière dans laquelle il se trouve placé. D'après le tableau B, elle varie de 72 à 502 mètres par hectare; sa valeur moyenne, déduite des trente-six opérations qui ont servi à former ce tableau, est de 166 mètres.

Lorsque l'on voudra calculer approximativement la longueur des drains nécessaires pour assainir une étendue de terrain déterminée, il faudra prendre pour base des calculs les chiffres moyens donnés par le tableau B en ce qui concerne les drains de dessèchement, et compter pour les collecteurs, sur une longueur moyenne de 166 mètres par hectare, ou plus exactement sur 171 mètres, ce dernier chiffre étant déduit de soixante-dix-huit opérations de drainage. On aura alors les chiffres ci-après.

TABEAU C.

Donnant la longueur moyenne des drains par hectare pour divers espacements.

Nos D'ORDRE.	ESPACEMENT des drains.	LONGUEUR DES DRAINS PAR HECTARE.		
		drains d'asséchemt.	drains collecteurs.	TOTAL.
1	10 ^m	847	171	1018
2	11 ^m	808	171	979
3	12 ^m	726	171	897
4	15 ^m	684	171	855

217.—*Nombre de tuyaux nécessaires pour drainer un hectare.* — La quantité de tuyaux qu'il faut employer pour assainir un hectare de terrain suit nécessairement les mêmes variations que la longueur des drains ; elle est facile à calculer lorsque ce dernier élément est connu. En supposant aux tuyaux une longueur de 30 centimètres, on trouve la quantité qu'il en faut en divisant par trois le nombre qui représente la longueur des drains et en décuplant le quotient. Il faut cependant tenir compte du déchet qui se produit dans le transport et qui varie avec la qualité des tuyaux, la distance qu'ils ont à parcourir, le mode de transport dont on dispose, les soins que l'on apporte à leur chargement et à leur déchargement, etc. Ce déchet peut être estimé en moyenne à cinq pour cent. D'après cela, on peut fixer comme suit le nombre des tuyaux nécessaires au drainage d'un hectare de terrain, pour divers espacements.

TABLEAU D.

Donnant le nombre de tuyaux nécessaires par hectare pour divers espacements.

N ^{os} D'ORDRE.	ESPACEMENT des drains.	NOMBRE DE TUYAUX PAR HECTARE POUR DRAINS		
		d'asséchem ^t .	collecteurs.	TOTAL.
1	10	2964	587	5551
2	11	2827	587	5414
3	12	2541	587	5128
4	15	2394	587	2981

218. — *Coût des tuyaux par hectare.* — La huitième colonne du tableau A donne, à cet égard, tous les renseignements désirables. Le coût maximum des tuyaux nécessaires au drainage d'un hectare est, d'après ce tableau, de fr. 136-99, la distance entre les drains variant de 5 à 6 mètres; le coût minimum, correspondant à un espacement de 15 mètres, est de fr. 61-73; le prix moyen des tuyaux pour des drains distants l'un de l'autre de 10 mètres, est de fr. 90-77; enfin, si l'on considère l'ensemble des opérations qui ont servi à former le tableau A, on trouve que la moyenne générale du coût des tuyaux pour un hectare s'élève à fr. 93-33. — Les tuyaux qui garnissent un mètre courant de drains coûtent en moyenne, d'après les données de ce tableau, 8 1/2 centimes.

219. — *Frais de transport des tuyaux.* — La dépense du transport des tuyaux est un élément essentiellement variable, mais dont il est facile d'apprécier l'importance dans chaque cas particulier, d'après la

distance à parcourir et la nature des voies de communication dont on peut faire usage. Pour des localités éloignées des fabriques de tuyaux et qui ne possèdent d'autres voies de communication que des routes ordinaires, la dépense du transport des tuyaux peut atteindre un chiffre assez élevé. Les indications contenues dans le tableau A donnent une moyenne de fr. 16-05 pour les frais de transport des tuyaux nécessaires au drainage d'un hectare. Ces frais tendent constamment à diminuer à mesure que les fabriques de tuyaux se multiplient.

220. — *Dépenses de main-d'œuvre.* — Sous la dénomination de main-d'œuvre, nous comprenons le travail nécessaire pour le creusement des rigoles, la pose des tuyaux, le remplissage des tranchées, l'appât des manchons et le transport des tuyaux le long des rigoles. La dépense de main-d'œuvre qu'il faut faire par hectare, dans le drainage, dépend de la profondeur des tranchées, de leur espacement, de la nature du sol dans lequel les drains sont établis, du taux des salaires et de l'habileté des ouvriers. La dixième colonne du tableau A montre que les frais de main-d'œuvre subissent de grandes variations suivant les circonstances; pour les vingt-cinq opérations comprises dans ce tableau, ils se sont élevés de fr. 31-18 à fr. 282-24. La moyenne est de fr. 97-15.

Il est très-important de connaître, dans la pratique, ce que coûte la main-d'œuvre par mètre courant de drains. On peut déterminer cet élément en comparant entre eux les nombres contenus dans les colonnes 7 et 10 du tableau A; mais afin d'épargner au lecteur toute recherche à ce sujet, nous avons formé le tableau E dans lequel on trouve le prix de la main-d'œuvre par mètre courant, pour des saignées de diverses profondeurs et pour différentes catégories

de terrains. Afin que l'on puisse comparer facilement entre eux les chiffres de ce tableau, nous les avons dégagés de l'influence qu'exerce le taux des salaires, en les rapportant tous au taux uniforme de fr. 1-25 par journée de travail. Avec le secours des indications que contient ce tableau, il sera facile d'évaluer approximativement le prix qu'il faut payer pour la main-d'œuvre lorsque l'on sera fixé sur la profondeur des drains et que l'on connaîtra la nature du sous-sol du terrain à assainir. On peut d'ailleurs, dans chaque circonstance, obtenir des renseignements à cet égard en faisant faire une certaine quantité de drains à la journée, par des ouvriers habiles et consciencieux.

TABEAU E.

Donnant le prix de la main-d'œuvre par mèt. courant.

NATURE DU SOUS-SOL.	PROFONDEUR moyenne des drains.	PRIX de la main-d'œuvre par mèt. courant.
	MÉT. CENT.	FR. C.
1 Sable ordinaire	1.15	0.075
2 Sable boulant	1.10	0.100
3 Id.	1.20	0.115
4 Sable argileux bleuâtre.	1.25	0.074
5 Sable gras	1.35	0.085
6 Sable glaiseux.	0.65	0.055
7 Terre franche.	1.12	0.142
8 Terre vaseuse et sable boulant	1.20	0.100
9 Tourbe sur sable	0.95	0.109
10 Id.	1.00	0.100
11 Id.	1.00	0.154
13 Argile sablonneuse	1.20	0.072
14 Id.	1.20	0.089
15 Id.	1.20	0.091
19 Id.	1.32	0.076
12 Id.	1.15	0.075
16 Id.	1.20	0.085
17 Id.	1.20	0.096
18 Id.	1.30	0.074
20 Argile ordinaire	0.95	0.058
21 Id.	1.20	0.095
22 Id.	1.20	0.106
23 Id.	1.20	0.161
28 Argile grasse et compacte.	1.50	0.160
27 Id.	1.25	0.091
24 Id.	0.85	0.175
26 Id.	1.10	0.085
25 Id.	0.97	0.120
29 Glaise bleue compacte	0.54	0.045
31 Id.	0.85	0.057
52 Id.	0.90	0.100
50 Id.	0.75	0.047
33 Id.	1.25	0.085
54 Glaise sur gravier	0.85	0.072
55 Glaise ferrugineuse très-dure.	0.68	0.087
56 Glaise compacte et caillouteuse.	0.70	0.150
37 Argile forte et schiste.	1.10	0.151
58 Argile, glaise et gravier	1.20	0.111
59 Argile forte et schiste.	1.20	0.100

221. — *Frais divers.* — Aux dépenses dont nous avons parlé jusqu'ici il faut encore ajouter une certaine somme, pour la paille que l'on met dans certains cas au-dessous ou au-dessus des tuyaux, les grilles que l'on place à l'embouchure des collecteurs et les travaux de maçonnerie pour puisards, traverses des haies, etc. — Les frais qui résultent de là sont toujours peu importants, comme on le voit par la onzième colonne du tableau A. Ils varient de fr. 0-30 à fr. 42-80 par hectare et s'élèvent en moyenne à fr. 4-17.

222. — *Coût du drainage par hectare.* — Les frais d'établissement du drainage, abstraction faite du transport des tuyaux à pied d'œuvre, varient, pour les opérations comprises au tableau A, de fr. 97-79 à fr. 392-69 par hectare. Ils s'élèvent en moyenne à fr. 194-42.

223. — Il se présente, à propos de l'exécution des travaux de drainage, une question fort intéressante à résoudre, sur laquelle il existe une grande diversité de vues et d'opinions et que, par cela même, nous ne pouvons point passer sous silence. C'est celle de savoir : 1° à qui incombent les dépenses du drainage; 2° quel accroissement de fermage le propriétaire peut raisonnablement imposer à son fermier lorsque le premier prend à sa charge les frais de l'opération.

Le premier point nous paraît susceptible d'être résolu, d'une manière générale, par cette simple considération que le drainage est une amélioration durable et pour ainsi dire permanente. Si l'augmentation de fertilité qu'il communique au sol se faisait seulement sentir durant un petit nombre d'années ou pendant la durée d'un bail ordinaire, l'assainissement du sol rentrerait dans la catégorie des améliorations qui

intéressent principalement celui qui exploite la terre, et il n'y aurait aucun motif plausible de demander pour ce cas au propriétaire du fonds, un concours que le fermier ne songe point à réclamer quand il s'agit de bonifier temporairement la terre par l'application des engrais et des amendements. Mais les circonstances sont ici entièrement différentes ; le drainage bien établi fonctionne durant une longue suite d'années ; il produit dans le sol un accroissement de fertilité dont il est difficile de fixer le terme. Dès lors on doit reconnaître que ce n'est point au fermier que revient la tâche d'accroître d'une manière permanente la valeur du fonds qu'il exploite.

Il y aurait d'ailleurs un danger réel à abandonner entièrement ce soin à celui qui prend la terre à bail ; car les ressources dont il dispose étant presque toujours très-bornées, il apporterait sans nul doute une grande parcimonie dans l'exécution du drainage ; il viserait à le faire de telle sorte qu'il eût une durée égale à celle du bail et rien de plus. Ce drainage imparfait, venant à se détériorer plus tard, causerait de grands dommages à la terre.

La seconde partie de la question est beaucoup plus délicate, car il faut prendre en considération pour la résoudre convenablement un grand nombre d'éléments difficiles à apprécier. Nous croyons cependant que l'on peut arriver à une solution assez satisfaisante en raisonnant de la manière suivante. Le propriétaire ne retire en général des capitaux qu'il consacre à des acquisitions ou à des améliorations foncières qu'un intérêt de 3 pour cent au plus, et il ne peut raisonnablement prétendre à en obtenir un plus considérable de l'argent qu'il destine au drainage. Toutefois, comme celui-ci est exposé à certaines causes de destruction qui doivent, au bout d'un temps très-long

long il est vrai, en limiter la durée, le propriétaire ne fera que suivre les conseils de la prudence, en exigeant annuellement de son fermier une certaine somme destinée à l'amortissement du capital mis dans la terre. Si cet amortissement est calculé sur le pied de 3 pour cent, ce qui est largement suffisant, l'intérêt que le fermier devra payer se montera à 6 pour cent des avances faites pour le drainage par le propriétaire.

Il reste à examiner si le fermier peut souscrire à de semblables conditions. A cet effet, nous ferons remarquer que l'accroissement de fertilité communiqué au sol par le drainage équivaut assez exactement, pour le fermier (255), à une augmentation de l'étendue superficielle du fonds, qui serait obtenue en consacrant les frais de l'assainissement à l'achat de nouvelles terres; avec cette différence cependant que le surplus de produit qu'il obtient à la suite du drainage ne lui occasionne aucune nouvelle dépense, ni pour engrais, ni pour frais de culture. Il peut donc considérer que sur les 6 pour cent qu'il paye en plus au propriétaire quand ses terres sont assainies, 3 pour cent représentent le prix de location de l'étendue fictive de terre dont nous avons parlé, et les 3 pour cent qui restent les frais de culture; et il trouvera de cette manière que les conditions dont il s'agit sont pour lui fort avantageuses.

Le taux de 6 pour cent nous semble donc équitable pour calculer l'augmentation de fermage; il est de nature à concilier les intérêts du propriétaire et ceux du fermier. En tous cas les considérations ci-dessus nous paraissent, mieux que celles qu'on a fait valoir jusqu'ici, de nature à conduire à une solution générale.

CHAPITRE XXI.

DES AVANTAGES GÉNÉRAUX DU DRAINAGE ET DES BÉNÉFICES QU'IL PROCURE.

Nous terminerons les considérations qui se rapportent au drainage par l'énumération des principaux avantages que l'on retire de son application; nous montrerons aussi, par quelques exemples, l'influence qu'il exerce sur la fertilité du sol et les bénéfices qu'il procure.

Avantages généraux du drainage.

224. — Une conséquence immédiate de l'assainissement du sol par le drainage souterrain, c'est la suppression de la plupart des fossés à ciel ouvert qui sillonnent généralement les terrains humides. Les eaux pluviales pénétrant facilement à toutes les époques de l'année dans une terre drainée, il n'est plus nécessaire d'y maintenir de semblables fossés, car ils n'ont d'autre fonction que de recueillir les eaux qui coulent sur la surface du sol. C'est déjà là un avantage d'une haute importance; en effet, les fossés à ciel ouvert font perdre une étendue de terrain considérable et donnent lieu chaque année à un entretien dispendieux; dans les pâtures marécageuses ils constituent un danger permanent pour les bestiaux; dans

les terres arables ils rendent les travaux de culture dispendieux, en divisant les terres en petites parcelles qu'il faut labourer séparément. La suppression des fossés à ciel ouvert constitue à elle seule un avantage assez considérable pour couvrir en peu de temps les dépenses du drainage. Ce fait, qu'admettront sans peine tous les cultivateurs intelligents, a été mis hors de doute au moyen des observations faites en Angleterre par M. Robert Neilson de Liverpool. Ce propriétaire, ayant réuni en une seule pièce, à la suite du drainage, sept parcelles séparées auparavant par des fossés à ciel ouvert, a calculé que l'économie dans les frais de labour lui a fait regagner en quatre années le capital dépensé pour le drainage avec les intérêts. En outre sur une ferme de 104 hectares, le même propriétaire a rendu à la culture, par le secours du drainage, une superficie de 10 hectares, occupée primitivement par des fossés, et dont le produit annuel représentait un intérêt de 3 pour cent du capital affecté au drainage de la ferme.

225. — Lorsque les terres humides sont drainées, il n'est plus nécessaire de les labourer en ados, cette disposition n'ayant d'autre objet que de faciliter l'évacuation des eaux qui croupissent sur la surface du sol. Il serait même contraire aux principes du drainage de continuer à recourir à ce mode de labour, car il aurait pour effet d'empêcher les eaux de pluie de pénétrer la terre uniformément. En outre, quand le sol est mis en ados, les eaux qui coulent sur la surface entraînent les parties les plus fines du terrain jusque dans les sillons, et elles y déposent une matière vaseuse complètement impénétrable à l'eau. Le dessèchement se trouve contrarié et les eaux de pluie croupissent durant un temps considérable dans tous les creux du terrain, lors même que ceux-ci sont

à proximité des saignées souterraines. Pour que l'assèchement par le drainage soit complet, uniforme, rapide, il est indispensable que la surface du terrain demeure aussi unie que possible. Les frais extraordinaires qu'occasionnent la culture en ados et l'entretien des sillons, disparaissent donc à la suite du drainage.

226. — L'action du drainage sur l'état des sols marécageux est rapide et surprenante. Lorsque les saignées souterraines sont convenablement établies, elles interceptent complètement l'ascension de l'eau qui, sous la pression opérée par les sources, tend à remonter à la surface du terrain. Dans les prairies marécageuses, le sol s'assèche et se raffermi promptement; plus tard, les plantes aquatiques, ne trouvant plus dans la terre une quantité d'eau suffisante pour entretenir leur végétation, dépérissent peu à peu et elles finissent par disparaître pour faire place à des herbages de meilleure qualité.

227. — Dans les terres fortes et compactes, les effets de l'assainissement ne sont ni aussi évidents, ni aussi immédiats que dans les sols marécageux; néanmoins, le drainage apporte dans la constitution physique de ces terres et dans leur fertilité des changements remarquables.

Lorsqu'un terrain compacte et rétentif est sillonné d'un nombre suffisant de saignées souterraines, les eaux pluviales, au lieu d'y séjourner ou de couler à sa surface, descendent dans l'intérieur de la terre, dont elles humectent uniformément toutes les parties; elles transportent aux racines des plantes les substances fertilisantes qu'elles ont puisées dans l'atmosphère, ou celles qu'elles dissolvent en traversant la couche arable; en certaines saisons, elles contribuent puissamment à échauffer le sous-sol; puis, quand elles

ont rempli ces diverses fonctions, la partie surabondante s'échappe par les canaux artificiels ménagés pour son écoulement. Aussitôt que l'eau abandonne le sol, elle est remplacée par de l'air atmosphérique, qui pénètre toute la couche drainée et qui y séjourne jusqu'à ce qu'une nouvelle pluie vienne l'expulser. Les terrains rétentifs sont de cette manière rendus accessibles à l'eau et à l'air, circonstance qui modifie avantageusement leur état physique et leur fertilité.

228. — Tous les cultivateurs s'accordent à reconnaître que le drainage rend le labour des terres fortes meilleur, plus facile, plus économique, et qu'il procure une grande latitude pour leur culture, qui n'est plus entièrement subordonnée aux vicissitudes atmosphériques. Ces circonstances s'expliquent aisément. Les conduits souterrains évacuent à mesure qu'elle tombe, l'eau qui pénètre dans le sol; ils assèchent celui-ci avec une rapidité telle qu'on peut le travailler peu de temps après que les pluies ont cessé. Le cultivateur alors n'est plus à la merci des saisons; il ne doit plus labourer ses terres à la dérobee, ni y mettre la charrue lorsqu'elles sont dans un état tout à fait impropre au travail; il n'est plus exposé à devoir changer son assolement, ni à laisser du terrain en jachère, à cause des mauvais temps qui surviennent à l'époque des semailles. Au printemps, on peut labourer les terres drainées quinze jours et quelquefois trois semaines avant celles qui ne le sont pas; les pluies d'automne, qui sont souvent très-préjudiciables aux terres fortes, n'ont plus qu'une influence insignifiante sur les travaux de la culture, lorsque de semblables terres sont assainies.

D'un autre côté, l'argile humide est raide, tenace et adhérente; desséchée par l'action du vent ou des

rayons solaires, elle se prend en une masse dure et compacte, d'une consistance semblable à celle de la brique; dans l'un et l'autre cas, les instruments de labour ne peuvent point la diviser convenablement. Mais lorsqu'une terre de ce genre est égouttée par le moyen de drains, les eaux en s'écoulant la laissent continuellement dans un état poreux : elle est en tout temps meuble, friable, facile à manier. La charrue, la herse, le rouleau, y produisent par conséquent un travail plus parfait, et la fatigue des attelages est considérablement diminuée.

Les façons qu'il faut donner au sol deviennent aussi moins nombreuses, par la raison que les terrains drainés ne sont jamais infestés d'autant de mauvaises herbes que les terres humides.

229. — L'application du drainage conduit à modifier d'une manière avantageuse les assolements et à faire disparaître la jachère. Les fourrages-racines, particulièrement les navets, réussissent parfaitement dans des terres qui ne donnaient que de chétives récoltes d'avoine avant d'être assainies. Il en est de même des plantes à longues racines, telles que la luzerne, que l'on cultive avec succès dans les sols humides après qu'ils ont été profondément drainés.

D'ailleurs, ce n'est point seulement aux végétaux à longues racines ou à racines charnues que le drainage est profitable; en augmentant l'épaisseur de la couche active du sol, il favorise le développement de toutes les plantes utiles. Il arrive souvent que, quand la superficie des terres fortes paraît sèche, l'eau séjourne néanmoins à une faible profondeur, dans une partie du sous-sol qui, sans la présence de l'humidité, serait bientôt envahie par les racines des plantes. Dans de telles circonstances, celles-ci ne peuvent puiser leur nourriture que dans une couche de terrain

peu épaisse et leur croissance en souffre; tandis que, si le sol était drainé et rafraîchi par l'action de l'air, les racines s'enfonceraient librement dans le terrain; elles auraient un espace plus grand pour diriger leurs fibres à la recherche des aliments qui leur sont nécessaires, et elles trouveraient dans le sous-sol des substances que l'action répétée des pluies ou les besoins de fréquentes récoltes peuvent avoir enlevées aux couches superficielles.

250. — A cette augmentation que le drainage produit dans l'épaisseur de la couche active du sol, se rattache un fait extrêmement curieux, qui peut, au premier abord, paraître paradoxal : c'est que les récoltes sont moins exposées à souffrir de la sécheresse après que les terres ont été drainées. Pendant les longues sécheresses de l'été, les terres fortes et compactes, qui ont l'inconvénient d'être trop humides dans la mauvaise saison, sont souvent trop sèches; les récoltes alors y dépérissent rapidement sous l'action brûlante du soleil. Cet effet que produit la sécheresse, loin d'être favorisé par le drainage, ne se manifeste plus lorsque les terres sont assainies profondément. Ce résultat singulier tient à deux causes.

Dans un terrain humide, où l'eau séjourne près de la surface à certaines époques de l'année, les racines des végétaux ne peuvent point descendre à une grande profondeur dans le sol; leurs ramifications n'embrassent qu'une couche de terre peu épaisse, dont l'humidité est rapidement évaporée quand il survient de fortes chaleurs, et les plantes sont alors en quelque sorte calcinées. Si l'eau du sous-sol, dans ces circonstances, remonte à la surface par l'action de la capillarité, elle amène avec elle les substances nuisibles dans lesquelles les racines avaient refusé de se plonger, et elle contribue à détériorer la récolte.

Au contraire, si le sol est profondément drainé, les racines des plantes peuvent descendre librement dans les parties inférieures, et quand il survient une sécheresse qui enlève l'humidité de la surface, elle a moins d'action sur la partie du sous-sol qu'ont atteinte les racines, et par conséquent celles-ci peuvent puiser dans les parties basses du terrain la moiteur qui leur est nécessaire.

D'autre part, quand un terrain argileux est soumis à l'action desséchante des vents et du soleil, il se contracte et durcit fortement; par suite de ce retrait, les racines sont comprimées, broyées et en quelque sorte étouffées, car l'argile en cet état est tout à fait impénétrable à l'air. Dans un terrain drainé, d'où l'excédant d'humidité disparaît à mesure qu'il arrive, aucun retrait ne se fait sentir : le sol reste en tout temps perméable à l'air qui, au besoin, fournit aux racines une partie de l'humidité nécessaire à l'existence des plantes.

