



EX-LIBRIS

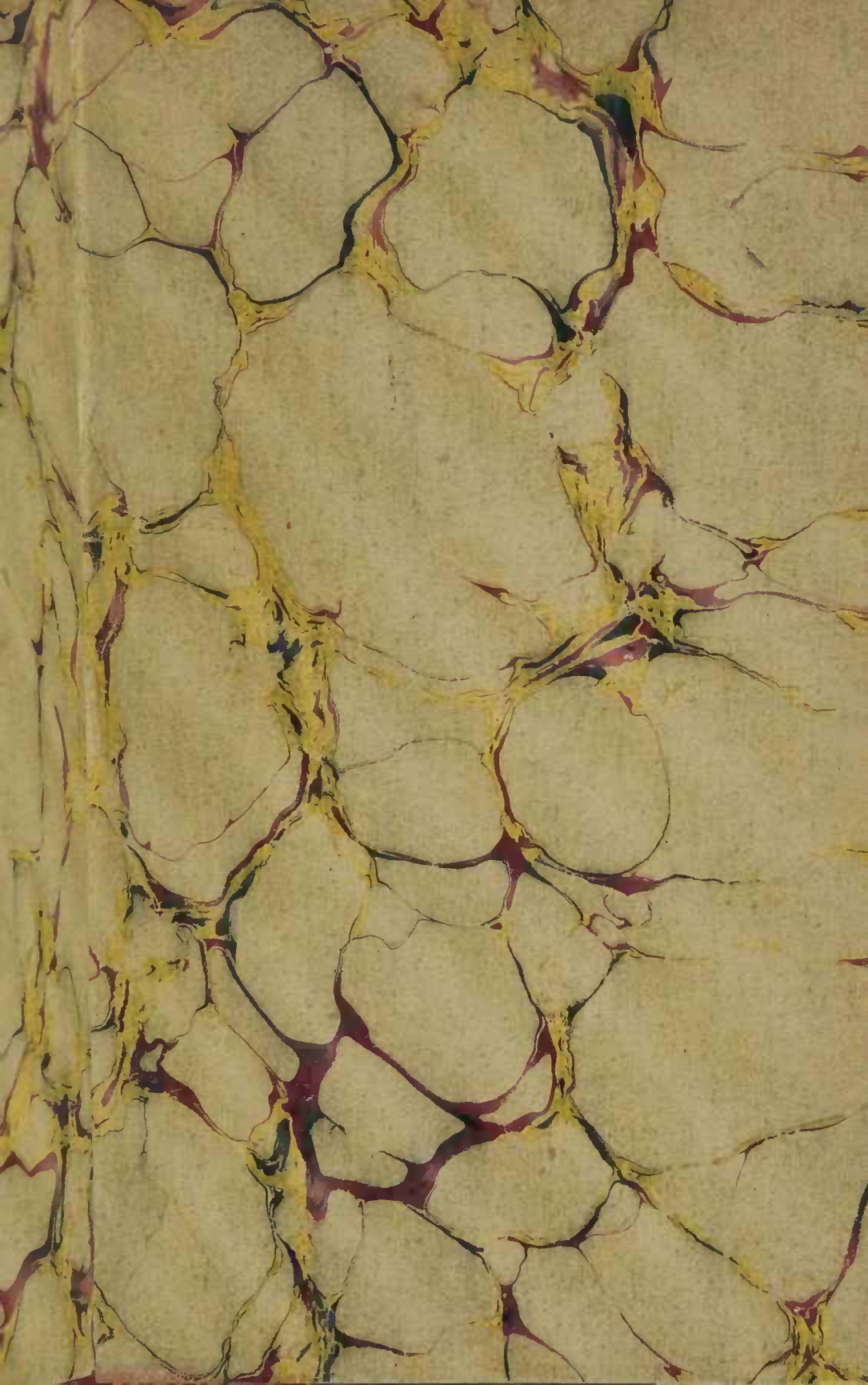


UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA  
LUÍZ DE QUEIROZ

Nº

551



















# ÉTUDES AGRONOMIQUES

1887-1888

EN VENTE :  
**ÉTUDES AGRONOMIQUES**

**PREMIÈRE SÉRIE (1885-1886)**

NUTRITION DES VÉGÉTAUX  
ALIMENTS AZOTÉS, PHOSPHATÉS ET POTASSIQUES DES PLANTES  
ENGRAIS COMMERCIAUX — FUMIER DE FERME  
EXPÉRIENCES SUR LES PHOSPHATES  
CULTURE RÉMUNÉRATRICE DU BLÉ  
CHAMPS D'EXPÉRIENCES ET DE DÉMONSTRATION  
SYNDICATS AGRICOLES — STATIONS AGRONOMIQUES  
CONTRÔLE DES SEMENCES ET DES ENGRAIS

---

**DEUXIÈME SÉRIE (1886-1887)**

PRODUCTION ET COMMERCE DU BLÉ EN EUROPE, AUX ÉTATS-UNIS  
ET AUX INDES — LE BLÉ EN FRANCE  
LA CULTURE RÉMUNÉRATRICE DU BLÉ — ENGRAIS PHOSPHATÉS  
LES PHOSPHATES NATURELS, ET LES SCORIES THOMAS-GILCHRIST  
PLANTES FOURRAGÈRES — ALIMENTATION DU BÉTAIL  
LA SUISSE AGRICOLE — EXCURSION EN ESPAGNE  
L'AGRICULTURE ET L'EXPOSITION UNIVERSELLE EN 1889  
L'AGRICULTURE ET LE HAUT ENSEIGNEMENT UNIVERSITAIRE



# ÉTUDES AGRONOMIQUES

PAR

**L. GRANDEAU**

Directeur de la station agronomique de l'Est  
Membre du Conseil supérieur de l'agriculture, etc.

## **TROISIÈME SÉRIE (1887-1888)**

STATISTIQUE AGRICOLE DE LA FRANCE — BÉTAIL, RÉCOLTES, FUMURES  
CULTURE EXPÉRIMENTALE DU BLÉ  
A LA STATION AGRONOMIQUE DE L'EST EN 1887  
LES CULTURES DE L'ÉCOLE DE TOMBLAINE EN 1887  
EXPÉRIENCES SUR LA VALEUR COMPARÉE DES ENGRAIS PHOSPHATÉS  
BLÉ, ORGE, AVOINE, MAÏS, PLANTES SARCLÉES  
LA FUMURE DES VIGNES — L'ANALYSE DES SOLS  
GISEMENTS DE PHOSPHATES — SCORIES THOMAS-GILCHRIST  
LOI CONTRE LA FRAUDE DES ENGRAIS — ALIMENTATION DU BÉTAIL  
LE COMMERCE DE LA VIANDE — LA SUISSE AGRICOLE

Avec 2 figures dans le texte et trois planches phototypiques.

PARIS  
LIBRAIRIE HACHETTE ET C<sup>ie</sup>  
79, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 79

—  
1888

Droits de traduction et de reproduction réservés.



## AVANT-PROPOS

---

Le bienveillant accueil que les deux premières séries des *Études agronomiques* ont reçu, tant en France qu'à l'étranger, des cultivateurs et des amis de l'agriculture, m'encourage à poursuivre la voie de propagande dans laquelle je suis entré avec autant d'ardeur que de conviction. La faveur qu'ont rencontrée ces modestes essais témoigne de l'intérêt croissant qui s'attache de nos jours à tout ce qui peut contribuer au progrès de l'agriculture.

Le point de vue auquel j'é me suis placé, dès le début de ces *Études*, me semble de plus en plus vrai, et la médiocre récolte de cette année n'est point faite pour le démentir. C'est de l'accroissement des rendements du sol que l'agriculture doit avant tout attendre son relèvement. Il n'y a pas de moyen plus sûr pour elle de se soustraire à la concurrence étrangère que d'arriver à produire,



sur notre territoire, des quantités de substances alimentaires au moins égales aux besoins de la population. Si, à l'aide des améliorations faciles à réaliser — à la condition de disposer d'un capital suffisant, — la France était arrivée à augmenter le rendement de notre sol en céréales, nous ne serions pas menacés d'une importation dont le résultat se traduira cette année par l'exportation de plus d'un demi-milliard pour acheter du blé. Il semble en effet, d'après les évaluations du commerce des grains, qu'il ne faudra pas, en 1889, introduire moins de 35 000 000 d'hectolitres de blé pour combler le déficit de la récolte de 1888. A 20 francs l'hectolitre, cette importation représente 700 millions de francs.

En présence d'un pareil chiffre, comment les propriétaires français et leurs tenanciers ne comprendraient-ils pas la nécessité urgente de redoubler d'efforts pour accroître nos rendements ?

La statistique agricole de la France publiée par l'éminent directeur de l'agriculture, M. E. Tisserand, nous montre les progrès réalisés depuis cinquante ans; elle nous fait, de même, toucher du doigt les progrès plus grands encore qu'il nous faut poursuivre, avec le concours de la science et du capital.

Presque tous les chapitres de cette troisième série d'*Études* sont consacrés à l'exposition,

basée sur l'expérimentation, des méthodes culturales qui permettent d'atteindre économiquement le but : création de variétés prolifiques, choix de semences et d'engrais les mieux appropriés aux diverses cultures. Céréales, plantes sarclées, plantes alimentaires et industrielles, prairies, alimentation du bétail, production et commerce de la viande, tels sont les titres des principaux chapitres dans lesquels j'expose les procédés et les méthodes les plus propres à réaliser les progrès qu'appelle notre agriculture.

La question des phosphates à bon marché : phosphates minéraux et scories de déphosphoration, occupe, comme dans les *Études* précédentes, une place importante. La possibilité de remplacer, dans le plus grand nombre des cas, les superphosphates d'un prix encore élevé, par l'acide phosphorique insoluble si peu coûteux, devient chaque année une vérité plus évidente. On en trouvera de nouvelles preuves dans les essais culturaux de la station agronomique de l'Est et de l'École de Tomblaine, rapportés avec tous les détails nécessaires pour indiquer le côté économique de la question.

Je livre cette troisième série d'*Études* à l'appréciation de mes lecteurs, avec une confiance que justifie à mes yeux l'assentiment si précieux que j'ai rencontré auprès d'un très grand nombre

de cultivateurs français et étrangers. Beaucoup d'entre eux, ayant répété nos expériences, ont bien voulu me rendre compte des vérifications auxquelles ils ont été conduits, touchant les faits que nous avons avancés. Je leur adresse mes remerciements.

J'adjure de nouveau les propriétaires de s'intéresser de plus en plus au sol qu'ils possèdent : de devenir les conseillers de leurs fermiers et, dans la plus large mesure qu'ils le pourront, leurs associés et leurs commanditaires. C'est d'une union plus étroite du cultivateur et du propriétaire que peut résulter le grand progrès, celui qui domine tous les autres : l'accroissement de fertilité de la terre.

Si au lieu de s'exposer à envoyer à l'étranger un capital supérieur à un demi-milliard pour achat de blé, les capitalistes français s'étaient décidés à faire au sol national l'avance dont il a besoin, le pays tout entier y eût trouvé profit. Au lieu d'être momentanément, sinon pour toujours, perdus pour la France, les 700 millions que nous allons verser dans les caisses de l'étranger, appliqués à l'amélioration de notre outillage, de notre bétail et de notre sol, pourraient rapidement nous amener à nous passer définitivement, pour notre alimentation, des récoltes de l'Amérique et de la Hongrie.



Puissent ces *Études* concourir, comme leurs devancières, pour une part si petite qu'elle soit, à apporter dans l'esprit de nos cultivateurs la conviction qui m'anime! Puissent-elles les convaincre de la possibilité, grâce au concours de la pratique unie à la science, aidé des capitaux indispensables à toute industrie, d'arriver à relever notre agriculture et à alléger la situation si pénible de notre vaillante et laborieuse population agricole! ce serait pour l'auteur de ces pages convaincues et sincères la rémunération la plus précieuse qu'il eût jamais ambitionnée.

L. GRANDEAU.

Station agronomique de l'Est, 1<sup>er</sup> septembre 1888.



# ÉTUDES AGRONOMIQUES

---

## TROISIÈME SÉRIE

(1887-1888)

---

### I

#### LA STATISTIQUE AGRICOLE DE LA FRANCE SITUATION GÉNÉRALE

L'enquête agricole de 1882. — La richesse foncière de la France. — Les charges et les produits de l'agriculture de 1852 à 1882. — Rapport de M. E. Tisserand.

Pour tout observateur impartial, l'étude approfondie de la situation présente de l'agriculture française et sa comparaison, d'une part avec le passé, de l'autre avec les améliorations que lui réserve l'avenir, conduisent à cette double conclusion : 1° de grands progrès ont été faits, faciles à constater, si l'on se reporte à trente ou quarante ans en arrière, et ne laissant aucun doute sur la vitalité de cette branche mère de l'industrie nationale; 2° l'état d'avancement des sciences auxquelles la culture doit demander ses plus précieux enseignements permet la réalisation de progrès plus considérables et plus rapides qu'autrefois.

Le jour où le capital, qui fait défaut à tant d'exploitants du sol et qui est indispensable pour la réalisation, aussi bien en agriculture qu'en industrie, des améliorations indiquées par la science, consentira à faire à la terre les avances dont elle a besoin, l'agriculture française pourra se relever promptement.

Savoir et pouvoir, ici, comme en toutes choses, sont les termes de la formule du progrès. C'est à la collectivité, c'est-à-dire à l'État, qu'incombent le soin et le devoir de mettre l'agriculteur à même de s'instruire ; c'est à l'individu qu'appartient, soit isolément s'il est en situation de le faire, soit par l'association, d'appliquer, avec un capital suffisant, les connaissances et les enseignements qu'il aurait peine à se procurer s'il était livré à ses propres forces. La devise du ministère de l'agriculture doit être : « Enseignement et renseignement » ; celle du cultivateur : « Initiative privée, association et science ».

Depuis 1840, la statistique de la France a été faite trois fois : à cette date d'abord, en 1852 et en 1862. Au lendemain de la guerre, il n'était pas possible de songer à réunir, en temps utile, les renseignements nécessaires pour dresser la statistique décennale de 1872. L'un des premiers actes du ministère de l'agriculture, qui venait d'être créé (novembre 1881), a été de reprendre le cours de ces investigations si difficiles, et en même temps si utiles, dont notre pays a été privé pendant vingt années.

L'enquête entreprise en 1882 <sup>1</sup> constitue un en-

1. Statistique agricole de la France, publiée par le ministère de l'agriculture. Résultats généraux de l'enquête de 1882, in-4°, avec atlas. (Berger-Levrault et C<sup>ie</sup>, imprimeurs.)

semble de documents du plus haut intérêt auxquels agronomes et économistes devront recourir fréquemment. Je voudrais en quelques pages en faire ressortir l'importance pour l'instruction des agriculteurs français.

Expliquons d'abord comment, ce qui pourrait surprendre au premier abord, six années se sont écoulées entre l'époque où l'enquête a été décidée et celle de la publication des documents qu'elle a fournis.

Cette vaste enquête a été confiée par l'honorable M. Devès, alors ministre, à l'éminent directeur de l'agriculture, M. E. Tisserand, qui joint à la connaissance approfondie de l'Europe et du nouveau monde agricoles les qualités maîtresses de l'administrateur. Son premier soin fut d'élaborer, avec le concours distingué de M. Flèchey, chef du bureau des subsistances et de la statistique agricole, secondé par un personnel dévoué, le programme des questions à poser et la constitution des commissions chargées de recueillir les renseignements et de les contrôler.

Le questionnaire ne contenait pas moins de 1253 questions, embrassant toutes les parties de l'exploitation du sol. Des commissions cantonales, au nombre de 2848, comptant chacune dix membres en moyenne, ont dépouillé et condensé 36 096 questionnaires communaux. La direction de l'agriculture a ensuite procédé au dépouillement, au calcul et à la récapitulation par département et pour la France entière des 2848 questionnaires cantonaux; puis elle a dressé et préparé l'impression des tableaux et documents nombreux qui résument cette immense enquête. Ce travail n'a pas exigé moins de cinq années d'un labeur continu, et c'est le 1<sup>er</sup> janvier 1886 que

M. E. Tisserand a été en mesure de remettre au ministre les tableaux numériques où sont méthodiquement groupés les chiffres qui représentent le bilan de l'agriculture et de la richesse agricole de la France.

A ce classement ne s'est pas bornée la tâche de M. E. Tisserand. Un rapport magistral précède les tableaux numériques. C'est une sorte de compte moral et matériel de l'agriculture française depuis quarante ans, avec un parallèle de la situation agricole des principaux pays européens. J'ai hâte de le dire, la lecture du rapport est reconfortante; s'il nous laisse entrevoir, par comparaison, la supériorité de l'agriculture étrangère sur plusieurs points, il nous révèle surtout le progrès accompli en France depuis un demi-siècle et la possibilité, avec quelques efforts, d'un pas considérable en avant.

Il va de soi qu'un rapport qui n'occupe pas moins de 800 pages grand in-4° n'est pas susceptible d'analyse; aussi ne tenterai-je pas même d'en indiquer les nombreuses divisions et sous-divisions. Mais je lui ferai, ce qui sera, je l'espère, beaucoup plus instructif pour mes lecteurs, de fréquents emprunts sur les principales questions, traitées avec une compétence, une méthode et une clarté qu'on trouve dans toutes les œuvres sorties de la plume de M. E. Tisserand.

Jetons d'abord un coup d'œil sur l'ensemble de l'industrie agricole en France en 1882, sur ses grandes lignes « structurales », pour me servir de l'expression de l'auteur.

Le capital foncier, c'est-à-dire la valeur de la propriété non bâtie, représentait en 1882 plus de 91 milliards et demi (91 588), avec un capital d'exploitation



de 8 milliards et demi, se décomposant dans les éléments principaux suivants :

	Millions de francs.
Animaux de ferme.....	5.775
Matériel et machines.....	4.393
Valeur des semences.....	537
Valeur du fumier.....	838

Les charges principales supportées par la culture s'élèvent, à la même date, au chiffre de 10 milliards 836 millions; savoir :

	Millions de francs.
Impôt foncier : principal.....	119
— centimes additionnels.....	119
— prestations.....	59
Impôts indirects.....	300
Loyer (revenu foncier).....	2.645
Intérêt du capital d'exploitation à 5 0/0.....	427
Gages, salaires.....	4.150
Valeur du travail effectué par les animaux de ferme pour la culture.....	3.017

Le produit brut total de l'exploitation du sol se divise en deux grands groupes : la production végétale, qui comprend l'ensemble des récoltes, et la production animale, représentée par le prix des animaux vendus, par celui des divers aliments livrés par la culture à la consommation, enfin par la valeur du travail des animaux de trait et par celle du fumier de ferme.

La production végétale est évaluée à 11 milliards 502 millions, dont près de moitié consiste en céréales : 4 milliards en grains et 1294 millions en paille. Les fourrages entrent dans le total pour une valeur de 1400 millions, les vignes pour 1137 millions; le

reste se répartit entre les cultures industrielles (358 millions), les jardins maraîchers (902 millions), les forêts (334 millions) et diverses cultures spéciales (499 millions).

Le bétail et ses produits représentent 7183 millions, dont près de moitié, 3017 millions, correspondent, comme je l'ai dit plus haut, au travail des animaux de trait. Les animaux de boucherie (1634 millions) et le lait (1157 millions) forment ensuite la part la plus élevée des produits.

Le fumier récolté annuellement vaut 838 millions; la vente des chevaux et mulets donne 80 millions; celle de la laine, 77 millions; des volailles et lapins, 188 millions; des œufs, 131 millions.

La valeur brute totale des produits végétaux et animaux atteint 18 milliards 685 millions, desquels il y a lieu de déduire 5224 millions, représentant d'une part les semences et le fumier, qui, faisant partie du capital d'exploitation, sont reconstitués chaque année, de l'autre les pailles, fourrages et grains consommés par les animaux et servant à produire la viande, la laine et le travail des exploitations.

En 1882, il est donc resté comme produit brut réel 13 461 millions, soit un peu moins de 13 milliards et demi.

Ce produit brut correspond à un rendement de 255 francs par hectare du territoire total et à 387 francs par hectare cultivé, déduction faite de la part afférente aux bois et forêts.

Rapporté à la population totale, ce produit brut répond à 357 francs par tête d'habitant et à 1948 francs par cultivateur.

Nous avons vu précédemment que les charges prin-

principales de la culture s'élèvent à 10 836 millions de francs; si l'on retranche cette somme du produit brut, il reste 2625 millions.

On peut évaluer à 40 francs par hectare cultivé et à 8 francs par hectare boisé les frais généraux et autres charges non dénommées plus haut; de ce chef, on trouve une somme de 1470 millions à retrancher de la différence entre le produit brut et les charges principales. Il reste alors un chiffre de 1155 millions, qui représentent le bénéfice net de l'agriculture en 1882. Grâce à l'esprit d'ordre et d'économie qui caractérise la classe des paysans français, dit M. Tisserand, une grande partie de cette somme et une portion notable des salaires passent à l'état d'épargne et constituent pour la France ces précieuses ressources qui sont un des gages les plus sûrs de son crédit et de sa puissance financière.

Avant d'examiner, d'après les résultats de l'enquête, l'origine des chiffres que nous venons d'indiquer, jetons un coup d'œil en arrière; cela nous permettra de constater le progrès très réel de l'agriculture dans les trente années écoulées de 1852 à 1882.

Les relevés effectués par le ministre des finances, en 1851, sur le revenu foncier, et, en 1882, par le ministre de l'agriculture sur la statistique agricole, conduisent à des rapprochements intéressants. Le capital foncier est passé, dans cette période, de 61 à 91 milliards, en augmentation de 30 milliards. Le capital d'exploitation a progressé de près de 3 milliards. Les charges supportées par l'agriculture se sont accrues de 889 millions.

La production brute annuelle a subi une augmen-

tation non moins marquée, passant de 8 milliards à 13 milliards et demi, en progrès de 5 milliards 400 millions de francs.

Il résulte de là que, dans l'espace de trente ans, la valeur du capital foncier a augmenté de 46,80 p. 100, celle des animaux domestiques de 103 p. 100, celle des semences de 23 p. 100. Les impôts fonciers, prestations, etc., se sont accrus de 29,69 p. 100. On constate, enfin, que le loyer de la terre a haussé, de 1852 à 1882, de 45,02 p. 100 et le produit brut de l'exploitation du sol de 59 p. 100.

D'après cela, on voit que le produit brut a augmenté plus vite que le capital foncier (59 p. 100 contre 46,8), tandis que le loyer, les charges générales de la culture, la hausse des salaires, ont subi un accroissement qui ne dépasse pas 45 p. 100. Le produit brut, par tête de cultivateur, s'est accru dans une bien plus grande proportion encore de 1852 à 1882 : il a passé de 1066 francs à 1948 francs, en augmentation de 82,7 p. 100.

Ce sont là, comme le fait remarquer M. E. Tisserand, des signes certains de l'importance des améliorations réalisées par les agriculteurs. Ces résultats sont dus à l'énergique activité de nos cultivateurs, au zèle déployé par les associations agricoles, à la diffusion du progrès, et, pour une certaine part, aux encouragements de l'Etat, qui, de 6 millions et demi qu'ils étaient en 1852, ont atteint 15 400 000 francs en 1885.

La conclusion générale de M. E. Tisserand, dont les affirmations tirent une si grande valeur de la connaissance parfaite qu'il a de l'état agricole de la France et des pays étrangers, doit être citée en

entier : « Cependant, dit-il, après avoir constaté les progrès effectués depuis trente ans, tout ce que l'agriculture française peut réaliser est loin d'être fait; nous avons montré combien est vaste encore la carrière ouverte au progrès, et nous avons fait entrevoir, dans les pages qui précèdent, à quel chiffre considérable la production agricole de la France pourra s'élever quand l'enseignement professionnel, pénétrant jusque dans les couches profondes de notre démocratie rurale, aura rendu possible et facile une plus large application des découvertes et des méthodes scientifiques à l'exploitation du sol national. L'impulsion est donnée de toutes parts; les résultats généraux obtenus pendant ces dernières années sont un encouragement pour le présent, en même temps qu'un sujet des plus légitimes espérances pour l'avenir de l'agriculture française; ils inspirent pleine confiance en sa force pour traverser victorieusement la crise qu'elle subit depuis quelque temps et atteindre une ère nouvelle de prospérité. »

L'étude sommaire des différentes parties de ce remarquable travail va nous permettre de présenter un tableau des plus instructifs de notre situation agricole et des moyens de l'améliorer. Nous souhaitons que l'analyse des principaux chapitres de l'œuvre considérable de M. E. Tisserand, œuvre qui mérite à son savant auteur et à ses collaborateurs dévoués toute la gratitude du monde agricole, lui suscite de nombreux lecteurs.

## II

### LA STATISTIQUE AGRICOLE DE LA FRANCE LE BÉTAIL

Statistique du bétail. — Ce que les animaux de la ferme enlèvent de principes fertilisants au sol. — Il faut fumer nos prairies.

La richesse agricole d'un pays dépend à la fois de la productivité de son sol et de l'utilisation directe, par le cultivateur, d'une partie des récoltes pour la fabrication de substance animale, viande, lait et leurs dérivés.

L'économie rurale nous enseigne que la transformation des produits végétaux, par l'intermédiaire de l'animal, en substance alibile pour l'homme, est, dans les conditions normales, l'une des meilleures sources de profit du cultivateur. C'est pourquoi on a, de tout temps, regardé le bétail comme l'un des éléments les plus importants de l'exploitation rationnelle du sol et son accroissement numérique, sur une surface donnée, comme un des progrès les plus souhaitables en agriculture.

La dépréciation énorme qu'a subie, depuis quelques

années, le prix du bétail sur pied dans l'Europe occidentale, sans que, à beaucoup près, la valeur vénale de la viande vendue au consommateur ait baissé dans la même proportion <sup>1</sup>, appelle, à juste titre, l'attention des économistes autant que celle des producteurs.

Due à des causes multiples, dont les deux plus saillantes nous paraissent être. d'une part, une diminution notable dans la consommation occasionnée par le malaise général qui a frappé l'industrie et l'agriculture, de l'autre, la nécessité pour le producteur d'user jusqu'ici d'intermédiaires onéreux pour le débit et la vente des animaux comestibles, cette dépréciation est, il faut l'espérer, momentanée. L'association des éleveurs pour la vente directe de leurs produits au consommateur, la reprise des affaires, qui rend probable l'épuisement des stocks énormes résultant d'une surproduction en tout genre, dépassant les besoins de la consommation, amèneront sans doute, dans un avenir prochain, avec une amélioration générale des affaires, un relèvement de prix dans le commerce des produits animaux.

En attendant ce retour si souhaitable à un meilleur état du marché, le cultivateur, qui ne saurait se passer de bétail sur son exploitation, doit chercher, comme dans toutes les branches de son industrie, à augmenter les rendements pour diminuer le prix de revient des produits, c'est-à-dire, au cas particulier, s'efforcer de fabriquer la plus grande somme possible de viande, de lait, etc., avec la moindre dépense. La

1. Voir plus loin, les chapitres XX et XXI, consacrés au commerce de la viande.

richesse d'un pays en animaux domestiques, comme l'a dit si justement M. E. Tisserand dans sa remarquable introduction à la statistique de 1882, est en raison de l'intensité fourragère et de l'habileté avec laquelle les cultivateurs savent utiliser les fourrages qu'ils produisent ou qui croissent spontanément sur leurs terres.

Quelle est, sous ce rapport, la situation de la France envisagée seule d'abord, puis comparativement à celle des autres pays? C'est ce que je voudrais examiner à l'aide des documents si précieux que nous fournit le beau travail du directeur de l'agriculture.

Je dois tout de suite indiquer la grande supériorité de l'enquête de 1882 sur toutes celles qui l'ont précédée, en ce qui regarde la statistique du bétail. M. E. Tisserand vient de combler une lacune des plus graves qu'on puisse relever dans les statistiques que nous possédions jusqu'ici sur les animaux de la ferme. Jusqu'à lui, on s'est borné, dans les enquêtes sur le bétail, à relever le nombre d'existences des animaux domestiques sur le territoire français : ce dénombrement avait sans doute de l'intérêt, comme tous les éléments numériques propres à nous éclairer sur la richesse nationale ; mais l'absence de toute indication sur le poids vif des animaux dénombrés rendait impossible une évaluation, tant soit peu exacte, des ressources en matières comestibles, d'une part ; de l'autre, des quantités de substances alimentaires nécessaires à la production du bétail et des emprunts faits par celui-ci au sol par l'intermédiaire de la plante.

M. E. Tisserand, en provoquant, dans l'enquête de



1882, le relevé du poids des animaux domestiques existant dans chaque commune, à la date du 30 novembre 1882, non seulement a réalisé un progrès de premier ordre dans la statistique agricole, mais il nous a mis en main, pour l'étude du bétail français envisagé dans ses rapports avec la terre qui le nourrit, et, en général, pour l'examen des problèmes nombreux qui se rattachent à la production animale, des documents de la plus haute utilité. Les économistes et les agronomes ne sauraient trop le féliciter de cette heureuse innovation et l'en remercier. On conçoit combien de rapprochements intéressants elle rend possibles, qu'un simple dénombrement ne permettait pas de tenter, le poids d'un animal étant variable du simple au triple, suivant la race, l'âge et beaucoup d'autres conditions.

Le dénombrement de 1882 a permis de constater l'existence sur le sol français de 49 millions et demi de têtes de bétail, d'une valeur totale de 5 milliards 775 millions. En ajoutant à ce chiffre la valeur des animaux de basse-cour, estimée à 161 millions et demi, on trouve que la totalité du cheptel vivant de l'agriculture française est représentée par une somme très voisine de *six milliards* (5 936 877 000 fr.). Ce chiffre suffit à indiquer l'importance économique de toutes les questions qui ont trait à l'élevage, à l'alimentation et à l'utilisation de nos animaux domestiques.

Les proportions et les valeurs, en argent, des animaux de chacune des espèces animales se répartissent très inégalement : l'espèce bovine, qui figure pour plus du quart dans le nombre des existences, représente, comme argent, 53,46 p. 100 de la valeur

totale des animaux. Prise en bloc, la valeur totale des animaux domestiques correspond à :

- 109 fr. 26 par hectare du territoire total.
- 163 fr. 56 par hectare de la superficie cultivée.
- 153 fr. 31 par tête d'habitant.
- 837 fr. 50 par tête de cultivateur.

Comme je l'indiquais tout à l'heure, on est exposé à des erreurs grossières lorsqu'on cherche à apprécier l'importance du bétail dans une contrée par le chiffre des existences, à raison de la variabilité du poids d'une tête de bétail. En complétant, à l'instigation de M. E. Tisserand, le dénombrement par l'indication du poids vif des animaux, les commissions cantonales ont concouru à un progrès des plus notables dans les renseignements que la statistique peut fournir au cultivateur. Nous possédons, grâce aux efforts combinés des enquêteurs et du bureau de la statistique, qui a mis en œuvre, sous la direction de M. Tisserand, les milliers de chiffres réunis par chaque commission cantonale, l'état, par départements de France et d'Algérie, de chacune des espèces d'animaux domestiques avec les indications suivantes : 1° nombre au 30 novembre 1882; 2° poids brut de l'animal en vie; 3° prix moyen de l'animal; 4° valeur totale par département; 5° quantité moyenne annuelle de fumier produit par l'animal; 6° perte totale annuelle par maladies ou accidents. Soixante tableaux in-4° renferment ces précieux renseignements; j'en extraurai quelques chiffres récapitulatifs qui en montreront tout l'intérêt.

Voici d'abord, pour chaque espèce, le poids vif

total et le poids moyen par animal au 30 novembre 1882 :

Espèces.	Poids vif.	Poids vif.
	Total en tonnes.	Par tête en kilogr
Chevaline .....	1.172.949	413
Mulassière .....	77.180	308
Asine .....	59.838	151
Bovine.....	3.651.251	281
Ovine.....	645.795	27
Porcine.....	587.304	82
Caprine.....	46.114	25
Total en moyenne...	6.240.431	1.287

Comme on le sait, les animaux de la ferme sont très inégalement répartis entre les divers départements : les régions à pâturages abondants et plantureux, à culture intensive, où l'engraissement du bétail à l'étable ou à l'herbage se pratique sur la plus grande échelle, appartiennent au nord, au centre et à l'ouest de la France. Il n'y a donc pas lieu de s'étonner de la richesse très inégale de nos départements en bétail. Le rapport de M. Tisserand fournit à ce sujet les éléments de comparaison les plus complets qu'on puisse souhaiter, mais nous ne pouvons qu'y renvoyer ceux de nos lecteurs que tel ou tel département intéresse spécialement, de semblables relevés n'étant pas susceptibles d'analyse.

Je me bornerai donc à quelques remarques générales. Les praticiens les plus expérimentés considèrent comme l'indice d'un bon état cultural la présence, sur une exploitation, de 500 kilogr. de poids vif le bétail par hectare, soit, pour une ferme de 100 hectares, 50 000 kilogr. de bétail vivant. La situation que révèle l'enquête de 1882 laisse une marge considé-

rable pour atteindre ce but, car c'est à peine si nous dépassons le tiers du chiffre regardé par les agronomes comme devant assurer l'équilibre de la fertilité du sol par la restitution du fumier. La moyenne générale de la France atteint seulement, en effet, 17 887 kilogr. de poids vif de bétail pour 100 hectares cultivés, au lieu de 50 000 kilogr. Les fumures complémentaires, les engrais industriels doivent donc venir combler le déficit résultant de l'insuffisance de bétail.

Dans le plus grand nombre des cas, l'emploi des fumures complémentaires est même le seul acheminement possible vers un accroissement notable de bétail. Celui-ci ne vit pas, en effet, de l'air du temps. Il faut pourvoir à l'alimentation des animaux d'un domaine avant de songer à en augmenter beaucoup le nombre. Or il n'y a, pour atteindre ce but, que deux moyens : faire produire à la terre plus de fourrages qu'elle n'en donne, ou importer du dehors le complément d'aliments nécessaire.

M. E. Tisserand, dans un autre chapitre de la statistique, a mis en relief les différences énormes que présentent les divers départements sous le rapport des ressources naturelles du sol pour l'alimentation du bétail. Dans le Nord, moins d'un hectare (0,99) suffit pour l'entretien de 1000 kilogr. de poids vif de bétail; dans une dizaine de départements, Gers, Aisne, etc., il faut un hectare à un hectare et demi; dans d'autres, comme la Corse, le Gard, etc., deux hectares et demi ne produisent pas assez d'herbe pour nourrir deux bœufs de 500 kilogr. chacun; il en est enfin, tels que les Hautes-Alpes ou la Lozère, où quatre et cinq hectares suffisent à peine à l'entretien de la même quantité de poids vif.

Des écarts si considérables qu'on constate dans le climat, la nature et la fertilité du sol français, résultent des variations correspondantes dans la proportionnalité du bétail à la surface cultivée.

Citons-en quelques exemples :

Le Nord, qui occupe le premier rang, n'a que 308 kilogr. de poids vif par hectare cultivé, au lieu de 500 que comporterait l'état d'avancement de sa culture. Une dizaine de départements ont de 250 à 290 kilogr. Le poids vif par hectare tombe entre 150 et 130 kilogr. dans une vingtaine d'autres. Enfin les régions méditerranéennes, à climat sec, sont au dernier rang de l'échelle : la Corse avec 56 kilogr., le Var avec 83 kilogr., l'Aude avec 104 kilogr., etc.

Il m'a paru intéressant de calculer approximativement la quantité d'éléments chimiques fertilisants (azote, acide phosphorique, potasse, chaux et magnésie) contenus dans les six millions de tonnes de bétail que possède la France. Je me suis servi pour cette évaluation des analyses de M. Lawes et Gilbert<sup>1</sup>. Dans le cours de leurs études sur la composition des animaux de la ferme, les savants expérimentateurs agronomes de Rothamsted ont établi, par l'analyse complète de dix animaux types, la composition de chacun d'eux en chair proprement dite, graisse, eau et cendres. Puis, dans ces dernières, ils ont déterminé la proportion de chacun des éléments minéraux qui entrent dans la constitution du corps de l'animal. Les divergences, d'espèce à espèce, dans la quotité de chacun des principes, sont négligeables pour un

1. J'ai publié une analyse détaillée de ces belles recherches dans les *Annales de la science agronomique française et étrangère*, t. II, 1887, Berger-Levrault et Cie, Paris.

calcul du genre de celui qui m'occupe, et j'ai représenté par les nombres suivants la constitution moyenne d'un animal de la ferme (bœuf, mouton, veau, porc).

100 kilogr. de poids de l'animal à jeun sont formés de :

Chair <sup>1</sup> .....	13.50
Graisse.....	28.30
Matières minérales.....	3.07
Eau.....	49.00
Estomac et son contenu <sup>2</sup> ..	6.13
	100.00

D'après cela, 1000 kilogr. de bœuf, mouton ou veau vivants contiennent (nombre rond) 31 kilogr. de substances minérales incombustibles (cendres).

Dans ces 31 kilogr. de cendres laissées par l'incinération d'un poids de 1000 kilogr. d'animaux de la ferme, Lawes et Gilbert ont trouvé :

Acide phosphorique.....	12 k. 31
Chaux.....	13 64
Magnésic.....	0 57
Potasse.....	1 74

Si l'on applique au bétail français les données que je viens de rappeler, on trouve que les 6 240 430 tonnes de bétail existant le 30 novembre 1882 avaient emprunté à leurs aliments, pour constituer leurs corps, 193 453 tonnes de matière minérale, dans laquelle figurent les poids suivants des principaux éléments fertilisants de nos terres :

Azote.....	13.542 tonnes métriques.
Acide phosphorique....	76.820 —
Potasse.....	10.858 —
Chaux.....	85.119 —
Magnésic.....	3.557 —

1. Contenant 2 k. 17 d'azote.

2. On sait que l'estomac des ruminants n'est jamais vide.

Ces quantités représentent plus de 167 000 tonnes de phosphate de chaux pur, c'est-à-dire plus de 500 000 tonnes de phosphate de richesse moyenne (30 à 33 p. 100), et 85 000 tonnes de nitrate de soude.

On voit, d'après cela, si c'est avec raison que les agronomes s'élèvent contre la routine, trop fréquente encore dans beaucoup d'exploitations, qui consiste à ne pas fumer les prairies. Les animaux qu'elles nourrissent y puisent des quantités de principes alimentaires plus considérables encore que celles que nous venons d'indiquer, puisque nous n'avons pas tenu compte, dans ce calcul, des produits exportés durant la vie de l'animal, tels que le lait et la laine, produits qui, eux aussi, exigent, pour se constituer, de notables quantités d'azote, de potasse, etc. Fumons donc nos prairies et nous y trouverons double bénéfice, par une augmentation dans le poids de notre bétail et par la possibilité d'en élever une plus grande quantité, sur une surface donnée.

### III

#### STATISTIQUE AGRICOLE DE LA FRANCE LES RÉCOLTES

Ce qu'enlève annuellement au sol la récolte française. — Production et valeur fertilisante du fumier produit par le bétail français. — Son insuffisance pour la restitution.

L'enquête agricole de 1882 vient nous fournir des éléments précis d'appréciation sur les quantités de fumure naturelle dont l'agriculture française dispose pour maintenir la fertilité de ses terres. Des documents statistiques qu'elle renferme, nous pouvons aussi tirer, par induction, des indications, au moins approchées, sur les poids de fumures complémentaires, indispensables à l'accroissement des rendements du sol français.

Je voudrais essayer de rendre tangible, à l'aide de quelques calculs devenus possibles par la belle étude de M. E. Tisserand, la véritable situation de la France sous le rapport de la fumure des terres en culture, afin de convaincre les cultivateurs encore réfractaires, pour un motif ou pour un autre, à l'emploi des



engrais dits chimiques, de la nécessité absolue d'y recourir

La fumure exclusive au fumier de ferme est radicalement insuffisante : réduite à elle seule, la culture peut, tout au plus, dans certains cas, maintenir au sol sa fertilité actuelle. Elle est, sans le secours des engrais industriels, complètement impuissante à obtenir des rendements plus élevés : il ne me sera pas difficile, je l'espère, de démontrer à mes lecteurs ce point capital pour les progrès de l'agriculture.

Nous possédons aujourd'hui un assez grand nombre d'analyses de tous les végétaux de la grande culture pour nous faire une idée exacte des quantités de chacun des principes nutritifs (azote, acide phosphorique, potasse, chaux, etc.) dont les plantes ont besoin pour parcourir les diverses phases de leur développement et donner une récolte. Nous savons combien, en moyenne, 1000 kilogrammes de blé (grain et paille), par exemple, fixent de kilogrammes de chacun de ces corps, et de même pour les autres produits du sol. Connaissant, d'autre part, les surfaces de terrain consacrées à chacune des récoltes, et les rendements moyens de ces dernières à l'hectare, nous avons sous la main toutes les données nécessaires pour évaluer, approximativement et en bloc, les emprunts en substances minérales faits à la terre française par une récolte annuelle.

En laissant de côté les forêts, les vignes, les cultures arbustives et maraîchères, la surface totale dont j'ai étudié, à ce point de vue, les récoltes pour une bonne année, telle que 1882, s'élève, en nombre rond, à 24 millions d'hectares, répartis dans les catégories suivantes :

	Hectares.
Céréales.....	14.772.000
Pommes de terre et betteraves fourragères...	1.750.000
Prairies naturelles... ..	5.000.000
Prairies artificielles.....	2.304.000
Plantes industrielles.....	436.500
Total.....	24.262.500

On sait que, parmi les douze ou quatorze corps simples dont l'assemblage constitue les tissus des végétaux, trois seulement : azote, acide phosphorique et potasse, importent réellement au point de vue de la restitution, l'atmosphère et le sol se chargeant, dans la plupart des cas, de mettre abondamment les autres à la disposition de la plante. Je me suis donc borné, dans le calcul d'épuisement du sol pour la récolte de 1882, à envisager ces trois éléments nutritifs.

Les récoltes obtenues sur les 24 millions d'hectares en culture renfermaient, en nombre rond, les quantités suivantes de chacun de ces principes :

Azote.....	600.000	tonnes métriques.
Acide phosphorique.....	300.000	—
Potasse.....	735.000	—

Telles sont, approximativement, les masses énormes de ces trois éléments élaborées dans les cours d'une année et transformées en grains, paille, graines oléagineuses, plantes textiles et fourragères, betteraves à sucre, tabac et houblons, etc.

Les exigences des différentes cultures en chacun des trois corps que nous considérons en ce moment sont, on ne l'ignore pas, très différentes; mais, pour

rendre plus facile à saisir l'importance numérique de ces prélèvements, je supposerai un instant qu'ils s'effectuent également pour chaque hectare en culture. En divisant par 24 millions (nombre des hectares cultivés) le tonnage d'azote, d'acide phosphorique et de potasse indiqué ci-dessus, on trouve que les récoltes de la France auraient contenu, par hectare et pour l'année, les quantités suivantes :

Azote.....	25	kilog.
Acide phosphorique.....	12.5	—
Potasse.....	31.4	—

Cette indication, il est inutile d'y insister, n'a qu'une valeur générale démonstrative : elle ne répond pas à la réalité des choses, puisque la nature des récoltes, le choix des assolements, la durée de séjour des végétaux dans le sol, variable de six mois à dix-huit mois, deux ans et plus, suivant les cas, modifient sensiblement la quotité des prélèvements d'aliments imposée par chaque variété de culture au sol qui la porte. Mais, telle qu'elle est, cette répartition arithmétique a l'avantage de se prêter à une comparaison facile entre les exigences de la culture et les moyens de restitution dont nous disposons.

Le bétail français, représenté en 1882 par 49 millions et demi de têtes, s'élevant ensemble, en poids vif, à 6 240 000 tonnes, a fourni, d'après les relevés de M. E. Tisserand, 84 millions de tonnes de fumier, ce qui correspond à un peu moins de 13 tonnes 1/2 par 1000 kilogr. de poids vif, et à 1700 kilogr. environ par tête du bétail dénombré.

La composition du fumier varie beaucoup, comme on le sait, avec la richesse de l'alimentation, la na-

ture des litières, le mode de traitement et les moyens de conservation. Mais, comme il s'agit ici d'une évaluation moyenne de la valeur fertilisante du fumier de tout un pays, j'ai pris pour base de mes calculs la teneur en azote, acide phosphorique et potasse du fumier frais, de richesse moyenne, soit, pour 1000 kilogr. de fumier :

Azote.....	3.9 kilog.
Acide phosphorique.....	1.8 —
Potasse.....	4.5 —

Appliquée à une production annuelle de 84 millions de tonnes de fumier de ferme, cette teneur correspond aux poids suivants de chacun des principes fertilisants :

Azote.....	327.600 tonnes métriques.
Acide phosphorique.....	151.200 —
Potasse.....	378.000 —

Telles sont les quantités des trois agents par excellence de la végétation que le fumier de ferme produit en France permet de restituer annuellement au sol.

Comparée à la richesse des récoltes, la teneur du fumier présente un déficit considérable, qu'il n'est pas sans intérêt de préciser. Si nous distraions des 24 millions d'hectares cultivés les 2 millions d'hectares de prairies artificielles, il nous reste 22 millions d'hectares, entre lesquels une répartition supposée égale des 84 millions de tonnes de fumier représenterait 3800 kilogr. à l'hectare et par an : soit, dans le cas de l'assolement triennal, 11 400 kilogr. tous les trois ans ! Or la quote-part de chaque hectare du sol français est loin d'être égale à ce chiffre, si maigre déjà. Qui

ne sait que dans les exploitations à culture intensive ou seulement moyennement entretenues, c'est 15 000 à 20 000 kilogr. de fumier que reçoit au moins, par année, un hectare de terre? La moyenne de la fumure pour tous les autres terrains se trouve donc abaissée sensiblement, et il ne serait pas difficile de citer des régions entières où l'emploi du fumier est presque totalement inconnu. Comment s'étonner alors des rendements de 4 à 7 hectolitres de blé à l'hectare, sur des étendues malheureusement trop considérables encore en France.

A cette cause d'inégalité dans la répartition du fumier de ferme viennent s'ajouter d'autres raisons qui font que les cultivateurs français ne peuvent même pas compter pour leurs terres sur les 84 millions de tonnes dont la statistique constate la production. Au premier rang se place l'absence, trop fréquente encore dans nos campagnes, de soins dans la récolte, l'entretien et la conservation du fumier de ferme. Exposé pour la plupart du temps aux intempéries, à la pluie battante ou au soleil ardent, le fumier perd, par là, une partie notable de sa valeur fertilisante. De plus, les liquides qui s'en échappent s'en vont bien souvent infecter les puits de nos communes au lieu de féconder le sol, faute de dispositions convenables pour recueillir le purin des étables et en l'absence de places à fumier. Enfin, une part notable du fumier produit et compté dans le chiffre rappelé plus haut n'est pas utilisée par les agriculteurs proprement dits, mais employée pour les cultures maraîchères qui avoisinent les grandes villes et ne figurent pas dans le décompte des hectares en culture qui nous occupent.

Eh bien ! supposons, pour un moment, qu'aucune de ces causes n'existe ; admettons que la totalité du fumier de ferme est restituée, sans perte, aux sols en culture : un calcul très simple montre que cette restitution est tout à fait insuffisante. En effet, les récoltes de 1882 ont emporté de nos champs :

	Azote.	Ac. phosph.	Potasse.
En tonnes métriques.....	600.000	300.000	755.000
Le fumier produit contient.	327.600	151.200	378.000
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
D'où un déficit de.....	272.400	148.800	377.000

Ce qui représente, à l'hectare moyen, les conditions suivantes :

	Azote.	Ac. phosph.	Potasse.
Dans la récolte d'un hectare.	25.00	12.50	31.40
Dans le fumier correspondant à un hectare.....	13.65	6.30	19.91
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
Déficit par hectare.....	11.35	6.20	11.49

soit en nombre rond, pour les trois substances, un déficit de 50 p. 100 au moins. La conclusion qui ressort de cette vue d'ensemble sur l'épuisement par les récoltes et la restitution par la fumure est que le sol et l'atmosphère doivent fournir, *chaque année* et sans interruption, *moitié*, au bas mot, des aliments nécessaires à la végétation. Dans les terrains riches, qui sont d'ailleurs beaucoup plus fumés que la moyenne générale de convention qui a servi de base à mon calcul, la fertilité peut se maintenir à la rigueur. Mais ces terrains sont loin d'être les plus nombreux, et l'on voit que forcément, réduite à l'emploi du fumier de ferme, non seulement l'agriculture fran-

çaise, considérée dans son ensemble, serait dans l'impossibilité, à tout jamais, d'accroître ses rendements, mais aurait grande chance de voir diminuer la fécondité des sols qu'elle exploite.

L'importance des quantités d'azote, d'acide phosphorique et de potasse dont les comparaisons précédentes accusent le déficit, paraîtra peut-être plus saisissante encore si je la traduis par le nombre correspondant des tonnes d'engrais minéraux qui lui est équivalent. Les 273 000 tonnes d'azote manquant correspondent à *un million sept cent mille tonnes* de nitrate de soude. Les 149 000 tonnes d'acide phosphorique manquant seraient remplacées par *un million deux cent quarante mille tonnes* de superphosphate à 12 p. 100 ou par *cing cent mille tonnes* de phosphate naturel à 28 à 30 p. 100 d'acide phosphorique. Enfin il faudrait *neuf cent mille tonnes environ* de chlorure de potassium à 50 p. 100 pour combler l'insuffisance de nos fumures en potasse !

Que sont donc devenues ces masses énormes d'azote, de phosphate et de potasse absorbées par les végétaux et que nous ne retrouvons plus dans le fumier de ferme ? Elles ont servi à nourrir la population de la France, qui, malheureusement pour elle, dans l'intérêt de la santé publique autant que pour l'accroissement de la fécondité de son sol, n'a pas su jusqu'ici imiter la Chine et le Japon et pratiquer une restitution complète à la terre. Nous empestons le sous-sol de nos centres de population, nos rivières et nos cours d'eau ; nous laissons s'organiser des foyers d'infection dont les épidémies nous révèlent parfois si cruellement le danger, et notre sol va s'appauvrissant ou, tout au moins, ne voit pas s'accroître sa fécondité,

seule véritable source de richesse pour l'agriculture!

En attendant que les mœurs, au moins autant que la législation, amènent une réforme générale de ce côté, l'agriculteur est conduit, de toute nécessité, à s'adresser aux engrais minéraux pour compléter ses fumures, élever ses rendements, diminuer les prix de revient de ses récoltes et atténuer par ce moyen, le seul vraiment efficace, l'influence de l'abaissement du prix des denrées qu'il produit.

C'est une vérité que je voudrais voir pénétrer dans les campagnes les plus reculées. *Ex nihilo nihil!* Là où le sol n'offre pas en abondance aux plantes les aliments indispensables à leur développement, il n'y a pas de récoltes rémunératrices à attendre.

Nous tournons, à l'heure qu'il est, dans un cercle vicieux. Nous ne disposons pas de fumures suffisantes parce que nous n'avons pas assez de bétail, nous n'élevons pas assez de bétail parce que nous avons peine déjà avec les produits de nos champs à nourrir celui que nous possédons. C'est donc vers l'accroissement des rendements du sol par les fumures complémentaires, par les engrais industriels, dont la production est indépendante de celle du bétail, que nous devons concentrer tous nos efforts. Que ceux qui sont convaincus de cette vérité incontestable à nos yeux que le sol français bien traité, c'est-à-dire abondamment pourvu des aliments indispensables aux végétaux, peut, à brève échéance, nous donner moitié, une fois autant, souvent plus, de récoltes que nous n'en obtenons, entreprennent avec nous la croisade en faveur d'une meilleure fumure de nos terres.

Je n'ignore point que deux motifs, en particulier,



ont rendu jusqu'ici difficile l'accomplissement du progrès que nous cherchons à provoquer. Premièrement, l'insuffisance des capitaux engagés dans l'exploitation; en second lieu, la fraude colossale dont les engrais commerciaux ont été et sont encore parfois l'objet. Trompés par des négociants éhontés, beaucoup de cultivateurs ont repoussé de parti pris tous les engrais qu'on leur offrait. La loi promulguée le 7 février 1888 les mettra à l'avenir, s'ils le veulent, complètement à l'abri de ces fraudes. J'y reviendrai un peu plus loin.

Quant au défaut de capitaux, il est manifeste; mais je ne puis me figurer qu'il doive longtemps encore demeurer un obstacle aux améliorations agricoles. Si les propriétaires et les capitalistes pouvaient se convaincre que l'agriculture est une industrie comme une autre, qu'en lui appliquant l'argent, la science et la direction intelligente dont les industries diverses ne sauraient se passer, on doit arriver aux résultats que celles-ci étalent sous nos yeux, nous verrions promptement changer la face de l'agriculture.

J'espère que nous en arriverons là. S'il devait en être autrement, si l'agriculture était vouée pour toujours à la portion congrue, ce serait à désespérer de l'avenir de notre pays, agricole plus encore qu'industriel.

## IV

### LA STATISTIQUE AGRICOLE DE LA FRANCE ÉPUISEMENT DU SOL ET RESTITUTION

Le bilan chimique de la récolte de céréales en 1886.

La statistique officielle que le ministère de l'agriculture <sup>1</sup> a publiée pour 1886 nous fait connaître les éléments principaux de la production agricole de la France en cette année. Dix-sept tableaux, ne comprenant pas moins de 160 pages de chiffres méthodiquement groupés, mettent sous nos yeux, département par département, les relevés des récoltes des céréales, des tubercules et racines, des fourrages, des cultures industrielles, des vignes et de la culture fruitière, le recensement du bétail existant au 31 décembre 1886, les prix moyens de vente des produits agricoles, l'état des importations et exportations, etc.

Cet ensemble de documents est des plus intéressants, et nous allons, à leur aide, chercher à résumer la situation de la France au commencement de

1. *Bulletin du ministère*, n° 7, 1887, 6<sup>e</sup> année.

l'année 1887. J'essayerai, chemin faisant, de tirer de cette statistique quelques-uns des nombreux enseignements qu'elle renferme.

Commençons par la statistique des récoltes; nous étudierons ensuite celle du bétail et du commerce de la viande.

Les relevés officiels portent sur une superficie de 26 288 404 hectares de terre se divisant comme suit, d'après la nature des récoltes :

Céréales .....	14.817.983	hectares.
Fourrages .....	9.086.572	—
Plantes oléagineuses.....	104.470	—
— textiles.....	102.299	—
— industrielles.....	269.530	—
Vignes .....	1.907.550	—

Les céréales couvrent, à elles seules, 53,27 p. 100 de la superficie relevée par la statistique. L'importance numérique de cette culture, qui a été et sera, sans doute, toujours la culture prépondérante dans notre pays, justifie la place qu'elle occupe dans les préoccupations des cultivateurs, des agronomes et des économistes. L'obligation où nous sommes, pour toutes sortes de raisons inutiles à déduire, de maintenir, à peu près, à la culture des céréales l'étendue qu'elle occupe, fait que tout ce qui s'y rattache est d'un intérêt primordial pour l'agriculture française. Tirons-nous de cette culture tout le parti économique qu'on en peut espérer? Comment serait-il possible, en transformant nos procédés culturaux, d'améliorer notablement ses rendements? Telles sont les questions familières aux lecteurs de ces *Études*, questions sur lesquelles je reviens souvent, dans la conviction

où je suis de plus en plus qu'il y a beaucoup à faire et qu'il est possible de réaliser de très notables progrès dans cette voie.

Des quinze millions d'hectares affectés aux céréales, près de moitié sont consacrés au blé, l'autre moitié se partage inégalement entre le seigle, l'avoine, l'orge, le maïs, le sarrasin et le millet.

J'ai groupé dans le tableau suivant les éléments essentiels de la production des céréales en 1886 : surface ensemencée, production moyenne à l'hectare, prix moyen du quintal, produit brut en argent (valeur des pailles non comprise) à l'hectare.

	Surface en millions d'hectares.	Rendement moyen en quintaux.	Prix moyen du quintal.	Produit à l'hectare.
	—	—	Fr. C.	Fr. C.
Blé.....	6.956.167	11.84	22 84	270 40
Méteil.....	337.025	11.31	18 30	206 97
Seigle.....	1.634.283	9.93	15 84	157 90
Orge.....	946.700	12.13	16 39	188 80
Sarrasin..	607.990	10.69	17 89	191 24
Avoine....	3.736.094	11.30	18	193 40
Maïs.....	549.336	11.71	17 14	200 70
Millet.....	50.388	9.13		"
	<hr/>			
	14.817.983			

La situation de la culture des céréales, révélée par ces chiffres, est véritablement affligeante : les rendements moyens qu'elle accuse sont très faibles, les prix de vente peu élevés, et, partant, le produit brut moyen, à l'hectare, tout à fait insuffisant pour être rémunérateur. Le prix de la paille n'est pas compris dans ce calcul, mais, en admettant qu'il représente 100 francs à l'hectare, on n'en constate pas moins que le produit brut moyen d'un hectare de céréales

a été inférieur à 400 francs pour le blé et à 300 francs pour les autres céréales, en 1886. Dans un seul département français, le moins important sous le rapport agricole, la Seine, le rendement moyen de blé a dépassé 20 quintaux à l'hectare (23 q. 16); dans le Nord, il a été de 19 q. m. 19 seulement; dans tout le reste de la France, il est demeuré inférieur.

Ce n'est pas le moment d'examiner, la statistique en main, si les autres cultures et l'élevage du bétail compensent, par leurs produits, l'insuffisance du revenu moyen des terres emblavées. J'y reviendrai plus tard, désireux d'appeler particulièrement une fois de plus l'attention de mes lecteurs, à propos de la statistique des céréales, sur la cause prépondérante de la faiblesse des rendements, c'est-à-dire sur l'insuffisance des fumures.

On se douterait difficilement, avant d'en avoir fait le calcul, des masses énormes de principes fertilisants qu'exportent chaque année de nos champs les récoltes des quinze millions d'hectares affectés aux céréales. Les chiffres que j'ai groupés page 22 en donnent une idée. Une évaluation de ce genre ne peut, cela va sans dire, être qu'approximative, mais, telle quelle, elle présente un intérêt réel, en ce qu'elle met en évidence la cause prépondérante de la faiblesse relative des rendements constatés plus haut, la nécessité si mal comprise encore d'utiliser pour la fertilisation de nos champs les résidus de l'alimentation d'une population de 36 millions d'âmes et la certitude d'accroître les rendements, avec des dépenses relativement faibles en engrais.

Pour éviter à ceux qui veulent bien me suivre sur le terrain agronomique, des recherches et des calculs

longs et fastidieux, je me bornerai à donner les résultats du travail auquel je me suis livré, en indiquant les bases desquelles je suis parti.

Grâce aux nombreuses analyses de produits agricoles que nous possédons et à leur comparaison, nous pouvons aujourd'hui, sans nous exposer à de graves erreurs, assigner une composition chimique moyenne, qui ne s'écarte guère de la vérité, aux principales matières récoltées dans une exploitation agricole. Nous pouvons également admettre un certain rapport entre la quantité de grain et celle de la paille récoltées, pour chaque espèce de céréales. En combinant ces deux données fondamentales, on arrive à fixer, d'une manière très suffisamment approchée pour une étude générale, les quantités de chacun des principes minéraux qui entrent dans la composition de 100 kilog. de grain récolté et dans la paille correspondante. Si l'on applique aux poids d'azote, d'acide phosphorique et de potasse, ainsi déterminés, dans 100 kilog. de grain avec sa paille, les données relatives au rendement par hectare fournies par la statistique, on voit qu'on peut avoir de l'importance des emprunts faits au sol par les récoltes d'une année, une idée assez exacte pour permettre des déductions d'un grand intérêt au point de vue de l'épuisement du sol.

Pour justifier le degré de confiance qu'on doit accorder à l'usage des moyennes dans la fixation des poids d'acide phosphorique, d'azote, etc., contenus dans une récolte, un seul exemple me suffira. MM. Lawes et Gilbert, qui cultivent du blé depuis près d'un demi-siècle, consécutivement sur le même sol non fumé, ou fumé tous les ans de la même manière, ont analysé séparément les grains et la paille récoltés

dans les diverses conditions de traitement de leurs champs. Ces analyses ont montré que la nature et la quantité des fumures, qui se traduisent par des écarts énormes dans les rendements, sont sans influence sensible sur la composition des récoltes. Les rendements moyens à l'hectare ont été, dans la période de trente-deux années consécutives (1848 à 1880), de 44 hectolitres 76 pour les sols qui n'ont reçu aucun engrais et de 30 hectolitres 07 pour les terres fumées régulièrement, à raison de 35 000 kilogr. de fumier de ferme. Les rapports de la paille au grain ont été les suivants :

Sol non fumé.. 468 k. 5 paille pour 400 k. grain vanné.  
 Sol fumé..... 470 k. — pour 400 k. grain vanné.

Le taux des principes constituants et des cendres des grains et des pailles obtenu dans les deux conditions n'a pas présenté des différences plus notables, comme le prouvent les chiffres suivants :

	Grain :		Paille :	
	Sol fumé.	Non fumé.	Sol fumé.	Non fumé.
	p. 100.	p. 100.	p. 100.	p. 100.
Matière sèche.....	83.75	83.33	83.31	83.58
Eau.....	16.25	16.67	16.49	16.42
Cendres pures.....	2.01	2.01	6.52	6.44
Azote total.....	4.83	4.90	0.44	0.50

On voit par là qu'en attribuant, dans un calcul du genre de celui qui nous occupe, un même taux de cendres à 100 kilogrammes de blé, quelle qu'en soit la provenance, on ne commet pas d'erreur préjudiciable à la valeur de ce calcul. En ce qui concerne la composition de ces cendres, il en est de même, ainsi

que l'établissent les analyses moyennes des grains et de la paille récoltés à Rothamsted, pendant trente-deux ans, dans les sols fumés ou non.

## COMPOSITION CENTÉSIMALE DES CENDRES.

	Grain :		Paille :	
	Sol fumé.	non fumé.	Sol fumé.	non fumé.
Oxyde de fer.....	0.84	1.03	0.52	0.80
Chaux .....	2.59	2.83	4.13	3.89
Magnésie.....	11.11	10.33	1.52	2.16
Potasse .....	31.57	32.96	18.33	14.56
Soude.....	0.59	0.62	0.51	0.59
Acide phosphorique..	51.70	49.71	3.79	3.79
Acide sulfurique.....	0.79	1.31	3.00	3.14
Chlore.....	0.03	0.06	3.16	1.89
Silice.....	0.79	1.16	65.75	69.61
Total.....	100.01	100.01	100.71	100.43
A déduire oxygène correspondant au chlore.....	0.01	0.01	0.71	0.43
Reste.....	100.00	100.00	100.00	100.00

Les écarts sont extrêmement faibles : ils n'atteignent pas 2 p. 100 pour l'acide phosphorique, 1 1/2 pour la potasse, dans les grains. La plus grande différence (celle qu'offrent les pailles) ne s'élève pas à 4 p. 100. Il y a beaucoup à parier que les écarts existant entre les chiffres de la statistique officielle et la réalité ne dépassent pas ce degré d'exactitude.

Le même raisonnement s'appliquerait aux autres récoltes. Dans les évaluations qui suivent, j'ai tenu compte seulement de l'azote, de l'acide phosphorique et de la potasse, les autres éléments des cendres ayant une importance économique bien moindre pour le cultivateur, qui les rencontre presque toujours en



quantité suffisante dans le sol et n'a guère à se préoccuper de leur restitution.

En partant de la composition moyenne des grains et pailles des céréales et en tenant compte de la paille correspondante à 100 kilogrammes de grain, je suis arrivé à dresser le tableau suivant, qui indique les quantités d'azote, d'acide phosphorique et de potasse exportées par une récolte de 100 kilogrammes de grains avec la paille correspondante.

100 kilogrammes grain, la paille comprise, contiennent :

	Azote.	Acide phosphorique.	Potasse.
	—	—	—
	kil.	kil.	kil.
Blé.....	2.314	1.48	2.658
Seigle.....	2.96	1.60	3.16
Méteil.....	2.57	1.53	2.85
Avoine.....	3.02	1.31	4.15
Orge.....	2.50	1.05	1.97
Sarrasin.....	3.215	1.332	3.537
Maïs.....	4.384	2.774	9.882

Pour évaluer approximativement les emprunts faits à la terre par chacune des récoltes de céréales de 1886, il suffit d'appliquer ces données analytiques aux poids de grains des diverses céréales indiquées dans la statistique de cette année.

La récolte des céréales a été la suivante pour toute la France :

Froment.....	82.357.588	quintaux métriques.
Méteil.....	3.811.908	—
Seigle.....	16.226.710	—
Orge.....	11.491.326	—
Avoine.....	42.237.261	—
Sarrasin.....	6.501.232	—
Maïs.....	6.430.553	—

En multipliant les poids de chacune de ces récoltes par les taux d'azote, d'acide phosphorique et de potasse contenus dans 100 kilogr. de grains (paille correspondante comprise), on arrive, pour les quantités de chacun des principes que la récolte a assimilés pour se nourrir, aux totaux suivants :

Azote.....	450.000	tonnes métriques.
Acide phosphorique....	244.000	—
Potasse.....	560.000	—

Au total, 1 220 000 tonnes de substances fertilisantes, dont une partie seulement, correspondant à la paille, fera retour au sol sous forme de fumier. Ces quantités énormes d'engrais enlevées par une seule récolte représentent, par hectare de terre cultivée en céréales : 30 kil. d'azote, 16 kil. d'acide phosphorique et 37 kil. de potasse.

