

# HYDRAULIQUE AGRICOLE

ET



LEÇONS PROFESSÉES À L'ÉCOLE DES PONTS ET CHAUSSÉES

PAR

**Alfred DURAND-CLAYE**

Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées

ET RÉDIGÉES

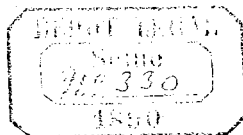
**Par M. Félix LAUNAY**

Ingénieur des Ponts et Chaussées

---

TOME PREMIER

---



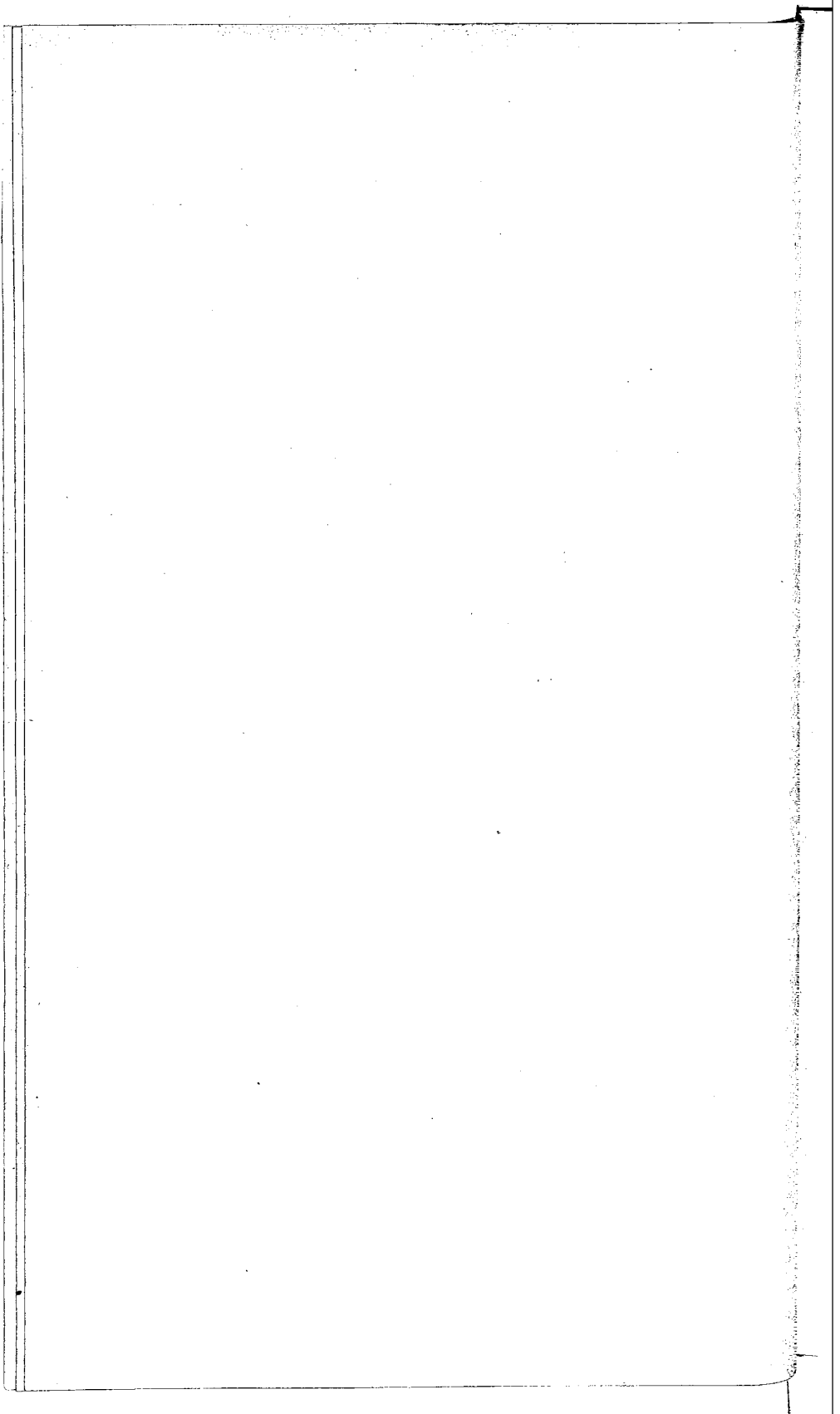
**PARIS**

**OCTAVE DOIN, ÉDITEUR**

8, PLACE DE L'ODÉON, 8

1890





M. le comte de Salis, dans l'article nécrologique que la *Gazette Agricole* publia en juin 1888 sur Alfred Durand-Claye, disait : « L'agriculture française vient de perdre un de ses serviteurs les plus dévoués et les plus savants. M. Alfred Durand-Claye, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, vice-président de la section du génie rural et président de la commission des engrais de la Société des Agriculteurs de France est mort subitement, le 27 avril, au cours d'un rhumatisme articulaire qui ne laissait nullement prévoir une issue fatale.... La vaste étendue de ses connaissances agricoles et l'ardeur avec laquelle il développait son enseignement contribuèrent à faire, des élèves ingénieurs, de futurs auxiliaires de l'agriculture dans les départements où leur service les envoya à la sortie de l'école d'application. Son cours, autographié seulement d'après les notes des élèves, devrait être publié en dehors des cahiers distribués dans l'École, il contient, sous une forme succincte, une foule de documents utiles, coordonnés avec le plus grand soin... »

Je n'avais pas attendu ce vœu pour décider cette publication que mon pauvre mari devait commencer cette année ! et pour la confier aux soins de M. Launay. Alfred avait pu apprécier chaque semaine l'intelligence et le mérite dont celui-ci faisait preuve comme secrétaire de la commission de l'Hydraulique agricole au Ministère de l'agriculture. C'est lui qu'il avait chargé de corriger les projets de ses élèves quand la maladie le surprit ;

c'est lui qu'il avait demandé pour faire les études d'Achères, après le vote de la Chambre des députés. M. Bechmann, en prenant le service de l'assainissement, a suivi les idées de son prédécesseur, et c'est la prise de possession de son nouveau poste qui a un peu retardé M. Launay dans la publication de cet ouvrage.

Je ne saurais trop me louer pourtant du zèle qu'il y a apporté, et de la fidélité scrupuleuse avec laquelle il a suivi le texte des nombreuses notes que je lui ai remises, car, outre le cours qu'Alfred professait annuellement, j'avais une foule de documents, ramassés dans les voyages que nous faisons chaque été, voyages d'agrément où il ne perdait cependant jamais de vue ni l'hygiène, ni l'agriculture, et où le carnet de dessin du touriste ne se couvrait guère que de notes scientifiques.