Le drainage, qui remédie aux inconvénients produits par un excès d'humidité dans les terres fortes, a donc aussi le pouvoir de corriger les mauvais effets qu'exerce sur ces sortes de terres une sécheresse trop prolongée.

231. — Un autre avantage très-précieux du drainage, c'est qu'il rend l'action des engrais plus rapide et plus complète (22). Le fumier de basse-cour, les cendres végétales, le nitrate de soude, la chaux, la poudre d'os et d'autres engrais artificiels, perdent une grande partie de leur action fertilisante dans les terrains humides.

232. — L'assainissement du sol exerce une puissante influence sur la qualité des récoltes et sur l'époque de leur maturité. Sur les terres drainées, les céréales ont plus de vigueur; leur paille, plus lon-

gue, mais en même temps plus ferme et plus forte, résiste mieux à l'action des vents et de la pluie et ne se couche pas aisément; le grain est plus abondant, plus lourd, d'une meilleure couleur; la maturité est plus régulière et plus uniforme. On peut en dire autant des plantes fourragères, que le drainage rend plus belles et plus riches. Les foins sont plus abondants et plus succulents, car il ne faut pas perdre de vue que l'humidité stagnante ne peut profiter à l'herbe des prairies; entre la stagnation de l'eau dans le sol et l'irrigation bien entendue, il existe une différence immense: l'une détruit, tandis que l'autre développe les herbes de bonne qualité. Les produits des récoltes sarclées, telles que les betteraves et les navets, deviennent plus gros, plus lourds, plus savoureux. Les pommes de terre sont aussi plus abondantes et plus riches en féculé; c'est, dit-on, l'une des plantes qui ont le mieux profité du drainage en Ecosse. Les arbres, les plantations viennent mieux dans les terrains assainis: ils sont plus droits, plus sains; leur écorce est lisse et exempte de plantes parasites; les arbres fruitiers deviennent plus productifs ou ils donnent des fruits plus précoces et de meilleure qualité.

Le drainage, élevant dans une assez forte proportion la température des terrains humides, doit nécessairement hâter la maturité des récoltes, et produire, sous ce rapport, des effets qui équivalent à un changement de climat; un terrain bien assaini profite de la chaleur solaire; il se réchauffe plus vite et plus profondément qu'un terrain humide. Ce résultat remarquable a été observé en Ecosse: dans certaines parties de ce pays, les récoltes arrivent à leur pleine maturité dix à quinze jours plus tôt depuis que toutes les terres ont été assainies. Un fait analogue se remarque en Belgique: des cultivateurs dignes de foi nous ont assuré que

l'époque de la moisson sur les terrains drainés est avancée de cinq à huit jours.

233. — Enfin, il est parfaitement établi que les travaux de drainage, pratiqués sur une grande échelle, ont une influence bienfaisante sur la salubrité du climat. Les observations faites en Angleterre et en Ecosse ne laissent aucun doute à cet égard : les fièvres, les rhumatismes, et d'autres maladies, sont beaucoup moins fréquentes depuis que l'agriculture est parvenue à purger les terres des eaux stagnantes.

Résultats financiers du drainage.

234. — Les avantages qui proviennent de l'assainissement du sol sont si nombreux et si variés qu'il doit être fort difficile et même impossible de traduire en chiffres précis l'amélioration qu'il produit ou le bénéfice total qu'il procure au cultivateur. Pour résoudre cette question d'une manière générale, il faudrait posséder une longue série d'observations touchant les divers points que nous avons précédemment examinés. Il faudrait principalement avoir égard à ce que le drainage produit une économie notable dans les frais de culture, qu'il permet de réduire le nombre des animaux de travail, qu'il rend l'usure des instruments de labour moins rapide, qu'il modifie l'action des engrais, qu'il permet d'utiliser toute l'étendue de terrain que fait perdre l'emploi des fossés à ciel ouvert, qu'il augmente la quantité et améliore la qualité des récoltes. Quelques-uns de ces éléments sont d'une appréciation très-délicate, et, pour déterminer leur importance respective, les fermiers devraient faire des observations minutieuses, qu'ils ne sont guère disposés à entreprendre, et que l'absence de comptabilité dans la plupart des fermes de

notre pays rendrait du reste difficiles, sinon impossibles.

Toutefois, il n'est pas nécessaire, pour montrer que le drainage constitue une amélioration éminemment productive, de faire entrer en ligne de compte tous les avantages qu'il produit. Il suffit de considérer seulement le changement qu'il apporte dans la fertilité du sol ou dans la valeur des récoltes, changement qu'il est facile d'apprécier avec une exactitude suffisante.

Nous croyons utile de mettre, à cet égard, quelques faits sous les yeux de nos lecteurs; car nous sommes convaincus qu'il n'est point de meilleur moyen de stimuler les agriculteurs et d'engager les propriétaires fonciers à mettre le drainage en pratique, que de leur montrer, par des chiffres authentiques, combien est considérable le profit qu'ils peuvent retirer de cette amélioration. Voici, à ce sujet, quelques exemples entre mille recueillis en Angleterre.

235. — Un terrain humide couvert de joncs, qui se louait comme pâture à raison de 38 fr. l'hectare, fut assaini par des drains empierrés, profonds de 0^m,76, dont l'établissement occasionna une dépense de 280 fr. par hectare. La terre fut ensuite mise en culture : on y sema du froment, des navets et des pommes de terre, et la récolte que l'on obtint fut estimée à environ 175 fr. par hectare. Quand cette parcelle de terrain fut de nouveau remise en pâture, elle fut louée à raison de 130 fr. par hectare. Le drainage procurait donc, dans cette circonstance, un bénéfice annuel de 112 fr., c'est-à-dire 40 pour cent du capital dépensé.

Sur le domaine de Teddesley-Hay, dans le comté de Stafford, lord Hatherton, qui a fait assainir toutes les terres d'une ferme de 139 hectares, a trouvé qu'après

cette opération l'excédant du produit de la ferme représentait une somme de 10,877 fr., tandis que la dépense au moyen de laquelle cet accroissement de revenu avait été créé s'élevait seulement à 37,721 fr. Il en résulte que l'argent consacré au drainage rapportait annuellement près de 29 pour cent.

En Irlande, dans le comté de Monaghmagh, un drainage complet appliqué à une étendue de 23 hectares, a coûté moyennement 289 fr. par hectare, et il a procuré une augmentation de revenu de 87 fr.; c'est-à-dire 30 pour cent de la dépense.

Dans un terrain dont le sous-sol est une forte argile à brique, M. Méchi, de Tiptree-Hall, qui jouit en Angleterre d'une grande réputation comme agriculteur, a dépensé 495 fr. par hectare pour le drainage, et il estime qu'il retire annuellement 50 pour cent de ses avances.

M. Grey, président du club des fermiers de Hexham, dit avoir vu un champ qui n'avait jamais été trouvé convenable pour la culture des navets, donner, après le drainage, une récolte de ce tubercule qui fut vendue sur pied à raison de 374 fr. par hectare. La récolte d'orge qui suivit fut double de toutes les précédentes, en sorte que les dépenses du drainage furent couvertes en deux années.

M. Méchi, dont l'opinion comme homme pratique doit être d'un grand poids, pense que dans le cas où un propriétaire ne veut point prendre à sa charge les dépenses du drainage, ni assister en aucune manière son fermier, celui-ci fera une opération très-avantageuse en exécutant à ses propres frais tous les travaux d'assainissement nécessaires, n'eût-il devant lui qu'un bail de sept années et fût-il certain de ne recevoir aucune indemnité à sa sortie de la ferme! Cette opinion est corroborée par celle de M. James

Howden, de Wintonhill (Lothian), lequel a constaté par de nombreuses expériences faites sur des terres d'argile tenace, que, quand même le prix d'établissement des drains atteint 432 fr. par hectare, le drainage complet augmente encore assez la fertilité du sol pour que l'excédant de produit représente annuellement 15 à 20 pour cent de la somme dépensée ! Au surplus, on voit souvent des fermiers anglais entreprendre à leurs propres frais l'assainissement des terres qu'ils exploitent ; on sait aussi avec quel empressement ils acceptent les avances qui leur sont faites par l'Etat, moyennant un intérêt annuel de 6 1/2 pour cent.

Ce sont là des résultats merveilleux, capables de contribuer puissamment à la propagation du drainage. Et l'on doit remarquer que les faits que nous venons de citer ne constituent point, comme on pourrait le supposer, de rares exceptions. Les fermiers anglais sont unanimes à reconnaître que la fertilité de la terre est augmentée dans une très-forte proportion par le drainage, qu'elle se trouve même doublée en certaines circonstances, et que l'excédant de produit de trois à quatre années suffit presque toujours pour couvrir les frais que l'assainissement occasionne.

236. — Quoique le drainage perfectionné ne soit appliqué en Belgique que depuis peu d'années, il y a déjà produit des résultats aussi remarquables que ceux que nous venons de faire connaître. Nous allons en rapporter quelques-uns.

A la fin de 1850, M. Lefebvre, de Leuze, fit assainir une prairie marécageuse d'une superficie d'environ 44 ares. Cette parcelle avait très-peu de valeur : elle produisait une grande quantité d'herbages aigres et durs que les animaux délaissaient entièrement, et

dans certains endroits, elle n'était praticable ni aux voitures, ni aux bestiaux à aucune époque de l'année. La valeur du foin qu'on y récoltait était estimée à 20 francs. Peu de temps après l'achèvement du drainage, la surface du terrain avait subi une métamorphose complète. Le sol s'était raffermi peu à peu, et deux mois plus tard, c'est-à-dire en février 1851, on y circulait avec des voitures chargées sans faire dans le terrain des ornières sensibles. Au printemps, on résolut de rompre cette prairie, afin d'arriver à faire disparaître plus vite les mauvaises herbes, et, chose étonnante, il fut possible de la labourer et d'y effectuer les semailles une quinzaine de jours plus tôt que sur les bonnes terres des environs. Le gazon fut retourné, le sous-sol divisé au moyen de la charrue de Read, la terre chaulée, et on y sema des betteraves, du colza de mars, de la caméline et des navets. Tous ces produits réussirent à merveille : on en obtint pour une valeur de 125 à 150 fr. A la fin de l'année, la terre se présentait dans de très-bonnes conditions sous le rapport de l'assèchement, de l'amublissement et de la propreté ; nul doute que, si on y eût mis, l'année suivante, des betteraves ou de l'avoine, on eût retiré une récolte d'une valeur beaucoup plus considérable que la première. Mais cette parcelle a été remise en prairie, et le propriétaire estime que les travaux de drainage, qui lui ont occasionné une dépense de 81 fr., ont donné au fonds une plus valeur de 2,000 fr. ! En cette circonstance, les frais du drainage ont été couverts et au delà par l'augmentation de produit d'une seule année.

Une autre prairie marécageuse de 52 ares, sise à Lennick-Saint-Quentin et appartenant au sieur de Ro, a été assainie, moyennant une dépense totale de 104 fr. 86 c. Immédiatement après l'achèvement du

drainage, on fit traverser cette prairie par une charrette à deux chevaux chargée de briques, qui ne laissa sur le sol que des ornières à peine visibles, tandis que depuis quarante ans on n'avait pu y faire entrer le bétail. Le résultat de l'assainissement a dépassé l'attente du propriétaire, qui nous a assuré que sa prairie avait triplé de valeur.

Nous citerons encore les résultats qui ont été constatés par M. Brogniez à la ferme de Tout-y-Faut, près de la Louvière (Hainaut), où les terres sont composées d'une argile sablonneuse de bonne qualité. Les observations qu'on y a faites portent sur deux céréales : le seigle et l'escourgeon.

En 1854, deux parcelles situées sur le même plateau, contiguës et d'une nature identique, furent emblavées de seigle. Dans l'une d'elles, assainie au commencement de 1850, le seigle venait après une récolte d'avoine fumée très-légèrement, et il n'avait reçu lui-même qu'une demi-fumure; la seconde, non drainée, avait porté, l'année précédente, du blé bien fumé, et elle avait de nouveau reçu une pleine fumure pour le seigle. Voici quel a été, dans ces circonstances, le produit de ces deux terres à l'hectare :

	Nombre de gerbes.	Nombre d'hectolitres de grain.	Poids de l'hectolitre de grain.
Terre drainée.	2000	50	75 kil.
Terre non drainée.	1530	19	70 kil.

D'où résulte une augmentation de 29 pour cent dans la quantité de paille obtenue, et un accroissement de produit, équivalant à 41 hectolitres de seigle, qui représentait à lui seul une valeur d'au moins 156 fr. Le drainage avait coûté, tous frais compris, environ 182 fr. par hectare.

Dans la même ferme on avait mis de l'escourgeon dans une terre drainée en 1850 et sur laquelle le

fermier n'avait jamais entrepris la culture de l'orge d'hiver, convaincu qu'il était de ne pas retirer un produit suffisant pour payer les labours et la semence. Cependant l'escourgeon récolté sur cette terre après le drainage, était remarquable par la hauteur et la force de ses tiges, la longueur et le poids de ses épis. Il a produit à l'hectare 45 hectolitres de grain du poids de 60 kilogrammes l'hectolitre. L'année précédente, on n'avait obtenu, sur une terre voisine de la précédente, mais beaucoup plus élevée et moins humide, que 33 hectolitres d'orge par hectare, du poids de 56 kilogrammes à l'hectolitre. Il y avait donc encore, dans cette circonstance, une augmentation de 28 pour cent dans le volume de la récolte et de 7 pour cent dans le poids de l'hectolitre de grain en faveur de la terre drainée.

Ces exemples suffisent pour montrer d'une manière évidente qu'en Belgique, comme en Angleterre, l'assainissement complet et méthodique des terrains humides est la plus importante des améliorations que l'agriculture ait réalisées depuis longtemps, et que les propriétaires fonciers ne sauraient faire de leurs capitaux un emploi plus sûr, plus utile, plus profitable pour eux-mêmes et pour leurs fermiers, que de les consacrer à l'amélioration de leurs terres par le drainage.

DEUXIÈME PARTIE.

FABRICATION DES TUYAUX DE DRAINAGE.

CHAPITRE I.

IMPORTANCE DE LA FABRICATION DES TUYAUX. CHOIX DE L'EMPLACEMENT ET DISTRIBUTION INTÉRIEURE D'UNE FABRIQUE.

257. — Parmi tous les matériaux que le cultivateur peut employer pour garnir les saignées souterraines qui servent à l'assainissement des terres, les tuyaux en poterie à section circulaire sont ceux qui lui permettent de faire le drainage le plus économique, le plus durable, en un mot, le plus parfait sous tous les rapports. C'est pourquoi la fabrication des tuyaux mérite une mention spéciale dans ce traité.

L'extension extraordinaire que la pratique de l'assainissement des terres humides a prise en Angleterre doit être attribuée en grande partie aux perfectionnements successifs apportés, dans ce pays, à la fabrication des tuyaux et au bon marché de ce genre de conduits. De même, entre autres raisons que l'on pourrait produire pour expliquer les progrès rapides que l'application du drainage a faits en Belgique, l'une des plus évidentes est l'adoption immédiate des tuyaux, et l'impulsion salutaire imprimée à leur

fabrication par les encouragements de l'Etat; on peut dire, en règle générale, que l'un des plus puissants moyens de populariser le drainage dans une contrée, consiste à y développer cette fabrication.

Bien que les fabriques de tuyaux se soient considérablement multipliées en Belgique, leur nombre n'est cependant pas assez grand pour suffire aux besoins toujours croissants des cultivateurs; ceux-ci se trouvent fréquemment arrêtés dans leurs projets d'amélioration par une insuffisance notoire du chiffre qu'atteint aujourd'hui la fabrication des tuyaux. Aussi voit-on chaque jour de nouveaux capitaux s'engager dans cette industrie prospère, qui deviendra bientôt dans notre pays une branche de travail importante. En présence du développement qui attend cette partie nouvelle des arts céramiques, nous avons cru indispensable de faire suivre notre traité de drainage d'un aperçu sur les procédés de fabrication des tuyaux. Les personnes qui veulent se livrer à cette industrie ne sont que trop souvent embarrassées pour la distribution des fabriques, le choix des machines, la construction des fours ou la division du travail; nous désirons sincèrement que les considérations qui vont suivre puissent leur venir en aide.

La propriété foncière est trop morcelée en Belgique, pour que les propriétaires trouvent grand avantage à faire eux-mêmes les tuyaux dont ils ont besoin pour l'assainissement de leurs domaines; en sorte que nous envisagerons principalement la fabrication des tuyaux comme une spéculation industrielle, et les fabriques comme devant présenter un caractère durable; néanmoins nous signalerons, à l'occasion, les moyens de rendre l'établissement de celles-ci moins coûteux, dans les circonstances où elles ne devraient avoir qu'un caractère essentiellement temporaire.

La fabrication des tuyaux comprend quatre opérations distinctes, qui sont : la préparation des terres, le moulage, le séchage et la cuisson. Nous les examinerons successivement dans tous leurs détails, après avoir dit quelques mots du choix de l'emplacement et de la distribution intérieure d'une fabrique.

238. — *Choix de l'emplacement d'une fabrique de tuyaux.* — Celui qui veut entreprendre la fabrication des tuyaux de drainage doit se préoccuper, en premier lieu, de choisir pour sa fabrique un emplacement convenable.

Le choix de l'emplacement a une importance plus grande qu'on ne serait tenté de le croire tout d'abord. Il peut influer d'une manière très-sensible sur les frais de premier établissement, sur ceux d'exploitation, sur le prix de revient des tuyaux et même sur la vente des produits.

En règle générale, on doit préférer l'emplacement qui permet d'obtenir le plus aisément, c'est-à-dire aux moindres frais possibles, les matières premières de la fabrication et celui qui offre le plus de facilité pour l'écoulement des produits.

On doit donc chercher à asseoir les fabriques de manière à ce que l'on puisse trouver, soit sur le terrain même qui en dépend, soit à une faible distance, de la terre convenable pour la confection des tuyaux, et en même temps de manière à ce que l'approvisionnement du combustible ne soit point trop coûteux. Il importe aussi que les fabriques aient un accès facile en tout temps et qu'elles soient à proximité de bonnes voies de communication, principalement au bord des canaux ou dans le voisinage des chemins de fer. On réunit par là deux avantages considérables : celui d'obtenir du combustible à bas prix, quand la localité n'en possède pas ; et celui de pouvoir transporter

les tuyaux à peu de frais. Ce dernier point est d'une haute importance, car l'on comprend que quand le transport des tuyaux est facile et économique, une même fabrique peut approvisionner un rayon considérable et écouler une quantité de produits bien plus forte que quand les transports sont coûteux ou difficiles. Les bénéfices de l'entreprise augmentent dans la même proportion.

C'est en pesant mûrement ces considérations, et en examinant l'influence qu'elles exercent respectivement dans chaque circonstance, que l'on parvient à fixer l'emplacement le plus avantageux.

259. — *Distribution intérieure d'une fabrique.* — La distribution intérieure d'une fabrique de tuyaux n'est pas non plus sans importance. Lorsqu'on annexe celle-ci à une autre exploitation, tuilerie ou poterie, on est souvent forcé de s'écarter des règles d'une bonne distribution, afin d'utiliser les constructions existantes; mais quand on crée un établissement nouveau, il importe de prendre des dispositions particulières pour rendre les différentes parties du travail aussi faciles que possible, et pour réduire les transports que l'on doit faire subir aux matières premières ou aux tuyaux dans l'intérieur de la fabrique. Indépendamment de cette circonstance, la manière dont la distribution doit être conçue, dépend en partie de l'emplacement dont on dispose.

La figure 80 donne une idée de la distribution adoptée pour la fabrique de tuyaux établie à Boom par M. de Mayer. Elle est située sur le lieu même où l'on extrait la terre nécessaire à la confection des tuyaux et elle comprend une étendue superficielle d'environ dix-sept ares. On voit en A l'entrée de la fabrique, à côté de laquelle se trouve le bureau du directeur. La terre extraite et manipulée une première

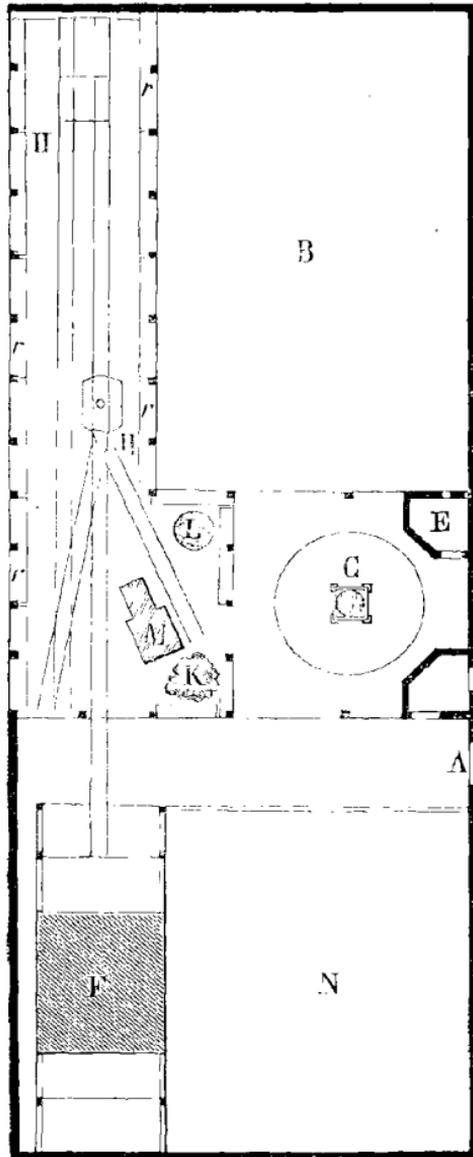


Fig. 80. $\left(\frac{1}{500}\right)$

fois en B, passe immédiatement dans le compartiment C où se trouve une machine qui la triture; cette machine est mise en mouvement par un cheval pour lequel une écurie a été construite en E. L'appareil qui sert au moulage des tuyaux est en M, contre la machine à corroyer; la terre destinée à être mise en œuvre est déposée en K; de l'autre côté, en L, se trouve un réservoir d'eau. Les hangards où l'on met sécher les tuyaux occupent la partie H, H, contiguë à la machine à mouler; on y voit en *r, r*, les étagères qui reçoivent les tuyaux. Le four F et l'emplacement destiné à recevoir le combustible sont en face des hangards; sur le côté est un magasin N pour les tuyaux cuits.

Les figures 81 et 82 montrent d'autres dispositions également avantageuses. Dans la première, la ma-



Fig. 81. $\left(\frac{1}{500}\right)$

chine à corroyer la terre est en C, en avant du hangard H, H; en M est l'appareil avec lequel on moule les tuyaux; et en *r, r*, sont les étagères où on les met sécher; les fours F, F, sont en arrière du hangard, l'intervalle qui les sépare est couvert et sert à remiser des tuyaux secs. Dans la seconde, la terre est préparée en C; l'appareil M à mouler les tuyaux peut circuler de *a* en *b* sur des rails; les étagères *r, r* occupent les

hangards II, II, et deux fours accolés sont en F, F sur le devant.