Comparés à la richesse des engrais minéraux, auxquels le cultivateur demande aujourd'hui le complément de ses fumures, les prélèvements d'une récolte correspondent aux poids suivants :

2.800.000	tonnes de nitrate de soude.
2.000.000	de tonnes de superphosphate.
1.400.000	tonnes de chlorure de potassium.

Si l'on songe à la restitution si imparfaite à laquelle nos terres cultivées sont soumises depuis des siècles, il y aurait lieu de s'étonner de l'augmentation minime, mais réelle, de leurs rendements, bien plus encore que de la faiblesse de ces rendements eux-mêmes. Ceux-ci, pris en grande moyenne, ne dépassent pas de beaucoup les rendements des terres vierges du nouveau monde.

Il faut se garder de tirer de ce qui précède des motifs de découragement : nous ne cesserons pas d'y insister; les conditions générales que la nature a faites au territoire de la France sont telles, qu'avec des capitaux suffisants, l'application des méthodes rationnelles de culture nous permettra d'élever très sensiblement nos rendements. Mais il est grandement temps, pour les propriétaires du sol, de sortir de l'indifférence dans laquelle ils demeurent vis-à-vis des questions agricoles, si intéressantes pour eux cependant. Qu'ils s'associent à leurs fermiers, qu'ils les encouragent et les aident pécuniairement, en attendant l'organisation si pleine de difficultés et de lenteurs d'un Crédit agricole. Ils trouveront dans ces agissements une rémunération de leurs soins et de leurs capitaux, moins rapide que ne le sont parfois les spéculations financières ou industrielles, mais autrement sûre et féconde pour l'avenir du pays.

## V

### LA SÉLECTION ET LA CULTURE DU BLÉ

Une révolution économique à introduire dans la culture du blé. — Création de blés généalogiques français. — La sélection du blé et sa plantation. — Essais de la méthode du major Hallet à l'École Mathieu de Dombasle.

Quand on jette un coup d'œil sur les chiffres qui résument la situation générale de la production du blé en France, on est frappé tout d'abord de la faible proportion de grain récolté par rapport à la quantité de semence employée à le produire. Pour emblaver 7 millions d'hectares, en chiffres ronds, fournissant un rendement moyen, en bonne année, de 105 millions d'hectolitres de grain, on emploie, au bas mot, 14 millions d'hectolitres de semences, à raison de 200 litres à l'hectare, chiffre qui, à coup sûr, est un minimum. Cela revient à dire que pour dix grains de blé semés nous en récoltons tout au plus 75, soit sept fois et demie la semence. Autrement encore, plus de 13 p. 100 de notre récolte annuelle est soustraite à la consommation pour servir à l'emblavure de l'année suivante.

Ce faible rendement de la semence est dû à des

causes nombreuses, les unes indépendantes de notre action, les autres pouvant être supprimées ou atténuées dans une large mesure, si nous voulons en prendre les moyens. Je ne m'occuperai ici que de ces dernières, laissant de côté la consommation accidentelle des graines par les oiseaux et les souris, leur destruction par des accidents climatologiques, etc.

Le major Hallet, de Brighton, a démontré par ses essais culturaux <sup>1</sup>, continués sans interruption depuis plus de trente ans, que le blé semé dans des conditions bien adaptées à son développement physiologique peut donner jusqu'à sept ou huit cents fois la semence, c'est-à-dire qu'il est possible de centupler le rendement moyen que nous donne un grain de blé. En grande culture, M. Hallet obtient un rendement de 100 p. 1, — 36 litres de semence à l'hectare, semés dans les conditions que j'indiquerai tout à l'heure, produisant de 36 à 40 hectolitres de grain.

En supposant un instant que l'application du système cultural de M. Hallet fût possible sur toute la surface emblavée du territoire français, elle nécessiterait 2 millions et demi d'hectolitres de semence seulement, à raison de 36 litres à l'hectare, laissant disponibles, pour la consommation, 11 millions et demi d'hectolitres, chiffre très voisin de notre déficit dans les années médiocres.

Je n'entends donner à cette évaluation aucune valeur absolue; j'y ai recours pour rendre sensible l'écart énorme qui existe aujourd'hui entre la quantité de semence que nous employons et celle que nous

1. Voir *Études agronomiques*, 2<sup>e</sup> série, 1886-1887, p. 111 et suiv.

pourrions économiser, tout en augmentant, comme je l'établirai plus loin, le rendement de nos terres.

Quelles sont les conditions physiologiques de la culture du blé? C'est le point que je veux tout d'abord examiner.

L'importance et la valeur de la récolte du froment, sur une surface donnée, dépendent essentiellement de trois conditions fondamentales : 1° le nombre des épis; 2° celui des grains contenus dans chaque épi; 3° la qualité de ces grains.

Voyons comment pousse un grain de blé. Peu après la sortie de la première tige sur le sol, de nouvelles tiges apparaissent, donnant naissance à des bourgeons qui s'enracinent à leur tour. On désigne sous le nom de *tallage* ce développement successif de tiges enracinées, dont le nombre est d'autant plus considérable que, toutes choses égales d'ailleurs, l'espace de terrain où croît chaque grain de blé l'est lui-même.

Dans un sol convenable, un seul grain de blé peut fournir jusqu'à cinquante tiges et plus et couvrir ainsi, par l'application de ces tiges sur le sol dans les premiers temps de son développement, un cercle de 33 centimètres de diamètre, et davantage même. Plus tard, les tiges se redressent, et le grain unique que l'on a confié à la terre produit, au temps de la moisson, cinquante épis, et plus parfois.

Si par le choix d'une bonne semence on arrive à obtenir quatre-vingts grains ou plus par épi, comme le fait couramment M. Hallet, on voit que, finalement, un grain de blé placé dans les conditions favorables à son parfait développement pourrait fournir un millier de grains et plus. Ce chiffre indique éloquem-

ment la marge considérable des améliorations que le praticien peut réaliser dans l'élévation du rendement rapporté à la semence employée.

M. Hallet s'est proposé, on le sait, dans les longues et patientes études qu'il poursuit depuis trente ans, d'améliorer, par sélection naturelle, les blés anglais. Je rappellerai en deux mots les principes de sa méthode. Il choisit, au début de ses essais, en 1857, dans un champ de blé d'Angleterre, le plus bel épi de la récolte; cet épi, qui mesurait onze centimètres, contenait quarante-cinq grains. Les grains de blé n'étant jamais, dans le même épi, de volume, de poids ou de forme identiques, M. Hallet tria les grains de cet épi et sema les plus beaux isolément, en les espaçant largement; l'année suivante, il procéda de la même manière sur les épis nés de cette semaille, et ainsi de suite d'année en année. Douze ans après, en 1869, il était parvenu à fixer par la sélection plusieurs variétés de blés prolifiques (Nursery, Hunter, Goldendropp, Victoria, etc.), dont les plus beaux épis, longs de 20 centimètres, contenaient de cent treize à cent vingt-cinq grains au lieu de quarante-cinq, et dont le tallage, lorsqu'on les sème dans de bonnes conditions, dépassait de sept à dix fois et plus le tallage de nos meilleurs blés de pays.

La condition essentielle, *sine qua non*, de cette transformation d'un blé ordinaire, à rendement médiocre, en une variété prolifique fixe, réside dans l'alimentation que le grain de blé primitif reçoit du sol. Pour obtenir un épi produisant cent ou cent vingt grains de blé au lieu de quarante ou cinquante, il faut placer le grain dans des conditions favorables au développement parfait de la jeune plante qui va en naître. Les racines sont

l'organe essentiel de la nutrition du végétal à l'aide des matériaux que renferme le sol ; plus elles se développeront librement, sans rencontrer dans la terre la concurrence des racines d'autres végétaux ; plus, en même temps, le sol sera riche en aliments minéraux, notamment en phosphates, plus grande et plus complète sera l'évolution du végétal. La semaille à la volée, et, en général, les semis épais de blé, comme on les pratique encore trop fréquemment, sont absolument défavorables à cette expansion des racines dans le milieu qui doit les nourrir.

Ces faits, hors de doute pour les physiologistes et que M. Hallet a fait passer dans la pratique de ses cultures de blé, ne sauraient trop appeler l'attention de nos cultivateurs. Nous y reviendrons dans un instant. La conséquence immédiate qui découle du rapport existant entre le développement des racines et le rendement en grains est qu'il faut hâter, autant que possible, ce développement dans la première phase de la végétation du blé. La première condition pour atteindre ce but est de semer le blé aussitôt que possible. L'expérience a montré à M. Hallet que la quantité de semence à employer, pour obtenir à peu près les mêmes résultats, varie du simple au quadruple, suivant l'époque de la semaille. 36 litres d'une bonne variété répandus au semoir à cheval suffisent, par hectare, si l'on sème en septembre. Il en faut employer 48 en octobre, 66 en novembre et 144 en décembre. M. Hallet emploie le semoir Garrett, dont il a modifié la roue dentée distributrice de manière à semer un grain isolément à la distance de 23 centimètres entre les lignes, et 16 à 23 entre les grains, suivant l'époque de la semaille. On peut alors houer



les lignes et les plants avec la houe à cheval. Ces indications sont naturellement susceptibles des modifications que la nature du terrain et les conditions locales inspireront aux praticiens. La profondeur la plus favorable à laquelle doit être enfoui le grain est de 4 centimètres dans les terres de consistance moyenne. Le grain doit être recouvert à la herse.

L'étude attentive des procédés du major Hallet et des résultats si remarquables auxquels ils l'ont conduit m'a engagé à entreprendre à l'automne de 1886, de concert avec M. Thiry, quelques essais de culture et de sélection dans les cases de végétation de la station agronomique installées à l'École de Tomblaine. Je me propose de faire connaître en détail, dans le chapitre suivant, les conditions de ces essais et leurs résultats, dont je vais indiquer sommairement le dispositif. Sur une surface de 260 mètres carrés, dans un sol bien préparé, nous avons *planté* en octobre, à l'aide d'un rayonneur qui rappelle ceux qu'on emploie pour la culture des pommes de terre, des grains de blé de choix (variétés Hallet et blé de Lorraine) dans des trous espacés en tous sens de 25 centimètres. Un seul grain a été mis dans chaque trou, à 4 centimètres de profondeur. La quantité de semence à l'hectare correspondant à cette plantation est d'un peu moins de *huit kilogrammes*. Comme on pouvait s'y attendre, plusieurs grains n'ont pas levé; de plus quelques pieds ont été détruits accidentellement par les animaux; de telle sorte qu'il y a par-ci par-là, dans ces cases de 20 mètres de surface chacune, des pieds de blé distants les uns des autres de 50 centimètres. Malgré ces manques et grâce au tallage

extraordinaire produit par l'espacement des plantes, dès le mois de juin la récolte couvrait le sol et offrait à l'œil, à quelques mètres de distance, l'aspect d'un beau champ de blé. (Voir la planche II.) Beaucoup de pieds comptent 25 à 30 tiges, d'autres 40; il y en a quelques-uns qui dépassent ce nombre de tiges, issues d'un seul grain. On a procédé, à la maturité, à un comptage exact, et l'on trouvera plus loin les résultats de cette intéressante expérience, qui confirme les faits avancés par le major Hallet.

Le point saillant sur lequel j'appellerai d'abord l'attention des cultivateurs est la transformation, très considérable déjà dès la première année, qu'une seule modification culturale a apportée dans notre blé de pays. Nous avons planté grain à grain, à 25 centimètres en tous sens, du blé provenant de quelques épis de choix, récoltés en 1886 à Vic-sur-Seille. Les épis résultant de cette plantation ont subi une amélioration des plus marquées et dont nous aurons plus loin la mesure exacte. Je ne saurais trop engager les cultivateurs à essayer, à l'automne prochain, sur une aussi petite échelle qu'ils le jugeront convenable, une plantation de blé du pays, grain à grain, en vue de l'amélioration de la race. Quelques indications spéciales à cet égard montreront l'intérêt considérable que de semblables essais peuvent avoir pour l'agriculture française, et notamment pour la petite culture.

L'importance qu'il y a à semer des blés à grands rendements n'est pas discutable; on a prétendu que ces variétés se vendent moins bien que les blés de pays : c'est contestable; mais quand elle existe, la faible moins-value que présentent ces blés pour la

meunerie (0 fr. 50 à 1 fr. le quintal) sur les bons blés de pays ne saurait faire renoncer à l'emploi des blés améliorés comme semence, l'excédent en grains qu'ils donnent à l'hectare compensant au décuple cette moins-value. Mais si nous pouvons par la sélection naturelle et par de bonnes méthodes de culture transformer nos blés de pays, acclimatés de longue date dans la région où ils croissent, en blés à hauts rendements et de qualité supérieure aux blés étrangers, nous y trouverons grand bénéfice. Les semences de blés prolifiques étrangères sont chères, et nous avons tout intérêt à nous affranchir de cette importation.

Le cultivateur qui s'adonnerait aujourd'hui à la production de semences de blés améliorés trouverait dans cette opération une source de profits faciles à réaliser. Premièrement, il se procurerait, en quelques années, de la semence de première qualité pour sa propre culture; il trouverait, en deuxième lieu, dans la vente de blés améliorés, un revenu assuré que ne lui donne pas toujours sa récolte ordinaire. Voici comment je conseille de faire ces essais. Avant la moisson, on choisira dans une pièce de blé de pays les pieds les plus vigoureux et les mieux développés : sur ces pieds, les plus beaux épis qu'on y pourra rencontrer, tant comme forme, bien venue de l'épi, que comme poids. Parmi le contenu de ces épis on triera avec grand soin les grains les mieux formés, les plus gros et les plus lourds; il sera aisé, pour chaque cultivateur, de se procurer la petite quantité de semence de premier choix, en blé de pays, nécessaire à l'essai que je conseille.

Une surface de terre de 50 à 100 mètres carrés suf-

fira amplement à l'expérience. Labouré avec soin, bien ameubli et additionné d'une forte fumure de fumier, ou mieux d'engrais minéral, phosphate et sels de potasse, si besoin est, ce petit champ sera hersé. Quelques lattes de bois assemblées en forme de treillage, à mailles de 25 centimètres, serviront de plantoir. A l'intersection des lattes, on fixera verticalement une cheville de bois de 4 centimètres de hauteur et d'un centimètre de diamètre. Appliqué à plat sur le sol bien nivelé, ce plantoir fera dans la terre autant de trous qu'il portera de chevilles; en le déplaçant, on arrivera rapidement à préparer la place de chaque grain sur le champ d'essai. A la main on placera un grain choisi dans chaque trou, puis on recouvrira le grain en remplissant le trou de terre fine de la surface. Plus tôt sera faite cette plantation, mieux cela vaudra. Si le temps le permet, l'époque la plus favorable à cette semaille serait comprise entre le 10 et le 20 septembre. Cette semaille hâtive assure à la plante, avant l'hiver, un développement qui la protège efficacement contre les rigueurs de la saison. Au printemps, fin février ou mars, on répandra du nitrate de soude à la dose de 150 à 200 kilogr. à l'hectare.

Les scories Thomas-Gilchrist, qui nous ont servi en 1886 et en 1887 à donner au sol de nos cases l'acide phosphorique nécessaire à la récolte, conviennent parfaitement à la culture du blé.

A la récolte de 1889, on choisira de nouveau les meilleurs épis dans le champ d'essai; on les plantera avec les précautions que je viens d'indiquer, de même l'année suivante, et l'on arrivera ainsi à créer assez rapidement, comme l'a fait le major Hallet en Angleterre, des races de blé indigène aussi prolifi-

ques que les semences anglaises, mieux acclimatées que ces dernières dans leur région et capables de donner des blés de premier choix à la meunerie. Telle est ma conviction, et les essais que je recommande sont si simples et si peu coûteux qu'ils me semblent au moins devoir être tentés.

## VI

### CULTURE EXPÉRIMENTALE DU BLÉ A LA STATION AGRONOMIQUE DE L'EST, EN 1886-1887

Essais de culture du blé de la station agronomique de l'Est faits à l'École Mathieu de Dombasle. — Amélioration du blé de pays par sélection et par la culture. — Ce que peut donner un grain de blé.

Il serait superflu de rappeler une fois encore aux lecteurs de ces *Études* les raisons de tout ordre qui s'opposent à ce que les agriculteurs français renoncent à la culture du blé, qui occupe près d'un sixième de la superficie de notre territoire, soit, en nombres ronds, sept millions d'hectares.

Le relèvement de notre agriculture ne saurait d'ailleurs résulter de la substitution au froment d'autres plantes plus rémunératrices, dans les conditions actuelles, par la raison toute simple que nous n'en connaissons pas.

L'objectif qu'il faut poursuivre avec ardeur est l'accroissement, dans d'aussi notables proportions que possible, du rendement de nos terres emblavées. Quatre moyens principaux doivent être employés en vue de ce progrès, qui intéresse si directement la

fortune de nos cultivateurs et celle du pays : on ne saurait trop y insister.

Ces moyens, de la mise en œuvre desquels dépend l'avenir de la culture des céréales en France, sont : 1<sup>o</sup> réduction de la culture du blé aux sols aptes à fournir, lorsqu'ils sont convenablement traités, des rendements assez élevés; 2<sup>o</sup> choix et emploi de semences améliorées; 3<sup>o</sup> fumures adaptées à la nature du sol à emblaver; 4<sup>o</sup> méthodes culturales propres à favoriser le développement le plus complet possible de la plante.

Ma conviction est que, dans un avenir plus rapproché qu'on ne pourrait le penser, les sols dans lesquels on n'arriverait pas à obtenir, dans une bonne année climatologique, à l'aide d'un choix de semences et d'une fumure rationnels, une récolte de 20 hectolitres de grains au moins à l'hectare, cesseront d'être cultivés en blé. On les transformera en prairies temporaires ou en pâturages, et l'on réservera ses peines pour des terres où la culture du froment sera devenue rémunératrice. Aujourd'hui, tous les efforts des praticiens, comme ceux des agronomes, doivent être tournés du côté de l'accroissement des rendements. Aux premiers il appartient de faire des essais appropriés aux conditions locales de leurs exploitations, en s'inspirant des enseignements que la culture expérimentale peut leur fournir. Les agronomes, de leur côté, doivent étudier successivement, dans tous leurs détails et en suivant les règles de la méthode expérimentale, les conditions générales de la croissance des céréales, en vue de l'augmentation des rendements. C'est à eux qu'incombe la tâche d'éclairer le praticien sur les essais qui ont le plus de chances

de réussir, suivant la nature du sol qu'il cultive et du climat où il opère.

L'installation que la Station agronomique de l'Est a faite à l'École Mathieu de Dombasle, lors de sa fondation, de cases de végétation de grande surface, remplies de sols absolument différents sous le rapport de leur origine et de leur constitution physique et chimique, a précisément eu pour objet des études de ce genre. Avant d'exposer les résultats des expériences faites en 1886-1887 sur la culture du blé dans ces cases, il est indispensable d'en indiquer sommairement la disposition <sup>1</sup>.

Une surface de 2 ares et demi (250 mètres carrés) a été consacrée à cette installation. Partagée en deux parties égales, cette surface a été divisée en dix grandes cases, I à X, de 20 mètres carrés et en autant de petites cases de 5 mètres carrés seulement. Chacune de ces cases <sup>2</sup>, séparée de ses voisines par des murs cimentés descendant dans le sol à une profondeur de 1 m. 50 et faisant saillie de 0 m. 15 au ras de la terre, est complètement étanche latéralement. Le fond de chacune des cases a été couvert de cailloux siliceux sur une épaisseur de 0 m. 50, sorte de drainage naturel destiné à prévenir l'excès d'humidité dans le sous-sol. Une couche de 1 mètre de hauteur, de sols de cinq espèces différentes, a été respectivement apportée dans chaque case; il se trouve ainsi deux grandes cases et deux petites remplies à l'origine (1884) de la même terre. De ce dispositif résulte une installation expérimentale comprenant vingt cases distinctes et

1. La planche I est une reproduction exacte à l'échelle de  $\frac{1}{200}$  des cases de végétation.

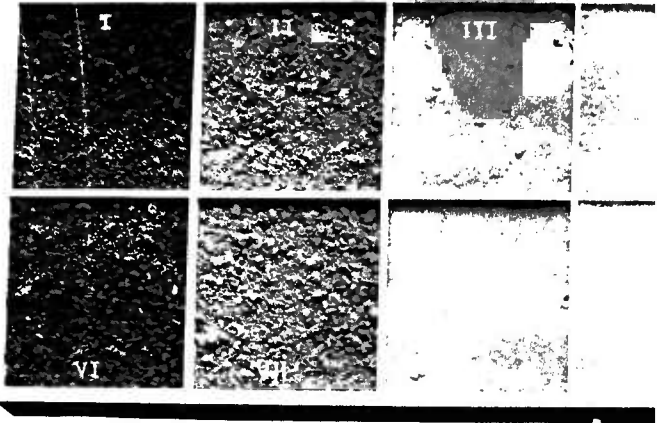
2. Voir la coupe des cases, planche I.





# PLAN DES CASES DE VÉGÉTATION DE

(INSTALLÉES A L'ÉCOLE PRATIQUE D'



E. BARTMANN, PHOTO.

Cases I et 1. *Sol Argileux.*

Cases II et 2. *Sol Silicio-Argileux.*

Cases III et 3. *Sable de Meurthe.*

Cases IV et 4. *Crayon de Champagne.*

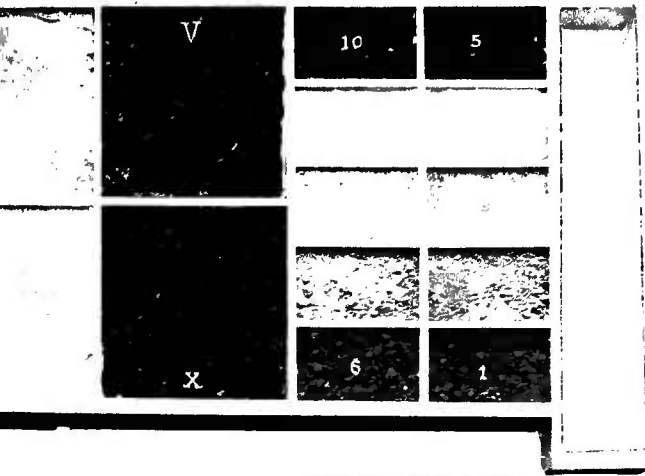
Cases V et 5. *Tourbe de Meuse*

Superficie des grandes cases I à X: 20 m. q.

Superficie des petites cases 1 à 10: 5 m. q.

LA STATION AGRONOMIQUE DE L'EST

AGRICULTURE (Mathieu de Dombasle)



PHOTOTYPIE J. ROYER, NANCY.

Cases VI à IX même sol que cases I à IV, sauf addition de 5 o/o de *Tourbe* de la case V.

Case X *Tourbe de Meuse* additionnée de 5 o/o de *Crayon* de la case IV

C. Couloir donnant accès aux lysimètres et aux thermomètres des cases 1 à 5.



contenant deux à deux les sols suivants, dont je fais connaître plus loin la composition, savoir :

Grandes cases	I et VI.	— Sol argileux.
—	II et VII.	— Sol silicéo-argileux.
—	III et VIII.	— Sable de Meurthe.
—	IV et IX.	— Craie de Champagne.
—	V et X.	— Tourbe de Meuse.

Mêmes répartitions pour les dix petites cases de 3 mètres carrés.

En vue d'études spéciales sur le rôle des matières organiques dans le sol, dont je parlerai plus tard, les cases I à IV ont reçu chacune une addition de la tourbe de la case 3, et cette dernière a été à son tour additionnée de craie dans des proportions déterminées.

Des dix petites cases, cinq sont étanches, non seulement latéralement, mais encore à la partie inférieure, cimentée comme les parois et munie d'un drain permettant de recueillir l'eau qui s'écoule à travers le sol <sup>1</sup>; ces lysimètres font connaître les quantités d'eau pluviale qui filtrent à travers la couche arable; les mêmes cases, I à V, sont munies de thermomètres plongeant dans le sol, dont on relève chaque jour la température à 0 m. 25 et à 0 m. 50 au-dessous de la surface. Les petites cases V à X sont restées jusqu'en 1886 en jachère nue et n'ont reçu aucune fumure; les cinq autres ont été fumées et cultivées comme les grandes cases <sup>2</sup>

En jetant un coup d'œil sur la planche <sup>1</sup>, nos lecteurs

1. Voir planche I, coupe verticale.

2. Je décrirai dans un mémoire spécial les différentes fumures et cultures de toutes ces cases depuis cinq ans; je me borne ici aux indications générales indispensables pour l'intelligence des essais de blé de 1886-1887.

auront une idée exacte de l'installation expérimentale de Tomblaine. Cette installation, comme on le voit, met à ma disposition des surfaces de 5 et de 20 mètres, absolument indépendantes les unes des autres, dans lesquelles aucun mélange de terre ou de fumure d'une case à l'autre n'est possible, où je puis suivre les modifications physiques et chimiques de la terre, leur température et la nature des pertes que les sols éprouvent par le passage de l'eau de pluie à travers une couche de 1 mètre d'épaisseur. Je vais maintenant décrire les essais de 1886-1887.

Le but principal que j'avais en vue dans ces expériences était d'étudier la croissance et le rendement du blé d'après la méthode du major Hallett, qui consiste à espacer suffisamment chaque plant pour qu'il puisse se développer librement dans le sol, sans être gêné dans la végétation de ses racines par ses voisins. Chemin faisant, je me proposais, en outre, de comparer des sols très différents, fumés ou non fumés, au point de vue du rendement du blé, dans les mêmes conditions de semailles.

Voici les renseignements généraux relatifs à ces essais : J'ai choisi, comme semence, des graines de surchoix que M. le major Hallett a mis à ma disposition en septembre 1886. Ces graines appartiennent aux quatre principales variétés généalogiques créées par le major Hallett à l'aide de la sélection et de la plantation à distance. Ces quatre variétés sont les suivantes : Nursery, Hunter, Victoria et Goldendropp. Comparativement, j'ai expérimenté dans les petites cases sur le blé de Lorraine; la semence en a été achetée par M. Thiry, à l'automne, à Vic-sur-Seille.

Dans toutes les cases, le blé a été planté grain à

grain à 0 m. 25 de distance en tous sens et à 4 centimètres de profondeur, le 22 octobre 1886 <sup>1</sup> Cette opération a été faite à l'aide d'un cadre de bois dont j'ai indiqué la disposition dans le chapitre précédent. Chaque grain a été recouvert de terre légèrement tassée. Je passe sous silence toutes les observations recueillies sur la végétation dans les cases depuis la semaille jusqu'au jour de la récolte, effectuée les 12 et 13 août 1887 : ces renseignements trouveront place dans un mémoire détaillé.

Les petites cases ont reçu chacune 60 graines; les grandes, 272 : ces 272 graines pesaient ensemble 14 gr. 83, ce qui donne 54 milligr. 5 pour le poids moyen d'une graine. 20 mètres carrés ayant reçu 14 gr. 83 de semence, un hectare en eût exigé 500 fois plus, soit 7 kilogr. 415. L'emblavure de nos cases de végétation correspond donc à une consommation de moins de 7 *kilogrammes et demi* de semence à l'hectare, soit sensiblement 35 fois moins que la quantité employée, en moyenne, dans les semailles ordinaires à la volée (235 litres).

Les cinq petites cases n<sup>os</sup> V à X n'ont, comme les années précédentes, été additionnées d'aucune fumure. Les quinze autres cases ont reçu, avec le dernier labour qui a précédé la semaille, les quantités d'engrais suivantes, rapportées à l'hectare :

1<sup>o</sup> Le 5 octobre 1886, 3000 kilogr. de scories de déphosphoration de la fonte, correspondant à 243 kilogr. d'acide phosphorique et à 1500 kilogr. environ de chaux;

1. Cette date est trop tardive. La semaille a été faite en septembre 1887.

2° Le 15 avril 1887, 250 kilogr. de nitrate de soude, correspondant à 39 kilogr. et demi d'azote.

Toutes les conditions, pour chacune des variétés de blé semées, sauf la nature du sol, sur laquelle je reviendrai tout à l'heure, ont donc été identiques pour les quinze cases fumées, les cinq cases non fumées étant destinées à servir de témoins.

La maturité des grains s'est effectuée, à quelques jours près, en même temps, dans les sols argileux, silicéo-argileux, sableux et calcaire. Seuls les blés plantés dans la tourbe (cases V et X) n'étaient pas mûrs le 19 août et n'ont mûri que très imparfaitement. Les reproductions photographiques des blés des cinq cases, faites le 18 août par M. Bartmann, mon collaborateur à la Station agronomique, donnent une idée exacte de l'aspect des cases (pl. II). Elles montrent d'une part qu'une plantation de blé à 0 m. 25 en tous sens, dans un bon sol, cases I et II, a l'aspect d'un champ de blé bien garni. De l'autre, elles mettent en relief l'influence du sol sur la récolte. En vue de ne modifier aucune des conditions premières de l'expérience, les pieds manquants ou détruits accidentellement n'ont pas été remplacés : il a été tenu compte de leur nombre, d'ailleurs peu élevé, dans le calcul des rendements ; on a attribué à chaque manquant le poids moyen en grain et paille des plantes de la case correspondante. L'erreur qu'on peut ainsi commettre est moindre que celle à laquelle eût exposé une transplantation ou une semaille tardive.

Maintenant que l'on connaît la disposition générale des expériences, je vais passer successivement en revue les conditions spéciales à chacune des cases et donner les résultats obtenus. J'ai l'intention de pu-



blier dans un mémoire spécial tous les détails de ces essais ; ici, je me bornerai aux données essentielles et je rapporterai les poids de grain et de paille à une surface d'un hectare, afin de rendre les résultats plus facilement comparables à ceux de la grande culture.

Je tiens essentiellement à faire observer qu'en rapportant à l'hectare les rendements obtenus dans ces essais purement expérimentaux, je n'ai point en vue une assimilation rigoureuse, mais uniquement le désir de provoquer par l'exposé de ces expériences des essais du même genre dans des sols et sous un climat autres que ceux où j'ai pu faire cette étude.

### I. — Essais avec les blés anglais améliorés.

#### CASES I ET VI. — *Sol argileux du territoire de Tomblaine* <sup>1</sup>.

La composition physico-chimique de ce sol a été déterminée par la méthode de M. Th. Schlœsing <sup>2</sup> ; elle a été trouvée la suivante :

Eau.....	9,46
Sable.....	56,65
Argile.....	25,90
Calcaire.....	4,40
Matières combustibles.....	3,89
	<hr/>
	100,00

1. Toutes les analyses ont été faites avant que le sol eût reçu la fumure.

2. Voy. L. Grandeau, *Traité d'analyse des matières agricoles*, 2<sup>e</sup> édition, 1883 ; in-8<sup>o</sup>, Berger-Levrault et C<sup>ie</sup>, Paris.

L'analyse chimique a décélé dans cette terre :

	p. 100.
Acide phosphorique...	0,20
Chaux .....	1,73
Potasse .....	0,29
Azote .....	0,12

Le tableau suivant indique, pour chacune des variétés, le nombre moyen de tiges provenant d'un seul grain de blé (tallage), les poids de grain et de paille récoltés rapportés à l'hectare, exprimés en quintaux métriques, et le poids de grain obtenu pour *un* de semence :

Variétés.	Tallage moyen.	Grain.	Paille.	Multiplication de la semence.
—	—	q. m.	q. m.	—
Nursery.....	49	45,48	92,94	656 fois.
Hunter.....	46	37,78	84,22	595 —
Victoria.....	44	33,94	77,51	437 —
Goldendropp	47	37,04	88,75	499 —

Le poids moyen de l'hectolitre de chacune des variétés a été le suivant :

Nursery, 82 kilogr. 5, ce qui donne pour la récolte à l'hectare 54 hectol. 76; Hunter, 83 kilogr., soit 46 hect. 72; Victoria, 81 kilogr. 5 (41 hectol. 64); Goldendropp, 81 kilogr. 5 (38 hectol. 75).

#### CASES II ET VII. — *Sol silicéo-argileux de Tomblaine.*

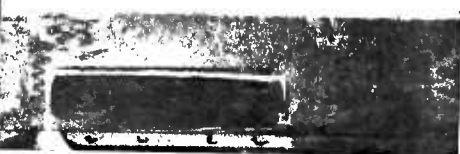
L'analyse chimique a décélé la composition suivante pour le sol de ces cases, qui correspond à ce qu'on nomme *terre franche* en Lorraine : l'analyse est faite sur le sol séché à l'air :

# ALLÉES A L'ÉCOLE DOMBASLE

PL. II.

LE 17 JUILLET 1887.

25 d'écartement en tous s'hectare.



PHOTOTYPÉ J. ROVER, NANCY.

E DE MEURTHE

1. SOL ARGILEUX

.....	0 tiges	.....
.....	0 —	.....
.....	6 q.m. 67	.....
.....	1 —	.....
.....	9 fois	.....
.....	8 —	.....

e la France est de 7 fois 1/2



Eau.....	5,12
Sable.....	79,60
Argile.....	9,91
Calcaire.....	1,52
Matières combustibles.....	3,85
	100,00

Au moment de sa mise en culture, avant l'apport des engrais, cette terre renfermait, pour cent parties :

Acide phosphorique.....	0,26
Chaux.....	0,85
Potasse.....	0,22
Azote.....	0,08

Les résultats généraux des rendements correspondant aux indications que je viens de donner pour le sol argileux ont été les suivants :

Variétés.	Tallage.	Grain	Paille	Multiplication de la semence.
		en quintaux.	en quintaux.	
		q. m.	q. m.	
Nursery.....	16	43,86	73,45	596 fois.
Hunter.....	17	33,47	73,42	451 —
Victoria.....	16	34,28	76,63	462 —
Goldendropp	17	33,93	73,62	457 —

Les rendements de grains à l'hectare, exprimés en hectolitres, sont les suivants : Nursery, 53 hect. 09; Hunter, 40 hect. 33; Victoria, 42 h. 06; Goldendropp, 41 hect. 63.

Les sols argileux et silicéo-argileux en question peuvent être considérés comme des terres naturellement riches en acide phosphorique et en potasse, et médiocrement pourvues en azote; en somme, ce sont des types de deux excellents sols, comme on en ren-

contre fréquemment dans la Lorraine et dans beaucoup de régions de l'est de la France.

Notons pour mémoire que des sols de cette qualité fournissent en culture ordinaire, bien fumés, de 15 à 18 quintaux de blé à l'hectare. Nous aurons occasion de discuter plus loin l'influence que la fumure a ou plutôt n'a pas exercée sur les rendements et de montrer l'action absolument prépondérante, dans ces essais, de l'espacement des pieds de blé sur les rendements.

Si l'on prend la moyenne des rendements en grain et en paille fournis par les quatre variétés Hallett, toutes excellentes d'ailleurs, on arrive aux résultats suivants :

Production en sol argileux : grain, 38 q. m. 48; paille, 85 q. m. 85, ce qui correspond à 44 kilogr. 6 de grain pour 100 de paille et à un rendement moyen de 552 fois le poids de la semence, avec un tallage moyen de dix-sept épis issus d'une seule graine.

Récolte en sol silicéo-argileux : grain, 36 q. m. 38; paille, 74 q. m. 78. Le rapport du grain à la paille s'élève ici à 48,6 p. 100.

Nous verrons plus loin que le taux du grain, par rapport au poids de la paille, va en augmentant avec la diminution de l'argile dans le sol et avec la pauvreté de ce dernier en certains éléments.

### CASES III ET VIII. — *Sable de Meurthe.*

Les cases III et VIII ont été remplies, en 1882, avec du sable extrait de la Meurthe, qui coule au pied de l'École de Tomblaine. Le sol formé par ce sable à gros grain, mêlé de cailloux siliceux de volume variable, depuis la dimension d'un pois jusqu'à celle d'un œuf

de pigeon, peut être considéré, ainsi que le montrent les analyses suivantes, comme un sol essentiellement pauvre :

Analyse physico-chimique :

Eau.....	0,48
Sable.....	95,48
Argile.....	1,86
Calcaire.....	0,28
Matières combustibles.....	1,90
	400,00

100 parties de ce sable contiennent 0,08 d'acide phosphorique, 0,16 de chaux, 0,07 de potasse et 0,005 d'azote. J'ai dit plus haut que les cases de sable ont reçu la même fumure que les précédentes.

Voici les résultats de la culture dans le sol sableux fumé de la case III, qui diffère de celui de la case VIII en ce qu'il n'a pas reçu, comme le sol de cette dernière, une addition de tourbe :

Variétés.	Tallage.	Grain.	Paille.	Multiplication de la semence.
—	—	q. m.	q. m.	—
Nursery.....	4	13,86	24,70	187 fois.
Hunter.....	4	10,38	14,28	139 —
Victoria.....	5	12,06	14,26	162 —
Goldendropp	10	12,14	16,26	162 —

La moyenne du rendement des quatre variétés a été de 12 q. m. 11 de grain et 17,38 de paille, soit 68 kilogr. 8 de grain p. 100 de paille, rapport extrêmement élevé. L'addition de tourbe, à peu près stérile par elle-même, à ce sable (sol de la case VIII) a plus que doublé les rendements; le sol de la case VIII, qui a reçu la même fumure que celui de la case III, mais

dont, en outre, la couche supérieure a été mélangée, en 1884, sur une profondeur de 0 m. 25 environ, avec un cinquième de son poids de tourbe, a en effet fourni cette année les résultats suivants :

Variétés.	Tallage.	Grain. q. m.	Paille. q. m.	Multiplication de la semence.
Nursery.....	8	25,50	42,50	344 fois.
Hunter.....	11	27,32	42,22	368 —
Victoria.....	11	30,32	49,30	409 —
Goldendropp	13	25,36	42,62	342 —

Soit en moyenne pour les quatre variétés :

Grains.....	27 q. m. 25	ou 33 hectol. 2.
Paille.....	44 q. m. 16	

Ce qui donne 367 fois la semence et un rapport moyen de 61 kilogr. 7 de grain pour 100 kilogr. de paille.

Quand j'examinerai l'influence des engrais sur les rendements de nos récoltes, je reviendrai sur cette action si marquée de la matière organique incorporée au sable, que je note en passant.

#### CASES IV ET IX. — *Craie de Champagne.*

Les cases IV et IX ont été remplies, en 1884, avec du crayon extrait d'un terrain inculte (Savart) des environs d'Épernay. L'analyse de cette craie, faite au moment de sa mise en place, en révèle l'extrême pauvreté.

Eau.....	1,56
Sable.....	3,05
Argile.....	2,23
Calcaire.....	92,76
Matières combustibles.....	0,40
	<hr/>
	100,00



Cette craie renfermait, avant fumure, 0,09 p. 100 d'acide phosphorique, 48,87 p. 100 de chaux, 0,04 de potasse, et des traces impondérables d'azote. D'une compacité et d'une dureté considérables, le sol de la case IV offre au labour des difficultés très grandes; il est presque impossible de l'entamer à la bêche, à moins qu'il ne soit mouillé. Fumée comme les autres sols, la craie a fourni les résultats moyens suivants :

Variétés.	Tallage.	Grain. q. m.	Paille. q. m.	Multiplication de la semence.
Nursery.....	7	22,44	57,42	297 fois.
Hunter.....	8	27,83	49,48	375 —
Victoria.....	7	26,79	41,83	361 —
Goldendropp.	9	25,46	42,22	343 —

Soit, pour les quatre variétés, une moyenne de 25 q. m. 55 de grain et de 47 q. m. 41 de paille à l'hectare, dans le rapport de 54 q. m. 15 de grain pour 100 kilogr. de paille. La semence a donné, en moyenne, une récolte égale à 344 fois son poids.

Tels sont les résultats principaux des essais de culture des quatre variétés de blés améliorés, dans l'argile, le sol silicéo-argileux, le sable et la craie. Nous allons, avant de les discuter, résumer en quelques chiffres les rendements obtenus comparativement avec le blé de pays semé dans les mêmes conditions que les blés Hallett : puis nous chercherons à tirer du rapprochement de ces données quelques conclusions qui nous paraissent très intéressantes pour les cultivateurs et de nature à les encourager et à les guider dans leurs tentatives d'amélioration des rendements du blé.

## II. — Essais comparatifs des blés anglais et du blé de pays.

Jusqu'ici, à ma connaissance du moins, aucune vérification expérimentale de la méthode du major Hallett n'a été faite en France sur une certaine échelle. En entreprenant mes essais, je me suis proposé non seulement de répéter sur les blés généalogiques le procédé de culture de Brighton, mais surtout d'étudier la méthode, en vue de son application aux blés français. Rien ne s'oppose, en effet, à ce que les agriculteurs arrivent, comme le major Hallett, à obtenir avec notre froment de pays des variétés aussi prolifiques et mieux adaptées à nos sols et à notre climat que les blés anglais. Les succès, dans cette voie, de MM. Vilmorin-Andrieux, auxquels l'agriculture française doit tant de variétés précieuses de toutes sortes de plantes, sont là pour corroborer cette assertion.

L'un des buts que j'ai poursuivis dans mes essais de cette année a été, après m'être rendu compte des résultats, d'arriver à tracer au petit cultivateur comme au grand propriétaire la marche à suivre pour pratiquer eux-mêmes la création de types améliorés de semences les mieux adaptés aux conditions locales de leur exploitation.

Le blé de pays choisi pour mes expériences vient d'un sol à blé par excellence, la Seille; il donne, dans une exploitation bien conduite, 15 à 16 quintaux à l'hectare; je l'ai planté identiquement dans les mêmes conditions que les blés Hallett. Le résultat obtenu, dès la première année, me semble fort encourageant pour ceux qui voudraient répéter l'expé-

rience et se procurer ainsi, au bout de quelques années, une semence de premier choix et très prolifique.

Voici, par nature de sol, les résultats comparatifs obtenus avec les quatre variétés anglaises et le blé de Vic (moyennes générales) :

Variétés.	Rendem.	Rendem.	Multiplication de la semence.
	en grain.	en paille.	
	q. m.	q. m.	
Blés anglais (argile) . . . . .	38,48	85,85	656 fois.
— (arg.-siliceux) ..	36,38	74,78	564 —
— (sol sableux) ...	14,10	22,74	165 —
— (sol crayeux) ...	25,30	47,75	344 —
Blés de pays (argile) . . . . .	31,00	73,10	364 —
— (arg.-siliceux) ..	21,03	63,30	244 —
— (sol sableux) ...	12,00	21,40	130 —

Le blé de pays pesait 80 kilogram. à l'hectolitre.

Le tallage moyen du blé de pays a été de douze tiges dans l'argile, quatorze dans le sol argilo-siliceux et six seulement dans le sable. Je parlerai des résultats obtenus dans la craie avec le blé de pays, lorsque j'arriverai à l'influence des engrais.

Cette dernière série d'essais montre que, dès la première année, en bon sol, le blé de pays convenablement espacé pour que son développement soit complètement assuré a donné un rendement de 31 quintaux, soit 38 hectol. 75, rendement que la même variété n'a jamais atteint dans aucune de nos exploitations lorraines, quelle qu'ait été la fumure apportée au sol.

Le fait dominant qui résulte de l'ensemble des chiffres ci-dessus est que l'espacement de 0 mèt. 25 en tous sens d'un grain de blé à un autre a élevé les rendements dans une proportion absolument incon-

nue en grande culture, par rapport à la quantité de semence employée.

Les huit grandes cases dont j'ai indiqué les rendements occupent une superficie de 1 are 60; elles ont été emblavées avec *cent dix-huit grammes cinquante-neuf* de semence. La récolte totale a été de 48 kilogr. 226 gr. de blé, soit un rendement moyen, pour tout l'essai, de 415 fois la semence. Le rendement moyen correspondant à l'hectare est de 30 q. m. 14.

Que montrent ces chiffres? Quand on réfléchit que, pour une production de 105 millions d'hectolitres, l'agriculture française consomme de 14 à 15 millions d'hectolitres de semence fournissant, d'après cela, *sept fois* seulement leur poids, on voit la marge immense que les méthodes de culture offrent aux améliorations.

Le problème économique est le même partout, qu'il s'agisse d'agriculture, d'industrie ou de toute autre opération humaine — obtenir le maximum d'effet utile ou de produit avec la moindre dépense de force, de matière ou d'argent. — En ce qui concerne les céréales, il me semble absolument certain que nous pouvons réaliser de grandes économies de semence et, du même coup, accroître énormément ces rendements. Entre 7 kilogr. 1/2 de semence (à l'hectare) confiée à la terre de nos cases de végétation et les 200 kilogrammes au moins que nos cultivateurs emploient à l'emblavure de leurs champs, l'écart est si grand qu'il laisse un champ énorme aux améliorations et aux essais. Je n'ai nullement la pensée, pas n'est besoin que j'y insiste, je crois, de conseiller la *plantation* du blé en grand, à raison de 7 à 8 kilogr. à l'hectare, mais j'ai voulu montrer tout ce qu'il y a

à faire par des semailles claires pour réduire, au grand profit de l'accroissement des rendements, la consommation exorbitante de semence que nous faisons. Il va sans dire que la diversité des sols et des climats appelle des modifications dont les gens du pays sont seuls aptes à décider, mais il n'en demeure pas moins certain qu'on doit trouver dans la voie que j'indique de très grands progrès à réaliser sur l'état actuel.

Quelques indications sur le poids des grains par épi et le nombre moyen de leurs graines dans les essais de Tomblaine compléteront la première partie de ce résumé. J'aborderai ensuite la discussion des résultats de la fumure dans les différents sols en expérience.

Les poids moyens du grain contenu dans un épi et le nombre des grains ont été les suivants :

	Poids du blé d'un épi.	Nombre de grains à l'épi.
Nursery.....	2 gr. 285	43
Hunter.....	2 gr. 027	38
Victoria.....	4 gr. 687	31
Goldendropp.....	4 gr. 659	30
Blé de pays.....	4 gr. 154	21

De la comparaison de ces chiffres résulte un excédent de poids par épi, le blé de pays étant pris comme unité, de 49,7 p. 100 pour le Nursery, 43,20 p. 100 pour le Hunter, 31,6 p. 100 pour le Victoria et 30,2 p. 100 pour le Goldendropp. Sous le rapport du nombre de fois par lequel il faut multiplier l'unité de semence pour avoir le poids de la récolte, les cinq variétés de blé expérimentées se classent dans l'ordre suivant, en moyenne générale :

1. Nursery.....	473	fois.
2. Hunter.....	447	—
3. Goldendropp.....	410	—
4. Victoria.....	397.5	—
5. Blé de pays.....	291	—

La discussion des rendements comparatifs des parcelles fumées et non fumées nous montrera, comme je le dis plus haut, que, dans un sol à blé de constitution et de richesse moyennes, l'influence sur le rendement de l'espacement des pieds l'emporte de beaucoup sur l'action de la fumure, si intensive qu'elle soit. Il y a des enseignements très utiles, je le crois, à tirer de la discussion de ce fait, qui ressort clairement de nos essais, comme on va le voir.

Il n'est pas inutile d'insister sur les soins aussi parfaits que possible apportés à ces expériences, depuis la semaille jusqu'à la récolte, par les collaborateurs dévoués que je rencontre dans le personnel enseignant de l'École Mathieu de Dombasle. M. le directeur Thiry et M. Boiret, professeur d'agriculture, m'ont prêté le plus utile concours dans la préparation du sol, les semailles, les opérations culturales et la récolte. Cette dernière a donné lieu à un nombre considérable de triages et de pesées exécutés avec la plus grande exactitude par M. Boiret. M. Guillaume, surveillant général chargé des observations météorologiques à la station de Tomblaine, s'acquitte avec autant de zèle que d'habileté de cette étude fort importante pour la statique de nos cultures expérimentales. Enfin de nombreuses photographies des récoltes ont été prises par M. Bartmann, préparateur à la station agronomique; grâce à cet habile opérateur, j'ai pu conserver la physionomie de chacune

des récoltes et fixer d'une manière durable les caractères imprimés aux diverses parties de nos blés par la nature de la variété cultivée et par celle du sol. On en jugera par les reproductions phototypiques de ces photographies, planches I, II et III. Je prie mes collaborateurs de recevoir ici l'expression de ma gratitude. L'art expérimental est difficile ; il exige autant d'assiduité que de science pour conduire à des résultats nets. Mais, lorsqu'arrivés à la fin d'une longue série d'expériences délicates, comme celles que nous avons entreprises sur la croissance du blé, on peut tirer, des chiffres recueillis, des conclusions précises et de nature à servir utilement le praticien, on se trouve largement rémunéré de ses peines. Dans le chapitre suivant, j'examine l'influence des fumures dans nos essais de cette année, et je trace le programme d'expériences qu'il me paraît si désirable de voir entreprendre sur de nombreux points de la France, afin de contrôler les résultats que nous avons obtenus à Tomblaine.

## VII

### CULTURE EXPÉRIMENTALE DU BLÉ A LA STATION AGRONOMIQUE DE L'EST — DISCUSSION DES RÉSULTATS

Les cultures expérimentales de blé à la station agronomique de l'Est, en 1886-1887. — Discussion des principaux résultats de ces essais. — Conclusions pratiques qui en découlent.

J'ai fait connaître dans le précédent chapitre les principaux résultats numériques des cultures expérimentales de blé instituées à la station agronomique, en 1886-1887. Une expérience n'ayant de valeur, au point de vue de la discussion des résultats, qu'autant que tous les éléments en sont nettement précisés, j'ai tenu, malgré l'aridité inhérente aux chiffres, à donner ceux qui sont indispensables à l'intelligence des questions que je me suis proposé d'étudier dans mes essais de cette année. Je vais maintenant chercher, à leur aide, quelles conséquences pratiques découlent de ces expériences; cela fait, j'indiquerai les principaux résultats de la culture des céréales en grandes surfaces, à l'École Mathieu de Dombasle, pour la présente campagne.

Le programme que je m'étais tracé portait spécialement sur les points suivants :



1° Influence de l'espacement des semences sur le rendement ;

2° Influence de la nature du sol et de la fumure comparée à celle de l'espacement ;

3° Action favorable ou nuisible des scories Thomas-Gilchrist employées à haute dose (3000 à 3500 kilogr. à l'hectare) ;

4° Action des matières organiques dans les sols sableux et extracalcaires (craie pure) ;

5° Rapport du poids de grain au poids de paille récolté.

Examinons successivement les réponses faites par nos cultures à ces diverses questions :

1° *Influence de l'espacement des semences.* — Les semences ont été placées dans le sol à 0 m. 25, en tous sens. Cet écartement, qui a permis un développement extrêmement considérable des racines, n'isole cependant pas suffisamment chaque pied de blé pour que ses organes souterrains puissent atteindre leurs dimensions maxima sans rencontrer ceux des voisins. Lors du déchaumage, nous avons constaté, presque pour chaque pied de blé, un enchevêtrement de ses racines avec celles des pieds contigus.

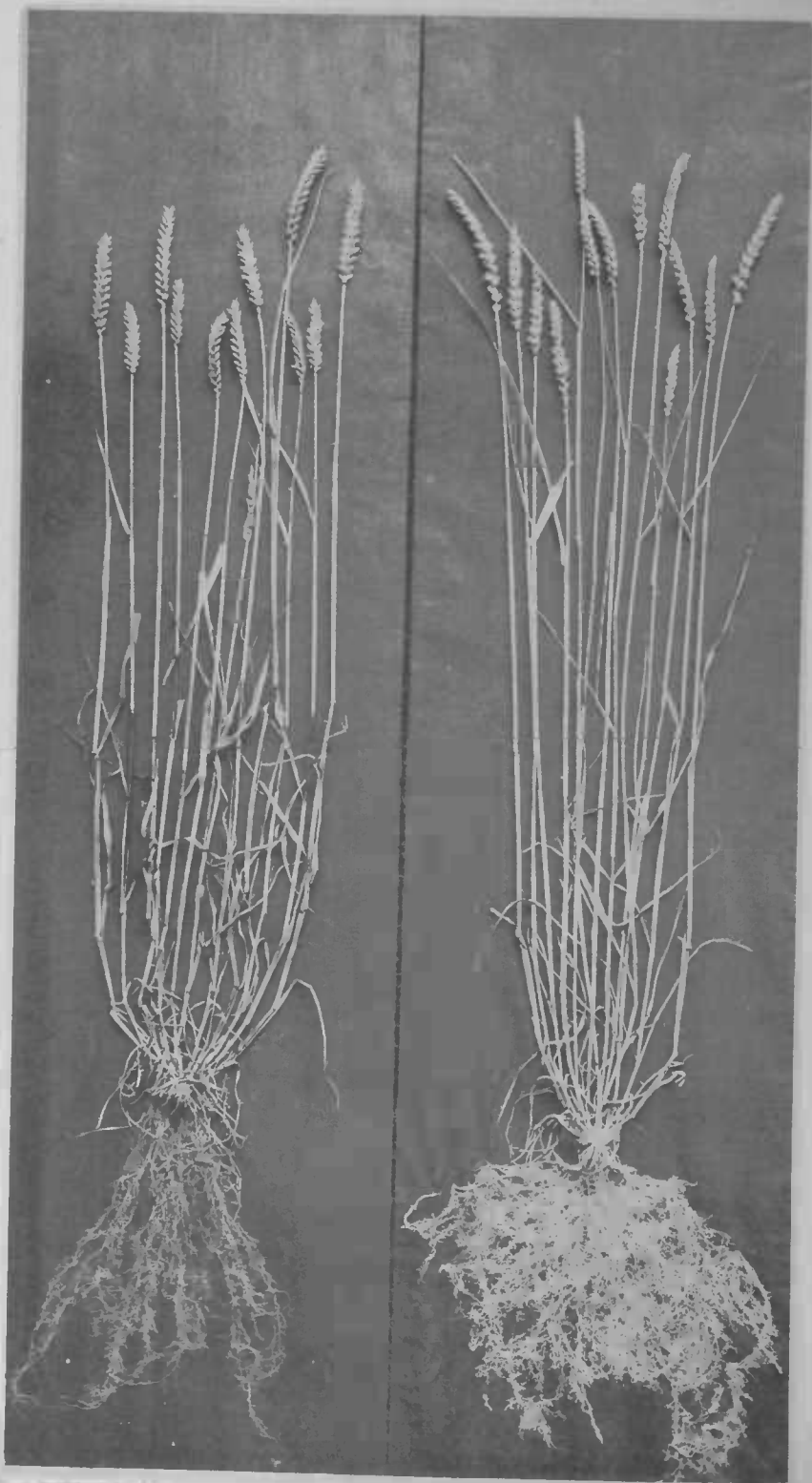
Les racines d'une plante jouant, dans l'assimilation du phosphore, de la chaux, de la potasse, etc., un rôle analogue à celui de l'estomac de l'animal vis-à-vis des aliments qu'il ingère, plus les racines seront développées, plus étendue sera leur surface de contact avec le sol, mieux s'alimentera et, par suite, se développera la plante. La loi naturelle de la conservation de l'individu, qui pousse les végétaux, comme les animaux, à chercher leur nourriture dans les milieux où ils vivent, se traduit d'une

manière frappante dans la structure et le développement des racines de nos blés.

Les reproductions photographiques d'un pied de blé de chacune des cases mettent en évidence les différences caractéristiques des racines d'après la nature du sol où elles se sont développées. — En sol riche, argileux (pl. III, fig. 1 et 2), les racines sont vigoureuses, d'assez gros diamètre et beaucoup moins nombreuses que dans les terres plus pauvres. Dans le sol sableux (fig. 3), et surtout dans la craie (fig. 4), le chevelu de la racine va en augmentant, et dans ce dernier sol, où il atteint son maximum, les racines volumineuses ont fait place à une véritable chevelure, fine, longue et abondante. Cette différence de structure si caractéristique des racines d'une même variété de blé, crue en sols différents, est en parfait accord avec la théorie que nous avons exposée dans les précédentes séries d'*Études* (voir 1<sup>re</sup> et 2<sup>e</sup> séries, *passim*) sur les rapports de la plante avec le sol. C'est par le contact direct des radicelles avec les matériaux solides que se nourrit la plante, plus encore que par absorption des mêmes matériaux en dissolution au sein de la terre, comme on l'a si longtemps enseigné et comme l'admettent encore trop de personnes. Cette notion est, pour la pratique agricole, d'une importance capitale : ne pouvant, en aucune façon, pour l'acide phosphorique et les autres principes insolubles, compter sur une prétendue solution nutritive qui circulerait dans le sol et irait imbiber les racines, il nous faut amener, par les labours, une dissémination aussi grande que possible des matières fertilisantes dans la couche arable.

Plus cette dissémination sera parfaite et régulière,



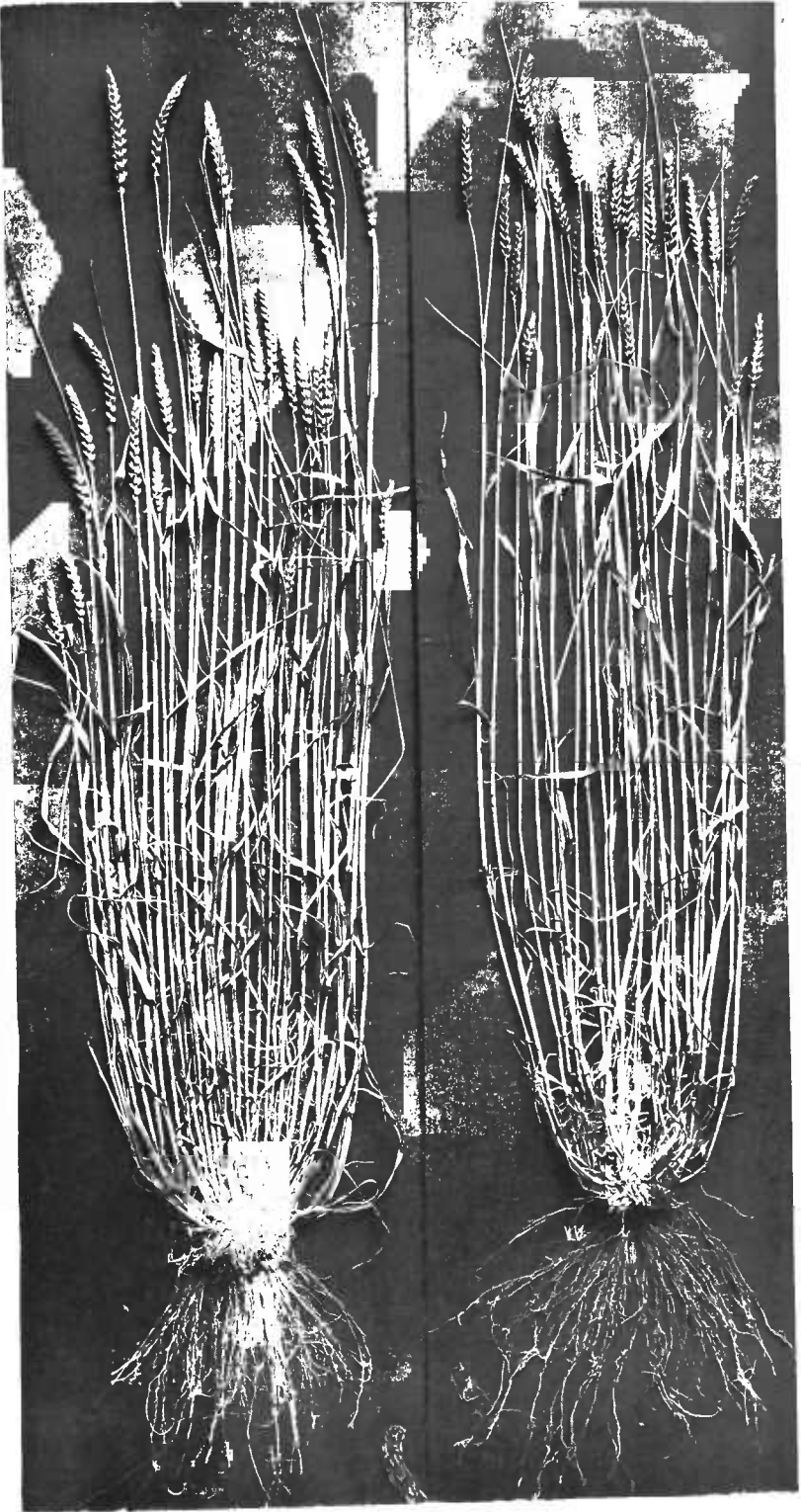


(3) SABLE.

(4) CRAIE.







PHOTOTYPÉ J. ROYER, NANCY.

(1) SOL ARGILEUX.

(2) SILICÉO-ARGILEUX.





plus les rendements seront élevés. D'instinct, si je puis ainsi dire, le végétal développe les racines en raison directe de la pauvreté du sol ou de la mauvaise répartition des engrais ; mais nous devons, de notre côté, distribuer aussi parfaitement que possible les aliments de la plante dans la région où se développent les racines, si nous voulons obtenir des rendements élevés.

Nous avons vu qu'en espaçant les grains de blé, qui, dans la semaille à la volée, sont les uns au contact des autres, au lieu d'obtenir 7 à 8 fois la semence, nous avons récolté en moyenne, sur nos deux ares et demi, 415 fois le poids du grain confié au sol. Certains pieds ont donné 750 fois, 859 et même 924 fois la semence. L'explication de ces rendements, au premier abord fabuleux, est facile à donner, d'après ce que je viens de dire.

Lorsque nous semons à la volée 200 à 250 litres de grains, nous jetons à la surface d'un hectare de terre entre trois millions et trois millions et demi de grains, soit 300 à 350 grains par mètre carré. 200 grains par mètre, au maximum, germent, lèvent et donnent chacun une, deux et rarement trois ou quatre tiges. Le reste de la semence, soit le tiers au moins, est perdu, desséché, pourri ou mangé par les oiseaux ou les souris. Il reste finalement deux millions de tiges sur une surface d'un hectare, qui, dans nos essais, ne porte que 160 000 pieds. Un champ de blé est donc couvert de 125 fois plus de pieds de cette céréale que n'en ont reçu nos cases de végétation. Or ces cases ont été fumées de la même manière que certains champs de blé de l'École Dombasle dont nous parlerons plus loin, et qui ont fourni 53 fois la

semence, ce qui est déjà un fort beau rendement pour la grande culture. Cela tient évidemment à ce que les deux millions de grains levés sur un hectare n'ont chacun à leur disposition qu'une superficie de 5 centimètres carrés, tandis que nos 160 000 grains en possèdent une de 625 centimètres. Les racines des premiers se trouvent dans l'impossibilité de se développer à l'égal des dernières; l'organe essentiel d'assimilation des matières minérales se trouve ainsi restreint à des proportions exigües; le tallage ne se fait pas ou se fait mal, et finalement le rendement, par rapport au poids de la semence, demeure très inférieur à ceux que nous constatons dans les cultures espacées.

La conclusion pratique à tirer de ces faits est la possibilité d'augmenter très notablement les rendements tout en économisant beaucoup de semence. La semaille en ligne, à un espacement variable de 0 m. 20 à 0 m. 30 entre les lignes, permet d'ensemencer un hectare avec un hectolitre de semence au maximum et d'en récolter 40 à 50, soit 40 à 50 fois la semence.

2° *Influence de la nature du sol et de la fumure comparée à celle de l'espacement des grains.* — Un des résultats des plus intéressants de nos essais de cette année a été de mettre en évidence l'influence prépondérante de l'écartement des semis sur l'action qu'exercent la composition chimique et la fumure des sols, en ce qui concerne les rendements. C'était à prévoir, d'après les idées que je viens d'exposer sur le rôle des racines, mais l'expérience a été plus probante encore que je ne l'espérais.

Dans les sols argileux et argilo-siliceux, l'influence

de la fumure a été *nulle*, grâce à l'espacement des pieds. Voici, en effet, les rendements moyens obtenus dans les quatre conditions suivantes :

	Rendement moyen à l'hectare.
	— q. m.
Sol argileux non fumé.....	38,48
Sol argileux fumé.....	38,62
Sol silicéo-argileux non fumé.....	38,30
Sol silicéo-argileux fumé.....	37,50

Ces quatre sols, riches par eux-mêmes, ont donné les années précédentes, dans les conditions ordinaires de culture, des rendements notablement différents (25 à 30 p. 100) en faveur des sols fumés. Cette année, l'espacement des grains ayant mis à la disposition de chacun d'eux une masse de terre très volumineuse, l'influence des engrais ne s'est pas manifestée; les tiges du blé planté dans le sol sans engrais ont, en raison de leur petit nombre, rencontré assez d'éléments nutritifs pour fournir à leur alimentation maxima, et l'on s'explique très bien que la fumure n'ait rien produit, l'influence de l'espacement étant ici tout à fait prépondérante. Il en a été de même pour le sable de Meurthe; là, les qualités physiques du sol, peu propices au blé, ont amené un abaissement notable dans les rendements, mais, là encore, pas d'écart sensible entre le sable fumé et le sable non fumé, toujours à raison du volume de terre mis à la disposition des racines.

Les rendements ont, en effet, été les suivants :

	q. m.
Sable fumé.....	44.40
Sable non fumé.....	43.75

Nous verrons plus loin qu'une modification dans la constitution du sol, par l'addition de la matière organique, qui fait presque complètement défaut dans ce sable, a singulièrement amélioré les rendements. Avec un écartement de 0 m. 25, le blé a donc trouvé dans ces trois premiers sols, fumés ou non, les éléments nutritifs nécessaires pour constituer ce qu'on pourrait appeler son alimentation maximum, étant données les propriétés physiques si différentes des terres argileuses ou sableuses.