Tout est bien absolument personnel dans cet ouvrage. Alfred pouvait, certes, se souvenir des leçons de M. Nadault de Buffon, dont il aimait à rappeler le nom, et qui fut le premier professeur d'hydraulique agricole à l'École des Ponts et Chaussées ; mais son prédécesseur, M. Hervé Mangon, ayant refusé de lui donner aucune note, il fut obligé, quand il commença ce cours en 1880, de le constituer de toutes pièces ; ce fut peut-être heureux, car ses amis me répètent souvent : « On peut dire que c'est Durand-Claye qui a créé le cours d'Hydraulique agricole à l'École des Ponts et Chaussées. »

J'ai voulu qu'une plume plus autorisée que la mienne présentât ce cours au public ; j'en ai prié le vieux maître d'Alfred, celui qui avait décidé de sa carrière, et qui était fier de lui comme d'un de ses enfants : je suis seule, hélas ! maintenant, à lui dire notre affectueuse reconnaissance.

Ernestine DURAND-CLAYE.

Décembre 1889.

Je ne veux pas laisser publier l'une des œuvres les plus importantes d'Alfred Durand-Claye, son cours d'Hydraulique agricole, sans rendre un hommage de profonde estime à cet esprit charmant avec lequel j'ai vécu quinze ans au début de sa carrière.

Je l'obtins comme adjoint presque à sa sortie de l'école des Ponts et Chaussées. Nous avions à étudier une question alors peu connue, l'utilisation des eaux d'égout. Le Préfet, M. Haussmann, voulait compléter la transformation créée par les eaux de sources et les collecteurs de M. Belgrand. Je me rappelle les réunions de chaque jour au laboratoire de Clichy ; les connaissances de mon jeune associé, sa facilité de parole, de rédaction, de dessin, ses qualités aimables, son action d'entraînement sur le personnel, tout rendait les journées de travail pleines d'attrait.

Quand nous eûmes démontré que la solution de l'Épuration et de l'utilisation était dans l'irrigation d'un sol perméable et cultivé, l'horizon s'agrandit. Le jardin d'essai de Clichy devint la plaine de Gennevilliers, livrée hardiment à la culture libre ; la clientèle gagnant toujours de proche en proche, malgré les résistances, on demanda l'assainissement de la Seine, l'utilisation complète des eaux d'égout. Il fallait dès lors se développer sur trois presque îles et s'assurer un modérateur sur le domaine d'Archères, au bas de la forêt de Saint-Germain. Une opposition formidable s'éleva dans le département de Seine-et-Oise qui voyait

la voirie de Bondy transportée au cœur de la région de la villégiature la plus recherchée.

L'opposition fut vaincue une première fois dans les enquêtes que présida avec supériorité Henri Bouley, et où éclata la souplesse du talent de Durand-Claye, avocat, secrétaire, ingénieur, tout à la fois. Mais elle ne fut vaincue en 1876 que pour se ranimer et se reproduire pendant douze ans à tous les degrés de juridiction, en s'appuyant sur une préoccupation importante de l'opinion publique, l'écoulement direct des vidanges aux égouts dans Paris.

C'est alors que Durand-Claye entreprit cette campagne célèbre du « *Tout à l'Égout* » : il se dépensa dans des conférences sans nombre aux réunions populaires et aux congrès scientifiques, pendant qu'il prouvait la justesse de ses idées par les applications et les résultats d'évidence, aux hôpitaux, aux casernes, aux écoles, et même à l'Hôtel de Ville. Il est alors l'apôtre, prêchant partout ; il a convaincu le Conseil Municipal, qui veut comme lui que le logement de l'ouvrier ait l'eau, l'air, la lumière pour introduire enfin la propreté et la santé dans le ménage parisien. Un membre plein d'énergie, M. Deligny, donne au réformateur le concours de ses vues, de son expérience, de son influence : le règlement de salubrité des maisons de Paris édicte la perte directe, en l'unissant aux irrigations d'un lien indissoluble.

Au milieu de cette guerre sans trêve, Durand-Claye trouve le temps d'être un professeur écouté et aimé à l'École des Beaux-Arts et à l'École des Ponts et Chaussées. Dans ses vacances, il se délasse en voyageant, en visitant Vienne, Moscou, Constantinople, Athènes ; il voit des contrées nouvelles ; il questionne les hommes spéciaux : les faits d'expériences sont contrôlés par la théorie la plus sûre.

Comment un cours d'Hydraulique agricole, médité, compris dans de telles conditions, ne serait-il pas l'expression de la science, à notre époque ? Les soins religieux avec lesquels M. Launay a revu et classé les leçons du maître sont la dernière garantie donnée à cette belle publication.

Qu'on me permette une dernière réflexion : il y a, pour l'honneur du corps des Ponts et Chaussée, deux noms qu'on peut mettre l'un à côté de l'autre, Surell et Durand-Claye, brillants tous deux par les mêmes qualités, par les mêmes services rendus aux classes souffrantes.