On peut imaginer d'autres dispositions plus par-

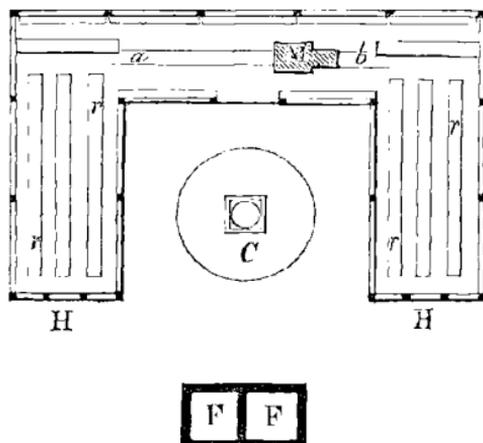


Fig. 82. ($\frac{1}{500e}$)

ticulièrement appropriées à la forme de l'emplacement dont on dispose; mais il convient de se rapprocher autant que possible de celles que nous venons d'indiquer. Il serait sans doute oiseux de dire que la distribution doit aussi être faite en vue de l'importance probable de la fabrication.

CHAPITRE II.

CHOIX , EXTRACTION ET PRÉPARATION DES TERRES.

240. — *Qualités requises pour qu'une terre puisse servir à la confection des tuyaux.* — Les tuyaux de drainage doivent avoir assez de résistance pour subir de longs transports sans se briser, pour pouvoir être maniés sans trop de précautions et pour ne point s'altérer sous l'action de l'eau. Ces conditions étant aussi celles que les tuiles doivent remplir, on peut dire, en règle générale, que toutes les terres qui conviennent à la fabrication de ces dernières sont également propres à donner de bons tuyaux de drainage. Cependant, comme les tuyaux ne se moulent pas à la main, il leur faut une pâte plus homogène, plus ferme et en même temps plus ductile que les tuiles; il est nécessaire encore qu'elle soit parfaitement exempte de petites pierres, de cailloux, de racines ou d'autres substances étrangères capables d'entraver la marche régulière des machines ou d'altérer les tuyaux.

On peut employer à la confection des tuyaux de drainage des argiles plus ou moins sableuses, des marnes argileuses ou limoneuses, mais non pas calcaires, et des terres plastiques. On mélange ces matières entre elles ou avec d'autres substances, en proportions convenables pour obtenir une bonne pâte. Celle-ci doit avoir un certain degré de *plasticité*,

c'est-à-dire être susceptible de prendre sous les doigts de l'ouvrier, toutes les formes qu'on veut lui donner; dans cet état, elle se laisse façonner par les machines, et elle supporte, sans se gercer ni se déformer sensiblement, les efforts et les résistances de tous genres auxquels elle est soumise dans ces appareils. Néanmoins la pâte ne peut pas être trop argileuse, ni trop plastique, sans quoi les pièces qui en sont faites sèchent difficilement et inégalement; elles se déforment et se fendillent par la dessiccation et la cuisson.

On corrige les terres l'une par l'autre, pour arriver à une pâte convenable. Si elles ne sont point assez plastiques, si elles manquent de liant, on y met une quantité variable de marne argileuse ou de glaise. Si elles sont au contraire trop fortes, on les dégraisse avec du *ciment*, c'est-à-dire avec la même argile cuite et réduite en poudre fine, ou bien avec des sables siliceux ordinaires. On peut aussi y mélanger, dans ce cas, des cendres de houille, qui agissent non-seulement comme matières dégraissantes, mais qui rendent en outre la cuisson plus rapide et plus régulière, en augmentant la conductibilité de la pâte pour la chaleur; les tuyaux que l'on obtient par ce mélange sont plus compactes, plus sonores et résistent mieux à l'eau.

On trouve quelquefois en Belgique des terres qui n'ont besoin de subir aucun mélange pour servir à la fabrication. Mais le plus généralement il est nécessaire de les corriger de l'une ou de l'autre manière indiquée ci dessus.

A Andennes, on emploie pour faire les tuyaux un mélange de huit parties de marne argileuse, d'une partie de glaise plastique et d'une partie de sable siliceux.

A Haine-Saint-Pierre, la pâte dont on se sert pour

confectionner les petits tuyaux est un mélange de trois parties d'argile végétale et d'une partie de terre plastique; on y ajoute une proportion plus ou moins forte de sable suivant les dispositions qu'a la pâte pour se gercer.

A Boom, on mélange, par parties égales, la marne limoneuse qui provient de la partie supérieure des gisements de la localité et l'argile plus compacte que l'on retire des couches inférieures.

Quand la terre est argileuse, on y ajoute moins d'argile et un peu de sable; quand elle est limoneuse on y fait entrer une plus forte proportion d'argile.

En règle générale, pour qu'une terre soit propre à la fabrication des tuyaux, il faut qu'elle donne une pâte ductile et assez cohérente pour ne pas se gercer dans son passage à travers les machines, qui sèche facilement et également, sans se fendre ni se déformer, qui soit enfin exempte de fragments de craie ou de morceaux de pyrites qui produiraient plus tard des altérations dans les tuyaux. Entre deux terres de qualités sensiblement égales, on devra toujours préférer celle qui ne contient ni cailloux, ni racines, ni autres débris.

Le degré de consistance que doit avoir la pâte pour être mise en œuvre dépend en grande partie de la dimension des tuyaux que l'on veut faire. Pour des tuyaux d'un grand diamètre, plus sujets que les autres à se déformer au sortir des machines, la pâte doit être plus ferme et plus dense. Les tuyaux subissent aussi un retrait variable avec leur calibre, et par suite de ces circonstances il est souvent nécessaire de préparer une pâte spéciale pour les pièces de différents diamètres.

241. *Extraction des terres.* — L'extraction des terres doit, autant que possible, se faire longtemps à

l'avance. On les tire à la fin de l'automne pour les employer à partir du mois de mars ou d'avril de l'année suivante, et on les expose à l'action de l'air pendant tout l'hiver. Elles sont mises en tas peu épais, que l'on retourne à des intervalles de quinze à vingt jours durant toute la mauvaise saison, afin de mettre successivement les diverses parties des tas en contact avec l'atmosphère. Ce système est bon à suivre dans tous les cas, car il y a très-peu de terres argileuses qui ne soient point plus faciles à pétrir et à travailler et qui ne gagnent point en qualité lorsqu'elles ont été exposées à l'action des gelées et des agents atmosphériques.

On a soin, en retournant les tas, d'extraire à la main les grosses pierres et les racines que l'argile renferme.

242. — *Préparation des terres.* — La pâte qui sert à faire les tuyaux doit avoir une densité qu'il est difficile, sinon impossible, qu'elle acquière quand on la prépare à la main, comme cela a lieu ordinairement dans les briqueteries; il faut donc que l'on ait recours à des machines particulières pour cet objet.

Lorsque l'argile dont on dispose est pure, c'est-à-dire exempte de pierres et de racines, et qu'elle a subi l'hivernage, il faut simplement la corroyer avant que de la mettre en œuvre; mais quand elle contient des cailloux ou d'autres substances étrangères, il est en outre nécessaire de l'épurer.

243. — Le corroyage de la terre s'effectue généralement dans un appareil qui porte le nom de *pétrin* ou *malaxeur*, par une série de couteaux disposés en hélice autour d'un arbre vertical que l'on met en mouvement de différentes manières. Les fig. 83, 84 et 85, représentent un appareil de ce genre.

La fig. 83 donne l'élévation de la machine; la

fig. 84 en montre le plan ; la fig. 85, dans laquelle on suppose l'une des faces de la caisse enlevée, en fait voir les dispositions intérieures.

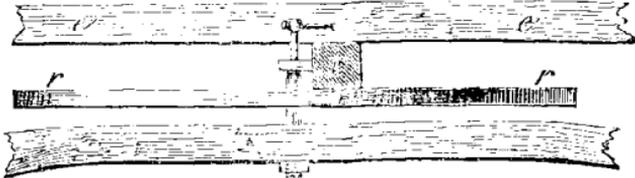


Fig. 85. $\left(\frac{1}{40^e}\right)$

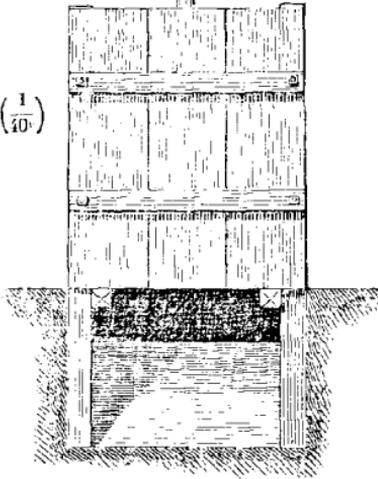
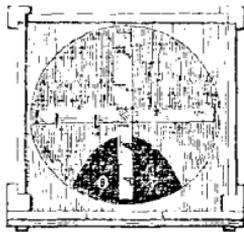


Fig. 84. $\left(\frac{1}{40^e}\right)$



Le malaxeur se compose d'une caisse prismatique ou d'un tonneau cylindrique, en bois ou en fonte,

ayant 1^m,25 à 1^m,30 de hauteur et 0^m,74 à 0^m,90 de largeur. Au centre de la caisse ou du tonneau se

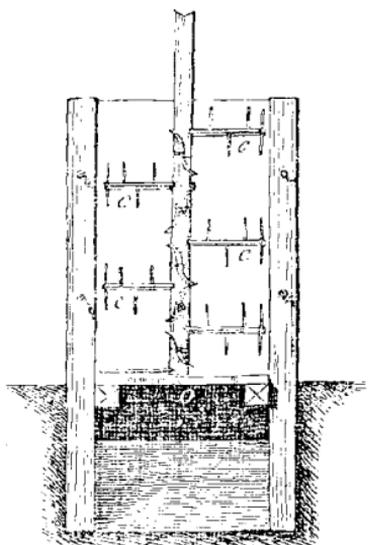


Fig. 85. $\left(\frac{1}{40^e}\right)$

trouve un arbre vertical en fer, de sept à huit centimètres d'équarrissage, mobile sur un pivot inférieur et retenu supérieurement par un collier. Des couteaux *c, c...* (fig. 85) sont étagés tout autour de l'arbre central : ce sont des plaques de fer, larges de 0^m,08 à 0^m,10, assemblées perpendiculairement aux faces de l'arbre et dont le plan est incliné d'environ 20 à 30 degrés sur l'horizon. Cette disposition produit sur la terre, lorsque l'arbre est mis en mouvement, une compression qui l'oblige à descendre et à sortir par une ouverture *o* ménagée dans le fond du tonneau. Chaque plaque porte sur ses deux faces d'autres petits couteaux qui coupent et divisent la terre ; ils sont arrangés de façon à ce qu'un couteau ayant la pointe vers le bas corresponde au milieu de deux couteaux ayant

leurs pointes tournées vers le haut, et en outre de manière à ce qu'ils tracent tous des cercles différents pendant la rotation de l'arbre. Au bas de celui-ci se trouve un couteau horizontal qui sert à racler le fond du tonneau et à couper la terre qui en sort. Le malaxeur est établi sur un cadre en charpente, au-dessus d'une fosse d'environ 0^m,30 de profondeur, dont le fond est incliné vers le côté par lequel on retire la terre. Le fond du tonneau est divisé en quatre compartiments par deux traverses perpendiculaires, ou bien il est percé d'une ouverture semi-elliptique dont le sommet correspond au centre du tonneau et qui va en s'élargissant vers la circonférence (fig. 84).

Sur le bout supérieur de l'arbre sont ordinairement

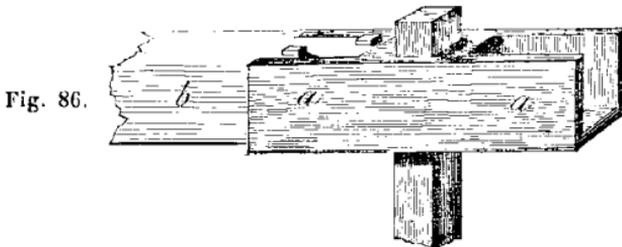


Fig. 86.

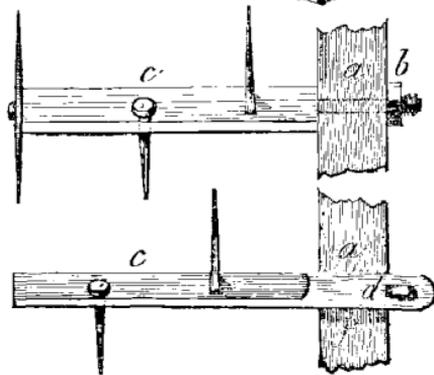


Fig. 87. ($\frac{1}{10}$)

fixées, par l'intermédiaire d'une armature en fonte *a*, (fig. 86), des flèches en bois *b* à l'extrémité desquelles

on attache le moteur. On emploie généralement un cheval ou deux chevaux pour mettre la machine en mouvement.

Après que l'argile est convenablement détrempée, on la jette dans le malaxeur par le dessus, avec les matières qui doivent concourir à la composition de la pâte; les couteaux divisent, mélangent, compriment ces matières et les forcent enfin à sortir par le fond du tonneau.

A Boom des dispositions ont été prises pour que le manège qui met le malaxeur en mouvement fit en même temps marcher la machine à mouler les tuyaux. A cet effet, le pétrin (fig. 83) est surmonté d'un châssis en charpente *e, e*, qui soutient l'axe de rotation de la flèche du manège; en *r, r*, est une roue sur laquelle s'enroule une courroie qui va porter le mouvement à la machine à faire les tuyaux. L'arbre du malaxeur est ainsi séparé de la flèche; mais on rend à volonté ces deux parties solidaires, au moyen d'une forte clavette que l'on enfonce dans l'arbre et contre laquelle vient buter une pièce attachée à la flèche du manège; celle-ci entraîne alors l'arbre dans son mouvement. En enlevant la clavette, la flèche peut tourner indépendamment de l'arbre qui est en-dessous.

La fig. 87, dessinée au dixième de la grandeur naturelle, fait voir deux manières d'assembler les couteaux *c* sur l'arbre *a*. Dans la première, la réunion a lieu par une tige à vis et un écrou *b*; dans la seconde par une fourchette *f* qui embrasse l'arbre et une clavette *d*.

Les malaxeurs coûtent de 250 à 300 francs.

244. — *Épuration de la terre.* — Nous avons dit que quand la terre renferme des pierres ou d'autres substances étrangères d'un certain volume, il faut nécessairement l'épurer avant de la mettre en œuvre.

Il existe trois moyens différents pour exécuter cette opération.

Le premier consiste à recourir au lavage, c'est-à-dire à délayer la terre dans de l'eau, à faire écouler la boue à travers une grille serrée, dans des bassins où elle se dépose et où on la laisse jusqu'à ce qu'elle ait acquis par la dessiccation une consistance suffisante pour être travaillée au malaxeur. Ce procédé est coûteux; on ne doit jamais en faire usage pour la fabrication d'objets d'une faible valeur.

245. — Un moyen plus économique consiste à écraser toutes les pierres que l'argile renferme à l'aide d'un appareil particulier, fréquemment usité en Angleterre.

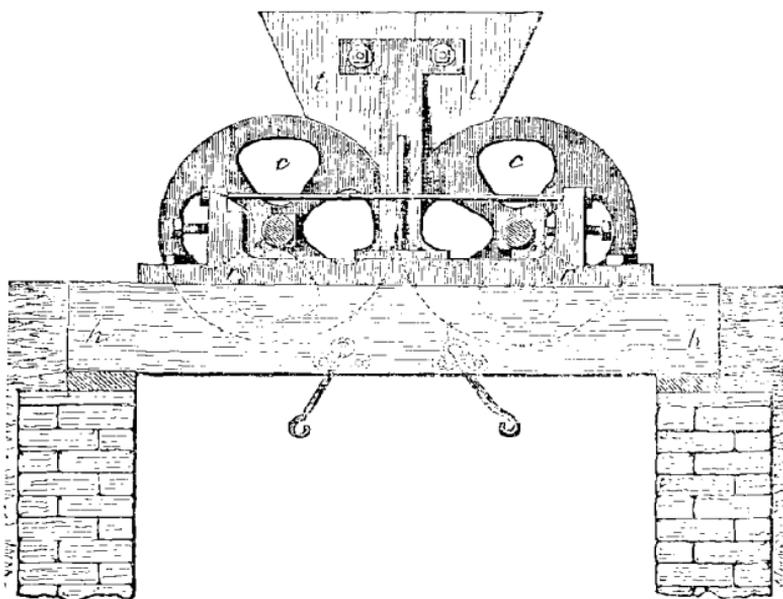


Fig. 88. $\left(\frac{1}{20}\right)$

La machine à triturer l'argile (fig. 88) est établie

sur un monticule. Elle se compose de deux tambours en fonte *c, c*, de 50 centimètres de diamètre, placés horizontalement à côté l'un de l'autre et ne laissant entre eux qu'un intervalle de 3 millimètres. La surface des cylindres est parfaitement unie; chacun peut tourner autour d'un axe qui le traverse et dont les coussinets s'emboîtent dans des rainures en fonte *r, r*, fixées sur une charpente *h, h*. Les coussinets des cylindres peuvent glisser dans ces rainures, de manière à permettre d'augmenter ou de diminuer l'écartement des tambours. Chacun des axes porte une roue dentée de 26 centimètres de rayon, et les deux roues engrènent entre elles. Un manège établi à une faible distance, et mu par un cheval, communique directement le mouvement à l'un des cylindres par un arbre de couche horizontal et un engrenage conique. La charpente *h, h*, sur laquelle reposent les supports *r, r* des coussinets, est fixée sur des piliers en maçonnerie, entre lesquels tombe la terre broyée. Au dessous des tambours, sont deux couteaux de fer dont le tranchant effleure leur surface et qui détachent l'argile qui y adhère. Une trémie en bois *t* surmonte l'appareil, et reçoit la terre qu'on y amène. Celle-ci, passant entre les cylindres, sort en feuillets minces et comprimés, qui tombent sur le sol, se replient les uns sur les autres et forment enfin une masse parfaitement exempte de pierres et déjà plus homogène.

Au sortir de la machine que nous venons de décrire, l'argile est conduite au malaxeur, qui la corroie, la condense et l'amène à l'état dans lequel elle est mise en œuvre.

246. — Les constructeurs des machines servant à mouler les tuyaux sont arrivés à rendre l'épuration de la terre possible sans le secours de l'appareil

précédent. Leur procédé consiste à faire passer l'argile à travers une grille à lames très-serrées ou à travers une plaque de fer criblée de petits trous. Ce moyen est exclusivement usité dans les fabriques belges, où l'on fait servir à l'épuration les machines que nous décrirons au chapitre suivant.

L'opération est conduite absolument de la même manière que s'il s'agissait de faire des tuyaux ; seulement, au lieu d'un moule, on adapte à la machine une grille ou un crible qui laisse passer la terre et qui retient la plus grande partie des pierres ou des matières étrangères. L'opération se fait après que la terre est sortie du malaxeur ; l'argile qui s'échappe en plaques minces ou en petits filets cylindriques est reçue dans un bac de bois, pétrie ensuite avec les mains et projetée violemment sur une table à diverses reprises, jusqu'à ce qu'elle ait repris sa densité première. De temps à autre on nettoie la grille ou le crible au moyen d'une petite curette en fer.

Lorsque l'épuration s'opère avec la machine de Clayton, on fait travailler celle-ci verticalement ; c'est de toutes les machines celle qui nettoie le mieux la terre et qui rend l'opération la plus facile ; cette circonstance est une raison puissante qui la fait préférer aux appareils qui ne travaillent que dans le sens horizontal et avec lesquels l'épuration est lente, incommode et imparfaite.

Quand la terre est préparée, on la recouvre de toiles mouillées ou de paillassons, en attendant qu'elle soit employée, afin qu'elle ne se dessèche pas trop rapidement. Au reste l'épuration doit se faire aussi peu de temps que possible avant la mise en œuvre ; autrement la terre durcit inégalement et se travaille ensuite fort mal.

CHAPITRE III.

DESCRIPTION, EMPLOI ET COMPARAISON DES MACHINES QUI SERVENT AU MOULAGE DES TUYAUX.

247. — L'usage des tuiles et des tuyaux dans le drainage, restreint d'abord par le prix élevé des poteries de ce genre fabriquées à la main, a pris une extension rapide à mesure que l'on a inventé, pour les confectionner, des machines de plus en plus puissantes, dont l'emploi permet d'obtenir aujourd'hui les tuyaux à un prix extrêmement modique.

La première tentative pour simplifier le moulage des tuiles fut faite en Écosse, vers 1837, par le marquis de Tweeddale; à la même époque, M. Beart inventait en Angleterre un appareil destiné au même but; quoique très-imparfait, il produisit néanmoins une réduction considérable dans la main-d'œuvre.

La machine du marquis de Tweeddale, et celle de M. Beart, n'étaient propres qu'à la fabrication des tuiles; d'ailleurs elles ne formaient point celles-ci d'un seul jet: elles procuraient seulement un feuillet d'argile d'une épaisseur et d'une largeur convenables, qui était ensuite contourné en forme de tuile sur des étampes en bois.

En 1843, les tuyaux fabriqués et exposés à Derby par M. John Read attirèrent pour la première fois l'attention sérieuse des agriculteurs sur les avantages

de cette forme de conduits; il n'existait alors pour les confectionner qu'une machine grossière, procurant tout au plus un millier de tuyaux par jour; mais les primes et les encouragements offerts aux constructeurs de machines par la Société Royale d'Agriculture de Londres, stimulèrent puissamment le génie inventif des Anglais, et l'on en vint, au bout de trois années, à produire dix mille tuyaux par jour; la fabrication s'est encore perfectionnée depuis.

248. — Les machines à faire les tuyaux sont aujourd'hui extrêmement multipliées en Angleterre. Bien que leurs formes soient diversifiées en quelque sorte à l'infini, un même principe a dirigé leur construction. Elles ont toutes pour objet d'exercer sur la terre une compression qui la force à passer à travers une ouverture pratiquée dans une plaque, que nous appellerons *moule* ou *lunette*, et au centre de laquelle est maintenu un noyau. L'argile, en s'échappant par l'intervalle compris entre le noyau et les bords de l'ouverture, prend toutes les formes qu'on veut lui donner. Cependant ces machines ne peuvent produire que des pièces à section uniforme sur toute leur longueur.

Nous nous proposons de décrire, dans ce qui va suivre, quelques-uns des appareils qui servent à mouler les tuyaux, de les comparer entre eux au point de vue économique, et de faire connaître, dans tous ses détails, le mode de travail qui convient à ceux que l'on emploie généralement dans notre pays.

Toutes les machines à mouler les tuyaux, que les constructeurs anglais ont produites, se partagent en deux grandes classes : l'une renferme les appareils dans lesquels le moteur agit d'une manière continue; l'autre, ceux où le mouvement est discontinu ou intermittent.