Arrivons maintenant au crayon de Champagne. Ici les choses se passent tout différemment, en apparence du moins.

La craie pure de Champagne est d'une extrême pauvreté en substances nutritives, comme le montre l'analyse que j'ai précédemment donnée (voir p. 62) : la craie fumée a reçu 243 kilogr. d'acide phosphorique et 39 kilogr.  $1/2$  d'azote à l'hectare. Si considérable qu'ait été le volume de terre dans lequel, avec notre mode de plantation, se développait chaque grain, il n'y avait pas, en l'absence de principes nutritifs, et notamment d'azote, qui faisait presque complètement défaut, de rendement tant soit peu notable dans la craie vierge. Aussi les rendements présentent-ils ici d'énormes écarts :

	q. m.
Craie non fumée.....	9,93 à l'hectare.
Craie fumée.....	27,37 —

Il est plus que probable, ce que nous apprendront des expériences ultérieures, qu'une semaille à la volée n'aurait pas fourni à beaucoup près un pareil rendement.

De cette expérience découlent deux conséquences importantes : en premier lieu, elle montre que la craie de Champagne peut arriver à fournir de hauts rendements si on lui donne les éléments nutritifs qui lui manquent; en second lieu, fait plus intéressant encore et assez inattendu, les scories de déphosphoration, qui, à la dose où je les ai employées, ont apporté 1500 kilogr. de chaux à l'hectare dans un sol qui en contenait naturellement 50 p. 100 de son poids, ont agi presque aussi bien que si le sol n'eût pas été calcaire.

On n'a donc pas à craindre, d'après cela, de fumer les sols les plus calcaires avec les scories, l'acide phosphorique que renferment ces dernières s'y montrant très actif, malgré le grand excès de chaux.

En résumé, dans les sols de richesse moyenne, la condition dominante des hauts rendements a été l'espace des plants, qui donne aux racines la possibilité de se développer à l'aise. La fumure n'a, dans ces sols, qu'une action secondaire. Dans les sols pauvres naturellement, mais convenablement fumés, le même effet se produit, et là encore le semis clair nous a donné un rendement considérable.

Il ne faut pas perdre de vue qu'il s'agit ici d'essais expérimentaux, propres à nous éclairer sur les exigences du blé et sur les conditions les plus favorables à son développement physiologique. A chaque cultivateur appartiendra de tirer de ces indications des enseignements applicables aux conditions particulières de son exploitation. Ce qui est certain, c'est la possibilité de diminuer, dans une très notable proportion, la quantité de semence employée, en vue de l'obtention de hauts rendements.

La méthode de plantation du blé grain à grain à 0 m. 25, en tous sens, peut, dans tous les cas, être préconisée pour de petites surfaces, en vue de l'amélioration de nos races de blés indigènes et pour la préparation de la semence. J'engage vivement les cultivateurs à choisir dans leur récolte de cette année les plus beaux épis et, dans ces épis, les grains les mieux formés, bien mûrs et les plus lourds, qu'ils *planteront* dans un terrain ameubli, très propre et moyennement fumé. Une surface de quelques ares, ainsi emblavée, leur procurerait pour l'an prochain de la semence de choix qui, semée de nouveau dans les mêmes conditions de sélection et d'espacement, leur permettrait de créer des variétés améliorées du blé qui réussit le mieux dans la région habitée par chaque expérimentateur.

Il y a un très grand intérêt, à mon avis, à améliorer par sélection naturelle des variétés ou des races animales ou végétales déjà acclimatées dans un pays, plutôt que de recourir à l'importation de reproducteurs étrangers. Les conditions climatologiques de l'Angleterre ne ressemblent point à celles de la plus grande partie de la France. Tant que nous n'aurons point créé chez nous les variétés améliorées dont je parle, le mieux est de recourir aux semences généalogiques Hallett, Vilmorin ou autres, toutes de premier choix; mais il dépend de nous de pouvoir, au bout d'un petit nombre d'années, nous passer de cette importation. La création de races résistant à la gelée doit attirer l'attention des cultivateurs des régions froides de la France.

3° *Action des scories Thomas-Gilchrist employées à haute dose.* — Les lecteurs de ces *Études* ont été

tenus au courant de la question des scories depuis l'origine de leur emploi<sup>1</sup>. Ils se rappellent sans doute que cet engrais phosphaté contient des proportions variables d'acide phosphorique : 8 à 20 et même 24 p. 100, associé à de la chaux (de 40 à 50 p. 100), à du soufre et à des oxydes de fer et de manganèse. On a exprimé souvent la crainte que le soufre et les protoxydes métalliques de ces scories n'exercent sur la végétation une influence fâcheuse; on a, de plus, conseillé de les employer en poudre impalpable (ce qui, par parenthèse, en augmente le prix très notablement. Bien qu'édifié déjà sur ces deux points par les expériences des années précédentes, j'ai voulu, dans cette campagne, mettre hors de doute l'innocuité de hautes doses de scories et l'inutilité d'une pulvérisation complète. D'après les résultats des essais fort curieux qu'un agronome anglais, M. Griffith, poursuit depuis plusieurs années sur l'emploi du sulfate de fer en agriculture, à la dose de 50 à 200 kilogr. à l'hectare, il était d'ailleurs probable que le protoxyde de fer des scories ne présentait aucun danger pour les récoltes. Les essais de cases de végétation et ceux que M. Thiry a faits, concurremment, dans la sole de blé de l'École Dombasle, ont pleinement justifié cette manière de voir. Je reviendrai plus loin sur la question du degré de finesse des scories.

Mes cases de végétation ont reçu cette année des scories de l'aciérie de Mont-Saint-Martin, près de Longwy, en poudre grossière, à la dose de 3000 kilogr. à l'hectare : à une teneur moyenne de 40 p. 100 d'oxydes

1. Voir 1<sup>re</sup> série, 1885-1886, p. 427 et suiv.; 2<sup>e</sup> série, 1886-1887, p. 241 et suiv.

métalliques, cela représente environ 300 kilogr. à l'hectare. Il est évident, d'après les rendements obtenus, que la végétation n'a, en aucune façon, souffert de cette énorme quantité de protoxydes métalliques. Les cultivateurs peuvent donc employer de 500 à 3500 kilogr. de scories à l'hectare, suivant la richesse de leur sol et la nature des cultures, sans avoir rien à redouter. Nous verrons, lorsque nous rendrons compte des cultures de céréales de l'École Dombasle, que de pareilles quantités ont, au contraire, conduit partout à des résultats excellents.

4° *Action des matières organiques dans les sols sableux et extra-calcaire.* — Comme je l'ai précédemment indiqué, quatre des grandes cases, n<sup>os</sup> I, II, III et IV (V. planche I), installées à Tomblaine ont été remplies de sols argileux, silicéo-argileux, sableux et crayeux, sans mélange. Les quatre autres, VI, VII, VIII et IX, ont été amendées de la façon suivante : les trois premiers sols ont reçu une addition de  $\frac{1}{3}$  de leur volume (sur une profondeur de 0 m. 30) de tourbe de Meuse : la cinquième (tourbe) a été additionnée d'argile et de craie de Champagne, à peu près dans les mêmes proportions.

Ces additions aux sols primitifs ont pour objet l'étude des modifications que peut apporter, dans des sols relativement pauvres en matières organiques, un composé presque entièrement constitué par ces dernières (tourbe) et inversement dans la tourbe, l'adjonction de matières qui y font à peu près complètement défaut : l'argile et le calcaire.

Il y a quinze ans qu'en étudiant comparativement avec d'autres sols les célèbres terres noires de Russie, dont la fertilité est proverbiale, j'ai été frappé de la



différence énorme entre la fécondité des terres noires et celle de sols tout aussi riches, et parfois beaucoup plus riches que ces dernières, en acide phosphorique, azote, potasse, etc. J'ai cru trouver l'explication de ce fait dans la teneur en humus des terres noires, et toutes les expériences et analyses que j'ai faites depuis m'ont confirmé dans cette vue <sup>1</sup> Je suis arrivé, dans des essais de culture non interrompus depuis 1871 jusqu'à aujourd'hui, à augmenter de 50 à 100 p. 100 la fécondité de quelques sols, par l'addition de tourbe stérile par elle-même. La matière organique, en se combinant avec les substances minérales insolubles, notamment avec l'acide phosphorique, aide puissamment à leur dissémination physique dans le sol; peut-être même présente-t-elle aux racines les principes minéraux dont elles ont besoin sous une forme plus assimilable, comme je le crois; toujours est-il que le résultat pratique est incontestable; les sols riches en humus, que celui-ci vienne des récoltes antérieures, comme c'est le cas des terres de Russie et des terres de *vieille graisse*, comme disent les cultivateurs, ou qu'on l'importe sous forme de tourbe, les sols riches en humus, disons-nous, sont, toutes choses égales, plus féconds que ceux qui n'en contiennent pas.

Dans mes cases de végétation de Tomblaine, j'ai constaté une fois de plus, depuis 1884, cette action utile de la tourbe en sols siliceux, argileux et crayeux: les pommes de terre et les betteraves notamment m'ont fourni, les années précédentes, des rendements plus que doubles, dans les cases tourbées comparées

1. Voir *Rôle des matières organiques dans le sol* (*Annales de la station agronomique de l'Est*, in-8°, 1878, Berger-Levrault et C<sup>ie</sup>).

à celles qui renfermaient seulement des sols argileux, sablonneux et calcaires. De même, l'addition de terre argileuse et de craie a accru dans une proportion très notable les rendements du sol tourbeux. Cette augmentation dans la fertilité va chaque année croissant, à mesure que l'incorporation de la tourbe à ces substances augmente elle-même.

Chose remarquable, cette année, dans nos cultures de blé, c'est dans le sable et dans le sol silicéo-argileux seulement que l'influence de la tourbe se fait sentir; dans les deux autres sols, contrairement à ce qui s'était produit antérieurement pour les récoltes de pomme de terre et de betterave sucrière et fourragère, pour des raisons que nous chercherons à découvrir, c'est l'inverse qui a eu lieu. Voici les rendements de grains obtenus, rapportés en quintaux à l'hectare :

1° Sols fumés, mais non tourbés :

Case V. — Argileux.....	42,28
Case VI. — Silicéo-argileux.....	34,05
Case VII. — Sableux.....	27,25
Case VIII. — Calcaire.....	27,37

2° Sols fumés et tourbés :

Case I. — Argileux.....	38,07
Case II. — Silicéo-argileux.....	38,37
Case III. — Sableux.....	42,11
Case IV. — Calcaire.....	23,73

La présence du sable en grande quantité dans les sols des cases II (76,60 p. 100) et III (95,48 p. 100) semble avoir quelque rapport avec cet accroissement de fertilité dans les expériences de cette année : la porosité que le sable communique au sol a-t-elle joué un

rôle? Il est assez naturel de le penser. Je me borne à faire ce rapprochement, en attendant que de nouvelles expériences viennent expliquer ces anomalies.

5° *Rapport du poids du grain au poids de la paille récoltée.* — Le poids de grain correspondant à 100 kilogr. de paille est assez variable. En Lorraine, il dépasse rarement 40 à 45 kilogr., c'est-à-dire qu'il n'atteint presque jamais la moitié de celui de la paille.

En grande culture, le rendement moyen du blé à l'école de Tomblaine a été, cette année, à l'hectare, de 21 q. m. 45; celui de la paille, de 46 q. m. 53, ce qui donne exactement 46 kilogr. de grain pour 100 kilogr. de paille.

Dans nos cultures expérimentales, la diversité des sols a donné lieu à de grandes variations dans le rapport de la paille au grain : le poids de blé obtenu pour 100 kilogr. de paille a été, pour presque tous les essais, d'autant plus élevé que le sol était plus pauvre. Les différentes récoltes se classent de la manière suivante :

Nature des sols.	Grain en kilog. pour 100 de paille.
	kil.
Sable naturel.....	69,7
Sable tourbé.....	61,7
Craie pure.....	54,9
Craie tourbée.....	53,5
Sol silicéo-argileux pur .....	50,5
Sol argileux pur.....	49,2
Sol silicéo-argileux tourbé.....	46,8
Sol argileux tourbé.....	43,4

L'écart maximum entre le sable pur et le sol argileux tourbé s'élève donc à 26 kilogr. 3 de grain pour

100 de paille, soit à près de 50 p. 100, si l'on prend comme type le sol argileux tourbé.

D'où viennent ces différences? C'est ce qu'il m'est assez difficile d'expliquer, quant à présent, mais elles m'ont paru devoir être signalées aux cultivateurs.

Tous les chiffres ci-dessus se rapportent à des sols riches ou abondamment fumés; il n'est pas sans intérêt de leur comparer les résultats fournis par les sols naturels non fumés.

Ici les écarts sont encore plus considérables pour le sol sableux et pour la craie, c'est-à-dire pour les sols très pauvres, car ces deux cases n'ont reçu aucune espèce de fumure depuis que les terres qui les remplissent ont été extraites, l'une du fond de la Meurthe, l'autre d'un sâvart inculte des environs d'Épernay. Sans avoir reçu de fumure depuis six ans, les sols argileux et silicéo-argileux de cette série d'expériences sont riches en principes fertilisants par suite de fumures antérieures. Voici les résultats curieux des pesées faites avec le plus grand soin, tant pour le grain que pour la paille :

Nature du sol.	Grain en kilogr. pour 100 de paille.
—	— kil.
Craie vierge.....	89,4
Sable vierge.....	61,9
Sol argileux.....	49,7
Sol silicéo-argileux.....	43,6

Ces chiffres tendraient à prouver qu'obéissant à la loi de conservation de l'espèce, les plantes, en sol très pauvre, concentrent toute leur activité productive sur la formation des grains destinés à perpétuer l'espèce. Mais c'est là une considération philoso-

phique que je hasarde en passant, sans lui attribuer une valeur plus grande que de raison. Je tenterai, dans des essais ultérieurs, d'élucider ce point délicat de physiologie végétale.

Tous les rendements en grain pour 100 kilogr. de paille, rapportés ci-dessus, expriment la moyenne des quatre variétés de blés généalogiques anglais qui ont servi de base à nos cultures : il m'a paru intéressant de chercher comment, en moyenne, sur tous les essais d'une même variété, se comportent ces rapports. Si l'on compare le rendement total en grain de chacune des variétés avec le rendement total en paille, on arrive pour les quatre blés anglais et pour le blé de pays aux résultats suivants :

Variétés de blé.	Grain en kil.
	pour 100 de paille.
	—
	Kil.
Victoria.....	59,5
Goldendropp.....	55,7
Hunter.....	54,1
Nursery.....	50,7
Blé de Vic (pays).....	40,2

Les variétés anglaises améliorées sont donc, non seulement plus productives que le blé de pays, comme nous l'avons vu précédemment, mais, outre que leur rendement par hectare est supérieur à celui du blé de pays, le rapport du grain à la paille est également beaucoup plus élevé pour ces variétés.

Enfin, et c'est par là que je terminerai cette discussion sommaire des essais de cette année, les qualités prolifiques de chacune des variétés des blés anglais et du blé français les classent dans l'ordre suivant, pour la moyenne de toutes les expériences :

Nom des variétés.	Rendement moyen
	en grain à l'hectare.
Goldendropp.....	q. m. 36,02
Nursery.....	33,82
Hunter.....	22,40
Victoria.....	20,70
Blé de pays.....	18,70

On voit que l'on peut, sans présomption, espérer, avec des soins culturaux bien compris, arriver à obtenir de nos semences de pays des rendements égaux à ceux que donnent les variétés d'Angleterre.

M. Thiry a cultivé cette année, sur 70 ares environ, le même blé de Vic que celui qui a servi à mes essais; il en a obtenu 24 quintaux métriques de grain et 49 q. m. 80 de paille à l'hectare, c'est-à-dire un rendement qui vient se placer dans nos essais, comme dans les cultures de Tomblaine, à côté du Hunter et au-dessus du Victoria.

Ces résultats sont fort encourageants : je ne saurais trop insister auprès des cultivateurs français pour les amener à préparer eux-mêmes, par voie de sélection, les semences perfectionnées qui leur assureront, avec des rendements élevés, des blés mieux adaptés à notre climat que les graines exotiques. Les conditions de ces essais sont si simples, leur exécution si peu coûteuse, que j'espère voir mon appel entendu par les intéressés. Un sol propre, bien labouré, additionné, s'il n'est pas suffisamment riche, de 1000 kilogr. de scories à l'hectare, soit environ une dépense de 35 francs, plus 150 kilogr. de nitrate de soude au printemps (soit de 37 à 40 francs); un semis clair avec des graines triées dans les meilleurs épis de la récolte dernière : voilà les seules précautions à prendre pour assurer le succès.

## VIII

### LES EXPÉRIENCES CULTURALES DE L'ÉCOLE DE TOMBLAINE EN 1887

Expériences comparatives sur la valeur des engrais phosphatés pour avoines. — Action de la chaleur sur l'assimilabilité des phosphates.

L'emploi des engrais minéraux, qui est entré dans les habitudes d'un grand nombre de cultivateurs depuis un temps assez long déjà, a mis d'une manière générale hors de doute leur efficacité. Il importe aujourd'hui de multiplier les essais dans des conditions bien déterminées, différentes d'un point à un autre, en ce qui concerne notamment la nature des sols. Le but des cultures expérimentales, suivies d'après toutes les règles d'une méthode scientifique, est de préciser l'influence de tel ou tel engrais, suivant les conditions particulières où on l'emploie. En dehors des cultures de blé, qui ont été continuées, comme les années précédentes, par M. Thiry, dans la ferme expérimentale de Tomblaine, nous avons institué, de concert, dans la campagne dernière, des essais de culture destinés à montrer, *pour le sol sur lequel nous*

*opérons* : 1° la valeur comparative des diverses formes de phosphates sur le rendement d'une céréale de printemps; 2° la valeur fertilisante comparée du fumier de ferme et des engrais minéraux employés seuls et en mélange pour betteraves en 1886, suivies d'un blé en 1887.

Les résultats de ces deux séries d'essais ont été intéressants; aussi vais-je les faire connaître assez complètement ici pour en permettre la vérification dans d'autres exploitations rurales.

Nos lecteurs se rappellent sans doute l'insistance que j'ai mise depuis quelques années à préconiser l'emploi, dans le plus grand nombre des cas, de phosphates insolubles, de préférence aux superphosphates. La raison d'économie, si importante en culture, est celle que j'ai invoquée, l'acide phosphorique insoluble coûtant, en moyenne, moitié moins cher, au moins, que le même corps fertilisant dans le superphosphate.

Les motifs d'ordre physiologique que j'ai si souvent rappelés<sup>1</sup> viennent corroborer la raison économique. Mais rien ne vaut, dans cet ordre d'idées, l'expérience directe; c'est pourquoi tous les ans, depuis 1868, j'ai consacré une partie de mes champs d'essais à ces études sur la valeur comparée des phosphates,

En 1887, nous avons essayé, pour avoine, l'acide phosphorique sous quatre formes différentes, à la dose de 150 kilogrammes d'acide réel à l'hectare, savoir : 1° phosphate des Ardennes; 2° thermo-phosphate Bazin; 3° scories Thomas-Gilchrist; 4° superphosphate.

1. Voir *Études agronomiques*, 1<sup>re</sup> série, 1885-1886; *Études agronomiques*, 2<sup>e</sup> série, 1886-1887. Paris.



Le champ d'expérience avait une surface totale de 25 ares; loué récemment par M. Thiry, il était en très mauvais état et rempli de chiendent. Il a été nettoyé complètement et labouré avant l'hiver. Au printemps, avant l'épandage des engrais, il a reçu une nouvelle culture. L'ensemencement a été fait en avoine de la variété Pedigree Tartarian (Hallett), d'importation directe d'Angleterre. La semaille a eu lieu le 27 avril 1887, et la récolte le 14 août suivant. Le champ a été partagé en cinq parcelles d'une contenance égale à cinq ares. Chacune des parcelles a reçu 200 kilogr. de nitrate de soude, correspondant à 34 kilogr. 5 d'azote.

L'une d'elles, à laquelle on n'a pas donné de phosphate, servait de témoin; comme les quatre autres, ainsi que je viens de le dire, cette parcelle témoin a été fumée au nitrate. La seule condition variable était donc, pour les parcelles 2 à 5, la nature du phosphate employé, et, par rapport à la parcelle 1, l'addition du phosphate, cette dernière n'ayant reçu que du nitrate de soude. J'ai déjà signalé l'importance qu'il y a, lorsqu'on fait un essai d'un engrais particulier, azoté, phosphaté ou autre, à donner au sol, en même temps que cet engrais, une quantité suffisante des autres substances fertilisantes, si la terre n'en contient pas les proportions nécessaires pour fournir une récolte. En ne faisant varier qu'une des conditions du problème à la fois, on délimite ainsi nettement l'effet que l'on veut étudier. La parcelle 1 avait donc reçu autant d'azote que les autres, et la différence dans les poids des récoltes des quatre parcelles 2 à 5 ne pouvait être attribuée qu'à l'action des phosphates.

Voici les rendements en paille et grain, rapportés à l'hectare, fournis par chacune des parcelles :

Fumure.	Paille en quintaux.	Grain en quintaux.
—	q. m.	q. m.
1. Nitrate, pas de phosphate...	15,00	3,20
2. Superphosphate.....	14,75	9,50
3. Phosphate naturel des Ar- dennes.....	33,75	15,00
4. Thermo-phosphate Bazin....	39,75	21,30
5. Scorie Thomas-Gilchrist....	31,25	20,00

Le thermo-phosphate et les scories de déphosphoration ont fourni, comme on le voit, des rendements assez voisins l'un de l'autre et de beaucoup supérieurs aux autres engrais. Ce rapprochement est très curieux et mérite quelques explications.

Les scories, on le sait, sont un produit des aciéries qui a subi l'action d'une température très élevée; le thermo-phosphate employé (c'est ainsi que le désigne M. Bazin <sup>1</sup>, qui m'avait prié de l'expérimenter) est du phosphate naturel des Ardennes soumis, lui aussi, à l'action d'une forte chaleur. Il est très intéressant de constater que les phosphates calcinés sont beaucoup mieux assimilés par les plantes; en effet, tandis que le phosphate naturel des Ardennes n'a donné que 15 quintaux d'avoine, le même produit, différant seulement par une application de chaleur, en a donné 21,3 et les scories ont produit 20 quintaux. Je serais porté à croire, d'après cela, que les scories de déphosphoration doivent, en

1. M. Raoul Bazin, à Condé-sur-Noireau (Calvados), a breveté la fabrication de ce produit, qui est appelé par son bon marché à rendre de grands services à l'agriculture.

grande partie, leur assimilabilité, sensiblement plus élevée que celle des phosphates minéraux naturels, à la modification que la chaleur a fait subir au phosphate qu'elles renferment. Les essais de culture que M. Bazin a faits lui-même sur prairies et céréales lui ont donné des résultats comparables à ceux que nous avons obtenus à Tomblaine. Il est à désirer que des expériences soient instituées dans des sols d'une autre nature que celui de l'École Dombasle pour contrôler ces faits.

L'action des différentes sortes de phosphates sur l'augmentation du rendement en avoine (paille et grain) ressort clairement des chiffres ci-dessus. La parcelle témoin, malgré la fumure azotée qu'elle a reçue, n'a produit que 3 q. m. 30, tandis que les autres ont donné un rendement double en paille et trois à sept fois plus élevé en grain.

La dépense, en engrais à l'hectare, pour les parcelles 2 à 5 est à peu près la suivante : pour la parcelle 2 : 150 kilogr. d'acide phosphorique à 0 fr. 55 le kilogr. = 82 francs 50, plus 50 fr. de nitrate, total : 132 fr. 50. — Pour les trois autres, 150 kilogr. d'acide phosphorique à 0 fr. 25 = 37 fr. 50, plus 50 francs de nitrate, total : 87 fr. 50. La dose d'acide phosphorique employée est considérable et servira à la production de plusieurs récoltes successives. On peut admettre, en effet, d'après la composition de l'avoine, que le quart, tout au plus, de l'acide phosphorique a été consommé par la récolte de 1887, soit une valeur de 21 francs environ pour la parcelle 2, et de 10 francs au plus pour les trois autres. Les phosphates minéraux et les scories ont donc fourni un rendement très rémunérateur dans les deux dernières parcelles surtout.

Puisque je suis conduit à parler encore des scories de déphosphoration, j'en profiterai pour insister à nouveau sur un point économique très important. On me demande très fréquemment si l'on doit employer les scories en poudre impalpable, ou seulement en poudre grossière, ce qui entraîne une dépense bien moindre pour le cultivateur. Le point fondamental dans l'application des fumures au sol, c'est la dissémination aussi parfaite que possible des principes fertilisants dans la terre, c'est-à-dire la mise en contact direct avec le plus grand nombre possible de particules du sol. La plante ne pouvant s'alimenter que par l'action directe de ses racines sur les particules de terre qu'elles touchent immédiatement, plus l'engrais sera disséminé, plus il y aura de chances pour les racines de l'atteindre.

Cela étant, tout ce qui contribue à répartir uniformément les engrais dans le sol est favorable à leur action. Les poudres les plus fines, les poudres à l'état de pulvérisation chimique, doivent donc agir plus efficacement que les poudres grossières. Il résulte de là que, *théoriquement*, il faudrait toujours préférer les engrais à l'état de poudre impalpable à ceux qui sont en grains plus ou moins grossiers. Dans la pratique, où il ne faut jamais perdre de vue le côté économique, l'avantage que je viens de signaler n'existe pas toujours. En effet, si, pour amener une matière fertilisante à l'état impalpable, il faut lui faire subir un traitement qui en double ou en *décuple* le prix de revient, ce qui est le cas des scories, le cultivateur aura à se demander s'il n'a pas intérêt à préférer la poudre grossière à l'autre, sauf à l'employer en plus grande quantité.

Ce raisonnement-là s'applique tout particulièrement aux scories de déphosphoration par des motifs sur lesquels je reviens une fois encore : ces scories, même en fragments grossiers, se délitént spontanément avec une grande facilité, surtout lorsqu'elles sont très calcaires. La chaux qu'elles contiennent, ainsi que les oxydes de fer et de manganèse, en s'hydratant et en se suroxydant, rompent l'adhérence des particules, et la poudre grossière confiée au sol se transforme bientôt en poudre impalpable.

C'est donc la question économique, c'est-à-dire le prix auquel reviendra l'unité d'acide phosphorique, transport compris, qui devra guider le cultivateur dans le choix du degré de finesse de ces scories.

Celles que nous employons à Tomblaine, depuis quatre années, sont en poudre grossière, provenant d'un simple tamisage à la elaie des fragments délitént spontanément à l'air : les rendements que nous avons obtenus jusqu'ici prouvent à l'évidence que, sous cette forme, les scories Gilchrist sont parfaitement assimilées et produisent, dès la première année, tout leur effet. Voici, à ce sujet, quelques renseignements précis.

Les scories que nous employons à Tomblaine proviennent de l'usine du Mont-Saint-Martin à Longwy, (Meurthe-et-Moselle). Elles ont coûté rendues à l'École Dombasle 50 francs environ les 10 000 kilogr., soit, *au maximum*, 0 fr. 50 les 100 kilogr. Ces scories en poudre grossière se sont montrées un engrais phosphaté de premier ordre dans tous les essais en grand que nous en avons faits, M. Thiry et moi. Malgré leur peu de finesse, elles sont parfaitement assimilées par les plantes. Pour répondre à cette assertion que plus

les scories sont fines, plus grande est leur action, j'ai déterminé sur un lot moyen de 5 kilogr. la répartition des scories d'après leur finesse. Voici le résultat de cette analyse mécanique, faite dans des tamis dont l'écartement des mailles a varié de 1/2 millimètre à 5 millimètres.

Passant au travers des mailles de :	Kil.	En centièmes p. 100.
1/2 millimètre.....	0,150	3,00
1 millimètre.....	1,490	29,80
2 millimètres.....	0,780	15,60
3 millimètres.....	0,660	13,20
4 millimètres.....	0,370	0,40
5 millimètres.....	0,610	12,20
Plus grosses que 5 milli- mètres.....	0,940	
Totaux.....	5,000	

On peut représenter d'une manière plus frappante encore la répartition, par ordre de grosseur, des grains de ces scories, en cherchant les proportions de poudre de diverses finesses qui forment le mélange obtenu avec des tamis de différentes grosseurs indiqué plus haut. J'ai trouvé les résultats suivants :

Il passe en tout aux tamis suivants :	Kil.	Soit en centièmes.
Maille 1/2 millimètre.....	0,150	3
— 1 millimètre.....	1,640	32,80
— 2 millimètres.....	2,820	48,40
— 3 millimètres.....	3,060	61,60
— 4 millimètres.....	3,450	69,00
— 5 millimètres.....	4,050	81,00
Restant sur tamis de 5 milli- mètres.....	0,940	

La poudre grossière dépassant, pour le volume de chaque grain, 1 millimètre entre donc pour 97 p. 100

dans la masse que nous employons. La désagrégation naturelle qui s'opère dans le sol suffit donc pour mettre à la disposition des racines ces phosphates à gros grains qu'on ne peut obtenir dans le commerce à l'état de poudre impalpable qu'avec une augmentation de prix considérable pour l'achat de la matière première. En effet, dans les scories en poudre impalpable, le kilogramme d'acide phosphorique coûte, à l'usine 16 à 18 centimes, tandis que dans les poudres grossières on le paye 3 à 5 centimes.

Avant de passer aux essais de culture de betteraves, je signalerai aussi des expériences très intéressantes faites cette année à la ferme d'Armainvilliers, près de Paris, sur l'emploi des scories en compost avec les fumiers de ferme. A Armainvilliers on répand les scories en poudre grossière sur le fumier, soit à l'étable, soit sur la place à fumier, à la dose d'environ 70 kilogr. par mètre cube. Cette opération a pour effet, outre l'enrichissement en acide phosphorique qui en résulte, d'enlever aux excréments des animaux l'odeur qui accompagne leur décomposition. Contrairement à ce qu'on aurait pu redouter, il n'y a pas de déperdition d'azote — l'analyse des fumiers ainsi traités l'a prouvé. Les scories semblent, d'après les expériences d'Armainvilliers, jouir de propriétés désinfectantes très marquées. L'atmosphère des écuries et des étables, où l'on en répand chaque jour sous les animaux, est débarrassée des émanations méphitiques qu'on constate d'ordinaire; je signale ce résultat aux cultivateurs, en les engageant à faire eux-mêmes l'expérience. Le purin mélangé aux scories perd tout à fait son odeur infecte, et l'on ne constate pas le moindre dégagé-

ment d'ammoniaque. Je me borne à indiquer le fait, en attendant que des essais et des analyses m'aient permis d'en chercher l'explication.

*Expériences de culture de blé après betteraves.* — 1 hect. 30 ont été consacrés à ces essais. En 1886, on avait divisé cette pièce de terre en trois parcelles qui ont été fumées comme suit : la première, 50 000 kilogr. de fumier de ferme à l'hectare; la deuxième, un mélange de 25 000 kilogr. de fumier et des quantités suivantes d'engrais chimiques :

Superphosphate.....	250 kil.
Nitrate de soude.....	250 —
Chlorure de potassium.....	125 —

la troisième, le double de ce mélange d'engrais minéraux et pas de fumier.

Les rendements des trois champs ont été : première parcelle, 35 000 kilogr. de betteraves à l'hectare; deuxième parcelle, 44 000 kilogr.; troisième parcelle, 51 000 kilogr.

Ensemencées à l'automne de 1886 en blés de diverses variétés de choix, ces trois parcelles ont reçu pour toute fumure un épandage de 150 kilogr. de nitrate de soude, au printemps de 1887. Le rendement maximum en blé a été celui de la parcelle fumée aux engrais chimiques seuls, et qui, l'année précédente, avait donné 51 000 kilogr. de betteraves. Le blé Lamed a fourni, cette année, 29 q. m. 40 de grain à l'hectare et 63 q. m. 21 de paille. Le poids de l'hectolitre était de 80 kilogr.; la récolte en grain a donc été de 36 hectolitres 75 à l'hectare. Les autres variétés ont fourni, dans la parcelle au fumier seul



(blé roseau), 26 q. m. 6 de grain; dans la parcelle à fumure mixte (blé Lamed), 25 q. m. 8.

Une quatrième parcelle présentait un intérêt tout particulier : fumée en 1885 avec 20 000 kilogr. de fumier de ferme additionné de 400 kilogr. de phosphate insoluble et 150 kilogr. de nitrate, elle avait donné une récolte de 31 q. m. de blé (Square Head); elle a été de nouveau semée en blé, en 1886, sur une fumure de 10 000 kilogr. de fumier additionnés de 350 kilogr. de noir de raffinerie et 150 kilogr. de nitrate de soude : le blé Square Head a donné 25 q. m. 8, et le Dattel 29 q. m. 25. Si l'on tient compte de la médiocrité naturelle du sol de ces parcelles, on voit, comme je l'ai tant de fois répété, qu'il est possible, avec une fumure convenable, d'obtenir dans un sol pauvre des récoltes successives de blé très rémunératrices.

A mesure que les notions saines sur la nutrition des plantes se répandront dans nos campagnes, les cultivateurs se convaincront de la possibilité de changer, du tout au tout, la fécondité d'une terre, si médiocre qu'elle soit, par l'apport des éléments chimiques nécessaires, par l'application de bons procédés et par le choix des bonnes semences. Sous ce rapport, l'École de Tomblaine a déjà exercé, dans un rayon assez étendu, une influence des plus heureuses sur la culture locale.

## IX

### LE PRIX DE REVIENT DU BLÉ ET LA CULTURE EXPÉRIMENTALE

Projets de cultures expérimentales de blé pour l'automne prochain. — L'école d'agriculture du Paraquet et le prix de revient du blé.

De tous côtés se produit, en France, une véritable agitation, dans le bon sens du mot, autour de la question agricole. L'accroissement des rendements, en vue de diminuer les prix de revient, tend de plus en plus à occuper dans l'esprit des cultivateurs le rôle prépondérant qui lui appartient aux yeux de quiconque a réfléchi sur les conditions présentes de l'agriculture et sur son avenir.

On commence à reconnaître de toutes parts que le facteur principal des bénéfices à réaliser en agriculture est le prix auquel on peut produire les denrées alimentaires. Suivant le taux qu'atteint ce prix, le cultivateur se trouve en gain ou en perte. Lorsqu'il va au fond des choses, le producteur s'aperçoit que les écarts dans les prix de revient du blé, par exemple, dépassent de beaucoup les variations résultant de la spéculation commerciale, du régime fiscal

des autres conditions extrinsèques qui échappent à son action.

Ce mouvement des esprits, nous le constatons avec d'autant plus d'intérêt que la campagne menée par nous depuis quatre ans n'y est peut-être pas tout à fait étrangère<sup>1</sup>

Depuis quelques mois, il m'a été adressé par des associations ou comices agricoles, sociétés d'agriculture et conseils généraux des régions les plus diverses de la France, la demande de prendre à l'automne prochain la direction effective de champs d'expériences pour la culture du blé. Suivant le tempérament de mes correspondants, sans doute, les lettres que je reçois revêtent des formes variées. Les unes me prient d'accepter la mission qui m'est offerte ; d'autres me laissent entendre qu'il est de mon *devoir*, étant donnée la part que j'ai prise dans l'étude de la question du blé, de ne pas décliner cette mission ; il en est, enfin, qui me *somment* de la manière la plus impérative de me rendre à leur appel et d'aller à 150 ou 200 lieues de chez moi organiser et diriger des cultures où j'appliquerais *mes formules* afin de démontrer que le prix de revient du blé est dans le Nord, l'Anjou ou le Dauphiné, par exemple, celui que j'ai indiqué pour les cultures de Lorraine, où j'ai eu en main tous les éléments de sa fixation.

1. Après avoir entretenu, dans la limite où cela m'était matériellement possible, une correspondance suivie avec les nombreux lecteurs qui m'ont fait l'honneur de me consulter, je suis convié d'un grand nombre de côtés à une intervention plus directe, au sujet de laquelle j'ai dû m'expliquer dans mes *revues* du journal *le Temps*. La question étant d'intérêt général, j'ai cru utile de reproduire ici la réponse collective que j'ai faite à mes correspondants.

La plupart des communications qui m'ont été adressées à ce sujet ont le caractère d'une correspondance privée; je les laisserai entièrement de côté ici; quelques-unes sont le résultat de délibérations qui ont reçu de la publicité : ce sont les seules dont je veuille faire usage pour discuter le fond même de la question. Je choisirai, comme point de départ de cette discussion, qui doit conserver le caractère d'intérêt général pour servir les progrès de l'agriculture, la délibération du conseil général de la Somme, session d'avril 1887, qui m'a été officiellement transmise, dans les termes les plus gracieux d'ailleurs, par M. le préfet de ce département.

Le ministre de l'agriculture a créé récemment au Paraclet, dans d'excellentes conditions, grâce au concours libéral du département de la Somme, une école pratique d'agriculture dont la direction est confiée à un agronome distingué, M. Tanviray, l'ardent et zélé promoteur des syndicats agricoles. Une ferme de 110 hectares, louée par le département, offre toutes les ressources nécessaires pour l'instruction pratique des élèves et pour l'étude expérimentale des diverses cultures.

A la session d'avril 1887, la commission de surveillance de l'école du Paraclet a présenté au conseil général un rapport sur la situation de l'école et sur les expériences à y entreprendre à l'automne prochain. Ce rapport a été imprimé, le conseil général en a approuvé les conclusions, et M. le préfet de la Somme me l'a transmis; j'en extrais textuellement ce passage, qui concerne la question du prix de revient du blé :

« L'étude du prix de revient s'impose d'autant plus

que depuis quelque temps on fait grand bruit, même au sein du Parlement, des théories de certains professeurs, dont on nous conseille l'application.

« Un des plus cités, M. Grandeau, dans son ouvrage *Études agronomiques*, 1885-1886, page 152, s'exprime ainsi : « La moyenne générale pour l'ensemble de nos champs d'expériences de Tomblaine (1885) est de 5 fr. 72 le quintal. On voit qu'il ne saurait être question d'abandonner la culture d'un produit qui, pouvant, dans certaines conditions, s'obtenir à 5 fr. 72, se vend 21 francs, c'est-à-dire près de quatre fois plus cher. Admettons qu'il faut doubler le prix de revient et qu'une culture bien conduite n'arrive à produire le blé qu'à 10 ou 12 francs le quintal, l'écart est encore suffisant pour encourager le cultivateur dans la voie des essais où je voudrais l'entraîner. »

« Les libres échangistes acceptent ces affirmations comme paroles d'Évangile ; les cultivateurs les considèrent comme très contestables.

« Nous admettons volontiers la possibilité d'augmenter des rendements, mais de pareils prix de revient nous paraissent surprenants ! Il faut que la lumière se fasse ! Il faut, en raison de la situation qu'occupe M. Grandeau, que ces expériences soient recommencées contradictoirement ; et quel endroit conviendrait mieux que notre école pratique !

« En conséquence, la commission de surveillance a l'honneur de vous prier, monsieur le préfet, de vous mettre en rapport avec M. Grandeau et de lui demander de venir appliquer ses formules sur cinq hectares au moins de la ferme du Parolet, pour la récolte 1887-1888, et au besoin pour celles des années suivantes.

« L'opération, exécutée par les soins de MM. Tanviray et Raquet, sous la direction de M. Grandeau, et suivie par la commission de surveillance qui a la volonté de se rendre compte des choses, sans idées préconçues, aurait une autorité incontestable et serait de nature à provoquer, le cas échéant, la conversion des plus incrédules.

« Assurément, aucun emploi plus fructueux ne saurait être fait d'une partie des fonds mis à la disposition de la Société des agriculteurs de la Somme pour les champs de démonstration, et nous ne doutons pas que M. Grandeau ne s'empresse d'accepter une proposition qui aura pour conséquence de prouver la valeur de ses méthodes. »

Le conseil général de la Somme entre dans une excellente voie en décidant l'institution d'expériences soigneusement conduites sur une surface de terrain assez étendue pour permettre des conclusions applicables à la grande culture. On ne saurait trop l'en féliciter, et si son exemple était suivi dans tous les départements où la culture du blé occupe le premier rang, il n'est pas douteux qu'en très peu d'années l'agriculture recueillerait des fruits précieux de ces expériences. Mon concours est donc complètement acquis à l'œuvre de l'école du Paraclet dans la mesure où je le crois utile et compatible avec mes nombreux devoirs professionnels.

Avant d'indiquer comment j'entends ce concours, il est nécessaire de revenir sur l'exposé qu'on vient de lire. Certains termes employés par les auteurs tendent à me prêter des idées que je n'ai jamais exprimées et contre la propagation desquelles je ne saurais trop m'élever, dans l'intérêt même des essais

que le conseil général de la Somme va subventionner et couvrir de son patronage. Le rapport de la commission de surveillance peut se résumer ainsi : « Nous admettons la possibilité d'augmenter les rendements du sol en blé : M. Grandeau a émis des *théories* et donné des *formules* qui l'ont conduit à des *prix de revient* surprenants. Nous l'invitons à démontrer, en prenant la direction d'un champ d'expériences de cinq hectares au Paraclet, que ces *formules* et ces *théories* permettent de produire dans la Somme du blé à 6 ou 10 francs le quintal. »

La commission de surveillance est complètement dans l'erreur en ce qui me concerne, qu'elle me permette de le lui dire, car rien, dans aucun de mes écrits, n'autorise à me prêter des théories et moins encore des formules dont l'application conduirait, pour une récolte quelconque, à un prix de revient susceptible de généralisation. Ce malentendu a une certaine importance; aussi me paraît-il utile de le faire disparaître par une explication catégorique.

Le prix de revient d'un produit agricole est chose essentiellement variable d'un point à un autre du territoire quand ce n'est pas, comme l'ont montré les cultures de Tomblaine et de Tantonville, d'un champ à l'autre. Son facteur dominant est, en général, le rendement obtenu, mais ce dernier ne suffit point à l'établir. La valeur locative du sol, les frais généraux, tels qu'impôts, assurances, entretien des bâtiments et des machines, etc., le prix de la main-d'œuvre, celui de la semence, la valeur vénale des produits accessoires (la paille au cas du blé), l'assolement adopté, la dépense pour fumure en rapport avec la nature et la qualité du sol, sont autant d'élé-

ments variables entrant en ligne de compte dans le calcul du prix de revient. Nous avons toujours eu grand soin, en établissant le prix de revient du quintal de froment dans les cultures qui nous ont servi d'exemples, de tenir compte aussi complètement qu'on peut le faire de toutes ces données. Il est impossible, *a priori*, de dire que le blé dans le département de la Somme coûtera le même prix de production qu'en Lorraine, à moins de partir d'éléments numériques que la connaissance des faits locaux peut seule fournir.

C'est en suivant pas à pas une culture, en tenant compte des dépenses journalières qu'elle occasionne, que l'École du Paraquet arrivera à réunir les données d'un prix de revient sérieux : cela ne pourrait, avec le meilleur vouloir, se faire à distance. Quel sera le prix de revient? je l'ignore. Ce que j'ai dit, ce dont je suis certain plus que jamais, c'est qu'en Lorraine et dans les régions comparables, sous le double rapport de la qualité moyenne des sols et du climat, dans des conditions analogues de valeur vénale de la terre, le prix de main-d'œuvre et autres se traduisant par une dépense moyenne de 400 francs à l'hectare, on peut produire le blé, en grande culture, au prix de revient moyen très rémunérateur de 10 francs à 12 francs le quintal; cela n'est vrai, bien entendu, que sous la réserve d'appliquer les méthodes culturales familières aux bons cultivateurs et de fournir à la récolte les aliments que le sol ne lui présenterait pas en quantité et à un état convenables.

C'est aux expériences projetées au Paraquet à nous apprendre à quel prix on peut obtenir le quintal de blé dans la Somme et non au directeur de la station de l'Est à prendre l'engagement de produire, dans des



conditions économiques et culturelles qu'il ignore entièrement à l'heure qu'il est, du blé à 7. 8 ou 10 francs le quintal.

Dans le chapitre VIII de la 2<sup>e</sup> série de ces *Études*, pages 81 et suivantes, j'ai établi, avec toutes les pièces en main, qu'en 1886 une culture de 35 hectares avait produit chez MM. Tourtel, à Tantonville, du blé au prix de revient moyen de 9 fr. 25. En analysant les documents relatifs à chaque variété de semence, on trouve que dans cette exploitation le dattel est revenu, en 1886, à moins de 5 francs le quintal, tandis que le hickling, dans un champ voisin, a coûté 12 fr. 45. Comment, en présence d'écartes semblables, parler *a priori* d'un prix de revient applicable indistinctement à toutes les régions? Le facteur principal de ces divergences étant le rendement, et celui-ci dépendant tantôt de la nature de la semence, tantôt de celle du sol, etc., on voit que le prix de revient est chose essentiellement locale. que l'expérience directe peut seule donner.

Arrivons maintenant aux *théories* et aux *formules* auxquelles la commission de l'École du Paraquet fait allusion. Il semble résulter du rapport précédemment cité que je sois en possession de formules applicables dans la Somme, comme en Meurthe-et-Moselle ou ailleurs, à l'obtention de hauts rendements en blé, et que j'aie une théorie particulière sur la culture du froment. Rien ne serait moins exact. J'ai cherché, tant d'après mes propres expériences qu'en m'aidant des nombreux essais ou observations faites sur la culture du blé, à résumer les lois naturelles qui régissent le développement de cette céréale et à en déduire les règles fondamentales applicables dans les régions

tempérées. De là à une théorie générale et, plus encore, à des formules applicables partout, il y a loin. La culture d'une plante dans un sol et sous un climat donnés est chose essentiellement contingente ; les conditions naturelles où se fait cette culture appellent nécessairement des modifications dans les procédés, et surtout dans les fumures, en rapport avec les variations des milieux où on l'entreprend. A l'expérience directe et répétée pendant plusieurs années dans le même lieu peut seule appartenir de se prononcer sur la variété à semer de préférence à d'autres, sur la place à donner au blé dans l'assolement, etc. La nature et la proportion de la fumure à adopter dépendront de la composition et de la richesse du sol ; elles pourront varier du tout au tout avec ces dernières.

Le but qu'on doit se proposer dans des expériences de l'ordre que projette la commission du Paraclet doit être précisément de déterminer par des essais comparatifs les meilleures variétés de blé à propager dans le pays, les fumures les mieux appropriées au sol de la région, et non de transporter de toutes pièces dans la Somme des essais qui ont réussi en Meurthe-et-Moselle. Toute culture expérimentale, pour être menée à bien, nécessite des connaissances générales que rien ne saurait suppléer ; ces connaissances peuvent être résumées en vue d'une application à un sol quelconque : tels sont les caractères des semences, les règles qui doivent présider à leur choix, la forme chimique sous laquelle il est préférable de fournir au sol les substances fertilisantes, la préparation mécanique de la terre, le mode de semaille, les soins à donner à la plante, etc. Il est d'autres indications, au

contraire, essentiellement locales celles-là, qu'une étude préalable du terrain au point de vue physique et chimique peut seule fournir, telles, par exemple, la nature et la quantité de chacun des principes fertilisants, l'époque à laquelle il convient de fumer et de semer les champs, etc. Enfin il est à peu près impossible de dire *a priori* quelle variété de semences donnera les rendements les plus élevés; les essais comparatifs peuvent seuls fournir à ce sujet des renseignements précis. Ajoutons que les expériences culturales, celles surtout qui ont pour but de fixer le prix de revient d'un produit agricole, doivent être suivies au jour le jour si l'on doit prendre la responsabilité de tirer de leurs résultats des conclusions économiques.

Le directeur de la station agronomique de l'Est prêtera très volontiers son concours à l'École du Paraquet pour l'étude chimico-physique des sols destinés à fournir des indications sur le choix des fumures; il donnera son avis sur les variétés de blé les plus aptes, selon lui, à fournir dans la Somme des rendements élevés; il examinera les diverses questions que M. Tanviray et le conseil de l'École du Paraquet pourraient avoir à lui soumettre, mais il ne saurait assumer la responsabilité de diriger, à distance, des expériences sur le prix de revient du blé.

Les cultures expérimentales de l'École Mathieu de Dombasle présentent des spécimens très instructifs de culture du blé sur fumier et sur engrais chimiques. Les délégués du conseil général de la Somme et les cultivateurs qui seraient tentés de venir les visiter sont assurés de recevoir l'accueil le plus empressé de mon dévoué et habile collaborateur, M. Thiry, direc-

teur de l'École. Une excursion de quelques heures dans les champs de Tomblaine fournirait sur les conditions générales d'une bonne culture de blé, en sol pauvre, des renseignements plus précis et plus utiles qu'une longue description de la méthode qui nous assure des rendements de 20 à 25 quintaux de grain à l'hectare. La comptabilité de l'École permettrait en outre la vérification des éléments du prix de revient du blé à Tomblaine.

## X

### DIX ANNÉES DE CULTURE DU BLÉ ET DE L'ORGE A STACKYARD

Valeur comparée des sels ammoniacaux et des nitrates. —  
Influences des conditions météorologiques dans les expériences culturales.

Quand un chimiste ou un physicien fait une expérience, il est certain à l'avance d'obtenir un résultat qui se reproduira identique à lui-même, chaque fois qu'il aura su se placer dans les mêmes conditions en répétant son essai. Cl. Bernard, et ce n'est pas là son moindre titre de gloire, a démontré qu'il en est absolument de même lorsqu'on substitue un être vivant, plante ou animal, à la matière inerte. Les êtres vivants obéissent aux lois physico-chimiques; chaque fois que nous les mettons dans des conditions rigoureusement déterminées et identiques à elles-mêmes, nous voyons se reproduire chez eux les mêmes phénomènes. Mais ici l'expérimentation est entourée de complications extrêmes d'une part, en raison des changements incessants dont l'être vivant est le siège, de l'autre par la difficulté que l'on rencontre

à définir les conditions de l'expérience et à les reproduire à volonté. Ces difficultés, que connaissent les physiologistes, s'accroissent encore lorsque, passant du laboratoire, où, jusqu'à un certain point, nous sommes à peu près maîtres des milieux et des circonstances auxquels nous soumettons un animal ou une plante, nous entreprenons des essais en grand, à l'étable ou en plein champ. Cette remarque s'applique plus rigoureusement encore aux expériences culturales qu'aux recherches sur l'alimentation du bétail.

Outre les différences dans la constitution des sols, dans leurs propriétés physiques et dans leur composition chimique, l'agriculteur rencontre dans la variabilité des phénomènes météorologiques, dont l'ensemble constitue le climat, des causes de perturbation qu'il n'est pas en son pouvoir de modifier et dont la mesure exacte lui échappe à peu près complètement. On ne saurait donc s'étonner des divergences profondes que révèlent les essais culturaux les mieux conduits, et, quoi qu'on en ait, on est obligé, pour tracer des règles applicables dans la pratique, d'avoir recours au procédé des *moyennes*, c'est-à-dire de répéter les expériences dans les conditions les plus semblables; en tant qu'elles dépendent de l'observateur, et de déduire de l'ensemble des résultats obtenus une *moyenne probable* pour chaque cas particulier.

Si l'on réfléchit que, de plus, l'agronome, à l'inverse du physicien ou du chimiste, n'est pas maître de la durée d'un essai, qu'il doit attendre l'évolution complète de l'être sur lequel il expérimente et, par conséquent, qu'il ne peut, s'il s'agit de la culture du

blé, par exemple, faire plus d'un essai par année, on reconnaîtra les nombreuses difficultés qui accompagnent l'expérimentation en agriculture et combien celle-ci exige de temps pour conduire à des résultats dont le praticien puisse faire son profit.

Le principe fondamental qui doit servir de guide constant dans les expériences culturales consiste à ne faire varier qu'une seule condition dans chaque essai : c'est le seul moyen d'arriver à résoudre les questions nombreuses et complexes que nous offre l'étude des problèmes agricoles. Si, à l'application stricte de ce principe, on joint la répétition, pendant une longue période d'années, de chacun des essais, on arrive ainsi à éliminer, dans la mesure du possible, l'influence de la variabilité du climat d'un lieu, d'une année à l'autre.

L'intérêt si considérable qui s'attache aux expériences de sir J. Lawes et du docteur Gilbert, à Rothamsted, tient précisément à ce que les expériences culturales de Rothamsted ont été poursuivies avec une persévérance inébranlable dans la double direction que je viens de rappeler.

Depuis un demi-siècle bientôt, Lawes et Gilbert cultivent dans les mêmes champs, fumés régulièrement de la même manière (pour chaque parcelle), les mêmes espèces végétales : céréales, plantes fourragères, prairies, etc. Ces savants et patients expérimentateurs sont arrivés ainsi à constater d'une manière précise les écarts considérables dans les rendements, dus, d'une année à l'autre, aux conditions climatologiques et à l'influence de la nature de la fumure sur la productivité du sol; grâce à ces longues séries de récoltes de blé sur blé, etc., ils ont

pu éliminer, par l'obtention de moyennes, les accidents météorologiques et indiquer au cultivateur les rendements *probables* sur lesquels ils peuvent compter, pour une période d'années, en employant telle ou telle fumure. J'ai fait connaître il y a quelques années les principaux résultats de ces magistrales recherches; je n'y reviendrai pas en ce moment <sup>1</sup>

Je me propose aujourd'hui de parler des expériences que MM. Lawes et Gilbert poursuivent sur la culture du blé et de l'orge à Woburn, dans les champs de Stackyard, depuis 1877. Le premier volume du *Journal of the royal agricultural Society of England*, pour 1888, paru en février dernier, contient un résumé fort intéressant de cette nouvelle série d'expériences sur les céréales <sup>2</sup>.

Les champs d'essais de Stackyard ont été divisés en onze parcelles, dont je commencerai par indiquer le mode de fumure : les quantités d'engrais se rapportent à l'hectare.

*Parcelle 1* — Sans fumure.

*Parcelle 2*. — 224 kilogr. de sulfate d'ammoniaque.

*Parcelle 3* — 308 kilogr. de nitrate de soude.

*Parcelle 4*. — Engrais minéral (sans azote). Cet engrais se compose, comme dans tous les essais de Rothamsted, du mélange suivant (par hectare) : 224 kilogr. sulfate de potasse; 112 kilogr. sulfate de

1. Voir *la Production agricole, son passé et son avenir*. In-8°, Berger-Levrault et C<sup>ie</sup>, 1884. *Études agronomiques*, in-12, Hachette et C<sup>ie</sup>, 2 vol. 1887 et 1888.

2. Comme d'ordinaire, j'indiquerai toutes les données numériques en mesures métriques, cette conversion des mesures anglaises me paraissant indispensable lorsqu'on ne s'adresse pas au public d'outre-Manche.



soude; 112 kilogr. sulfate de magnésie, et 440 kilogr. superphosphate de chaux.

*Parcelle 5.* — Engrais minéral (comme 4), plus 224 kilogr. de sels ammoniacaux en couverture.

*Parcelle 6.* — Engrais minéral, plus 308 kilogr. de nitrate de soude en couverture.

*Parcelle 7.* — Sans fumure.

*Parcelle 8.* — Cette parcelle, cultivée en un seul morceau de 1877 à 1881, ainsi que la *parcelle 9*, a été, comme cette dernière, divisée en deux parties depuis cette époque (8<sup>a</sup> et 8<sup>b</sup>), et la fumure a été donnée alternativement chaque année, depuis 1881, à chacune des deux moitiés. Une moitié (8<sup>a</sup>) a reçu, en 1882, de l'engrais minéral seul, et l'autre moitié (8<sup>a</sup>) a reçu, en plus, 418 kilogr. de sels ammoniacaux à l'hectare. En 1883, le n<sup>o</sup> 8<sup>a</sup> a reçu l'engrais minéral avec addition des sels ammoniacaux et 8<sup>b</sup> l'engrais minéral seul, et ainsi de suite, d'année en année, jusqu'à ce jour. Le même plan a été adopté pour la *parcelle 9*, avec cette différence que les sels ammoniacaux ont été remplacés par 616 kilogr. de nitrate de soude à l'hectare.

Je résume dans le tableau suivant la moyenne des rendements en paille et grain des dix années 1877-1886 : les rendements en paille sont exprimés en quintaux métriques, ceux du grain en hectolitres, dont le poids moyen a varié de 70 à 73 kilogr.

MOYENNES DES RENDEMENTS EN BLÉ OBTENUS A STACKYARD  
DANS LA PÉRIODE DÉCENNALE 1877-1886  
(Rendements rapportés à l'hectare).

NUMÉROS DES PARCELLES	NATURE DES FUMURES	GRAIN RÉCOLTÉ			MOYENNES GÉNÉRALES	POIDS DE L'HECTOLITRE	PAILLE
		Maxima.	Minima.	Moyenne des maxima et des minima.			
1	Sans fumure.....	hectol. 22,98	hectol. 8,62	hectol. 15,90	hectol. 15,09	kil. 70,4	q. m. 22,14
7	Sans fumure.....	23,95	6,74	15,35	15,53	70,2	21,50
4	Engrais minéral.....	25,33	9,31	17,34	15,90	70,9	22,91
2	224 kilogr. sels ammoniacaux.	36,20	10,33	23,26	22,81	70,5	31,07
3	308 kilogr. nitrate de soude.	36,83	9,43	23,17	21,65	68,6	31,69
5	Engrais minéral + 224 kilogr. sels ammoniacaux en cou- verture (au printemps)...	41,40	11,67	26,59	28,29	72,1	40,17
6	Engrais minéral + 308 kilogr. nitrate de soude en cou- verture (au printemps)...	40,60	12,57	26,59	29,10	72,1	43,48
8 b <sup>2</sup>	Engrais minéral + 448 kilogr. sels ammoniacaux.....	43,83	24,25	33,04	34,85	72,6	32,88
8 a <sup>2</sup>	Engrais minéral.....	29,19	11,95	20,57	18,32 <sup>4</sup>	73,0	22,24
9 b <sup>3</sup>	Engrais minéral + 616 kilogr. nitrate de soude.....	45,80	23,45	34,67	33,41	72,1	55,55
9 a <sup>3</sup>	Engrais minéral.....	19,67	10,97	15,35	15,36 <sup>4</sup>	72,6	21,50

La première remarque à laquelle donne lieu ce tableau est relative aux écarts énormes résultant des influences météorologiques. Ces écarts atteignent 29 hectol. 73 pour la parcelle 5 et 28 hectol. 03 pour la parcelle 3. On voit combien est marquée l'action climatologique sur la récolte d'une même plante cultivée dans des conditions identiques sous tous les autres rapports. Ces écarts démontrent la nécessité de poursuivre les essais de culture, sans rien changer aux conditions dont on est maître, pendant

une longue série d'années, et l'impossibilité de tirer des conclusions d'une valeur indiscutable après une ou deux récoltes, quelque bien dirigés que soient les essais.

Si l'on distrait des résultats rapportés plus haut les rendements des parcelles nos 8<sup>a</sup> et 9<sup>a</sup>, en expérience depuis cinq ans seulement, on voit que la moyenne générale et celle des rendements maxima et minima pour les autres parcelles, pendant dix ans, sont identiquement les mêmes : savoir 24 hectolitres par an.

La concordance presque complète des rendements moyens des parcelles restées sans fumure aucune depuis 1877 et des parcelles qui ont reçu une fumure phosphatée et potassique, mais pas d'azote, est également très digne de remarque. Les parcelles 1 et 7 (sans fumure) ont donné une moyenne de 15 hectol. 36 de grain à l'hectare et 21 quint. 82 de paille. Les parcelles 4 et 9<sup>a</sup>, auxquelles on a fourni chaque année, dans cette période décennale d'expériences, une abondante fumure en acide phosphorique, potasse, chaux et magnésie, mais pas d'engrais azoté, n'ont pas produit une récolte plus élevée que les parcelles sans fumure; elles ont donné 15 hect. 36 de grain et 22 quint. 20 de paille.

D'autre part, les parcelles 2 et 3, qui ont reçu même quantité d'azote sous deux formes différentes, ammoniacque et nitrate, mais pas d'engrais minéral, ont fourni un rendement moyen identique, 23 hectol. 26 (ammoniacque) et 23 hectol. 17 (nitrate) de grain, 31 quint. 07 et 31 quint. 69 de paille. L'addition d'azote sous forme de sels ammoniacaux et de nitrate, en l'absence d'apport de phosphate et de potasse, a donc augmenté le rendement de 6 hectolitres

environ (à l'hectare) pour le grain, et de 10 quintaux environ pour la paille récoltée sur la même surface.

Enfin l'emploi combiné de l'engrais minéral et des composés azotés a accru très notablement le rendement en grain et paille, sans qu'il soit possible de constater une plus-value de quelque importance en faveur de l'une des deux formes de l'azote, comme nous allons le voir. Le rendement moyen décennal des parcelles à l'ammoniaque (n<sup>os</sup> 5 et 8<sup>d</sup>) a été de 31 hectol. 57 de grain et 46 quint. 52 de paille; celui des parcelles au nitrate (n<sup>os</sup> 6 et 9<sup>d</sup>), de 31 hectol. 25 de grain et 49 quint. 49 de paille, soit, en tout, trois quintaux de paille en faveur du nitrate.

L'influence des engrais azotés, des plus manifestes d'après les chiffres du tableau récapitulatif, s'est traduite, lorsqu'on a associé l'azote à l'engrais minéral, par un accroissement du rendement en grain qui a sensiblement doublé la fécondité du champ, tandis qu'en l'absence de substances azotées cette fertilité est demeurée, avec l'apport de phosphate et de potasse, égale à la fertilité naturelle. Employée seule, nous venons de le dire, la fumure azotée a produit seulement un tiers en plus de récolte que le sol naturel, au lieu du double obtenu en présence de l'engrais minéral associé à l'azote.

Ces résultats sont du plus haut intérêt pour la culture, et pour celle des céréales en particulier. Arrêtons-nous-y un instant.

En premier lieu, les expériences de Woburn confirment d'une manière tout à fait démonstrative un fait d'ordre général sur lequel on ne saurait trop appeler l'attention des cultivateurs, et qui peut s'énoncer comme suit : les engrais azotés solubles ne produisent

leur plein effet qu'à la condition de les associer largement aux autres aliments minéraux des plantes et notamment à l'acide phosphorique; et réciproquement, ceux-ci sont d'un effet presque nul en l'absence d'une fumure azotée suffisamment abondante.

Les essais de Stackyard Fields sont d'autant plus instructifs à cet égard que le sol qui leur est consacré doit être considéré comme un bon sol, puisque *sans aucune fumure* il donne, depuis dix ans d'embavure consécutive, plus de 45 hectolitres de blé à l'hectare. Je ferai remarquer, à ce propos, que les rendements moyens des terres qui avoisinent les champs de M. Lawes sont inférieurs à ce chiffre de 45 hectolitres, dû, en partie, aux soins extrêmes apportés dans la culture et notamment à l'absence complète de mauvaises herbes dans les champs de blé. La propreté d'une terre, l'extirpation complète des plantes adventices et autres, étrangères à la récolte qu'on se propose, sont des facteurs du rendement dont nos cultivateurs ne tiennent malheureusement pas assez compte dans leur exploitation. Sous ce rapport, on ne saurait trop préconiser la semaille en ligne, qui rend seule possibles les binages et nettoyages économiques à la houe à cheval ou à main.

Une autre démonstration résulte encore des chiffres que nous venons de discuter : elle a trait à la question si fréquemment controversée de la valeur fertilisante comparée de l'azote ammoniacal et de l'azote nitrique. Les dix années d'expériences de Woburn n'accusent, comme je l'ai montré tout à l'heure, aucune différence sensible entre les rendements en blé fournis par les parcelles fumées à l'ammoniacque et par celles qui ont reçu du nitrate. Le même résul-

tat a déjà été constaté par MM. Lawes et Gilbert dans leurs quarante années de culture de blé sur blé à Rothamsted, et la plupart des expérimentateurs qui ont fait de la question une étude spéciale sont arrivés à une conclusion identique. Les sels ammoniacaux doivent-ils préalablement se transformer en nitrate, dans le sol, avant d'être assimilés par la plante? On l'a pendant longtemps admis presque comme un axiome, et je crois qu'en général les choses se passent ainsi. Cependant les récentes expériences de M. A. Müntz sur l'assimilation de l'azote ammoniacal par les racines de végétaux, élevés dans un sol où toute nitrification était rendue impossible, ne laissent pas de doute sur la possibilité de l'absorption directe de l'ammoniaque par les parties souterraines des plantes. Il résulte, en tout cas, des essais de Rothamsted et de Woburn, qu'à prix égal le cultivateur peut s'adresser, à peu près indifféremment, à l'ammoniaque ou à l'acide nitrique pour fournir à ses récoltes l'azote dont elles ont besoin. La seule infériorité que pourrait présenter l'acide nitrique, au point de vue économique, est la facilité avec laquelle il peut être entraîné par les pluies dans le sous-sol et soustrait, par conséquent, à l'action des racines; mais on peut obvier presque complètement à cet inconvénient en choisissant convenablement l'époque de l'épandage du nitrate, en couverture à la surface du champ.

La première partie du mémoire de l'éminent agronome anglais est consacrée aux résultats de la culture consécutive du blé dans le même terrain pendant dix années. Nous venons de voir combien est marquée l'influence des conditions météorologiques sur les rendements : d'une année à l'autre, suivant

que les circonstances atmosphériques ont été plus ou moins favorables, on constate, dans le même champ, fumé de la même manière, des rendements qui varient du simple au quadruple, de 9 hect. 43 à 36 hect. 83 à l'hectare par exemple. Arrivons aux expériences sur l'orge.