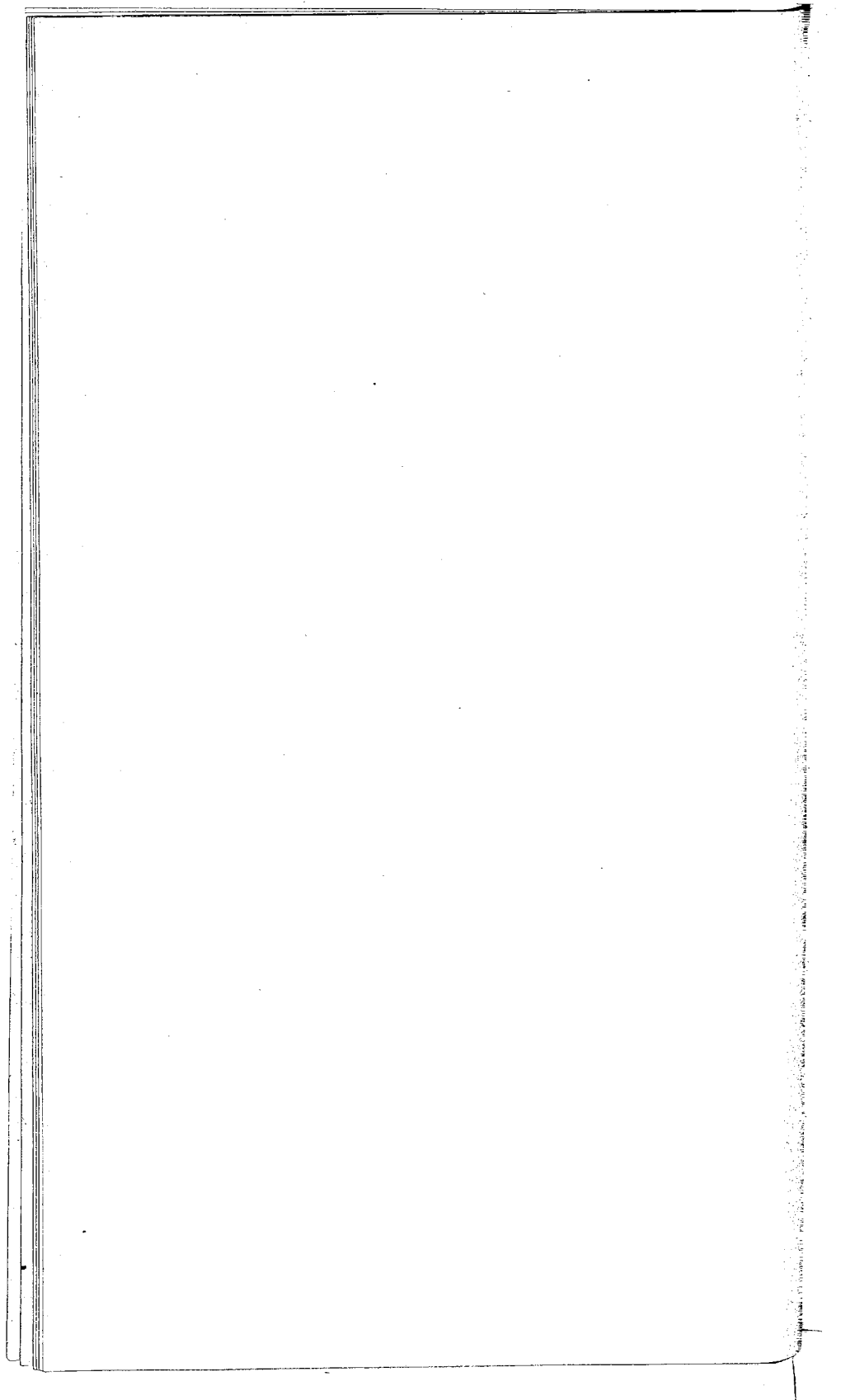
Surell, envoyé dans les Hautes-Alpes, se prend de pitié pour les malheureuses populations, décimées par les dévastations des torrents, et il laisse l'admirable étude, que suivent aujourd'hui les Ingénieurs des forêts pour dompter dans les montagnes les torrents exterminateurs.

Durand-Claye, encore simple élève à l'École polytechnique, chargé de porter les secours de la promotion aux pauvres ménages de la montagne Sainte-Geneviève, est saisi de tristesse, et se dit qu'il fera la guerre à la misère et à la maladie qui naissent dans un intérieur sans eau, sans air, sans lumière : il y met toute son âme : il devient l'apôtre du « *Tout à l'Égout* », de ce principe si combattu, et que la loi de 1889 a déclaré d'utilité publique, en l'unissant intimement aux Irrigations.

Le cours d'Hydraulique agricole arrive donc comme un complément de la loi.

MILLE,

Inspecteur général des Ponts et Chaussées en retraite.



# SOMMAIRE

---

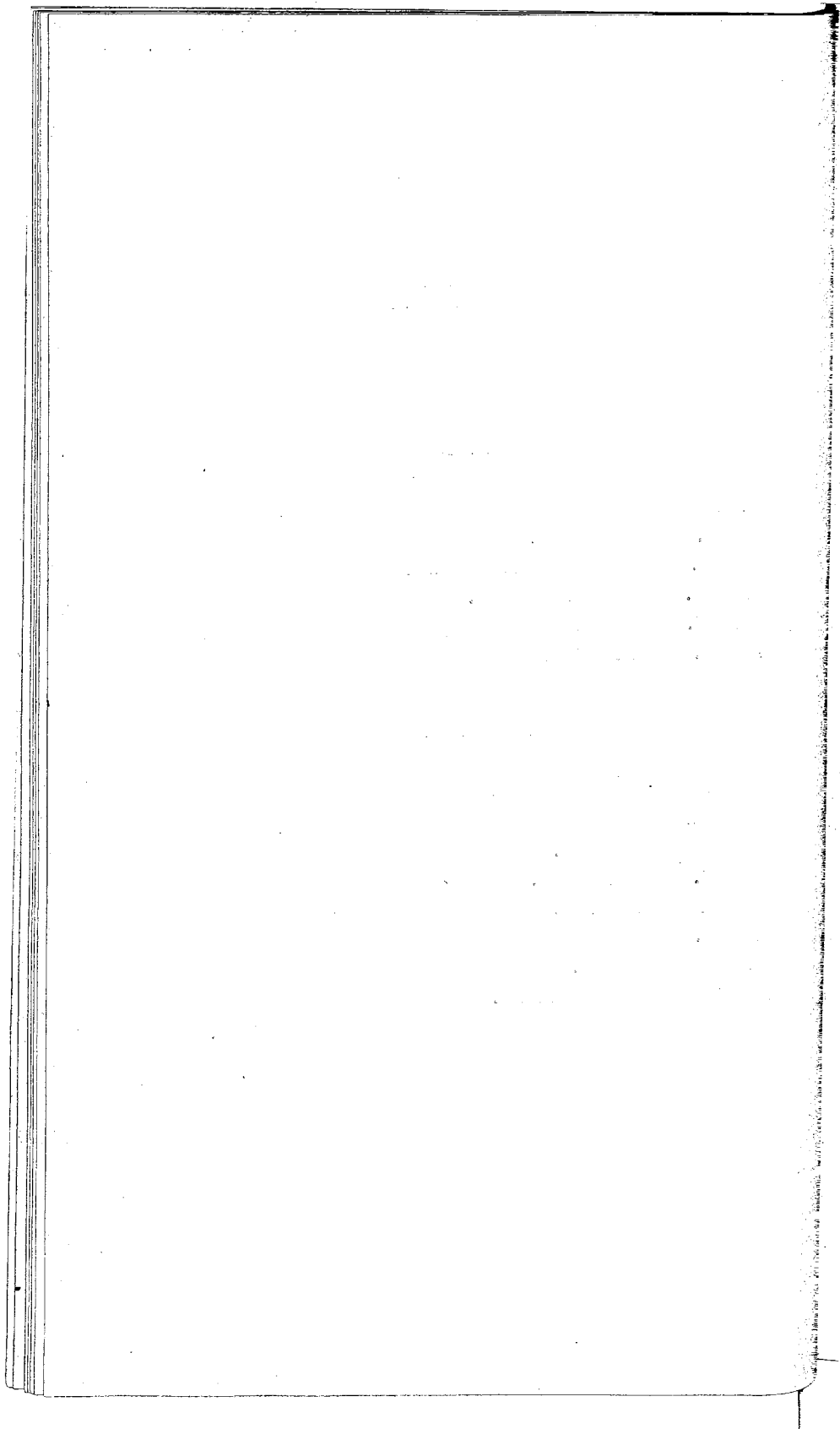
## TOME PREMIER

INTRODUCTION.