249. — *Machines à action continue.* — La première classe comprend trois espèces principales, qui se distinguent par la forme de l'outil, c'est-à-dire de la partie qui produit le travail utile. Dans l'une, l'argile est poussée à travers le moule par des rouleaux en fonte semblables à ceux de la machine à écraser les pierres : telle est la machine d'Ainslie; dans l'autre, cet effet est obtenu par un malaxeur qui triture en même temps la terre : tels sont les appareils de MM. Franklin et Ethewidge; dans la troisième, ce sont des vis sans fin qui exercent sur la terre la pression nécessaire pour lui faire prendre la forme voulue : telle est la machine récemment construite par MM. Randell et Saunders de Bath.

250. — La machine d'Ainslie est assez répandue en France, où elle paraît jouir d'une réputation que les Anglais lui refusent. Elle se compose de deux cylindres en fonte (fig. 89), disposés horizontalement l'un au-dessus de l'autre, et auxquels on peut imprimer un mouvement de rotation en sens contraire. Ils sont établis à l'arrière d'une caisse prismatique, dont la face d'avant est occupée par le moule. La terre, convenablement préparée, est déposée sur une toile sans fin, légèrement inclinée, qui précède les cylindres; un ouvrier la pousse entre ceux-ci; elle est entraînée par leur mouvement et comprimée dans la caisse, d'où elle s'échappe sous forme de tuyaux par les ouvertures que lui présente la lunette. Ces derniers sont reçus sur une table horizontale que nous aurons l'occasion de décrire plus loin; on les coupe à longueur et on les enlève à mesure.

On construit en France deux machines de ce genre; l'une coûte, avec les accessoires, environ 700 francs, et fait 500 tuyaux de petit calibre à l'heure; l'autre, du prix de 1,120 francs, fait à peu près 1,500 petits

tuyaux dans le même temps. Cette dernière exige pour sa manœuvre complète, y compris le transport

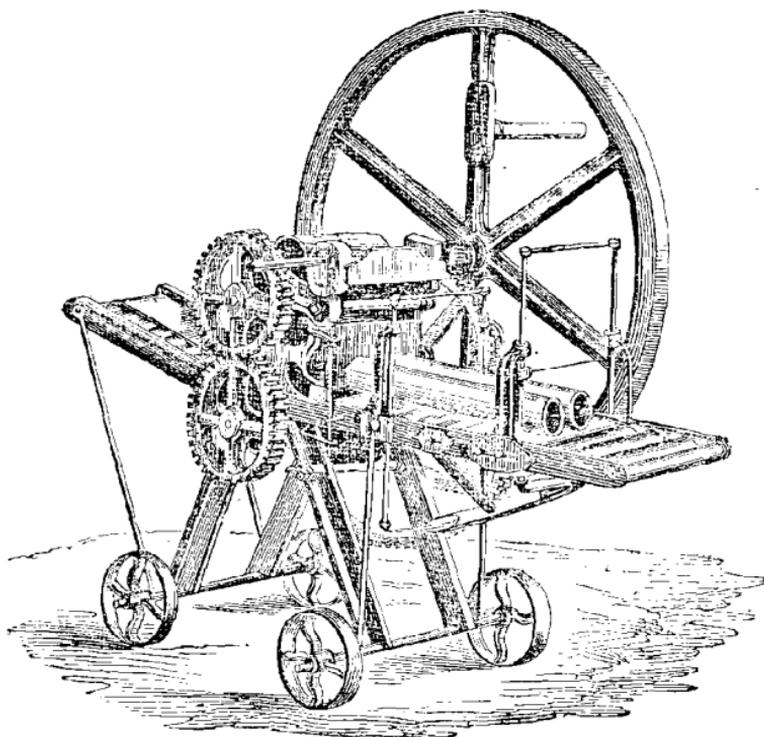


Fig. 89.

des tuyaux au séchoir, cinq hommes et deux enfants au moins.

251. — Dans la machine de M. Franklin, de même que dans la dernière construite par M. Ethewidge, les moules sont disposés à la partie inférieure de la paroi cylindrique d'un tonneau malaxeur; elles servent en même temps à triturer la terre. Les prix de ces machines sont respectivement de 875 et de 1,050 francs; leur manœuvre exige un cheval, un

ou deux ouvriers et six ou sept enfants. On prétend qu'elles produisent de 1,500 à 2,000 tuyaux à l'heure; mais nous avons de puissantes raisons de croire que ces chiffres sont considérablement exagérés. En 1849, nous avons vu fonctionner une machine de cette espèce en Angleterre; le travail était lent, difficile, sujet à de fréquentes entraves, et les produits, de qualité médiocre.

252. — La machine Randell et Saunders a été introduite en Belgique, en l'année 1852, par M. Philippart de Béciers, près de Tournay; on ne la construit pas encore dans notre pays, et elle coûte à Bath au delà de 1,250 francs. Cet appareil est représenté en plan et en élévation dans les figures 90 et 91. Nous en ferons seulement connaître le principe, car il présente en certaines parties des dispositions tellement compliquées, que la description la plus claire resterait probablement inintelligible pour le lecteur.

La terre préparée est mise dans une trémie T qui surmonte la caisse C de la machine; elle est prise et poussée à travers le moule M par deux vis sans fin, dont les filets s'emboîtent l'un dans l'autre jusque près du noyau, et qui tournent sans interruption dans la caisse C, faite de manière à ce que les deux vis s'y adaptent exactement. Le mouvement est transmis à une poulie P, P, et il se communique aux vis par un système de roues dentées et de pignons. Les tuyaux qui sortent de la caisse s'appuient sur une table horizontale garnie d'une toile sans fin; ils sont coupés à longueur par un mécanisme ingénieux, mais très-compliqué, A, qui fonctionne spontanément. Cette machine convient surtout dans les circonstances où l'on peut y appliquer la vapeur comme force motrice. Au dire de l'inventeur, elle produit 1,800 tuyaux de 0^m,05 de diamètre à

l'heure, lorsqu'elle travaille avec une force de deux chevaux et une vitesse convenable; cependant nous devons dire que les essais que l'on a faits en Belgique

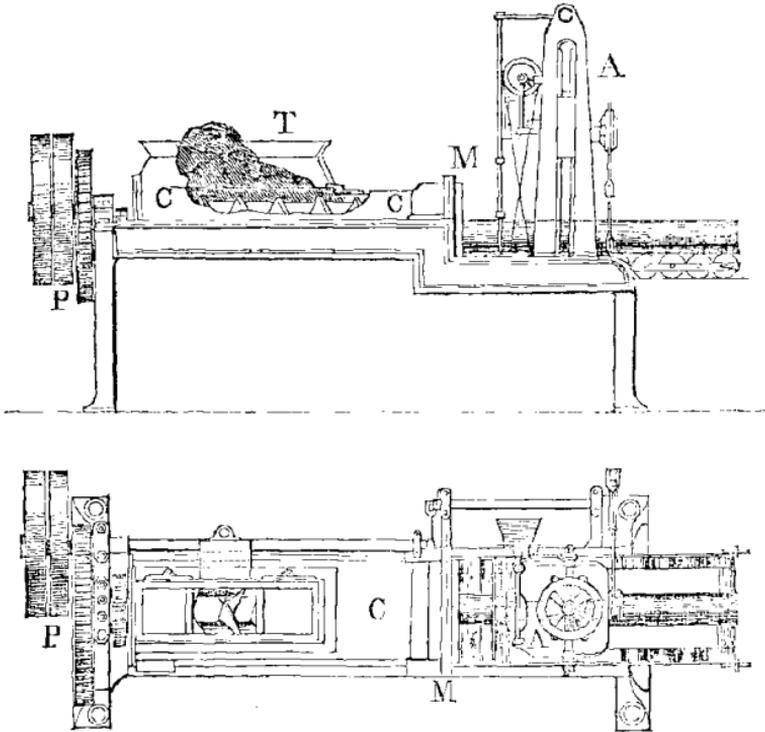


Fig. 90 et 91.

n'ont point donné des résultats aussi merveilleux, et que cette machine n'a point tenu complètement ce qu'elle promettait.

253. — *Machines à mouvement discontinu.* — Dans les machines à mouvement discontinu, qui ont généralement prévalu en Angleterre et en Belgique, la compression de la terre est produite par un piston horizontal ou vertical, mû de diverses façons.

Elles offrent un très-grand nombre de variétés, dont la plupart ne diffèrent que par des modifications légères, ou par la manière dont le mouvement est transmis à l'outil. Dans les fabriques belges, on se sert particulièrement des machines de MM. William de Bedford, Dovie de Glasgow et Clayton de Londres, qui toutes se confectionnent dans les ateliers de construction de Haine-Saint-Pierre.

254. — La machine William, dont plusieurs établissements ont été pourvus dans le principe, ne diffère pas essentiellement dans sa construction, ni dans sa manœuvre, de la machine Dovie à simple caisse; nous ne nous arrêterons donc pas à en faire la description. On a d'ailleurs aujourd'hui renoncé à la construire, parce qu'elle est de beaucoup inférieure à cette dernière. Tandis que la machine de Dovie fait 7,604 tuyaux, celle de William ne produit, avec un personnel sensiblement égal, que 5,676 tuyaux du même calibre; il y a donc en faveur de la première une différence de 33 p. c. Le prix des deux machines est d'ailleurs de 600 francs.

255. — La machine Dovie à simple caisse est représentée dans la fig. 92. Elle se compose d'une caisse en fonte, parfaitement alésée à l'intérieur, d'une capacité d'environ trente-quatre décimètres cubes, dans laquelle se meut horizontalement un piston, dont la tige est formée par une crémaillère en fer. Cette tige est mise en mouvement au moyen d'une manivelle *m*, par l'intermédiaire d'un système de roues dentées et de pignons, convenablement combinés pour grandir l'effort du moteur qui travaille sur la manivelle. La caisse est fermée du haut par un couvercle en fonte, qui peut glisser entre deux coulisses pratiquées dans le dessus des parois latérales de la caisse; ce couvercle porte sur sa face

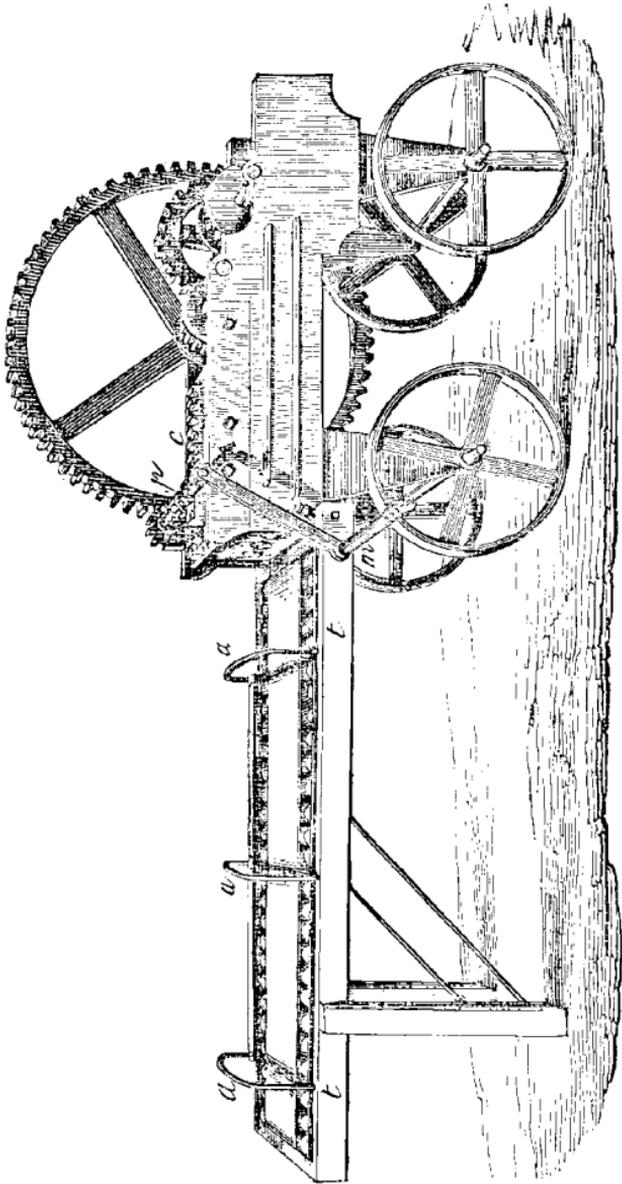


Fig. 92.

supérieure une crémaillère *c*; quand on veut le faire glisser dans les rainures pour couvrir la boîte, on pousse l'arbre de la manivelle dans le sens de sa longueur, de manière à faire engrener le pignon *p* avec la crémaillère qui surmonte le couvercle; puis on fait mouvoir celui-ci en agissant sur la manivelle. La paroi d'avant de la caisse est amovible et formée par une plaque en fonte qui compose le moule ou la lunette. Cette plaque est percée d'un nombre plus ou moins considérable d'ouvertures semblables au contour extérieur des pièces qu'on veut mouler; au centre de chacune est un noyau en fonte, qui a exactement la forme du vide ou du contour intérieur de ces pièces. La fig. 95, montre sous toutes ses faces une lunette destinée à faire des tuyaux à section circu-

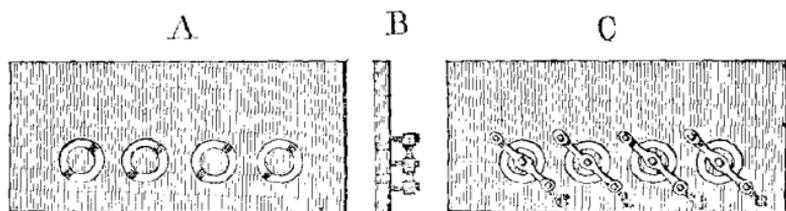


Fig. 95.

laire, de 0^m,025 de diamètre, ainsi que la manière dont les noyaux sont reliés à la plaque. A est une vue de devant de la lunette; B, une vue de côté; C, une vue de derrière.

En avant de la caisse est une table horizontale *t, t*, composée de plusieurs toiles sans fin, que portent de petits rouleaux en bois bien mobiles, et sur laquelle les tuyaux se placent d'eux-mêmes au sortir de la machine. En *a, a*, sont des archets reliés à une charnière qui règne sur toute la longueur de la table; chacun d'eux est garni d'un fil de laiton tendu

fortement, qui coupe les tuyaux lorsqu'on rabat l'ensemble des archets sur la table. Un timbre indique aux ouvriers que le piston est parvenu au bout de sa course.

La manœuvre de cette machine exige deux hommes et trois enfants, qui travaillent de la manière suivante. Supposons que la terre soit amenée près de la machine, en blocs d'environ 0^m,40 de longueur sur 0^m,25 de largeur et 0^m,20 d'épaisseur, et que le coffre soit ouvert. Un homme prend la terre et la projette violemment dans la caisse, afin de la tasser fortement et d'expulser l'air aussi complètement que possible; lorsque la boîte est remplie, on referme le couvercle qui, en glissant dans ses rainures, coupe toute la terre en excès sur ce que la caisse peut contenir; on enlève cette terre surabondante, qui gênerait le mouvement de l'arbre de la manivelle, puis l'homme dont nous avons parlé, aidé d'un second ouvrier, met le piston en mouvement. A mesure que celui-ci avance, la terre qu'il comprime s'échappe par les ouvertures de la lunette; les tuyaux qui sortent, en nombre plus ou moins grand suivant leur diamètre, s'appuient sur les toiles sans fin qu'ils mettent d'eux-mêmes en mouvement, et ils s'avancent ainsi jusqu'au bout de la table sans se déformer sensiblement. Lorsque le bout de la rangée de tuyaux atteint l'extrémité de la table, l'un des ouvriers abandonne un instant la manivelle pour abaisser l'appareil qui doit couper les tuyaux à longueur et le relever immédiatement après. Puis le mouvement du piston recommence aussitôt, et l'on continue ainsi jusqu'à ce que le timbre indique que l'outil est arrivé au bout de sa course. Un gamin, qui se tient devant la table, enlève successivement toutes les pièces moulées et les dépose sur des rayons d'environ 1^m,50 de longueur placés à côté de la machine. Il est muni pour cela d'un man-

drin en bois (fig. 94), garni d'un nombre plus ou moins considérable de tiges, qu'il introduit dans les

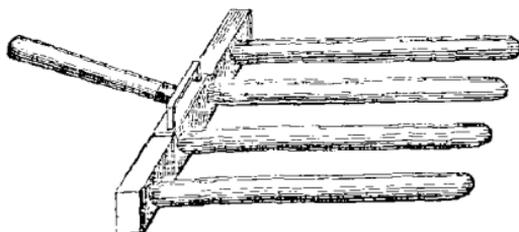


fig. 94.

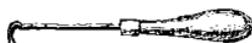


Fig. 95.

tuyaux, de manière à pouvoir enlever et transporter ceux-ci sans les déformer. De temps à autre les bâtons du mandrin doivent être plongés dans un baquet plein d'eau.

Deux autres gamins prennent les rayons à mesure qu'ils sont remplis et les transportent sous le hangar où doit se faire la dessiccation; ils en rapportent chaque fois un ou plusieurs rayons vides, qu'ils placent à côté de la machine, comme nous le dirons plus loin (262).

Aussitôt que le piston est parvenu au bout de sa course, on ouvre le coffre comme il a été dit plus haut, puis, en agissant avec les mains sur la grande roue que l'on voit sur le côté de la machine, on fait rétrograder le piston et on le ramène à son point de départ; après quoi on procède au remplissage de la caisse, pour recommencer ensuite toute la série d'opérations que nous avons décrites. Lorsqu'en cours de travail on s'aperçoit qu'il se trouve devant l'une des ouvertures du moule une pierre qui fend sur toute sa longueur le boyau de terre sortant de la

machine, on arrête immédiatement celle-ci et on extrait la pierre à l'aide d'un petit crochet en gros fil de fer (fig. 95).

La machine Dovie confectionne quatre tuyaux de 0^m,025 de diamètre à la fois ; sa caisse contient assez de terre pour 57 ou 58 tuyaux de ce calibre et de 0^m,52 de longueur. Le temps nécessaire pour faire parcourir au piston toute sa course est d'environ 2 minutes 3 secondes, et il faut 90 secondes pour reculer le couvercle, remplir la caisse, la refermer et enlever les bavures. Cette machine peut produire 9,770 petits tuyaux en dix heures de travail ; en comptant 770 tuyaux pour les déchets de tous genres, qui n'atteignent jamais un chiffre aussi élevé, il reste encore une production de 9,000 tuyaux par jour. La main-d'œuvre pour mouler 1,000 tuyaux revient donc à 66 1/2 centimes, en comptant la journée des hommes à 1 fr. 50 cent., et celle des gamins à 1 franc. Toutefois cela suppose que la terre ait été préalablement préparée ; si elle contient des pierres, il faudra employer la machine pendant la moitié du temps à peu près à épurer l'argile, et en tenant compte de ce travail préparatoire, qui exige le concours de trois hommes, la main-d'œuvre par mille tuyaux sera portée à 1 fr. 16 1/2 c.

Le travail de cette machine est sujet à des pertes de temps considérables, car on a vu qu'après avoir fonctionné durant 123 secondes, le piston subit un repos forcé de 90 secondes, équivalant à peu près au tiers du temps total, et pendant lequel un ouvrier et trois gamins restent inoccupés. C'est dans le but de faire disparaître ou du moins de réduire la durée de ces moments d'arrêt, que l'on a imaginé de construire une machine du même système que la précédente, avec deux caisses et deux pistons.

256. — La machine Dovie à double caisse, est

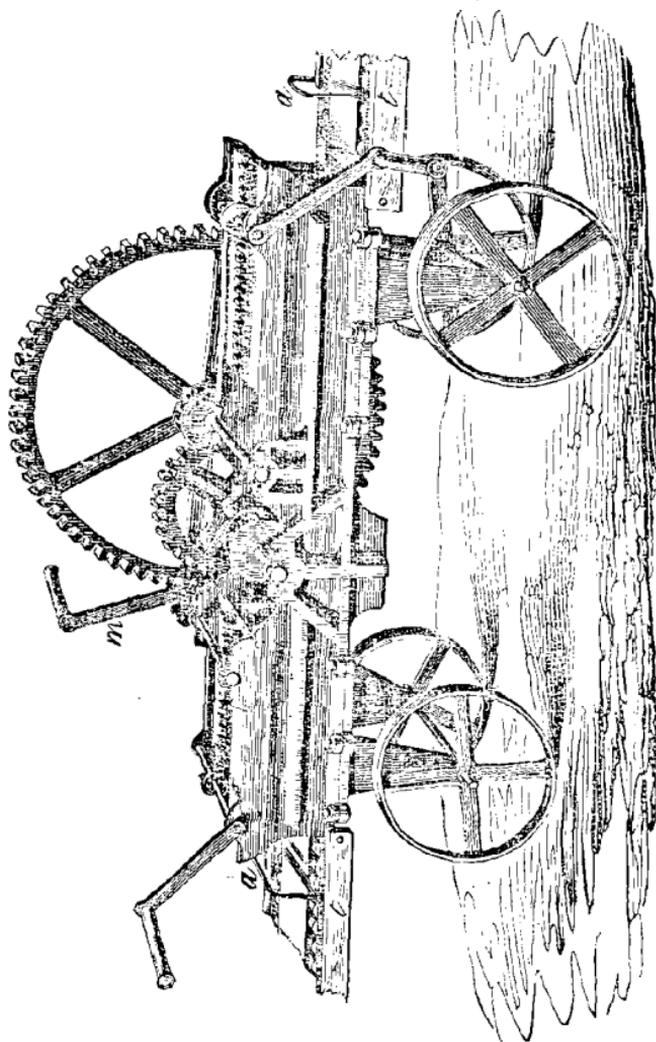


Fig. 96.

représentée dans la fig. 96. Son travail est conduit à

peu près comme celui de la machine simple, sauf qu'il exige un personnel plus nombreux. Deux hommes travaillent sur la manivelle; un troisième remplit alternativement chaque caisse; un gamin se tient à l'extrémité de l'une ou l'autre table pour enlever les tuyaux, et deux hommes transportent les rayons, qui dans ce cas doivent avoir une longueur d'environ trois mètres, et seraient trop lourds pour des enfants.

Quand l'un des pistons est parvenu au bout de sa course, les ouvriers qui agissent sur la manivelle la font tourner en sens inverse; le premier piston rétrograde, tandis que l'autre est obligé d'agir sur la terre que contient la seconde caisse. Pendant ce temps, l'ouvrier chargé d'alimenter la machine recule le couvercle de la caisse vide, lequel est mû ici par une petite manivelle et un pignon indépendants; à mesure que le piston recule, l'ouvrier projette de la terre dans la caisse, en sorte que quand ce piston revient à l'origine de sa course, et que celui qui a travaillé est au bout de la sienne, le coffre est à peu près plein de terre; il ne reste plus qu'à le refermer pour que les hommes qui sont à la manivelle puissent aussitôt recommencer leur travail. La perte de temps est réduite ainsi à 10 ou 12 secondes, c'est-à-dire au neuvième environ de ce qu'elle était dans la machine simple.