Le tableau ci-dessous en présente les résultats dans le même ordre que ceux du blé :

NUMÉROS DES PARCELLES	NATURE DES FUMURES	GRAIN RÉCOLTÉ			MOYENNES GÉNÉRALES	POIDS DE L'HECTOLITRE	PAILLE
		Maxima.	Minima.	Moyenne des maxima et des minima.			
1	Sans fumure.....	hectol. 30,54	hectol. 17,14	hectol. 23,89	hectol. 24,14	kil. 64,6	q. m. 19,61
7	Sans fumure.....	29,91	14,68	20,83	20,66	63,6	17,10
1	Engrais minéral.....	30,18	10,60	20,39	20,93	64,6	16,95
2	224 kilogr. sels ammoniacaux.....	45,97	24,34	35,21	35,39	64,0	29,19
3	308 kilogr. nitrate de soude.....	46,34	19,30	32,87	36,28	64,4	31,54
5	Engrais minéral + 224 kilogr. sels ammoniacaux en couverture (au printemps)....	46,70	25,78	36,20	38,62	66,5	32,80
6	Engrais minéral + 308 kilogr. nitrate de soude en couverture (au printemps)....	52,30	24,50	38,26	41,32	66,1	37,82
8 b <sup>2</sup>	Engrais minéral + 448 kilogr. sels ammoniac.....	56,19	27,66	41,95	45,98	64,9	42,05
8 a <sup>3</sup>	Engrais minéral.....	41,68	23,80	32,78	33,234	66,8	26,52
9 b <sup>3</sup>	Engrais minéral + 616 kilogr. nitrate de soude.....	60,00	33,33	46,62	47,87	65,3	31,26
9 a <sup>3</sup>	Engrais minéral.....	33,41	33,86	24,19	30,984	67,1	20,78

Bien que l'influence du climat sur les rendements soit ici encore considérable, il semble que les fluctuations dues à cette cause soient beaucoup moindres que dans le cas du blé. Cela tient à ce qu'on sème l'orge au printemps, ce qui fait que cette plante

échappe aux vicissitudes des mois d'hiver. De plus, le climat de la Grande-Bretagne est beaucoup plus favorable à la culture de l'orge qu'à celle du blé; enfin il faut encore ajouter que la constitution physique du sol de Stackyard convient mieux aussi à l'orge qu'au froment. M. Lawes fait observer que la parcelle qui a reçu de l'engrais minéral (n° 4) ayant donné un rendement égal à l'une des parcelles sans fumure (n° 7), soit 20 kilogr. 83 et 20 kilogr. 39, ce chiffre doit correspondre à la fertilité naturelle du sol. La parcelle 4, également sans fumure, qui a donné 23 hectolitres, présente une différence de texture du sol qui explique ce léger excédent.

Les résultats généraux de ces dix années de culture permanente d'orge sur orge sont les suivants : comme pour le blé, l'addition d'engrais minéral sans azote n'a produit aucun accroissement de récolte. Au contraire, l'emploi de sels ammoniacaux et de nitrate, qui a accru le rendement en blé de 6 hectolitres seulement à l'hectare, a produit une augmentation en orge de 14 hectol. 27 et de 15 hectol. 26. Ce fort accroissement de rendement en orge par rapport au froment sous l'influence des engrais azotés seuls s'explique par la différence du caractère des racines de ces deux plantes. Le blé, on le sait, exige un sol plein, solide, ses racines s'enfonçant profondément dans le sous-sol; l'orge au contraire demande un sol très meuble et ses racines prennent leur nourriture tout près de la surface de la terre.

Or, à Stackyard, dit M. Lawes, c'est la couche superficielle du sol qui possède le maximum de fertilité : les éléments phosphatés et potassiques y existent en quantité suffisante, sans doute, pour les



besoins de la plante, puisque leur addition (engrais minéral seul) ne donne qu'une augmentation de rendement de 2 hect. 7 à 5 hect. 38 seulement, tandis que le rendement se trouve accru de 14 et 15 hectolitres par l'apport d'engrais azoté. En doublant la proportion des sels azotés, on atteint des rendements de 6 hectolitres en plus, et la récolte s'élève, à l'hectare, à 41 hect. 95 avec l'ammoniaque et à 46 hect. 62 avec le nitrate. Dans tous les cas, pour l'orge, le nitrate a donné des rendements, en grain et en paille, supérieurs à ceux qu'ont fournis les sels ammoniacaux, tandis que pour le blé, les rendements maxima en paille ayant toujours été obtenus par le nitrate, il n'en a pas été de même constamment pour le grain.

Il peut paraître étrange au premier abord que le blé sans fumure donnant 15 hectolitres à l'hectare seulement, l'orge en produise 20 hectolitres dans les mêmes conditions. Mais la *mesure* du volume d'une récolte n'est point un critérium auquel il faille s'arrêter dans l'évaluation des rendements. Si au volume produit on substitue le poids des récoltes, les choses changent d'aspect. On constate alors de très faibles différences dans la quantité totale de substance vivante produite par un sol également fumé.

Considérons les plus hauts rendements obtenus à Stackyard pour les deux céréales : l'orge a donné 13 hectolitres à l'hectare de plus que le blé. Si nous additionnons les poids de grain et de paille obtenus, nous trouvons que la parcelle de blé a donné 8018 kilogr. à l'hectare et celle d'orge 7928 kilogr., différence insignifiante, 90 kilogr. Ce rapprochement montre que l'engrais a produit une somme

de travail chimique égale dans les deux cas; qu'il a donné naissance à la même quantité de substance sèche sur une surface égale; que la quantité d'acide carbonique décomposée par la récolte, et partant le poids de carbone assimilé, sur un hectare de terre, ont été identiques.

Les différences que l'on constate résident donc uniquement dans les aptitudes spéciales des plantes, dont l'une produit, par rapport à l'autre, plus de paille (blé) que de grain.

Un des faits les plus importants que ces expériences mettent en évidence avec une clarté parfaite, c'est l'impossibilité absolue d'augmenter le rendement des céréales par les engrais minéraux seuls (acide phosphorique et potasse) en l'absence d'une quantité convenable d'azote dans le sol. M. Lawes estime que les essais de Stackyard établissent nettement que l'azote doit exister dans le sol pour être utile à la récolte et que les sels ammoniacaux doivent y subir, pour agir, la transformation en nitrates.

L'azote nitrique étant si favorable à la production des céréales, son emploi économique dépend beaucoup, comme le fait remarquer M. Lawes, de son prix et de la quantité de produits qu'on peut obtenir à son aide. Cherchons à nous en rendre compte : l'accroissement du rendement en blé dû à l'addition de sels ammoniacaux a été de 12 hectol. 5 à l'hectare, par rapport au rendement fourni par l'engrais minéral seul. Cette augmentation a été obtenue par l'emploi à l'hectare de 224 kilogr. de sels ammoniacaux correspondant à 50 kilogr. d'ammoniaque; 100 kilogr. de sulfate d'ammoniaque renfermant

25 kilogr. d'ammoniaque ont accru le rendement de 5 hectol. 44.

En appliquant le même mode de calcul au nitrate, on trouve que 100 kilogr. de nitrate ont donné un excédent de rendement de 4 hectol. 36, ce qui correspond très sensiblement au même chiffre, à poids égal d'azote. Pour l'orge, 100 kilogr. de sulfate d'ammoniaque ont produit un accroissement de 7 hectol. 63 et 100 kilogr. de nitrate un excédent de 6 hectol. 54. Dans les expériences de Stackyard, l'augmentation de rendement d'un hectolitre d'orge a été obtenu avec une dépense de 3 fr. 47 en nitrate.

Si dans la culture ordinaire, dit M. Lawes, un pareil accroissement de rendement n'est pas obtenu, ce qui est malheureusement certain, cela tient à deux causes principales : premièrement à la distribution imparfaite de l'engrais à la surface du champ ; deuxièmement, et c'est peut-être la cause la plus importante, à la masse des mauvaises herbes que porte le sol. Les mauvaises herbes prospèrent vigoureusement sous l'influence du nitrate, qu'elles utilisent aux dépens des céréales. Il est vrai que, dans ce cas, l'azote nitrique n'est pas complètement perdu : le labour enterre les mauvaises herbes, celles-ci se détruisent dans le sol, auquel elles restituent leur azote nitrique. Mais l'effet des mauvaises herbes n'en est pas moins pernicieux : leur présence oblige à l'emploi d'une plus grande quantité d'acide nitrique pour produire la même somme de travail nutritif à l'égard d'une récolte.

Bien que les résultats obtenus dans les champs d'expériences de Stackyard soient beaucoup plus élevés que ceux de la pratique ordinaire, étant donnée

l'absence absolue de mauvaises herbes et la parfaite répartition de l'engrais, il y a cependant encore à Stackyard un écart considérable entre les quantités d'azote apportées par la fumure et celles qu'assimilent les récoltes. Si l'on considère les parcelles d'orge fumées à l'engrais minéral seul et celles qui ont reçu du nitrate, parcelles qui révèlent un excédent de récolte de plus de 3500 kilogr. à l'hectare en grain et paille en faveur de ces dernières, il est probable que moins des deux tiers de l'azote de la fumure se retrouvent dans la récolte. Il semble, en tout cas, certain pour M. Lawes que, dans la pratique agricole ordinaire, moins de la *moitié* de l'azote nitrique ou ammoniacal employé est assimilé par la récolte.

Les expériences de Stackyard jettent quelque jour, suivant l'expression de M. Lawes, sur la destinée d'une partie de l'azote non utilisé. Dans les cinq dernières années, une partie des parcelles cultivées en blé et en orge a reçu, alternativement, une année de l'engrais minéral associé à de l'ammoniaque ou à de l'acide nitrique, l'autre année de l'engrais minéral seul. Dans les cultures de blé, la récolte sur engrais minéral succédant à la récolte sur engrais minéral et nitrate n'a accusé aucun excédent de rendement sur la récolte obtenue dans les parcelles constamment fumées avec engrais minéral seul. Là où, au lieu de nitrate, on a employé l'ammoniaque, on a obtenu un excédent de 2 hectol. 75 de grain par hectare, sans aucun gain en paille, en faveur de la fumure azotée.

Pour l'orge, le gain occasionné par le nitrate appliqué l'année précédente a été de 9 hectol. 88 de grain et de 345 kilogr. de paille à l'hectare, tandis que l'excédent produit par les sels ammoniacaux de

l'année précédente a été de plus de 12 hectol. 1/2 et d'environ 1000 kilogr. de paille.

Tout cela est fort intéressant et nous enseigne, comme le fait observer l'éminent agronome, que nous ne devons pas mettre trop de hâte à proclamer que l'ammoniaque et les nitrates sont entièrement épuisés par la première récolte de grain à laquelle ils ont été appliqués.

A Stackyard, on a affaire à un sol très léger qui reste sans végétation depuis le mois d'août d'une année jusqu'au printemps de l'année suivante, dans le cas de la culture de l'orge, et qui retient une quantité de sels assimilables suffisante pour produire 10 à 12 hectol. 1/2 d'orge à l'hectare. Combien plus grande doit être cette réserve dans le cas d'autres récoltes dont la période de végétation dure plus longtemps et qui possèdent un appareil radicaire plus puissant que les céréales? C'est ce qu'il est impossible de dire exactement. Mais il est évident qu'il y a là un sujet d'étude d'un grand intérêt et qui touche de tout près à la question de la valeur des engrais résiduels, question que l'agronomie doit prendre en main pour chercher à la résoudre.

M. Lawes termine cet intéressant mémoire par quelques indications sur l'influence des engrais azotés sur la production des substances non azotées des végétaux, sucre et amidon. Dans une conférence faite l'an dernier à Cirencester, le docteur Gilbert a déjà abordé cet intéressant sujet : il a montré que dans les champs de Rothamsted, cultivés depuis nombre d'années en racines, on obtient un excédent de 9 kilogr. de sucre environ dans les betteraves par 433 grammes (une livre anglaise) d'azote appliqué

en fumure. Dans les graines des céréales, c'est de la fécule et non du sucre qui s'accumule, mais il est probable qu'un calcul du même genre, dit M. Lawes, montrerait que l'accroissement de l'amidon, par livre d'azote donné en fumure, ne diffère pas beaucoup de l'excédent de sucre produit dans la betterave.

L'accroissement considérable du rendement du blé, celui plus élevé encore de l'orge sous l'influence des sels ammoniacaux et des nitrates, montrent combien doit être considérable l'approvisionnement naturel du sol en matières minérales. Nous ne devons pas cependant inférer de là que les quantités d'acide phosphorique et de potasse enlevées par les récoltes de Stackyard soient identiques à celles que prennent les récoltes dans les conditions ordinaires du fumure. A certains égards, c'est M. Lawes qui parle, les plantes ressemblent aux hommes et aux animaux. Lorsque l'alimentation est abondante, elles y puisent ce qu'il y a de mieux et, parfois, elles en prennent plus qu'elles n'en peuvent utiliser. Lorsque les aliments sont rares ou de qualité inférieure, elles font comme elles peuvent et pour le mieux. Ce que MM. Lawes et Gilbert ont observé dans quelques-uns de leurs essais sur l'orge tendrait à justifier cette assertion assez originale. Ils ont constaté que dans certaines expériences où l'azote, l'acide phosphorique et la potasse, d'une part, l'azote et l'acide phosphorique et pas de potasse, de l'autre, ont été employés pendant un certain nombre d'années, la récolte, en poids, a été la même dans les deux cas. Mais, tandis que la paille de la récolte dans un cas contenait 22 kilogr. de potasse, dans l'autre elle en renfermait moins de 3 kilogr. Si la plante, ajoute M. Lawes, n'était pas économe, nos

sols constamment cultivés sans une restitution suffisante des principaux aliments du végétal seraient bien plus vite épuisés qu'ils ne le sont en réalité.

La conclusion pratique des expériences de Stackyard ressort elle-même de l'exposé des résultats. Nous pouvons dans une large mesure augmenter les rendements de nos terres cultivées en céréales, et cela d'une façon très rémunératrice, à l'aide du nitrate ou du sulfate d'ammoniaque. Mais nous ne pouvons espérer des résultats vraiment considérables qu'à la condition de joindre à des fumures convenables une propreté parfaite des sols emblavés, une bonne distribution de l'engrais et l'emploi d'un mode de semaille qui permette l'enlèvement de toutes les mauvaises herbes, parasites qui non seulement occupent dans un champ la place de la récolte que nous voulons produire, mais, de plus, consomment une grande partie des aliments que nous destinons à cette dernière.

## XI

### LES SEMAILLES DE PRINTEMPS

Exigences chimiques de l'avoine, de l'orge et du maïs. — Fumure de ces céréales. — Conditions physiologiques du développement des céréales de printemps.

Tous les ans, à l'époque des semailles de printemps, de divers côtés on me demande des renseignements sur le choix des engrais pour avoine, orge, maïs et plantes sarclées. Les pages suivantes répondront aux questions que l'on m'a posées et fourniront aux cultivateurs les données nécessaires au calcul des quantités d'engrais à appliquer à ces diverses cultures. Il va sans dire que, par suite de leur caractère général, ces indications devront subir, suivant la nature du sol, le climat et les conditions locales, des modifications qu'il appartiendra aux intéressés d'apprécier.

Il n'est point de cultivateur éclairé qui mette en doute la nécessité de compléter, par l'apport d'engrais, l'alimentation que le sol, d'après sa nature, est apte à fournir aux plantes. La plus-value dans les rendements résultant soit de l'addition des engrais minéraux au fumier de ferme, soit de l'emploi isolé



des premiers, est généralement moins connu, et quelques renseignements précis à ce sujet pourront être utiles à beaucoup de nos lecteurs.

Parmi les éléments chimiques indispensables au développement des végétaux, il en est, comme on sait, trois qui présentent une importance exceptionnelle : ce sont l'azote, l'acide phosphorique et la potasse ; les sols depuis longtemps en culture, en effet, les renferment très rarement en quantités suffisantes, surtout en ce qui regarde l'azote et l'acide phosphorique, pour fournir des rendements élevés. De leur addition au sol dépend donc, en grande partie, l'accroissement de fertilité des terres cultivées. Dans l'application des engrais, il y a toujours lieu de tenir compte de trois conditions essentielles : 1° l'appropriation de l'engrais aux exigences chimiques de la récolte qu'on veut obtenir ; 2° la forme sous laquelle il est préférable de mettre le principe actif de l'engrais à la disposition de la plante ; 3° le prix de l'unité des substances actives : azote, acide phosphorique et potasse dans l'engrais adopté. C'est à indiquer comment ces trois conditions doivent être remplies pour les céréales de printemps et les plantes sarclées que je me propose de consacrer ce chapitre. Je commencerai par les céréales (avoine, orge, maïs).

Quelles sont les exigences de ces récoltes ? Le tableau suivant indique en kilogrammes les poids d'azote, d'acide phosphorique et de potasse contenus dans 1000 kilogr. de grain et dans la même quantité de paille : le poids de l'hectolitre de grain varie, suivant le sol et les années, pour l'avoine de 38 à 54 kilogr., pour l'orge de 50 à 78 kilogr. L'hectolitre de maïs pèse en moyenne 78 kilogr.

	1.000 kil.	Azote.	Acide phosph.	Potasse.
	—	—	—	—
		kil.	kil.	kil.
Avoine.	{ Grain.....	17,6	6,8	4,8
	{ Paille.....	6,4	2,8	16,3
Orge.	{ Grain.....	16,0	7,8	4,7
	{ Paille.....	5,6	1,9	10,7
Maïs.	{ Grain.....	16,0	5,7	3,7
	{ Paille.....	4,8	3,8	16,4

En partant de ces chiffres, il est facile de calculer, pour une récolte donnée, l'emprunt fait au sol, par hectare ensemencé, avec ces trois céréales. Pour fixer les idées, je prendrai comme exemple les rendements suivants, voisins de la moyenne dans un sol de qualité moyenne :

	Rendement à l'hect.	Azote.	Acide phosphor.	Potasse.
	—	—	—	—
	kil.	kil.	kil.	kil.
Avoine.	{ Grains...	4100	7,48	5,28
	{ Paille....	2500	7,00	40,75
Totaux.....	3600	35,36	14,48	46,03

L'avoine est la seule céréale qui réussisse dans tous les sols; grâce au grand développement de ses feuilles et de ses racines, l'avoine s'accommode des sols pauvres beaucoup mieux que les autres céréales; par la raison que ses organes nutritifs sont très développés, elle donne aussi, dans les sols fertiles, des rendements beaucoup plus élevés que l'orge ou le blé. On a obtenu, dans certaines terres, jusqu'à 70 quintaux de grain et 120 quintaux de paille à l'hectare.

L'orge exige un sol très ameubli, bien exempt de mauvaises herbes, préparé par plusieurs labours et

hersages. Les rendements diffèrent suivant la catégorie à laquelle appartient la semence (orge d'hiver, orge de printemps à deux et à quatre rangs). Les chiffres suivants peuvent être regardés comme une bonne moyenne.

	Grain en hectol.	Paille en kilogr.	Poids de l'hectolitre.
Orge d'hiver.....	37	2500	62 à 72 kil.
Orge à deux rangs.....	25	2200	62 à 78 kil.
Orge à quatre rangs.....	18	1500	50 à 64 kil.

Dans les climats tempérés, on a constaté les rendements moyens suivants, d'après la qualité des sols où l'on cultive l'orge :

1° Sols riches (bonnes terres à blé), profonds, argileux : de 2200 à 2800 kilogr. de grain et 3850 à 4860 kilogr. de paille ;

2° Sols humifères, riches, moins argileux que les précédents : 2000 à 2500 kilogr. de grain et 3000 à 4000 kilogr. de paille ;

3° Sols meubles, profonds, marneux ou légèrement sablonneux : de 1600 à 2000 kilogr. de grain et 2600 à 3300 kilogr. de paille ;

4° Sols légers, sablonneux (sol à seigle) : de 1400 à 1700 kilogr. de grain et 2000 à 2300 kilogr. de paille.

Si nous admettons une récolte moyenne de 20 quintaux de grain et 33 quintaux de paille, nous trouvons, pour l'emprunt fait au sol, les quantités suivantes :

	Rendement à l'hectare.	Azote.	Acide phosphor.	Potasse.	
	kil.	kil.	kil.	kil.	
Orge. {	Grain.....	2000	32,	15,60	9,40
	Paille.....	3200	48,48	6.27	33,31
	Totaux.....	5300	50,48	21.87	44,71

Le maïs donne des rendements extrêmement différents, suivant le sol, le climat, la variété de semence. C'est dans l'Amérique du Nord que les plus forts rendements ont été constatés : à l'hectare, 22 hectolitres d'un poids moyen de 78 kilogr. Dans nos régions, un rendement de 15 hectolitres de grain, soit 12 quintaux environ, et 2500 kilogr. de paille peut être considéré comme une bonne moyenne.

A ce compte, une récolte de maïs enlève au sol les quantités suivantes de principes fertilisants :

	Rendement à l'hectare.	Azote.	Acide phosphor.	Potasse.
	— kil.	— kil.	— kil.	— kil.
Maïs. { Grain.....	1200	19,2	6,84	4,44
{ Paille.....	2500	12,0	9,50	41,00
Totaux.....	3700	31,2	16,34	45,44

Maintenant que nous avons une idée approchée des quantités d'acide phosphorique, d'azote et de potasse qu'exigent des récoltes moyennes d'avoine, d'orge et de maïs, examinons les conditions économiques de la fumure minérale qui pourra permettre l'obtention de rendements supérieurs à la moyenne. La question de la dépense à faire, par hectare, ne devant jamais être perdue de vue, rappelons d'abord les conditions de prix auxquelles le cultivateur peut se procurer les engrais complémentaires. Les céréales de printemps se sèment d'ordinaire après blé : l'emploi direct de fumier de ferme pour cette culture est donc un cas tout à fait exceptionnel, et nous ne nous occuperons ici que des engrais commerciaux.

A l'heure présente, les prix auxquels le cultivateur peut se procurer les trois substances fondamentales

que nous avons fait entrer en ligne de compte dans les calculs d'épuisement du sol donnés plus haut, présentent des différences très notables en ce qui concerne l'acide phosphorique, beaucoup plus faibles pour l'azote, à peu près nulles pour la potasse. Le kilogramme de cette dernière substance se paye à peu près uniformément 40 ou 50 centimes dans les divers sels que l'industrie offre à l'agriculture. L'azote coûte de 1 fr. 55 à 1 fr. 95 le kilogramme, suivant les sources auxquelles on le demande. Dans les matières d'origine animale (sang et chair desséchés, laines, cornes, cuirs), il coûte de 1 fr. 70 à 1 fr. 95; dans le sulfate d'ammoniaque, de 1 fr. 75 à 1 fr. 80; dans le nitrate de soude, de 1 fr. 55 à 1 fr. 70. Quant à l'acide phosphorique, les écarts sont beaucoup plus élevés; les superphosphates et le phosphate précipité fournissent l'acide phosphorique à 55 ou 60 centimes le kilogramme; les phosphates naturels, suivant leur richesse, nous l'offrent au prix de 18 à 25 centimes; les scories Thomas-Gilchrist nous permettent de nous le procurer de 5 à 17 centimes le kilogramme, suivant le degré de finesse de la pulvérisation des scories. Ne perdons pas de vue que la valeur vénale absolue n'est pas le seul facteur que doit envisager le cultivateur: la valeur *agricole* d'une matière fertilisante dépend, avant tout, du degré d'assimilabilité de cette matière par les végétaux, la condition première de la valeur nutritive d'un engrais étant la possibilité pour la plante de l'absorber par ses racines.

Revenons rapidement sur les diverses formes de potasse, d'azote et d'acide phosphorique, sous le rapport de leur valeur agricole. La potasse, qui fait d'ailleurs beaucoup moins souvent défaut dans les

sols que les deux autres principes, est assimilée par la plante, à peu près également bien, à l'état de sulfate ou de chlorure. Le choix entre ces deux sels sera déterminé, dans la plupart des cas, par leur prix de revient au lieu de consommation et quelquefois par l'utilité d'apporter de la magnésie au sol. Dans ce dernier cas, on donnera la préférence au sulfate brut de Stassfurt, qui renferme des quantités notables de cette base associée à la potasse.

La valeur nutritive des engrais azotés est essentiellement différente. Les végétaux paraissent puiser dans le sol l'azote dont ils ont besoin pour constituer leurs tissus, de préférence à l'état de nitrate, c'est-à-dire d'acide nitrique combiné à la chaux, à la magnésie ou aux métaux alcalins, potassium et sodium. Les divers sels ammoniacaux semblent agir surtout sur la végétation après leur transformation en nitrates. De là résulte que les matières d'origine animale, telles que le sang ou la chair desséchés, la laine, la corne, ne sont pas des aliments pour la plante; ils le deviennent seulement lorsque l'azote qu'ils renferment a été nitrifié, c'est-à-dire oxydé sous l'influence d'un ferment spécial que les sols fertiles renferment toujours. Mais dans cette nitrification, plus ou moins lente à se produire, la totalité de l'azote des matières organiques n'est pas transformée en acide nitrique : une partie notable de cette substance précieuse se dégage à l'état gazeux, durant la nitrification, et se trouve ainsi perdue pour la plante. Si l'on tient compte de cette perte, qui peut atteindre au quart, au tiers même de l'azote total de l'engrais, on reconnaît que ce sont les matières animales qui nous offrent de l'azote au prix le plus élevé; en

effet, elles nous le fournissent à 1 fr. 90 le kilogramme, chiffre auquel il convient d'ajouter un quart au moins pour la perte en azote gazeux résultant de la nitrification, ce qui conduit à constater que dans ces matières le cultivateur paye l'azote *utile* pour la végétation 2 fr. 35 à 2 fr. 40 le kilogramme, tandis que les sels minéraux le lui livrent à 1 fr. 70 ou 1 fr. 80.

Des essais de culture, très nombreux aujourd'hui, faits notamment en Angleterre par Lawes et Gilbert, et par le docteur Vöolcker, ont mis en évidence la supériorité, au point de vue économique et cultural, du nitrate de soude sur le sulfate d'ammoniaque. 16 kilogr. d'azote, représentés par 100 kilogr. de nitrate de soude ou par 75 kilogr. de sulfate d'ammoniaque, accusent des différences considérables dans les rendements, en faveur du nitrate de soude, comme le montrent les chiffres suivants :

100 kilogr. de nitrate de soude donnent comparativement à 75 kilogr. de sulfate d'ammoniaque une augmentation de rendement supérieure, par l'emploi du nitrate, à ce qu'ils sont avec le sulfate d'ammoniaque, de :

- 80 kilog. de grain et 100 kilog. de paille pour les  
céréales.
- 150 kilog. de foin de prairie.
- 200 kilog. de pommes de terre.
- 900 kilog. de betteraves.
- 1700 kilog. de navets.

Pour les betteraves, les essais très nombreux faits principalement en Allemagne ont accusé une plus-value, dans les rendements, de près d'une tonne de racines par hectare en faveur du nitrate employé comparativement au sulfate d'ammoniaque, à la

même dose d'azote. Il est donc incontestable qu'à prix égal du kilogramme d'azote le nitrate de soude doit être préféré au sulfate d'ammoniaque. Il est très probable que la différence dans les rendements tient ici encore à la cause signalée plus haut à propos des matières d'origine animale. L'ammoniaque doit nitrifier avant d'agir, et cette transformation se ferait également avec perte d'une partie de l'azote du sulfate. En résumé, le nitrate de soude est la source azotée la plus active et la moins chère pour nos cultures.

Par contre, il y a lieu de rappeler que le sulfate d'ammoniaque et l'azote organique sont retenus par le sol beaucoup mieux que l'acide nitrique; ce dernier, en effet, n'est pas fixé par le pouvoir absorbant du sol, qui ne s'exerce pas en sa faveur; il est, dès lors, exposé à être entraîné, par les pluies, dans le sous-sol et cesse de fournir un aliment aux plantes. On obvie dans une large mesure à cette cause de perte en employant le nitrate en couverture, c'est-à-dire en le répandant sur le sol au moment où, la végétation étant active, l'assimilation par la plante est rapide.

Bien que je me sois étendu longuement déjà dans les Études précédentes <sup>1</sup> sur les diverses formes de l'acide phosphorique employé comme engrais et sur leur valeur agricole, il me semble utile d'insister à nouveau sur ce sujet, d'une importance économique considérable. La fumure étant le facteur le plus efficace des hauts rendements, la connaissance des con-

1. Voir *Études agronomiques*, 1885-1886, chap. IV, V et VI, et *Études agronomiques*, 1886-1887, 2<sup>e</sup> série, chap. X et XI.



ditions d'emploi les moins onéreuses appelle toute l'attention des cultivateurs.

Depuis plus de dix ans, me basant sur les faits constatés par une longue série d'expériences culturales, j'ai été conduit à assigner une valeur agricole égale à l'acide phosphorique soluble dans l'eau et à l'acide dit précipité, vendus à cette époque à des prix très différents. J'insistais, en même temps, sur la valeur fertilisante des phosphates naturels en poudre fine, que des essais de culture poursuivis, dans un sol argilo-siliceux, pendant huit années consécutives, m'avaient démontré être beaucoup plus voisine de celle des superphosphates qu'on ne l'admettait alors. Les vérifications expérimentales que ces assertions ont provoquées de la part des agronomes français et étrangers ont donné gain de cause à cette manière de voir. Le prix vénal de l'acide phosphorique dans les superphosphates et dans le phosphate précipité s'est égalisé, en diminuant beaucoup; il s'est de plus en plus rapproché de celui des phosphates naturels. Dans les sols pauvres en calcaire, les expériences faites de divers côtés sont venues confirmer les résultats que j'avais obtenus, et l'emploi de phosphates naturels pulvérulents tend à se substituer de plus en plus à celui des superphosphates, au grand profit de la bourse des cultivateurs.

La découverte de MM. Thomas et Gilchrist a doté récemment l'agriculture d'un engrais phosphaté sur la valeur et le bon marché duquel j'ai, dès l'origine, appelé l'attention des cultivateurs. Les essais de cette nouvelle forme d'acide phosphorique se sont multipliés depuis deux ans de tous côtés, confirmant l'efficacité de ce phosphate dans toutes les cultures et

justifiant ainsi pleinement mon assertion, déjà ancienne, touchant la valeur comme engrais des phosphates insolubles dans l'eau. Pour presque toutes les cultures en sols peu calcaires, il y a lieu de recourir à l'emploi des scories de déphosphoration et aux nodules phosphatés, comme source d'acide phosphorique. Les superphosphates seront réservés aux terres très riches en carbonate de chaux, où ils semblent conserver une supériorité réelle sur les phosphates insolubles. Les phosphates naturels moins facilement assimilables par les plantes, tels que l'apatite, les phosphates de Ciply et d'autres analogues, serviront, de préférence, de matière première à la fabrication des superphosphates, à l'exclusion des phosphates que les végétaux peuvent utiliser sans qu'ils aient été traités par l'acide sulfurique.

En résumé, pour les céréales de printemps, le nitrate de soude, les sels de Stassfurt, les scories de déphosphoration et les nodules en poudre présentent aux cultivateurs les sources les plus économiques et les plus efficaces d'azote, d'acide phosphorique et de potasse.

A quelles doses convient-il d'employer ces divers engrais pour l'avoine, l'orge et le maïs ? C'est ce que nous allons examiner.

La quantité d'engrais à employer dans une culture dépend de deux données : 1° la fertilité du sol résultant de sa richesse propre en principes nutritifs ou des fumures antérieures ; 2° les exigences de la plante que l'on veut cultiver. Les chiffres indiqués plus haut ont fixé nos idées sur le second point, en ce qui concerne l'avoine, l'orge et le maïs.

La connaissance spéciale de la terre à mettre en

culture, son analyse, son traitement et ses rendements ultérieurs peuvent seuls renseigner exactement sur le premier. La fertilité des terres et leur état de fumure variant d'un point à un autre, il est impossible d'en tenir un compte rigoureux dans des indications générales, et c'est en nous basant sur les résultats obtenus dans des terres de conditions moyennes qu'il nous est surtout possible de fixer approximativement les quantités d'engrais complémentaires à employer. C'est au cultivateur qui a étudié son sol, qui en connaît la fertilité approchée, à approprier aux cas spéciaux que présente son exploitation les règles générales que nous soumettons à ses vérifications. Pour les céréales, et en particulier pour l'avoine, l'orge et le maïs, on peut considérer comme bonne fumure moyenne les quantités suivantes :

Azote.....	32 kil. = 200 kil. nitrate de soude.
Acide phosphorique.	80 kil. = 400 kil. de scories.
Potasse.....	50 kil. = 400 kil. chlor. de potassium.

32 kilogr. correspondent à 200 kilogr. de nitrate de soude, dans lequel l'azote coûte 1 fr. 75, soit une dépense de 56 francs. Dans les scories, 80 kilogr. d'acide phosphorique représentent, au prix de 0 fr. 15 le kilogr., une dépense de 12 francs. Les scories titrent environ 16 p. 100 d'acide phosphorique. Enfin les 50 kilogr. de potasse, à 0 fr. 45 le kilogr., coûteront 22 fr. 50.

La dépense totale, à l'hectare, s'élèvera donc à 90 fr. 50. Si l'on emploie le superphosphate au lieu de scories, on pourra se contenter de 50 kilogr. d'acide phosphorique sous cette forme, soit 400 kilogr. de superphosphate à 12,5 p. 100 d'acide phosphorique;

mais les 50 kilogr. coûteraient deux fois plus que les 80 kilogr. fournis par les scories.

En résumé, on voit qu'une fumure complémentaire convenable entraînera une dépense à l'hectare inférieure à 100 francs. Si, en même temps, le choix de la graine est bien approprié au climat et au sol, on obtiendra un rendement très supérieur aux moyennes que j'ai précédemment indiqués.

L'orge Chevalier de provenance anglaise ou d'importation récente, l'avoine des Salines, les avoines du Canada et de Tartarie du major Hallet, doivent être placées au premier rang des semences de ces céréales. Le prix élevé des semences de choix est souvent un obstacle à leur propagation. Mais il me semble facile pour le cultivateur de tourner la difficulté. Il suffit, pour ensemercer un hectare, surtout si l'on fait usage du semoir, qu'on ne saurait trop recommander, d'une faible quantité de semences, deux hectolitres ou 75 à 100 kilogrammes au plus, suivant l'espèce de céréale.

Si l'on ne peut pas faire du premier coup la dépense qu'occasionnerait l'achat de la quantité de semence de choix nécessaire pour ensemercer un ou plusieurs hectares, il est toujours possible de se procurer assez de grain pour préparer de la semence pour l'année suivante. Avec une vingtaine de litres on récoltera assez de graine pour propager la variété à la campagne prochaine. Si, de plus, on a la précaution d'échanger, avec quelque cultivateur un peu éloigné, les graines réservées pour les semailles, on arrivera, à peu de frais, à assurer l'ensemencement de ses champs dans de bonnes conditions. L'organisation des syndicats agricoles rend de plus en plus facile,

pour le petit cultivateur, l'achat des engrais et des semences aux meilleures conditions pécuniaires et avec toutes les garanties de sécurité contre les fraudeurs. L'association des cultivateurs permet l'acquisition au prix du gros, pour les plus petites bourses, des substances fertilisantes et des semences de bonne qualité. Il faut qu'ils sachent profiter de ces avantages, si difficilement réalisables pour l'agriculteur isolé, lorsque son exploitation n'est pas assez considérable pour lui permettre de passer des marchés de quelque importance avec les fournisseurs.

Puisque nous nous occupons des céréales de printemps, il n'est peut-être pas inutile d'ajouter aux notions précédentes sur leurs exigences en matières minérales, quelques renseignements sur les principales phases de leur végétation.

L'avoine donne, on le sait, des épis où les grains présentent des variations en volume et en poids très considérables. La vigueur d'une plante à ses débuts dépend presque uniquement de la réserve alimentaire contenue dans la graine. Celle-ci est destinée à fournir au végétal toute sa nourriture jusqu'au moment où le développement de ses racines et de sa tige lui permettra de l'emprunter au sol et à l'air; il est donc très important de choisir, pour les semailles, des grains denses, bien développés et lourds. L'instrument qu'on nomme trieur permet de séparer aisément et sans frais les graines de bonne qualité des graines vides, trop petites ou trop légères, qui ne doivent pas servir à l'ensemencement.

Cette recommandation s'applique à toutes les céréales, mais plus particulièrement encore à l'avoine, à raison de la grande variabilité des graines de tige à

tige et même d'épi à épi. En moyenne, une bonne semence d'avoine doit contenir au moins 75 graines sur 100 pouvant germer. La faculté germinative des graines dure plusieurs années, mais il est toujours préférable d'employer, pour la semaille, des graines de la précédente récolte.

Pour germer, le grain d'avoine doit acquérir 60 à 70 p. 100 de son poids d'eau. Cette hydratation se fait dans les sols suffisamment humides en douze ou vingt-quatre heures. La germination commence au bout de deux jours quand la température du sol est de 18° à 19° environ, le quatrième jour seulement à la température de 10°, au bout de huit jours seulement à 4° au-dessus de 0°. Au-dessus de 30°, la germination ne se produit pas. Dans les conditions moyennes d'humidité et de température, la germination dure six à sept jours.

Dans les sols argileux, compacts, la graine ne doit pas être enterrée à une profondeur supérieure à 2 centimètres; dans les sols de consistance moyenne, à 5 centimètres; enfin, dans les sols légers, sableux, on peut semer à 6 ou 7 centimètres au-dessous de la surface.

Le développement de la plante commence par l'apparition des trois premières racines; ensuite se montre la première feuille. Pour une température moyenne de l'air de 16°, la croissance journalière de la tige est d'environ 5 à 6 millimètres; à 10°, l'allongement n'est plus que de 2 millimètres et demi par jour; il dépasse à peine 1 millimètre lorsque le thermomètre tombe à 5° au-dessus de zéro. L'avoine a besoin de plus de chaleur et de temps pour se développer que l'orge. La somme moyenne de chaleur

nécessaire à la maturation de la graine d'avoine oscille, suivant les espèces, de 1500 à 1700 degrés.

La durée de la période de végétation de l'avoine varie donc sensiblement avec le climat moyen du lieu. Aux environs de Paris, elle est de 100 à 110 jours, de l'époque de la semaille à celle de la récolte; en Angleterre, de 134 jours; à Königsberg, de 88 jours seulement. L'espacement des lignes doit être de 15 à 20 centimètres; cette distance est la plus convenable au double point de vue de la croissance de la plante et de la facilité des binages.

L'orge exige, dans le choix de la semence, les mêmes soins que l'avoine. Les grains bien remplis et lourds assurent une bonne récolte. La faculté germinative de l'orge est, en moyenne, plus élevée que celle de l'avoine (88 p. 100). Le grain perd complètement sa faculté germinative au bout de trois ou quatre ans; il faut toujours semer la graine de la dernière récolte, celle de deux ans au plus. La germination commence à 4° et cesse au-dessus de 38°. La température la plus favorable est de 16 à 20°.

La faculté que conserve l'orge de germer même lorsque la température dépasse 35 à 36°, tandis que l'avoine ne peut germer au-dessus de 28 à 29°, explique l'absence presque complète de la culture de cette dernière dans les pays chauds, où l'orge la remplace pour l'alimentation du bétail. Les profondeurs auxquelles on doit enfouir la graine d'orge dans le sol sont celles que nous avons précédemment indiquées pour l'avoine. L'orge prend de 55 à 70 p. 100 de son poids d'eau avant de germer.

La somme de chaleur nécessaire à l'orge pour par-

courir les diverses phases de la végétation varie de 1450 à 1900°, suivant les espèces.

Sa période de végétation est plus courte que celle de l'avoine : 96 jours aux environs de Paris, 127 jours en Angleterre.

Le maïs ne commence à grossir convenablement que lorsque la température du sol atteint 16 à 18°; aussi l'époque de la semaille est-elle très variable, suivant les lieux. La semence germe quand elle a pris 70 p. 100 de son poids d'eau. La germination ne se produit jamais au-dessous de 9°, elle a lieu encore à 40 ou 44°; la température la plus propice est 32°. A la température de 10°, un grain de maïs met 11 jours à manifester sa germination; il n'en exige que 3 entre 16° et 18°. Sa croissance par jour est de 6 à 7 millimètres pour une température de 19°. Dans les sols compacts, il faut enterrer le grain à 3 centimètres de profondeur; dans les sols légers, on peut l'enfouir à 6 ou 8 centimètres.

Depuis le jour de la levée, le maïs met de 45 à 105 jours jusqu'à sa floraison, selon les climats; en moyenne il lui faut, en France, 68 jours. La fécondation dure longtemps; la plupart du temps, 15 à 18 jours. La maturation exige, pour notre climat, 40 à 80 jours, en moyenne 60 jours, suivant les années. Le temps qui s'écoule depuis la semaille jusqu'à la récolte est, en moyenne, de 140 jours et dépasse parfois 180 jours.

Je m'arrête à ces indications sommaires; elles me paraissent suffisantes pour rappeler aux agriculteurs les conditions physiologiques et chimiques de la culture de l'avoine, de l'orge et du maïs.

La conclusion qui arrive naturellement sous ma



plume est celle de tous les chapitres que j'ai consacrés, dans ces *Études*, à l'examen des problèmes agricoles dont les nécessités du moment rendent de plus en plus importante l'élucidation. C'est par l'accroissement des rendements que l'agriculture peut et doit se relever. Il ne faut pas que la satisfaction donnée à l'opinion d'un grand nombre de cultivateurs par les surtaxes sur les céréales à leur entrée en France leur fasse perdre de vue cette vérité incontestable.

Au lieu d'escompter par des calculs qui, dans certaines années, pourraient bien être chimériques, l'amélioration qu'un droit de 5 francs sur le blé et de 3 francs sur les avoines apporte dans la situation présente de notre agriculture, que les cultivateurs s'évertuent à élever le rendement de leur terre en fournissant les éléments qui y font défaut ou qui ne s'y trouvent pas en quantité suffisante. Qu'au lieu de produire 15 hectolitres de blé ou 17 hectolitres d'avoine ils arrivent à en récolter 25 ou 30, et ils trouvent là un bénéfice que les surtaxes ne leur donneront jamais. Une dépense de 100 francs à l'hectare en azote, acide phosphorique et potasse sera largement récupérée, dans tous les cas, et, dans la plupart des sols bien cultivés, elle donnera un surcroît de récolte au moins égal, par sa valeur, au double de cette somme. Si à une fumure convenable on joint un choix judicieux de semences, d'autant moins onéreux qu'on appliquera une meilleure méthode de semaille, le bénéfice s'accroîtra encore. Que le cultivateur s'entoure de toutes les précautions que j'ai si souvent indiquées pour échapper aux fraudeurs dans ses achats d'engrais et de semences; qu'il restreigne ses cultures de céréales et d'autres plantes à la sur-

face de terre que ses ressources lui permettent de fumer abondamment; qu'il transforme en prairies permanentes ou temporaires les terrains qu'il ne peut pas améliorer largement par les engrais, et je suis convaincu qu'il trouvera bientôt une juste rémunération de ses peines et de ses dépenses dans l'accroissement des rendements. Bien des sols qui ne fournissent pas aujourd'hui beaucoup plus de la moitié des récoltes qu'ils pourraient produire, doubleraient de fécondité s'ils étaient enrichis suffisamment en substances fertilisantes, aussi indispensables au développement des végétaux que le sont les aliments pour l'homme et pour les animaux.

## XII

### LES PLANTES SARCLÉES

Fumure de plantes sarclées : pommes de terre, betteraves, turneps, etc. — Expériences de Rothamsted, Redbourne et Cirencester, en 1886, sur l'emploi des scories Gilchrist pour la fumure des plantes sarclées.

Dans le chapitre précédent, j'ai indiqué les bases sur lesquelles on doit s'appuyer sur la fumure des terres destinées à porter de l'orge, de l'avoine et du maïs. Pour compléter ce qui a trait aux récoltes de printemps, je m'occuperai aujourd'hui des pommes de terre, des betteraves et des navets (turneps), plante fourragère cultivée sur une grande échelle en Angleterre et dont l'agriculture française ne tire pas encore tout le parti dont elle est susceptible, surtout dans la région du Nord.

Comme au sujet des céréales, commençons par rappeler les exigences de ces diverses récoltes en principes minéraux. Le tableau suivant indique, pour chacune d'elles, les quantités d'azote, d'acide phosphorique et de potasse contenus dans 1000 kilogr. de produits à l'état frais :

1000 kilogr. renferment :

Nature de la récolte.	Azote.	Acide phosph.	Potasse.
	kil.	kil.	kil.
Pommes de terre.....	3,4	1,6	5,8
Betteraves à sucre.....	1,8	0,8	4,6
Betteraves fourragères....	1,6	0,9	3,8
Turneps (navets).....	2,1	0,8	2,9

Il n'y a pas lieu, comme pour les céréales dont on exporte la paille, de s'occuper de la composition des feuilles au point de vue de l'épuisement du sol. En effet, la partie foliacée des plantes-racines reste sur le sol, auquel elle restitue directement les substances qu'elle lui a empruntées.

Pour une récolte moyenne, les quantités d'azote, d'acide phosphorique et de potasse exportées sont les suivantes :

	Rendement	Acide		
	à l'hect.	Azote.	phosphor.	Potasse.
	kil.	kil.	kil.	kil.
Pommes de terre.....	20.000	68	32	116
Betteraves à sucre.....	40.000	72	32	184
Betteraves fourragères.	40.000	64	36	152
Turneps (navets).....	40.000	84	32	116

La quantité considérable de potasse enlevée au sol par les plantes-racines a longtemps fait préconiser l'emploi des sels potassiques à haute dose, au moment de la semence ou de la plantation; mais des expériences nombreuses ont montré que les pommes de terre, les betteraves, les turneps, etc., ont une aptitude toute particulière à puiser la potasse dans les combinaisons insolubles de cette base que renferme le sol. On a reconnu qu'il est préférable de répandre l'engrais potassique sur la sole qui précède

celle des plantes sarclées et de n'employer directement, l'année de la semaille, que l'acide phosphorique et l'azote.

Quant aux doses de chacun des engrais, on peut considérer comme une bonne fumure moyenne les proportions suivantes :

*Pommes de terre.* — 200 à 225 kilogr. de nitrate de soude, 30 à 50 kilogr. d'acide phosphorique suivant la matière phosphatée à laquelle on a recours, 80 à 100 kilogr. de potasse donnés l'année qui précède la récolte quand le sol réclame de la potasse.

*Betteraves.* — 250 à 300 kilogr. de nitrate de soude, 60 à 80 kilogr. d'acide phosphorique et 100 à 125 kilogr. de potasse, à la même époque que ci-dessus.

*Turneps, navets.* — 300 à 400 kilogr. de nitrate de soude, 50 à 70 kilogr. d'acide phosphorique, 80 à 100 kilogr. de potasse. Il est bien entendu que les quantités d'engrais devront être modifiées suivant la richesse naturelle du sol et d'après l'assolement adopté. En résumé, la fumure des plantes sarclées doit être abondamment pourvue d'acide phosphorique et d'azote; la potasse, grâce à la faculté que possèdent ces végétaux de l'enlever aux composés peu solubles du sol, est moins importante que ces deux matières fertilisantes.

Le nitrate et les phosphates doivent être semés avant le dernier labour et mélangés aussi complètement que possible à la terre par l'emploi de la charrue et de la herse. Plus le mélange des engrais avec la terre est intime, plus leur efficacité sera grande.

Quelle augmentation dans les rendements peut-on espérer de l'emploi du nitrate et des phosphates pour

la culture des plantes sarclées? C'est ce que nous allons examiner.

J'ai dit précédemment que pour les céréales on peut, dans un sol convenablement pourvu d'acide phosphorique et de potasse, en un mot présentant les conditions de moyenne culture, compter au minimum sur un excédent de rendement de 3 quintaux de grain et 5 quintaux de paille par 100 kilogr. de nitrate de soude employé. La même quantité de nitrate augmente de 1200 à 1500 kilogr. le rendement en pommes de terre, de 2000 à 2500 kilogr. la récolte de betteraves, et de 4000 à 4500 kilogr. celle des navets ou turneps.

Le nitrate de soude coûtant 29 francs, par exemple le quintal, la plus-value de la récolte est facile à établir, au moins approximativement.

3 quintaux de blé, par exemple, valant 23 francs le quintal, soit 69 francs, et la paille comptée à 40 francs les 1000 kilogr., on trouve, pour la valeur de l'excédent de la récolte sur la dépense en nitrate, 60 francs.

1200 kilogr. de pommes de terre, à 40 francs les 1000 kilogr., représentent 48 francs, dont il faut défalquer 29 francs; reste 19 francs de plus-value par 100 kilogr. de nitrate employé. 2300 kilogr. de betteraves sucrières, à 21 francs les 1000 kilogr., représentent 48 fr. 50, soit un bénéfice de 19 fr. 50 par 100 kilogr. de nitrate de soude employé. C'est avec les céréales que le nitrate donne le plus grand bénéfice, mais on voit que les plantes sarclées fournissent des excédents de récolte très rémunérateurs.

Dans les sols légers, très perméables à l'eau, on

doit donner la préférence au sulfate d'ammoniaque sur le nitrate de soude, la perte d'azote résultant de l'entraînement du nitrate dans le sous-sol n'étant pas à redouter avec les sels ammoniacaux.

Arrivons à l'acide phosphorique. Pendant longtemps les superphosphates ont été le seul engrais phosphaté préconisé par les agriculteurs pour la culture des plantes sarclées. Aujourd'hui les scories de déphosphoration paraissent appelées à les remplacer avec grand bénéfice dans presque tous les cas. Je dois à l'obligeance de M. Gilchrist une communication récente d'essais de culture faits, en 1886, en Angleterre, à Rothamsted, à Redbourne et à Cirencester, sous la direction de M. Warington pour les deux premiers, et sous celle de MM. Kirch et Russel Swanwick pour le dernier.

Les résultats obtenus sont des plus concluants. Un extrait des rapports manuscrits des agronomes anglais, après transformation en mesures françaises des données principales de leurs expériences, engagera plus d'un de nos lecteurs, je l'espère, à recourir, au printemps, à l'emploi des scories pour leurs plantations de pommes de terre ou de betteraves; les expériences en question ont porté sur le turneps, très voisin par ses exigences des autres plantes sarclées.

Les expériences de Rothamsted, celles de Redbourne et les essais de Cirencester présentent des différences notables, au point de vue de leurs dispositions générales.

A Rothamsted et à Redbourne, on a comparé l'action des superphosphates à celle des scories Gilchrist, employées à diverses doses, soit seules, soit associées au fumier de ferme.

A Cirencester, on a expérimenté comparativement le superphosphate, le phosphate précipité de scories et les scories à diverses doses, mais sans addition de fumier. A Rothamsted et à Redbourne, les champs d'essai étaient divisés en quatre lots; à Cirencester, ils étaient au nombre de 18, répartis en trois groupes de six parcelles; ces trois lots ont été traités chacun de la même manière.

Je me bornerai à résumer ici les moyennes des résultats obtenus dans chacune de ces séries d'essais. Tous les résultats sont rapportés à une surface de 1 hectare et exprimés en kilogrammes.

*Rothamsted.* — Trois parcelles ont reçu du fumier de ferme à la dose de 37 647 kilogr. à l'hectare. Une parcelle témoin est restée sans fumier. Les champs de Rothamsted ayant, de longue date, reçu très fréquemment des phosphates sous diverses formes, se trouvaient dans des conditions moins favorables que ceux de Redbourne et de Cirencester pour des expériences sur les phosphates.

Les quantités d'engrais ont été les suivantes :

*Parcelle 1* — 37 647 kilogr. fumier de ferme et 1016 kilogr. de scories Gilchrist (soit 166 kilogr. 6 d'acide phosphorique).

*Parcelle 2.* — 37 647 kilogr. fumier et 762 kilogr. de scories (125 kilogr. acide phosphorique).

*Parcelle 3.* — 37 647 kilogr. fumier et 518 kilogr. scories (85 kilogr. acide phosphorique).

Pour la comparaison avec le superphosphate, M. Warrington a adopté une excellente disposition, qui éloigne toutes les causes d'erreur résultant de la différence du sol sur lequel on opère. Les lignes fumées au superphosphate (à la dose de 254 kilogr. à



l'hectare, soit 34 kilogr. d'acide phosphorique à l'hectare) alternaient avec les lignes fumées aux scories. On avait de la sorte autant d'expérience comparatives que le champ d'essai comptait de lignes.

Les écarts constatés dans les rendements de chacune de ces lignes ont été très faibles pour la même fumure, ce qui me permet de me borner à donner ici les moyennes de tous les rendements isolés.

	Fumier et scories.	Fumier et super- phosphate.	Scories seules.	phosphate Super- seul.
Rendements en kilogrammos à l'hectare.				
Parcelle 1.....	49.536	49.442	»	»
Parcelle 2.....	45.674	43.323	»	»
Parcelle 3.....	42.948	45.144	»	»
Parcelle 4.....	»	»	23.090	23.183

De ces chiffres résultent les rendements moyens suivants à l'hectare :

Parcelles avec fumier et scories.....	44.289 kil.
Parcelles avec fumier et superphosphate....	44.477 kil.

La différence énorme dans le rendement des parcelles 1 à 3, comparées à la parcelle 4, qui n'a pas reçu de fumier de ferme, tient à l'insuffisance d'azote dans cette dernière parcelle. Il est plus que probable qu'une addition de quelques kilogrammes de nitrate à la parcelle 4 lui aurait permis de donner une récolte égale à celle des trois premières parcelles.

*Redbourne.* — Le sol n'a pas reçu d'autre fumure que des scories dans le champ n° 1 et du superphosphate dans le champ n° 2.

Le champ n° 1, fumé avec 1016 kilogr. de scories

(166 kilogr. 6 d'acide phosphorique), a donné une récolte de 30 802 kilogr. de turneps.

Le champ n° 2, qui a reçu 754 kilogr. de superphosphate (100 kilogr. d'acide phosphorique), a produit 31 700 kilogr. de turneps.

*Cirencester* — Comme je l'ai dit plus haut, l'expérience de Cirencester a été faite sur trois lots de terrains divisés chacun en six parcelles qui ont reçu respectivement les fumures suivantes, rapportées à l'hectare :

*Parcelle 1.* — Sans fumure.

*Parcelle 2.* — 188 kilogr. de phosphate précipité, contenant 60 kilogr. 4 d'acide phosphorique.

*Parcelle 3.* — 376 kilogr. de superphosphate, contenant 58 kilogr. 3 d'acide phosphorique.

*Parcelle 4.* — 502 kilogr. de scories Gilchrist, contenant 88 kilogr. d'acide phosphorique.

*Parcelle 5.* — 878 kilogr. de scories Gilchrist, contenant 154 kilogr. d'acide phosphorique.

*Parcelle 6.* — 2.510 kilogr. de scories Gilchrist, contenant 439 kilogr. d'acide phosphorique.

La moyenne générale de chacun de ces essais, qui n'ont d'ailleurs présenté, pour chacun des lots fumés de la même manière, que des écarts insignifiants, a été la suivante :

	Rendement à l'hectare.	Dépense en acide phosphor. à l'hectare.
Sans fumure.....	19.935 kilogr.	» francs.
Superphosphate .....	30.612 —	33 —
Phosphate précipité..	32.210 —	32 —
500 kilogr. scories...	29.614 —	13 —
878 kilogr. scories...	31.939 —	23 —
2.510 kilogr. scories.	30.243 —	66 —

Les chiffres de la deuxième colonne sont établis sur les bases suivantes : l'acide phosphorique dans le superphosphate et dans le phosphate précipité est compté à 0 fr. 55 le kilogr., dans les scories à 0 fr. 122 le kilogr., valeurs actuelles de ces deux formes de l'acide phosphorique.

De l'ensemble des résultats de ces expériences, dont le défaut d'espace ne me permet pas de discuter toutes les conditions, découlent quelques conclusions des plus intéressantes. Je vais essayer de les déduire en quelques mots.

1° L'acide phosphorique insoluble des scories est assimilable à un haut degré par les plantes sarclées. A la dose de 88 kilogr. à l'hectare (500 kilogr. de scories à 16,4 p. 100), il a produit une récolte presque égale à celles qu'ont fournies 60 kilogr. d'acide phosphorique soluble dans l'eau. La dépense, dans le premier cas, a été de 13 francs seulement à l'hectare, tandis qu'elle s'est élevée à 33 francs dans le second.

2° Les scories employées à très haute dose (deux tonnes et demie à l'hectare) n'exercent aucune action nuisible sur les végétaux. La levée du turneps a été aussi rapide et aussi parfaite dans ce cas que celle observée dans les autres parcelles.

3° La récolte obtenue avec 500 kilogr. de scories a été sensiblement égale à celles qu'ont données des poids double ou quintuple du même engrais. Il n'y a donc pas d'intérêt à dépasser la dose de 500 kilogr. à l'hectare. Ce résultat est conforme à ceux que j'ai constatés depuis deux ans dans mes propres expériences. Sauf le cas des prairies, où l'emploi de 1000 kilogr. de scories à l'hectare semble fournir les résultats les plus avantageux, on peut, pour toutes

les cultures, limiter à 500 kilogr. à l'hectare la quantité de scories à employer.

4° Le phosphate précipité a donné des rendements au moins égaux, à même dose d'acide phosphorique, à ceux qu'on a obtenus avec le superphosphate, fait qui confirme aussi tous ceux que j'ai observés, depuis plus de quinze ans, dans mes champs d'expériences.

En résumé, les scories Thomas-Gilchrist nous offrent un engrais phosphaté très assimilable et beaucoup plus économique que les superphosphates. Les scories employées dans les expériences que je viens de rapporter étaient en poudre fine. On attache, en général, une trop grande importance à obtenir, à grands frais, une finesse extrême pour cet engrais; la chaux libre et les protoxydes que renferment les scories en grande quantité sont des agents actifs de désagrégation de cette matière, et il ne faudrait pas, comme je l'ai montré (Voy. chap. VIII, p. 94), s'exagérer la nécessité de pousser très loin leur broyage.

Je préfère employer des scories en poudre grossière, à bas prix, et par conséquent en grande quantité, plutôt qu'une poudre extrêmement fine et beaucoup plus chère, en raison des difficultés que présente le broyage. L'air et l'humidité du sol amènent rapidement la décomposition de cette poudre grossière.

La fumure d'un hectare de terre destinée à la culture des pommes de terre et des betteraves pourrait avantageusement, dans la plupart des sols en bon état d'entretien, être la suivante.

Pour pommes de terre :

225 kil. nitrate de soude à 29 fr. les 100 kil...	65 fr. 25
500 kil. scories à 25 fr. les 1000 kil.....	12 » 50
Total.....	<u>77 fr. 75</u>

Pour betteraves :

300 kil. nitrate à 29 fr.....	87 fr. 00
500 kil. scories à 25 fr. les 1000 kil.....	12 » 50
Total.....	<u>99 fr. 50</u>

Si le sol manque de potasse, 450 kilogr. de chlorure de potassium (à 50 0/0 de potasse), valant 30 francs, compléteraient la fumure. C'est aux cultivateurs à faire subir à ces indications générales les modifications que comportent le sol, son état de fumure antérieur et les conditions locales de son exploitation, telles que quantité de fumier de ferme dont ils disposent, etc.

## XIII

### LES EXIGENCES DE LA VIGNE ET LA FUMURE DES VIGNOBLES

Composition des sols de quelques grands vignobles de Champagne, de Bourgogne et du Bordelais. — La fumure des vignes.

Dans ce chapitre, je m'occuperai de l'application des engrais industriels à la vigne, sujet très digne de l'attention des vigneron et assez mal connu de beaucoup d'entre eux. Tandis que l'emploi des engrais industriels est entré déjà dans les habitudes d'un grand nombre de cultivateurs, le fumier de ferme est demeuré jusqu'ici presque l'unique engrais qu'on donne à la vigne. L'emploi judicieux des phosphates, des sels de potasse et des matières azotées que l'industrie met à la disposition de l'agriculture est appelé à rendre les plus grands services aux vigneron, notamment dans les régions à sols accidentés et à pentes rapides où le transport du fumier est difficile et onéreux en raison de son volume, hors de proportion avec sa valeur fertilisante. Les renseignements que de longues années d'observation et d'études me

permettent de donner sur la fumure des vignes, pourront donc être de quelque utilité pour les vigneronns désireux de tenter l'emploi des engrais chimiques et d'accroître les rendements de leur vignoble.

Au début de l'invasion phylloxérique, Liebig a insisté sur les avantages que présente une alimentation riche de la vigne au point de vue de sa résistance au fléau. L'illustre agronome soutenait, à juste raison, qu'un végétal qui rencontre en abondance, dans le sol, les aliments minéraux nécessaires à son existence, est mieux préparé qu'une plante mal nourrie à résister à l'invasion parasitaire. Les expériences que M. Becchi, directeur de la station agronomique de Florence, a faites de 1866 à 1868, l'ont conduit à affirmer, de son côté, que l'addition de sels de potasse dans le sol des vignes rendait celles-ci beaucoup plus résistantes à l'oïdium qu'elles ne le sont dans le cas de la fumure exclusive au fumier de ferme.

D'autre part, la préservation relative des vignobles suisses traités par les engrais chimiques, contre les atteintes du phylloxéra, est venue confirmer cette idée physiologique qu'une plante bien nourrie et vigoureuse résiste mieux qu'une plante malingre et affamée à l'invasion des parasites.

Même en laissant de côté la question phylloxérique, pour nous occuper des vignes encore indemnes, nous pouvons affirmer que la fumure minérale est appelée à rendre d'aussi grands services dans les vignobles que dans les autres exploitations agricoles; à son aide, on peut, comme pour ces dernières, augmenter notablement leurs rendements.

Pour déterminer utilement la nature et la quantité des engrais applicables à la vigne, il importe d'établir

d'abord les emprunts que celle-ci fait au sol. L'étude à laquelle j'ai soumis, en 1872, la composition du sol des vignobles de Champagne et de leurs produits <sup>1</sup>, l'analyse des terres des grands crus du Bordelais, de la Bourgogne et de quelques vignobles de Lorraine que j'ai faite ensuite, me fourniront, avec un travail postérieur de Boussingault (1874) sur une vigne d'Alsace, les éléments nécessaires pour fixer les idées à ce sujet.

On admet généralement que la vigne est une culture très exigeante en potasse ; cette opinion est contredite par mes analyses aussi bien que par celles de Boussingault. Bien que riches en cette substance, les vignes en enlèvent moins au sol que beaucoup de récoltes. J'ai été conduit, pour la Champagne, aux résultats suivants :

Par hectare de vigne plantée, *en foule*, à raison de 45 000 plants à l'hectare, comme cela se pratique à Aÿ et à Verzenay, les sarments coupés au moment de la taille, le vin récolté et les mares provenant du pressurage contenaient ensemble, d'après mes analyses, 13 kilogr. 235 de potasse et 7 kilogr. 66 d'acide phosphorique. Il n'y a pas lieu de tenir compte des quantités de ces deux principes renfermés dans les feuilles, celles-ci restant sur le sol et restituant, par leur enfouissement, les matières qui ont servi à leur développement.

Boussingault, dans son étude sur la vigne de Smalz-

1. Les résultats numériques de cette étude n'ont reçu qu'une publicité très restreinte : ils sont contenus dans une note imprimée en 1873 par les soins de M. Ponsard, président du comice agricole de la Marne, et présentée par lui à ses collègues.



berg, près de Lampertsloch (Alsace), est arrivé, pour un hectare de vigne, aux chiffres que voici : potasse enlevée par les sarments, les marcs et le vin, 16 kilogr. 42 ; acide phosphorique contenu dans les mêmes produits, 7 kilogr. 23. Boussingault n'a pas publié l'analyse du sol de la vigne de Smalzberg, qui donnait 36 hectol. 5 de vin à l'hectare, tandis que les terres des vignes de Champagne qui ont servi de base à mes études, et qui fournissent, dans une bonne année, 49 hect. de vin, y compris le vin de recoupe destiné aux ouvriers, ont été analysées dans mon laboratoire.

C'est donc 13 à 16 kilogr. de potasse et 7 à 8 kilogr. d'acide phosphorique que prend au sol la récolte d'un hectare de vigne. Nos cultures agricoles sont beaucoup plus exigeantes : le blé, en effet, exporte 25 à 30 kilogr. d'acide phosphorique et à peu près autant de potasse ; la pomme de terre enlève plus de 60 kilogr. de potasse et 15 kilogr. environ d'acide phosphorique, etc.

On s'explique dès lors comment, dans des sols très pauvres, comme ceux du Bordelais, dont je parlerai plus loin, on obtient des rendements encore assez notables en vin ; mais il ne faudrait pas tirer de ce qui précède la conclusion que les vignes peuvent se passer de fumure. Il est, au contraire, certain que le défaut de fumure et l'épuisement du sol, qui en est la conséquence, ont abaissé, dans certaines régions, le rendement des vignobles. Le vieux chef vigneron, au service de MM. Moët et Chandon depuis 1816, qui m'a accompagné dans ma visite de 1872 aux vignes d'Aÿ, m'a dit que le rendement des vignobles avait baissé de plus d'un tiers depuis une trentaine d'années.