- LIVRE I. -- MÉTÉOROLOGIE.
- LIVRE II. -- GÉOLOGIE HYDRAULIQUE ET AGRICOLE.
- LIVRE III. -- PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE.
- LIVRE IV. -- RÉPARTITION DES EAUX.
- LIVRE V. -- COURS D'EAU.

## TOME SECOND

- LIVRE VI. -- MACHINES AGRICOLES.
  - LIVRE VII. -- ENGRAIS ET AMENDEMENTS.
  - LIVRE VIII. -- IRRIGATIONS.
  - LIVRE IX. -- DESSÈCHEMENTS.
  - LIVRE X. -- COLMATAGES.
  - LIVRE XI. -- POLDERS.
  - LIVRE XII. -- DRAINAGE.
  - LIVRE XIII. -- FIXATION DES DUNES.
  - LIVRE XIV. -- ASSAINISSEMENT MUNICIPAL ET UTILISATION DES EAUX D'ÉGOUT.
-



# HYDRAULIQUE AGRICOLE

ET

## GÉNIE RURAL

---

### INTRODUCTION

---

**Objet du cours.** — Le cours comprend deux parties :

1° L'*Hydraulique agricole*, c'est-à-dire la science de l'aménagement des eaux au point de vue de leur bonne répartition, de leur action salubre sur la culture. On y traitera les questions hydrauliques non comprises dans les cours de Mécanique appliquée, de Navigation intérieure et de Travaux maritimes.

2° Le *Génie rural*, c'est-à-dire l'ensemble des questions relatives à l'agriculture et se rattachant à la mécanique et à la chimie.

On examinera d'abord la marche de l'eau, depuis le moment où elle tombe du ciel jusqu'à celui où elle retourne à la mer, après avoir produit son action bienfaisante.

L'eau tombe sous forme de pluie ou de neige ; on commencera donc par quelques notions de *Météorologie*.

La réception de l'eau à la surface du sol conduira à traiter, au point de vue spécial de l'agriculture, quelques questions de *Géologie*, de *Topographie*, de *Physiologie végétale*.

L'eau reçue à la surface du sol se divise en trois parties : l'une s'évapore, l'autre s'imbibe dans le sol, enfin la troisième ruisselle à

sa surface ; la même division sera suivie dans la classification des phénomènes correspondants et conduira :

- 1° A l'Étude de l'évaporation ;
- 2° A l'Étude des nappes et sources ;
- 3° A l'Étude des cours d'eau.

Chemin faisant, on examinera l'influence de la *Perméabilité* et de la *culture du sol* sur cette répartition.

On s'occupera ensuite de la mise en état du sol par la régularisation des eaux nuisibles : *Dessèchements, colmatages, polders, drainage*, ou par les *défrichements, la fixation des dunes*.

Le sol étant mis en état, il faut l'améliorer par la culture : à cette occasion on traitera les questions relatives aux *cultures diverses*, aux *engrais* et *amendements*, à l'*outillage agricole* ; et par les *irrigations*.

Toutes ces questions ont une importance qu'on ne saurait méconnaître, et il serait regrettable que les grands travaux de chemins de fer entrepris en France en détournassent l'attention des ingénieurs ; il ne suffit pas de créer des voies de communication, mais il faut encore développer la richesse agricole du pays si l'on veut avoir quelque chose à transporter. La création du ministère spécial de l'agriculture (décembre 1884), auquel a été rattaché le service de l'hydraulique agricole, a donné une nouvelle impulsion aux travaux d'aménagement des eaux et permet d'espérer la continuation des progrès déjà réalisés et constatés par les étrangers à l'Exposition universelle de 1878. Voici, en effet, comment s'exprimait M. Bömches, ingénieur autrichien, dans un mémoire sur l'exposition du ministère des Travaux publics en 1878 (1) :

« Si nous comparons la dernière exposition du ministère des Travaux publics avec les expositions antérieures, nous lui trouvons comme caractère essentiel de marquer une évidente tendance vers la création de travaux d'une nature de plus en plus productive. Ce caractère dominant se manifeste dans le soin particulier qui est donné à la technique de l'agriculture, c'est-à-dire aux travaux hydrauliques ayant pour résultats l'amélioration du sol et l'utilisation industrielle des eaux. »

**État actuel de la France agricole. — Répartition des cul-**

---

(1) Voyez *Annales des Ponts et Chaussées*, septembre 1879.

tures. — La France est un pays admirablement situé au point de vue agricole, en raison de la grande variété des climats et des aptitudes de son sol.

On peut à cet égard distinguer quatre régions différentes :

1° La *région de l'olivier* ou méditerranéenne, où l'on cultive aussi le palmier, le maïs et qui produit les vins de liqueur ;

2° La *région de la vigne* qui comprend les vallées du Rhône, de la Garonne, de la Charente et l'Auvergne ; on y cultive aussi le maïs ;

3° La *région du blé* comprenant la vallée de la Loire et la Beauce ; elle produit encore du vin, mais le cidre y apparaît ;

4° La *région du Nord* caractérisée par la culture de la betterave ; le vin y fait place à la bière.

Nous allons donner, au moyen de quelques chiffres, une idée de la répartition des cultures en France, d'après les résultats de l'évaluation du revenu foncier, faite, en 1879, par les soins du ministère des Finances ; nous mettrons en regard les différences avec le cadastre plus anciennement dressé :

	Superficie en hectares.	Différence avec le cadastre.	Valeur de l'hectare.
Terrains de qualité supérieure (vergers, jardins, etc.).....	668.515	+ 27.414	5 502 fr.
Terres labourables .....	23.452.452	+ 721.205	2.197
Prés et herbages.....	4.804.440	+ 193.840	2.960
Vignes.....	2.109.250	+ 211.283	2.968
Bois.....	8.144.718	+ 252.413	745
Landes, pâtures, terres vagues ..	8.108.306	— 1.361.506 (*)	207
Cultures diverses.....	747.478	— 44.649	1.282
TOTAUX.....	50.035.157	»	1.830 fr.

(\*) Cette différence provient de la disparition des landes de Gascogne.