Chacune des caisses peut contenir la terre nécessaire au moulage de 62 tuyaux de 25 millimètres de diamètre, et la machine en fait 13,120 en dix heures de travail; déduction faite d'un déchet proportionnel à celui que nous avons admis plus haut, il reste une production d'au moins 12,086 tuyaux par jour.

Si la terre qu'on met en œuvre n'a pas besoin d'être épurée, le moulage d'un mille de tuyaux

reviendra à 70 centimes environ. Dans le cas contraire, on pourra procéder de deux manières différentes : ou bien on travaillera à l'épuration avec les deux caisses à la fois, ou bien l'on fera des tuyaux d'un côté, tandis que de l'autre on préparera la terre. Dans la première hypothèse, en admettant que l'on emploie un jour à passer la terre nécessaire au travail du lendemain, et en remarquant d'ailleurs que l'épuration demande le concours de quatre hommes, on trouve que la main-d'œuvre revient à 4 fr. 20 c. par 1,000 tuyaux. Dans la seconde hypothèse, il faut au moins quatre hommes et deux enfants pour la manœuvre complète de la machine, et on fera un peu plus de la moitié du nombre des tuyaux que l'on obtient quand les deux caisses concourent au mouillage, soit 7,000 tuyaux; la main-d'œuvre par mille reviendra alors à 4 fr. 14 c.

La machine à double caisse coûte, avec les accessoires, 750 francs.

257. — La machine de Clayton est représentée dans la fig. 97. Elle se compose de deux cylindres en fonte A et B, ouverts aux deux bouts, et reliés chacun par des oreilles à une tige verticale autour de laquelle ils peuvent tourner. Une pédale sur laquelle s'appuie cette tige permet de soulever séparément les cylindres. Ceux-ci reçoivent la terre et servent alternativement au travail. L'un repose sur une table C, à l'arrière de la machine, tandis que l'autre s'appuie sur une plaque d'assise d, et y est maintenu au moyen de petits taquets mobiles. La tige du piston destiné à presser la terre est reliée par le haut à une pièce de fer h, h, dont les branches verticales se terminent en crémaillères. Sur celles-ci agissent des pignons auxquels le mouvement de la manivelle m se communique par l'intermédiaire de diverses roues dentées

Une caisse en fonte *n* est adaptée à la plaque d'assise *d*, et sa face d'avant reçoit le moule, qui pour

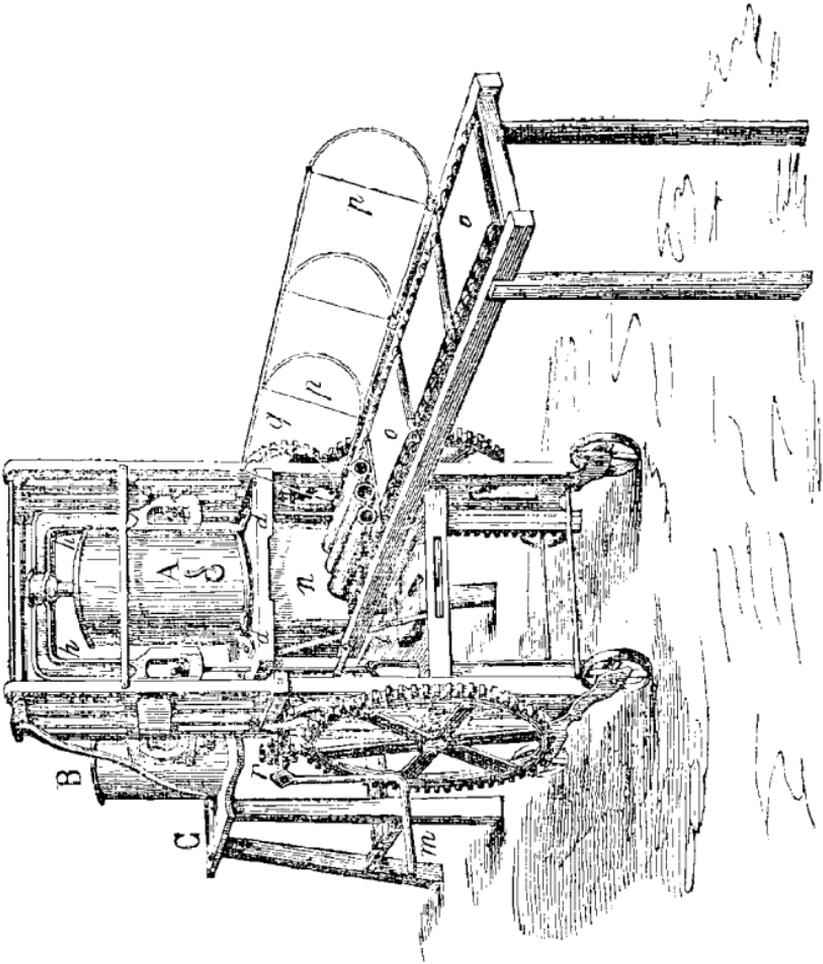


Fig. 97.

les tuyaux de 23 millimètres de diamètre est percé de six ouvertures. La table *o*, recouverte de toiles

sans fin, sert à supporter les tuyaux, et les archets p, p, \dots à les couper à longueur.

Pendant que deux ouvriers, agissant sur la manivelle, font descendre le piston dans le cylindre A pour en comprimer le contenu, un troisième ouvrier, placé sur le marche-pied d'arrière, emplît le cylindre B, y bourre fortement la terre avec un pilon en bois, et saupoudre de sable la partie supérieure après qu'il a enlevé, à l'aide d'un fil de laiton garni de deux poignées (fig. 98), tout ce qui dépasse le bord du cylindre. Pendant ce temps, le piston étant arrivé au bas de sa course, l'un de ceux qui meuvent la machine découvre une petite ouverture percée dans la paroi du cylindre pour laisser rentrer l'air; puis on tire l'arbre de la manivelle dans le sens de sa longueur, de manière à désengrener le pignon r et à engrener un second pignon q à une roue située de l'autre côté de la machine. Cette roue est calculée pour que l'on puisse ramener le piston au haut de sa course en un temps court, au moyen de $3 \frac{1}{2}$ à 4 tours de manivelle seulement.

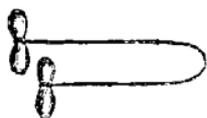


Fig. 98.

L'ouvrier qui se tient à l'arrière agit alors sur la pédale, soulève un peu le cylindre A, l'attire à lui et l'amène sur une table dans une position analogue à celle qu'occupait le cylindre B. Posant ensuite le pied sur la seconde pédale, il soulève le deuxième cylindre, le pousse au-dessus de la plaque d'assise, le laisse descendre en place et l'y assujétit. Pendant que l'on fait de nouveau descendre le piston, cet ouvrier remplit le cylindre A, qu'il substitue de la même manière au cylindre B, quand ce dernier est vide. Un gamin enlève les tuyaux de la table et les dépose sur des rayons de trois mètres de longueur,

placés à côté de la machine, et que deux hommes transportent au séchoir.

Le temps nécessaire pour remonter le piston et changer les cylindres est seulement de vingt secondes.

L'appareil de Clayton peut faire 14,280 tuyaux en dix heures de travail. Le déchet y est considérablement moindre que dans les autres machines, parce que d'une part l'épuration de la terre s'y fait mieux, et que de l'autre il est plus aisé de remplir un cylindre sans qu'il y reste de l'air, qu'une caisse prismatique. Quand il y a de l'air intercalé dans les coffres des machines, il s'échappe avec violence et en produisant une explosion lorsque les tuyaux arrivent au jour; par suite de cet effet ceux-ci se trouent quelquefois sur toute leur épaisseur et ne peuvent plus servir. Le déchet dû à cette cause est moindre dans la machine Clayton que dans les précédentes, et l'on peut estimer à 13,718 tuyaux de 0^m,025 de diamètre, la production journalière de cette machine. La main-d'œuvre pour mouler un mille de tuyaux ne revient alors qu'à 62 centimes. Si l'on veut tenir compte du temps nécessaire pour épurer la terre, on remarquera que quatre hommes peuvent, en moins de six heures, préparer la terre que la machine consomme en une journée, et l'on trouvera pour prix de la main-d'œuvre totale fr. 0-89 par mille tuyaux.

La machine Clayton procure donc un travail plus économique et fournit une plus forte quantité de tuyaux que celles que nous avons décrites plus haut. Elle offre encore un avantage précieux : c'est qu'on peut la faire travailler à volonté dans un plan vertical, circonstance qui facilite singulièrement l'épuration de la terre et la fabrication des tuyaux d'un grand diamètre, lesquels sont exposés à se déformer lorsqu'ils sortent horizontalement. Quand on veut

faire travailler la machine dans le sens vertical, il suffit d'enlever la table à rouleaux ainsi que la caisse *n*, et d'adapter directement les lunettes à la plaque d'assise des cylindres. Un ouvrier se tient alors assis près de la machine pour recevoir les tuyaux. Au moment où ils commencent à sortir, il y introduit un mandrin (voyez fig. 99 et 100), et le laisse ensuite descendre jusqu'à ce que la poignée repose sur la plaque *a*. Quand les tuyaux sont descendus jusqu'au rebord du mandrin, on les coupe par un fil de laiton attaché au haut des tiges *t*, *t*; l'ouvrier passe alors les tuyaux à un enfant, et il reprend immédiatement un second mandrin que celui-ci a rapporté et déposé dans un baquet plein d'eau. On ne fait verticalement que les tuyaux de 0^m,06 et de 0^m,08 de diamètre; on faisait autrefois ceux de 0^m,025 de la même manière, mais on y a renoncé.

L'appareil de Clayton, avec le marche-pied, la table à rouleaux, les mandrins pour enlever les tuyaux, huit moules et un crible en fer pour l'épuration de la terre, coûte, à Haine-Saint-Pierre, 1,058 francs. Le poids de la machine est d'environ 1,250 kilogrammes.

La machine Dovie pourrait aussi travailler verticalement : il suffirait pour cela d'adapter à la caisse un conduit courbe et de placer la machine au-dessus d'une excavation, dans laquelle se tiendrait un ouvrier pour recevoir les tuyaux. Cette transformation compliquée augmenterait le prix de la machine, les frais de main-d'œuvre, et ne conduirait pas à un travail aussi parfait que celui que la machine Clayton exécute.

258. — *Comparaison des diverses machines.* — La meilleure machine à faire les tuyaux est évidemment celle qui permet de les obtenir au prix le plus bas, eu égard au capital engagé dans l'acquisition de la ma-

chine; au nombre d'ouvriers qu'elle demande pour

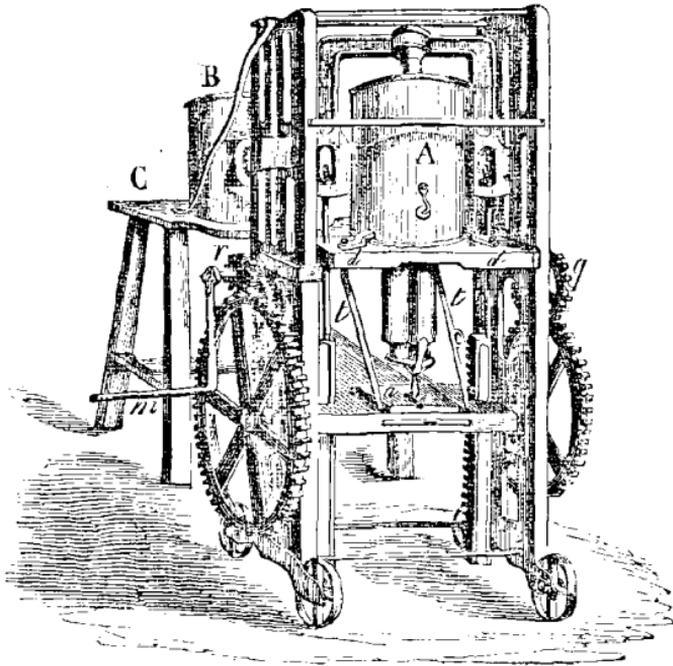


Fig. 93.

sa manœuvre; à la qualité des produits; à la simplicité de construction, qui rend l'entretien facile, les réparations peu nombreuses, les chômages plus rares.

En général on ne se donne point la peine d'envisager la question sous ces différents points de vue, et nous trouvons étrange que la plupart des au-

Fig. 100.



teurs qui écrivent sur la fabrication des tuyaux ne s'attachent point à discuter la valeur des machines en tenant compte de ces divers éléments. Sur quoi l'industriel peut-il baser son choix, si l'on se contente de lui indiquer uniquement le prix de chaque machine et le nombre des tuyaux qu'elle fait par jour, et surtout si l'on puise ce dernier renseignement dans les prospectus mensongers des inventeurs? En agissant ainsi, on est fort souvent conduit à recommander des machines qui ne méritent aucune attention, tandis que l'on relègue les meilleures au dernier rang.

Nous ne possédons point des données suffisamment exactes pour établir une comparaison entre toutes les machines que nous avons décrites; cependant il nous paraît résulter clairement des indications données plus haut que la machine d'Ainslie est inférieure sous tous les rapports à la machine de Clayton.

Les considérations relatives aux diverses machines dont on fait usage en Belgique nous conduisent, d'autre part, aux conclusions suivantes.

La machine Dovie, à simple caisse, peut être avantageusement employée dans toutes les circonstances où l'on ne veut faire annuellement qu'une faible quantité de tuyaux, comme, par exemple, dans le cas où un grand propriétaire entreprend de confectionner lui-même les tuyaux dont il a besoin pour l'assainissement de ses terres.

Lorsque, au contraire, on veut faire de la fabrication des tuyaux un objet de spéculation, et que l'on cherche à produire le plus possible, la machine de Clayton se recommande par sa construction ingénieuse, sa marche régulière, la perfection et l'économie de son travail. Elle présente une grande supériorité sur la machine Dovie à double caisse, à cause qu'elle est mieux disposée pour la confection des tuyaux d'un grand dia-

mètre; l'épuration de la terre y est aussi plus facile que dans les machines horizontales, où le nettoyage des grilles engorgées de pierres ou d'autres substances est une opération lente et laborieuse.

La machine de Randell et Saunders fonctionne d'une manière très-régulière et avec économie; les produits qu'elle donne sont de très-bonne qualité; les déchets occasionnés par l'explosion de l'air y sont très-faibles, et la quantité de tuyaux qu'elle fournit en une journée est considérable. Cependant elle ne convient que pour une grande fabrication, et principalement dans le cas exceptionnel où on peut la faire mouvoir au moyen de la vapeur.

259. — *Fabrication des manchons et des tuyaux de raccordement.* — Pour obtenir les colliers, on fabrique, à la manière ordinaire, des tuyaux d'un diamètre convenable; puis on les divise sur leur longueur en un certain nombre de tronçons qui restent adhérents les uns aux autres et que l'on ne sépare qu'au moment où les manchons doivent être mis en œuvre. On fait généralement quatre manchons avec un tuyau ordinaire, ce qui donne à ceux-ci une longueur de 0^m,075; leur diamètre intérieur excède de 10 à 15 millimètres le diamètre extérieur des tuyaux auxquels ils correspondent.

La division des tuyaux en tronçons peut s'opérer de deux manières. La première consiste à faire usage d'un système d'archets analogue à celui qui sert à couper les tuyaux; ces archets, rapprochés à une distance convenable les uns des autres, sont disposés de manière à ce que les fils qu'ils portent ne pénètrent dans les tuyaux que sur les cinq sixièmes de leur hauteur (fig. 101). De quatre en quatre archets, il s'en trouve un dont le fil sépare complètement les tuyaux.

La seconde consiste à rouler les tuyaux sur une

planche (fig. 102) dont l'invention est due à M. Maughan de Dudley. Elle porte trois lames en fer équidistantes, dont la saillie est de 0^m,003 moins forte

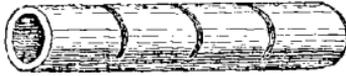


Fig. 401.

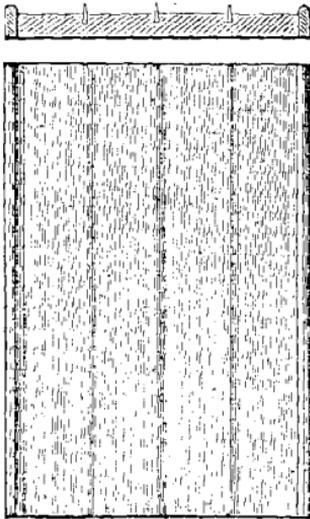


Fig. 402. $\left(\frac{1}{10^c}\right)$

que l'épaisseur des tuyaux, et deux rebords latéraux peu élevés. En passant les tuyaux sur une semblable table, chaque lame fait, sur tout le pourtour de leur circonférence, une incision qui ne pénètre pas jusqu'à l'intérieur, mais qui est néanmoins assez profonde pour que les tronçons se disjoignent aisément après que les tuyaux sont cuits (169). Il faut prendre des précautions, quand on procède de la sorte, pour que les deux bouts d'une même incision se correspondent exactement, car s'il n'en était pas ainsi les colliers seraient fort difficiles à séparer. Les rebords aident à

obtenir ce résultat, parce qu'ils font obstacle à toute déviation.

Les ouvertures elliptiques que doivent présenter les tuyaux destinés à servir de raccordement entre les collecteurs et les drains de desséchement, ainsi que le biseau des petits tuyaux, se font au moyen d'un couteau, quand les pièces sont à moitié séchées. Le nombre des tuyaux de l'une et de l'autre espèce qu'il faut préparer de la sorte s'élève au trentième environ de celui des tuyaux collecteurs que l'on confectionne.

Les potiers doivent aussi tenir un rapport déterminé entre les quantités de tuyaux de divers calibres qu'ils fabriquent. Dans les opérations de drainage faites en Belgique, on emploie moyennement cinq fois autant de petits tuyaux que de grands; en sorte que pour 3,000 tuyaux de 0^m,025 ou de 0^m,035 de diamètre, il convient d'avoir 600 tuyaux de 0^m,05 à 0^m,08 d'ouverture, destinés à servir de collecteurs.

CHAPITRE IV.

SÉCHAGE DES TUYAUX. — DISPOSITIONS DES SÉCHOIRS.

260. — Les tuyaux sont généralement séchés sous des hangars couverts. Quelquefois ces hangars sont clôturés par des murs à jours, faits au moyen de briques ordinaires mises de champ et disposées comme le montre la fig. 103; d'autres fois on les arrange de

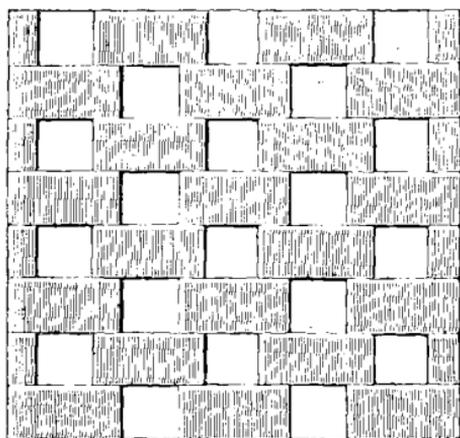


Fig. 103.

manière à pouvoir, au besoin, les fermer latéralement par des cloisons en planches ou par des paillassons. Ces précautions ne sont point indispensables.

Dans la première période de la dessiccation, les tuyaux ont à redouter, d'une part, l'action trop vive du soleil ou du vent, de l'autre l'influence des gelées. Une dessiccation trop rapide occasionne des gerçures et des déformations considérables; tandis qu'une faible gelée suffit souvent pour détériorer tous les tuyaux qui sont sous les hangars, au point qu'ils ne peuvent plus servir. Aussi les fabricants doivent agir avec beaucoup de circonspection au commencement et à la fin de chaque campagne, pour se mettre à l'abri des accidents de ce genre, qui peuvent leur faire éprouver des pertes considérables. Ils doivent seulement entreprendre la fabrication des tuyaux sur une grande échelle quand les gelées ne sont plus à craindre, et terminer leurs travaux à l'arrière-saison avant qu'elles viennent les surprendre. Pour fabriquer durant l'hiver, il est indispensable de pouvoir disposer de séchoirs entièrement fermés et d'y entretenir pendant la mauvaise saison une chaleur convenable. Une pareille sujétion donne nécessairement lieu à des frais plus considérables; aussi la plupart des fabricants ne travaillent que durant la période où ils peuvent, sans danger, faire sécher les tuyaux à l'air libre.

Un pareil état de choses ne laisse pas que d'avoir des inconvénients assez graves, parce qu'il en résulte que les fabriques sont dépourvues de tuyaux à l'époque où les agriculteurs en ont le plus grand besoin; c'est en effet au printemps et durant l'hiver que la plupart des terres sont libres, et que le cultivateur dispose le plus aisément des attelages pour le transport des tuyaux et d'ouvriers pour l'exécution du drainage. Nous recommandons à tous les fabricants soucieux de leurs intérêts de ne point se borner à faire uniquement, pendant l'été, les tuyaux qu'ils

peuvent cuire immédiatement, ou ceux qui leur sont demandés, mais de faire travailler la machine sans relâche durant toute la bonne saison, de sécher les tuyaux qu'ils ont en trop et de les remiser pour les cuire en hiver. Ils seront alors en état de subvenir aux commandes qui leur sont faites au commencement du printemps.

261. — Les tuyaux que l'on veut faire sécher sont généralement disposés à plat, les uns à côté des autres, sur des étagères. On les retourne de temps en temps afin qu'ils sèchent aussi régulièrement que possible. A certaine époque de la dessiccation, les tuyaux doivent être *roulés*; cette opération a pour but de les rendre plus denses, d'en polir l'intérieur, de les redresser ou de leur rendre la forme circulaire s'ils ont été déformés par une cause quelconque. Le roulage est une opération très-importante, qu'il ne faut jamais négliger. Il se pratique au bout d'un temps plus ou moins long suivant l'état de l'atmosphère : en règle générale, les tuyaux au moment où on les roule ne doivent être ni assez secs pour se crevasser sous l'action du rouleau, ni assez humides pour se déformer de nouveau après coup. Il faut donc que l'ouvrier chargé de cette partie du travail ait un tact particulier et une grande habitude, afin de saisir le moment le plus opportun pour exécuter l'opération dont nous parlons.

On roule les tuyaux sur une petite table en bois bien plane au moyen d'un bâton cylindrique (fig. 104) un peu plus mince que le calibre intérieur des tuyaux et long d'environ 0^m,50. La table est placée entre les étagères, à proximité des tuyaux à rouler; chacun de ceux-ci est enlevé des rayons par le bâton qu'on y introduit, passé deux ou trois fois sur la table et remis ensuite en place. On déplace la table à mesure

que le travail avance, et pour rendre ce déplacement plus facile on met quelquefois les deux pieds de devant sur des roulettes (fig. 105); il suffit alors de soulever la table par le côté opposé et de la pousser



Fig. 104.