L'analyse des sols que j'ai prélevés en 1872, dans les meilleures vignes d'Aÿ, de Cramant et de Verzenay, leur assigne la composition moyenne d'un bon sol agricole; je me bornerai ici à indiquer les teneurs en chaux, en magnésie, en potasse et en acide phosphorique :

## DÉSIGNATION DES VIGNOBLES :

Éléments chimiques.	Aÿ.	Cramant.	Avize.	Verzenay
	Vigne de la Côte-Pelle.	Vigne du Chenelot.		Vigne des Vincelles.
	P. 100 de terre.	P. 100 de terre.	P. 100 de terre.	P. 100 de terre.
Chaux.....	18,52	14,80	40,00	2,63
Magnésie.....	0,17	0,35	0,29	0,28
Potasse.....	0,31	0,59	0,15	0,15
Ac. phosphorique..	0,14	0,11	0,25	0,10

Si l'on excepte le sol de Cramant, très riche en potasse, les terres des grands crus de Champagne présentent, on le voit, une analogie marquée avec les sols agricoles de richesse moyenne. La fumure qu'on applique à ces dernières peut donc être avantageusement employée dans les vignes que je viens de citer.

Les sols des vignobles de Bourgogne et de Lorraine, beaucoup moins calcaires en général que le crayon de Champagne, s'en rapprochent sous le rapport de leurs teneurs en potasse et en acide phosphorique, ainsi que le montrent les nombres suivants, extraits des registres d'analyse du laboratoire de la station agronomique de l'Est :

DÉSIGNATION DES VIGNOBLES :

Éléments chimiques.	Bourgogne.	Pagny-sur-Moselle (M.-et-M.)		Thiaucourt. (M.-et-M.)
	Clos Vougeot.	Vigne de la Roche.	Vigne des Orvaux.	Vigne de Chauffour.
	P. 100 de terre.	P. 100 de terre.	P. 100 de terre.	P. 100 de terre.
Chaux.....	10,66	11,27	10,24	26,09
Magnésie.....	0,10	0,31	0,24	0,17
Potasse.....	0,25	0,35	0,37	0,23
Acide phosph.	0,40	0,24	0,16	0,15

Les vignobles de l'Est appartiennent aux terrains calcaires de l'étage du lias ou de l'oolithe. Ceux du Bordelais sont de tout autre nature : sols siliceux, presque dépourvus de l'élément argileux et calcaire, et par cela même beaucoup plus pauvres en éléments potassiques. Les échantillons authentiques des clos du Château-Yquem, du Château-Lafitte et du Château-Margaux, prélevés par les soins d'un de mes amis, qui s'est conformé aux prescriptions que je lui avais indiquées pour obtenir un type moyen de la terre de chacun de ces grands crus, ont été analysés avec beaucoup de soin ; j'extraits des résultats obtenus les chiffres relatifs aux quatre éléments chimiques que j'ai indiqués pour les vignes de Champagne, de Bourgogne et de Lorraine.

DÉSIGNATION DES VIGNOBLES :

Éléments chimiques.	Château-Yquem.	Château-Lafitte.	Château-Margaux.
	P. 100 de terre.	P. 100 de terre.	P. 100 de terre.
Chaux.....	0,720	0,550	0,840
Magnésie.....	0,300	0,530	0,180
Potasse.....	0,074	0,064	0,095
Acide phosphor.	0,159	0,116	0,115

Ces analyses se rapportent à la terre fine, qui représente au plus 35 à 40 p. 100 du sol, le reste étant formé de cailloux siliceux (Graves).

L'extrême pauvreté de ces sols en potasse et leur richesse notable en magnésie en sont les caractéristiques les plus saillantes.

De l'ensemble des documents que je viens de mettre sous les yeux de mes lecteurs résultent quelques faits importants que je crois utile de relever :

1° La vigne n'a pas d'exigences minérales plus grandes que les autres cultures; le contraire serait plutôt l'expression de la vérité.

2° Les sols siliceux du Bordelais diffèrent essentiellement des sols calcaires de la Bourgogne et de la Lorraine par leur pauvreté en potasse et leur faible teneur en calcaire.

3° Les vignobles, comme les autres terres en culture, peuvent être améliorés au point de vue du rendement par l'emploi d'engrais convenablement choisis.

Ce dernier point demande quelques éclaircissements. Tous les essais de fumure des vignes qui ont été faits en Lorraine depuis une quinzaine d'années, d'après les indications de la station agronomique de l'Est, ont confirmé cette dernière assertion. L'emploi combiné des phosphates, des sels de potasse et des engrais azotés à action lente, a partout donné les meilleurs résultats.

Pour la vigne comme pour les autres cultures arbustives, il faut éviter, par le choix des engrais, que les matières fertilisantes ajoutées au sol amènent surtout un développement du bois. Les engrais azotés solubles, comme le nitrate de soude et le sulfate d'ammoniaque, si utiles pour activer la végétation d'une plante annuelle, comme le blé ou l'avoine, doivent être proscrits lorsqu'il s'agit d'arbres ou

d'arbustes à fruit. Leur action, qui porte principalement sur le développement herbacé ou foliacé de la plante, se traduirait par la pousse de jeunes branches et de feuilles, plutôt que par la production de fruits.

Les engrais azotés à décomposition lente, c'est-à-dire dont l'azote nitrifie peu à peu et exige parfois plusieurs années pour se transformer en nitrates dans le sein de la terre, sont, de beaucoup, préférables aux fumures azotées solubles. Les déchets de laine, de cuir torréfié, le sang desséché, les tourteaux de graines oléagineuses, suivant le prix auquel le viticulteur peut obtenir le kilogramme d'azote dans chacun d'eux, doivent être préférés, d'une manière absolue, pour la vigne, au nitrate de potasse et au sulfate d'ammoniaque.

Les phosphates naturels en poudre plus ou moins fine, les scories de déphosphoration, le phosphate précipité sont des sources excellentes d'acide phosphorique pour les cultures arbustives. Enfin les sels de Stassfurt, notamment la kainite ou sulfate de potasse brut, les salins de betteraves, les cendres de sarments et de mares de vigne apporteront, sous des états convenables, au vignoble qu'on veut fumer, la potasse qui lui est nécessaire.

Les engrais azotés que je viens de citer se décomposant très lentement dans le sol, les phosphates et les sels de potasse étant retenus dans la couche superficielle et ne courant pas risque d'être entraînés par les pluies, il sera préférable d'en employer d'un coup une dose assez considérable dans les vignes, ce qui permettra de ne pas renouveler la fumure pendant cinq ou six ans au moins. Dans les vignobles en

coiteaux surtout, les transports de fumier ne pouvant presque se faire qu'à dos d'homme, il y a intérêt économique à employer des engrais concentrés à assez haute dose pour suffire aux besoins du vignoble pendant une période de plusieurs années.

Une fumure pouvant répondre aux exigences de la vigne pendant dix ans, sans autre restitution que les feuilles tombées naturellement sur le sol, devrait contenir, par hectare, au moins les proportions suivantes des trois éléments fertilisants par excellence :

Azote.....	150 kil.
Potasse.....	250 —
Acide phosphorique.....	200 —

En admettant les prix moyens de 1 fr. 80 pour le kilogramme d'azote organique, 0 fr. 40 pour la potasse, 0 fr. 30 pour l'acide phosphorique, on arrive à une dépense totale de 430 francs pour dix années, soit 43 francs par an. Si l'on doublait les doses ci-dessus, dans le cas de sols très pauvres, on ne dépenserait encore que 86 fr. à l'hectare et par an, somme facile à récupérer par la récolte de quelques hectolitres de vin en plus.

Des composts formés de lits alternatifs de déchets de laine ou de tourteaux, de phosphates, de terre et de sels de potasse, constituent un excellent mélange, plus facile à épandre régulièrement que les engrais isolés.

Les déchets de laine pure renferment de 9 à 11 p. 100 d'azote ; les phosphates ou les scories contiennent de 7 à 33 p. 100 d'acide phosphorique ; il est évident que l'analyse des engrais devra précéder leur emploi ; elle

servira d'abord à fixer la quantité à employer, d'après la richesse des produits offerts par le commerce; en second lieu, le prix à payer au vendeur s'établira d'après le titre de l'engrais, en prenant pour base des chiffres voisins de ceux que j'ai indiqués plus haut pour le kilogramme de chaque élément.

L'action des déchets de laine ne se fait sentir qu'au bout d'une ou deux années : celle des tourteaux est un peu plus prompte.

Il va sans dire que le fumier de ferme pourra être associé aux engrais chimiques, dont on diminuerait la dose proportionnellement à la richesse et à la quantité de fumier employé.

L'aperçu général que je viens de donner des exigences de la vigne en substances minérales et les indications fournies par l'analyse du sol de quelques-uns des grands vignobles français ont corroboré l'assertion émise plus haut, à savoir que la vigne est moins exigeante que les récoltes agricoles.

Je me propose maintenant d'entrer en quelques détails sur la fumure et la culture des vignes de Champagne. Les matériaux qui me serviront à cette étude ont tous été réunis par moi dans une visite faite, il y a une quinzaine d'années, aux trois premiers crus de Champagne, Aÿ, Cramant et Verzenay, sous la conduite de M. Auban, gendre de M. Moët, qui s'était mis avec une complaisance extrême à ma disposition. Outre les renseignements qui m'ont été fournis sur place par M. Auban et par son chef vigneron, M. Henry, qui dirigeait la culture du vignoble d'Aÿ depuis 1816, j'ai recueilli des échantillons de sols, d'amendements et d'engrais, dont l'étude me permet de donner une idée exacte des conditions chimiques

de la culture de la vigne en Champagne et des améliorations qu'elle comporte.

Aÿ et Cramant sont en pleine craie : le sol, qui n'a qu'une profondeur de 0 m. 45 à 0 m. 55, repose sur le banc de craie qui s'étend à droite et à gauche des bords de la Marne. L'action des eaux superficielles, celle des cultures qui occupent les coteaux, de temps immémorial, ont singulièrement modifié le sol, dont la composition s'éloigne aujourd'hui très sensiblement de celle du sous-sol et même de la constitution des *savarts* incultes de la Champagne. Les alluvions des hauts plateaux n'ont d'ailleurs pas la même origine que les sols de la plaine. Ils sont beaucoup plus siliceux et moins riches en chaux. Le calcaire (craie), qui, dans les *savarts*, représente 65 à 80 p. 100 de la masse du sol, ne figure dans les vignes d'Aÿ et de Cramant que pour 25 à 30 p. 100. L'élément siliceux et argileux, correspondant à quelques centièmes à peine dans la craie du sous-sol, et atteignant environ 20 p. 100 du poids du sol non cultivé de la surface des *savarts*, monte à 45 et 60 p. 100 dans les vignes d'Aÿ et de Cramant. Les coteaux de Verzenay, que nous laisserons de côté pour l'instant, sont siliceux, et le carbonate de chaux, comme dans les terrains de la montagne de Reims, n'y entre plus que pour 3 à 5 centièmes.

Partout l'action des eaux, qui remanie la surface des terres, peut-être aussi l'exposition directe des sols à l'action des pluies, ont pour résultat, avec le temps, le départ, sous l'influence de l'acide carbonique de l'eau pluviale, de quantités plus ou moins notables de calcaires et l'enrichissement correspondant du sol en éléments siliceux et argileux.



Au moment où je l'ai étudié, le sol de la vigne de la côte Pelle, à Aÿ, qu'on considère, je crois, comme le premier vignoble de Champagne, présentait la composition chimique suivante, rapportée à cent parties de terre :

Eau.....	6,19
Matières combustibles <sup>1</sup> .....	9,85
Acide carbonique.....	12,02
Acide sulfurique.....	0,06
Acide nitrique.....	traces
Acide phosphorique.....	0,14
Chlore.....	traces
Chaux.....	18,52
Magnésie.....	0,17
Potasse.....	0,31
Soude.....	0,08
Alumine, oxyde de fer.....	5,70
Silicates insolubles.....	47,90
	<hr/>
	100,94

Cette vigne, plantée en ligne, comptait 45 000 ceps environ à l'hectare. La récolte maxima est d'environ 40 hectolitres de vin destiné à la fabrication du champagne et 12 à 13 hectolitres de vin de recoupe (vin rouge), consommé sur place par les vigneron. La récolte moyenne en vin de Champagne n'excéderait guère 20 hectolitres et 7 à 8 hectolitres de vin de recoupe par hectare.

Les principales phases de la culture sont les suivantes :

*Fin janvier et commencement de février* : taille à deux broches ; on laisse deux à trois yeux sur chaque broche ; chaque cep porte, en moyenne, quatre à cinq raisins. Le cépage est le *pineau*.

1. Correspondant à azote 0,13 p. 100 du poids de la terre.

*Mars* : bêchage à la houe à la main. *Mai* : provignage qui se pratique tous les ans sur un nombre variable de ceps; fumure dans les conditions que j'indiquerai plus loin, et échalassement des ceps.

*Juin* : labourage à la main. — La floraison a lieu du 15 au 20 juin : on ébourgeonne en pleine floraison et on lie les ceps aux échalas. On donne en juillet un second labour, et un troisième en août. Du 15 au 30 de ce mois, on épampre. La récolte a lieu du milieu à la fin de septembre, suivant les années.

La fumure se pratiquait exclusivement, dans les vignes que j'ai étudiées en 1872, à l'aide de *composts*, c'est-à-dire de mélanges de terre et de fumier répandus dans les vignes en mai, au moment du provignage et du deuxième labour. L'unité de mesure agraire usitée en Champagne est l'arpent, qui égale 43 ares : pour cette superficie, on emploie tous les ans vingt-deux mètres cubes d'un compost préparé dans le courant de l'été précédent, sur les chemins d'exploitation qui bordent le vignoble.

Ce compost est formé, par lits successifs, des quantités de fumier de ferme et de terres dont voici la désignation :

- 5 mètres cubes de terre de bois.
- 5 mètres cubes de terre de pré.
- 5 mètres cubes de terre de pâture.
- 7 mètres cubes de fumier.

J'ai prélevé isolément un échantillon de chacune des terres et du fumier employé pour ce mélange. Après avoir déterminé le poids du mètre cube de chacun d'eux, j'ai fait l'analyse des quatre échantillons, et, rapportant les résultats obtenus à la quantité

de compost appliquée à l'arpent, j'ai trouvé pour la fumure annuelle, *par hectare de vigne*, que le poids du compost répandu s'élève à 50 000 kilogr. environ, correspondant aux quantités de principes fertilisants suivants, en nombres ronds :

Acide phosphorique.....	46 kil.
Potasse.....	100 —
Azote.....	45 —

Pour apprécier la valeur fertilisante de cette fumure, il ne faut pas perdre de vue qu'à part le fumier de ferme, le compost introduit dans les vignes l'acide phosphorique, la potasse et l'azote, à l'état même où ces corps se trouvent déjà dans le sol de la vigne, c'est-à-dire sous des formes relativement moins assimilables que celle où ces principes sont offerts à la plante dans les engrais commerciaux à base d'acide phosphorique et de potasse.

Il m'a paru intéressant, à titre de renseignement, d'établir le rapport existant dans la teneur en azote, acide phosphorique et potasse de la couche arable qui nourrit la vigne et les quantités de ces matières introduites annuellement par la fumure dont nous venons de faire connaître la composition. Le sol de la vigne de côte Pelle a une profondeur moyenne de 50 centimètres : au-dessous se trouve le crayon pur, dans lequel les racines pénètrent très difficilement et à la surface duquel elles s'étalent. Le mètre cube de la terre de côte Pelle pèse 1498 kilogr. Une couche de 50 centimètres d'épaisseur représente donc un poids de 6000 tonnes. D'après l'analyse que j'ai donnée précédemment, ces 6000 tonnes, c'est-à-dire

la couche dans laquelle végète le vignoble, contiennent :

Acide phosphorique.....	8 400 kil.
Potasse.....	48 600 —
Azote.....	7 800 —

Les 50 mètres cubes de compost qu'on répand tous les ans représentent, nous venons de le voir, 46 kilogr. d'acide phosphorique, 45 kilogr. d'azote et 100 kilogr. de potasse par hectare. Ces quantités correspondent à 0,55, 0,57 et 0,53 p. 100 de chacun des principes ci-dessus existant dans le sol naturel, soit environ 1/2 p. 100 de la richesse totale du sol. Or, comme je l'ai fait remarquer plus haut, le fumier de ferme seul apporte ces éléments à un état plus assimilable que celui où ils se trouvent dans la terre naturelle, et la fumure obtenue par ces composts me paraît à très peu près devoir se réduire aux principes qu'apporte le fumier. S'il en est ainsi, d'après la composition du fumier employé, les matières fertilisantes actives contenues dans les 50 mètres cubes de compost se réduisent aux quantités suivantes :

Acide phosphorique.....	20 kil.
Potasse.....	50 —
Azote.....	39 —

Telles seraient en réalité les quantités de matières fertilisantes, plus ou moins rapidement assimilables, qu'on emploierait annuellement en Champagne pour la fumure d'un hectare de vigne.

Je suis tenté de croire qu'elles excèdent de beaucoup celles qui sont nécessaires à l'entretien de la fertilité du sol cultivé en vigne. Les motifs sur les-

quels je m'appuie pour émettre cette opinion sont de deux ordres : premièrement, la faible exigence en matières minérales d'une récolte de vin ; en second lieu, l'enrichissement extrêmement notable en potasse et en acide phosphorique que révèle l'analyse comparative des savarts incultes (craie vierge) de Champagne et des sols plantés en vigne de temps immémorial.

L'analyse de couches de craie superficielle de savarts des environs de Châlons et d'Épernay m'a permis de constater une très grande uniformité dans la composition chimique de ces terrains, comme il était naturel de s'y attendre.

Un hectare de savart, sur une profondeur de 50 centimètres, renferme des quantités presque identiques d'acide phosphorique et de potasse, soit, en chiffres ronds, 3250 kilogr. de chacun de ces principes. Nous avons vu précédemment que la côte Pelle contient 8400 kilogr. d'acide phosphorique et 18 600 kilogr. de potasse. La culture et les amendements ont donc introduit dans la couche superficielle 5150 kilogr. d'acide phosphorique et 15 350 kilogr. de potasse. Le sol de la vigne se trouve aujourd'hui près de deux fois plus riche en potasse que le sol primitif. Loin d'être rompu en faveur du sol demeuré inculte, l'équilibre entre la richesse des deux terres s'est très notablement déplacé au bénéfice du sol planté en vigne. Je crois donc, avec les agronomes peu nombreux d'ailleurs qui se sont occupés de l'étude des sols des vignobles au point de vue de leur épuisement par les récoltes, qu'on peut maintenir la fertilité des vignes avec des apports en substances fertilisantes bien inférieurs à ceux qu'exigent les cultures agricoles.

Resterait à voir maintenant si des essais méthodiques de fumure appliqués à la vigne ne permettraient pas, suivant la nature des matières fertilisantes, d'élever dans les sols pauvres, d'une façon notable, les rendements en vin. Nous ne possédons pas, malheureusement, beaucoup d'expériences bien faites à ce sujet, et je serai reconnaissant aux viticulteurs entre les mains desquels tomberont ces lignes, de me communiquer les essais bien conduits qui sont à leur connaissance.

## XIV

### LES ÉLÉMENTS MINÉRAUX DU SOL ET LA FERTILITÉ DES TERRES

Remarques sur les conditions fondamentales de fertilité des sols. — Ce que nous savons et ce qu'il faudrait savoir. — Méthode de dosage du calcaire actif des sols de M. Paul de Mondesir <sup>1</sup>. — Dosage de l'acidité des terres.

Trois ordres des connaissances sont le point de départ de toutes cultures rationnelles : 1° les exigences alimentaires des végétaux dont on a en vue la production ; 2° la constitution et la composition du sol qui doit les nourrir ; 3° les lois de l'assimilation, par la plante, des éléments chimiques que les milieux nutritifs (sol et atmosphère) mettent à sa disposition. L'antiquité de l'art agricole, d'une part, qui a permis l'accumulation d'un si grand nombre d'observations, les progrès des sciences chimique et biologique, de l'autre, semblent, à première vue, rendre facile aujourd'hui l'élucidation de ces trois ordres de questions. Sans doute, pour les grandes lignes, nous

1. Voir le mémoire original de M. de Mondesir, inséré dans les *Annales de la science agronomique française et étrangère*, t. II, 1886.

sommes à même de répondre aux besoins du praticien et nous pouvons lui indiquer les plantes qui conviennent le mieux à tel sol, les engrais qu'il doit appliquer de préférence à telle récolte; mais que d'obscurités entourent encore les lois fondamentales de la production végétale!

Plus favorisé que le cultivateur, l'industriel possède une connaissance complète de la matière première, quelle qu'elle soit, sur laquelle il opère.

Les transformations qu'il lui fait subir ont un point de départ certain dans la fixité de ses caractères. Les propriétés des métaux, des produits chimiques, des substances diverses qu'il met en œuvre lui sont parfaitement connues; elles sont, en quelque sorte, immuables, constantes, et tout réside dans les perfectionnements économiques des moyens de transformation à leur appliquer.

L'agriculteur, loin d'être aussi bien partagé, se trouve en présence d'une matière première, le sol, dont les propriétés et la composition varient à l'infini, pour ainsi dire, et dont l'étude présente aussi les plus grandes difficultés. La longue période des siècles où l'observation pure était privée du secours de l'expérience, dans l'acception scientifique du mot, c'est-à-dire de la détermination exacte des conditions indispensables et suffisantes à la production d'un phénomène, n'a fourni à l'agriculture que des indications d'une utilité très limitée.

La généralisation de ces observations est, en effet, rendue impossible par l'absence de détermination exacte des conditions dans lesquelles elles ont été faites. La méthode expérimentale seule est capable d'imprimer un progrès marqué à l'art agricole; l'ob-



servation pure a donné tout ce qu'elle pouvait fournir : à l'expérience maintenant de nous éclairer sur les problèmes si complexes de la production végétale.

En ce qui regarde les exigences des plantes, nous commençons à être fixés d'une façon assez nette. Les nombreuses analyses de cendres de végétaux nous ont révélé la nature et la quantité des principes minéraux indispensables à chacune des espèces agricoles. Nous savons qu'une douzaine de corps simples constituent la trame de toutes les plantes, et nous pouvons calculer à l'avance les quantités respectives de chacun de ces principes empruntés au sol et à l'atmosphère par nos différentes récoltes. La composition de l'atmosphère, relativement fixe sur toute la surface du globe, est également bien connue. En ce qui regarde le sol et les procédés que la plante met en œuvre pour y puiser ses aliments, nous sommes loin d'être aussi avancés.

Quelques exemples vont nous édifier sur l'insuffisance de nos connaissances en ce qui regarde la constitution des sols. Voici deux champs également bien cultivés ; nous leur confions la même semence ; ils sont situés dans les mêmes conditions de climat et d'exposition ; les opérations mécaniques auxquelles nous les soumettons, telles que labours, hersages, etc., se font avec le même soin à des époques convenables. Arrive la récolte, les rendements de ces deux champs sont très inégaux : le premier, par exemple, a produit 15 quintaux de froment, tandis que nous n'en récoltons que 8 ou 9 sur le second. A quoi tiennent ces écarts considérables ? Il est tout naturel de les attribuer à la différence de richesse du sol en principes nutritifs, seule condition qui ait pu n'être pas la

même dans les deux cas, puisque nous avons supposé l'identité de toutes les autres. Nous soumettons le sol de chacun des champs à l'analyse chimique et nous constatons, à notre grand étonnement, qu'ils renferment des *quantités* d'acide phosphorique, de chaux, de potasse, etc., très sensiblement voisines, sinon absolument égales. Quelles conclusions devons-nous tirer de là? Comment expliquer que deux terres situées à la même exposition, emblavées avec la même semence dans un sol pourvu de quantités *absolues* de chaux, de phosphate et de potasse identiques, soumises au même traitement, fournissent des rendements si inégaux?

Il est facile d'en donner la raison : les plantes, au point de vue de leur nutrition intime, sont absolument comparables aux animaux, tandis que, sous le rapport du mode de préhension des aliments, elles en diffèrent essentiellement. Elles ressemblent à l'animal, en ce que le groupement, l'état physique et chimique des corps simples qui, par leur assemblage, forment leurs aliments, sont loin d'être indifférents pour elles. Elles diffèrent, au contraire, du tout au tout de l'animal, en ce qu'elles sont dépourvues, à l'inverse de ce dernier, de la faculté de locomotion et de préhension directe des aliments, ce qui les prive de la possibilité de recevoir leur nourriture autrement que par le contact direct de leurs racines et de leurs feuilles avec les substances alimentaires contenues dans le sol et dans l'air.

Nous trouvons, dans ces analogies et dans ces dissemblances, l'explication complète de l'inégale fertilité de deux sols contenant les mêmes quantités de chaux, de phosphore, d'azote, etc. En effet, prenons

l'azote pour exemple ; poursuivons cette comparaison, et tout s'expliquera. Nous savons que les substances azotées sont absolument indispensables au développement de tout être vivant. L'animal ne peut assimiler l'azote dont il a besoin qu'à un état particulier de groupement de ce corps simple avec le charbon, l'oxygène et l'hydrogène ; les substances azotées alibiles sont l'albumine, la fibrine et la caséine, éléments essentiels des œufs, de la chair musculaire et du lait. Donnez à un animal la même quantité d'azote à l'état de gélatine, corps identique, par sa teneur en azote, aux substances que je viens de nommer, il ne tardera pas, en l'absence d'autre nourriture azotée, à dépérir et mourra promptement de faim. Il en est absolument de même pour les plantes, avec cette différence toutefois que les aliments azotés du végétal ne sont pas ceux de l'animal. La plante ne peut se nourrir que d'azote nitrique et ammoniacal ; elle succombera d'inanition en présence des autres composés azotés, si riches en azote que vous les supposiez. De même, pour le végétal qui vit, lui, exclusivement, d'aliments minéraux, le phosphore, la chaux, la potasse doivent exister dans le sol à des états assimilables par lui ; d'où il résulte que c'est beaucoup moins la quantité absolue de chacun de ces corps, que l'état chimique sous lequel la terre les offre aux plantes qui détermine la condition première de fertilité d'un sol. Ainsi s'expliquent clairement déjà les différences possibles entre les rendements en blé ou en tout autre produit de deux sols également riches en chaux, en azote, en phosphore, etc.

A cette première condition de fertilité d'une terre,

à savoir l'état chimique sous lequel elle offre aux plantes leur alimentation minérale, vient s'en ajouter une deuxième non moins importante et sur laquelle j'ai, à diverses reprises, insisté dans ces *Études*. Je veux parler de la dissémination physique des éléments nutritifs dans le sol. Le végétal, dès que sa semence a pris racine, est irrévocablement limité, pour son alimentation, aux matériaux avec lesquels ses radicelles se trouvent en contact. Ne pouvant se déplacer, comme le fait l'animal, force lui est de se contenter de ce qu'il trouve à sa portée. De là, la nécessité d'une dissémination physique aussi complète que possible des aliments minéraux que la terre renferme naturellement et du complément de nourriture que l'homme met à sa disposition par l'emploi des engrais. Ici encore c'est bien moins la richesse absolue d'une masse de terre en phosphore, chaux, etc., qui influera sur le rendement de cette terre que la dissémination des principes nutritifs et leur répartition dans les parties fines du sol. Tout ce qui n'est pas au contact immédiat de la racine demeure sans action au point de vue de la nutrition de la plante. La division du sol, son ameublissement par les labours, l'action de la gelée, etc., en un mot toutes les opérations physiques ou chimiques ayant pour résultat la répartition aussi parfaite que possible des substances fertilisantes, contribueront dans une large mesure à accroître la faculté alimentaire de la terre pour les plantes et, conséquemment, à élever les rendements.

Deux conditions essentielles régissent donc la fertilité des terres : 1° l'état sous lequel s'y trouvent les substances minérales qui sont les seuls aliments des

plantes, état qu'on exprime d'un mot en disant que les aliments doivent être *assimilables*; 2° dissémination physique aussi grande que possible de ces minéraux assimilables.

Cela posé, nous pouvons conclure, en toute assurance, que les deux terres que j'ai prises pour exemple doivent l'inégalité considérable de fertilité, qui s'est traduite par des écarts de huit à quinze dans les rendements, à l'une des causes suivantes ou à ces deux causes réunies : les principes minéraux que l'analyse des sols nous a montré exister en quantités égales dans les deux terres ne s'y trouvent pas à des états également assimilables, ou leur dissémination physique est très inégale, ou enfin ces deux conditions s'ajoutent, dans l'un des sols, pour en diminuer la fécondité par rapport à l'autre.

Il importerait donc, au plus haut point, d'être renseigné exactement par l'analyse des sols arables, non seulement sur leur richesse absolue en chacun des principes minéraux indispensables à l'alimentation des plantes, mais surtout sur le degré d'assimilabilité et sur la dissémination physique des combinaisons de chaux, de phosphore, d'azote que renferme une terre.

La solution de ce problème présente les plus grandes difficultés, et, si nous savons aujourd'hui déterminer exactement les quantités de chacun des éléments minéraux ou organiques d'un sol, nos méthodes analytiques laissent à peu près tout à désirer, en ce qui concerne la mesure du degré d'assimilabilité des divers éléments de la terre : nous ne sommes guère plus habiles à déterminer leur répartition dans la masse du sol. C'est à la recherche

de procédés sûrs pour résoudre cette double question que s'attachent, aujourd'hui, les chimistes qui sont, comme nous, convaincus de l'insuffisance absolue de nos méthodes analytiques pour fixer le degré de fertilité d'un sol d'après sa seule composition chimique.

Il ne faudrait cependant pas inférer de là que l'analyse chimique des terres, telle que nous savons la pratiquer, dans l'état actuel de la science, soit sans utilité pour l'agriculture; bien loin de là. Elle nous renseigne quelque imparfaite qu'elle soit encore, d'une façon précise, sur la présence ou sur l'absence des composés indispensables à l'alimentation des plantes. Seule, elle permet au praticien d'éviter de longs tâtonnements sur le choix des engrais à donner à ses cultures. Limitée à ces seules indications, elle rend des services considérables, et, de ce qu'elle ne peut pas résoudre tous les problèmes qu'on est tenté de lui poser, il n'en faut pas conclure qu'elle ne sert de rien. Mais le jour où nous arriverons à constater sûrement, à côté de la teneur en chacun de ses éléments, les états chimique et physique sous lesquels les renferme la terre, la pratique agricole recevra de l'analyse des sols des indications dont la portée économique sera considérable. Si nous arrivons, comme il faut l'espérer, à la connaissance complète de la matière première de toutes les opérations culturales, l'industrie de la terre fera rapidement des progrès difficiles à réaliser par les procédés empiriques trop fréquemment suivis jusqu'ici dans nos exploitations rurales.

L'importance du but à atteindre explique les recherches nombreuses que provoque l'analyse du sol depuis une dizaine d'années surtout.

Un pas très considérable a été fait récemment dans cette voie, en ce qui regarde le dosage et l'étude de la répartition de la chaux dans les terres arables. M. Paul de Mondesir a présenté le 24 avril 1887, à l'Académie des sciences, un mémoire intitulé : *Sur le dosage rapide du calcaire actif dans les terres*. La méthode imaginée par l'auteur a pour objet la détermination exacte et rapide du carbonate de chaux dans les sols pauvres en calcaire, si répandus en France. Sa sensibilité permet de constater et de doser, dans une terre, des quantités de chaux active, dont aucun procédé connu jusqu'ici ne rendait possible la détermination quantitative. Elle renseigne en quelques instants, avec précision, sur la dissémination du calcaire dans un sol; elle n'exige qu'un outillage des plus simples, ce qui rend praticable son application loin d'un laboratoire, au milieu des champs même, si cela est nécessaire. De plus, malgré la rigueur des résultats qu'elle fournit, l'ingénieuse méthode de M. de Mondesir est si simple que sa vulgarisation ne se fera pas attendre. Des laboratoires des stations agronomiques, elle passera dans le cabinet des professeurs départementaux d'agriculture, et tout cultivateur intelligent, tant soit peu habile de ses mains, pourra l'appliquer à l'étude de ses terres.

Pour faire bien saisir l'importance de la méthode imaginée par M. de Mondesir, j'ai insisté plus haut sur le double caractère chimique d'une terre fertile : savoir, présence, en quantité suffisante, d'aliments minéraux à un *état assimilable* par les plantes, et *dissémination physique* de ces aliments dans le sol, afin que les racines puissent les atteindre et les uti-

liser. Si ces deux conditions n'étaient pas absolument indispensables à la production végétale, il n'y aurait pour ainsi dire pas de sols stériles. En effet, la plus grande partie des terres est pourvue de chaux, de potasse, d'acide phosphorique et d'azote, en quantités suffisantes pour nourrir un poids de végétaux dix fois plus considérable que celui que nous récoltons. Arrêtons-nous un instant à quelques chiffres qui rendront cette vérité tangible.

La couche arable, supposée d'une épaisseur de 20 centimètres, représente un volume de 2000 mètres cubes ; suivant la nature du terrain, le poids de cette couche varie de 2 à 3 millions de kilogrammes, soit 2000 à 3000 tonnes métriques. J'admettrai, pour les calculs suivants, un poids moyen de 2500 tonnes à l'hectare. Je dis que si la quantité et non la qualité des aliments offerts à la plante réglait seule la fécondité de la terre, à part de très rares exceptions offertes par les sables purs, les calcaires purs, ou la tourbe, la terre arable serait partout féconde et ne nécessiterait aucune application d'engrais.

Supposons un sol renfermant les teneurs centésimales suivantes des quatre éléments relativement rares du sol :

Chaux.....	0,10	gramme.
Potasse.....	0,05	—
Acide phosphorique.....	0,05	—
Azote.....	0,10	—

Ces quantités correspondent à la composition d'un sol très médiocre et duquel aucun agronome ne saurait, *a priori*, espérer une récolte, de loin, voisine de la moyenne. Cependant, si nous supputons les poids



de chacune de ces quatre substances existant dans une couche de terre de 20 centimètres d'épaisseur (soit 2500 tonnes), nous arrivons aux chiffres suivants :

	Par hectare.
Chaux.....	2.500 kil.
Potasse.....	1.250 —
Acide phosphorique.....	1.250 —
Azote.....	2.500 —

Admettons, pour simplifier, qu'une récolte enlève annuellement 50 kilogr. de chacun de ces éléments minéraux, chiffre supérieur à la moyenne; notre sol renferme au moins cinquante fois plus de chaux et d'azote et vingt-cinq fois plus de potasse et d'acide phosphorique que n'en exige une récolte maximum, et cependant il se montre stérile, ou peu s'en faut. Cette absence de fécondité est due, non au manque de principes minéraux, mais à leur état chimique ou physique qui ne se prête pas à leur assimilation par les plantes.

La contre-épreuve va nous le montrer de la manière la plus évidente. Mélangeons intimement au sol de notre hectare la vingtième partie des quantités de chacun des éléments que nous venons de doser : soit 125 kilogr de chaux, 125 kilogr d'azote, 62 kilogr 5 d'acide phosphorique et autant de potasse, chacun de ces corps étant à l'état assimilable, et nous pourrions atteindre, si les autres conditions sont favorables, un rendement très élevé. Il n'y a donc aucun doute possible à ce sujet, c'est l'état chimique et la dissémination des aliments du végétal à un état convenable pour la nutrition qui régissent avant tout la fertilité du sol.

Le problème consiste donc à déterminer, dans une terre, les conditions d'assimilabilité des substances fertilisantes et à mesurer leur dissémination dans la couche active du sol.

Pour l'azote, nous sommes à peu près fixés : la teneur en ammoniacque et en acide nitrique d'une terre, la connaissance de son aptitude à nitrifier, c'est-à-dire à transformer l'azote organique en nitrate, peuvent nous renseigner sur sa valeur, en tant que source d'alimentation azotée pour les plantes.

En ce qui regarde l'acide phosphorique et la potasse, nous ne possédons pas de méthode qui nous permette d'évaluer rigoureusement le degré d'assimilabilité de ces minéraux. Tout ce que nous savons, c'est que la combinaison de ces corps, du premier tout au moins, avec l'humus est favorable à leur assimilation.

M. P. de Mondesir nous donne une solution à la fois pratique, précise et élégante, en ce qui concerne la chaux.

Ce corps présente pour l'agriculteur un intérêt tout spécial. Il est d'abord, au même titre que l'azote et l'acide phosphorique, un élément indispensable à la constitution du végétal; de plus, il joue dans le sol un rôle multiple des plus importants. Comme l'a montré M. Th. Schlœsing, la chaux, à l'état de bicarbonate dans la couche superficielle, coagule l'argile et s'oppose à son entraînement par les pluies; en outre, elle concourt énergiquement à l'ameublissement du sol et à sa nitrification. Or, à ces divers points de vue, l'efficacité de la chaux ne dépend pas de la teneur absolue d'une terre calcaire, mais bien de la surface et de la dissémination de ce dernier. Il est évident

qu'un fragment de calcaire est en contact avec le sol ou avec les racines des végétaux uniquement par sa superficie; de cette dernière, et non du poids du morceau de pierre, dépendra sa valeur agricole.

Pour le calcaire qui entre dans la structure des grains de la terre, tout est surface, pour ainsi dire, mais il n'en est pas de même pour les grains d'une grosseur appréciable. Or les méthodes analytiques en usage aujourd'hui pour le dosage de la chaux nous font connaître la teneur totale de la terre en cette base, existant soit à l'état de carbonate, soit combinée à la silice, etc.; mais elles nous laissent absolument sans indications sur la richesse d'un sol en chaux *active* pour la végétation.

La méthode de M. de Mondesir a pour objet le dosage du calcaire à cet état; elle consiste essentiellement à faire l'attaque du sol à froid par un acide peu énergique (l'acide tartrique) et à limiter la durée de l'attaque, de manière à dissoudre le calcaire très disséminé et seulement la surface des grains plus gros.

Dans ces conditions, il est impossible de peser ou de mesurer les quantités extrêmement faibles d'acide carbonique correspondant au calcaire dissous. M. de Mondesir a recours pour cette évaluation à la mesure de la tension de l'acide carbonique dégagé. Je renverrai au mémoire de l'auteur pour la description complète de l'appareil, dont les figures 1 et 2 donneront une idée suffisante. Voici le principe sur lequel reposent sa construction et son emploi. Lorsqu'un vase est partiellement rempli d'eau chargée d'acide carbonique, ce gaz se diffuse lentement dans l'air qui occupe le reste du vase. M. de Mondesir a reconnu

qu'après une minute d'agitation d'un tel vase, l'acide carbonique se répartit entre l'air et l'eau de façon telle que l'équilibre s'établit entre les deux milieux. Il suffit donc de mesurer la tension de l'acide carbonique dans l'air du flacon pour déterminer le poids correspondant de cet acide, si l'on connaît la quantité de carbonate pur qui a servi à l'expérience.

Un flacon à deux tubulures A (fig. 4), dont l'une placée latéralement à la base du flacon laisse passer un tube recourbé terminé par une poche de caoutchouc *p* pleine d'eau et servant à transmettre dans le tube extérieur *ab* la pression exercée sur la surface du liquide du flacon, constitue tout l'appareil de dosage imaginé par M. de Mondesir.

Pour doser le carbonate de chaux disséminé dans un sol, il suffit de deux expériences fort simples : on commence par déterminer, à l'aide de quelques centigrammes de carbonate de chaux pur (400 mm.) qu'on décompose dans le flacon par de l'acide tartrique en poudre, la hauteur à laquelle s'élève l'eau dans le tube manométrique ; cette opération demande un quart d'heure. On répète l'essai avec 40, 50 ou 100 grammes de la terre à examiner ; on mesure de nouveau avec un mètre la hauteur de la colonne d'eau ; une simple proportion fait connaître le poids d'acide carbonique dégagé et, par conséquent, celui de la chaux active à laquelle il était combiné dans le sol. On n'a à tenir compte ni de la pression barométrique ni de la température de l'air, puisque l'on opère par comparaison. Le maniement de l'appareil est des plus simples, et la rapidité de l'opération permet de faire, en quelques heures, l'examen d'un grand nombre d'échantillons de sols. En raison des services considérables

que le procédé de M. de Mondesir est appelé à rendre aux cultivateurs pour l'étude de la répartition du cal-

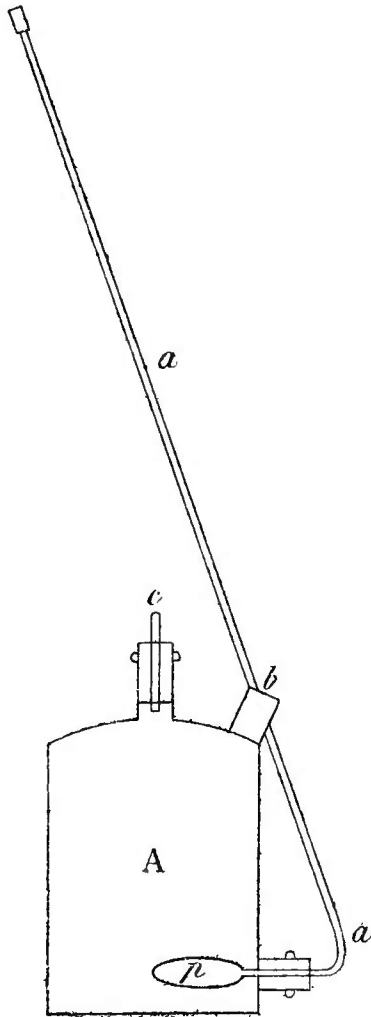


Fig. 1.

caire dans leurs terres, je crois utile de reproduire ici la description du mode opératoire auquel l'auteur s'est arrêté. La note suivante est extraite du tome II, année 1887, des *Annales de la science agronomique française et étrangère*.

M. P. de Mondesir s'exprime ainsi :

M. Gagnebien a eu l'idée heureuse d'emboîter mon flacon d'essai dans une monture en bois très analogue aux supports pour un seul entonnoir. La pièce mobile le long de la tige verticale au lieu d'être percée en cône est taillée de manière à laisser passer le goulot et à épouser la forme de la partie supérieure du flacon. On secoue ensemble flacon et support en tenant ce dernier avec les deux mains, et, si l'on a soin de prendre la terre et l'eau à la température ambiante, l'échauffement pendant l'opération est si faible qu'on peut le négliger.

Un mètre pliant est fixé par son extrémité à la planchette de base, et une petite pince adaptée à la pièce mobile du support maintient le bout du tube quand on ne s'en sert pas pour mesurer le niveau.

Ces dispositions peuvent également être appliquées au flacon à tube entièrement en verre (fig. 1), sauf que ce tube doit alors être vertical et fixé contre le mètre.

On remplit d'eau la poche de caoutchouc et le tube, en opérant comme suit :

La poche et son tube étant en place, on ferme le goulot du flacon par un bouchon muni d'un tube qui permet de souffler ou d'aspirer dans le flacon. L'extrémité libre du tube de la poche est plongée dans de l'eau; en soufflant dans le flacon, on aplatit la poche pour expulser son air, puis on aspire jusqu'à ce que l'eau qui arrive dans la poche lui ait donné une tension élastique; on abandonne le tube aspirateur, en tenant le flacon dans une position telle que la tubulure de la poche soit dirigée en haut; la poche se contracte et expulse l'air par le tube. Au besoin on recommence. Le même procédé s'applique au flacon à tube de verre en plaçant le flacon de manière que le tube soit à peu près horizontal et en adaptant à son extrémité un bout de tube de caoutchouc qui plonge dans l'eau.

L'eau mise dans le flacon pour chaque opération doit être saturée d'air avant toute mesure de niveau dans le tube. Lorsqu'on opère sur un poids de 50 ou 100 grammes de terre, l'agitation nécessaire pour délayer cette terre opère la saturation, mais il n'en est pas de même dans

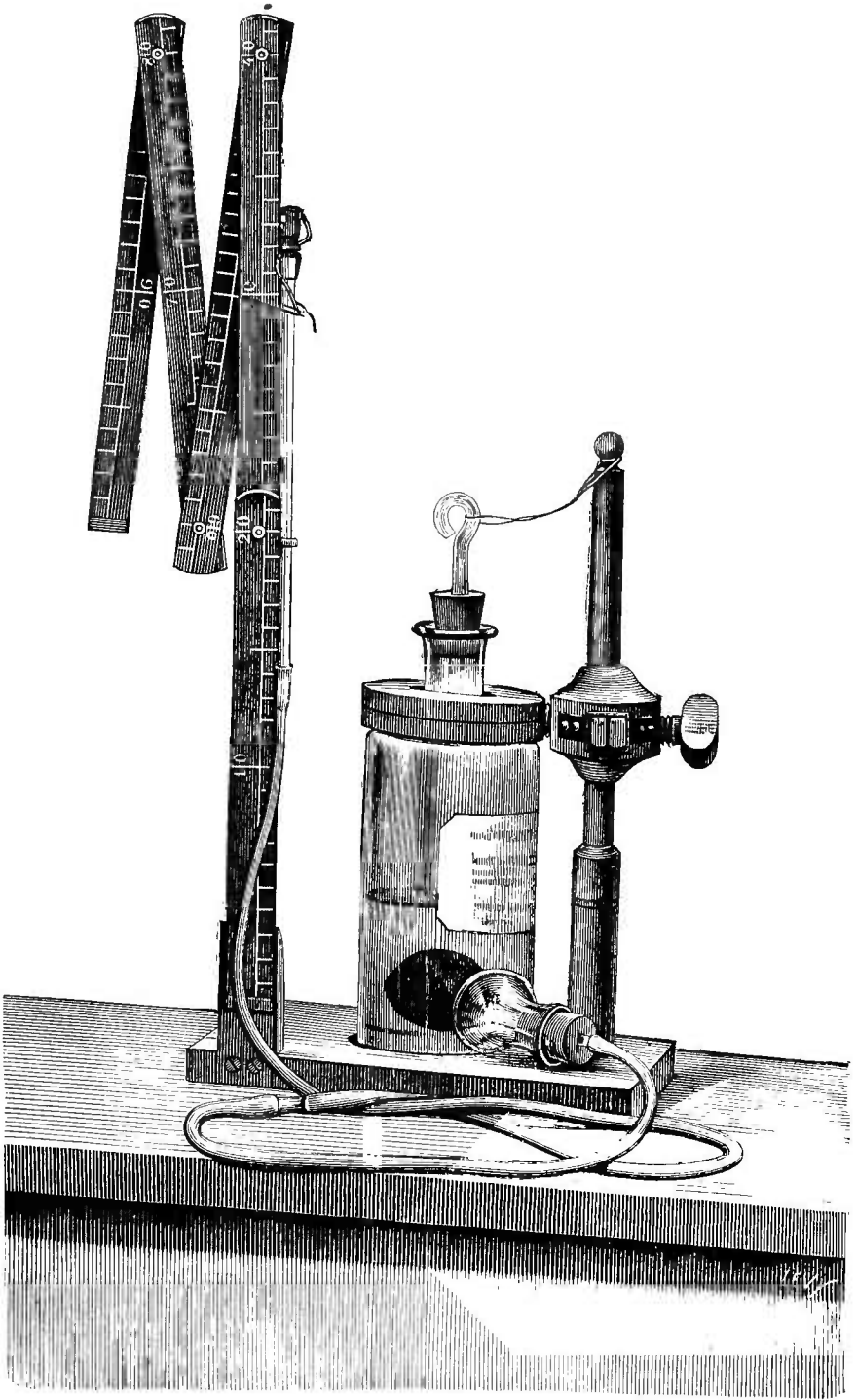


Fig. 2.

les tarages, les analyses de calcaires ou les essais sur des terres dont on n'emploie qu'une très petite dose qui se délaye d'elle-même. Dans ces cas divers, si l'agitation que j'ai recommandée pour uniformiser la température et la tension de la vapeur d'eau est négligée, ou n'est pas suffisante pour saturer l'eau, celle-ci absorbe plus tard un peu de l'atmosphère du flacon. Il en résulte des discordances qui, sans entraîner des erreurs bien considérables, troublent l'esprit de l'opérateur, qui peut être très longtemps à en reconnaître la cause. Il est donc essentiel d'agiter toujours pendant une minute après avoir versé l'eau. Il est encore préférable, surtout si l'on a plusieurs essais à faire, de mettre sa provision d'eau dans un flacon à moitié rempli qu'on agite pendant une minute. L'eau distillée des laboratoires est généralement très éloignée de la saturation.

Je conseille de supprimer les tarages pour les flacons à tube de caoutchouc et de les remplacer par l'emploi de la table ci-dessous :

CONTENANCE DU FLACON EN CENT. CUB.	125 CENT. CUB. D'EAU			150 CENT. CUB. D'EAU			CONTENANCE DU FLACON EN CENT. CUB.	125 CENT. CUB. D'EAU			150 CENT. CUB. D'EAU		
	15°	20°	25°	15°	20°	25°		15°	20°	25°	15°	20°	25°
	480	494	517	541					570	417	435	453	416
490	484	506	529				580	410	427	445	409	428	448
500	474	496	518				590	403	420	437	402	421	440
510	465	486	508				600	396	413	430	395	414	433
520	456	477	498				610	390	406	423	389	407	425
530	448	468	488	»	»	»	620	384	400	416	383	400	418
540	440	460	479	439	460	482	630	378	394	409	377	393	411
550	432	451	470	431	451	473	640				371	387	404
560	424	443	461	423	443	464	650		»	»	365	381	398

Pour se servir de cette table, le flacon étant monté, sa poche et le tube remplis d'eau, l'extrémité du tube fermée par le petit bouchon, on pèse le flacon, puis on le repèse rempli d'eau jusqu'au bouchon du goulot. La différence des deux poids, en grammes, donne la contenance du flacon en centimètres cubes. Supposons qu'on ait trouvé 580. S'il



s'agit d'un essai sur du calcaire, de l'eau, un carbonate, une quantité minime de terre, ou de toute autre opération pour laquelle on ne met pas dans le flacon un corps solide d'un volume notable, on prendra pour contenance 580. L'essai étant fait par exemple avec 125 centimètres cubes d'eau et à 20 degrés, on suivra la ligne horizontale qui commence par 580 jusqu'au chiffre 427, qui est au-dessous du titre 125 centimètres cubes d'eau, dans la colonne 20 degrés. Ce chiffre représente, en millimètres, l'élévation de niveau produite par 100 milligrammes de carbonate de chaux pur. Si dans l'essai on a obtenu une élévation du niveau de 260 millimètres, il faudra en conclure que dans la matière essayée il y avait  $\frac{260}{427} \times 100 = 61$  milligrammes de carbonate.

Cent grammes de terre ont pour volume 37 à 39 centimètres cubes, déduction faite des vides. On peut compter en chiffres ronds 40 centimètres cubes. Si l'on fait une opération sur 50 grammes de terre qui occupent dans le flacon 20 centimètres cubes effectifs, la contenance de celui-ci est réduite de 580 centimètres cubes à 560. C'est la ligne de 560 qu'il faudra prendre; la quantité d'eau employée étant, je suppose, 150 centimètres cubes et la température 25 degrés, le chiffre de tare sera 464 et on poursuivra le calcul comme dans l'exemple précédent.

On remarquera que de 125 centimètres cubes à 150 centimètres cubes d'eau les différences de tare, même à 25 degrés, sont insignifiantes, puisqu'elles ne dépassent pas 2 à 3 millimètres. Ainsi que je l'ai déjà dit dans mon mémoire, il est donc absolument inutile de mesurer l'eau avec une grande exactitude.

*Acidité des terres.* — J'appelle terre acide celle qui à froid décompose le carbonate de chaux, en s'emparant de sa base et mettant en liberté l'acide carbonique.

Une terre peut être acide et contenir néanmoins une petite quantité de calcaire, qui est alors en grains de grosseur notable, probablement empâtés dans de l'argile. Dans les essais pour reconnaître le calcaire, lorsqu'après la première agitation avec l'acide il ne s'est pas produit de dénivellation notable, l'opérateur éprouve généralement une

forte tendance à continuer et il y cède. Mais alors le petit exhaussement obtenu après plusieurs agitations est dû, soit à un léger échauffement, soit à l'attaque de petits grains comme ceux dont je viens de parler. On est donc exposé dans les deux cas à porter un jugement erroné sur l'état de la terre.

Pour éviter cette erreur, si l'on n'obtient pas très rapidement l'élévation de niveau, indiquant au moins un dix millième de calcaire en opérant sur 100 à 150 grammes de terre et à plus forte raison en opérant sur un poids moindre, je recommande expressément de faire la contre-épreuve par un essai d'acidité.

Les essais de ce genre, étant plus longs que ceux de la mesure du calcaire, exigent plus de précaution pour éviter les changements de température. Il faut placer le flacon dans une pièce qui ne soit pas chauffée, qui ne reçoive pas les rayons du soleil, dans laquelle, en général, il n'y a pas de cause de variations rapides de température. On met dans le flacon 100 à 150 grammes de terre et 125 à 150 centimètres cubes d'eau bien saturée d'air. Après agitation, on vérifie que la température du mélange ne diffère pas notablement de celle de la pièce ou, ce qui dispense de mesure, on attend au lendemain. On ajoute alors quelques grammes de blanc d'Espagne bien écrasé, et après fermeture du flacon on prend la première mesure de niveau. Inutile de se presser, la réaction est lente. On agite une minute ou davantage pour bien mélanger et on revient ensuite agiter à des intervalles de temps à la convenance de l'opérateur, mais qu'il est inutile de réduire au-dessous de un quart d'heure. Lorsque l'acidité est notable, on observe souvent une dénivellation marquée après la première agitation, mais l'essai complet exige au moins une heure. Lorsque le niveau ne monte plus que très lentement, on prend une dernière mesure et il ne reste plus qu'à calculer le résultat.

La terre, en attaquant le blanc d'Espagne, a rendu libre de l'acide carbonique qui s'est divisé en deux parties : l'une produit la pression, l'autre a formé du bicarbonate. Le carbonate de chaux correspondant à la première partie se calcule exactement comme dans les essais pour la mesure du calcaire : pour la seconde partie on se servira de la

table suivante, dressée d'après les résultats du mémoire de M. Schlœsing sur le bicarbonate de chaux.

Tensions de l'acide carbonique en cent. d'eau.	Carbonate de chaux par litre d'eau, en milligr.	Tensions de l'acide carbonique en cent. d'eau.	Carbonate de chaux par litre d'eau, en milligr.
1	74	9	179
2	100	10	186
3	118	15	220
4	131	20	245
5	142	25	266
6	152	30	283
7	162	50	345
8	171	100	444

Supposons qu'on ait obtenu une élévation du niveau de l'eau (pression ou tension) de 13 centimètres, avec 125 grammes d'eau et à 15 degrés, la capacité du flacon, déduction faite du volume de la terre, étant 550 centimètres cubes. La première partie sera  $\frac{130}{448} \times 100 = 29$  milligrammes.

Pour la seconde, la tension 13 centimètres étant comprise entre les deux tensions 10 et 15 portées dans la table, on fera la proportion entre 186 et 220, ce qui donnera 201. Le flacon contenait 125 centimètres cubes d'eau, soit le huitième d'un litre, il faut donc prendre le huitième de 201, ce qui donne 25 milligrammes.

La quantité de carbonate décomposée par la terre est donc  $29 + 25 = 54$  milligrammes. C'est un peu plus de un demi-millièmes si l'opération a été faite sur 100 grammes de terre.

Ces mesures d'acidité sont notablement inférieures à la réalité, parce que la terre ne se sature pas entièrement dans l'essai. Mais au point de vue pratique cela n'a pas grande importance, car on est toujours obligé de mettre en calcaire trois ou quatre fois la dose qui serait strictement suffisante si le calcaire était pur, en poudre impalpable et parfaitement réparti dans la terre.

L'un des avantages les plus considérables de la méthode de M. de Mondesir est de pouvoir être appliquée en présence des cultivateurs et comprise aisément par eux. Lorsqu'on rencontre une pareille bonne fortune, dit l'auteur, il ne faut pas la laisser échapper. M. de Mondesir donne, à ce sujet, deux exemples d'application de sa méthode qui me paraissent intéressants à rapporter. Je les lui emprunterai presque textuellement.

Dans une ferme du Perche, dit-il, le trèfle violet revenait tous les quatre ans, selon l'usage du pays, et donnait de bonnes récoltes depuis un demi-siècle. Mais, il y a trois ou quatre ans, les trèfles, qui se présentaient très bien lors de la coupe de la céréale de printemps dans laquelle ils avaient été semés, commençaient à dépérir à l'automne et pendant l'hiver. J'ai vu au printemps de 1886 une pièce d'environ 16 hectares, sur laquelle il y avait un quart de vides où le trèfle était complètement mort, une moitié de trèfle mal venant et un quart de trèfle bien venant, le tout entremêlé de la façon la plus irrégulière. Je laisse à juger quelles étaient les inquiétudes du fermier devant cette décadence croissante. Les froments, sans laisser de grands vides comme les trèfles, présentaient cependant des inégalités du même genre.

L'un des moyens les plus sûrs d'entretenir la fertilité des terres siliceuses de cette région étant l'emploi de la marne, il y avait lieu de penser que le défaut de calcaire était la cause de ces différences si grandes dans la venue du trèfle.

Pour reconnaître s'il en était ainsi, M. de Mondesir préleva, avec le fermier, des échantillons de terre dans les places où le trèfle était mort et dans celles

où il était bien venant. Les échantillons, en nombre considérable, étaient formés chacun par le mélange de terre prélevé en plusieurs points ; on fit de même pour le froment, en prenant de la terre qui nourrissait les plus belles touffes et de celle qui, souvent à très petites distances, ne produisait que de faibles plants. Une vingtaine de dosages sur ces divers échantillons a donné des proportions de calcaire variant entre *deux dix-millièmes* (0 gr. 02 p. 100) et quatre dix-millièmes (0,04 p. 100) du poids de la terre. Ces constatations ont permis de conclure qu'il n'y avait aucune relation entre la proportion de calcaire et l'état de la végétation. L'épuisement des marnages n'était donc pas le vice principal du terrain. M. de Mondesir a alors porté ses recherches d'un autre côté et reconnu que le vice était dans le manque d'acide phosphorique assimilable.

Aucune des méthodes employées dans les laboratoires agricoles n'aurait permis d'arriver à constater que ce n'était pas au défaut de calcaire qu'il y a lieu d'imputer la disparition du trèfle dans cette pièce de terre. En effet, le procédé de M. de Mondesir est seul assez sensible et en même temps assez rapide pour rendre possible une étude de ce genre. Les méthodes employées ordinairement au dosage de la chaux du sol sont absolument impuissantes à décèler des quantités de calcaire aussi faibles ; elles pourraient tout au plus donner, en bloc, des taux de chaux aussi minimes, mais sans qu'il soit possible au chimiste de faire la part du carbonate et des silicates correspondants. Or c'est précisément l'état de combinaison de la chaux qu'il importe de déterminer. De plus, la séparation et le dosage de la chaux dans vingt échan-

tillons de terre exigent un laboratoire et beaucoup de temps, conditions qui excluent une semblable étude pour une seule pièce de terre; enfin le cultivateur qui peut constater par lui-même les résultats obtenus avec la méthode de M. de Mondesir ne pourrait de même suivre les opérations d'un laboratoire, d'ailleurs fort peu claires pour lui.

Le second exemple cité par M. de Mondesir a trait aux résultats de deux marnages. Il met encore mieux, si c'est possible, en évidence les avantages de la méthode de l'auteur.

Deux pièces de terre que nous désignerons par les lettres A et B avaient été marnées, la première plus abondamment que la seconde et un an plus tôt, en 1883. L'essai des deux sols, au printemps de 1886, a donné à M. de Mondesir, pour le sol A, un millième seulement de calcaire dans le premier quart d'heure et un second millième en prolongeant l'opération une heure de plus. Le sol B donnait, au contraire, plus de cinq millièmes dans le premier quart d'heure. Ces deux dosages ont été faits sur le sol naturel non broyé, afin d'éviter de réduire en poudre des fragments plus ou moins volumineux de calcaire que renferme la terre. Il faut toujours opérer sur la terre sans lui faire subir aucun broyage, le but qu'on se propose étant précisément de doser la chaux disséminée et non la chaux totale.

Après ces expériences, on a broyé la terre du champ A et l'on a soumis à l'essai la poudre obtenue. En un quart d'heure on constatait la présence de dix à onze millièmes de calcaire dans l'échantillon qui, brut, n'accusait, nous venons de le voir, qu'un à deux millièmes. Ce chiffre de onze millièmes repré-

sentait la valeur totale en calcaire de la terre marnée.

Ces résultats sont des plus intéressants; ils montrent que dans la pièce A, qui a reçu une dose plus élevée de marne que la pièce B, un dixième au plus du calcaire était disséminé et par conséquent immédiatement utile, tandis que dans la pièce B plus de moitié du calcaire apporté par la marne se trouvait déjà à l'état de dissémination, c'est-à-dire actif pour la végétation. On avait donc obtenu, par un marnage moindre, un résultat cinq fois plus considérable. La cause de cet énorme écart est dans la nature de la marne et dans les façons données aux deux terres. La marne employée dans le Perche ne se délite que par l'action des gelées; or celle de la pièce A avait été mise peu après son extraction et mélangée au sol par des labours suivis d'un repos de deux ans. Pour la pièce B, au contraire, la marne n'avait été répandue qu'après avoir subi à l'air toutes les alternatives d'un hiver, et les labours avaient été répétés pendant deux années consécutives. Ce dernier exemple montre tout le profit que le praticien pourra tirer de l'application de la méthode de M. de Mondesir à l'examen de ses terres là où échouaient jusqu'ici toutes les méthodes de dosage de la chaux.

Depuis deux ans environ j'applique cette méthode à l'analyse des sols pauvres en chaux, et je suis conduit par les essais déjà nombreux que j'ai faits à la confirmation des deux conclusions principales de M. de Mondesir, qui s'exprime comme il suit en terminant son Mémoire :

« Si les dosages se multiplient, on arrivera, je pense, à reconnaître :

« 1° Que dans les terres pauvres en calcaire les pro-

portions de cet élément sont bien inférieures à ce qui est généralement admis ;

« 2° Que dans une très grande quantité de terrains, dans ceux surtout qui sont légers, perméables et assez riches, on obtient de bonnes récoltes, sans excepter le trèfle, lors même que le calcaire s'y trouve en doses des plus minimales, presque nulles, pourvu qu'il soit bien disséminé. »

Quelques chiffres extraits des registres d'analyse du laboratoire de la Station agronomique de l'Est montreront la justesse de ces conclusions, en même temps que la valeur de la méthode et l'importance des services qu'elle est appelée à rendre pour l'étude des sols pauvres en chaux, si répandus en France.

Les analyses ci-dessous se rapportent à des sols fertiles donnant, avec une fumure convenable, des rendements en blé de 12 à 15 quintaux à l'hectare et dans lesquels croissent le trèfle et la luzerne.

La comparaison des quantités de chaux qu'indiquent, dans ces sols, la méthode suivie par les chimistes et celle de M. de Mondesir donnera une idée de l'intérêt qu'il y a à vulgariser l'application de cette dernière à l'étude du sol arable :

	100 p. 100 de terres renferment.		
	Sol n° 1.	Sol n° 2.	Sol n° 3.
Chaux totale.....	1 gr. 040	1 gr. 032	1 gr. 060
Chaux active.....	0 158	0 370	0 737
Différence.....	0 gr. 882	0 gr. 662	0 gr. 323

Deux faits très intéressants résultent de la comparaison de ces chiffres ; ils montrent : 1° que des sols dans lesquels les méthodes employées jusqu'ici décè-



lent la même teneur en chaux, à quelques milligrammes près, sont essentiellement différents par leur richesse en calcaire actif pour la végétation, qui varie de 1 à 5, ce que la méthode de M. de Mondesir pouvait seule nous permettre de constater; 2° qu'une quantité très faible, un millième et demi de chaux, suffit pour qu'une terre soit fertile, à la condition que cette minime proportion existe dans le sol sous une forme et à un état de dissémination convenables.

Cette faible proportion de chaux, un millième du poids de la terre, n'est pas encore la limite inférieure au-dessous de laquelle cesse la fertilité du sol. J'ai appliqué la méthode de M. de Mondesir à l'étude de la répartition de la chaux dans une vaste étendue de terrain, depuis près de trente ans soumise à l'action du chaulage et dont les rendements en produits agricoles me sont bien connus. Cette étude m'a conduit à des résultats de nature à intéresser, je le crois, les propriétaires des régions pauvres en calcaire. La propriété en question, d'une étendue de près de 400 hectares, est de formation essentiellement siliceuse. Le sol, dépourvu de cailloux, est constitué par un mélange de sable et d'argile dans lequel le calcaire fait défaut, au point que l'addition d'un acide ne donne naissance à aucun dégagement apparent d'acide carbonique. Deux régions, distinctes surtout par la coloration du sol, l'une rougeâtre, l'autre grise, se partagent cette ferme. Avant le chaulage et actuellement dans les quelques parties où il n'a pas été pratiqué, la seule récolte un peu rémunératrice était le seigle. Depuis l'emploi de la chaux à la dose de 10 mètres cubes par hectare, tous les dix ans, on cultive avec succès le blé, l'orge, le colza;

de plus, le trèfle et la luzerne, qui se refusent à croître dans les parties de l'exploitation qui n'ont pas été chaulées, sont définitivement acclimatés partout où l'on a répandu de la chaux. Les quatre analyses ci-dessous se rapportent, les deux premières aux régions chaulées, les deux autres aux terres qui n'ont pas reçu de chaux :

1<sup>o</sup> RÉGION NON CHAULÉE.

