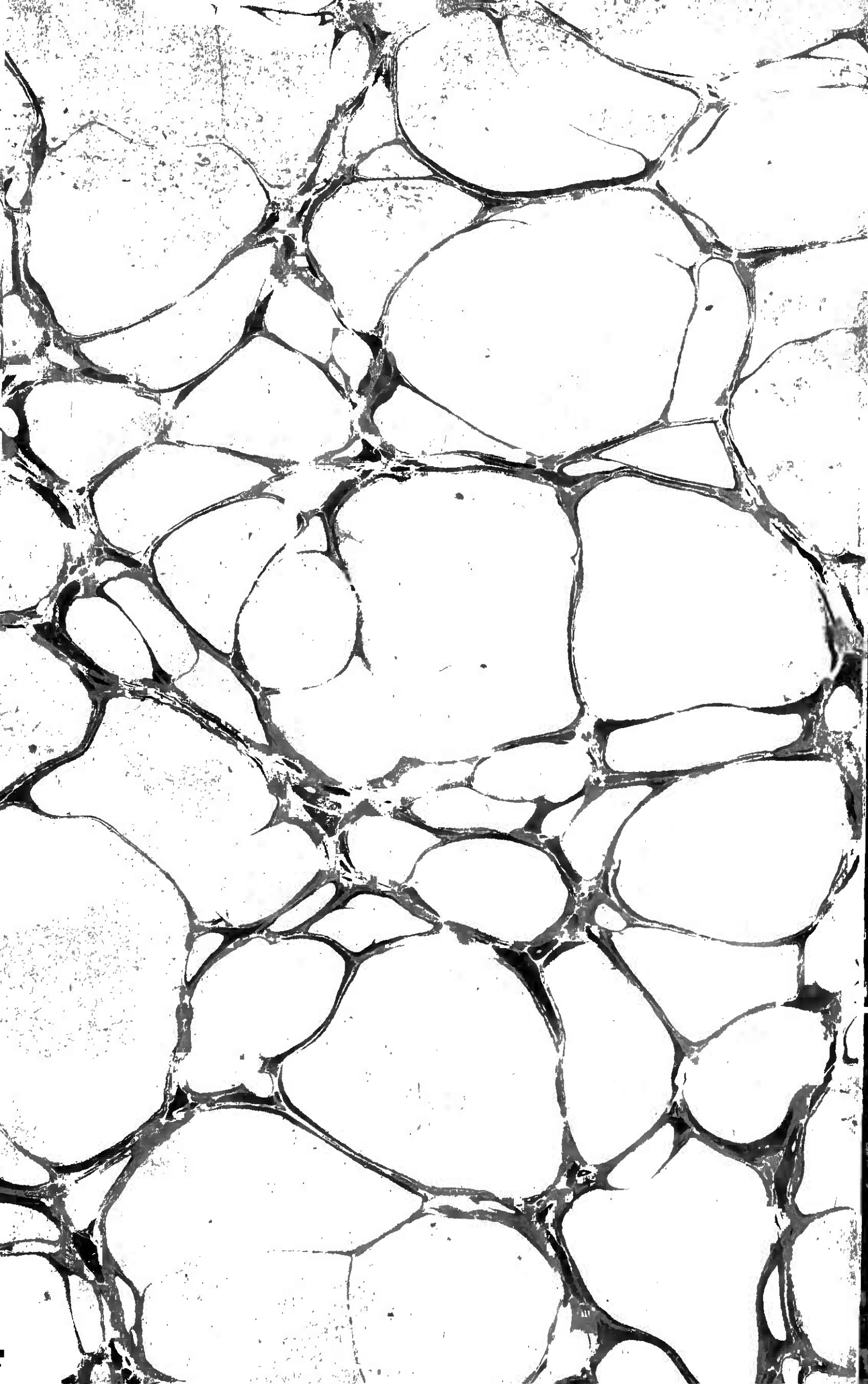






Nº 14805



Handwritten signature in cursive script, possibly reading "Handwritten signature".

ÉTUDES AGRONOMIQUES

1892-1895

COULOMMIERS
Imprimerie PAUL BRODARD.

ÉTUDES AGRONOMIQUES

PAR

L. GRANDEAU

Directeur de la Station agronomique de l'Est,
Inspecteur général des Stations agronomiques,
Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers.