La valeur totale de ces terres est de 91.583.960.000 francs et leur revenu est en moyenne de 2,89 0/0 ; la perte de l'Alsace-Lorraine nous a coûté 1.447.000 hectares de terres réparties en 1689 communes et peuplées de 1.600.000 habitants.

Quelle est maintenant la répartition des surfaces cultivées entre les diverses cultures ?

1° *Céréales*. — Elles occupaient, en 1883, 14.995.963 hectares ainsi répartis :

Froment .....	6.803.821	Avoine .....	3.729.472
Méteil.....	366.926	Sarrasin.....	630.535
Seigle.....	1.719.666	Maïs .....	629.915
Orge.....	1.065.349	Millet .....	49.679

Le total a subi une décroissance ; il était

En 1851 de 16.440.191 hectares
En 1873 de 15.015.328 —
En 1877 de 14.998.085 —

La surface occupée par le blé a ainsi varié depuis 1815 :

1815.....	4.591.000 hectares
1830.....	5.011.000 —
1848.....	5.973.000 —
1868.....	7.034.000 —
1873.....	6.825.000 —

La surface occupée par le seigle a beaucoup diminué depuis 1815 où elle était de 2.574.000 hectares.

2° *Farineux*. — Ils occupaient, en 1883, 2.156.492 hectares ainsi répartis :

Pommes de terre.....	1.389.389 hectares.
Châtaignes.....	463.065 —
Légumes secs.....	304.038 —

La surface totale a augmenté ; elle n'était que de 1.981.424 hectares en 1873, et de 2.010.357 hectares en 1877 ; la pomme de terre, en particulier, a beaucoup progressé ; elle occupait 559.000 hectares en 1817 et 1.243.000 hectares en 1877.

3° *Cultures maraîchères*. — 474.061 hectares (statistique de 1873).

4° *Cultures industrielles*. — Elles occupaient, en 1883, 944.841 hectares se répartissant comme suit :

Betteraves	} à sucre.....	226.365 hectares.
		à fourrage.....
Houblon.....		3.469 —
Colza.....		122.860 —
Chanvre.....		108.619 —
Lin.....		81.234 —
Tabac.....		12.487 —
Garance.....		» —
Olives.....		128.664 —

On remarquera que la garance a disparu, tuée par l'aniline.

5° *Prairies*.—Elles occupaient 10.44 1.460 hectares en 1883, dont

4.492.119	hectares	en prairies naturelles.
2.586.851	—	en prairies artificielles (trèfle, luzerne, sainfoin).
231.257	—	en autres cultures fourragères (pois, vesces, etc.).
3.131.243	—	en pâturages et pacages (sans culture).

Il y a pour les prairies une légère tendance à l'augmentation; en 1877, on comptait 4.224.103 hectares de prairies naturelles et 2.581.492 hectares de prairies artificielles. Il est à désirer que cette tendance s'accroisse.

6° *Vignes*. — En 1883, elles occupaient une surface de 2.121.595 hectares. Le phylloxera a détruit une partie de nos vignobles :

En 1873	ils occupaient une surface de	2.582.716	hectares.
En 1877	—	2.342.639	—
En 1879	—	2.109.250	—
En 1887	—	1.944.150	—

En 1879, il y avait 569.930 hectares atteints de la maladie, dont 231.762 ne donnant plus de revenu et 338.168 donnant un revenu réduit; la valeur vénale de ces derniers était tombée de 2.968 francs à 1.637 francs et leur revenu de 130 francs à 56 francs.

7° *Bois et Forêts*. — La surface qu'ils occupent était de 9.185.310 hectares en 1877 et de 8.144.718 en 1879.

L'État a peu à peu aliéné une partie de son domaine forestier qui comprenait :

En 1795	.....	2.592.706	hectares.
En 1820	.....	1.214.366	—
En 1830	.....	1.123.832	—
En 1883	.....	967.120	—

8° Les jachères occupaient, en 1877, 4.863.222 hectares; les terrains non classés (rochers, plages, landes), 4.425.703 hectares et les cours d'eau, routes, habitations, 3.883.366 hectares.

Il est regrettable que la surface des terres incultes soit aussi considérable; elle atteint, en effet, 6 millions d'hectares; mais il y aurait cependant injustice à rabaisser la France qui n'a pas à rougir de la comparaison avec l'étranger. Voici en effet un tableau des surfaces effectivement cultivées dans les divers États de l'Europe (on a laissé en dehors les prairies naturelles, les terres incultes, les pacages, les jachères, etc.) :

Angleterre	.....	55 0/0	du total.	Italie et Portugal	.....	30 0/0	du total.
France	.....	54 0/0	—	Espagne	.....	27 0/0	—
Belgique	.....	48 0/0	—	Suède et Norvège	.....	14 0/0	—

**Intensité du travail agricole français.** — *La France est un pays essentiellement agricole.* — En 1881, sa population se répartissait ainsi :

Agriculture.....	18.249.209
Industrie.....	9.324.107
Commerce.....	3.843.447
Transports et marine.....	800.741
Force publique.....	352.851
Professions libérales.....	1.583.358
Personnes vivant de leurs revenus.....	2.121.173
Sans profession.....	737.088
Profession inconnue.....	191.316
Total.....	37.403.290 habit.

On voit que l'agriculture représente la moitié de la population totale et occupe 5 fois plus de bras que le commerce, 2 fois plus que l'industrie. On a constaté néanmoins une tendance malheureuse à la dépopulation agricole, dont on peut chercher les causes dans la richesse même, le fils du fermier enrichi ne voulant plus travailler la terre ; dans l'influence de l'éducation générale ; dans l'influence du service militaire obligatoire qui fait connaître au paysan les séductions des grandes villes. Pour conjurer ce danger, la culture doit prendre un caractère essentiellement scientifique et industriel en ce qui concerne son outillage, ses engrais et ses méthodes. Si la division de la propriété, poussée très loin en France, est une sauvegarde contre la déchéance de l'agriculture, en ce qu'elle excite les petits propriétaires à tirer du sol le meilleur parti possible et à augmenter sa production au moyen des cultures intensives, par contre, elle constitue un sérieux obstacle à l'amélioration de l'outillage, laquelle exige des capitaux importants.

*Répartition de la population agricole.* — Cette population peut se diviser comme suit :

	Nombre	Population totale. Patrons et employés (ouvriers, commis domestiques, familles)
Propriétaires cultivant eux-mêmes.....	2.425.500	9.176.532
Fermiers, métayers et colons.....	1.010.999	5.032.425
Petits propriétaires travaillant pour autrui.....	772.339	3.522.036
Forestiers, bûcherons, charbonniers.....	112.200	518.216
Totaux.....	4.321.038	18.249.209

On voit combien est grand le nombre des propriétaires cultivant eux-mêmes, puisqu'il est supérieur à la moitié du nombre total des chefs d'exploitation.