	100 grammes terre contiennent	
	Terre rouge.	Terre blanche.
Chaux totale.....	0 gr. 260	0 gr. 054
Chaux active.....	0 016	0 005

2<sup>o</sup> RÉGION CHAULÉE.

Chaux totale.....	0 gr. 538	0 gr. 190
Chaux active.....	0 048	0 011

La terre rouge a de tout temps été considérée par le fermier comme de qualité supérieure à la terre blanche ; cependant, avant le chaulage, les luzernières n'y pouvaient être créées.

L'influence du chaulage est mise en évidence d'une façon très nette par ces analyses. Dans la terre rouge, le taux de la chaux active a triplé ; dans la terre blanche, il a doublé seulement par suite de l'addition de chaux. La teneur totale en chaux a quintuplé dans la terre rouge ; elle a à peine triplé dans la terre blanche, bien que les doses de chaux ajoutées au sol aient été sensiblement les mêmes.

N'ayant en vue, pour l'instant, que la démonstration des avantages de la méthode de M. de Mondesir, je ne m'étendrai pas sur la discussion des résultats consignés plus haut. Je me bornerai à constater que 100 grammes de la terre non chaulée renferment

moins de *dix milligrammes* de calcaire, quantité qu'aucun procédé autre que celui qui nous occupe ne permettrait de déceler dans un sol, tandis que l'appareil si simple de M. de Mondesir en rend facile la détermination quantitative.

Rien ne peut servir aujourd'hui plus utilement l'agriculture que la découverte de méthodes sûres et simples à la fois pour l'étude des sols. On ne saurait trop le répéter, la connaissance aussi complète que possible de la terre arable, matière première de toute production agricole, est le point de départ indispensable de tout progrès dans l'accroissement des rendements. Le temps n'est plus où, ne demandant à la terre que de maigres récoltes, on pouvait se contenter d'en gratter la surface pour y répandre la semence. L'agriculteur ne peut réaliser de profits qu'en mettant en œuvre les procédés scientifiques pour augmenter la fécondité de la terre. Mais s'il doit chercher à atteindre ce but par l'emploi des engrais notamment, il n'a pas moins d'intérêt à ne faire que des dépenses utiles, et tout ce qui peut l'éclairer sur le rôle des substances fertilisantes, sur les quantités à en ajouter au sol, sur leur meilleure utilisation, est digne de son attention.

A ce titre, la méthode de M. de Mondesir est appelée à rendre les plus grands services dans toutes les parties de la France où le calcaire manque dans le sol et doit y être apporté par le chaulage et par le marnage. A son aide, rien ne sera plus facile aujourd'hui que de suivre la répartition de la chaux dans les terres en culture et de régler, d'après les résultats analytiques, les opérations toujours coûteuses du chaulage et du marnage.

## XV

### LES ENGRAIS PHOSPHATÉS

De la valeur fertilisante comparée des divers phosphates  
en sols siliceux.

Pour de nombreuses raisons que j'ai à diverses reprises indiquées dans le cours de ces *Études*, la question des phosphates est une de celles sur lesquelles on ne saurait trop insister, en raison de la place prépondérante qu'occupe l'acide phosphorique dans la fumure des terres. Les exigences en phosphore de toutes nos récoltes, l'exportation hors de la ferme de produits riches en ce principe, tels que les grains, le lait et le bétail, la rareté relative de l'acide phosphorique dans les sols depuis longtemps en culture, les prix très divers auxquels l'agriculteur peut se procurer les phosphates, suivant leur état chimique, sont autant de motifs qui appellent l'attention des cultivateurs sur cette matière indispensable de toute culture intensive. On ne peut donc trop l'étudier, afin de dégager d'expériences conduites, suivant des données précises, des règles applicables aux divers sols de notre territoire; mais, pour que des expériences culturales puissent conduire à des résultats valables

pour la pratique, il est indispensable que toutes leurs conditions soient nettement précisées.

En agriculture comme en toute science expérimentale, il faut se garder de généralisations trop étendues : un résultat expérimental, il ne faut pas l'oublier, n'a de valeur absolue que pour le cas particulier où l'observateur s'est placé. Avant d'en généraliser les conséquences, il faut répéter l'expérience dans les conditions diverses qui peuvent en modifier les résultats. Ce qui importe, avant tout, dans cet ordre d'études, c'est que les divers expérimentateurs se placent pour leurs essais, autant que possible, dans des conditions comparables de tous points, la nature du sol étant la seule variable.

Dès que la moisson est faite, il y a lieu de s'occuper du labour et de la fumure des terres en vue des semailles d'automne. Parmi les essais que leur importance économique recommande aux cultivateurs, l'étude de la valeur agricole des divers phosphates dans les sols de différentes natures, calcaires, siliceux, argileux, etc., occupe incontestablement le premier rang. Je crois donc utile de passer sommairement en revue les principaux résultats obtenus jusqu'ici, afin de fixer l'état actuel de ces connaissances et de fournir aux cultivateurs, désireux d'entreprendre des essais, des indications sur la marche à suivre pour aboutir à des conclusions pratiques certaines, au moins en ce qui concerne les sols qui auront servi à leurs expériences.

Depuis quelques mois, la station agronomique de l'Est compte vingt années d'existence <sup>1</sup> L'installation

1. Elle a été fondée en novembre 1867.

des cultures expérimentales poursuivies sans interruption dans les champs d'essai remontant à la fondation de la station, les causes d'erreur inhérentes à toutes les expériences, les accidents résultant des intempéries; etc., sont très sensiblement atténuées par une succession de vingt années de récoltes, et les résultats moyens qui s'en dégagent peuvent être considérés comme indépendants de ces erreurs et de ces accidents.

Parmi les problèmes dont nous avons poursuivi sans désespérer l'étude expérimentale, il en est un qui me semble avoir reçu, dans nos champs d'essais, une solution tellement nette et précise que la grande culture peut l'accepter comme définitive, au moins pour la catégorie de sols analogues à celui de nos champs d'expériences. Nous voulons parler de la valeur agricole des différentes formes d'acide phosphorique, au double point de vue de la dépense occasionnée par les fumures et des rendements produits par elle.

En 1868, à de très rares exceptions près, les agronomes et les cultivateurs étaient pénétrés de cette idée que seuls les superphosphates, c'est-à-dire les phosphates de chaux rendus solubles par l'action de l'acide sulfurique, étaient doués de propriétés fertilisantes; à peine consentait-on à accorder aux phosphates à l'état de division chimique, connus sous le nom de phosphates précipités, une valeur agricole un peu supérieure à celle des phosphates naturels pulvérisés. En Angleterre et en Allemagne, on se refusait même à tenir compte de la présence du phosphate précipité dans les superphosphates, pour en fixer la valeur vénale.

Enfin les phosphates naturels en poudre et les

noirs de raffineries semblaient exclusivement réservés aux régions de l'Ouest, aux landes dont l'acidité, due à l'absence de calcaire et à la présence d'abondants détritiques organiques, était considérée comme un agent indispensable à la fertilisation des terres par les phosphates naturels (coprolithes, nodules, etc.). Dans l'opinion des agronomes et des cultivateurs de cette époque, l'acide phosphorique ne pouvait agir comme engrais qu'à la condition expresse d'être offert au sol à l'état soluble dans l'eau, à moins que la terre à laquelle on le confiait ne renfermât des principes acides capables de dissoudre, pour le rendre efficace, le phosphate de chaux naturel, inactif hors de cette condition.

Encouragée par l'assertion de la plupart des agronomes, qui persistaient à n'admettre comme substance fertilisante active que les corps dissous ou solubles dans le sol à la faveur de la pluie ou de l'acide carbonique, entretenue par les producteurs de superphosphates intéressés à la faire prévaloir, cette opinion du monde agricole concernant la supériorité absolue du superphosphate sur tous les autres engrais phosphatés eut pour résultat principal le haut prix commercial des superphosphates. En 1868, l'unité d'acide phosphorique, dans cet engrais, se payait de 4 fr. 30 à 4 fr. 50, les superphosphates, au titre de 12 à 14, valant 16 à 18 francs les 100 kilogr. A la même époque, les phosphates naturels en poudre valaient de 5 à 7 francs les 100 kilogr. suivant teneur, soit 0 fr. 30 à 0 fr. 35 le kilogr. d'acide phosphorique; enfin le phosphate précipité, presque sans valeur en Allemagne et en Angleterre, était coté en France de 0 fr. 70 à 0 fr. 80 le kilogr.

Dans ces conditions, une fumure de 50 kilogr. d'acide phosphorique à l'hectare revenait au cultivateur aux prix suivants :

A l'état de superphosphate.....	70 à 75 fr.
A l'état de phosphate précipité..	35 à 37
A l'état de phosphate naturel..	15 à 17

Ces écarts énormes, allant du simple au double pour les deux premiers phosphates, et du simple au quintuple pour le superphosphate comparé aux nodules en poudre, ne me semblait *a priori* nullement justifié, d'après ce que je savais du mode d'alimentation des plantes par le sol. Dans celui-ci, en effet, l'acide phosphorique ne se rencontre pas à l'état soluble; ses états de combinaison sont, en apparence, beaucoup plus voisins des phosphates naturels que des superphosphates, et l'expérience de chaque jour nous montre que la terre dépourvue d'acide phosphorique immédiatement soluble dans l'eau est fertile. D'autre part, on sait que le superphosphate est très rapidement transformé, au contact de la terre arable, en phosphate insoluble. Ces diverses considérations, s'ajoutant à l'importance capitale du retentissement du prix des engrais sur le prix de revient de la récolte, me déterminèrent à entreprendre des expériences méthodiques sur la valeur comparative des diverses formes d'acide phosphorique au point de vue des rendements.

Le sol dans lequel j'ai, pendant neuf années consécutives, de 1870 à 1878, poursuivi les essais sur les phosphates, appartient au diluvium; la couche superficielle, d'une épaisseur de 20 à 25 centimètres



seulement, constituée par un mélange de cailloux roulés et de sable grossier, repose sur une couche de sable jaunâtre, compact, ferrugineux et peu perméable. En 1869, le champ avait porté des pommes de terre sur une demi-fumure de fumier de ferme; laissé en jachère nue d'octobre 1869 à mars 1870, il a été soumis à l'analyse physico-chimique et chimique au moment du labour : les résultats de ces analyses révèlent la pauvreté et la qualité très médiocre de ce terrain.

Analyse physico-chimique du sol séché à l'air :

Eau.....	2,00
Calcaire.....	0,57
Argile .....	7,70
Débris végétaux.....	2,83
Cailloux et sable.....	89,30
	100,40

Cette terre siliceuse, dépourvue d'humus, contenait, en centièmes, les principes suivants :

Azote.....	0,005
Acide phosphorique.....	0,063
Potasse.....	0,170
Chaux.....	0,480 <sup>1</sup>
Magnésie .....	0,180

Cette terre, extrêmement pauvre en principes fertilisants, d'une constitution médiocre en raison de sa forte teneur en sable et du peu de perméabilité du sous-sol, peut donc être rangée dans la catégorie des sols de qualité inférieure, condition favorable à l'étude des engrais chimiques.

1. En grande partie à l'état de silicate.

D'une superficie de un hectare, le champ d'expériences fut divisé en dix-huit parcelles de 5 ares chacune, séparées les unes des autres, en tous sens, par un chemin de 1 mètre de largeur, afin d'empêcher ultérieurement tout transport de la terre ou des fumures de l'une des parcelles sur les parcelles voisines. Afin de constater le degré d'homogénéité du sol des diverses parcelles, les dix-huit lots furent ensemencés, sans fumure, en orge du pays. Pesées individuellement, les récoltes de chaque parcelle ont fourni, en grain et en paille, des rendements presque identiques correspondant à 680 kilogr. de grain et 670 kilogr. de paille à l'hectare.

L'homogénéité du sol de ce champ était donc démontrée.

Le plan des essais commencés en 1870 et poursuivis sans interruption jusqu'en 1878, époque à laquelle le champ fut exproprié pour la construction d'un chemin de fer, était le suivant : déterminer, par rapport au rendement de deux parcelles prises comme témoins aux deux extrémités du champ et ne recevant pendant la durée de l'expérience aucune espèce de fumure, les excédents de récolte produits : 1° par des engrais contenant, sous des formes différentes, mêmes doses d'acide phosphorique associé à des poids égaux de potasse et d'azote, également sous diverses formes ; 2° par les mêmes doses d'acide phosphorique et de potasse sous des formes diverses, mais sans addition d'azote. Neuf parcelles furent affectées à la première série, les neuf autres à la deuxième. Les quantités d'acide phosphorique, d'azote et de potasse employées à l'hectare, tous les deux ans, sur la même parcelle, furent les suivantes :

Azote.....	45 kil.
Acide phosphorique.....	100 —
Potasse.....	180 —

L'acide phosphorique a été donné sous quatre formes : poudre d'os, superphosphate, phosphate précipité, phosphate minéral en poudre. L'azote a été fourni au sol sous trois états seulement : par la poudre d'os, par du nitrate de potasse et par du sulfate d'ammoniaque. La succession des récoltes a été la suivante :

- 1871. — Pommes de terre (sur fumure).
- 1872. — Seigle coupé en vert.
- 1873. — Colza (sur fumure).
- 1874. — Blé Galland.
- 1875. — Betteraves fourragères (sur fumure).
- 1876. — Orge Chevalier.
- 1877. — Maïs géant (sur fumure).
- 1878. — Avoine des Salines.

Ne pouvant entrer ici dans le détail des rendements obtenus sur chacune des parcelles durant cette rotation <sup>1</sup>, je me bornerai à résumer en quelques chiffres les résultats très concluants de ces huit années d'expériences.

Si l'on additionne tous les rendements obtenus par la fumure contenant l'acide phosphorique au même état et qu'on divise les totaux obtenus par le nombre des parcelles en expérience pour chaque engrais, on arrive aux chiffres suivants, qui expriment le rende-

1. On trouvera ces documents *in extenso* dans les *Comptes rendus des travaux du congrès international des directeurs des stations agronomiques*, in-8°, Berger-Levrault, 1881.

ment brut moyen, à l'hectare et par an, en substance récoltée sur le champ :

Avec le phosphate précipité.....	12.584 kil.
Avec le superphosphate.....	12.570 —
Avec le phosphate naturel.....	12.097 —
Avec la poudre d'os.....	10.386 —

Chaque parcelle ayant reçu, en même temps que l'acide phosphorique, des doses d'azote et de potasse plus que suffisantes pour permettre le parfait développement de la plante, l'acide phosphorique sous les diverses formes a dû aussi produire son effet maximum ; ces chiffres démontrent donc à l'évidence que le phosphate précipité, auquel on refusait presque unanimement à cette époque une valeur agricole comparable à celle des superphosphates, a donné, pendant cette période de huit années, des résultats au moins égaux à ceux qu'a produits l'acide phosphorique soluble dans l'eau. Le phosphate tribasique, qui vient ensuite, a fourni des rendements inférieurs de 3,9 p. 100 seulement à ceux qu'ont donnés le phosphate précipité et le superphosphate, tandis que la poudre d'os s'est montrée inférieure de 17,2 p. 100, dans les rendements, au phosphate précipité. En effet, si l'on représente par 100 les rendements du phosphate précipité et du superphosphate que nous considérons comme équivalents, on obtient les rapports suivants pour la moyenne des huit années d'expériences :

Phosphate précipité et superphosphate..	= 12.580 = 100
Phosphate tribasique naturel.....	= 12.097 = 96,1
Phosphate organique (poudre d'os).....	= 10.386 = 82,5

Ainsi, dans une fumure complète (acide phosphorique, potasse et azote) donnée à un sol siliceux très

pauvre en acide phosphorique : 1° le phosphate précipité a produit des récoltes au moins égales, sur l'ensemble de la rotation, à celles qu'on a obtenues avec le superphosphate ; 2° le phosphate minéral s'est montré, à 4 p. 100 près, égal comme valeur fertilisante au superphosphate, cinq fois plus cher que lui à cette époque.

Toutes les expériences culturales que j'ai poursuivies jusqu'à aujourd'hui, depuis 1878, ont confirmé ces résultats importants ; je me crois donc autorisé à les considérer comme valables pour des sols analogues par leur composition à celui de nos champs d'expériences, c'est-à-dire pour des sols médiocres non calcaires. J'ai fait (V. chap. VIII, page 87 et suiv.) connaître les résultats que les phosphates d'origine et de nature diverses ont donnés l'année dernière dans les essais de l'École Dombasle : ils établissent que les phosphates et les scories insolubles se montrent égaux et même supérieurs dans certains cas aux superphosphates. Depuis 1878, époque à laquelle j'ai publié les résultats de mes huit années d'expériences sur les phosphates, les agronomes et les agriculteurs français ont confirmé par leurs essais les conclusions auxquelles j'avais été conduit. Il me serait facile de l'établir par de nombreux exemples.

Les expériences que j'ai poursuivies méthodiquement de 1870 à 1879 dans les champs d'essais de la station agronomique de l'Est avaient deux buts principaux : 1° comparer la valeur agricole de l'acide phosphorique sous diverses formes ; 2° déterminer l'influence sur les rendements des fumures phosphatées et azotées, comparativement à l'action de l'acide phosphorique sans addition d'azote.

Je viens d'indiquer le dispositif général des essais, la succession des récoltes cultivées de 1870 à 1878 et les résultats obtenus dans les parcelles qui avaient reçu, sous des formes différentes, les mêmes quantités de phosphates, de potasse et d'azote.

Rappelons en quatre chiffres les rendements moyens obtenus à l'hectare et par an, dans cette rotation de huit années, à l'aide des différents phosphates employées :

Phosphate précipité.....	12.581 kil.
Superphosphate.....	12.570 —
Phosphate naturel.....	12.097 —
Poudre d'os.....	10.386 —

L'azote avait été fourni au sol à l'état de nitrate de potasse, de sulfate d'ammoniaque et d'azote organique, dans la poudre d'os. Comme on le voit, cette dernière forme d'engrais azoté s'est montrée inférieure de 17 p. 100 environ, comme valeur fertilisante, aux combinaisons azotées minérales. Ce fait intéressant pour la pratique a depuis été vérifié et confirmé. Les composés ammoniacaux ou nitriques se sont montrés partout beaucoup plus efficaces que les substances d'origine organique.

L'explication à donner de cette différence d'action est très simple, aujourd'hui que nous connaissons mieux les phénomènes de nitrification et le mode de nutrition des végétaux. Les plantes ne peuvent emprunter leur alimentation azotée qu'à deux sources : l'ammoniaque et l'acide nitrique. Des expériences directes ont mis hors de doute la faculté qu'ont les feuilles de fixer l'ammoniaque aérienne, et celle qui appartient aux racines d'absorber les nitrates

du sol. D'autre part, on a constaté que les substances azotées, d'origine végétale ou animale, autres que l'ammoniaque ou l'acide nitrique, doivent préalablement subir, dans le sol, des modifications chimiques qui les amènent à l'un de ces deux états, pour être rendues assimilables par les plantes.

Nous sommes donc conduits à considérer, comme sources actives de la nutrition des plantes, l'ammoniaque et l'acide nitrique, et à refuser toute valeur fertilisante aux matières organiques azotées dont l'albumine est le type, jusqu'au moment où leur azote aura passé, sous l'action de ferments spéciaux, à l'état d'ammoniaque et de nitrate. La poudre d'os, la corne, la laine, le cuir, le sang desséché, le fumier de ferme lui-même ne sont des engrais qu'à la condition de subir, au préalable, la transformation dont je viens de parler. La nitrification est l'opération par laquelle l'azote des matières organiques se sépare d'elles pour se combiner à l'oxygène et à une base, chaux, magnésie ou potasse, et donner des sels solubles cristallisables qu'on désigne sous le nom de nitrates.

Pour s'accomplir, ce phénomène, qui joue dans la nature un rôle considérable, en ramenant à l'état minéral utilisable par les plantes l'azote qui forme les tissus végétaux et animaux, exige plusieurs conditions essentielles : 1° la présence, dans le milieu où se trouvent les substances azotées, du ferment découvert par MM. Müntz et Schläesing et qui porte le nom de *bacillus nitrificans*; 2° un certain degré d'humidité; 3° une température de 15 à 30°; 4° de l'oxygène; enfin 5° la présence d'une base capable de fixer l'acide nitrique formé (chaux, magnésie, potasse ou soude). De l'état d'agrégation et de structure de la

Je viens d'indiquer le dispositif général des essais, la succession des récoltes cultivées de 1870 à 1878 et les résultats obtenus dans les parcelles qui avaient reçu, sous des formes différentes, les mêmes quantités de phosphates, de potasse et d'azote.

Rappelons en quatre chiffres les rendements moyens obtenus à l'hectare et par an, dans cette rotation de huit années, à l'aide des différents phosphates employées :

Phosphate précipité.....	12.581 kil.
Superphosphate.....	12.570 —
Phosphate naturel.....	12.097 —
Poudre d'os.....	10.386 —

L'azote avait été fourni au sol à l'état de nitrate de potasse, de sulfate d'ammoniaque et d'azote organique, dans la poudre d'os. Comme on le voit, cette dernière forme d'engrais azoté s'est montrée inférieure de 17 p. 100 environ, comme valeur fertilisante, aux combinaisons azotées minérales. Ce fait intéressant pour la pratique a depuis été vérifié et confirmé. Les composés ammoniacaux ou nitriques se sont montrés partout beaucoup plus efficaces que les substances d'origine organique.

L'explication à donner de cette différence d'action est très simple, aujourd'hui que nous connaissons mieux les phénomènes de nitrification et le mode de nutrition des végétaux. Les plantes ne peuvent emprunter leur alimentation azotée qu'à deux sources : l'ammoniaque et l'acide nitrique. Des expériences directes ont mis hors de doute la faculté qu'ont les feuilles de fixer l'ammoniaque aérienne, et celle qui appartient aux racines d'absorber les nitrates



du sol. D'autre part, on a constaté que les substances azotées, d'origine végétale ou animale, autres que l'ammoniaque ou l'acide nitrique, doivent préalablement subir, dans le sol, des modifications chimiques qui les amènent à l'un de ces deux états, pour être rendues assimilables par les plantes.

Nous sommes donc conduits à considérer, comme sources actives de la nutrition des plantes, l'ammoniaque et l'acide nitrique, et à refuser toute valeur fertilisante aux matières organiques azotées dont l'albumine est le type, jusqu'au moment où leur azote aura passé, sous l'action de ferments spéciaux, à l'état d'ammoniaque et de nitrate. La poudre d'os, la corne, la laine, le cuir, le sang desséché, le fumier de ferme lui-même ne sont des engrais qu'à la condition de subir, au préalable, la transformation dont je viens de parler. La nitrification est l'opération par laquelle l'azote des matières organiques se sépare d'elles pour se combiner à l'oxygène et à une base, chaux, magnésie ou potasse, et donner des sels solubles cristallisables qu'on désigne sous le nom de nitrates.

Pour s'accomplir, ce phénomène, qui joue dans la nature un rôle considérable, en ramenant à l'état minéral utilisable par les plantes l'azote qui forme les tissus végétaux et animaux, exige plusieurs conditions essentielles : 1° la présence, dans le milieu où se trouvent les substances azotées, du ferment découvert par MM. Müntz et Schloësing et qui porte le nom de *bacillus nitrificans*; 2° un certain degré d'humidité; 3° une température de 15 à 30°; 4° de l'oxygène; enfin 5° la présence d'une base capable de fixer l'acide nitrique formé (chaux, magnésie, potasse ou soude). De l'état d'agrégation et de structure de la

substance organique nitrifiable dépend le plus ou moins de rapidité de leur transformation. Le sang desséché, et, en général, les substances molles nitri-fient plus rapidement que les matières cornées, fibreuses ou dures, telles que le cuir, la corne, la laine ou les os des animaux. Plus ces matières seront divisées, mieux elles nitrifieront. Ainsi s'explique l'action lente de la poudre d'os dans nos essais de culture. Cette poudre, d'assez gros grain, ne pouvait mettre d'azote assimilable à la disposition de nos plantes qu'après un temps assez long, sa nitrification exigeant parfois plus d'une année; il en est résulté que la même dose d'azote n'a produit, en huit années, qu'une quantité d'acide nitrique bien inférieure à celle que les engrais minéraux livraient immédiatement à la récolte. De là un rendement moyen, inférieur de 17 p. 100 à celui des parcelles fumées au nitrate de potasse ou au sulfate d'ammoniaque.

La culture arbustive peut tirer, comme je l'ai dit à propos de la vigne, un parti très avantageux de ces observations. Les végétaux annuels doivent accomplir les diverses phases de leur développement dans un temps très court; il est donc nécessaire de leur fournir des aliments très digestibles, si je puis ainsi dire; aussi les nitrates et les sels ammoniacaux conviennent-ils parfaitement à nos récoltes agricoles. Les arbustes, au contraire, tels que la vigne, le houblon, l'amandier ou l'olivier, se trouvent très bien de fumures livrant progressivement et lentement leurs aliments azotés : les sels immédiatement assimilables, donnés à haute dose aux sols qui portent des cultures arbustives, poussent au bois et à la feuille, comme on dit, et cela presque toujours aux dépens

de la quantité et de la qualité du fruit. Les matières à nitrification lente, telles que les déchets de laine, de corne, de cuir, les tourteaux de graines, doivent ici être préférées aux sels azotés. Le fumier de ferme, qui, par son origine et sa constitution, peut être considéré comme un intermédiaire entre les matières que nous venons de nommer et les sels minéraux azotés, convient également à la culture des végétaux annuels et à celle des arbustes, bien qu'il doive être de préférence réservé aux récoltes agricoles proprement dites.

Le fumier de ferme est formé, on le sait, par le mélange des déjections des animaux avec l'excipient qu'on désigne sous le nom générique de litière, et qui est, suivant les localités, de la paille, des feuilles, de la tourbe, ou même de la terre. Un fumier de bonne qualité, provenant d'animaux bien nourris et convenablement litiérés, contient de 4 à 5 kilogr. d'azote par tonne. Or l'azote y existe sous des formes différentes qui font participer le fumier des propriétés qui leur appartiennent. Dans les végétaux qui servent de litière, l'azote existe presque exclusivement à l'état dit organique, c'est-à-dire sous forme de fibrine ou d'albumine végétales, insolubles dans l'eau et qui seront assimilées par les plantes alors seulement qu'elles auront subi la nitrification. Il en est de même, à peu près, de l'azote contenu dans les excréments solides des herbivores, résidus des végétaux qui ont servi à nourrir ces derniers. De la richesse en principes azotés des fourrages consommés dépendra, avant tout, la richesse en azote du fumier. Mais ces résidus contiennent l'azote au même état que la litière, c'est-à-dire à l'état insoluble, et, de même

que la litière, les excréments ne pourront servir à alimenter la plante qu'après avoir nitrifié. Sous ce rapport, cette partie du fumier partage donc presque complètement les propriétés de la corne, de la laine, des os. Mais le fumier de ferme bien fait et surtout bien entretenu renferme encore de l'azote à un autre état, ce qui le rapproche des sels ammoniacaux. L'azote des aliments est destiné à reconstituer la chair des animaux, que l'usure organique détruit incessamment et dont l'élimination régulière exige une restitution pour que la santé de l'animal se maintienne.

Il est démontré d'une façon certaine que l'azote des muscles et des autres organes du corps de l'animal s'élimine uniquement par le rein. L'urine renferme donc tout l'azote dont l'être vivant ne peut plus faire usage pour l'entretien de ses organes. Mais, tandis que la chair musculaire, le sang, les os, etc., contiennent l'azote à l'état d'albumine, de fibrine, de gélatine, absolument impropres à nourrir les végétaux, dans l'urine on ne rencontre plus aucune de ces substances : leur azote a pris des formes nouvelles qui se rapprochent beaucoup de l'état minéral : tels sont l'urée, les acides urique et hippurique, la créatine, etc. Produits de décomposition des principes immédiats azotés de nos tissus, ces corps n'attendent, pour se transformer en sels ammoniacaux et en nitrates aptes à nourrir les végétaux, que l'action d'un des nombreux ferments répandus dans l'atmosphère et dans le sol. Le fumier de ferme nitrifiera donc beaucoup plus vite que les os ou le cuir, et, suivant les quantités d'excréments liquides qui entreront dans sa composition, il manifestera plus ou moins énergiquement

son action fertilisante. Les autres matériaux azotés du fumier provenant de la litière et des résidus solides de la digestion subiront à leur tour la nitrification dans des conditions et avec une lenteur comparable à celle des déchets de laine, d'os, de corne ou de cuir. Revenons maintenant à notre champ.

La deuxième série d'essais du champ d'expériences avait pour objet, comme je l'ai dit plus haut, de comparer l'action de doses égales d'acide phosphorique à divers états, mais employés seuls, avec celle des mêmes phosphates additionnés d'azote sous différentes formes. Comme dans la première série, il a été donné à chacune des parcelles de 5 ares tous les deux ans les quantités suivantes d'engrais, rapportées à l'hectare :

Acide phosphorique.....	400 kil.
Potasse.....	180 —
Azote.....	Néant.

La succession des récoltes a été la même que celle adoptée pour les cultures avec azote. Enfin une parcelle témoin est demeurée sans engrais.

Pour la période de huit années consécutives qu'embrassent ces essais, les rendements moyens annuels à l'hectare, y compris la parcelle au fumier de ferme, ont été les suivants :

Fumures azotées et phosphatées..	47.700 kil.
Fumures phosphatées sans azote..	41.840 —
Sans fumure.....	40.500 —

Ces chiffres sont d'autant plus concluants qu'ils portent sur huit années de récoltes consécutives, ce qui élimine les causes d'erreurs d'une expérience de

courte durée. La plus-value du rendement due à la fumure complète est la différence entre 17 700 kilogr. et 10 500 kilogr., soit 7 200 kilogr. de substance végétale récoltée en plus, par année et par hectare. Comparé au rendement de la parcelle sans fumure, celui du sol qui a reçu de l'acide phosphorique et de la potasse, mais pas d'azote, donne un excédent de 1 340 kilogr. seulement (11 840 kilogr. — 10 200 kilogr.). La différence entre l'augmentation des rendements moyens des parcelles soumises à ces deux modes de fumure représente évidemment l'accroissement dû à l'addition d'azote.

Excédent du rendement dû à la fumure complète.....	7.200 kil.
Excédent du rendement dû à la fumure sans azote.....	1.340 —
Différence due à l'azote .....	<u>5.860 kil.</u>

En d'autres termes, la fumure phosphatée et potassique, en l'absence d'azote, a augmenté, en moyenne, de 11,3 p. 100 le rendement du sol; tandis que la même fumure additionnée d'azote a accru le rendement de 40,1 p. 100.

En rappelant ces résultats, dont on trouverait tous les détails dans le compte rendu publié en 1881 <sup>1</sup>, j'ai principalement en vue d'appuyer par des faits précis le conseil que j'ai toujours donné aux cultivateurs relativement à la création de champs d'expériences. L'acide phosphorique employé seul pour élever, dans un sol pauvre en ce principe, les rendements des céréales notamment, donne presque toujours de

1. *Compte rendu du congrès des directeurs des stations agronomiques*, in-8°, Berger-Levrault.

médiocres résultats. La présence dans le sol d'une quantité suffisante d'azote assimilable est indispensable à l'obtention de hauts rendements. Les belles expériences de Lawes et Gilbert à Rothamsted<sup>1</sup> ont mis hors de doute la nécessité de pourvoir le sol des quantités d'azote nécessaires, si l'on veut que l'acide phosphorique produise tout son effet. Les cultivateurs qui veulent faire des essais comparatifs sur la valeur agricole des différents phosphates sur les rendements en blé devront donc avoir soin d'ajouter au printemps, aux parcelles emblavées, du nitrate de soude à la dose de 150 à 200 kilogr. à l'hectare.

Les appréciations divergentes qui ont été émises à l'endroit de la valeur agricole des phosphates naturels et des superphosphates tiennent pour la plupart à ce que les expérimentateurs ont négligé de donner de l'azote à leurs champs d'essais et se sont bornés à l'emploi exclusif des phosphates.

Les plantes, sous le rapport de la nutrition, ressemblent beaucoup aux animaux : pour que l'alimentation qu'on leur donne produise tous ses effets, c'est-à-dire de hauts rendements, il ne suffit pas de leur fournir en abondance un ou plusieurs des éléments chimiques nécessaires à leur développement. Il faut introduire dans le sol tous ceux de ces éléments que la terre ne renferme pas en quantité suffisante et que l'atmosphère ne peut leur fournir. L'azote et l'acide phosphorique occupent à cet égard le premier rang. Presque toutes les terres arables renferment assez de potasse pour subvenir aux besoins d'une récolte ; il en est peu, au contraire, où l'azote et l'acide phos-

1. Voir, notamment, chap. X, Essais de Stackyard.

phorique ne fassent simultanément défaut. Il n'est possible, généralement, d'apprécier l'influence de l'une de ces matières qu'en l'associant à l'autre. Les essais rapportés dans le chapitre sur les résultats obtenus dans la campagne de 1887 avec les phosphates de diverses provenances, sont de plus en plus favorables aux phosphates minéraux, et particulièrement aux scories de déphosphoration.

LES GISEM

La rai-  
Les p-  
productio  
en 1886.En m-  
expérien-  
en réali-  
tion es-  
concerne  
phosphor-  
de soude  
les sols.  
largement  
de chaux.

liser, au g-

Tout ce  
merce et a  
done un g-Jusqu'à  
guement, n



## XVI

### LES GISEMENTS FRANÇAIS DE PHOSPHATE DE CHAUX

La richesse en acide phosphorique du sous-sol français. — Les gisements de phosphate. — Statistique officielle de la production des phosphates et des scories Thomas-Gilchrist en 1886.

En m'appuyant sur les résultats de nombreuses expériences culturales, je viens de mettre, à nouveau, en relief, le rôle décisif des phosphates dans l'élévation des rendements du sol, notamment en ce qui concerne les céréales. 60 à 100 kilogrammes d'acide phosphorique associés à 200 kilogrammes de nitrate de soude permettent d'accroître, dans presque tous les sols, le rendement en blé dans une proportion très largement rémunératrice ; aussi l'emploi du phosphate de chaux, sous diverses formes, tend-il à se généraliser, au grand bénéfice de ceux qui y ont recours.

Tout ce qui se rattache à l'exploitation, au commerce et aux applications des phosphates présente donc un grand intérêt pour les cultivateurs.

Jusqu'à ce jour, nous ne possédions aucun renseignement, même approximatif, sur les quantités de

phosphate naturel que renferme, à l'état de gisements exploitables, le sol français. Cette lacune vient d'être comblée par une publication du ministère des travaux publics, sur laquelle son importance m'engage à m'arrêter.

La découverte de gisements considérables de phosphate de chaux peut, à bon droit, être rangée parmi les progrès si marqués que l'agriculture doit aux sciences physiques et naturelles. Il y a moins d'un demi-siècle que Berthier (en 1819) signale, pour la première fois, la présence du phosphate de chaux dans les terrains stratifiés du Pas-de-Calais et dans le terrain crétacé du cap de la Hève. Découverte en 1824, à Bellegarde (Ain), par A. Brongniart, et quelques années plus tard, sous forme d'ossements et d'excréments fossilisés d'animaux (coprolithes), par Buckland, en Angleterre, l'existence du phosphate de chaux a, depuis lors, été constatée dans les formations géologiques les plus diverses des deux mondes.

Mais c'est, à proprement parler, depuis 1840, époque à laquelle Liebig, après avoir montré le rôle des substances minérales dans l'alimentation des végétaux, proposa de traiter les phosphates naturels par l'acide sulfurique pour les rendre plus rapidement assimilables, que l'attention des agronomes et des géologues se porta vers l'étude des gisements de ce précieux engrais.

En Angleterre, M. J. Lawes, en fondant la première grande fabrique de superphosphate (1842) et, en France, M. Meugy, en faisant connaître la nature phosphatée des rognons des sables verts désignés sous le nom de *coquins*, ouvrirent à la fertilisation de nos sols une ère nouvelle.'

MM. de Molon et Desailly, dont les noms resteront attachés à la vulgarisation des gisements de phosphates, ont été les véritables promoteurs de l'emploi agricole des phosphates naturels en France. C'est en 1855 qu'ils ont commencé à exploiter les nodules dans les Ardennes : chaque année écoulée depuis a vu grandir cette industrie.

Elié de Beaumont, par son étude magistrale sur l'importance agricole des phosphates naturels, a également droit à la reconnaissance des agriculteurs. En 1859, M. R. de Luna découvrit le gisement d'apatite de Jumilla (Espagne). Les dépôts du terrain dévonien de la Lahn furent décrits en 1864 par Frésenius et Mohr, et, l'année suivante, M. Poumarède signalait la phosphorite dans la formation oxfordienne du Quercy. Une étude très intéressante des gisements de phosphate de chaux a été publiée, il y a quelques années, par M. Nivoit, professeur à l'École des ponts et chaussées ; c'est le travail descriptif le plus complet que nous possédions jusqu'à aujourd'hui.

Si les mémoires des savants dont je viens de rappeler les noms ont mis hors de doute la dissémination du phosphate à la surface du globe, ils ne nous renseignent en aucune façon sur les quantités d'acide phosphorique que les gisements connus mettent à la disposition de l'agriculture. La publication des tableaux statistiques que la direction des Mines vient de faire au *Journal officiel* est donc fort instructive et sera accueillie avec faveur par les savants aussi bien que les praticiens <sup>1</sup>.

La direction des Mines a prescrit, pour l'année 1886,

<sup>1</sup> J'ai reproduit *in extenso* les tableaux dans le tome II, 1887, des *Annales de la science agronomique française et étrangère*.

une enquête détaillée sur les gisements de phosphate de chaux et sur les scories de déphosphoration de la fonte (procédés Thomas-Gilchrist). Les résultats de cette enquête sont réunis dans deux tableaux dont le premier fait connaître, par département et par commune, la situation géologique des gisements de phosphates, leur étendue approximative en hectares, le nombre et l'épaisseur des couches reconnues, les quantités présumées de phosphate existant dans les gisements, le nombre et le mode d'exploitation des carrières, et le nombre des ouvriers. Ces renseignements généraux sont complétés par les indications suivantes : état physique et composition centésimale des produits, tonnage et prix moyens des phosphates bruts et des phosphates préparés pour l'agriculture, principaux lieux de destination.

Le deuxième tableau fournit des renseignements analogues sur les scories de déphosphoration de la fonte. A l'aide des nombreux chiffres contenus dans ces documents, il est facile de se faire une idée approchée des ressources que l'agriculture française peut attendre de l'exploitation des gisements indigènes pour restituer au sol l'acide phosphorique exporté annuellement, sur une si vaste échelle, par les récoltes.

Vingt-deux départements français, y compris celui d'Oran, possèdent des gisements de phosphate, d'étendue et de richesse très variables, au moins dans l'état des explorations actuelles. Les gisements du Tarn-et-Garonne et de Vaucluse ne sont pas encore en exploitation régulière, je les laisserai donc de côté dans le tableau récapitulatif que j'ai dressé en rangeant les départements d'après l'ordre d'importance des gisements reconnus :

Départements.	Tonnage présumé.	Production en 1886.
Meuse.....	24.196.000 T. M.	51.800 T. M.
Pas-de-Calais.....	1.638.000	60.000
Lot.....	1.240.000	25.900
Drôme.....	793.000	7.000
Somme.....	750.000	5.000
Cher.....	650.000	2.900
Indre.....	400.000	3.000
Haute-Saône.....	328.000	2.700
Oise.....	300.000	»
Ardennes.....	161.000	8.600
Nord.....	154.000	»
Ardèche.....	72.000	482
Marne.....	55.800	»
Aveyron.....	50.000	3.900
Gard.....	48.000	13.000
Yonne.....	34.500	940
Tarn.....	30.000	433
Vosges.....	20.000	1.400
Oran.....	1.200	50

L'étendue totale des gisements reconnus est de 29 618 hectares, représentant 32 millions et demi de tonnes de phosphate de chaux. Ces minerais appartiennent à trois catégories distinctes : les uns, de beaucoup les plus abondants, sont les « nodules », d'une richesse de 16 à 26 p. 100 d'acide phosphorique. La Meuse, qui fournit à elle seule près des trois quarts de la production totale, ne renferme que des nodules. Dans la Somme, le phosphate se présente sous forme de sable, longtemps employé, dans l'ignorance où l'on était de sa composition, pour préparer le mortier à bâtir. Les gisements du Lot, du Gard et du Tarn sont principalement constitués par des phosphates en roche <sup>1</sup>

1. Voir *Études agronomiques*, 1<sup>re</sup> et 2<sup>e</sup> séries, 1885-1886 et 1886-1887, pour plus amples renseignements sur les formes naturelles du phosphate de chaux.

La richesse en acide phosphorique varie d'un gisement à un autre : ses extrêmes sont 15 et 37 p. 100 de cette précieuse matière fertilisante. Le prix de la tonne de phosphate broyé et livré sur place a varié, en 1886, de 15 francs à 70 francs. On a vendu, dans cette année, 17 682 tonnes de phosphate brut, pour la somme de 332 710 francs, ce qui assigne à la tonne un prix moyen de 18 fr. 82. La vente des produits broyés et tamisés s'est élevée au chiffre de 166 384 tonnes, au prix moyen de 40 fr. 34, ce qui correspond à la somme de 6 746 544 francs. On voit que la vente totale s'est élevée à moins de 200 000 tonnes en 1886 (exactement à 184 066 tonnes), soit 1/176 de la richesse totale présumée des gisements.

Cela revient à dire que, si la consommation des phosphates par l'agriculture restait stationnaire, les gisements français pourraient y suffire pendant 176 années consécutives. En doit-il être ainsi et pouvons-nous considérer ces gisements comme inépuisables d'ici à plus d'un siècle et demi? Assurément non. Le jour prochain, il faut l'espérer, où les cultivateurs comprendront leurs véritables intérêts et se trouveront en mesure, par une bonne organisation du crédit agricole ou autrement, d'appliquer les conseils et les enseignements de la science, la consommation de l'acide phosphorique s'élèvera dans des proportions telles que ses gisements iront rapidement vers l'épuisement. Il est facile de s'en convaincre par un calcul très simple. La surface cultivée de la France, déduction faite des vignes, forêts et prairies, est de 26 millions d'hectares environ. Si nous supposons répandues uniformément sur cette surface les 184 000 tonnes de phosphates achetés en 1886, cela représente la quantité

tout à fait insignifiante de 7 kilogr. par hectare. Or une fumure moyenne de phosphate naturel doit être de 500 kilogr. par hectare, pour être efficace et rémunératrice dans les sols insuffisamment pourvus d'acide phosphorique. A raison d'une tonne par hectare, les 32 millions et demi de tonnes de phosphate ne suffiraient à fumer que 32 millions et demi d'hectares : à raison de 500 kilogr., on en pourrait fumer le double, soit 65 millions d'hectares : cela montre que l'emploi de 500 kilogr. de phosphate de chaux par hectare absorberait la totalité des gisements en deux fumures et demie. Il va sans dire que tous les sols français n'exigent pas l'emploi des phosphates, mais ce calcul montre à l'évidence, d'une part, la facilité qu'ont aujourd'hui les cultivateurs d'améliorer à brève échéance les rendements de leurs terres en utilisant les gisements de phosphate, de l'autre, la rapidité avec laquelle ces mêmes gisements seront épuisés dès que l'agriculture leur demandera cet accroissement de fertilité.

La direction des mines a eu, comme je l'ai dit, l'heureuse idée de réunir, dans un second tableau, les renseignements statistiques à la production des scories Thomas-Gilchrist, dont j'ai fait connaître à mes lecteurs la valeur fertilisante. Le document officiel nous fait connaître, pour 1886, les qualités de scories de déphosphoration produites dans les usines françaises, leur teneur moyenne en acide phosphorique et leurs prix de vente.

Quatre départements, comptant en tout sept usines, concourent à cette production. Ce sont :

*Meurthe-et-Moselle*, avec deux usines : Jœuf et Mont-Saint-Martin.

## XVII

### LES ENGRAIS COMMERCIAUX ET LA LOI CONTRE LA FRAUDE DU 7 FÉVRIER 1888

Les engrais commerciaux. — La répression de la fraude. — La loi française du 7 février 1888. — La loi belge du 7 janvier 1888. — Le contrôle des engrais et les stations agronomiques. — Rôle des syndicats agricoles. — Le syndicat de Montmirail. — Proposition de loi de M. Maxime Lecomte.

Nous avons montré (voir chap. I à III), d'après les éléments de la statistique agricole de la France, l'insuffisance absolue du fumier de ferme pour la restitution des principes minéraux enlevés par les récoltes. Nous exportons, au bas mot, de nos terres, sous forme de produits alimentaires, textiles ou industriels, des quantités d'azote, de potasse et d'acide phosphorique doubles de celles qu'y peut ramener le fumier. Il faut combler ce déficit; les engrais chimiques ou industriels nous en offrent le moyen.

Pourquoi, l'efficacité de ces derniers étant aujourd'hui hors de doute, l'extension de leur emploi est-elle si lente, les quantités qu'on en applique au sol si minimes, par rapport aux besoins que nous avons



constatés? Comme je l'ai bien des fois constaté, deux raisons principales se sont opposées jusqu'ici au développement de la consommation des engrais commerciaux : d'une part, les fraudes dont ils ont été et sont encore l'objet de la part de négociants peu scrupuleux; l'insuffisance des ressources pécuniaires du cultivateur, de l'autre. Ces deux causes exercent leur influence maximum dans la petite culture. Cette situation préoccupe depuis longtemps les meilleurs esprits, le pays tout entier étant intéressé au premier chef à la prospérité de l'agriculture. Quels remèdes peut-on opposer à ce double ennemi de l'amélioration de nos terres par les fumures complémentaires, la fraude et le défaut de capital? C'est ce que je voudrais examiner.

La fraude dans le commerce des engrais prend les formes les plus diverses; le préjudice qui en résulte pour l'agriculture présente, lui aussi, un aspect multiple. La fraude, au fond, se résume toujours, pour le cultivateur, dans l'absence de proportion entre le prix de la matière qu'on lui vend et la valeur fertilisante de cette matière. Tantôt l'acheteur est trompé sur la teneur des engrais en principes utiles pour la végétation; tantôt c'est l'origine et l'état de ces principes utiles sur lesquels il est induit en erreur par le vendeur; dans d'autres cas, enfin, le dol porte à la fois sur la nature, sur la quantité et sur le prix des éléments fertilisateurs que le fraudeur lui livre. Finalement, c'est toujours sa bourse qui en pâtit, et, la plupart du temps, dans une limite bien supérieure au chiffre du déboursé du prix de l'engrais.

Il est aisé de s'en rendre compte. Un cultivateur a résolu, d'après le conseil d'un de ses voisins, d'es-

sayer dans ses terres l'emploi des phosphates, par exemple, associés, en vue d'une récolte de céréales, à une substance azotée. Il sait que la première condition de succès est la mise en état de propreté du sol auquel il va confier le grain. Il prépare donc la terre par l'extirpation des mauvaises herbes, par des labours répétés, etc., à recevoir l'engrais et la semence. S'il est trompé dans la livraison de l'engrais; si, par suite de la fraude, il introduit, avec une dépense de 100 francs, par exemple, à l'hectare, un mélange dont la valeur réelle, d'après sa richesse en acide phosphorique et en potasse, n'est égale, pour fixer les idées, qu'au tiers, à la moitié du prix d'achat, souvent à moins, la perte qui en résulte pour lui dépasse de beaucoup ce *quantum*. En effet, la perte réelle du cultivateur, dans ce cas, se compose, outre la dépense d'engrais demeuré sans effet, en raison de sa pauvreté, des frais généraux ordinaires de la culture, des frais supplémentaires de labours faits en vue de l'épandage de l'engrais et de la réussite de l'essai. Enfin le préjudice causé par le fraudeur s'augmente encore de la valeur du supplément de récolte qu'eût donné l'application au sol de matières fertilisantes que le cultivateur a cru acheter et qu'il aurait eu, pour la somme dépensée, en s'adressant à une maison honnête. Tous ces déboires, et ce n'est pas le tort le moins grand qu'ont infligé à l'agriculture les agissements éhontés de certains commerçants, ont pour résultat presque constant de rebuter le cultivateur. Concluant du particulier au général, sans rechercher les causes réelles de son insuccès, il déclare à ses voisins que les engrais chimiques ne produisent rien, il en déconseille l'emploi autour de

lui, et voilà un village où, avant de longues années peut-être, il sera impossible d'améliorer les rendements par l'introduction des engrais chimiques de bonne qualité.

La loi du 7 février dernier a pour objet la répression de la fraude. Elle aura pour résultat certain, si les intéressés veulent et savent en réclamer l'application, de faire disparaître la bande noire de fabricants d'engrais sans probité et qui ont impudemment, depuis une vingtaine d'années, porté un si grand préjudice aux petits cultivateurs. J'ai fait connaître (V. *Études agronomiques*, 1<sup>re</sup> série, 1885-1886, p. 276 et suiv.) les manœuvres frauduleuses auxquelles ont recours ces négociants, qui ne sont étrangers à aucune des rubriques familières aux escrocs. J'ai montré, pour les avoir maintes fois vus à l'œuvre, leurs émissaires parcourant les campagnes, s'attablant au cabaret avec le paysan, le ferblantier, le maçon ou le boulanger à l'aise de la localité, et profitant de l'ignorance de ces derniers pour leur vendre ferme, sous prétexte de dépôts, un ou deux wagons de poudre plus ou moins inerte, au prix des meilleurs engrais. Ces malheureuses dupes deviennent ainsi les intermédiaires inconscients d'un trafic dont le résultat est de faire payer au cultivateur deux, trois et quatre fois plus que leur valeur réelle, des engrais dont l'insuccès les éloigne pour longtemps de tout essai sérieux de fumures complémentaires.

La loi nouvelle punit d'un emprisonnement de six jours à un mois et d'une amende de 50 à 2000 francs ceux qui, en vendant ou en mettant en vente des engrais ou amendements, auront trompé ou tenté de tromper l'acheteur, soit sur leur nature, leur composition ou le dosage des éléments utiles qu'ils contien-

ment; soit sur leur provenance, soit par l'emploi, pour les désigner ou les qualifier d'un nom qui, d'après l'usage, est donné à d'autres substances fertilisantes (art. 1<sup>er</sup>). Les peines, en cas de récidive, peuvent être élevées à deux mois de prison et à 4000 fr. d'amende. Le jugement peut être publié et affiché.

Toutes les indications relatives à la composition et à la valeur agricole des engrais doivent être fournies à l'acheteur au moment de la vente, soit dans le contrat, soit dans le double de commission, soit dans la facture remise au moment de la livraison. La teneur en principes fertilisants (art. 4) sera exprimée par les poids d'azote, d'acide phosphorique et de potasse contenus dans 100 kilogr. de marchandise facturée telle qu'elle est livrée, avec l'indication de la nature ou de l'état de combinaison de ces corps, suivant un règlement d'administration publique qui sera annexé à la loi.

En Belgique, où les engrais chimiques ont pris une grande extension, la fraude a, comme en France, porté une atteinte grave aux intérêts des cultivateurs et nécessité la promulgation d'une loi (7 janvier 1888), très voisine dans son esprit et dans sa teneur de la loi française. La sévérité des peines édictées par la loi belge est plus grande que celle de la nôtre. Tout vendeur qui n'aura pas fourni à l'acheteur les indications sur la provenance et sur la teneur de l'engrais peut être puni de un à sept jours de prison; la loi française ne frappe le vendeur, pour ce fait, que d'une amende de 11 à 15 francs. La fraude est punie en Belgique d'une amende de 100 à 2000 francs et d'un emprisonnement de quinze jours à six mois. Ces peines peuvent être élevées au double, en cas de récidive.

Un arrêt royal, correspondant à nos règlements d'administration publique, accompagne la loi.

En France, comme en Belgique, les stations agronomiques sont appelées à exercer une influence salutaire en ce qui concerne l'application de la loi. Leurs directeurs sont les guides naturels des cultivateurs, qu'ils éclaireront sur les moyens de se soustraire désormais à l'action malfaisante des fraudeurs.

Examinons rapidement le bénéfice que le commerce honnête et les cultivateurs, dont les intérêts sont solidaires, au cas particulier, peuvent attendre de l'application de la loi du 7 février 1888 et le rôle des stations agronomiques vis-à-vis des vendeurs et des acheteurs.

Les négociants honnêtes — et, j'ai hâte de le dire, le commerce des engrais en compte beaucoup — se conformeront avec empressement à la loi, malgré les petits inconvénients pratiques qu'entraîne toute réglementation un peu sévère. De ce côté donc, il n'y aura aucune difficulté, et l'acheteur recevra désormais, en s'adressant à une maison qui se respecte, un certificat constatant la provenance, la nature et la quantité de chacun des principes fertilisants qu'il achètera. L'efficacité de la loi du 7 février dépendra, avant tout, du soin que le principal intéressé, c'est-à-dire le cultivateur, mettra à en réclamer et à en poursuivre l'application. Pour le petit cultivateur, le mieux sera de faire partie d'un syndicat agricole qui achètera pour son compte, avec toutes les garanties que lui donne la loi, les engrais dont il aura besoin. Il est de toute nécessité, en effet, pour que la loi ne reste pas lettre morte, qu'un contrôle incessant des stations agronomiques et des laboratoires agricoles s'exerce

sur la conformité des livraisons avec les indications du vendeur prescrites par les articles 1<sup>er</sup> et 4. Or les analyses faites pour le compte des syndicats, sur des lots importants d'engrais, entraînent pour cette vérification des frais à peu près nuls, tandis que, répétés sur des livraisons de 100 ou 200 kilogr., ces analyses viennent les grever d'une somme très inférieure, il est vrai, au dol qu'en leur absence le cultivateur s'expose à subir, mais qui cependant deviendrait onéreuse en se multipliant lors de chaque achat isolé. L'association, sous une forme ou sous une autre, pour l'achat des engrais, est donc le mode le plus sûr et le plus économique à la fois.

Le rôle des directeurs des stations agronomiques, pris comme arbitres dans les transactions entre fabricants d'engrais et cultivateurs, demande quelques explications. Le chimiste auquel s'adressent l'une des deux parties ou toutes deux, d'un commun accord, pour être éclairées sur un marché d'engrais, doit comprendre son mandat de la manière suivante : s'il est en présence d'un marché fait conformément aux prescriptions de la loi nouvelle, il fera l'analyse de l'engrais, et, suivant que les garanties de diverses natures exigées du vendeur au moment de la livraison seront ou non remplies, il agira comme je vais le dire. L'examen et l'analyse de la matière livrée confirment-ils la garantie donnée par le vendeur, le bulletin de la station le constatera purement et simplement. Le prix auquel l'unité de substance fertilisante est compté paraît-il, d'après les cours, par exemple, beaucoup trop élevé, le chimiste n'a pas à s'en occuper. Le prix a été débattu entre acheteur et vendeur, la teneur garantie par le dernier existe réellement,

la provenance indiquée est exacte, le marché est parfaitement régulier et le chimiste n'a qu'à le constater. Si, au contraire, les principes fertilisants contenus dans l'engrais vendu n'y existent pas en quantité conforme à la garantie du vendeur, ou s'ils sont d'une origine et à un état autres que ceux indiqués par le contrat ; si les teneurs et prix, par kilogramme, ne sont pas portés sur la facture ; si, en un mot, le marché n'est pas conforme aux conditions explicitement indiquées par la loi, le rôle du chimiste sera différent. Il devra mentionner tous les manquements à l'observation de la loi sur le bulletin d'analyse, engager l'acheteur à porter plainte et, au besoin, transmettre au parquet de son ressort le duplicata du bulletin d'analyse. Le parquet appréciera la suite à donner au marché.

De l'énergie que les cultivateurs mettent à réclamer, le cas échéant, l'application rigoureuse de la loi dépendra, avant tout, le bénéfice que l'agriculture pourra retirer. C'est donc à l'initiative privée des cultivateurs qu'incombe le soin de veiller à leurs propres intérêts : faute de le faire, la loi resterait lettre morte et les fraudeurs pourraient continuer à s'enrichir en vidant la poche de leurs commettants. Les syndicats agricoles, les stations agronomiques, aideront de tout leur pouvoir à l'application de la loi, mais il faut pour cela que les intéressés eux-mêmes ne s'abandonnent pas.

Les syndicats d'agriculteurs peuvent contribuer largement à affranchir les cultivateurs des fraudeurs ; mais pour atteindre ce but, ils doivent presque tous modifier leur organisation et arriver à faire de la solidarité de leurs membres la base solide du crédit du

syndicat. J'ai signalé une lacune très regrettable dans les statuts de la plupart des syndicats alors existants. Je constatais, avec regret, l'absence de solidarité des membres du syndicat vis-à-vis des tiers, constructeurs de machines ou fournisseurs d'engrais. L'un des buts les plus utiles des syndicats est de procurer à leurs adhérents, au meilleur marché possible, en même temps qu'avec toutes les garanties désirables de pureté ou de bonne fabrication, les engrais et les instruments dont ils ont besoin. Le syndicat se substituant au cultivateur isolé peut obtenir des vendeurs des remises que des livraisons de peu d'importance ne permettent pas d'accorder; mais il faut qu'en échange de cette diminution sur le prix de vente, qui ne peut, en aucun cas, avec le contrôle organisé par les syndicats, résulter d'une moins-value de la marchandise, le vendeur ne s'expose pas à des risques d'autant plus grands qu'il ne connaît pas la solvabilité des acheteurs et que le nombre de ceux-ci est plus considérable. Il me serait facile de citer d'importantes maisons qui, étant toutes prêtes à faire des remises considérables à des syndicats agricoles responsables du paiement, se sont toujours refusées à livrer leurs produits sans cette garantie.

Une association d'agriculteurs s'est constituée l'an dernier pour le canton de Montmirail (Marne), sur l'initiative et sous la présidence de M. de la Rochette, conseiller général de ce canton. Deux innovations importantes distinguent les statuts de ce syndicat de toutes les associations du même genre, à ma connaissance. Le syndicat de Montmirail accepte, vis-à-vis des tiers, la solidarité pour tous ses membres actifs, solidarité limitée au versement de la cotisation,



dont il a fixé la quotité, d'après l'importance de la culture de ses adhérents, mesures excellentes à recommander aux fondateurs des syndicats à venir. De plus, un règlement très ingénieux et d'une application très simple, récemment adopté par l'association de Montmirail, a déterminé le mode de paiement des achats des sociétaires et la limite de la solidarité.

A l'arrivée en gare des engrais ou des instruments achetés par un membre du syndicat, celui-ci signe en guise de reçu une traite à échéance fixe (avec ou sans escompte suivant la date du paiement). Cette traite est remise par le trésorier du syndicat au banquier de l'Association, qui en encaisse le montant à l'échéance; le vendeur a donc affaire non à tel ou tel cultivateur, mais au syndicat lui-même, responsable du paiement au terme fixé. Le règlement prévoit le cas où l'acheteur ne payerait pas le montant de la traite à la date de l'échéance; dans ce cas, qui ne s'est pas encore présenté et ne se présentera sans doute pas, le débiteur infidèle est exclu du syndicat, et son nom est affiché dans toutes les communes affiliées au syndicat. Cette pénalité est plus que suffisante pour éviter tout mécompte pour l'association.

D'après les renseignements que j'ai recueillis sur cette ingénieuse combinaison, elle a encore pour résultat de faciliter au cultivateur solvable, à peu de frais pour lui, l'achat à une époque convenable d'engrais ou d'instruments que l'état de la caisse ne lui permettrait pas de faire sans cela. Le banquier de l'association prolonge l'échéance en faveur de ce cultivateur, sans que la responsabilité collective du syndicat s'étende en aucun cas au delà de la première date fixée pour le paiement. L'autre mesure, très

rationnelle, inscrite dans les statuts du syndicat de Montmirail, consiste à répartir ses membres, pour la quotité de la cotisation annuelle, en trois classes : les propriétaires ou exploitants d'une terre de 40 hectares et au-dessus payent 10 francs ; pour une ferme de 20 hectares, la cotisation tombe à 5 francs ; enfin, pour les petits cultivateurs exploitant moins de 20 hectares, la subvention n'est plus que de 3 francs. Cette proportionnalité entre l'étendue de la culture et la cotisation a le double avantage d'être équitable pour les membres du syndicat et fructueuse pour sa caisse, destinée à parer aux frais généraux, d'ailleurs minimes, et à répondre vis-à-vis des tiers des achats faits avec la garantie de solidarité dont j'ai parlé.

Les statuts de l'association de Montmirail m'ont semblé, à ce double titre, dignes d'être signalés à toutes les personnes qui s'intéressent aujourd'hui à si juste titre au développement des syndicats agricoles.

Il ne suffit pas, pour que l'emploi des engrais chimiques prenne le développement si nécessaire à l'accroissement de nos rendements, que la loi vienne soustraire le cultivateur aux agissements éhontés des fraudeurs. La certitude de pouvoir échapper à la fraude ne met pas d'argent dans la poche du cultivateur, et le défaut d'argent est un obstacle capital à la propagation des engrais chimiques. Comme le dit fort justement l'honorable M. Maxime Lecomte dans l'exposé des motifs du projet de loi qu'il a présenté le 22 février 1888 à la Chambre, les fournisseurs d'engrais qui peuvent tomber sous le coup des sévérités de la loi ont également droit à sa protection. On ne peut, en effet, exiger des fournisseurs honnêtes, vendant à des prix raisonnables des produits bien

fabriqués, qu'ils fassent à tous leurs clients, sans distinction de solvabilité, l'avance des engrais. Un grand nombre de petits cultivateurs, fort honnêtes, laborieux, assez intelligents pour comprendre l'importance de l'emploi des engrais chimiques, sont dans l'impossibilité, faute d'argent et de crédit, de réaliser cette amélioration dans leur exploitation.

M. Maxime Lecomte, pour remédier à ce fâcheux état de choses, propose de modifier le paragraphe 4 de l'article 2102 du Code civil de la façon suivante : « Néanmoins, les sommes dues pour les semences, les *engrais* ou pour les frais de la récolte de l'année sont payées sur le prix de la récolte, et celles dues pour ustensiles sur le prix de ces ustensiles, par préférence au propriétaire dans l'un et l'autre cas. »

Il est à souhaiter que le Parlement adopte le plus tôt possible le projet de M. Lecomte, et que, assimilant les engrais aux semences, en ce qui regarde le privilège du vendeur, il constitue ainsi un élément de crédit qui permettra aux fabricants d'engrais de fournir aux cultivateurs, avec toute sécurité pour le vendeur, les matières fertilisantes dont il aura besoin.

Il y a lieu d'espérer qu'une amélioration très notable dans la fumure de nos terres et, par conséquent, dans l'augmentation des rendements du sol résultera de l'application stricte de la loi du 7 février, du crédit que créerait l'adoption du projet de M. Lecomte, à la condition — c'est toujours là le grand point — que l'initiative privée, d'une part, et l'esprit d'association, de l'autre, viennent en aide au législateur, dont l'action, en dehors de ces deux facteurs essentiels de tout progrès, risquerait fort de demeurer inefficace.

## XVIII

### L'ALIMENTATION DU BÉTAIL DE LA FERME

L'alimentation du bétail de la ferme. — La théorie moderne des aliments. — Claude Bernard et la nutrition des êtres vivants. — L'animal, comme la plante, fabrique du sucre, de la graisse, etc. — Principes immédiats des végétaux et des animaux. — Leurs analogies. — Ce qu'est la ration alimentaire : Ses divers buts à la ferme.

L'agriculture est l'art d'obtenir, sur une surface donnée, au meilleur marché possible, la plus grande somme possible de produits utiles à l'homme.

L'homme utilise de deux manières, pour se nourrir, les récoltes de nos champs : dans le premier cas, il les consomme directement, après leur avoir fait subir des modifications physiques et chimiques plus ou moins notables. Tel est le cas des céréales, des substances sucrées ou féculentes, des fruits de la vigne, etc. Dans le second cas, c'est l'animal qui est chargé d'élaborer, sous forme de viande, de lait, de graisse, les matériaux renfermés dans l'herbe des prairies, matériaux qui ne sauraient être assimilés en nature par l'organisme humain.

La production des matières agricoles, directement

utilisables pour l'alimentation, nous a jusqu'ici presque exclusivement occupés. Allant, suivant une expression familière, au plus pressé, j'ai consacré ces *Études* à la culture des plantes alimentaires et plus particulièrement au blé, qui couvre plus du quart des terres arables de la France. Montrer l'insuffisance des rendements pour que cette culture soit rémunératrice dans les conditions économiques actuelles, indiquer les principaux moyens d'augmenter la production en vue de diminuer le prix de revient, — choix de semences et d'engrais, méthodes culturales, etc., — faire connaître les résultats d'expériences bien conduites, telle m'a paru la tâche la plus urgente. Relever le courage de nos cultivateurs dans la crise douloureuse dont ils souffrent depuis trop longtemps déjà ; les convaincre que, loin d'être sans remède, la situation des producteurs de blé en France peut et doit s'améliorer très notablement, quand ils sauront appliquer les procédés et les méthodes qui ont créé l'industrie moderne dont ils sont les plus solides éléments de prospérité : voilà l'objectif que j'ai constamment poursuivi depuis plusieurs années avec la conviction qui m'anime.