SEPTIÈME SÉRIE (1892-1895)

Illustrée de 5 photogravures

LOUIS PASTEUR — FR. HERMANN HELLRIEGEL

LA NUTRITION DES LÉGUMINEUSES — LES ENGRAIS VERTS

LE SULLA — LE CHAMP D'EXPÉRIENCES DU PARC DES PRINCES
RÉCOLTES DE 1892 A 1895

LES ENGRAIS AZOTÉS AU PARC DES PRINCES — UNE EXCURSION EN 1895
DANS LE VIGNOBLE BOURGUIGNON

COMMERCE DES GRAINES DE SEMENCES — RECHERCHES DE B. DYER
SUR LA FERTILITÉ DES TERRES

LA PETITE CULTURE ET LE COMMERCE DES ENGRAIS

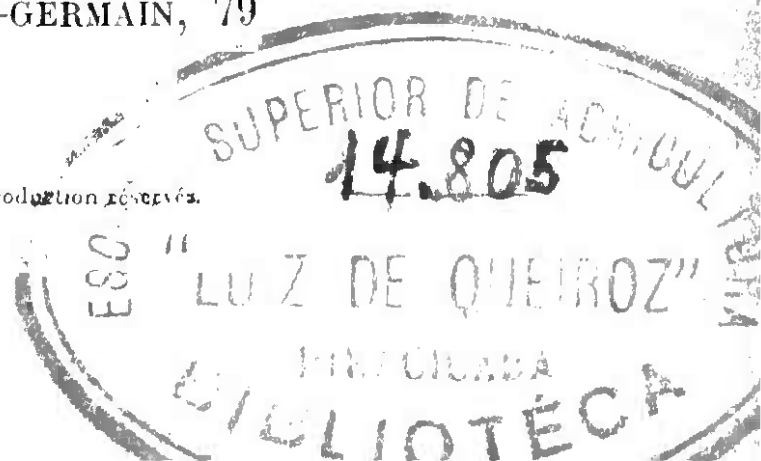
PARIS

LIBRAIRIE HACHETTE ET C^{ie}

79, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 79

1896

Droits de traduction et de reproduction réservés.



Phi

14-12 1956

"Dr. J. L. de la Cruz" - d
1490, 50 (P. 2)

AVANT-PROPOS

Avant de présenter au lecteur cette nouvelle série des *Études agronomiques*, je désire expliquer la principale cause du retard apporté à sa publication. La 6^e série a paru à la fin de 1892, les expériences du Parc des Princes étaient à leur début : j'en ai, à cette date, exposé le plan général en faisant connaître la disposition du champ d'expériences, la nature et les conditions du sol et des fumures, le programme et le but principal des essais. L'objectif que je poursuis depuis de longues années est l'étude des moyens économiques à mettre en œuvre pour obtenir, dans les sols médiocres, des rendements rémunérateurs. Dans les expériences du Parc des Princes j'ai principalement en vue de démontrer, par une succession des récoltes, la possibilité de transformer

économiquement en un sol fécond une terre quasi stérile par elle-même : j'ai l'espoir que les résultats obtenus pourront servir, à la fois, d'exemple et d'encouragement aux nombreux cultivateurs des terrains pauvres, qui couvrent, en France, de si grandes étendues de terrain.

Or, pour tirer d'essais culturaux, entrepris sur une échelle nécessairement restreinte, des conclusions applicables à la pratique, la première condition est de les prolonger suffisamment pour diminuer l'influence des circonstances accidentelles et pouvoir constater l'action des fumures sur une succession de récoltes convenablement choisies. J'ai donc dû attendre, avant de résumer les faits observés, jour par jour, dans le champ de la Station agronomique de l'Est, qu'une période d'expériences assez longue me permît des déductions pratiques, relativement à l'influence des fumures introduites la première année dans le sol (1892). — Le champ du Parc des Princes a successivement porté, depuis sa création, deux récoltes de pommes de terre, du blé, de l'avoine et des lupins. L'étude comparative de l'action des divers phosphates sur les quatre premières récoltes met en relief un certain nombre de faits dont les cultivateurs des sols siliceux pourront, je l'espère, tirer profit pour élever les rendements des plantes sarclées et des céréales dans

leurs exploitations. — Une grande partie de la septième série des *Études* est consacrée à l'exposé et à la discussion des résultats du champ d'expériences (du printemps de 1892 à l'automne de 1895).

Dans les conditions nouvelles qu'un ensemble de circonstances a créées à l'agriculture continentale, la nécessité d'accroître économiquement les rendements du sol et d'obtenir des produits d'une qualité supérieure s'impose, de plus en plus, aux propriétaires et aux exploitants de la terre qui chercheraient en vain une panacée dans les mesures fiscales. Le prix du blé est là pour le montrer.

Le prix des denrées agricoles ne paraît pas devoir se relever dans des proportions suffisantes pour devenir rémunérateur, dans le cas de faibles rendements. C'est donc la diminution du prix de revient par l'accroissement des rendements qui, chaque jour davantage, me semble, le plus sûr élément de succès, dans la transformation imposée à l'agriculture par un ensemble de causes, au premier rang desquelles il faut placer la surproduction générale de certains produits, les céréales particulièrement. Il faut arriver à produire économiquement plus de blé, par exemple, sur des surfaces moindres, et consacrer à l'élevage et à la production de la viande, le terrain laissé disponible par une réduction des emblavures.