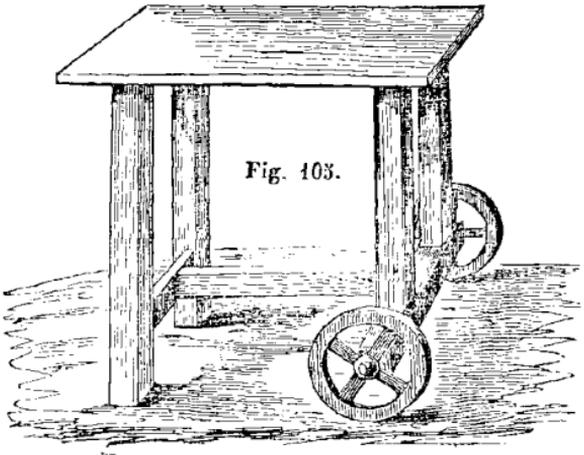


Fig. 105.



Fig. 106.

en avant. Ordinairement il y a en-dessous de la table une petite boîte renfermant du sable fin pour saupoudrer la partie supérieure de la tablette, ce qui empêche l'adhérence de la terre avec le bois. Malgré l'usage du sable, le rouleur est obligé de racler la table de temps à autre, de même que son bâton; il

se sert pour cela d'une curette, vue dans la fig. 106. Quelquefois le bâton est trempé dans l'eau. Un enfant peut rouler aisément quatre cents tuyaux en une heure de travail.

Les tuyaux d'un grand diamètre, ceux de 0^m,08 par exemple, sont séchés debout; il serait à craindre qu'il ne s'y produisît des déformations trop considérables si on les mettait à plat comme les autres. Quand la terre que l'on travaille n'est point suffisamment ferme, on est déjà obligé d'en agir de même à l'égard des tuyaux de 0^m,06 d'ouverture.

262. — La construction des étagères sur lesquelles on dispose les tuyaux est fort simple. Le meilleur système, pour une fabrique permanente, consiste à les composer de poteaux en bois de 7 à 8 centimètres d'équarrissage, implantés inférieurement dans le sol et reliés par le dessus à la charpente qui soutient le toit du hangar. Ces poteaux, alignés suivant la largeur ou suivant la longueur du séchoir, sont espacés d'environ 1^m,40, et les diverses rangées laissent entre elles un intervalle d'à peu près 1^m,58 d'axe en axe. Tous les poteaux sont traversés, depuis le bas jusqu'à la hauteur de 1^m,80 à 2^m,00, par une série de chevilles distantes de 0^m,15 à 0^m,20 (fig. 107) sur lesquelles on fait reposer les rayons. Chaque rangée de poteaux reçoit des rayons des deux côtés et quand ceux-ci sont en place, il règne entre les étagères un couloir d'environ 0^m,80 de largeur. On peut remplacer les chevilles par de petites planchettes encadrées et clouées dans les montants (fig. 108).

Les rayons sont composés de parties indépendantes et amovibles, qui ont depuis 1^m,50 jusqu'à 3 mètres de longueur, suivant la machine dont on fait usage, et 0^m,35 de largeur. Chacun est, par conséquent, supporté par deux ou par trois poteaux; les

poteaux qui correspondent aux extrémités des rayons successifs sont plus rapprochés que les autres, comme

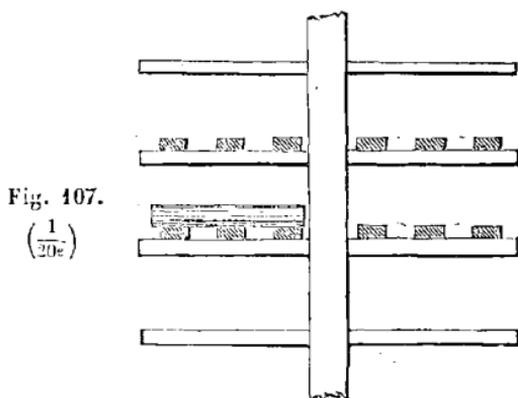


Fig. 107.
($\frac{1}{20e}$)

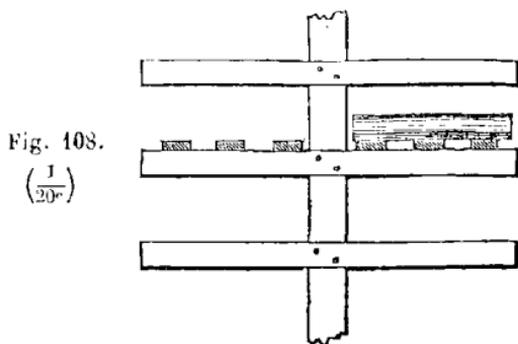


Fig. 108.
($\frac{1}{20e}$)

on le voit dans la fig. 109, qui montre la moitié d'un hangar coupé sur sa largeur.

Il ne convient pas, si ce n'est pour les pièces de grandes dimensions que l'on sèche debout, de faire les rayons d'une seule planche, car alors les tuyaux sèchent plus rapidement aux deux extrémités que dans leur milieu; ils sont exposés à se déjeter. Le meilleur système consiste à composer les rayons de trois lattes en sapin, de 2 centimètres d'épaisseur sur 7 à 8 cen-

timètres de largeur, maintenues à une distance de 4 à 5 centimètres les unes des autres par des tra-

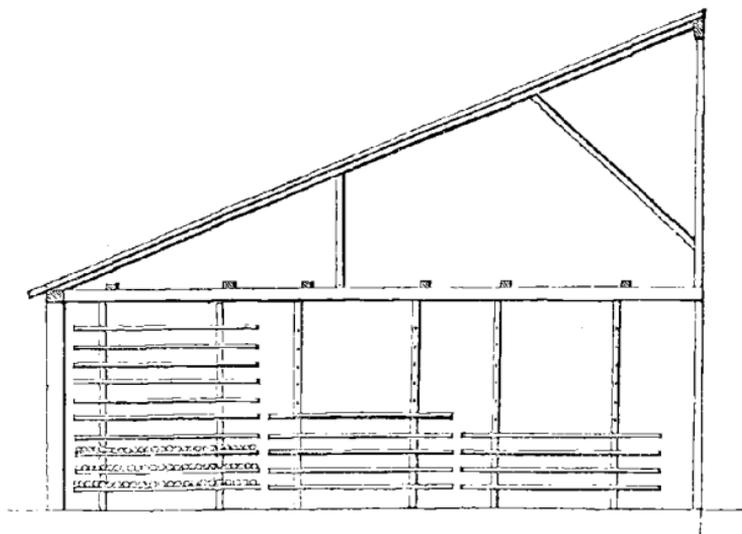


Fig. 109. $\left(\frac{1}{100^e}\right)$

verses sur lesquelles elles sont solidement clouées (fig. 110). Trois traverses, dont deux aux extrémités et une au milieu, suffisent pour un rayon de 2^m,30 de longueur. A Boom, les rayons sont formés de lattes de 3 centimètres de largeur seulement, distantes de 9 centimètres, et clouées sur 7 traverses (fig. 111); mais ils ne conviennent que quand la terre est ferme et tenace.

Au moyen de ces dispositions, l'air circule avec facilité tout autour des tuyaux, qui sèchent vite et d'une manière assez uniforme.

On peut compter qu'il entre, dans un séchoir établi suivant ces principes, 147 tuyaux de 0^m,028 de diamètre par mètre carré de superficie, en sorte qu'un hangar long de 20 mètres et large de 10 peut

contenir plus de 29,000 tuyaux de petit calibre.

Les rayons vides sont transportés successivement auprès de la machine qui moule les tuyaux, par deux

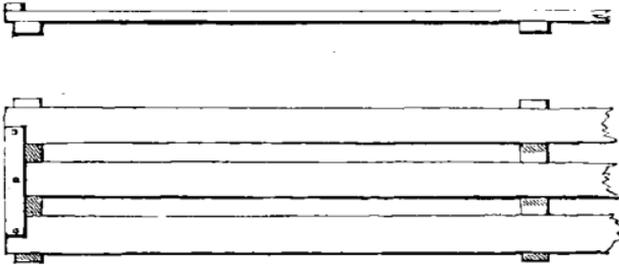


Fig. 110. $\left(\frac{1}{20^e}\right)$

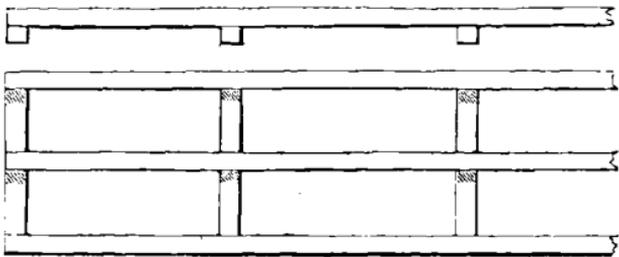


Fig. 111. $\left(\frac{1}{20^e}\right)$

ouvriers ou deux enfants, qui rapportent au séchoir des rayons chargés et les placent sur les étagères. Près de la machine, on établit deux ou trois poteaux analogues à ceux dont nous avons parlé plus haut, portant d'un côté une rangée de chevilles. C'est sur ces dernières que l'on place les rayons vides, qui se trouvent ainsi à portée de celui qui enlève les tuyaux de la table de la machine. Cette manière de procéder est commode et économique; nous la préférons à celle qui consiste à rendre les rayons inamovibles et à faire circuler la machine dans l'intérieur des séchoirs.

A Boom, les rayons des étagères sont supportés et

séparés par des briques mises de champ, et comme il serait difficile de les déplacer, on a recours au moyen suivant. Les tuyaux enlevés de la machine sont déposés sur un chariot en charpente, qui porte quatorze châssis semblables à celui de la fig. 111, et qui peut recevoir environ 800 tuyaux de petit calibre. Quand il est complètement chargé, on le pousse sur des rails qui sillonnent tout l'atelier, on le conduit au séchoir et on le décharge pour le ramener ensuite auprès de la machine. Pendant ce temps un second chariot qui a été conduit au séchoir pendant que l'on chargeait le premier, revient se placer du côté opposé de la machine et reçoit également des tuyaux. Le même véhicule sert à conduire ceux-ci dans le four.

Dans la plupart des cas le système que nous avons indiqué en premier lieu nous paraît préférable.

263. — *Séchoirs économiques.* — Pour une fabrication peu importante ou momentanée, on peut réduire considérablement les dépenses d'établissement des séchoirs, en faisant usage de claies construites comme l'indique la fig. 112. Chacune se compose de quatre lattes de bois blanc, de 0^m.03 d'épaisseur sur 0^m05 de largeur, maintenues à environ 0^m,06 les unes des autres par deux planches hautes de 13 centimètres, qui présentent vers le dessus une ouverture assez large pour y passer la main. La longueur des claies peut varier de 1^m,00 à 1^m,50; leur largeur totale est de 0^m,37; les bouts des lattes dépassent les deux poignées de 6 centimètres de chaque côté.

On met deux rangées de petits tuyaux à plat sur les claies et on superpose celles-ci les unes au-dessus des autres, au nombre de sept à huit, à la manière indiquée dans la fig. 113. On les aligne sur la longueur du séchoir, en laissant entre les rangs successifs un couloir de 0^m,80.

On peut même, quand on a recours à ce système, se dispenser d'établir un hangar pour recevoir les claies; il suffit d'avoir un certain nombre de petites toitures en planche (fig. 114) que l'on met sur le

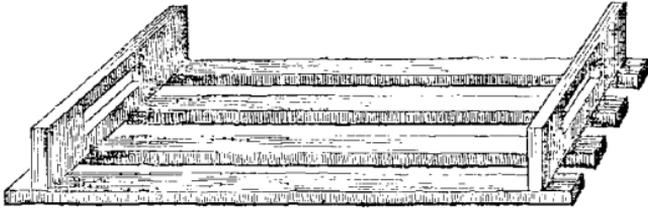


Fig. 112.

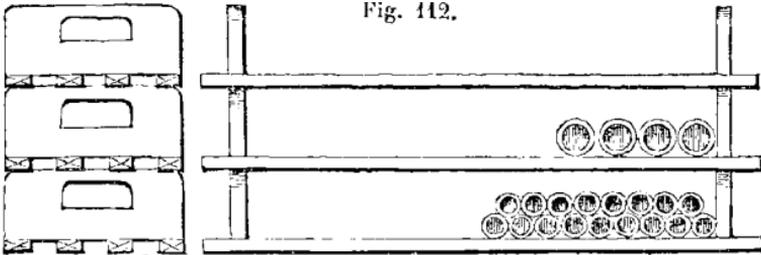


Fig. 113.



Fig. 114.

sommet des piles de claies, en cas de mauvais temps. Si l'on a recours à ce dernier moyen, le plus économique de tous, on peut, en Belgique, avec une somme inférieure à 250 fr., établir des claies et des toitures en nombre suffisant pour recevoir et abriter 10,000 tuyaux du plus petit calibre.

Quel que soit le système de séchoir que l'on adopte, il n'est pas nécessaire de laisser les tuyaux sur les rayons jusqu'à parfaite dessiccation; si l'on manque

de place pour mettre les tuyaux fraîchement faits, on peut, quand les pièces sont assez résistantes pour ne plus se déformer aisément, les empiler à plat sur le sol, dans un endroit couvert.

La durée du temps nécessaire au séchage des tuyaux varie grandement avec l'état de l'atmosphère : en certaines circonstances on peut rouler dans l'après-dîner les tuyaux faits le matin, et les mettre au four le lendemain ; d'autres fois il est nécessaire d'attendre cinq jours et même plus. La dessiccation des tuyaux marche plus rapidement que celle des poteries ordinaires, à cause de la grande densité que possède la terre au sortir des machines.

CHAPITRE V.

CUISSON DES TUYAUX. — DISPOSITION DES FOURS.

264. — La cuisson des tuyaux est la partie la plus importante de leur fabrication : la qualité des produits dépend de la réussite de cette opération.

La cuisson détermine la combinaison chimique des diverses substances qui ne sont qu'à l'état de mélange dans la pâte; elle donne lieu à la formation de matières nouvelles, inaltérables à l'eau et aux agents atmosphériques.

Elle se fait généralement dans des fours en maçonnerie de briques, à section rectangulaire ou à section circulaire, quelquefois entièrement découverts du haut, mais le plus souvent fermés par une voûte qui est percée d'ouvertures pour donner issue à la fumée et produire le tirage.

On cuit au bois, à la tourbe ou au charbon de terre; le choix à faire entre ces divers combustibles dépend de leur valeur relative et de la facilité qu'on a pour se les procurer.

La quantité de combustible à employer varie beaucoup avec la forme des fours, la qualité de la terre, l'état de dessiccation des tuyaux, la valeur même du combustible, etc. On compte qu'il faut, au moins 50 kilogrammes de charbon de terre pour cuire mille

kilogrammes de tuyaux, dans les fours bien construits.

La houille et la tourbe doivent être brûlées sur des grilles, qui ne sont point nécessaires quand on emploie le bois. Les parties dans lesquelles on fait le feu ou les *allandiers* sont surmontées de voûtes qui supportent les tuyaux à cuire. Tantôt celles-ci forment une partie constituante du four; tantôt elles se reconstruisent en tout ou en partie à chaque nouvelle opération, au moyen de briques séchées à l'air. Cette manière de procéder permet d'économiser un peu le combustible; cependant nous croyons qu'il est préférable de faire la base des fours en briques cuites, autrement le temps que l'on perd à arranger les briques crues et à les défourner a une valeur plus considérable que celle des briques, qui généralement sont de qualité inférieure, lorsqu'elles cuisent près des *allandiers*. Les tuyaux bien cuits doivent rendre un son clair et métallique, quand on les frappe l'un contre l'autre. La capacité des fours se règle d'après le nombre de tuyaux que l'on veut y mettre, en comptant qu'il entre à peu près 1,200 tuyaux de 0^m,025 de diamètre par mètre cube.

La construction des fours est un point de la plus haute importance pour la réussite de la cuisson et l'économie de cette opération. Nous donnerons ci-dessous la description et les plans de trois fours qui ont fait leurs preuves, et que les fabricants de tuyaux peuvent employer en toute confiance.

265. — Dans beaucoup de localités les potiers adoptent pour la cuisson des tuyaux le même four qui sert à cuire les tuiles ordinaires; on en voit les dispositions principales dans les fig. 115 et 116, qui en représentent respectivement la coupe longitudinale et le plan. La base de ce four est rectangulaire; sur

l'un des petits côtés se trouve le foyer F, garni d'une grille en fer qui occupe toute la partie trapézoïdale

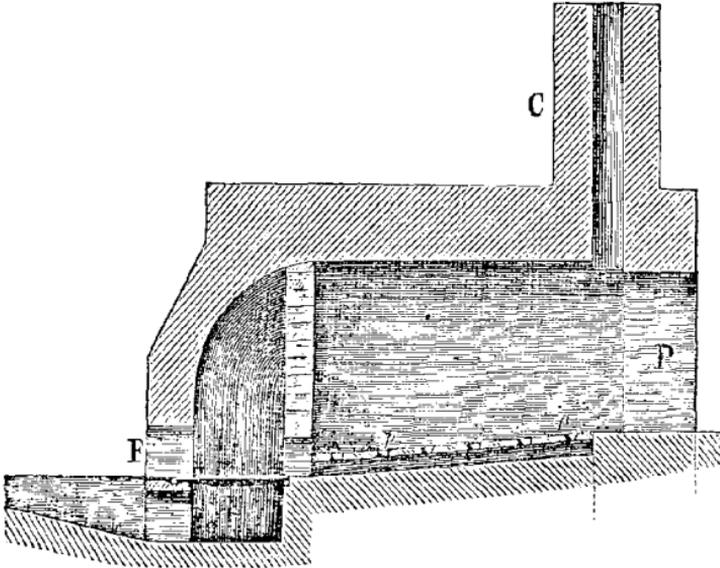


Fig. 115. $\left(\frac{1}{100^e}\right)$

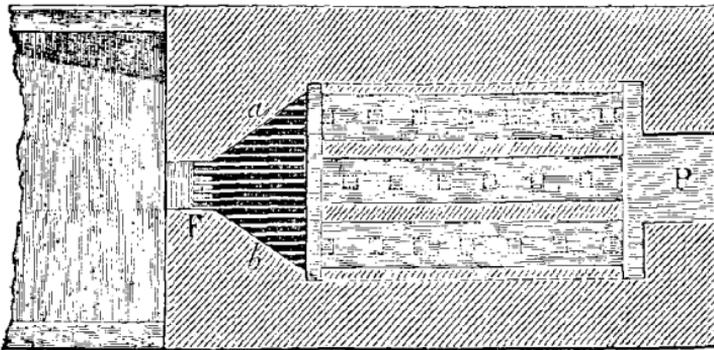


Fig. 116. $\left(\frac{1}{100^e}\right)$

a, b (fig. 116); à l'autre bout est une cheminée C d'environ 2 mètres de hauteur. Des carneaux voûtés, au

nombre de trois ou quatre, règnent sur toute la longueur du four et débouchent dans le foyer; ils supportent une plate-forme *p, p...*, en carreaux ou en pierres, légèrement inclinée vers le devant et percée de nombreuses ouvertures qui donnent passage à l'air chaud. Le laboratoire, c'est-à-dire la partie où l'on met les tuyaux à cuire, est séparé du foyer par un mur en briques réfractaires, à claire-voie, au travers duquel passent la flamme et la chaleur. Le four est couvert d'une voûte en anse de panier, qui s'abaisse vers le devant, à partir du mur dont nous venons de parler, pour se raccorder avec la bouche du fourneau.

La porte P par laquelle on enfourne est du même côté que la cheminée. On arrange généralement les tuyaux à plat, sans dépasser la partie antérieure de celle-ci; quand le laboratoire est plein jusque-là, on le ferme par un mur en briques sèches et à jour, et on laisse vide l'intervalle entre ce mur et la face postérieure du four.

266. — Le four qui sert à cuire les tuyaux dans la fabrique de Boom est représenté dans tous ses détails par les figures ci-après, dessinées à l'échelle d'un centimètre par mètre.

La fig. 117, portion A, est le plan du four pris au niveau de la grille des alandiers; la portion B est le plan de la partie supérieure; la fig. 118 donne l'élévation latérale; la fig. 119, la coupe sur la largeur; la fig. 120, la coupe sur la longueur.

Ce four est construit en maçonnerie de briques. Il a pour base un rectangle de 5^m,50 de longueur, sur 3^m,25 de largeur; sa hauteur, depuis la base jusqu'au sommet de la voûte, est de 3^m,20. Sur l'une des petites faces est percée une porte P, par laquelle on enfourne et l'on retire les tuyaux cuits; elle est murée avec des briques pendant toute la durée de la cuisson.