Sans avoir, tant s'en faut, épuisé le vaste champ d'observations et d'études que nous offre la production végétale et me réservant d'y revenir, je pense pouvoir être utile aux praticiens en abordant maintenant quelques-unes des questions fondamentales relatives à l'alimentation du bétail. Obtenir dans un champ, avec la moindre dépense, la plus grande somme possible du produit végétal qu'on lui demande, ne suffit pas au cultivateur pour atteindre dans son exploitation le rendement en argent le plus élevé. Il

faut encore qu'il sache transformer, à l'aide du bétail et au prix de revient le plus bas, les récoltes que l'homme ne peut pas utiliser directement pour son alimentation. La fabrication de la viande, du lait, de la laine et, comme conséquence naturelle, celle du fumier sont des problèmes économiques tout aussi importants dans une exploitation rurale que la production du blé ou de toute autre plante alimentaire. La connaissance des lois physiologiques qui règlent la formation des tissus des animaux n'est pas moins nécessaire au cultivateur que celle des conditions qui président au développement des plantes.

Les milieux nutritifs ont changé : le mode de nutrition n'est plus le même, mais l'application rationnelle des indications fournies par la physiologie et par la chimie conduit, dans le cas du bétail, à des résultats tout aussi importants pour le praticien que ceux qu'elles lui offrent dans la culture des végétaux.

De tous les caractères physiologiques qui différencient la plante de l'animal, le plus important, le seul peut-être qui, chez les êtres supérieurs, soit absolu, réside dans les sources auxquelles ils puisent leur alimentation. La plante se nourrit *exclusivement* de substances minérales, c'est-à-dire dépourvues d'organisation. Elle décompose, à l'aide de ses organes verts, l'acide carbonique, la vapeur d'eau et l'ammoniaque aériens : elle puise dans le sol, par les racines, l'eau, les acides minéraux et les bases nécessaires à son organisation. Par des procédés qui lui sont propres, elle emprunte au monde minéral la totalité du carbone, de l'hydrogène, de l'oxygène et du soufre, du phosphore et des sels indispensables à la formation de ses tissus et les engage dans des combinaisons

spéciales que l'animal modifie, détruit et utilise pour se nourrir. Inversement, l'animal est *absolument* dépourvu de la faculté d'élaborer, pour s'en nourrir, les composés inorganiques. De toute nécessité, il doit demander aux combinaisons organiques les matériaux azotés (albumine et ses congénères), hydrocarbonés (féculé, sucre, cellulose), sulfurés et phosphorés nécessaires à la formation et à l'entretien de ses organes.

L'animal est donc étroitement solidaire de la plante, celle-ci seule pouvant lui servir d'aliment; si bien que tout ce qui peut accroître la production végétale est un bienfait pour l'homme, dont il accroît parallèlement les ressources alimentaires. Les végétaux constituent le merveilleux laboratoire dans lequel, sous l'influence de la chaleur et de la lumière, sources premières de l'entretien de la vie, s'organisent les principes immédiats destinés à former la réserve alimentaire qui assure la fonction de la plante, réserve que l'homme et les animaux mettent à profit pour leur alimentation.

Intermédiaire indispensable du monde minéral et de l'animal, la plante seule élabore la matière première de toute organisation animale. Avec le concours du carbone, de l'ammoniaque, de l'eau et de quelques substances minérales tirées du sol, la plante fabrique un nombre extrêmement considérable de corps qu'on désigne sous le nom de *principes immédiats*, parce qu'on les rencontre tout formés dans le végétal d'où l'on peut les extraire, sans transformation, par des procédés plus ou moins compliqués.

Nous ignorons encore le rôle physiologique de la plupart de ces principes immédiats; mais, grâce aux expériences faites depuis un demi-siècle environ, nous

en savons assez pour nous guider pratiquement dans les questions d'alimentation du bétail. Les principes immédiats abondants dans presque tous les végétaux sont les mieux connus; ce sont également ceux qui présentent le plus d'intérêt au point de vue de l'étude des aliments.

On peut répartir en quatre grands groupes les composés organiques qui forment la masse d'un végétal et servent à nourrir les animaux :

1° Les *matières azotées*, qui, sans présenter une composition identique dans les divers végétaux et dans les différentes parties des plantes (graines, tiges et feuilles), offrent cependant de grandes analogies. Le gluten du blé, la légumine et la caséine des haricots, l'albumine végétale sont les représentants les plus importants de ce groupe. Toutes les matières azotées d'origine végétale ne sont pas digestibles (utilisables) au même degré par les animaux; il y aura lieu de tenir compte de ces variations dans le rationnement du bétail. Les matières azotées sont formées de carbone, d'hydrogène, d'oxygène et d'azote : le soufre et le phosphore n'y font jamais défaut.

2° Les *matières amylacées et sucrées*. — Ces corps, dont l'amidon des céréales, la fécula des pommes de terre, le sucre des betteraves, de la canne et des fruits, sont les types les plus répandus dans le règne végétal, diffèrent essentiellement du premier groupe : elles ne contiennent pas d'azote, et les proportions de l'hydrogène et de l'oxygène qu'on y trouve sont précisément celles dans lesquelles ces gaz sont associés dans l'eau. Durant la vie, l'amidon et le sucre se transforment l'un dans l'autre et circulent dans le végétal : ils s'accumulent enfin dans certains organes pour cons-



tituer la réserve alimentaire. C'est ainsi que l'amidon se rencontre dans les graines des céréales, la fécule dans les renflements de la tige souterraine qu'on nomme la pomme de terre, le sucre dans la racine de betterave, les organes que nous venons de nommer étant destinés à la reproduction du végétal.

3° *Les matières grasses.* — Elles sont, comme l'amidon et le sucre, formées de carbone, d'hydrogène et d'oxygène; mais elles en diffèrent en ce que les deux derniers gaz ne s'y trouvent pas dans les rapports qu'ils affectent dans l'eau. Leur dominante est le carbone associé à une proportion plus considérable d'hydrogène. Utilisées industriellement par l'homme pour l'éclairage et pour le chauffage, en raison de leur constitution chimique, elles remplacent presque complètement l'amidon et le sucre dans certaines graines, où elles paraissent jouer un rôle analogue à ces derniers dans la nutrition de l'être embryonnaire.

4° Enfin la *cellulose*, à formes et textures très variables suivant les espèces et l'âge du végétal, possède une composition qui se rapproche beaucoup de celle de l'amidon : elle constitue essentiellement, son nom l'indique, la cellule végétale.

La cellulose, qui contribue plus que les autres principes immédiats à donner du volume au fourrage, domine dans les pailles des céréales, les foins de prairie et dans un certain nombre de matières alimentaires de l'homme et des animaux (légumes, salades, trèfle, luzernes, etc.). Plus la plante est jeune, plus la cellulose qu'elle renferme est digestible. A l'état tout à fait dense, elle constitue le ligneux du bois, les noyaux des fruits, etc.

Chacun de ces principes immédiats contient une

certaine quantité de substances minérales indispensables à sa formation, parmi lesquelles le soufre, le phosphore, la chaux, la magnésie, la potasse et le fer semblent seuls jouer un rôle physiologique important.

Des divers principes immédiats dont les fourrages sont formés, les uns, peu ou pas digestibles, tels que la matière verte des plantes (chlorophylle), les cires et résines, certains principes azotés que nous examinerons plus tard, ne font que traverser le tube digestif et sont rejetés au dehors sous forme d'excréments. Les autres, divisés mécaniquement par la mastication, humectés, dissous et transformés par les différents actes de la digestion, pénètrent dans le sang après avoir perdu complètement les caractères extérieurs et la constitution chimique qu'ils possédaient dans l'aliment. La substance azotée, l'amidon, la cellulose, les sucres et les matières grasses subissent des modifications profondes dans l'estomac et principalement dans l'intestin, au contact des sucs gastriques et intestinaux, sous l'action des ferments et liquides sécrétés par les organes importants avec lesquels les aliments sont en relation. Ces métamorphoses les rendent aptes à pénétrer dans le sang pour réparer les pertes de l'organisme et donner naissance, dans le corps de l'animal, à la chaleur nécessaire au maintien de l'équilibre des fonctions et à la production de la force musculaire requise pour l'accomplissement d'un travail déterminé.

Les matériaux usés par le jeu de l'organisme sont éliminés par la voie urinaire, par les poumons et par la respiration cutanée, à des états de combinaison qui les rapprochent beaucoup des substances minérales.

Le sang et les organes des animaux renferment normalement des principes azotés (fibrine, albumine, caséine dans le lait), des substances grasses et sucrées analogues, mais non identiques, aux principes immédiats des végétaux. Le foie fabrique une substance amylacée analogue à l'amidon végétal.

Autrefois, par suite d'un examen superficiel, constatant l'analogie de composition de l'albumine, de la fibrine, de la matière grasse, du sucre, qui constituent le corps des animaux comme les tissus des plantes, les physiologistes ont admis que l'acte digestif, chez l'animal, se bornait à rendre possible, par les modifications physiques que la digestion imprimait aux aliments, la fixation, dans les organes de ce dernier, des principes immédiats des substances alimentaires. Ils refusaient à l'animal la faculté de produire, dans le sens physiologique du mot, de l'albumine, de l'amidon, de la graisse, du sucre, et ils admettaient que les principes immédiats azotés et hydrocarbonés qu'on rencontre chez l'animal provenaient d'un emmagasinement pur et simple des métaux élaborés par les plantes.

L'ancienne école considérait les animaux comme des consommateurs, tandis que les végétaux seuls étaient, pour elle, des producteurs de substances organiques : pour elle, la nutrition de l'animal était *directe*, l'albumine de l'avoine allant se localiser dans le muscle du cheval sous forme d'albumine animale, la matière grasse du fourrage allant se déposer dans les tissus du porc ou dans le lait pour y former le beurre.

Claude Bernard a réduit à néant cette hypothèse d'un dualisme d'après lequel la plante seule serait capable de produire des principes immédiats ; il a mis

hors de doute l'unité de la vie dans les deux règnes. Détruisant l'antithèse que semblaient offrir la plante et l'animal, dont l'une fabriquerait les principes immédiats, tandis que l'autre se bornerait à se les assimiler, le grand physiologiste a montré que l'animal, comme la plante, fabrique de l'amidon, du sucre, de l'albumine et de la graisse, avec cette seule différence que la plante emploie les éléments minéraux comme matière première, tandis que l'animal puise, dans les combinaisons élaborées par le végétal, les matériaux nécessaires à la constitution de ces principes immédiats. Depuis les expériences de Cl. Bernard, la théorie de la nutrition directe n'est plus soutenable et l'on ne peut plus voir dans les aliments autre chose que la matière première dont l'organisme animal se sert pour élaborer, par des procédés qui lui sont propres, les divers principes immédiats, tissus, organes, etc., nécessaires à sa constitution et à son fonctionnement.

C'est dans le milieu intérieur qu'on nomme le sang que l'animal va puiser les principes végétaux décomposés et dissous dans l'acte de la digestion, pour former, *de toutes pièces*, la fibre de ses muscles, la graisse de ses tissus, la charpente de ses os. C'est le sang, aussi dissemblable des matériaux des plantes qui ont servi à son élaboration que ces matériaux le sont de l'acide carbonique, de l'ammoniaque et de l'eau qui leur ont donné naissance, c'est le sang, disons-nous, qui va servir à la fabrication, par l'animal, de sucre, de matières azotées, de substances grasses analogues à celles que l'analyse nous fait découvrir dans les plantes, mais en différant par leur origine et par leur mode de formation.

La condition essentielle d'une bonne alimentation réside, d'après cela, dans la mise à la disposition de l'animal d'une quantité convenable de principes immédiats azotés, hydrocarbonés et gras, susceptibles de se transformer dans l'appareil digestif en matériaux nouveaux, assimilables, et que le torrent circulatoire distribuera à tout l'organisme.

En nous démontrant que la nutrition est *indirecte*, la physiologie expérimentale a ouvert une voie des plus fécondes à la pratique agricole pour l'alimentation et l'engraissement du bétail. C'est sur cette notion, désormais indiscutable, qu'une substance ne devient alimentaire qu'à la condition de se dissoudre dans le sang, en perdant tous ses caractères originels, qu'est solidement assise aujourd'hui la composition de la ration alimentaire, la substitution de tel fourrage à tel autre, suivant le prix des denrées et le but qu'on se propose. Il nous sera facile, en parlant des découvertes de Cl. Bernard et en nous appuyant sur les expériences nombreuses que l'on possède aujourd'hui, de montrer tout le parti économique à tirer, dans une exploitation rurale, des méthodes rationnelles d'alimentation du bétail.

Le jour, mémorable dans les annales de la physiologie, où Claude Bernard a découvert la véritable fonction du foie et montré que cet organe fabrique de toutes pièces, à l'aide des éléments du sang, deux matières que l'on regardait comme ayant une origine exclusivement végétale, l'amidon et le sucre, la théorie de la nutrition directe des animaux a reçu un coup décisif dont elle ne devait plus se relever.

S'étendant à toute la série zoologique, depuis le mollusque jusqu'à l'homme, la fonction glycogénique

du foie est aussi importante pour la nutrition des animaux que l'est, pour les plantes, la formation de l'amidon et du sucre dans la feuille.

Le sang, avant de pénétrer dans le foie, ne renferme pas de sucre ; à sa sortie de cet organe, il en contient des proportions très notables. Cl. Bernard a donc démontré que l'animal a la faculté de fabriquer du sucre avec un liquide qui n'en renferme pas. La production des principes immédiats n'est donc pas un privilège des végétaux, c'est une des caractéristiques des êtres vivants des deux règnes.

Là ne s'arrête pas l'analogie entre la plante et l'animal : comme la première, le second prépare aussi la matière grasse et les substances azotées : fibrine, albumine, caséine, etc., dont il a besoin pour constituer ses organes et en entretenir le fonctionnement. Le dualisme qui consistait à considérer les animaux comme des consommateurs des substances dont les végétaux seraient les uniques producteurs n'existe donc pas. Cette conception a fait place à la notion, beaucoup plus conforme aux faits, de l'unité de la vie dans les deux règnes. La grande différence qui sépare, sous le rapport de la nutrition, la plante de l'animal, c'est que l'une, comme nous l'exposons tout à l'heure, est apte à transformer en sucre, amidon, graisse, albumine, etc., la substance minérale, tandis que l'autre a besoin de l'élaboration préalable de la matière inorganique par le végétal, pour que le carbone, l'hydrogène, l'azote, l'oxygène et les autres corps simples deviennent des matières premières de son alimentation.

L'être vivant est à l'état de perpétuel changement. Toutes les molécules de son corps se renouvellent

incessamment. Jetés dans un moule idéal, qui nous donne l'illusion de la permanence de la forme, nous ne sommes point aujourd'hui, matériellement parlant, ce que nous étions hier, ce que nous serons demain. Nous perdons, en vingt-quatre heures, environ la vingtième partie de notre poids : c'est l'alimentation qui doit couvrir cette perte et nous ramener sensiblement au poids que nous avions la veille. La ration alimentaire consiste précisément dans la quantité et la qualité des aliments nécessaires pour maintenir cet équilibre, condition première de ce bien indéfinissable qu'on nomme la santé.

On désigne, sous le nom de ration d'*entretien*, les poids de boissons et d'aliments convenablement choisis dont l'ingestion couvre les pertes subies par l'organisme dans l'espace de vingt-quatre heures <sup>1</sup>. Ce cas ne s'applique qu'aux individus adultes (hommes ou bêtes), à un régime de travail très modéré. L'animal qui croît, celui dont on exige des efforts considérables de traction ou autres, la femelle qui allaite son petit, ne sauraient se contenter de la ration d'entretien : il faut un supplément de nourriture correspondant aux besoins de l'organisme (formation de chair et d'os, production de la force musculaire, fabrication du lait, suivant les cas qu'on envisage). Enfin, quand le cultivateur veut engraisser le bétail destiné à la vente, il y a lieu encore d'augmenter la ration d'entretien dans des proportions que nous examinerons plus tard.

Comme on le voit, dans nos exploitations rurales,

1. Voir *Études agronomiques*, 2<sup>e</sup> série, 1886-1887, p. 221 et suivantes.

où le bétail joue un rôle si important, on peut avoir affaire, suivant les buts divers qu'on se propose, à cinq conditions essentiellement différentes :

1° Alimentation de l'animal adulte au repos : ration d'entretien ;

2° Alimentation de l'animal qui croit : ration d'élevage ;

3° Alimentation de l'animal qui travaille : ration de travail ;

4° Alimentation de la femelle qui allaite : ration de lactation ;

5° Alimentation de l'animal à l'engrais : ration d'engraissement.

La détermination du choix et de l'association des divers fourrages, d'après leur prix et leur valeur nutritive, pour répondre économiquement à ces buts divers, est l'objet de la branche de la science agronomique qu'on nomme l'alimentation rationnelle.

L'établissement d'une ration repose sur la connaissance d'un certain nombre de faits qui se rattachent à l'une des trois catégories suivantes : 1° composition du corps de l'animal ; 2° nature et quotité des pertes à couvrir ou des exigences nutritives à satisfaire ; 3° composition et digestibilité des aliments. A ces données scientifiques, que l'expérimentation nous fournit assez complètement pour nous guider dans la confection des rations, vient s'ajouter une condition extrinsèque du plus haut intérêt pour l'agriculteur, à savoir le prix des aliments et la valeur relative (exprimée en argent) de la même substance alimentaire (fécule, graisse ou matière azotée) dans les différents fourrages.

Le problème de l'alimentation rationnelle, on le



voit, est complexe : il semble même *à priori* bien difficile, pour le cultivateur, de tenir compte de tant d'éléments dans le choix à faire des fourrages qui entreront dans la ration de ses animaux. Nous allons montrer que les progrès récents de la physiologie et de la chimie de la nutrition permettent de simplifier considérablement la pratique du rationnement, et tracent des règles sûres dont l'application n'exige pas, de la part du cultivateur, les connaissances étendues que semble comporter le problème tel que nous l'énonçons plus haut.

La chimie nous a révélé, dans la matière qui forme notre globe, son atmosphère et les êtres qui le peuplent, l'existence d'un petit nombre de substances irréductibles qu'on nomme des *corps simples*. Au nombre de soixante et quelques, ces corps, doués de propriétés physiques et chimiques essentielles, spéciales à chacun d'eux et qui permettent de leur reconnaître une individualité propre, constituent, soit à l'état d'isolement, soit associés les uns aux autres, la planète sur laquelle nous vivons et tous les êtres qu'elle nourrit.

Les êtres vivants n'empruntent au monde minéral que quinze ou seize corps simples, à l'aide desquels ils constituent tous leurs liquides, leurs tissus et leurs organes. Ce sont : l'oxygène, l'hydrogène, l'azote, le carbone, le soufre, le phosphore, le chlore, le fluor, le silicium, le potassium, le sodium, le calcium, le magnésium, le fer et le cuivre. Quelques autres corps simples se rencontrent accidentellement dans les organismes vivants, à l'existence desquels ils ne semblent pas indispensables, comme le sont presque tous ceux que je viens de nommer.

Avec les progrès de la chimie, le nombre des combinaisons élaborées par les plantes et les animaux, par l'association de ces quelques substances simples, nous apparaît chaque jour plus considérable. Si grand qu'il soit déjà, on peut affirmer que nous sommes loin encore de pouvoir dresser le catalogue complet des produits organiques fabriqués par les êtres vivants. On concevra aisément que, s'il était indispensable de connaître exactement tous les composés chimiques existant dans le végétal et dans l'animal, pour fixer la ration de ce dernier, le problème présenterait une complexité qui équivaldrait à une véritable impossibilité.

Heureusement, l'analyse, en nous révélant la variété infinie des modes de la matière organisée et celle des agrégations qui la composent, nous a, d'autre part, conduits à constater que la masse des êtres vivants est constituée, aussi bien dans le règne végétal que dans le monde animal, par un nombre restreint de groupements bien définis qu'on nomme *principes immédiats*. Le corps de l'animal, comme les tissus de la plante, sont formés par l'agencement de trois ou quatre catégories de composés organiques (matières azotées, sucrées ou féculentes, grasses), associés à de l'eau et à des substances incombustibles (oxydes métalliques).

Leur masse est telle, par rapport à celle des autres combinaisons, que, dans la pratique, ces dernières deviennent négligeables, comme conduisent à l'admettre les résultats des nombreuses expériences d'alimentation dans lesquelles il n'a jamais été tenu compte que des principes immédiats indiqués plus haut.

Réduit ainsi à la connaissance de quelques composés importants, tels que l'albumine, la fibrine, la caséine, la cellulose, le sucre, l'amidon ou la graisse, dont l'assemblage forme la plante et l'animal, le problème de l'alimentation rationnelle demeure encore très vaste, mais il est susceptible de solutions relativement simples dans la pratique.

Jetons un coup d'œil rapide sur la composition chimique des principes qu'on nomme *immédiats*, pour rappeler qu'ils existent tout formés dans les êtres vivants et qu'on peut les en extraire, sans altérer leurs propriétés, par un traitement relativement simple.

On peut les diviser tout d'abord en deux grands groupes, caractérisés, l'un par l'absence, l'autre par la présence de l'azote.

L'amidon, la cellulose, les sucres et les corps gras sont formés d'oxygène, d'hydrogène et de carbone, mais ne renferment pas d'azote. Ce sont les éléments propres par excellence à fournir à l'organisme les matériaux combustibles nécessaires à l'entretien de la chaleur animale. L'amidon, les sucres et la cellulose sont souvent appelés hydrates de carbone, parce qu'ils renferment, unis au charbon, l'oxygène et l'hydrogène dans les proportions où ces gaz constituent l'eau. Ils contiennent 44 p. 100 environ de carbone.

Les corps gras, beaucoup plus riches en charbon que les trois groupes précédents (ils en renferment plus des trois quarts de leur poids), se présentent, dans la nature, à des états physiques très différents : huiles, beurre, suif, graisse, etc. ; mais ils offrent les plus grandes analogies dans leur constitution et dans leurs propriétés chimiques.

En brûlant, soit activement, comme l'huile dans nos

lampes par exemple, soit lentement et sans dégager de lumière, ce qui est le cas des combustions organiques, toutes les combinaisons que nous venons de nommer dégagent une quantité de chaleur qu'on a pu mesurer pour bon nombre d'entre elles et qui est proportionnelle à leur teneur en charbon et en hydrogène. Les produits de ces combustions, en présence d'une quantité suffisante d'oxygène, sont identiques, quelle que soit l'origine de ces composés, qu'ils brûlent avec dégagement de lumière ou s'oxydent lentement : ces produits sont l'eau et l'acide carbonique. C'est par suite de ces combustions lentes que l'air sort de nos poumons presque saturé de vapeur d'eau et contenant 4 p. 100 d'acide carbonique, alors que l'atmosphère renferme seulement quelques dix millièmes de ce gaz et se trouve fréquemment très loin de son point de saturation par la vapeur d'eau.

Les composés azotés que fabriquent les plantes et les animaux diffèrent essentiellement du premier groupe en ce qu'ils contiennent de l'azote; d'autre part, ils offrent entre eux la plus grande analogie par leur taux en cet élément. L'albumine, la fibrine, le gluten, la caséine et la légumine, qui sont les types les plus répandus des corps azotés dans les deux règnes, sont presque identiques sous le rapport de leur constitution chimique. On peut représenter leur composition moyenne de la manière suivante :

Carbone.....	54,44
Hydrogène.....	6,99
Azote.....	15,88
Oxygène.....	22,69
	<hr/>
	100,00

La légumine seule paraît contenir un peu plus d'azote (48 au lieu de 46 p. 100). L'origine de ces principes immédiats n'influe donc pas d'une façon sensible sur leur composition : la fibrine du sang et le gluten du blé, l'albumine végétale et le blanc d'œuf, la caséine du lait et celle des plantes résultent de groupements chimiques des quatre corps simples qui les forment, tellement analogues que nous sommes autorisés à les regarder comme des composés identiques, chimiquement parlant.

Bien plus, le sang de tous les animaux, l'homme compris, ne présente pas de différences sensibles d'un animal à un autre et possède, en outre, une composition tout à fait voisine de celle des principes azotés (gluten, albumine, etc.).

Ce sont ces similitudes presque complètes qui, depuis le jour où elles ont été révélées par le travail magistral de MM. Dumas et Cahours (1842), ont si longtemps servi de point d'appui, en apparence solide, à la doctrine de la nutrition directe des animaux à l'aide des combinaisons élaborées par les plantes, l'animal ne faisant qu'adapter, pour ainsi dire, les aliments qui lui venaient du dehors à la réparation de ses organes.

Comme je l'ai dit plus haut (p. 253), la découverte par Cl. Bernard de la production dans toute la série animale de deux substances, l'amidon et le sucre, qu'on était jusqu'à lui habitué à considérer comme l'apanage exclusif de la plante, a bouleversé, dans son fondement, la théorie physiologique de la nutrition.

Ce qui demeure certain, c'est que l'animal a besoin de trouver dans les végétaux, sous les formes

diverses énumérées plus haut, les éléments de son alimentation qu'il est incapable d'emprunter directement au monde minéral. Mais ce qui n'est pas moins vrai, c'est que, par des procédés qui lui appartiennent en propre, il transforme tous les principes végétaux, azotés ou non, en un liquide particulier, le sang, devenant le point de départ et le milieu de l'élaboration de nouvelles substances analogues à celles qu'il a puisées dans les plantes, mais fabriquées de toutes pièces à nouveau par l'animal.

Nous verrons plus tard quel parti considérable on a tiré, dans les expériences d'alimentation faites sur les animaux de la ferme, des analogies de composition des principes immédiats des plantes et des animaux, et quelle base solide elles nous offrent pour la fixation des rations alimentaires et leur utilisation dans les diverses directions si intéressantes pour le cultivateur, lactation, travail, engraissement.

## XIX

### LE COMMERCE ET LA CONSOMMATION DE LA VIANDE EN FRANCE

Statistique agricole de France. — Enquête de 1882. — Rapport de M. E. Tisserand. — La consommation de la viande en France. — Valeur comparée de la viande et du pain au point de vue alimentaire.

La viande que fournissent les animaux domestiques devrait former, avec le pain, la base de l'alimentation de l'homme des régions froides et tempérées. La graine des céréales et le mélange de chair et de graisse qu'on désigne sous le nom de viande présentent, en effet, à l'organisme humain, l'association des principes azotés et hydrocarbonés la mieux appropriée à la réparation des pertes que notre corps subit à chaque instant, pour l'entretien de nos fonctions et la production de la chaleur et du travail qui accompagnent tous les actes de l'animal.

L'amidon dans le pain, la graisse dans la viande concourent principalement à la production de la chaleur animale ; les substances dites albuminoïdes : gluten, albumine, fibrine, la chair pure, apportent

l'élément azoté indispensable à la constitution du milieu intérieur où s'effectuent toutes les transformations qui ont pour objet la réparation des organes et notamment celle des muscles. Ce milieu, le sang, présente dans sa composition une constance presque absolue chez les individus de la même espèce, et peu variable d'une espèce à l'autre. La nutrition des animaux, on le sait aujourd'hui, est directe : les aliments qu'ils consomment subissent une transformation complète dans l'estomac et ses annexes ; ils nous apportent les éléments de tous nos liquides, tissus et organes, mais ils ne servent pas directement, comme on l'a trop longtemps enseigné, à la réparation d'un organe similaire par sa composition chimique avec les substances ingérées. Les anciens physiologistes auraient volontiers assimilé la réfection d'un muscle chez l'animal vivant, par l'ingestion d'un muscle d'un autre animal, au rapiéçage d'un vêtement ou d'une chaussure à l'aide d'un morceau d'étoffe ou d'une pièce de cuir.

Claude Bernard, en détruisant pour toujours cette doctrine trop simple de la nutrition et en restituant à l'aliment son véritable caractère, qui est de produire le sang, a éclairé d'un jour absolument neuf la physiologie de la nutrition. Grâce à ses découvertes, appuyées sur des expériences aussi probantes que neuves, nous avons la clef du rôle des aliments dans l'organisme, l'explication des substitutions d'un aliment à un autre, substitutions contestées si vivement avant lui et devenues, depuis quelques années, la règle la plus sûre du rationnement des animaux de la ferme.

Les longues et instructives études de MM. Lawes et



Gilbert sur la composition des animaux de boucherie nous ont, d'un autre côté, fourni un point de départ des plus utiles pour la comparaison de l'emploi de la viande des différentes espèces dans l'alimentation de l'homme, entre elles d'abord, puis avec le pain <sup>1</sup>. L'analyse de toutes les parties comestibles des animaux de boucherie a donné, comme moyenne pour des animaux à un bon état d'engraissement, la composition suivante :

Eau.....	46,0
Substances azotées (ehair pure) .....	12,7
Graisse.....	32,8
Matières minérales.....	3,0
Estomac et son contenu.....	5,5
	<hr/>
	100,0

Telles sont les proportions des divers groupes de principes qui entrent dans la composition de 100 kilos de poids vif d'un animal de boucherie. MM. Lawes et Gilbert ont établi par une longue série d'expériences, sur un très grand nombre d'animaux de la ferme, que 1 kilogr. de matières grasses correspond, comme valeur nutritive, à 2 kilogr. 400 de fécule ou amidon de céréales. On sait qu'on nomme rapport nutritif, dans un aliment, le rapport entre le taux des matières azotées et celui de la fécule ou de la graisse équivalente à cette dernière.

Pour connaître le rapport nutritif moyen de la

1. On trouvera dans le tome II, année 1887, des *Annales de la science agronomique française et étrangère* (Berger-Levrault et C<sup>ie</sup>), une analyse détaillée des magistrales recherches des savants anglais, et tous les chiffres relatifs à la composition des animaux de boucherie aux divers âges et états d'engraissement. Ce travail a porté sur 326 animaux de la ferme.

viande de boucherie, il faut donc multiplier par 2,4 le taux de graisse, 32,8 p. 100, ce qui donne 78,72, et diviser ce produit par la teneur en matière azotée pure, 12,7; on a alors :

$$\text{Rapport nutritif} : = \frac{78,72}{12,7} = \frac{1 \text{ matière azotée}}{6,2 \text{ subst. non azotées}}$$

La composition moyenne du pain bien fabriqué donne, pour le même rapport nutritif, la valeur :

$$\frac{1 \text{ matière azotée}}{6,8 \text{ mat. non azotées}}$$

On voit, d'après cela, qu'étant tenu compte de la matière grasse qui accompagne toujours la chair musculaire dans la viande, cette dernière est très peu supérieure comme valeur alimentaire, à poids égal, au pain de bonne qualité. Ainsi s'explique comment il est possible, à la rigueur, de se nourrir suffisamment avec du pain. Il ne faut pas oublier d'ailleurs que la viande a l'avantage, sur le pain, de présenter un aliment plus concentré, c'est-à-dire d'un volume proportionnellement beaucoup moins considérable.

C'est à rapprocher de ce rapport de 1/6 ou 1/7 entre la teneur en matières azotées et celle des principes non azotés, la composition de la ration des animaux que consiste l'art de l'alimentation. Le prix des principes des divers fourrages doit servir de base pour ce calcul.

La viande est donc un aliment de premier ordre, et il serait à souhaiter qu'elle pût entrer beaucoup plus largement dans l'alimentation de l'homme que ce n'est le cas aujourd'hui.

Les chiffres de consommation de la viande révélés par le rapport si intéressant de M. E. Tisserand sont véritablement attristants.

En 1882, la consommation totale de la France en viande de boucherie aurait été, d'après l'enquête, de 1251 millions de kilogr. seulement, dont 92 p. 100 fournis par l'agriculture française et 8 p. 100, au plus, par l'importation étrangère. On constate, d'autre part, que la viande de l'espèce bovine entre pour 53 p. 100 dans le chiffre total de la consommation, celle de l'espèce ovine pour 14 seulement et celle du porc pour 31 p. 100.

D'après MM. Lawes et Gilbert, l'utilisation, par l'homme, de la viande de boucherie varie sensiblement, suivant les espèces animales livrées à la consommation : une enquête minutieuse a conduit les savants anglais aux résultats suivants, qui sont fort intéressants.

L'homme consomme les taux pour cent suivants des quantités totales de matières azotées et de graisse qui forment la chair des animaux :

	Matières azotées.	Matières grasses.
	p. 100.	p. 100.
Dans le bœuf.....	60	80
— le veau.....	60	95
— l'agneau.....	50	95
— le mouton.....	50	75
— le porc.....	78	90

Ces chiffres montrent que, de tous les animaux domestiques, le porc est le plus économique pour l'alimentation de l'homme, qui utilise les 9/10 de sa graisse et les 8/10 de sa chair pour son alimentation. Si l'on tient compte, en outre, du caractère omnivore de cet

animal que l'on peut nourrir avec les déchets alimentaires les plus variés, on s'explique aisément la prédominance du porc dans l'alimentation des classes pauvres, surtout dans la campagne.

Revenons à la consommation générale de la France. Sa valeur argent, en 1882, était représentée par le chiffre total de 4964 millions (nombre rond), dans lequel les produits étrangers ne figurent que pour 433 millions et demi.

Les animaux français livrés à la boucherie ont réalisé par la vente sur pied 4 598 894 000 francs; ils ont produit 4 830 608 037 francs au débit; la différence 231 714 037 francs représente les frais de transport et les bénéfices du commerce en gros.

Quelle est la consommation de la viande par tête d'habitant? En divisant le poids de viande consommée en 1882 par le chiffre de la population recensée en 1881, on trouverait 33 kilogr. pour le poids moyen de la consommation annuelle individuelle de la viande : cela représenterait par tête d'habitant une dépense annuelle de 53 francs. Mais, on le sait, la répartition de la consommation est fort inégale entre les diverses catégories de citoyens français. Un relevé officiel spécial, exécuté tous les cinq ans dans toutes les villes, chefs-lieux d'arrondissement et de département, et dans les autres communes dont la population dépasse 10 000 habitants, permet de connaître directement le poids de la viande consommée, en 1882, par leurs 9 840 517 habitants : c'est ce que la statistique appelle la consommation *urbaine*, par opposition avec celle de 27 831 531 habitants restants qui constituent l'élément *rural*.

51,06 p. 100 de la quantité totale de la viande ont

été absorbés par la population des villes de 10 000 âmes et au-dessus, le reste par les habitants des petites villes, bourgs et villages.

Les taux moyens de consommation ont été les suivants, en 1882, par habitant :

Animaux abattus.	Population	Population	France
	urbaine.	rurale.	entière.
	kil.	kil.	kil.
Espèce bovine.....	36,14	11,83	18,19
Espèce porcine.....	10,25	10,29	10,28
Espèce ovine et caprine.....	9,71	2,59	4,45
Viande fraîche inspectée.....	8,50	2,82 <sup>1</sup>	0,13
Moyenne générale.....	64,60	27,53	33,05

On peut donc avancer qu'en 1882 l'habitant des villes consommait, en moyenne, trois fois plus de viande que l'habitant des campagnes. Au point de vue du genre de viande préféré, on remarque que le premier absorbe en moyenne trois fois plus de bœuf, près de quatre fois plus de mouton et un peu moins de porc que le second.

Si l'on envisage isolément la quantité de viande consacrée à l'alimentation particulière de Paris, qui s'est élevée, en 1882, à 178 millions de kilogr., on trouve, pour la capitale, une consommation moyenne, par tête, de 79 kilogr. 31, ce qui abaisse à 39 la consommation dans les autres villes.

Paris absorbe 14,29 p. 100 de la production totale annuelle en viande fraîche de boucherie; les autres villes de 10 000 habitants et au-dessus, 36,77 p. 100, et le reste du pays près de la moitié. Mais, au point de vue de la consommation par tête, les proportions

1. Exportée dans les villes.

se modifient sensiblement. Un habitant de la population rurale ne consommerait que le tiers de la quantité absorbée par un habitant de Paris.

En remontant aux enquêtes antérieures, on constate, si faibles que soient encore les chiffres afférents à la consommation réelle en viande d'un citoyen français, un accroissement notable depuis un demi-siècle.

La consommation de la viande a presque doublé en France en quarante-deux ans et son accroissement a progressé d'une manière régulière. L'élévation dans le prix de la viande a suivi une progression bien supérieure à celle de la consommation. De 1840 à 1882, l'accroissement dans les prix a été :

Pour le bœuf, de.....	364 p. 100.
Pour le mouton, de.....	361 —
Pour le porc, de.....	139 —
	<hr/>
En moyenne générale de.....	263 p. 100.

Voici quel était, en 1840, 1862 et 1882, le prix du kilogr. de viande :

	1840	1862	1882
Bœuf.....	0,75	1,11	1,58
Mouton.....	0,80	1,24	1,76
Chèvre.....	0,55	0,81	1,02
Porc.....	0,84	1,26	1,51
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
Moyennes.....	0,79	1,18	1,58

Les différences absolues entre le prix du kilogr. de 1840 à 1882 sont donc :

Pour le bœuf...	de 0 fr. 83	avec une aug. de 110 p. 100.
Pour le mouton.	de 0 — 96	— 120 —
Pour le porc....	de 0 — 67	— 79 —
Et en moyenne.	de 0 — 79	— 100 —

La consommation moyenne générale a été de 13 kilogr. 07 par habitant dans la période 1840-1882; mais, bien qu'ayant porté sur la population urbaine et sur la population rurale, elle n'a pas été égale pour chacune d'elles. De 1862 à 1882, la consommation individuelle de l'habitant des villes aurait augmenté de 11 kilogr., passant de 53 kilogr. 6 à 64 kilogr. 6 par an, tandis que la consommation du paysan se serait accrue de 3 kilogr. 32 seulement (18 kilogr. 57 à 21 kilogr. 89); en d'autres termes, la population ouvrière s'alimenterait de viande de plus en plus et dans une proportion plus forte que celle des campagnes.

Les quantités de viande consommées, telles qu'elles ont été calculées jusqu'ici par M. E. Tisserand, ne concernent que les quatre quartiers de l'animal. Elles ne comprennent pas les abats et issues, qui augmentent sensiblement la somme d'aliments fournis par les bestiaux.

De 1882 à 1886, on a constaté une baisse légère dans la consommation de la viande : cette baisse s'accentue encore en 1887; nous y reviendrons.

En résumé, la moyenne générale pour toute la France, qui était de 25 kilogr. 92 en 1862, s'élevait, en 1882, à 33 kilogr. 05 par habitant, en progression de 7 kilogr. 13 par tête. Les tableaux détaillés montrent que la consommation de la viande a suivi, dans ces vingt ans, une marche absolument régulière. Non seulement elle est plus forte dans les villes que dans les campagnes, et dans Paris que dans les autres villes, mais le même ordre se retrouve dans les augmentations : l'accroissement de la viande fraîche pour l'habitant de Paris étant quatre fois plus considé-

nable que pour l'habitant rural et une fois et demie de plus pour l'habitant des villes autres que Paris.

Il nous reste maintenant à examiner le mouvement des importations et des exportations du bétail sur pied et des viandes fraîches, salées et fumées, depuis 1860. J'aurai mis alors sous les yeux de mes lecteurs les éléments nécessaires pour aborder l'étude des situations respectives du producteur, du consommateur et des intermédiaires entre ces deux classes de citoyens également intéressantes.



## XX

### L'IMPORTATION DE LA VIANDE ET LE COMMERCE DE LA BOUCHERIE

L'importation de la viande de la Plata. — Le mouton argentin. — Le prix de la viande et celui du bétail sur pied. — Où il faut chercher le remède à la situation présente du producteur européen.

A peu près seule parmi les denrées alimentaires de consommation courante, la viande présente une anomalie singulière, en apparence. Le producteur et le consommateur se plaignent à la fois; le premier, du bas prix auquel il est réduit à vendre son bétail; le second, de la cherté de la viande de boucherie.

Chose non moins étonnante au premier abord, lorsqu'on examine ces plaintes, on reconnaît qu'elles sont également fondées. Le groupe agricole de la Chambre des députés s'est ému des réclamations des éleveurs. Sur la proposition de M. Gomot, il a décidé de faire une enquête sur l'avalissement du prix de la viande sur pied.

Ceux de mes lecteurs que ce sujet intéresse ont pu voir dans le *Temps*<sup>1</sup> deux remarquables articles où,

1. Numéros du 4 mars et du 3 avril 1888.

sous la rubrique « Question de la viande », un de mes collaborateurs a établi, chiffres en main, les variations du prix du bétail sur pied depuis dix ans, fait connaître le mouvement des importations et des exportations durant cette période et exposé les causes principales de la dépréciation que les éleveurs ont subie dans la vente de leurs animaux.

De cette étude, à laquelle je renvoie mes lecteurs, résulte la démonstration de trois faits principaux : 1° la dépréciation du bétail sur pied ne remonte pas, comme on se plaît trop souvent à le dire, à 1879, époque à laquelle ont été remaniés les tarifs de douane; elle date de quatre années seulement, le prix de la viande sur pied ayant augmenté sensiblement de 1881 à 1884 et n'ayant subi une baisse notable que depuis cette dernière année (1884); 2° la dépréciation n'est point de 50 p. 100 et plus, comme on l'affirme sans preuve; elle atteint, au maximum, 26 à 30 p. 100; 3° c'est dans des causes d'ordre intérieur et non dans la concurrence étrangère qu'il faut chercher les véritables motifs de la crise du bétail.

On est frappé, tout d'abord, par la discussion des documents réunis dans les articles auxquels je fais allusion, de ce fait que les importations de l'étranger, qui en 1879 s'élevaient à 116 millions  $\frac{1}{2}$  de kilogrammes de viande nette <sup>1</sup>, qui en 1883 étaient encore de 105 millions  $\frac{1}{2}$  kilogr., sont tombées l'année dernière à 59 millions de kilogr.

De plus, nos exportations en bétail vivant ont passé, de 31 000 têtes de gros bétail en 1879, à 71 000 têtes en 1887 et, pour les moutons, de 32 000 à 48 700.

1. Calcul de la viande fournie par les animaux vendus sur pied et de la viande fraîche abattue.

Enfin les dénombrements du bétail effectués en 1882 et en 1886 accusent, en faveur de cette dernière année, une augmentation de 59 p. 100 dans le chiffre des bœufs à l'engrais et de 15 p. 100 dans le nombre des têtes de jeune bétail.

La situation si clairement exposée par mon collaborateur se résume donc ainsi :

Diminution de 30 p. 100, au maximum, dans le prix de la viande sur pied, de 1884 à 1888. — Diminution de 50 p. 100 dans l'importation de 1887, comparée à celle de 1879. — Augmentation de 15 à 30 p. 100 dans notre production de jeune bétail et de bœufs à l'engrais. — Augmentation très notable dans le chiffre des exportations de gros bétail. — État stationnaire dans quelques centres de population et augmentation dans beaucoup d'autres du prix de la viande, livrée au consommateur, malgré la baisse du bétail sur pied.

C'est en face de cette situation anormale que bon nombre de cultivateurs et de Sociétés agricoles attendent d'un règlement d'administration publique, en ce moment soumis aux délibérations du conseil d'État, des mesures qui fermeraient à la viande fraîche abattue l'entrée de la France. Une semblable prohibition amènerait-elle un relèvement du prix du bétail sur pied? N'irait-elle même pas à l'encontre des espérances de ceux qui l'appellent de leurs vœux? C'est là ce que je voudrais examiner.

Quelle est l'importance de l'importation des viandes fraîches, et notamment des moutons de la République Argentine, dont on fait un épouvantail? Doit-elle, dans un avenir plus ou moins prochain, justifier les craintes des éleveurs français et faire une concurrence notable aux produits indigènes? N'y a-t-il pas lieu,

au contraire, d'en attendre à la fois une diminution dans le prix de la viande pour le consommateur et un relèvement dans le prix du bétail vendu sur pied? Enfin à quelles mesures peut recourir l'agriculteur, soit par son initiative privée, soit à l'aide de l'association, pour améliorer sa situation comme producteur de viande? Tels sont les points à envisager successivement pour se faire une idée nette des situations respectives du producteur et du consommateur et des moyens de les améliorer toutes deux.

Le marché de la Villette étant le régulateur du commerce de la viande et le mouton occupant une place tout à fait prépondérante dans l'importation de viande fraîche par rapport aux animaux d'espèce bovine, c'est de l'arrivage des moutons au marché de la Villette que nous nous occuperons tout d'abord.

Dans le quatrième trimestre de l'année 1887, il est entré, d'après les relevés officiels, les quantités suivantes de moutons de diverses provenances :

Moutons français.....	267.749
— allemands.....	166.487
— hongrois et autrichiens.	8.756
— italiens .....	4.289
— russes .....	18.502
— luxembourgeois.....	717
	<hr/>
Soit au total.....	466.500

La part de l'élevage français est de 57,4 p. 100, celle de l'étranger de 42,6 p. 100; cette dernière est plus élevée, en réalité, car il se vend en outre à Paris, tant à la Halle qu'au chemin de fer du Nord, tous les matins, environ 500 moutons abattus, de provenance allemande, de sorte qu'on peut affirmer, sans crainte

d'erreur notable, que la moitié des moutons consommés à Paris est de provenance étrangère, et que l'Allemagne ne fournit pas loin des neuf dixièmes de cette moitié.

Une nation amie de la France, la République Argentine, a fait son apparition d'une façon sérieuse, depuis un an environ, sur notre marché pour l'importation de viande fraîche, notamment de mouton. En 1885, au début des arrivages, un droit de 7 francs par 100 kilogr., droit plus que double, si je ne me trompe, de celui qui frappe les moutons allemands, fut imposé, à l'entrée, à la viande argentine : ce droit a été porté à 12 francs en avril 1887, et l'on demande aujourd'hui, dans l'intérêt de l'agriculture française, de l'élever encore au point de le rendre à peu près prohibitif. Voyons d'abord quelle est l'importance de l'exportation argentine? Je trouve à ce sujet dans un journal de Buenos-Ayres, *la Prensa*, du 1<sup>er</sup> janvier 1888, les renseignements suivants : Quatre établissements frigorifiques existent dans le pays : voici leurs noms et le nombre des moutons abattus par chacun d'eux, en 1886 :

Sansinena.....	360.000	moutons.
Drabble frères .....	282.000	—
Ferrasson.....	184.492	—
Nelson.....	170.000	—
	<hr/>	
Au total.....	996.492	moutons.

C'est donc un million de moutons abattus à Buenos-Ayres pour l'exportation pendant l'année 1887. L'usine Sansinena, en plus du chiffre ci-dessus, a abattu 240 000 moutons pour la consommation de Buenos-Ayres pendant la même période.

Les renseignements que j'ai pu recueillir à des sources sûres, corroborés par les indications que l'intéressant ouvrage de M. E. Daireaux, *la Vie et les Mœurs de la Plata* <sup>1</sup>, nous donne sur la question, sont de nature à rassurer complètement les éleveurs français à l'endroit des craintes que leur a fait concevoir l'apparition de la viande frigorifique sur le marché européen :

« La Société qui a fondé cette industrie nouvelle, dit M. Daireaux, mérite que nous disions un mot de ce qu'elle est, de ce qu'elle tente, cela pour plusieurs raisons. D'abord elle est la première qui fasse cette tentative de donner de la viande à bon marché ; puis, et cela est important, c'est une entreprise française, née à l'étranger. Les hommes qui l'ont créée avec leurs capitaux propres sont des Français établis à l'étranger ; ce sont leurs fils nés à l'étranger, mais restés Français par leur éducation et par leurs tendances, qui en ont pris la direction. Cette Société, puissamment organisée, alimente déjà quatre-vingts boucheries en Angleterre, de ses produits abattus à Buenos-Ayres, débarqués et emmagasinés à Liverpool, de là transportés en wagons spéciaux jusqu'à l'étal du boucher. En France, elle possède au Havre un magasin à congélation, plusieurs wagons spéciaux pour le transport à Paris, où le seul étal qu'elle ait encore installé est aussi muni d'une cave à congélation servie par une machine Hall. » L'importation actuelle est d'environ 10 000 moutons par mois, soit moins de 6 p. 100 de la consommation totale de la Ville de Paris. La concurrence est donc nulle quant à présent.

1. 2 vol. in-8°, avec cartes. Hachette et Cie, 1888.

Mais on peut objecter que ce n'est là qu'un début modeste et que l'avenir peut être inquiétant pour notre élevage. L'étude attentive des conditions de la nouvelle industrie me semble devoir dissiper toute crainte à ce sujet, et les plaintes mêmes des éleveurs de la Plata sont là pour attester que l'agriculture européenne n'a rien à redouter de ces importations forcément limitées, comme nous allons le voir, à des chiffres minimes relativement aux besoins de la consommation.

« Pendant que l'éleveur d'Europe, dit M. Daireaux, gémit et demande protection, il ne se doute pas que son concurrent exotique se plaint également et, de même, réclame protection. Celui des États-Unis a obtenu, dès longtemps, de son gouvernement, la fermeture de ses ports aux laines de la Plata et d'Australie; les éleveurs de ces pays demandent au leur que l'on subventionne les entreprises d'exportation de viande, parce que ces entreprises rencontrent de telles difficultés d'exécution qu'elles se développent avec une extrême lenteur. Leurs actionnaires se plaignent de ne pas recevoir de dividende et de voir leur capital absorbé par des pertes successives et des installations coûteuses; l'éleveur, de son côté, se plaint de ne pas trouver l'écoulement de ses produits, qu'il avait rêvé considérable par cette voie. »

Quelques indications sur la marche des opérations des sociétés frigorifiques vont suffire pour expliquer la difficulté d'une extension de ce commerce dans des proportions inquiétantes pour l'éleveur européen. Disons d'abord quelques mots des opérations techniques et de la qualité des produits amenés sur le marché français.

La construction, l'outillage, l'organisation et le fonctionnement d'une usine qui abat mille moutons par jour nécessitent un capital énorme, à raison des installations spéciales et de la production du froid au lieu d'abatage, dans les navires servant au transport, au lieu d'arrivée et dans les villes où la viande sera débitée.

Les moutons abattus sont vidés et parés : on les expose dans des salles ventilées et fraîches pendant huit à dix heures, on les enveloppe dans une toile mince, puis on les soumet à l'action de l'air froid (7 à 8° au-dessous de zéro) jusqu'à congélation complète. A dater de ce moment, ils doivent séjourner dans une atmosphère dont la température n'excède pas 5° à 3° au-dessous de zéro, jusqu'à leur débit sur l'étal du boucher. A cette condition, la viande conserve une fraîcheur absolue, et rien, même après plusieurs mois, ne peut la faire distinguer de la chair des animaux de même race abattus et consommés dans les conditions ordinaires. On comprend que la nécessité de conserver la viande pendant plusieurs mois dans une atmosphère refroidie artificiellement et les frais occasionnés par le transport à bord de navires pourvus de chambres frigorifiques entraînent de fortes dépenses.

D'autre part, malgré l'importance considérable des troupeaux de la Plata, le mouton de choix, le seul qu'on puisse songer à exporter, n'est pas si abondant ni à si bas prix qu'on le suppose. De plus, le déficit de la production de la viande en Angleterre, relativement à sa consommation actuelle, est de *cinq cent mille tonnes*, c'est-à-dire dix fois plus considérable que la quantité que le Royaume-Uni pourrait recevoir



de la Plata, avec les moyens de transport créés avec les capitaux argentins. Le déficit de la France n'est que de cent cinquante mille tonnes, étant données les conditions actuelles d'une consommation très modérée; mais il s'en faut de beaucoup que l'exportation de la Plata puisse, à raison des dépenses énormes qu'elle comporte, combler de longtemps ce déficit européen. Les bénéfices à réaliser dans ces opérations sont loin, d'ailleurs, d'être aussi considérables qu'on serait tenté de le croire en tenant compte seulement du bon marché relatif du bétail sur pied à la Plata. Le prix de vente du mouton argentin, à Paris, est fixé à 4 fr. 20 le kilo par animal entier. Il faut en déduire immédiatement 25 cent. par kilogr. pour transport de mer et 22 cent. par kilogr. pour droits d'entrée et d'octroi, soit au total 47 cent. Il reste donc 73 cent. par kilogr. pour couvrir le prix d'achat, les frais de préparation, de transport par terre, de vente, l'amortissement des capitaux et les bénéfices de l'entreprise <sup>1</sup>. Il ne paraît pas, dit M. Daireaux, que ce soient là des conditions tellement favorables qu'elles puissent causer chez l'éleveur français le trouble que dénoncent les lois de protection et de prohibition qu'il a réclamées.

On peut ajouter que l'importation de la viande frigorifique rendra de grands services à la classe ouvrière, mais qu'elle ne fera jamais concurrence à la viande de premier choix, celle sur-la production de laquelle l'éleveur français doit porter, de plus en plus, ses efforts. Toutes les qualités requises au point de vue de l'hygiène et de l'alimentation saine, le mouton

1. E. Daireaux, *loc. cit.*, t. II.

argentin les possède; il ne saurait plus y avoir de doute à ce sujet, pour ceux qui l'ont examiné de près et en ont mangé. Mais la conservation parfaite, à l'aide du froid, ne saurait donner à la chair une finesse qu'elle ne possède point originellement, et, de ce côté, les éleveurs français n'ont rien à redouter.

Qu'ils concentrent leurs soins à produire, au meilleur marché possible, la viande de première qualité; qu'ils s'organisent pour supprimer ou pour réduire, tout au moins, dans des proportions considérables, l'intermédiaire onéreux qui bénéficie *seul* aujourd'hui de la situation qu'il fait à l'éleveur et au consommateur, et la situation du producteur français peut s'améliorer notablement. C'est l'écart exorbitant entre le prix du bétail sur pied et celui que le consommateur est obligé de payer la viande qui constitue le préjudice le plus grave pour le producteur. La viande est chère : on en consomme peu pour cette raison; c'est à diminuer son prix, tout en relevant celui du bétail sur pied, qu'il faut tendre. Isolé, l'agriculteur ne peut rien pour cela; mais l'association, comme j'espère le montrer, peut fournir la solution économique et agricole de la question de la viande, et la création des boucheries argentines me semble devoir aider à cette solution.

## XXI

### LE COMMERCE DE LA VIANDE EN FRANCE

Le producteur, le chevillard, le boucher et le consommateur.  
— Histoire économique d'un bœuf allant de l'étable de l'éleveur sur la table du consommateur.

La grande enquête ouverte par le groupe agricole de la Chambre, sur l'initiative de l'honorable M. Gomot, est terminée. Les résultats en seront communiqués à la Chambre à sa rentrée. En attendant cette publication, qui ne saurait manquer de fournir d'intéressants éclaircissements sur les causes de l'avalissement du prix du bétail en France, je voudrais essayer de tracer les grandes lignes d'un programme de réformes dont l'initiative appartient, pour la plus large part, aux véritables intéressés, c'est-à-dire aux producteurs.

A l'heure qu'il est, c'est l'organisation du commerce de la boucherie qui me paraît être la cause prépondérante des deux faits, en apparence contradictoires et malheureusement trop réels, le haut prix de la viande pour le consommateur et le bon marché de la viande sur pied dont se plaint à juste titre l'éleveur.

M. le docteur O. Luro, dans une étude très intéres-

sante sur *la Vie à bon marché*<sup>1</sup>, a réuni tous les éléments nécessaires pour mettre en relief d'une façon saisissante le rôle funeste des intermédiaires pour la bourse du cultivateur qui envoie son bétail à Paris, sur pied, à la Villette, abattu, à la criée des halles, rôle non moins préjudiciable aux intérêts du consommateur.

Quelques chiffres extraits de ce travail nous feront toucher du doigt le mal et nous permettront d'en indiquer le principal remède.

Commençons par le bétail sur pied. Allons au marché de la Villette :

Voici un bœuf de première qualité du poids vif de 500 kilogr. Avant d'arriver sur le marché, ce bœuf a déjà passé, depuis l'étable où il a été engraisé, par deux intermédiaires, si ce n'est plus; le cultivateur l'a vendu à un petit marchand de sa commune ou d'une commune voisine; celui-ci l'a cédé, non sans bénéfice, à un acheteur en gros, lequel l'a amené à Paris, où il a été acquis par le chevillard, maître du marché de la Villette. Abattu aux frais du chevillard, ce bœuf se partage en deux lots : le premier, désigné sous le nom de cinquième quartier, est formé par la peau, les abats rouge et blanc, le sang, le suif, les pieds et les intestins; le cinquième quartier d'un bœuf de 500 kilogr., poids vif, vaut au moins 70 fr.<sup>2</sup>; c'est l'une des principales sources des bénéfices im-

1. In-4°, imprimerie Chaix. — La première partie a seule paru; la seconde m'a été communiquée en manuscrit. J'adresse mes remerciements à M. le docteur Luro pour la libéralité avec laquelle il m'a autorisé à utiliser les documents puisés par lui aux sources authentiques.

2. Il dépasse souvent 100 francs, et atteint parfois un chiffre beaucoup plus élevé encore.

portants du chevillard. L'autre lot, appelé les *quatre quartiers*, est vendu au boucher.

D'après la mercuriale du 9 février 1888, jour où nous plaçons notre visite à la Villette, ce bœuf de première qualité, pesant 500 kilogr., poids vif, a été vendu 430 francs, soit 0 fr 86 le kilogr. poids vif. Ce bœuf, abattu et dépouillé, donne un poids de 302 kilogr. 800 de viande nette, vendue au boucher à raison de 1 fr. 42 le kilogramme ( $302,8 \times 1 \text{ fr. } 42 = 429 \text{ fr. } 98$ ).

Nous venons de voir que le chevillard a déjà réalisé, outre le prix de 430 francs, poids vif, une somme de 70 francs de laquelle il convient de déduire les frais à sa charge. Mais ce n'est là que le bénéfice ostensible. D'après les divers rapports d'enquêtes parlementaires et agricoles, les prix des mercuriales, dit M. le docteur Luro, sont rarement les mêmes que ceux payés au producteur par les chevillards et courtiers. Il leur est en effet facile de s'entendre, grâce à leur organisation, pour peser sur les cours d'un côté et les élever fictivement d'un autre. L'acheteur a tout intérêt à hausser la mercuriale pour s'assurer une revente fructueuse, et ce n'est pas d'aujourd'hui que les choses se passent de la sorte. On lit déjà dans l'enquête officielle de 1841 : « De tout temps les bouchers en gros sont allés ou ont envoyé sur les marchés, en dehors de Paris, pour acheter les bestiaux, les accaparer, les retenir loin du lieu de vente de la capitale ou les y faire affluer, suivant qu'il convenait à leur intérêt de produire une hausse ou une baisse factice. »

Les choses ont-elles changé? Il n'y paraît pas. Voici en effet ce qu'écrit, en 1887, M. Barberet, chef de bureau au ministère de l'intérieur<sup>1</sup> : « On orga-

1. *Monographies professionnelles*, Berger-Levrault et C<sup>ie</sup>.

nise aujourd'hui les arrivages de bestiaux à l'aide du télégraphe. Les courtiers et acheteurs en gros ont des réserves aux alentours du marché et des compères avec lesquels ils simulent des ventes. Supposons, par exemple, qu'à sept heures du matin on n'affiche que tant de bœufs, qui, vu leur quantité restreinte, se vendent cher, et que, une ou deux heures après, on amène les réserves. Si l'administration reste un certain temps, comme d'habitude, pour afficher ce surcroît d'arrivée, les vendeurs, qui, eux, en sont parfaitement instruits, maintiennent leurs cours, et le tour est joué. Voilà comment on s'arrange sur le marché aux bœufs, et il en est de même sur le marché aux moutons. » M. Barberet ajoute : « Les véritables et principaux auteurs de l'élévation anormale du prix de la viande sont les chevillards. »

Revenons à notre bœuf : le voilà vendu au boucher détaillant 1 fr. 42 le kilogr. ; 1 fr. 42 est donc le prix de revient du kilogramme de viande de première qualité à la Villette. Majoré du prix d'octroi, de transport et de la part proportionnelle des frais généraux du boucher, ce prix atteint 1 fr. 65 le kilogr. Le poids de viande net étant de 302 kilogr. 8 (60,5 0/0 du prix vif), le bœuf revient donc au boucher à 500 francs, chiffre rond ( $301 \text{ k. } 8 \times 1 \text{ fr. } 65 = 499 \text{ fr. } 62$ ).

La profession de boucher exige des aptitudes spéciales et variées ; c'est un des métiers, d'après ceux qui le connaissent à fond, qui présentent le plus de difficultés. M. H. Cernuschi, qui l'a pratiqué dans toutes ses parties lorsqu'il cherchait à créer des boucheries coopératives, dit à ce sujet dans son livre fort curieux sur les *Sociétés coopératives* <sup>1</sup> : « En ce qui

1. In-12. Paris, 1866.

concerne le commerce des viandes, mon expérience a été on ne peut plus complète : j'ai tout vu, tout essayé; j'allais régulièrement à tous les marchés d'animaux; j'ai tâté les bœufs, manié les lots de moutons, j'ai acheté directement dans les foires et aux engraisseurs. J'ai vendu à la cheville, j'ai acheté à la cheville et par grandes quantités. J'ai fait le gros, le détail. La profession de boucher est extrêmement difficile... Je connais de près les grandes opérations de banque, je sais faire des emprunts d'État. Eh bien! je déclare qu'il faut autant de capacité, de prudence, d'esprit de combinaisons et de savoir-vivre pour être boucher que pour être grand financier. »

D'après le tableau que fait M. Cernuschi des difficultés de tout genre qui entourent la profession de boucher, il est donc juste que cette profession soit rémunératrice; mais il y a une limite aux bénéfices honnêtes. Cherchons à l'établir en prenant pour guide les hommes les plus compétents en cette matière.

M. Baillet, inspecteur du service de la boucherie, qui fait autorité, admet qu'un boucher, revendeur au détail, doit gagner *au minimum*, tous frais déduits :

Sur un bœuf (qualité et poids moyens)...	de 40 à 50 fr.
Sur un veau (qualité et poids moyens)...	de 12 à 15 —
Sur un mouton (qualité et poids moyens).	de 5 à 6 —

Soit de 15 à 18 000 francs, en admettant qu'il ait une vente de trois bœufs, trois veaux et vingt moutons par semaine, environ 1500 kilogr. de viande. Ce qui porte le gain de 0 fr. 20 à 0 fr. 205 par kilogr

« Mais, ajoute M. Baillet, ce bénéfice est établi en partant de ce principe que les différents morceaux de viande sont vendus pour ce qu'ils sont réellement

et non pas en les parant, afin de les faire passer pour d'autres » Ces substitutions illicites constituent, comme nous l'apprend le travail du docteur Luro, une source de bénéfices occultes trop fréquemment exorbitants.

Nous en donnerons deux exemples des plus frappants : la coupe ou le débit et la substitution proprement dite d'un morceau de viande d'une qualité à une autre de valeur inférieure.

Il y a en boucherie certaines règles, variables avec les pays, mais à peu près identiques dans les régions d'un même pays pour le débit d'un bœuf. Supposons un bœuf de première qualité du poids de viande nette de 450 kilogr. La répartition normale dans ses catégories classiques doit être la suivante, d'après les hommes les plus autorisés, MM. Mégnin, Villain, Baillet, etc :

1 <sup>re</sup> catégorie.....	140 kilog.
2 <sup>e</sup> catégorie.....	140 —
3 <sup>e</sup> catégorie.....	170 —
	<hr/>
Total.....	450 kilog.

Cette proportion est généralement modifiée par une répartition plus habile ; on obtient alors :

1 <sup>re</sup> catégorie.....	180 kilog.
2 <sup>e</sup> catégorie.....	150 —
3 <sup>e</sup> catégorie.....	120 —
	<hr/>
Total.....	450 kilog.

Ces chiffres montrent combien peut varier le bénéfice du boucher, rien que par le débit de l'animal : la première catégorie valant 2 fr. 10 le kilogr., la deuxième 1 fr. 60 et la troisième 1 franc.



Mais là ne s'arrêtent pas tous les bouchers : à l'étal de quelques praticiens plus besogneux, plus âpres au gain, grâce à l'étalage d'un beau quartier de bœuf normand, servant d'appau à la clientèle, la première catégorie prend des proportions extraordinaires ; quant à la troisième, il n'y en a plus, elle a complètement disparu. Et puis la réjouissance, la vache remplaçant le bœuf<sup>1</sup>... Voilà pour l'art du découpage. Disons quelques mots des substitutions :

Le prix de revient moyen du kilogramme du bœuf que nous avons suivi depuis la Villette est donc, à l'étal, de 1 fr. 65, soit 80 cent. à 85 cent. la livre. Le boucher, pour se tirer loyalement d'affaires et réaliser un bénéfice, doit établir sa viande *par catégories*, car s'il y a des morceaux fort au-dessous du prix moyen, il y en a aussi au-dessus, ce qui constitue un *écart en perte* qu'on désigne, en style de boucherie, par la *part du pauvre*.

Voici le compte d'un boucher qui se contenterait d'un bénéfice de 10 à 11 0/0 sur la vente au détail du bœuf dont les 302 kilogr. de viande nette lui ont coûté 500 francs, comme nous l'avons établi.

Ce bœuf fournit d'après la coupe normale :

Filet.....	9 kil.	vendus	4 80	le kil...	43 fr.
Faux-filet .....	18 —	—	4 »	— ...	72 —
1 <sup>re</sup> catégorie..	100 —	—	2 10	— ...	210 —
2 <sup>e</sup> catégorie...	95 —	—	1 60	— ...	152 —
3 <sup>e</sup> catégorie...	80 —	—	1	— ...	80 —
<hr/>					
Total.....	302 kil.				557 fr.

Le bénéfice est donc de 57 francs.

1. *Loc. cit.*, p. 7.