La population agricole peut encore être répartie de la manière suivante :

Attachés directement à la profession agricole :			
Patrons, chefs d'exploitation ....	4.321.038	} 4.757.861 Hommes.	} 6.433.416
Employés et commis.....	134.502		
Ouvriers, journaliers, manœuvres.	1.999.876	} 4.697.155 Femmes.	}
Membres de la famille sans profession, vivant avec les précédents :			
Famille.....	10.393.131	} 4.399.042 Hommes.	} 11.793.793
Domestiques attachés à la per- sonne.....	1.400.662		
		} 7.394.781 Femmes.)	}
Total.....			

Cette seconde répartition fait également ressortir l'importance du nombre des patrons propriétaires, lesquels représentent les  $\frac{2}{3}$  des cultivateurs proprement dits.

*Intensité du travail produit.* — A raison de 200 journées utiles par tête, le travail annuel produit s'élève à plus d'un milliard de journées se répartissant de la manière suivante :

Culture des céréales.....	638 millions de journées
— vignes.....	120 — —
— pâturages.....	173 — —
— divers.....	114 — —
Total.....	1.065 millions de journées.

Le salaire correspondant s'élève à 2 milliards de francs ; c'est le double du travail produit par l'industrie.

*Division extrême de la propriété.* — Le morcellement de la propriété est mis en évidence par le tableau suivant :

Étendue des exploitations.	Nombre		Surface	
	Brut.	Pour cent.	Totale.	Moyenne.
Au-dessous de 3 hect.	1.815.558	56,29	} 12.097.074	} 4 hect. 922
5 à 10 hectares. ....	619.343	19,19		
10 à 20 — .....	363.769	11,28		
20 à 30 — .....	176.744	5,49		
30 à 40 — .....	95.766	2,98		
40 et au-dessus.....	154.167	4,77	9 677.560	15 hect. 75
	3.225.847		12.097.074	78 hect. 75

Les exploitations d'une étendue supérieure à 125 hectares n'occupent que 14 0/0 de la surface totale.

En dehors des propriétaires qui cultivent eux-mêmes les parcelles de terre qui leur appartiennent, il y a lieu de distinguer les fermiers et les colons.

Le fermier est celui qui dirige l'exploitation d'une propriété, à charge par lui de payer au propriétaire une redevance fixée par des conventions réciproques.

Le colon ou métayer tient du propriétaire la terre, les instruments d'exploitation agricole et les bestiaux ; il lui sert, à titre de redevance, une partie (ordinairement la moitié) des fruits, semences prélevées. Le métayage existe surtout dans le Midi de la France et sur le plateau central ; le fermage se rencontre principalement dans le Nord. Le nombre des colons est à celui des fermiers dans le rapport de 1 à 3.

Le propriétaire cultivant lui-même est maître, par petites parcelles, de la plus grande partie du territoire cultivé ; ce résultat est mis en évidence par le tableau suivant, dont les chiffres se rapportent à l'année 1873 :

	Nombre d'exploitations.	Étendue totale.	Étendue moyenne.
Propriétaires cultivateurs.....	2.826.388	17.011.847 hect.	6 hect.
Fermiers.....	831.943	11.959.351 —	14 4
Colons.....	319.450	4.366.253 —	13 7
Totaux.....	3.977.781	33.337.451 hect.	8 h. 4

*Production totale.* — Pour terminer ce qui est relatif à l'intensité du travail agricole, nous donnons quelques renseignements statistiques sur les diverses productions.

#### 1° CÉRÉALES.

##### *Froment*

Années.	Production totale (en hectolitre).	Production par hectare.	Production par tête.	Observations.
1700	31.000.000	7,50	118 litres.	
1764	34.000.000	»	»	
1788	40.000.000	»	»	De 1815 à 1883, le poids a varié de 74 kil. 01 à
1815	39.460.974	8,59	»	77 k. 33 l'hectolitre. Il
1829	64.283.521	12,79	»	est en moyenne de
1847	97.611.140	16,32	»	76 kil.

Années.	Production totale (en hectolit.).	Production par hectare.	Production par tée.	Observations.
1868	116.783.000	16,53	} 300 litres.	Depuis 1868, les forts rendements contrebalancent les diminutions de surface.
1873	84.708.300	11,99		
1874	133.130.163	19,36		
1882	115.702.772	17,70		
1883	103.753.426	15,25		

La moyenne de la production totale pour la période 1874-1883 a été de 102.616.593 hectolitres, soit 14 hectol. 88 par hectare.

La valeur de l'hectolitre a varié de 15 francs à 30 francs, et la valeur de la production totale de 1 milliard 1/2 à 3 milliards.

	Production totale (en 1883).	Moyenne de la production totale (1874-1883).	Rendement moyen par hectare.
Méteil.....	5.688.537 hectol.	6.724.678 hectol.	15 h. 38
Seigle.....	24.842.602 —	25.323.166 —	13 86
Orge.....	20.726.587 —	18.394.069 —	17 57
Avoine.....	93.364.934 —	77.622.354 —	22 67
Sarrazin.....	10.749.972 —	10.148.663 —	15 45
Maïs.....	10.038.583 —	9.473.234 —	14 89
Millet.....	717.834 —	»	»

La production moyenne annuelle des céréales en France s'élève à 250.000.000 d'hectolitres. Les rendements par hectare tendent à augmenter; toutefois ils sont soumis à des oscillations dues aux influences météorologiques.

Le tableau ci-dessous donne les variations du rendement par hectare pour la période comprise entre 1815 et 1876 :

Blé.....	11 hectol. 57	à	14 hectol. 58
Seigle.....	10 — 50	à	13 — 35
Avoine.....	16 — »	à	22 — 33
Maïs.....	10 — 82	à	14 — 87

## 2° FARINEUX.

	Moyenne de la production totale (1871-1880)	Rendement moyen.
Légumes secs.....	4.242.000 hectolitres.	
Châtaignes.....	6.626.000 —	
	Moyenne de la production totale (1874-1883).	Rendement moyen.
Pommes de terre.....	123.969.193 hectolitres.	95 hectol. 63

La production des pommes de terre n'a cessé de s'accroître depuis 1817, époque à laquelle elle n'était que de 22.000.000 d'hectolitres.