Chacune des petites faces est en outre percée vers le

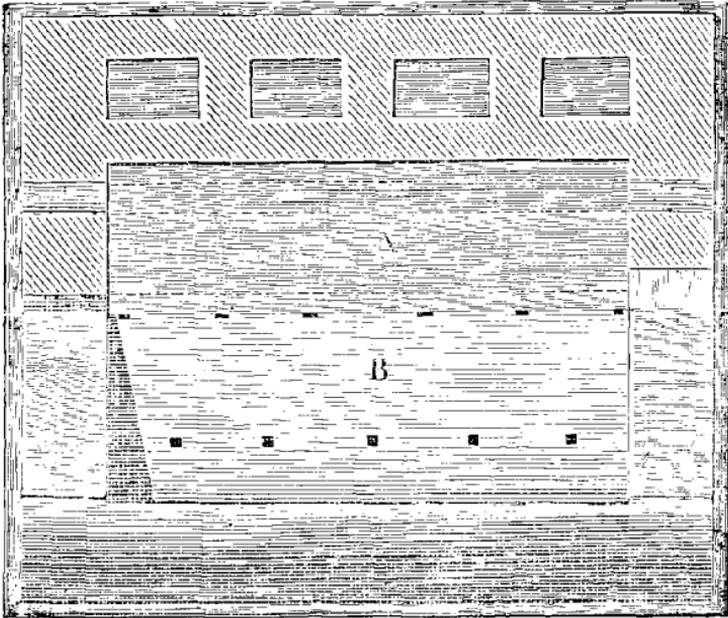


Fig. 117. $\left(\frac{1}{100}\right)$

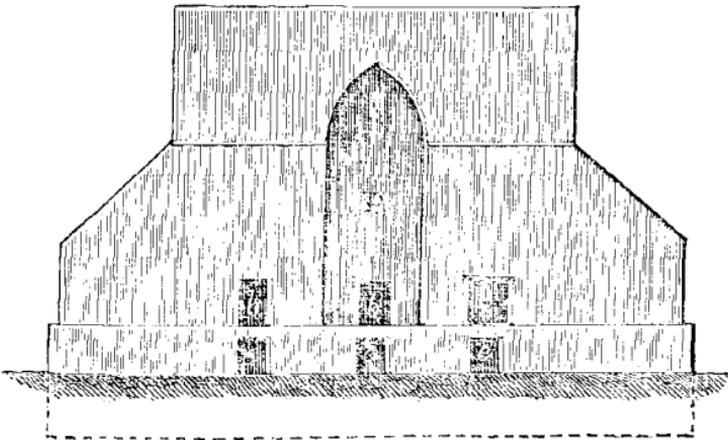


Fig. 118. $\left(\frac{1}{100}\right)$

bas de trois ouvertures rectangulaires et correspondantes b, b, \dots dont la hauteur est de $0^m,50$ et la largeur de $0^m,35$; ce sont les bouches des foyers ou des

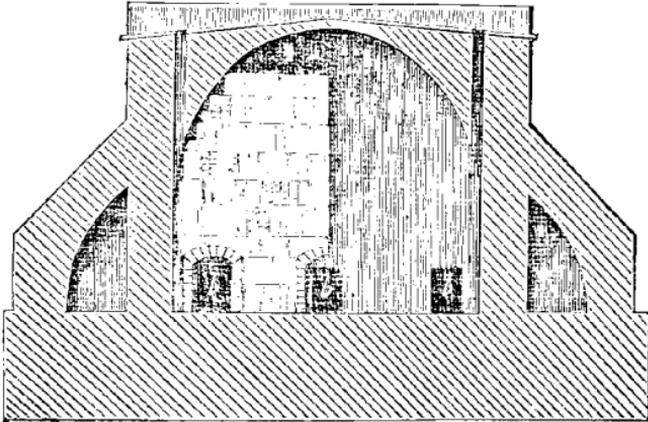


Fig. 119. $\left(\frac{1}{100}\right)$

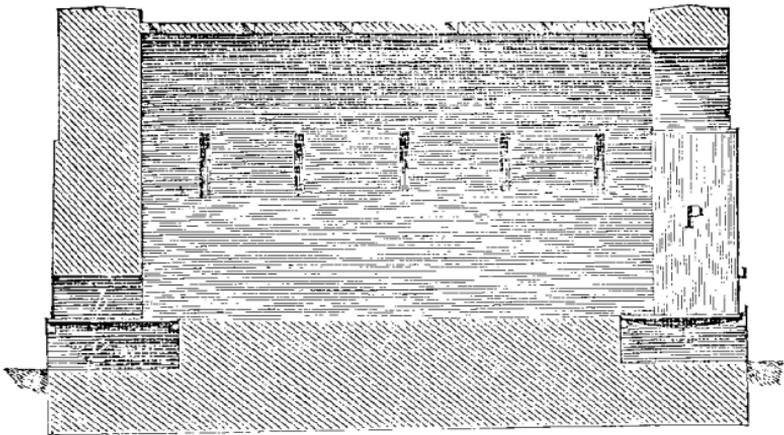


Fig. 120. $\left(\frac{1}{100}\right)$

alandiers dans lesquels on met le combustible ; l'une d'elles est ménagée dans le dessous de la porte mu-

rée P. Derrière les ouvertures *b*, sont les grilles, dont la longueur est de 1^m,25; au-dessous se trouvent des cendriers *c*, *c*, de même longueur et de même largeur que les grilles. Le four est surmonté d'une voûte cylindrique dont les côtés et le milieu sont percés d'ouvertures carrées, de 0^m,10 de côté, disposées en quinconce. Des contre-forts évidés consolident les deux grandes faces du four.

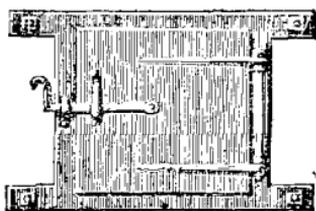


Fig. 121. ($\frac{1}{20e}$)

La fig. 121 donne les détails de la porte en fer qui garnit la bouche des alandiers; la fig. 122 A représente les barreaux en fonte dont les grilles sont formées; chaque grille B contient neuf barreaux pareils, espacés de 0^m,016, ce qui donne une surface de 14 décimètres carrés pour l'introduction de l'air nécessaire à la combustion.

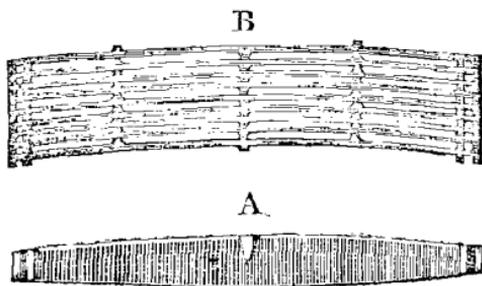


Fig. 122. ($\frac{1}{20e}$)

Pour enfourner, on forme d'abord, de l'une des petites faces à l'autre, trois carnaux correspondant aux alandiers; ils sont faits de deux pieds-droits et d'une voûte à jour, en briques crues; c'est entre les pieds-droits et au-dessus des voûtes que l'on dispose les

tuyaux. Ceux-ci sont entassés verticalement les uns sur les autres; quand on doit cuire en même temps des tuyaux de différentes grandeurs, ce qui arrive presque toujours, on introduit les plus petits dans les plus grands, afin de ménager la place et de rendre le tirage plus régulier.

On commence à chauffer le four par les foyers du milieu, puis on allume les alandiers latéraux. Dans le principe on chauffe très-doucement avec un peu de bois, afin d'achever lentement la dessiccation des tuyaux; peu à peu on active le feu, en se servant de houille. Si l'on chauffait trop vivement, les pièces qui occupent la partie inférieure courraient grand risque d'être vitrifiées, et beaucoup de tuyaux éclateraient.

Lorsque le feu languit dans une portion du four, on y rend le tirage plus actif en surmontant les ouvertures correspondantes de la voûte d'une petite cheminée en poterie.

On reconnaît que les tuyaux sont suffisamment cuits, lorsqu'ils ont acquis une couleur d'un rouge vif; on peut encore s'en rapporter pour cet objet au retrait que subit la masse, mais il faut un œil très-exercé pour apprécier convenablement ce dernier indice. Le retrait correspondant à une cuisson parfaite est de deux pour cent pour l'argile de Boom, c'est-à-dire d'environ six centimètres pour toute la hauteur du four. C'est par une ouverture ménagée dans la partie supérieure de la porte P, que l'on constate le degré de cuisson des tuyaux.

Le four que nous venons de décrire peut contenir environ 50 mille tuyaux de petit calibre et de 0^m,51 de longueur. Il faut dix jours pour le charger, cuire les tuyaux, les laisser refroidir et les défourner; pendant ce temps on confectionne les pièces nécessaires à un nouveau chargement.

Les frais de cuisson, pour un chargement complet, se subdivisent de la manière suivante :

Frais d'enfournement.	fr.	14 00
Fagots pour commencer le feu. . . »		12 00
Houille.	»	45 00
Salaire de deux chauffeurs. . . . »		15 00
Salaire de deux aides.	»	2 00
Frais de défournement.	»	6 00
		<hr/>
Total.	fr.	92 00

Ce qui donne une dépense de fr. 1-84 pour mille tuyaux.

La construction du four coûte, à Boom, environ mille francs, tous frais compris.

267. — Les fours de la fabrique de tuyaux établie à Tubize diffèrent un peu du précédent.

La fig. 123, partie A, donne le plan de la moitié

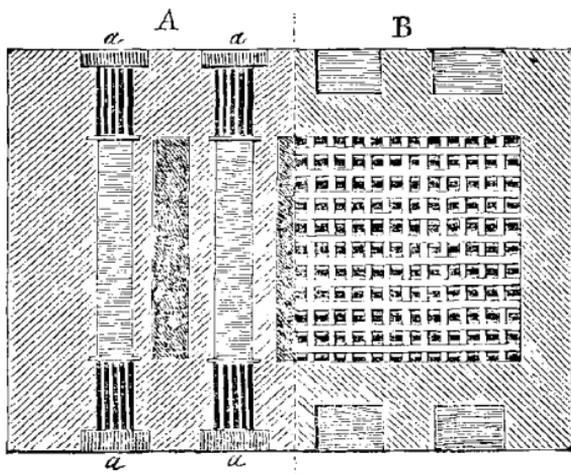


Fig. 123. $\left(\frac{1}{100^c}\right)$

de l'un de ces fours, pris au niveau des grilles; la partie B, le plan pris au-dessus de la plate-forme qui

supporte les tuyaux. La fig. 124 donne l'élevation latérale du four; la fig. 125, l'élevation longitudinale, et la fig. 126, la coupe suivant la largeur.

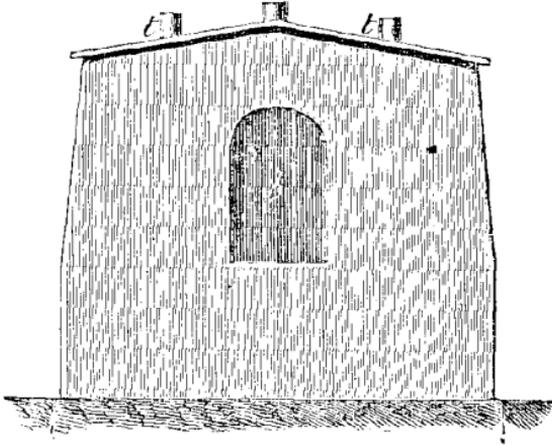


Fig. 124. $\left(\frac{1}{100^r}\right)$

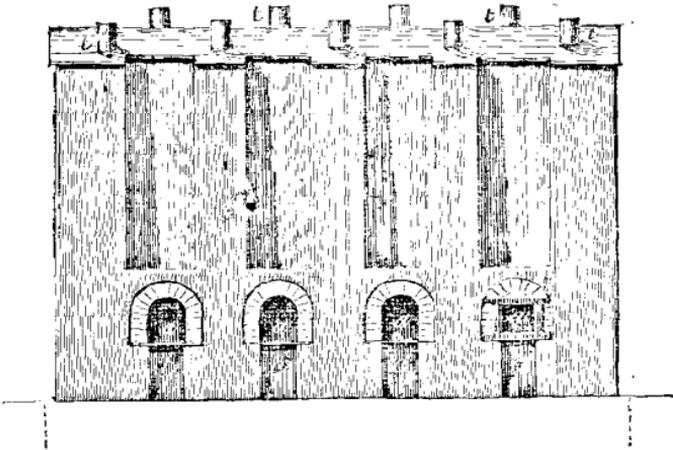


Fig. 125. $\left(\frac{1}{100^r}\right)$

La base du four est un rectangle de 4^m,50 de lon-

gueur, sur 2^m,50 de largeur intérieurement; la hauteur, depuis la plate-forme qui supporte les tuyaux

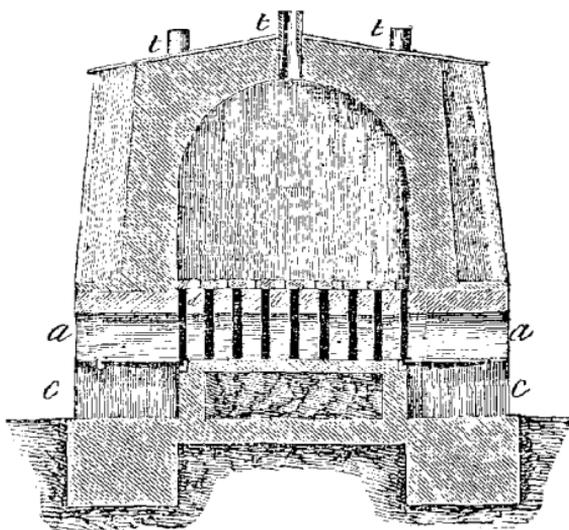


Fig. 126. ($\frac{1}{100^e}$)

jusqu'au sommet de la voûte cylindrique, est de 2^m,25. Les alandiers *a, a*, sont pratiqués dans les deux grandes faces du four, à une distance de 1^m,25 d'axe en axe; ils ont 0^m,40 de largeur sur 0^m,25 de hauteur; en dessous d'eux sont les cendriers *c, c...* Les grilles des foyers, faites de cinq barreaux de fonte (fig. 127), ont environ un mètre de longueur et 0^m,40 de large. La porte *b*, par laquelle on enfourne, est percée dans une des faces latérales, et l'on y arrive par une rampe très-roide. Les carnaux qui réunissent les foyers traversent tout le four sur sa largeur; ils sont en maçonnerie, de même que la plate-forme sur laquelle on dispose les tuyaux. Les pieds-droits et la voûte des carnaux, dans la partie qui correspond à l'intérieur du four, sont formés de bandeaux *d, d...*

séparés par des intervalles vides. Les tympans sont remplis de maçonnerie jusqu'au niveau du sommet

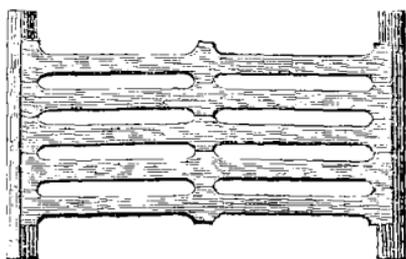


Fig. 127. ($\frac{1}{20e}$)

de l'extrados des voûtes; au-dessus se trouve une plate-forme à claire-voie faite au moyen de briques arrangées comme le montre le plan (fig. 123).

Des ouvertures percées dans le haut du four, sur les côtés et dans le milieu, donnent issue à la fumée. Elles sont surmontées de petites cheminées en tôle *t, t,...* que l'on ouvre ou que l'on ferme plus ou moins pour régler le tirage.

Contre les deux grandes faces du four sont établis des appentis peu élevés, qui servent à remiser le combustible et à abriter le chauffeur; les alandiers sont d'ailleurs garantis contre l'action du vent par des portes en fer.

Les tuyaux sont encore empilés verticalement et l'opération de la cuisson est conduite comme nous l'avons dit ci-dessus.

268. — La construction d'un four en maçonnerie est toujours coûteuse, et il serait à désirer que l'on pût arriver à cuire les tuyaux d'une façon plus éco-

nomique. A diverses reprises, nous avons engagé plusieurs fabricants à essayer la cuisson en tas, à l'air libre, en entourant au besoin les tuyaux d'une chemise en briques; aucun d'eux n'a osé tenter l'entreprise. En attendant que l'expérience ait prononcé sur la possibilité de cuire les tuyaux autrement que dans des fours, nous indiquerons un moyen auquel on peut avantageusement avoir recours pour diminuer les frais d'établissement de ceux-ci.

Il consiste à faire usage d'un four en terre, à section circulaire, auquel on peut donner, par exemple, un diamètre de 3^m,30 et une hauteur de 2^m,10. Pour le construire, on fait, autour de l'emplacement qu'il doit occuper, une tranchée de 1^m,20 de largeur et d'autant de profondeur; la terre qui en provient sert à bâtir les parois du four, auxquelles on donne 1^m,20 d'épaisseur à la base et 0^m,60 au sommet; on a soin de damer très-fortement la terre et d'incliner convenablement la face extérieure du mur. Contre la face intérieure, qui est verticale, on met un revêtement fait avec du torchis. Les foyers, au nombre de quatre, distribués régulièrement sur tout le pourtour, débouchent dans la tranchée qui entoure le four; leur construction nécessite environ douze cents briques ordinaires; on garnit les alandiers de grilles de fer dans le cas où l'on veut cuire à la houille. Le dessus du four reste ouvert; on y met, durant la cuisson, une couche de briques par-dessus les tuyaux.

Un semblable four peut contenir 47 mille tuyaux de petit calibre; il coûte à établir environ 75 francs et il sert durant plusieurs campagnes, si l'on a soin de le garantir en hiver par des fagots ou des paillassons. On y dépense, pour une cuisson complète, environ 2,300 kilogrammes de houille.

CHAPITRE VI.

SITUATION DES FABRIQUES DE TUYAUX EN BELGIQUE. PRIX DE VENTE DES TUYAUX. COUT DE LEUR FABRI- CATION.

269. — Le nombre des fabriques de tuyaux de drainage s'est considérablement accru en Belgique, au bout de peu d'années, grâce aux encouragements que l'État n'a cessé d'accorder à cette industrie nouvelle, et aux mesures à l'aide desquelles il est parvenu à propager rapidement l'application du drainage. On sait que le gouvernement a doté un certain nombre de fabriques de l'appareil qui sert au moulage des tuyaux, en imposant seulement aux potiers qui ont été l'objet de cette faveur l'obligation d'entretenir les machines en bon état et de vendre les tuyaux à un prix modique, calculé cependant de manière à leur laisser un bénéfice raisonnable.

A la fin de 1850, il existait seulement, dans notre pays, neuf fabriques de tuyaux; quatre des plus considérables avaient fourni ensemble, durant l'année, 526,759 tuyaux, non compris les manchons; l'année suivante le nombre des fabriques fut porté à vingt; douze d'entre elles livrèrent à la consommation 1,788,882 tuyaux de toutes grandeurs. Aujourd'hui, il y a déjà dans tout le pays trente-quatre fabriques; onze ont été créées sans le concours de l'État, et vingt-cinq d'entre elles ont livré aux cultivateurs, en 1852, 4,585,569 tuyaux de tous genres, non compris ceux qui ont servi à faire les colliers. En tenant compte de ces derniers, l'importance totale de la fabrication, pour les vingt-cinq établissements dont il s'agit, s'est élevée à 5,493,190 tuyaux; mais il faut remarquer que quelques fabriques étaient d'une création récente à l'époque où ce relevé a été fait.

Le tableau ci-après fait connaître la situation des diverses fabriques qui existaient à la fin de 1852, leur répartition par province, et le nom des fabricants.

DÉSIGNATION des PROVINCES.	NOMS des fabricants de TUYAUX.	SITUATION des FABRIQUES.
Anvers	De Mayer	Boom.
Brabant.	Kriel et Comp.	Tubize.
	Tondeur.	Id.
	Vandermersch.	Rebecq.
	Boulangier et Comp.	Hal.
Flandre occident. }	Peers.	Oostcamp.
	Berthier.	Poperinghe.
	Doolaghe.	Dixmude.
	De Ryckere.	Courtrai.
Flandre orientale. }	Scheepers	Mooreghem.
	Leclereq.	Renaix.
Hainaut.	Monscu et Comp.	Haine-St.-Pierre.
	Jonnieaux	Thumaide.
	Philippart	Béclers.
	Delatour.	Gottignies.
	Leigneaux	Ghislenghien.
	Leclereq.	Bourlez.
	Bertrand.	Chatelet.
	Bataille	Escanaffles.
	Lecat.	Beaume.
Choppinet	Seneffe.	
Liège.	Josson	Leernes.
	Bihain	St.-Gilles.
	Souka	Fraineux.
Limbourg	Leenaerts	Aubel.
	Sauwens.	St.-Trond.
	Coekelberg.	Haelen.
Namur	Pastor, Bertrand et Ce.	Andennes.
	Boigelot et sœur	Herbatte.
	Em. Botte	Isnes-les-Dames.
	Bonnet et Comp.	Rhisnes.
	Collart	Biesmerée.
Luxembourg	Fossion	St.-Léger.
	Orban.	Ste.-Ode.

270. — *Prix de vente des tuyaux.* — Les prix des diverses espèces de tuyaux ne sont point les mêmes dans toutes les fabriques ; ils doivent nécessairement subir des variations suivant les circonstances particulières dans lesquelles les potiers se trouvent placés, la facilité plus ou moins grande qu'ils ont à se procurer la terre et le combustible, la nature et l'état de l'argile dont ils disposent, le genre de machine qui sert au moulage, le taux des salaires, les soins apportés à la fabrication, etc. Les prix les plus élevés que peuvent exiger les potiers qui ont reçu une machine du gouvernement sont consignés au tableau ci-après ; ces prix se rapportent à mille tuyaux de 0^m,30 ou à mille manchons de 0^m,075 de longueur. Nous avons mis en regard dans ce tableau le poids des tuyaux et des manchons, ainsi que le nombre de pièces de chaque espèce que l'on peut confectionner avec un mètre cube de terre corroyée ; ce sont des renseignements utiles à connaître.

Tableau indiquant le prix des tuyaux et manchons de divers calibres, leur poids et le nombre de pièces que l'on peut faire avec un mètre cube de terre corroyée.

DIMENSIONS des tuyaux et des manchons après la cuisson.	PRIX par mille pièces.	POIDS de mille pièces.	NOMBRE de pièces que fourait un mètre cube de terre corroyée.
	fr. c.	kil.	
Tuyaux de 0 ^m ,025 de diamèt. intér.	15 00	650	2,487
Id. de 0 ^m ,035 id. . . .	18 00	934	1,992
Id. de 0 ^m ,050 id. . . .	22 00	1,476	1,206
Id. de 0 ^m ,060 id. . . .	25 60	1,660	1,048
Id. de 0 ^m ,080 id. . . .	52 00	2,500	700
Manchons pour tuyaux de 0 ^m ,025.	4 50	536	4,484
Id. id. de 0 ^m ,035.	5 50	460	5,649
Id. id. de 0 ^m ,050.	7 00	645	2,848
Id. id. de 0 ^m ,060.	9 00	840	2,232
Id. id. de 0 ^m ,080.	11 00	1,094	1,592

Les chiffres que renferment les deux dernières colonnes de ce tableau ne sont qu'approximatifs ; ils varient nécessairement avec la nature de la terre dont on fait usage, le retrait qu'elle subit par la dessiccation ou la cuisson, et l'épaisseur des parois des tuyaux. Ceux de la dernière colonne sont calculés sur les dimensions que présentent les pièces au sortir des machines.

271. — *Coût de la fabrication des tuyaux.* — II

n'est point possible d'établir d'une manière générale ce que les tuyaux coûtent à fabriquer, parce que les différentes circonstances énumérées au paragraphe précédent ont une influence très-grande sur le prix de revient. Quoi qu'il en soit, nous tenons à prouver que les industriels qui vendent les tuyaux aux prix indiqués dans le tableau ci-dessus réalisent dans tous les cas un bénéfice considérable.

Un ingénieur anglais dont nous avons déjà cité le nom dans cet ouvrage, M. Parkes, établit que les tuyaux de 0^m,025 de diamètre et de 0^m,30 de longueur, peuvent être fabriqués presque partout en Angleterre à raison de fr. 7-50 le mille. En d'autres circonstances où le charbon revenait à 34 fr. les mille kilogrammes, les tuyaux ont coûté en Angleterre, savoir :

Tuyaux de 0 ^m ,025 de diamètre.	fr.	5 90 le mille.
» de 0 ^m ,051 »		7 50 »
» de 0 ^m ,044 »		10 00 »
» de 0 ^m ,056 »		12 50 »
» de 0 ^m ,069 »		15 00 »

En Belgique, on peut établir comme suit le prix de fabrication des tuyaux de 0^m,025, par mille pièces, dans les circonstances les plus défavorables :

Achat et manipulation de la terre	fr.	5 50
Corroyage de la terre au pétrin		1 25
Transport de la terre du pétrin à la machine à mouler, épuration de la terre, moulage des tuyaux, transport au séchoir		1 45
Roulage des tuyaux		0 50
Transport des tuyaux au four et enfournement		0 52
Houille et main-d'œuvre pour la cuisson		1 80
Défournement		0 26
Total.	fr.	9 08

Il faut augmenter ce chiffre de 2 pour cent à

cause du déchet qui se produit pendant la cuisson; il faut en outre y ajouter une certaine somme pour intérêt et amortissement du capital engagé dans la fabrication. Si nous évaluons à 3,500 fr. les frais d'établissement d'une fabrique qui fait par année 500 mille tuyaux seulement, et si nous calculons l'intérêt et l'amortissement sur le pied de dix pour cent, nous trouverons que le coût maximum des tuyaux de 0^m,025 est de 9 fr. 96 par mille, et qu'il reste par conséquent au fabricant un bénéfice supérieur au tiers du prix de vente. On ne doit pas perdre de vue que ces calculs sont établis pour les circonstances les plus défavorables; dans la plupart des cas le bénéfice que l'on réalise sur la vente des tuyaux du plus petit calibre atteint la moitié de leur valeur.