Mais le détaillant habile et peu scrupuleux qui ne se contente pas d'ordinaire de ce *léger* bénéfice, représentant 18 à 20 000 francs par an, a recours aux *substitutions*. Cette pratique consiste à vendre, dans une certaine proportion, une quantité de viande de catégorie inférieure comme si elle appartenait à la catégorie supérieure. Grâce à cette manière d'opérer, le même bœuf de 302 kilogr., viande nette, coûtant 500 francs, arrive, avec substitution de 60 kilogr. de vache, à produire un bénéfice de 139 fr. 70 au lieu de 57 francs, tous frais payés, dans une boucherie qui aurait, en moyenne, une vente de 600 kilogr. de viande par jour.

Voici comment, d'après le docteur Luro, s'établit le nouveau compte :

Aux 18 kilogr. de faux-filet normal on ajoute même poids (18 kilogr.) de viande de première catégorie. Ce qui donne, *au minimum*, une plus-value de 1 fr. 90 par kilogr. — Soit 34 fr. 20 de bénéfice. — Sur la deuxième catégorie, on emprunte 25 kilogr. pour les classer dans la première — Différence en plus, 12 fr. 50. — Sur la troisième, on en prend 20 kilogr., qui passent en deuxième. Plus-value, 12 fr. — On a, dans l'étal, un quartier de vache bien dépecé et prêt, selon la demande, à devenir du *bœuf* de première ou de deuxième catégorie. La différence entre les prix est notable : de 0 fr. 30 à 0 fr. 40 par kilogr. : 60 kilogr. de viande de vache vendue comme viande de bœuf donnent un bénéfice occulte de 24 francs. Le profit irrégulier de ces substitutions (sans parler de la réjouissance ni de la graisse comptées au client au prix de la viande, puis enlevées par le boucher, qui les vend au fondcur de suif) atteint 82 fr. 70,

qui, ajoutés aux 57 francs de profit licite, donnent 139 fr. 70 pour le bœuf entier.

Finalement, notre bœuf, payé par le chevillard 430 fr., a produit, dans ses transformations d'animal poids vif en viande livrée au consommateur, les sommes suivantes :

5° quartier estimé.....	70 fr.	»
Viande vendue.....	639	70
	<hr/>	
Total.....	709 fr.	70

Admettons que l'éleveur ait reçu 410 francs pour prix de la vente au premier acheteur, les intermédiaires entre le producteur et le consommateur ont touché 299 fr. 70, soit 300 francs en nombre rond, c'est-à-dire une somme égale aux  $\frac{3}{4}$  du prix que le cultivateur a encaissé.

Le producteur est-il plus heureux en faisant, lorsque cela lui est possible, abattre ses animaux et en envoyant la viande à la criée des Halles? Pas davantage, comme nous le verrons. Quand nous aurons précisé, par des chiffres authentiques, la situation faite au producteur par le système de vente à la criée, nous examinerons les moyens de remédier à un état de choses aussi préjudiciable aux intérêts de l'éleveur que peu favorable au consommateur. Nous montrerons comment l'initiative privée, d'une part, dans la voie inaugurée par le docteur Luro, l'association de l'autre, permettent de modifier une situation très digne d'attirer l'attention des pouvoirs publics, non moins que de provoquer une action collective de la part des producteurs et des consommateurs.

Je n'ai pas l'intention de m'occuper ici de la bou-

cherie proprement dite. Restant sur le terrain agricole, mon but est de rechercher les moyens que le cultivateur peut mettre en œuvre pour obtenir de son bétail un prix rémunérateur : préalablement j'ai dû faire une incursion sur le domaine de la boucherie dans le but d'établir la part probable des intermédiaires dans l'écart qui existe aujourd'hui entre le prix du bétail sur pied et celui de la viande livrée au consommateur. On ne saurait contester que cet écart soit considérable et qu'il dépasse, suivant toute probabilité, le bénéfice réalisé par l'éleveur. Il convient de remarquer que cet écart est d'autant plus accentué, que le bétail est de moins belle qualité, les profits des intermédiaires, les frais de transport, de débit, etc., étant sensiblement les mêmes pour une tête de bétail, quelle qu'en soit la valeur. Nous allons y revenir.

Dans un certain nombre de grandes villes, et notamment à Paris, on a institué un mode de vente de la viande qui, *a priori*, paraît devoir être profitable à l'éleveur : la vente à la criée. Dans la pratique, le producteur ne semble pas retirer grand avantage de ce système de transaction. Voici, en effet, d'après un compte de facteur à la Halle, le résumé d'une opération, qui montre que le changement d'intermédiaire n'améliore pas beaucoup la situation du producteur :

Viande adressée à la criée.....	444 kilog.
Viande vendue à la criée.....	451 fr. 06

De ce produit brut il faut déduire les frais d'octroi et de vente, s'élevant au total de 68 fr. 77, dont voici le détail :

Droits d'octroi.....	52 fr. 92
Poids public.....	1 15
Décharge.....	1 20
Abri.....	8 83
Factage.....	4 52
Correspondance.....	0 15
Total.....	<u>68 fr. 77</u>

Cela fait qu'en réalité le producteur n'a touché que 382 fr. 29 pour ses 441 kilogr., c'est-à-dire moins de 0 fr. 87 par kilogr., tandis que le boucher vend ce kilogramme au consommateur au moins 1 fr. 60 à 1 fr. 80 en moyenne. L'écart atteint donc environ 95 p. 100 <sup>1</sup>

Dans un autre passage de son étude, M. le docteur Luro s'exprime ainsi : Le prix de la viande des hospices (Assistance publique), qui est, comme on sait, d'excellente qualité, au-dessus de la moyenne consommée à Paris, nous indiquera, par à peu près, le prix de revient payé d'ordinaire par les courtiers et chevillards, sans compter les bénéfices du cinquième quartier. L'Assistance publique a payé (prix moyen des trois catégories de viande) :

En 1886.....	le kilog.	1 fr. 24
En 1887.....	—	1 — 09
En janvier 1888.....	—	0 — 93

La baisse, dit M. Luro, a été, de 1886 à 1888, de 0 fr. 31 par kilogr., et l'Assistance publique, que l'on peut considérer comme une grande société bouchère, a su en profiter comme les chevillards. Entre l'achat de première main, même lorsque ce dernier a

1. D<sup>r</sup> O. Luro, *loc. cit.*, p. 40 et 41.

lieu par adjudication, il existe une énorme différence, pouvant aller jusqu'à 0 fr. 50 par kilogramme, comme le montre la comparaison entre les prix payés, pour la même période, par l'Assistance publique et par les lycées de Paris.

Le prix moyen des trois catégories de viande a été le suivant pour les lycées :

En 1886.....	le kilog.	1 fr. 60
En 1887.....	—	1 — 48
En janvier 1888.....	—	1 — 43

On voit que la baisse n'a été que de 0 fr. 17 de 1886 à 1888, tandis qu'elle a été de 0 fr. 31 pour l'Assistance publique. En janvier dernier, il y a un écart de 0 fr. 50 (1 fr. 43 à 0 fr. 93) par kilogramme entre les prix des deux fournitures.

Il est donc incontestable, quel que soit le système de vente qu'on envisage, que le producteur ou le consommateur sont dans une mesure très large, trop large à notre avis, tributaires des intermédiaires. Je n'ignore point de quelles difficultés est entourée une réforme capable d'atténuer, sinon de faire disparaître la situation fâcheuse qui provoque les plaintes des agriculteurs. Les échecs, nombreux déjà, des tentatives de boucheries coopératives, sont peu encourageants, mais l'exemple de l'Assistance publique est là pour montrer le progrès que pourrait réaliser la fondation de grandes boucheries convenablement organisées, ayant à leur disposition des capitaux suffisants, une vente assurée assez considérable pour supprimer l'intermédiaire de la cheville. Des établissements bien dirigés, associant leur personnel au

bénéfice de la vente, traitant directement avec le producteur pour l'achat du bétail sur pied, en situation, par conséquent, de donner un meilleur prix de ce dernier, tout en vendant la viande moins cher au consommateur (les intermédiaires onéreux étant en grande partie supprimés), nous paraissent une des formes possibles du progrès que nous appelons de nos vœux.

Nous souhaitons donc bonne chance aux idées que le docteur Luro s'efforce de faire passer de la théorie dans la pratique : leur succès serait un acheminement vers une transformation complète de la boucherie, au plus grand profit du producteur et du consommateur.

Mais, en attendant la généralisation de cette réforme, il nous semble que l'éleveur pourrait, à brève échéance, améliorer singulièrement sa situation dans la voie que nous allons chercher à exposer en quelques mots.

La position géographique de la France, son climat, les ressources variées de notre sol, propre, suivant les régions, aux cultures les plus diverses, constituent pour l'agriculture française, vis-à-vis de nos voisins, une supériorité dont nous ne paraissions pas comprendre assez l'importance. Dans les conditions nouvelles que les progrès immenses de la navigation et, en général, de tous les moyens de communication, de nation à nation, ont créées depuis un quart de siècle, la France agricole pourrait modifier, avec grand avantage pour elle, ses allures séculaires. De même que la France a conquis, par le goût de ses artistes et de ses artisans, une place à part dans l'industrie, place qu'elle doit mettre tous ses soins à con-

server, de même il m'a bien souvent paru qu'elle aurait tout avantage à appliquer, dans la limite possible, des procédés analogues à son agriculture.

Sauf à paraître paradoxal, je dirais volontiers que l'agriculture de luxe est l'objectif à poursuivre dans un pays où la culture intensive saurait difficilement être rémunératrice. La désertion trop fréquente de la campagne, à laquelle n'est point étrangère l'obligation du service militaire; la rareté et la cherté de la main-d'œuvre qui en sont la conséquence, l'arrivée des produits exotiques, toutes conditions qu'on ne peut songer à modifier notablement aujourd'hui, font que plus l'indigène arrivera à produire des denrées d'un prix élevé, fruits, légumes, beurre, œufs, etc., par suite de leur qualité exceptionnelle, plus elle réalisera de bénéfices.

Pour une très large part, la solution de la question du bétail me semble devoir être cherchée dans cette voie. C'est à produire des animaux de choix que nos efforts doivent tendre. Le consommateur a des exigences qui influent notablement sur le marché; la viande de qualité médiocre est d'un placement de plus en plus difficile; le prix des morceaux de bonne qualité s'en ressent naturellement, le boucher ne pouvant guère compter que sur leur débit pour faire des bénéfices. Que nos éleveurs s'efforcent donc de produire plus de viande et surtout de la produire meilleure; l'art de l'élevage est assez avancé aujourd'hui pour que ce conseil reçoive une application facile. L'amélioration des races indigènes par une sélection bien conduite, jointe à un régime alimentaire convenable, dont l'expérience a tracé les règles certaines, permet à l'heure qu'il est la production



économique d'un bétail bien supérieur à la moyenne des animaux livrés aujourd'hui à la boucherie.

La France ne produit pas la quantité de viande nécessaire à sa consommation : d'autre part, son bétail est loin d'offrir, comme poids et qualité, ce que nous pourrions obtenir; enfin l'Angleterre est à nos portes et serait, le cas échéant, une source de débouchés presque illimitée pour le bétail de choix que nous aurions à lui offrir. L'éleveur français, qui concentrerait ses capitaux et ses soins sur la production d'animaux de choix, n'aurait rien à redouter de la concurrence étrangère, et, en attendant une organisation qui lui permette de réduire au minimum possible le rôle des intermédiaires entre lui et le consommateur, il serait assuré d'un placement avantageux que le bétail de médiocre qualité ne peut guère rencontrer.

## XXII

### EN VACANCES — LA SUISSE AGRICOLE

Les hautes vallées d'Uri et du Rhône, et l'agriculture. — Circulaire du ministre de l'agriculture sur les semences. — Un exemple de culture productive du blé dans les sols pauvres de la Franche-Comté.

Im-Gletsch, 15 septembre 1887<sup>1</sup>.

En arrivant ici, les yeux encore remplis du tableau grandiose qu'offrent le passage de la Furca et la descente le long du glacier du Rhône, je me serais sans doute laissé aller aux douceurs du repos, si agréable après une journée d'excursion, sans un hasard qui m'a rappelé à la réalité. Un numéro du *Temps*, oublié par un voyageur, s'est trouvé sur la table où je déposais mon léger bagage de touriste ; je l'ouvris machinalement, et mes yeux tombèrent sur la circulaire du ministre de l'agriculture concernant les semailles d'automne. Je m'aperçus alors que ma Revue de quinzaine devait arriver au journal dimanche matin et, par conséquent, être confiée à la poste demain au

1. J'ai cru devoir conserver à ces lettres au *Temps* leur forme primitive.

plus tard. Mais demain je coucherai dans un des points les plus éloignés de toute communication rapide, à l'hospice du Grimsel ; il me faut donc prendre la plume, ce que je fais.

J'ai parcouru, hier et aujourd'hui, l'une des régions de la Suisse les plus riches en beautés naturelles, mais les plus déshéritées au point de vue de la culture : la vallée de la Reuss, la haute vallée d'Uri et le commencement de la vallée du Rhône. Ici le sort du cultivateur ne ressemble guère à celui des habitants des bords du lac de Zurich, si riches et si fertiles, que je viens de quitter. La vallée de la Reuss, dont la majesté et le pittoresque sont trop connus pour qu'à nouveau je cherche à les décrire, n'offre d'ailleurs, à partir d'Amsteg, matériellement place pour aucune culture. L'ancienne route du Saint-Gothard, l'admirable ligne ferrée que le génie de l'ingénieur a su y construire au prix de mille difficultés vaincues et le lit torrentiel de la Reuss en occupent toute la largeur, d'Amsteg à Göschenen. Les escarpements granitiques qui enserrant l'étroite vallée dans des parois fréquemment à pic présentent à peine, çà et là, quelques lambeaux de pâturages à peine accessibles aux chèvres.

A partir de Göschenen, la vallée de la Reuss se resserre encore : des rochers à pic la bordent des deux côtés, et c'est seulement à six kilomètres de là, à quelques minutes du pont du Diable, que l'on voit reparaitre la verdure dans la haute vallée d'Uri, qui s'étend à une altitude de 1400 mètres, d'Andermatt à Réalp, au pied de la Furca. Aucune végétation forestière ne garnit le flanc des montagnes élevées qui donnent un caractère si sauvage à cette vallée, en

raison même de l'absence de tout arbre. De maigres pâturages, qui, sans les soins et la fumure qu'ils reçoivent dans la partie plane qui borde la Reuss des deux côtés, ne fourniraient aucune récolte, sont la seule ressource des rares habitants que les rigueurs du climat n'ont pas conduits à abandonner le sol natal. De céréales, ni d'aucune autre culture productive, il ne saurait être question; par-ci par-là, de petits carrés de quelques mètres de surface forment la seule culture qu'on rencontre; ces maigres champs sont plantés de pommes de terre; on en voit jusqu'un peu au-dessous de 1700 mètres d'altitude. Malgré la saison avancée, sur plusieurs points les pommes de terre commencent seulement à fleurir. Quand mûriront-elles?

Des troupeaux assez nombreux, trop nombreux même, si l'on en juge d'après le peu d'état des animaux qui les composent, cherchent leur vie entre les blocs de granit qui forment la base peu nutritive de ces pâturages. Quelques prairies cependant peuvent encore être fauchées, et l'herbe est descendue dans la vallée d'Uri. Les troupeaux stationnent, dans cette région, à une grande altitude: on les rencontre jusqu'au voisinage du col de la Furca, à 2400 mètres. Bien que la température soit peu élevée, — mon thermomètre marquait 6° à mon arrivée à Im-Gletsch, — les vaches couchent encore à la belle étoile. Je viens d'assister à la traite du troupeau du glacier du Rhône, puis je l'ai vu se diriger, sous la conduite du berger, vers un emplacement un peu abrité par la montagne, où il couche chaque soir. La conversation du paysan valaisan directeur et gardien du troupeau m'a convaincu de la justesse de l'observation

que m'a suggérée tout à l'heure la maigreur relative du bétail. L'alp d'Im-Gletsch a été pâturé cette année par plus de deux cents têtes de bétail; le tiers seulement y pourrait trouver une alimentation complète. Cet abus de la *possibilité* de la prairie, c'est-à-dire du nombre de têtes de bétail qu'on y envoie de mai à fin septembre, est l'un des plus difficiles à réfréner. Il n'a réellement disparu que dans les cantons où l'association fruitière est la règle pour l'exploitation du bétail; le produit du troupeau, dans ce cas, devant être partagé entre les propriétaires de chacune des vaches, au prorata de leur nombre, la première règle d'une association fruitière consiste à fixer la possibilité réelle des pâturages lui appartenant ou mis à sa disposition par la commune, le produit de la fromagerie dépendant beaucoup de la bonne alimentation des vaches laitières.

Je viens de lire la circulaire ministérielle sur les semences de blé et les semailles d'automne. Elle est excellente de tout point. Depuis plusieurs années, j'ai entretenu nos lecteurs des différentes questions que pose le document officiel, et je n'y reviendrai pas. J'insisterai seulement près des cultivateurs pour qu'ils suivent, en ce qui concerne le choix et l'achat des semences, les conseils du ministre de l'agriculture. On ne devrait pas acheter un kilogramme de semence dont la pureté et la faculté germinative ne soient garanties sur facture par le vendeur. Et qu'on n'objecte pas la dépense qu'entraîne l'analyse à demander à la station de semences de l'Institut agronomique; cette dépense est nulle par rapport à l'économie que procurera l'emploi de graines de bonne qualité. Il ne faut pas oublier, d'ailleurs, que l'organisation des

syndicats agricoles est là pour rendre absolument insensibles pour l'acheteur les analyses de semences ou d'engrais. Les syndicats achetant par lots considérables, pour lesquels deux ou trois analyses au plus sont nécessaires, si l'échantillonnage est bien fait, la dépense minimale qu'entraînent ces analyses disparaît totalement pour l'acheteur, puisque le syndicat la prend à sa charge.

Depuis que j'ai entrepris, en m'appuyant sur des cultures faites dans des conditions diverses, mais convenablement choisies et bien déterminées, de démontrer que le plus grand progrès à réaliser aujourd'hui dans la culture des céréales consiste dans l'augmentation des rendements, afin d'abaisser le prix de revient, bon nombre de mes lecteurs me communiquent les résultats de leurs essais personnels. Cette année encore, j'ai déjà reçu, depuis la moisson, des documents très intéressants en ce qu'ils montrent que, malgré la différence des régions et du climat, les trois conditions essentielles à toute culture de céréales étant remplies, les rendements obtenus se montrent très supérieurs à ceux que donne la pratique ordinaire du pays. Une fumure convenable, un bon choix de semences et des procédés culturaux rationnels assurent, partout où mes correspondants les ont mis en œuvre, une récolte rémunératrice, ce que j'ai toujours prédit.

Je vais choisir aujourd'hui, parmi les renseignements sur la récolte de 1887, un résumé d'essais faits en Franche-Comté à l'instigation et sous la direction de M. E. Dornès, à l'obligeance duquel je le dois. Le champ d'expériences institué par M. Dornès présente d'autant plus d'intérêt, qu'il a été disposé intention-

nellement, en vue de montrer aux paysans de la région comment, sans rien changer aux pratiques arriérées de leur culture, on peut, par le seul choix de la semence et à l'aide de quelques centaines de kilogrammes d'engrais minéral substitué au fumier de ferme, obtenir des rendements rémunérateurs là où le fumier seul constitue le cultivateur en perte.

L'essai dont il s'agit a été fait sur le territoire de la commune de Cognières (Haute-Saône), dans un champ d'une superficie de 65 ares, divisé, dans le sens de sa longueur, en huit parcelles de 8 ares chacune destinées à recevoir les huit variétés de blé suivantes : blanc de Flandre, rouge d'Ecosse, Goldendropp, blé de Bordeaux, blé roseau, Chiddam d'automne, Victoria d'automne et blé ordinaire du pays.

Chaque parcelle a été subdivisée en trois zones : l'une a reçu la quantité de fumier de ferme ordinaire au pays, soit douze mètres cubes à l'hectare, représentant une valeur de 60 francs. La deuxième a reçu des engrais chimiques, savoir : en automne, du phosphate précipité à la dose de 222 kilogr. d'acide phosphorique à l'hectare, et, au printemps, 200 kilogr. de nitrate de soude mis en couverture. D'après les prix de revient de ces engrais, rendus sur place, la dépense a été : 1° pour le nitrate de soude, de 64 francs à l'hectare, somme qu'il faut porter en entier au débit du blé, l'action du nitrate étant à peu près complètement limitée à l'année où on l'emploie; 2° pour le phosphate, la dépense d'achat a été de 126 fr. 30. Mais la moitié tout au plus, soit 63 fr. 15, doit être affectée au blé, qui laissera dans le sol près des 7/8 de l'acide phosphorique employé. Au total, la fumure chimique, évaluée, pour la récolte de blé, à 63 fr. 15, plus

64 francs, soit 127 fr. 15 à l'hectare, est comptée très haut. La troisième zone de chaque parcelle n'a pas reçu de fumure : elle servira de témoin.

M. E. Dornès fait observer, dans la note à laquelle je vais emprunter les rendements et les résultats pécuniaires de chaque essai, que les expériences n'ont point été faites au point de vue théorique, mais exclusivement au point de vue pratique, en ne modifiant « en rien les procédés de la culture du pays, qui sont loin d'être perfectionnés » ; il ajoute que, malgré les mauvaises herbes qui avaient envahi les champs au printemps, l'effet de la fumure a été des plus évidents, tant par l'aspect que par le poids des récoltes.

Le sol de Cognières, qui représente assez bien la moyenne des terres de la région, est pauvre ; l'analyse que j'en ai faite m'a donné les résultats suivants :

	p. 100 de terre.
Azote.....	0,10
Acide phosphorique.....	0,08
Chaux.....	1,23
Potasse.....	0,06

C'est un sol siliceux, qui se loue en moyenne 25 francs l'hectare, ce qui montre combien il est médiocrement fertile.

Le champ d'expériences, traité comme ses voisins, laissait beaucoup à désirer comme culture ; il pouvait être considéré comme un mauvais champ. M. Dornès l'avait ainsi choisi à dessein.

Après la récolte de 1886, il avait reçu un médiocre labour. Il en a encore été de même avant la semence du blé, qui a été faite à la volée, suivant la pratique du pays, fin octobre.



Pour calculer la valeur de la récolte de 1887, M. Dornès a compté le blé à 22 francs le quintal, et la paille à 40 francs les 1000 kilogr., prix auquel elle se vend dans la contrée, la récolte en céréales ayant été très pauvre cette année en Franche-Comté.

M. Dornès est parti des bases suivantes, qui sont celles du pays, pour établir la dépense par hectare de blé :

Location. par hectare.....	25 fr.
Main-d'œuvre diverse de culture.....	115 —
Semences.....	30 —
	<hr/>
Soit au total.....	170 fr.

auxquels il faut ajouter le prix des engrais, ce qui donne alors pour les zones fumées au fumier de ferme une dépense totale de 230 francs à l'hectare, et pour celles aux engrais chimiques une dépense de 300 francs en nombre rond.

Le champ d'expériences comprenait, d'après ce que nous avons dit plus haut, trois essais pour chacune des variétés de semence, au nombre de huit. La reproduction de chacun des résultats concernant ces vingt-quatre essais différents nécessiterait de trop nombreux chiffres; je me bornerai à indiquer pour les trois cas de fumure : fumier, engrais chimiques et parcelles sans engrais, la moyenne obtenue pour les sept variétés de semences importées et les résultats fournis comparativement par le blé de pays.

#### 1<sup>o</sup> PARCELLES SANS ENGRAIS.

	Grain à l'hectare.	Paille à l'hectare.	Perte à l'hectare.
	— q. m.	— q. m.	— fr.
Blés importés....	4,60	4,35	117,62
Blé de pays.....	2,66	2,66	100,84

2<sup>o</sup> PARCELLES AU FUMIER DE FERME.

	Grain à l'hectare.	Paille à l'hectare.	Perte à l'hectare
	— q. m.	— q. m.	— fr.
Blés importés....	5,42	11,47	63,80
Blé de pays.....	6,66	10,66	40,88

3<sup>o</sup> PARCELLES AUX ENGRAIS CHIMIQUES.

	Grain à l'hectare.	Paille à l'hectare.	Bénéfice net à l'hectare.
	— q. m.	— q. m.	— fr.
Blés importés....	13,05	26,48	134,80
Blé de pays.....	13,59	25,04	99,14

Ces chiffres parlent d'eux-mêmes et n'ont guère besoin de commentaires. J'appellerai seulement l'attention sur un ou deux points essentiels.

Le rendement des premières parcelles a été tellement faible qu'on peut considérer le sol en question comme stérile lorsqu'on ne le fume pas. Il eût été difficile de trouver un terrain préférable, sous le rapport de la démonstration de l'effet des engrais, à celui qu'a choisi M. Dornès.

On remarquera, en outre, qu'à Cognières, comme dans la plupart des points où l'on a essayé comparativement les blés améliorés avec le blé de pays, celui-ci, déjà acclimaté et plus frugal que les variétés perfectionnées, a donné des rendements sensiblement supérieurs à ceux des semences importées, tant dans le sol sans engrais que dans le sol fumé au fumier de ferme.

Les paysans, qui avaient, comme cela arrive très fréquemment, souri malignement en voyant l'épandage des *poudres* de M. Dornès, comme ils les appelaient, ont été frappés d'étonnement par l'aspect des

différences si notables que présentaient les parcelles avant la récolte. Aussi beaucoup d'entre eux sont-ils venus prier M. Dornès de leur indiquer où ils pourraient se procurer les fameuses poudres.

Voilà un exemple que devraient suivre les propriétaires soucieux de venir en aide aux petits cultivateurs. Qu'il se trouve dans chacune des communes de France, à cette époque, un seul propriétaire disposé à répéter l'expérience si simple de Cognières, et dès l'année prochaine on en verra les fruits bienfaisants.

## XXIII

### LA CINQUIÈME EXPOSITION SUISSE D'AGRICULTURE A NEUCHÂTEL

L'aspect de Neuchâtel. — Résultats numériques de l'Exposition. — Le bétail de la Suisse. — La station du contrôle de semences de Zurich.

Interlaken, 26 septembre 1887.

Profitant d'une journée de repos nécessaire, après une excursion dans les hauts pâturages de l'Obersteinberg, qui s'élèvent jusqu'au pied du glacier de Tschingel, à l'extrémité supérieure de la vallée de Lauterbrunnen, je vais mettre en ordre les notes prises la semaine dernière à l'exposition agricole qui a eu lieu à Neuchâtel du 11 au 20 septembre.

Sous le patronage du département fédéral de l'agriculture, le comité de la Fédération des Sociétés d'agriculture de la Suisse romande et le comité de la Société suisse d'agriculture ont organisé une exposition des plus intéressantes et des mieux réussies. Quelques chiffres indiqueront tout de suite l'importance de cette solennité agricole et le succès complet qui l'a couronnée, un temps superbe s'étant mis de

la fête pendant toute sa durée. Embrassant toutes les branches de l'agriculture, la cinquième exposition suisse comprenait onze sections, classées sous les rubriques suivantes :

1° Progrès de l'agriculture et enseignement agricole ; 2° espèce chevaline ; 3° espèce bovine ; 4° petit bétail (chèvres, moutons et porcs) ; 5° aviculture (animaux de basse-cour et pigeons) ; 6° apiculture ; 7° industrie laitière ; 8° viticulture et ses produits ; 9° horticulture, arboriculture et culture maraîchère ; 10° machines et instruments agricoles ; 11° produits agricoles. L'ensemble des numéros inscrits au catalogue ne s'élève pas à moins de 3453, non compris les oiseaux et animaux de basse-cour. Le bétail et les chevaux, sur les qualités remarquables desquels je reviendrai tout à l'heure, comprenaient 1638 numéros, ce qui porte à un chiffre très supérieur à celui-ci le nombre des animaux exposés, beaucoup de numéros correspondant à des lots de chèvres, moutons et porcs. Ces 1638 numéros se répartissaient de la façon suivante :

Espèce chevaline.....	260
— bovine.....	754
— ovine.....	164
— caprine.....	305
— porcine.....	155

Il est impossible, je crois, de rencontrer, réunis dans la même enceinte, un ensemble d'animaux de choix supérieur à celui que nous avons pu admirer à Neuchâtel. Aussi les divers jurys ont-ils dû être souvent embarrassés pour la répartition des prix, fort nombreux cependant, mis à leur disposition par le comité de l'exposition. Le total des récompenses en

argent, médailles, diplômes, etc., décernées par le jury, s'est élevé à la somme de 90 000 francs, ainsi répartis :

Espèce chevaline.....	15.565 fr.
Espèce bovine { race brune.....	20.919 —
{ race tachetée.....	21.020 —
Bétail de montagne.....	4.500 —
Aviculture.....	2.710 —
Apiculture.....	2.295 —
Horticulture et culture maraîchère..	7.000 —

Les produits agricoles, les machines, la viticulture et les objets représentant les progrès de l'agriculture ont été récompensés par des médailles et des diplômes d'honneur.

On aura une idée de l'affluence du public par les chiffres suivants, que je dois à l'obligeance du comité financier de l'exposition. Il a été délivré, du 11 au 20 septembre, 104 192 billets d'entrée, qui ont produit une recette de 102 066 francs. Les exposants et leurs aides avaient, comme d'ordinaire, leur entrée gratuite et ne figurent pas dans le chiffre précédent : 3470 abonnements permanents avaient été souscrits : il a été vendu 14 000 catalogues, et le nombre des bons de fourrages pour le bétail exposé a produit une recette de 13 250 francs. Au total, le comité, qui, dans ses prévisions budgétaires, avait fixé à 55 000 francs le produit brut de l'exposition, a encaissé, du fait des entrées et des recettes complémentaires, un peu plus de 150 000 francs.

Le chemin de fer a transporté 60 000 personnes du 10 au 20 septembre ; les bateaux à vapeur ont vu décupler le nombre de leurs voyageurs habituels, et l'on semble au-dessous de la vérité en fixant à plus de

100 000 le nombre des personnes attirées à Neuchâtel pendant cette semaine par l'exposition. Si l'on songe que cette charmante petite ville a une population de 16 000 âmes seulement, on se représente facilement l'encombrement produit à certains jours, notamment le 16 septembre, jour officiel où la présence du président de la confédération, accompagné des autorités et du corps diplomatique au complet, a attiré, dans cette seule journée, plus de 20 000 visiteurs. Wagons, bateaux, hôtels, restaurants et cafés étaient pris d'assaut; à une certaine heure, les vivres ont manqué et les boulangers ont dû fermer leurs boutiques, n'ayant pas de pain à livrer aux clients affamés. Des centaines de personnes ont passé la nuit à la belle-étoile, couchés sur les quais et dans les promenades. A la gare, des milliers de voyageurs attendaient, pour regagner leurs pénates, une place dans l'un des trains supplémentaires, se succédant aussi rapidement que le permettaient la prudence et le zèle des employés, mis à une rude épreuve pendant ces beaux jours. Malgré cette cohue indescriptible, on n'a pas eu un seul accident à déplorer.

Maintenant que nous avons constaté, par des chiffres éloquents, le succès complet de cette fête de l'agriculture, jetons un coup d'œil rapide sur la ville de Neuchâtel et sur l'Exposition. Jamais je n'ai vu une telle profusion de drapeaux, de banderoles, de fleurs et de feuillages! Depuis la gare, située, on le sait, sur la hauteur qui domine la ville, jusqu'à l'Exposition, qui s'étendait sur près d'un kilomètre le long du lac, dans la promenade qu'on nomme le Cret, toutes les maisons étaient pavoisées avec un goût parfait, du rez-de-chaussée à la toiture. Des arcs de

triomphe en feuillage, où les couleurs des divers cantons et le drapeau national entrelaçaient des gerbes de blé et autres emblèmes agricoles, se dressaient à l'entrée des rues et des places principales.

Cette ornementation était d'un effet charmant; je ne parlerai ici ni des cortèges, ni des cavalcades en costumes nationaux du moyen âge qui ont attiré tant de curieux le 15 et le 16 septembre : je préfère consacrer la place qui me reste à l'Exposition elle-même, de nature à donner une haute idée de la situation agricole de la Suisse. Bien que dans certains cantons l'agriculture proprement dite soit très en honneur, c'est le bétail et l'industrie laitière qui occupaient, cela va sans dire, de beaucoup le premier rang par l'importance et la valeur des produits exposés.

La Suisse compte plus de 4 200 000 têtes de gros bétail, dont 660 000 vaches laitières. L'espèce bovine indigène se divise en deux grandes classes d'animaux, en nombres sensiblement égaux et caractérisés par la couleur du pelage, les formes et quelques caractères spéciaux : la *race brune* dans le sud-est, la *race tachetée* dans le nord-ouest, notamment dans les cantons de Vaud, Neuchâtel, Fribourg, Berne (excepté l'Oberhasli), et partiellement dans les cantons de Bâle, Argovie, Zurich, Thurgovie et Lucerne. Les taches de pelage sont noires dans le canton de Fribourg et de couleur jaune fauve dans les autres et servent à caractériser les deux races.

Le pelage de la race brune varie d'un brun foncé au gris souris : cette dernière couleur est de beaucoup la plus estimée. Elle est originaire de la Suisse et appartient à la variété à cornes courtes (*Bos brachyceros*) : les crânes d'animaux de l'espèce bovine découverts



dans les habitations lacustres sont là pour l'attester. Le comité avait eu l'heureuse idée d'exposer, contre les parois des étables, deux moulages en plâtre d'une tête de taureau en bronze découverte il y a quelques années sur l'emplacement de l'antique ville romaine Octodurum, aujourd'hui Martigny (Valais).

On est frappé, en comparant aux animaux exposés la sculpture romaine, de l'identité absolue du type actuel de la race brune avec ce bronze qui remonte au troisième siècle de notre ère. On peut donc affirmer que la race brune est le type primitif des bœufs et vaches de la Suisse. Il ne semble pas en être de même de la race tachetée (bernoise et fribourgeoise) : outre qu'aucun squelette se rapportant à cette race par sa conformation n'a été découvert dans les habitations lacustres, les spécimens de crânes retrouvés dans les tourbières de la Scandinavie offrent les plus grandes analogies avec la tête des animaux de race brune. Cette race aurait été importée en Suisse par des Suédois. Telle est du moins l'hypothèse des historiens.

Sans m'attarder à décrire ici les caractères de ces deux races, j'attirerai pendant quelques instants l'attention de mes lecteurs sur deux tableaux graphiques exposés par l'École d'agriculture de Strickhof (canton de Zurich), tableaux qui représentent la production en lait de chacune des deux grandes races de vaches laitières suisses. Relevés de mesures et de pesées exécutées régulièrement pendant une année sur huit bêtes de la race brune et sur six de la race tachetée, ces documents statistiques ont conduit aux résultats suivants :

La race brune donne en moyenne annuelle par jour

de 6 lit. 28 à 11 lit. 12 de lait, ce qui correspond, suivant les animaux, à 367 litres pour le premier et à 693 litres pour le second, par 100 kilogr. de poids vif de la vache. La moyenne générale a été de 8 lit. 66 par jour pendant toute l'année.

Pour la race tachetée, le rendement a varié de 10 litres 58 à 6 lit. 83, soit de 714 lit. à 365 litres par 100 kilogr. de poids vif. La moyenne de lait obtenue par jour a été de 8 lit. 87, en très léger excès sur le produit de la race brune.

Dans une brochure fort intéressante, exposée par l'auteur, M. Merz, inspecteur des forêts à Faido (Tessin)<sup>1</sup>, je trouve encore quelques chiffres intéressants. La production moyenne de trois troupeaux de l'Entlebuch, comptant ensemble 282 vaches, a varié, pendant l'année, de 8 lit. 2 à 9 lit. 7 par tête et par jour, suivant la qualité des pâturages, sans doute, toutes les vaches appartenant à la même race. Ces moyennes sont dépassées dans certains cas.

Dans la plaine, lorsque tous les animaux sont, tout en ayant du parcours, nourris à l'étable et qu'ils reçoivent, avec les soins convenables, une alimentation suffisante et de bonne qualité, les chiffres que je viens d'indiquer peuvent être très notablement dépassés. La comptabilité-matière des belles étables du directeur de la fabrique de lait condensé de Cham, M. Page, nous en fournit une preuve manifeste. Au Langrùthi, M. Page, qui possède peut-être le plus beau bétail de la Suisse, obtient les résultats suivants, avec un troupeau qui comptait 145 têtes en 1886, dont 26 veaux et quelques bêtes de trait.

1. *Das Entlebuch und seine Viehzucht, Alpen und Milchwirtschaft*, in-8°, Zurich, 1887.

Un lot de 40 vaches a servi aux mesures journalières de M. Page : ces animaux, âgés de quatre à huit ans, ont vêlé de deux à cinq fois pendant la durée des observations. Les moyennes résultant de l'ensemble de tout l'essai ont été les suivantes :

Le nombre de fois que chaque vache a été traitée a varié de 370 à 248 ; il y a eu en moyenne 288 traites, qui ont fourni 3745 kilogr. de lait, soit 13 kilogr. ou 14 lit. 3 par jour. Le taux moyen de la graisse (beurre pur) a été de 3,39 p. 100 du poids du lait. De là résulte que le rendement moyen en lait a été 3745 kilogr. par vache pour l'année entière. Le maximum a atteint 4735 kilogr. et le minimum est tombé à 2761 kilogr.

Avant de quitter la salle où sont exposés les documents statistiques et les travaux scientifiques, disons quelques mots de la très remarquable exposition de la station pour l'essai et le contrôle des semences, de Zurich, dirigée par M. le professeur Stebler, dont j'ai fait connaître autrefois à mes lecteurs l'excellent ouvrage sur les meilleures plantes fourragères.

Dans sa récente circulaire, M. le ministre de l'agriculture appelait l'attention des cultivateurs sur l'importance du choix et du contrôle des qualités des graines employées pour les semailles. Il rappelait les services que la station de l'Institut agronomique, si habilement dirigée par M. Scribaux, peut rendre à notre agriculture, et il engageait les propriétaires et fermiers à réclamer son contrôle pour l'achat de leurs semences. J'ai signalé, il y a deux ans, l'initiative prise, en France, par M. Denaiffe, de Carignan (Ardennes), qui le premier, à ma connaissance, a placé tous ses produits sous le contrôle de la station de

l'Institut agronomique; d'autre part, M. Scribaux, par des publications que chaque cultivateur devrait avoir présentes à l'esprit, a montré combien les graines fournies par les maisons les plus honorables et du meilleur renom renferment d'impuretés et entraînent des dépenses en pure perte, par suite de leur faible qualité germinative. Combien de grainetiers ont-ils suivi l'excellent exemple de leur confrère de Carignan? Combien d'agriculteurs français s'adressent à la station de l'Institut? Je l'ignore. Mais je suis frappé du développement rapide que l'institution du contrôle des semences a pris en Suisse, et je voudrais voir les cultivateurs français imiter l'exemple de nos sympathiques voisins.

Aujourd'hui la station de Zurich ne contrôle pas moins de soixante-deux négociants en graines! Cela prouve que l'appel de la science a été largement entendu en Suisse. En effet, c'est le refus d'acheter des semences dont la pureté et la faculté germinative ne sont point garanties sur facture qui conduit les grainetiers à demander le contrôle de la station de Zurich. Tant que le client veut bien, par ignorance ou par insouciance, se contenter de l'affirmation donnée par le marchand sur la valeur des graines qu'il débite, ce dernier n'a aucun intérêt à rechercher le contrôle et à s'y soumettre; mais le jour où le cultivateur est éclairé par les publications du directeur de la station, ce jour-là il refuse d'acheter les yeux fermés des semences dont les impuretés et les graines non germinantes forment parfois la moitié ou les trois quarts du poids de la marchandise offerte.

M. Stebler, avec l'aide du gouvernement fédéral, rend les plus grands services en propageant sous

toutes les formes, livres, gravures et spécimens de plantes sèches, utiles ou nuisibles, les connaissances relatives au choix des meilleures semences pour prairies temporaires et permanentes. La station de Zurich donne, pour le prix du papier et du carton, des collections extrêmement soignées de plantes fourragères et d'espèces nuisibles aux prairies. Il serait à souhaiter que chacune de nos écoles possédât des collections de ce genre. Grâce au concours pécuniaire de l'État, la station de Zurich livre, pour la modique somme de 3 francs, une collection de 50 plantes sèches, collées et portant une étiquette rappelant ses caractères essentiels <sup>1</sup>.

M. Stebler a exposé deux tableaux muraux représentant en nature, sur une surface d'un mètre carré, la végétation d'un champ d'essai pour prairie, établi à l'altitude de 1782 mètres, sur la Fürstern-alp (Coire). L'un d'eux montre la végétation, en 1882, du sol naturel absolument inutilisable pour l'alimentation du bétail; l'autre, la récolte obtenue en 1887 et composée des meilleures plantes fourragères; cette récolte a atteint le chiffre remarquable de 12 500 kilogr. de foin à l'hectare, là où elle était nulle il y a cinq ans. A une autre causerie la visite de l'exposition laitière.

1. M. DenaiFFE, à Carignan (Ardennes), livre aujourd'hui de très belles collections de plantes de prairies à d'excellentes conditions.

## XXIV

### EXPOSITION D'AGRICULTURE A NEUCHÂTEL

L'industrie laitière à l'exposition d'agriculture de Neuchâtel.  
— Le commerce et l'exportation des produits du lait. — Le sucre de lait et l'homéopathie.

Comme on pouvait s'y attendre, l'une des divisions les plus importantes de la cinquième exposition suisse d'agriculture était celle de l'industrie laitière. Le fromage est, en effet, le produit national par excellence de l'Helvétie, et on lui avait donné à Neuchâtel une place d'honneur. Le compte rendu de l'exposition de Neuchâtel s'exprime à son sujet dans les termes suivants, que les vrais amateurs seuls ne trouveront pas empreints d'un enthousiasme exagéré :

« La Suisse pourra toujours prétendre à satisfaire avec son lait, ses fromages et ses beurres les goûts les plus blasés, les palais les plus gourmands. Tous nos produits laitiers ont leur goût de terroir particulier, comparables seulement aux bouquets des meilleurs vins. Les herbages aromatiques de la montagne ou de la plaine prêtent aux fromages beaucoup de la saveur que trouvent nos vaches à leur nourriture. » Je ne

veux pas discuter cette comparaison entre le gruyère, si parfumé qu'il puisse être, et le bouquet des grands crus de la Bourgogne et du Bordelais.

L'industrie laitière était représentée d'une façon aussi parfaite que pittoresque. Un chalet spécial, dont la forme et les dispositions générales rappellent ceux qu'on rencontre sur les pâturages alpestres ou jurassiques, occupait le centre de cette section. A l'intérieur du chalet, des inscriptions en patois suisse, entrelacées de girandoles et de drapeaux, forment une décoration agréable à l'œil. Quant à la vie du laitier, elle est racontée aux visiteurs par tous les instruments destinés à traire les vaches, à recueillir le petit lait, etc. Tout autour des tables, des armaillis (c'est le nom des fruitiers) de tous les cantons, vêtus de toiles bleues ou rouges, mangent du fromage à belles dents, en l'arrosant des vins blancs du pays.

Dans un grand bâtiment en fer à cheval entourant extérieurement le chalet sont exposés tous les instruments de laiterie de la Suisse et des appareils empruntés aux pays où l'outillage mécanique a apporté de si grands perfectionnements au travail du lait. Un moteur à vapeur met en mouvement les écrémeuses et les barattes mécaniques des systèmes danois et suédois, les ingénieux appareils Laval écrémant jusqu'à 600 litres de lait à l'heure; la délaiteuse du même inventeur, qui enlève complètement le petit lait au beurre et assure ainsi la parfaite conservation de celui-ci; les machines à fabriquer et à mouler le beurre, etc.

Des conférences très remarquables, et accompagnées d'expériences, ont eu lieu pendant le concours, en langues allemande et française; elles ont attiré

un grand nombre d'auditeurs. Chaque spécialiste de l'industrie laitière a indiqué les progrès à réaliser et retraçé d'un bout à l'autre, avec démonstrations expérimentales à l'appui, le travail de la fabrication des fromages et des beurres, en détaillant et discutant, pièce à pièce, les appareils nouveaux. D'énormes chaudières reluisantes, en cuivre rouge doré par l'action du feu, servaient chaque jour, tantôt l'une, tantôt l'autre, à la fabrication d'un fromage modèle, aux destinées duquel préside un armanni au costume rouge ou bleu. Plus de soixante exposants ont trouvé place dans cette halle pour leurs produits et beaucoup de praticiens ont pu venir y puiser de très utiles enseignements.

La classe de jurés la plus à plaindre est incontestablement celle qui a dû déguster, classer et juger plus de six cents fromages, dont les immenses disques odoriférants garnissent les quatre parois de l'ancienne salle de gymnastique du collège et s'empilent, en un échafaudage effrayant par ses dimensions, au milieu de cette enceinte. Laissant ces infortunés jurés en proie à leur pénible mission, difficilement compensée, je le crains, par l'analogie des bouquets du gruyère et du elos-vougeot, j'ai étudié, à l'aide des publications exposées dans la première section, l'histoire du développement et du progrès de l'industrie fromagère en Suisse depuis le commencement du siècle.

La Fruitière, c'est-à-dire l'association de propriétaires de vaches laitières en vue de la fabrication du fromage, a pris naissance en France, dans le Jura, vers l'an 1650. C'est seulement au commencement du siècle actuel que, descendant le versant suisse du



Jura, elle est venue élire domicile en Suisse, où elle a prospéré d'une façon tout à fait remarquable.

C'est en 1815, à Kiesen (canton de Berne), que le landvogt d'Effinger a fondé les premières Fruitières des vallées et imprimé par là une puissante impulsion à l'industrie fromagère. Les fromagers de la montagne affirmaient, à cette époque, l'impossibilité de fabriquer dans la vallée des produits aussi savoureux que ceux des hauteurs. Aujourd'hui encore, malgré les services si grands rendus par les Fruitières des régions basses de la Gruyère, le canton du Tessin, par exemple, ne connaît pour ainsi dire que de nom ces associations qui ont porté l'industrie du fromage au degré de perfection auquel l'Emmenthal, le Simmenthal et tant d'autres vallées doivent leur prospérité. Le premier règlement d'organisation et de fonctionnement des Fruitières est, je crois, celui de l'association communale d'Eschholzmatt, dans l'Entlebuch (canton de Lucerne). Il date d'octobre 1831.

On peut recommander, comme un modèle, le règlement de 1878 pour la même association. Les Fruitières ont exercé la plus heureuse influence à tous les points de vue : elles ont amélioré partout la fabrication ; le bénéfice obtenu par la transformation du lait en fromage s'est accru ; enfin elles ont permis au paysan, propriétaire de quelques vaches seulement, de participer à ce bénéfice, ce qu'il n'eût jamais pu faire dans son isolement.

L'introduction des Fruitières dans les hautes vallées des Alpes et des Pyrénées françaises ne saurait trop appeler l'attention du gouvernement. Une bonne organisation de ces associations, dont les travaux de M. Calvet et les publications plus récentes de M. l'inspecteur

des forêts Briot ont fait connaître les avantages pour le bien-être des populations des hautes vallées du Sud et de l'Est, sera le point de départ le meilleur du regazonnement et du reboisement de ces régions.

L'introduction des Fruitières dans l'Entlebuch remonte à l'année 1831 : l'industrie laitière n a cessé d'être en progrès depuis cette date, et la comparaison des résultats du début à ceux qu'on obtient aujourd'hui est fort instructive. Le premier compte de la Fruitière de Lehn (commune d'Eschholz matt) est de l'année 1832. En voici les principaux éléments : 33 associés, possédant ensemble 107 vaches, ont fourni cette année-là, au chalet, 149 672 litres de lait, avec lequel on a fabriqué 312 fromages d'un poids moyen de 40 kilogr. Les dépenses et les recettes de l'année ont été les suivantes :

Recettes (en francs) :

26.352 livres de fromage vendues.....	12.950 fr. 09
Beurre et seré .....	1.013 36
Déchets et produits inférieurs.....	49 70
	<hr/>
Produit total.....	14.013 fr. 15

Les dépenses se sont élevées au chiffre suivant :

Gages du fromager.....	188 fr. 57
Gages de son aide .....	402 88
Dépenses de fabrication.....	867 14
	<hr/>
Dépense totale.....	1.458 fr. 59

Le bénéfice net a donc été de 12 854 fr. 56, correspondant à 8 centimes 66 par litre de lait. Depuis 1849, la comptabilité de cette Fruitière a été tenue régulièrement, et voici, pour une période de trente années

consécutives, les résultats moyens de l'association d'Eschholzmatt. De 1854 à 1883 inclus, 34 propriétaires ont fourni annuellement 3 342 000 litres de lait à la fromagerie. Le prix auquel le fromage a payé le lait aux associés a varié de 8 centimes par kilogr à 15 cent.  $\frac{1}{2}$ , maximum correspondant à l'année 1876, et, pour toute la période trentenaire, le prix moyen du lait est de 12 centimes le litre. Le produit moyen brut, en argent, de la Fruitière a été annuellement de 13 707 francs, la dépense de 379 francs. Un fait des plus intéressants à noter en faveur de l'amélioration produite par la Fruitière dans la situation de ses associés est le suivant. Le nombre de ces derniers a varié à peine pendant ces trente années; de plus, les mêmes individus ou leurs enfants ont constitué la Fruitière; or la quantité de lait fourni par eux a doublé et les recettes de la Fruitière ont triplé.

On ne saurait donner de meilleures preuves de l'amélioration survenue dans la fumure, l'entretien et le rendement des prairies et dans la création d'étables, l'augmentation de la quantité de lait n'ayant pas d'autre origine que le progrès agricole de cette commune.

Depuis la fondation de la Fruitière jusqu'en 1869, on ne fabriquait que du fromage d'été; en 1870, on a commencé la fabrication d'hiver, qui a pris, depuis lors, une grande extension. En relevant la comptabilité de ces deux périodes de travail, on constate que la production du lait en été est sensiblement double de celle de l'hiver.

Les variations des prix du fromage suisse sont également intéressantes à noter: l'étude de M. l'inspecteur des forêts Merz, sur l'Entlebuch, renferme à ce

sujet des données statistiques curieuses, en ce qu'elles remontent jusqu'à l'année 1580. Il y a trois siècles, les 100 kilogr. de fromage d'Emmenthal valaient 29 francs; ils se vendent aujourd'hui 140 francs, et leur prix s'est élevé à 180 et 195 francs en 1873 et 1875. Au xv<sup>e</sup> siècle, le plus haut prix des 100 kilogr. de fromage a été de 36 francs; au xvii<sup>e</sup>, il a valu 58 francs; dans le xviii<sup>e</sup> siècle, 90 à 100 francs; pour la dernière période décennale, il a été de 170 francs environ.

L'exportation des produits laitiers de la Suisse est de date assez récente. C'est depuis trente ans seulement qu'elle a pris un développement considérable et toujours croissant, comme l'attestent les relevés statistiques :

Années.	Exportation import. déduite en kilogr.
1854.....	5.227.000
1864.....	8.920.000
1874.....	19.500.000
1885.....	25.840.000

Contrairement à ce que croient beaucoup de personnes, le beurre est, en Suisse, un produit d'importation et non d'exportation. La fabrication du fromage explique cette apparente anomalie. Plus de la moitié du fromage suisse est formée de la totalité du lait qui sert à le préparer et dont on ne sépare point la crème. Il en résulte que la quantité de beurre obtenue dans la fabrication du fromage demi-gras, qui s'obtient avec du lait à demi écrémé, est tout à fait insuffisante pour l'alimentation de la population.

La Suisse importe annuellement de deux à trois millions de kilogrammes de beurre, et plus de trois millions de kilogrammes de graisse de porc.

L'industrie si curieuse du lait condensé, dont j'ai parlé l'an dernier <sup>1</sup>, à l'occasion de ma visite à l'usine de Cham sur le lac de Zug, prend, chaque année, plus d'extension. En 1885, l'exportation du lait condensé a atteint près de 16 millions de kilogr. On peut se faire une idée de la source de richesse que la Suisse trouve dans son industrie laitière par les chiffres suivants, afférents à l'année 1885.

Dans cette année, l'exportation et sa valeur en numéraire ont été, en nombres ronds :

Fromage : 27 millions de kilogr. à 1 fr. 40. =	38.000.000 fr.
Beurre : 700.000 kilogr. à 2 fr. 50..... =	1.750.000
Lait condensé : 15 millions 1/2 kilogr à 1 fr. =	15.500.000
Sucre de lait : 114.000 kilogr. à 2 fr. 40..... =	270.000
	<hr/>
Au total.....	55.520.000

Soit un chiffre de plus de 55 millions de francs.

Les éléments d'une statistique complète des fromageries de la Suisse font encore défaut.

Le canton de Berne en compte 639, traitant annuellement 135 millions de litres de lait environ, pour produire 111 000 kilogr. de fromage. Zurich possède 282 fromageries, Lucerne 358; c'est donc par milliers que ces utiles associations existent au delà des Alpes.

Dans le résumé que j'ai donné plus haut de la statistique des produits laitiers figure le sucre de lait par un chiffre de plus de 100 000 kilogr. par année. J'ai recueilli sur cette fabrication quelques renseignements intéressants. Le lait renferme par litre, on le sait, environ 46 grammes d'un sucre particulier, découvert par Bartoletti en 1619; ce sucre se

1. Voir *Études agronomiques*, 1886-1887, chap. XVII.

condense dans le petit lait provenant de la fabrication du gruyère; quand on évapore le petit lait, il se dépose par le refroidissement sous forme de grains irréguliers que les fromagers désignent sous le nom de *sable de sucre*. On a longtemps vendu ce sable à l'état brut, puis on l'a raffiné et le sucre de lait est devenu un produit secondaire important des fromageries.

La seule commune de Marbach, centre de cette industrie en Suisse, a exporté, depuis 1814 jusqu'à ce jour, pour plus de 10 millions de francs de sucre de lait, dont le prix a varié de 60 francs jusqu'à 290 francs les 100 kilogr., le dernier chiffre correspondant à l'année 1880. Il existe aujourd'hui onze raffineries de sucre de lait, dont huit à Marbach. Le seul mode d'utilisation du petit lait, résidu du fromage (molke), était autrefois l'alimentation des porcs. L'extraction du sucre qu'il renferme est beaucoup plus rémunératrice.

L'évaporation de 50 000 litres de petit lait fournit 1250 kilogr. de sucre de lait brut, pour une dépense de 600 francs environ (chauffage, manipulation et transport jusqu'à la raffinerie). Suivant les époques, ce sucre de lait brut vaut de 90 à 150 francs les 100 kilogr. Le produit du traitement de 50000 litres de petit lait varie alors de 1125 à 1875 francs, sommes dont il faut déduire les 600 francs de dépenses.

Dans le premier cas, le petit lait est payé 1 centime le litre, dans le second 2 cent. 41, chiffres supérieurs à ce qu'on en peut tirer en nourrissant des porcs. Voici, sommairement, comment on procède au raffinage : une chaudière en cuivre suffit pour l'opération ; on la remplit aux deux tiers d'eau qu'on porte à 65° environ ; on y verse alors le sucre brut, qui se dissout rapidement. Pour clarifier la solution, on y ajoute un

kilogr. d'alun ou de sulfate d'albumine par 100 litres de liquide : ces réactifs précipitent les phosphates et les matières albuminoïdes contenues dans le sucre brut. Après avoir ainsi séparé les impuretés, on évapore à consistance sirupeuse, et l'on fait cristalliser, comme je vais le dire. Dans certaines raffineries, on emploie la filtration sur le charbon pour obtenir un sucre incolore. On transvase alors le sirop dans des caisses où plongent des baguettes en bois, suspendues à l'aide de ficelles par la partie supérieure et ne touchant pas le fond des vases. Le sucre se dépose lentement en cristaux mamelonnés le long de ces tiges et contre les parois des caisses, formant des cristallisations du plus bel aspect. On retire ainsi, en moyenne, 55 à 60 kilogr. de sucre raffiné de 100 kilogr. de sucre brut.

Le sucre de lait est employé dans l'industrie et dans la pharmacie. Il a servi pendant longtemps à l'argenterie du verre, ainsi qu'à la fabrication des perles artificielles de Bohême : mais l'acide tartrique et les tartrates l'ont à peu près remplacé dans ces deux industries. Bien qu'il soit d'un prix beaucoup plus élevé que le sucre de canne, le sucre de lait est employé de préférence en pharmacie, surtout pour la préparation des pilules et globules homéopathiques, dont il forme les 99 centièmes : facilité à la pulvérisation et résistance à l'humidité, telles sont les qualités qui le font rechercher par la pharmacie. Que de pilules homéopathiques on peut faire avec les 150 000 kilogr. de sucre de lait que la Suisse expédie chaque année !





# TABLE DES MATIÈRES

---

AVANT-PROPOS.....	v
-------------------	---

## I

### LA STATISTIQUE AGRICOLE DE LA FRANCE : SITUATION GÉNÉRALE

L'enquête agricole de 1882. — La richesse foncière de la France. — Les charges et les produits de l'agriculture de 1852 à 1882. — Rapport de M. E. Tisserand.....	4
---	---

## II

### LA STATISTIQUE AGRICOLE DE LA FRANCE ; LE BÉTAIL

Statistique du bétail. — Ce que les animaux de la ferme enlèvent de principes fertilisants au sol. — Il faut fumer nos prairies.....	10
--	----

## III

### LA STATISTIQUE AGRICOLE DE LA FRANCE ; LES RÉCOLTES

Ce qu'enlève annuellement au sol la récolte française. — Production et valeur fertilisante du fumier produit par le bétail français. — Son insuffisance pour la restitution.....	20
--	----

## IV

### LA STATISTIQUE AGRICOLE DE LA FRANCE ; ÉPUISEMENT DU SOL ET RESTITUTION

Le bilan chimique de la récolte de céréales en 1886.....	30
--	----

## V

### LA SÉLECTION ET LA CULTURE DU BLÉ

Une révolution économique à introduire dans la culture du blé. — Création de blés généalogiques français. — La	
--	--

sélection du blé et sa plantation. — Essais de la méthode du major Hallett à l'École Mathieu de Dombasle.....	40
<b>VI</b>	
CULTURE EXPÉRIMENTALE DU BLÉ A LA STATION AGRONOMIQUE DE L'EST, EN 1886-1887	
Essais de culture du blé de la station agronomique de l'Est faits à l'École Mathieu de Dombasle. — Amélioration du blé de pays par sélection et par la culture. — Ce que peut donner un grain de blé.....	50
<b>VII</b>	
CULTURE EXPÉRIMENTALE DU BLÉ A LA STATION AGRONOMIQUE DE L'EST — DISCUSSION DES RÉSULTATS	
Les cultures expérimentales de blé à la station agronomique de l'Est, en 1886-1887. — Discussion des principaux résultats de ces essais. — Conclusions pratiques qui en découlent.....	70
<b>VIII</b>	
LES EXPÉRIENCES CULTURALES DE L'ÉCOLE DE TOMBLAINE EN 1887	
Expériences comparatives sur la valeur des engrais phosphatés pour avoine. — Action de la chaleur sur l'assimilabilité des phosphates.....	87
<b>IX</b>	
LE PRIX DE REVIENT DU BLÉ ET LA CULTURE EXPÉRIMENTALE	
Projets de cultures expérimentales de blé pour l'automne prochain. — L'École d'agriculture du Paraquet et le prix de revient du blé .....	98
<b>X</b>	
DIX ANNÉES DE CULTURE DU BLÉ ET DE L'ORGE A STACKYARD	
Valeur comparée des sels ammoniacaux et des nitrates. — Influences des conditions météorologiques dans les expériences culturales .....	109
<b>XI</b>	
LES SEMAILLES DE PRINTEMPS	
Exigences chimiques de l'avoine, de l'orge et du maïs. — Fumure de ces céréales. — Conditions physiologiques du développement des céréales de printemps.....	128

## XII

## LES PLANTES SARCLÉES

- Fumure de plantes sarclées : pommes de terre, betteraves, turneps, etc. — Expériences de Rothamsted, Redbourne et Cirencester, en 1886, sur l'emploi des scories Gilchrist pour la fumure des plantes sarclées..... 147

## XIII

## LES EXIGENCES DE LA VIGNE ET LA FUMURE DES VIGNOBLES

- Composition des sols de quelques grands vignobles de Champagne, de Bourgogne et du Bordelais. — La fumure des vignes..... 158

## XIV

## LES ÉLÉMENTS MINÉRAUX DU SOL ET LA FERTILITÉ DES TERRES

- Remarques sur les conditions fondamentales de fertilité des sols. — Ce que nous savons et ce qu'il faudrait savoir. — Méthode de dosage du calcaire actif des sols de M. Paul de Mondesir. — Dosage de l'acidité des terres..... 175

## XV

## LES ENGRAIS PHOSPHATÉS

- De la valeur fertilisante comparée des divers phosphates en sols siliceux..... 204

## XVI

## LES GISEMENTS FRANÇAIS DE PHOSPHATE DE CHAUX

- La richesse en acide phosphorique du sous-sol français. — Les gisements de phosphate. — Statistique officielle de la production des phosphates et des scories Thomas-Gilchrist en 1886..... 223

## XVII

LES ENGRAIS COMMERCIAUX ET LA LOI CONTRE LA FRAUDE  
DU 7 FÉVRIER 1888

- Les engrais commerciaux. — La répression de la fraude. — La loi française du 7 février 1888. — La loi belge du 7 janvier 1888. — Le contrôle des engrais et les stations

agronomiques. — Rôle des syndicats agricoles. — Le syndicat de Montmirail. — Proposition de loi de M. Maxime Leeomte .....	232
--	-----

## XVIII

## L'ALIMENTATION DU BÉTAIL DE LA FERME

L'alimentation du bétail de la ferme. — La théorie moderne des aliments. — Claude Bernard et la nutrition des êtres vivants. — L'animal, comme la plante, fabrique du sucre, de la graisse, etc. — Principes immédiats des végétaux et des animaux. — Leurs analogies. — Ce qu'est la ration alimentaire : ses divers buts à la ferme.	244
--	-----

## XIX

## LE COMMERCE ET LA CONSOMMATION DE LA VIANDE EN FRANCE

Statistique agricole de la France. — Enquête de 1882. — Rapport de M. E. Tisserand. — La consommation de la viande en France. — Valeur comparée de la viande et du pain au point de vue alimentaire .....	263
---	-----

## XX

## L'IMPORTATION DE LA VIANDE ET LE COMMERCE DE LA BOUCHERIE

L'importation de la viande de la Plata. — Le mouton argentin. — Le prix de la viande et celui du bétail sur pied. — Où il faut chercher le remède à la situation présente du producteur européen .....	273
--	-----

## XXI

## LE COMMERCE DE LA VIANDE EN FRANCE

Le producteur, le chevillard, le boucher et le consommateur. — Histoire économique d'un bœuf allant de l'étable de l'éleveur sur la table du consommateur .....	283
---	-----

## XXII

## EN VACANCES — LA SUISSE AGRICOLE

Les hautes vallées d'Uri et du Rhône, et l'agriculture. — Circulaire du ministre de l'agriculture sur les semences. — Un exemple de culture productive du blé dans les sols pauvres de la Franche-Comté .....	298
---	-----

## XXIII

## LA CINQUIÈME EXPOSITION SUISSE D'AGRICULTURE A NEUCHATEL

L'aspect de Neuchâtel. — Résultats numériques de l'Exposition. — Le bétail de la Suisse. — La station de contrôle de semences de Zurich.....	308
--	-----

## XXIV

## EXPOSITION D'AGRICULTURE A NEUCHATEL

L'industrie laitière à l'exposition d'agriculture de Neuchâtel. — Le commerce et l'exportation des produits du lait. — Le sucre de lait et l'homéopathie.....	318
---	-----





















## ORIENTAÇÕES PARA O USO

Esta é uma cópia digital de um documento (ou parte dele) que pertence a um dos acervos que fazem parte da Biblioteca Digital de Obras Raras e Especiais da USP. Trata-se de uma referência a um documento original. Neste sentido, procuramos manter a integridade e a autenticidade da fonte, não realizando alterações no ambiente digital – com exceção de ajustes de cor, contraste e definição.

**1. Você apenas deve utilizar esta obra para fins não comerciais.** Os livros, textos e imagens que publicamos na Biblioteca Digital de Obras Raras e Especiais da USP são de domínio público, no entanto, é proibido o uso comercial das nossas imagens.

**2. Atribuição.** Quando utilizar este documento em outro contexto, você deve dar crédito ao autor (ou autores), à Biblioteca Digital de Obras Raras e Especiais da USP e ao acervo original, da forma como aparece na ficha catalográfica (metadados) do repositório digital. Pedimos que você não republique este conteúdo na rede mundial de computadores (internet) sem a nossa expressa autorização.

**3. Direitos do autor.** No Brasil, os direitos do autor são regulados pela Lei n.º 9.610, de 19 de Fevereiro de 1998. Os direitos do autor estão também respaldados na Convenção de Berna, de 1971. Sabemos das dificuldades existentes para a verificação se uma obra realmente encontra-se em domínio público. Neste sentido, se você acreditar que algum documento publicado na Biblioteca Digital de Obras Raras e Especiais da USP esteja violando direitos autorais de tradução, versão, exibição, reprodução ou quaisquer outros, solicitamos que nos informe imediatamente ([dtsibi@usp.br](mailto:dtsibi@usp.br)).