## 3° PLANTES INDUSTRIELLES.

	Production totale (1883).	Rendement par hectare (1883).
Betterave à sucre.....	83.378.268 quintaux,	365,68
Betterave fourragère ....	80.405.532 —	307,89
	<hr/>	
	163.783.800 quintaux	

La production de la betterave à sucre a subi, dans ces dernières années, un accroissement exagéré; elle s'est élevée, en 1878, à 139.149.010 quintaux. C'est le résultat de la loi du 30 décembre 1873 qui, frappant d'un impôt l'importation des sucres étrangers, a imprimé à la culture de la betterave une nouvelle direction. L'agriculteur a intérêt, moins à produire beaucoup de betteraves qu'à récolter une betterave riche en sucre.

	Production.	Rendement.
Houblon.....	41.250 quintaux.	11,88
Colza (graines).....	1.273.773 —	10,36
Chanvre {	graines.....	4,32
	filasse.....	6,34
Lin..... {	graines.....	6,36
	filasse.....	7,34
Tabac.....	148.462 —	11,88

## 4° FOURRAGES.

	Production.	Rendement.
Prairies naturelles.....	173.654.698 quintaux.	38,65
Trèfle.....	48.237.936 —	42,87
Luzerne.....	42.379.248 —	48,24
Sainfoin.....	21.734.430 —	37,25
Divers.....	16.974.278 —	73,40
	<hr/>	
Total pour les fourrages.....	302.980.590 quintaux.	

## 5° VIGNES.

Production totale de vin en 1883	44.575.943 hectol.	Rend. par hect.	21,01
Production totale moyenne.....	59.778.312 —	Rend. moyen..	23,17

L'apparition et la propagation du phylloxera et de divers autres parasites de la vigne ont eu une influence désastreuse sur la production; c'est ce que met en évidence le tableau ci-dessous :

Production totale en	1866	63.000.000 hectolitres.	
	1875	78.000.000	—
	1877	56.000.000	—
	1881	38.000.000	—
	1885	28.500.000	—
	1886	25.000.000	—
	1887	24.333.000	—

Cidre... }	Production maximum... }	(1870)	49.494.000	hectolitres.
		(1885)	19.535.000	—
	Production minimum... }	(1871)	2.128.000	—
		(1880)	4.280.000	—
		en 1886	8.300.758	—
		en 1887	13.436.667	—

## 6° FRUITS.

		Valeur annuelle.	Observations.
Arbres .....	à noyaux.....	21.829.427 fr.	Poids : 3.800 millions de kilog.
	à pépins.....	75.803.972	
Arbustes divers.....		7.241.298	
Total.....		404.876.697 fr.	

## 7° ANIMAUX.

Chevaux (nombre total des têtes).....	3.175.000	
Chevaux employés aux travaux agricoles....	2.868.723	
Mulets.....	292.272	
Anes.....	398.130	
Bœufs ou taureaux.....	2.427.780	} 11.736.572
Vaches.....	7.487.300	
Veaux.....	1.841.492	
Moutons.....	23.495.845	
Porcs.....	5.710.775	
Chèvres.....	1.567.752	

En moyenne, il y a une tête d'espèce bovine par 3 habitants.

La production annuelle de viande est de 840.000 kilogrammes ou 23 kilogrammes en moyenne par tête et par an ; elle représente une valeur de 2 milliards. Dans les villes, la consommation annuelle est de 55 à 60 kilogrammes par tête ; elle n'était que de 20 kilogrammes en 1840.

**Progrès à réaliser.** — En résumé la valeur agricole totale est de 8 à 10 milliards, déduction faite de la nourriture des animaux.

La situation actuelle est d'ailleurs susceptible d'être améliorée et les divers moyens à employer sont indiqués dans le programme du cours ; les principaux sont les suivants :

*Extinction des torrents.* — Dans les régions montagneuses, les torrents exercent des ravages considérables ; c'est à leur action dévastatrice qu'est due la situation des départements des Hautes-Alpes et des Basses-Alpes dans lesquels on rencontre :

13 0/0 de surfaces arides,  
 38 0/0 de terrains vagues et pâtures.  
 6 0/0 de montagnes pastorales.

Soit en totalité.... 57 0/0 de terrains incultes.

Cet état de choses a pour conséquence le dépeuplement du pays; depuis 1846, 32.000 habitants, représentant les 11/100<sup>e</sup> de la population, ont abandonné le sol; dans l'arrondissement de Barcelonnette, la dépopulation a atteint le chiffre de 19,5 0/0. Le remède consiste dans les travaux de correction des torrents, ainsi que dans le reboisement et le gazonnement des montagnes.

*Aménagement des cours d'eau.* — Le pays est sillonné d'un admirable réseau de cours d'eau; un meilleur aménagement des eaux réaliserait un progrès considérable.

En France il tombe, annuellement, une hauteur moyenne de pluie de 0<sup>m</sup>,75 ce qui représente 447 milliards de mètres cubes d'eau sur lesquels 237 milliards disparaissent par absorption ou évaporation tandis que le reste, soit 180 milliards de mètres cubes, alimente les cours d'eau.

Si cette quantité d'eau était entièrement consacrée à l'agriculture, elle suffirait pour irriguer 18.000.000 d'hectares représentant le tiers de la surface totale du pays. La plupart des cours d'eau charrient des matières limoneuses qui, déposées sur des terrains incultes, les transforment en terres labourables; c'est ainsi que le Var et la Durance transportent chacun chaque année 20.000.000 de tonnes de limon qui permettraient de déposer sur 20.000 hectares une couche de 0<sup>m</sup>,06 à 0<sup>m</sup>,07, suffisante pour former une terre d'un excellent rapport.

Le même cube d'eau disponible, consacré entièrement à l'industrie, fournirait pour une hauteur moyenne de chute de 2<sup>m</sup>,50, 12 millions de chevaux vapeur et assurerait, par conséquent, la marche de 19.000 usines d'une puissance de 10 chevaux.

Employée à l'alimentation des cours d'eau naturels et à la création de cours d'eau artificiels, elle suffirait à assurer la mise en état de navigabilité d'un réseau de 266.000 kilomètres.

Enfin, si l'on voulait tout d'abord prélever sur cette disponibilité la quantité d'eau nécessaire à l'alimentation et aux besoins sanitaires, en supposant qu'il faille par tête et par an, 35 à 75 mètres cubes tout compris, le cube correspondant à une population de

40.000.000 d'habitants serait seulement de 2.200.000.000 de mètres cubes, soit le  $1/80^e$  du cube disponible.

Il faut concilier ces divers intérêts ; d'où la nécessité d'une réglementation des eaux qui tienne compte de leur valeur agricole comparée à leur valeur industrielle.

L'aménagement des cours d'eau a aussi pour but d'éviter les désastres que produisent les inondations, les sécheresses ou les obstructions du lit.