FIN.

TABLE DES MATIÈRES.

Nos des paragraphes.	Pages.
AVANT PROPOS.	1

PREMIÈRE PARTIE. — DU DRAINAGE.

CHAPITRE I. — INTRODUCTION.

1 à 2. — Ce qu'on doit entendre par le mot drainage.	13
3. — Étymologie de ce mot	14
4 à 5. — Ce qui caractérise le drainage moderne.	15
6 à 8. — Utilité et importance du drainage	16

CHAPITRE II. — DU ROLE DE L'EAU DANS LA VÉGÉTATION ET DES INCONVÉNIENTS QU'ENTRAÎNE LE SÉJOUR PROLONGÉ D'UN EXCÈS D'HUMIDITÉ DANS LE SOL.

10. — Fonctions que l'eau remplit dans la végétation.	20
11. — Quantité d'humidité que les plantes exigent pour prospérer	21
12 à 14. — Détermination de la limite que le degré d'humidité du sol ne peut dépasser sans que la fertilité en souffre. Distinction entre un sol moite et un sol humide	22
15 à 19. — Inconvénients produits par le séjour d'un excès d'humidité dans le sol.	24

CHAPITRE III. — EXAMEN DES PRINCIPALES CAUSES QUI DIMINUENT LA FERTILITÉ DES TERRAINS HUMIDES.

21. — Influence qu'exerce l'humidité sur les réactions chimiques qui ont lieu dans le sol	30
---	----

Nos des paragraphes.	Pages
22. — Comment on explique la diminution du pouvoir fertilisant des engrais appliqués aux terres humides.	31
23. — L'humidité empêche le renouvellement de l'eau dans la terre.	32
24. — Influence de l'humidité sur la division mécanique du sol	<i>ib.</i>
25 à 33. — Influence de l'humidité sur la température du sol	33
34 à 35. — Action réfrigérante de la pluie dans les sols humides.	41
36. — Action de la rosée sur la température du sol.	42
37 à 40. — Confirmation pratique des considérations qui précédent. — Expériences de M. H. Madden. — Expériences de M. Parkes. — Conséquences à tirer de ces dernières.	44

CHAPITRE IV. — SUPÉRIORITÉ DU DRAINAGE SOUTERRAIN SUR LES AUTRES MOYENS EMPLOYÉS POUR ASSAINIR LES TERRAINS HUMIDES.

41. — Méthodes suivies anciennement pour assainir les terres humides.	47
42 à 43. — Insuffisance et imperfection des méthodes anciennes.	<i>ib.</i>
44 à 45. — Supériorité du drainage souterrain.	49

CHAPITRE V. — EXPOSÉ GÉNÉRAL DES DIVERSES MÉTHODES DE DRAINAGE SOUTERRAIN ET DES CIRCONSTANCES AUXQUELLES ELLES S'APPLIQUENT.

46. — Il existe deux méthodes de drainage souterrain.	51
47. — Causes qui produisent l'excès d'humidité dans les terres.	<i>ib.</i>
48. — Explication de la manière dont les sources se forment.	52
49 à 51. — Exemples de la formation des sources permanentes, des sources temporaires et des eaux souterraines	53
52. — Méthode de drainage particulière aux cas où l'humidité provient des sources.	57
53. — Seconde cause qui rend certaines terres trop humides.	<i>ib.</i>
54 à 55. — Caractères distinctifs des terrains perméables,	

N ^{os} des paragr ^{aphes} .	Pages
	des terrains rétentifs et des terres imperméables 58
56. —	Comment les terrains rétentifs deviennent trop humides. 59
57 à 58. —	Circonstances dans lesquelles les eaux pluviales occasionnent une humidité nuisible dans les terrains perméables 60
59. —	Méthode de drainage applicable aux terres qui doivent leur humidité à l'accumulation des eaux pluviales 61
60 à 62. —	Aperçu historique sur le développement des méthodes de drainage souterrain 62

CHAPITRE VI. — COMMENT ON RECONNAIT LES TERRAINS QUI NÉCESSITENT UN DRAINAGE.

63. —	Insuffisance des caractères tirés de la nature du sol et de celle du sous-sol. 66
64. —	Symptômes qui dénotent la nécessité d'assainir le sol. <i>ib.</i>
65. —	Comment on reconnaît à quelle cause l'humidité est due 67

CHAPITRE VII. — DU MODE D'ACTION DES SAIGNÉES SOUTERRAINES DANS LE DRAINAGE COMPLET ET DES CHANGEMENTS QU'ELLES APPORTENT DANS CERTAINS SOLS.

66. —	Importance de ce chapitre. 69
67 à 69. —	Explication de la manière dont se fait l'écoulement de l'eau vers les conduits des drains. <i>ib.</i>
70 à 72. —	Perturbation produite par le frottement. — Inclinaison du plan suivant lequel le frottement retient les eaux 72
73. —	Perturbation produite dans le dessèchement du sol par la force capillaire. 74
74 à 75. —	Changements que le drainage produit dans les sols compactes 76
76. —	Idées erronées que l'on entretient généralement sur la manière dont les drains fonctionnent. 77
77. —	Le drainage ne peut point rendre le sol trop sec. 78
78. —	Un terrain drainé peut s'assécher jusqu'au niveau des drains et même plus bas . . . <i>ib.</i>

CHAPITRE VIII. — INDICATION DES POINTS AUXQUELS IL FAUT AVOIR ÉGARD DANS L'APPLICATION DU DRAINAGE COMPLET.

79. — Des six points principaux qui influent sur l'efficacité et sur l'économie du drainage. . . 80

CHAPITRE IX. — PRINCIPES QUI DÉTERMINENT LA POSITION DES DRAINS SUR LA SURFACE DU SOL.

80. — Il existe généralement deux sortes de drains dans un drainage complet. 81
81. — Direction à donner aux drains de dessèchement. *ib.*
82. — Avantages qu'il y a à diriger les drains suivant la plus grande pente du terrain. . . 82
83. — Comment on applique dans la pratique la règle qui concerne la position des drains de dessèchement. 86
84. — Exemples de la manière dont les drains de dessèchement sont disposés *ib.*
85. — Circonstances particulières où il est nécessaire d'employer des drains transversaux. 88
86. — Circonstances qui obligent à modifier la position des drains. 90
87. — Nécessité de l'emploi des collecteurs. . . . *ib.*
- 88 à 89. — Position que les collecteurs doivent occuper. 92
90. — Angle sous lequel la rencontre des drains de dessèchement et des drains collecteurs peut avoir lieu. 93

CHAPITRE X. — DE LA PROFONDEUR A LAQUELLE LES CONDUITS DES DRAINS DOIVENT ÊTRE PLACÉS.

91. — Importance de cette question. 94
92. — Opinions diverses relatives à la profondeur des drains *ib.*
93. — La profondeur des drains ne peut pas être la même dans tous les terrains. 95
94. — Questions que soulève la recherche de la profondeur la plus convenable à donner aux drains. *ib.*
- 95 à 97. — Supériorité du drainage profond sur le drainage superficiel au point de vue de l'efficacité 96

Nos des paragraphes.	Pages.
98 à 100. — Le drainage profond est plus économique que le drainage superficiel.	99
101. — Autres avantages du drainage profond.	102
102. — Observations pratiques sur l'action des drains profonds	104
103. — Détermination du minimum de profondeur des drains. Principes qui ont servi jusqu'ici à résoudre ce problème.	105
104. — Éléments sur lesquels la solution doit être établie	107
105. — Calcul du minimum de profondeur des drains	108
106. — Variations que la profondeur des drains doit subir suivant les terrains.	109
107. — Ce qu'il faut penser de la répugnance des cultivateurs à employer des drains profonds dans les terres compactes.	113
108. — Faveur dont jouit actuellement le drainage profond en Angleterre	<i>ib.</i>
109. — Circonstances pratiques qui servent à déterminer la profondeur des drains.	114
110. — Rencontre de couches imperméables. Moyen de reconnaître si les terres compactes sont imperméables	116
111. — Des sondages à faire pour déterminer la profondeur exacte des drains.	118
112 à 115. — Des moyens de procurer aux drains une profondeur convenable	120
116. — Comment on procède quand on ne peut atteindre pour les drains une profondeur convenable.	122
117. — Limite à laquelle doit s'arrêter l'emploi du drainage souterrain	<i>ib.</i>
118. — De la profondeur des drains collecteurs	123

CHAPITRE XI. — PRINCIPES QUI RÈGENT L'ÉCARTEMENT DES DRAINS.

119. — De l'importance qu'il y a à maintenir entre les drains un écartement convenable.	124
120. — Influence de la profondeur des saignées, de leur pente et de la nature du terrain, sur l'écartement des drains.	126
121. — Circonstances qui servent à déterminer l'écartement des drains.	127

Nos des paragraphes.	Pages.
122. — Limites entre lesquelles est compris l'écartement des drains pour divers sols . . .	128
123. — Moyens de reconnaître par des essais directs l'écartement qu'il faut donner aux drains	129
124. — Comment l'écartement des drains se modifie avec leur profondeur.	131

CHAPITRE XII. — DES DIVERSES MANIÈRES DE FAIRE LES CONDUITS DES DRAINS ET DE LEUR MÉRITE RESPECTIF.

125. — Conditions générales auxquelles les conduits des drains doivent satisfaire. . .	133
126. — Drains en coulée de taupe.	134
127. — Drains avec conduits en terre ou en gazon.	<i>ib.</i>
128. — Drains avec conduits en tourbe	138
129. — Drains remplis avec de la paille, des fagots ou des perches.	139
150. — Drains avec conduits en pierres	140
131. — Drains empierrés; leurs inconvénients	<i>ib.</i>
132. — Diverses espèces de drains en pierres plates	143
133. — Drains avec conduits en briques	144
134. — Briques d'une forme particulière pour faire les drains	145
135. — Drains avec conduits en tuiles.	146
136. — Drains avec conduits en tuyaux	148
137. — Examen des principales objections que l'on fait contre les tuyaux	149
138. — Manière de placer et de relier les tuyaux. Circonstances où l'emploi des manchons est indispensable. Circonstances où il faut employer des tuyaux enveloppes.	151
139. — Conduits des drains collecteurs	153
140. — Avantages que présente la forme circulaire pour les tuyaux.	154
141. — Économie qui résulte de l'emploi des tuyaux	155
142. — Modification introduite récemment en Belgique, dans l'emploi des tuyaux	<i>ib.</i>
143. — Considérations qui doivent guider dans le choix des matériaux pour les conduits des drains	157

CHAPITRE XIII. — DE LA PENTE A DONNER AUX DRAINS.

144. — Influence de la pente sur la durée des conduits.	138
145. — De la pente qui convient aux diverses espèces de conduits	<i>ib.</i>
146. — Manière de procurer aux drains une pente convenable dans tous les cas.	159
147. — Pente des drains collecteurs	160

CHAPITRE XIV. — DIMENSIONS DU CONDUIT DES DRAINS.

148. — Considérations qui servent à fixer la dimension du conduit des drains de dessèchement.	162
149. — Comment se règle la dimension des collecteurs.	164

CHAPITRE XV. — LONGUEUR DES DRAINS.

150. — Circonstances qui obligent à limiter la longueur des drains.	166
151. — Longueurs que les drains faits avec des tuyaux de 0 ^m ,025 peuvent atteindre.	<i>ib.</i>
152. — Marche à suivre lorsque les drains dépassent la longueur limite.	168
153. — Longueur des drains collecteurs. Emploi des puisards.	169

CHAPITRE XVI. — APPLICATION DES PRINCIPES QUI PRÉCEDENT A LA CONFECTION D'UN PROJET DE DRAINAGE COMPLET.

154. — Incertitude et inconvénients de la méthode suivie par les draineurs anglais pour la confection des projets de drainage	172
155. — Études à faire pour la conception des projets de drainage	173
156. — Reconnaissance du terrain.	<i>ib.</i>
157. — Sondages	<i>ib.</i>
158. — Lever du plan.	174
159-160. — Nivellement du terrain. Moyen de représenter le relief du terrain par des sections horizontales.	

Nos des paragraphes.	Pages.
	Avantages de cette méthode pour le drainage. 175
161. —	Exemple de la disposition d'un projet de drainage complet et des opérations nécessaires à sa confection. Éléments du travail 177
162. —	Division du terrain en plans séparés. Détermination de la direction des drains sur chaque plan. 179
163. —	Tracé des collecteurs sur le plan, et calcul de leur profondeur 180
164. —	Distribution et calcul de la profondeur des drains de dessèchement. 183
165. —	Détermination du calibre des tuyaux pour les divers drains. Observations sur le dessin des plans. . . 184

CHAPITRE XVII. — MODE D'EXÉCUTION DES TRAVAUX DE DRAINAGE.

166. —	Tentatives faites pour creuser les drains à l'aide de machines 186
167. —	Opérations que comprend l'exécution du drainage 187
168. —	Tracé des rigoles sur le terrain <i>ib.</i>
169. —	Transport et arrangement des matériaux employés pour faire les conduits. Manière de disjoindre les colliers ou manchons. 188
170. —	Arrangement des matériaux le long des drains 190
171. —	Marche à suivre dans le creusement des tranchées 191
172. —	Dimensions à donner aux tranchées. <i>ib.</i>
173. —	Creusement des tranchées dans un terrain consistant, qui peut être fouillé à la bêche. 192
174. —	Moyens ordinairement employés pour donner au fond des tranchées une pente régulière; leurs inconvénients 197
175. —	Nouveau moyen de régulariser la pente du fond des tranchées 198
176. —	Creusement des tranchées dans un terrain pierreux. 201
177. —	Cas d'un terrain peu consistant ou mouvant. 202
178. —	Cas d'un terrain tourbeux. 204

Nos des paragraphes.	Pages
179. — Longueur qu'on peut déblayer avant de procéder à la construction des conduits.	<i>ib.</i>
180. — Quantité de travail faite par les terrassiers qui creusent les tranchées	203
181. — Dimensions des bèches propres au drainage.	<i>ib.</i>
182. — Construction des drains empierrés. Qualités que doivent présenter les pierres. Précautions à prendre pour faire les conduits	206
183. — Construction des conduits en pierres plates et en briques	208
184. — Construction des conduits en tuyaux. Description de l'outil qui sert à la pose des petits tuyaux.	<i>ib.</i>
185. — Marche à suivre dans la pose des tuyaux. Pose des tuyaux dans un sol consistant. Pose des tuyaux dans un terrain qui se laisse détremper par l'eau.	211
186. — Pose des tuyaux dans les terrains mouvants.	212
188. — Manière de relier les drains de dessèchement avec les collecteurs	213
189. — Importance d'une bonne exécution des conduits.	215
190. — Remplissage des tranchées. Idées erronées sur la manière dont on doit combler les tranchées. Précautions à prendre pour rejeter la terre dans les tranchées	<i>ib.</i>
191. — Manière d'effectuer le remplissage des tranchées.	217

CHAPITRE XVIII. — EXPOSÉ DE LA MÉTHODE DE DRAINAGE D'ELKINGTON.

192. — Circonstances auxquelles s'applique la méthode d'Elkington	219
195. — Principes généraux du drainage d'Elkington	<i>ib.</i>
194-198. — Cas particuliers de dessèchement par des saignées ordinaires	220
199. — Dessèchement des marécages par des puits ascendants ou artésiens	223
200. — Dessèchement par des puits absorbants.	224

Nos des paragraphes.	Pages.
201. — Creusement des tranchées.	225
202. — Construction des conduits.	226
203. — Description des instruments qui servent au forage	227
204. — Emploi des instruments de forage.	229
205. — Garniture des puits ascendants et des puits absorbants	<i>ib.</i>
206. — Incertitude de la méthode d'Elkington.	230

CHAPITRE XIX. — DES OBSTRUCTIONS QUI PEUVENT SE PRODUIRE DANS LES DRAINS, ET DES MOYENS DE LES COMBATTRE.

207. — Des divers genres d'obstructions qui peuvent se produire dans les drains.	232
208. — Obstructions produites par les matières terreuses.	<i>ib.</i>
209. — Obstructions produites par les substances ferrugineuses, calcaires et séléniteuses.	233
210. — Obstructions par les racines des plantes	236
211. — Obstructions produites par les petits animaux	237
212. — Il n'est point nécessaire de garantir l'embouchure des drains contre les crues des cours d'eau dans lesquels ils débouchent	238

CHAPITRE XX. — DES DÉPENSES QU'OCCASIONNE L'ÉTABLISSEMENT DU DRAINAGE.

213. — Éléments de la dépense.	239
214. — Tableau donnant le détail de la dépense à l'hectare pour vingt cinq opérations faites dans des conditions variées	240
215. — Longueur des drains nécessaires au drainage d'un hectare. Inexactitude des tableaux que l'on donne généralement pour cet objet. Tableau pratique déduit d'opérations faites sur une grande échelle.	242
216. — Conséquences déduites de ce tableau. Tableau pratique donnant la longueur moyenne des drains par hectare.	245
217. — Manière de calculer le nombre des tuyaux nécessaires au drainage d'un hectare. Tableau relatif à cet objet.	246
218. — Coût des tuyaux par hectare	247

Nos des paragraphes.	Pages.
219. — Frais de transport des tuyaux.	247
220. — Dépenses de main-d'œuvre. Tableau donnant le prix de la main-d'œuvre par mètre courant pour diverses catégo- ries de terrains	248
221. — Frais divers	251
222. — Coût total du drainage par hectare.	<i>ib.</i>
223. — Des arrangements à intervenir entre les propriétaires et les fermiers à propos de l'application du drainage	<i>ib.</i>

**CHAPITRE XXI. — DES AVANTAGES GÉNÉRAUX DU
DRAINAGE ET DES BÉNÉFICES QU'IL PROCURE.**

224. — Le drainage permet la suppression des fossés à ciel ouvert. Aperçu des avantages pécuniaires qui en résultent	254
225. — Les terres drainées ne doivent plus être labourées en ados	255
226. — Effets du drainage sur les terrains maréca- geux.	256
227. — Effets du drainage sur les terres fortes.	<i>ib.</i>
228. — Influence du drainage sur les labours.	257
229. — Influence du drainage sur la nature des cultures.	258
230. — Comment on explique l'action bienfaisante du drainage dans les temps de sécheresse.	259
231. — Influence du drainage sur l'action des en- grais.	260
232. — Influence du drainage sur la qualité des récoltes et l'époque de leur maturité	<i>ib.</i>
233. — Influence du drainage sur la salubrité du climat	262
234. — Circonstances auxquelles il faut avoir égard pour calculer le bénéfice produit par le drainage.	<i>ib.</i>
235. — Exemples des bénéfices que l'on retire du drainage en Angleterre.	263
236. — Exemples des bénéfices que le drainage a procureés en Belgique.	265

DEUXIÈME PARTIE. — FABRICATION DES TUYAUX
DE DRAINAGE.

N ^{os} des paragraphes.	Pages.
CHAPITRE I. — IMPORTANCE DE LA FABRICATION DES TUYAUX. CHOIX DE L'EMPLACEMENT, ET DIS- TRIBUTION INTÉRIEURE D'UNE FABRIQUE.	
237. — Importance de l'emploi des tuyaux dans le drainage Développement que prend la fabrication des tuyaux. Point de vue sous lequel nous envisageons cette fabrication	269
238. — Considérations qui doivent guider dans le choix de l'emplacement d'une fabrique.	271
239. — Distribution intérieure des fabriques de tuyaux	272
CHAPITRE II. — CHOIX, EXTRACTION ET PRÉPARATION DES TERRES.	
240. — Qualité que doit avoir une terre pour servir à la fabrication des tuyaux.	276
241. — Extraction des terres.	278
242. — Préparation que doivent subir les terres.	279
243. — Description du pétrin ou malaxeur pour corroyer les terres.	ib.
244. — Épuration de la terre.	283
245. — Appareil servant à triturer l'argile et à écraser les pierres	284
246. — Épuration au moyen des machines à mouler les tuyaux	285
CHAPITRE III. — DESCRIPTION, EMPLOI ET COMPARAISON DES MACHINES QUI SERVENT A MOULER LES TUYAUX.	
247. — Historique des perfectionnements apportés aux machines à faire les tuyaux	287
248. — Principe sur lequel sont construites ces machines	288
249. — Machines à action continue.	289

N ^{os} des paragraphes.	Pages.
250. — Description de la machine d'Ainslie.	289
251. — Description de la machine de Franklin et de celle d'Ethewidge.	290
252. — Description de la machine Randell et Saunders.	291
253. — Machines à mouvement discontinu	292
254. — Machine de William de Bedford	293
255. — Description de la machine Dovie à simple caisse. Manœuvre de cette machine. Quantité de travail qu'elle fournit.	<i>ib.</i>
256. — Description et manœuvre de la machine Dovie à double caisse	299
257. — Machine de Clayton. Manœuvre de cette machine. Quantité de travail qu'elle produit. Manière de faire travailler la machine verticalement	301
258. — Comparaison des machines à faire les tuyaux	305
259. — Fabrication des colliers et des tuyaux de raccordement	308

CHAPITRE IV. — SÉCHAGE DES TUYAUX. DISPOSITIONS DES SÉCHOIRS.

260. — Précautions à prendre pour le séchage des tuyaux	311
261. — Manière de disposer les tuyaux dans les séchoirs Roulage des tuyaux	313
262. — Construction des étagères sur lesquelles on fait sécher les tuyaux.	313
263. — Manière de construire des séchoirs économiques	319

CHAPITRE V. — CUISSON DES TUYAUX. DISPOSITIONS DES FOURS.

264. — Considérations générales sur la cuisson des tuyaux, le choix du combustible et la disposition des fours	322
265. — Four à tuiles ordinaire.	323
266. — Description du four de la fabrique de Boom. Comment la cuisson y est conduite. Frais de cuisson	325

N ^o s des paragraphes.	Pages.
267. — Four de la fabrique de Tubize	330
268. — Four économique.	333
CHAPITRE VI. — SITUATION DES FABRIQUES ' DE TUYAUX EN BELGIQUE. PRIX DE VENTE DES TUYAUX. COUT DE LEUR FABRICATION.	
269. — Situation des fabriques de tuyaux en Bel- gique. Importance de cette fabrication. Tableau indiquant la répartition des fabri- ques par province et les noms des fabri- cants.	335
270. — Prix de vente des tuyaux. Éléments qui influent sur le prix de vente. Tableau indiquant le prix des tuyaux et manchons des divers calibres, leurs poids et le nombre de pièces que l'on peut faire avec un mètre cube de terre	337
271. — Coût de la fabrication des tuyaux en Angle- terre et en Belgique.	338