Les inondations sont ruineuses ; en 1866, en France, les pertes de l'État se sont élevées à 27.000.000 de francs, celles des particuliers, à 170.000.000 de francs. En 1879, les inondations de Murcie ont causé une perte de 80.000.000 de francs. On aura plus loin l'occasion d'exposer et de discuter divers systèmes de protection contre les inondations : digues, déversoirs, réservoirs, etc.

Les sécheresses empêchent les progrès de la végétation, en même temps qu'elles causent l'arrêt de la fertilisation du sol, laquelle ne s'opère que sous l'influence de l'humidité, ainsi que l'a démontré M. Schløsing (théorie de la nitrification). Il est aussi dans le rôle des réservoirs de combattre les sécheresses désastreuses.

L'obstruction du lit des cours d'eau favorise les inondations en s'opposant au libre écoulement des eaux ; on la combat soit au moyen de curages pour l'enlèvement des dépôts minéraux, soit au moyen de faucardements pour l'enlèvement des végétaux.

Ces opérations modestes ont une importance capitale qui a été mise en évidence par les excellents résultats qu'ont produits l'aménagement des cours d'eau de la Sologne et la création d'un réseau de fossés d'assainissement dans les Landes.

A la question d'aménagement des eaux se rattache celle de l'utilisation des eaux d'égouts des villes, éminemment propres à la fertilisation.

Les égouts de Londres déversent journallement 400.000 mètres cubes d'eau, renfermant  $0^e,080$  d'azote par mètre cube ; ceux de Paris produisent un cube journalier de 300.000 mètres cubes renfermant  $0,040$  d'azote par mètre cube.

Ces chiffres correspondent :

Pour Londres, à 20 tonnes de fumier par 1.000 mètres cubes,

Pour Paris, à 40 tonnes de fumier par 1.000 mètres cubes,

soit, par jour, à 8.000 tonnes de fumier pour Londres et à 3.000 tonnes pour Paris.

*Aménagement des eaux excédantes ou nuisibles.* — Indépendamment des terrains susceptibles d'être inondés en cas de crues extraordinaires, il existe des terres qui sont recouvertes d'eau stagnante, soit d'une manière permanente, comme les marais, soit d'une manière temporaire ; d'autres enfin souffrent d'un excès d'humidité du sous-sol. L'enlèvement de ces eaux s'opère soit au moyen de rigoles à ciel ouvert, soit au moyen de rigoles couvertes. Dans le premier cas, c'est un *dessèchement*, dans le second cas, c'est un *drainage*.

Il existe en France 200.000 hectares de terrains susceptibles d'être desséchés ; l'Italie en compte 231.000 hectares. En Russie, les marais de Polésie s'étendent sur 3.000.000 d'hectares. Les marais sont malsains ; les miasmes qui s'en dégagent engendrent des fièvres paludéennes. En France, la vie moyenne, qui est de 35 ans, était tombée à 19 et même à 15 ans dans certaines parties des Dombes (département de l'Ain), avant que d'importants travaux de dessèchement eussent été entrepris. De grands travaux ont été exécutés ou sont en cours d'exécution, non seulement dans les Dombes, mais encore dans le Forez, les Landes, la Sologne. En même temps qu'on rend ainsi à la culture de vastes étendues de terrain, on fait disparaître le germe des fièvres qui décimaient ces pays. En matière de dessèchements, un exemple à citer et à suivre est celui de la Hollande qui, depuis 1566, a conquis un territoire de 219.000 hectares.

Il existe un mode spécial de dessèchement connu sous le nom de *colmatage*, qui est surtout en usage dans le Midi ; il consiste à amener sur les terres à dessécher des eaux limoneuses qui, lorsqu'elles perdent leur vitesse, déposent les matières solides qu'elles tiennent en suspension. On travaille actuellement au colmatage de 6.000 hectares, au moyen des eaux de l'Isère ; avec les eaux limoneuses du Var, 500 hectares ont été colmatés et 1.000 hectares préservés des inondations ; dans la vallée de l'Arve un colmatage de 3.500 hectares est en cours. Dans la vallée de la Basse-Seine, 8.600 hectares de prairies ont été conquis de cette manière.

Lorsque le colmatage s'applique aux lais et relais de la mer, on obtient ce qu'on appelle des *polders*. En France, il y a 100.000 hectares de terrains susceptibles d'être poldérisés. Quelques essais ont déjà été tentés dans la baie des Veys et au Mont Saint-Michel, sur une surface de 3.800 hectares et en Vendée, sur les polders de Bouin, d'une étendue de 700 hectares.

Le drainage est une opération souvent nécessaire. En France, actuellement, il n'y a pas moins de 100.000 hectares de terrains drainés. Dans le but d'encourager les agriculteurs, une loi du 17 juin 1836 a consenti en leur faveur un prêt de 100.000.000 de francs pour l'exécution de travaux de drainage. En réalité, les prêts effectués n'ont atteint que 1.604.500 francs, mais l'industrie privée a consacré à cette opération des sommes énormes et au moins égales aux 100.000.000 de francs prévus.

Aux dessèchements se rattachent les *défrichements* et la *fixation des dunes*. En France, il reste encore 6.500.000 hectares à défricher. On peut citer comme un exemple les travaux de défrichement entrepris en Angleterre par le duc de Sutherland, sur une surface de 460.000 hectares.

La fixation des dunes a été obtenue au moyen de plantations de pins. Cette opération se poursuit actuellement sur 109.000 hectares dont 87.000 hectares dans les Landes de Gascogne (Brémontier).

*Progrès agricole. — Rôle de l'ingénieur des Ponts et Chaussées.* — Les travaux que nous venons d'indiquer brièvement sont destinés à mettre le sol en état de recevoir utilement les cultures. Ils ont comme objectif le *progrès agricole*, lequel comporte la part de l'agriculteur et la part de l'ingénieur.

L'agriculteur réalisera la part de progrès qui lui incombe par un choix judicieux et un agencement convenable des cultures, et en développant l'élevage du bétail. En devenant franchement industrielle, l'agriculture pourra viser à la continuation du mouvement ascendant qui se manifeste dans le rendement de l'hectare ainsi que le fait ressortir le tableau suivant pour le froment :

Sous Louis XIV .....	7 hectol. 51 par hectare.
En 1830 .....	10 — 53 —
1847-1857 (année moyenne).....	13 — 99 —
1857-1867 (année moyenne).....	14 — 13 —
1877.....	14 — 50 —
1880.....	14 — 62 —

Quelle est la part de l'ingénieur des Ponts et Chaussées? Il exécute des travaux du génie agricole ou rural, il fait un peu de culture directe (plantations des arbres sur les accotements des routes et les francs bords des canaux); il intervient surtout dans les questions