Les éléments du progrès qu'appellent les con-

ditions difficiles de l'agriculture contemporaine sont nombreux; parmi les plus efficaces je citerai les suivants : labours profonds, propagation des engrais verts, fumure minérale abondante (notamment en acide phosphorique), bon choix de semences, semailles en ligne, création et entretien de prairies. J'ai fait dans les *Études* une large part à l'exposé du rôle de ces principaux facteurs des hauts rendements.

La question des fumures vertes mérite d'attirer tout spécialement l'attention des cultivateurs. Conséquence directe des admirables révélations de L. Pasteur sur le rôle des infiniment petits dans la nature, la découverte d'Hellriegel sur l'acte fixateur de l'azote atmosphérique par les légumineuses a déjà rencontré des applications culturales très heureuses. On les trouvera exposées dans les premiers chapitres.

La mise en valeur des terrains pauvres par la culture du lupin et de quelques autres légumineuses a été couronnée d'un succès complet dans l'exploitation de Lupitz, devenue entre les mains de M. le Dr Schultz un modèle d'autant plus intéressant à étudier qu'une expérience de près de quarante années a sanctionné la méthode de ce praticien éminent, qui repose sur l'introduction régulière des cultures intercalaires de légumineuses, dans l'assolement des terres pauvres.

On ne saurait trop insister, surtout auprès de nos petits cultivateurs, sur le choix des semences, l'achat des engrais, les moyens de prévenir les fraudes et d'écartier leurs conséquences désastreuses pour nos campagnes. C'est par centaines de millions que se comptent, tous les ans, les dépenses engagées par l'approvisionnement du sol français en semences et en engrais : aussi n'ai-je pas craint d'entrer dans des détails circonstanciés sur les moyens simples auxquels le cultivateur doit recourir pour se mettre à l'abri du vol.

A aucune époque, les matières fertilisantes n'ont été offertes à aussi bon marché : l'agriculteur doit profiter de cette circonstance favorable pour accroître économiquement sa production afin d'atténuer, dans la plus large limite possible, l'avilissement du prix de la plupart des denrées qu'il récolte. J'espère que mes lecteurs trouveront dans les résultats des expériences du Parc des Princes de 1892 à 1893 des indications utiles pour atteindre ce but.

La discussion de la récolte des céréales en 1894, sa comparaison avec celles des années antérieures, mettent en évidence les progrès considérables accomplis par l'agriculture française dans la dernière période décennale. On trouve, notamment dans ces rapprochements, un puissant encou-

agement à améliorer le régime des fumures ; en effet, l'accroissement notable du rendement en blé, depuis dix ans, a coïncidé avec le développement de l'emploi des engrais commerciaux.

J'ai voulu visiter, à quatre ans de distance, la côte de Bourgogne afin de constater à nouveau l'état des parties trop peu étendues, hélas ! du vignoble bourguignon dont les vieilles vignes françaises sont encore défendues contre le phylloxéra. Cette excursion m'a confirmé dans l'opinion que j'ai émise dans la précédente série d'*Études* en affirmant la possibilité de sauver le vignoble champenois des atteintes du fléau, si l'on y apporte le soin et la ténacité que les propriétaires de certains grands crus de la côte d'Or ont mis à défendre leurs vieux cépages, au grand avantage de la qualité de leurs vins exquis.

L'accueil que ces *Études* ont jusqu'ici rencontré me fait espérer que cette nouvelle série aura la bonne fortune de ses devancières et contribuera peut-être aussi, dans une limite si modeste que ce soit, au progrès de la première de nos industries, à la prospérité de laquelle est si étroitement liée celle du pays tout entier.

L. GRANDEAU.

Paris, 15 mars 1896.

ÉTUDES AGRONOMIQUES

SEPTIÈME SÉRIE

1892-1895

I

LOUIS PASTEUR ¹

C'est sous le coup d'une émotion profonde, causée par la mort du grand homme de bien, du savant illustre entre tous, du maître incomparable auquel m'attachaient, depuis trente-huit ans, l'amitié la plus respectueuse et l'admiration la plus vive, que je viens apporter mon humble hommage au bienfaiteur de l'humanité. Les découvertes et les progrès que la science, l'agriculture et l'industrie doivent à L. Pasteur, découvertes dont une seule eût immortalisé son nom, les lecteurs des *Études agronomiques* les connaissent. Ils ont été tenus au courant de ces

1. Ces lignes ont été écrites au lendemain de la mort de L. Pasteur, 29 septembre 1895.

admirables travaux : tous savent quelle source de richesse ils ont été pour l'agriculture et pour l'industrie ; beaucoup d'entre eux, sans doute, se rappellent le mot heureux du savant naturaliste anglais Huxley : « Les découvertes de Pasteur suffiraient pour couvrir la rançon de cinq milliards payés à l'Allemagne par la France ». Je ne tenterai donc pas, devant la tombe qui vient de se fermer, en présence du deuil de la France et des nations civilisées, de retracer, même à grands traits, une œuvre connue de tous. Je voudrais seulement rappeler ici l'idée maîtresse de cette carrière scientifique, le caractère dominant de cette vie, si simple par les événements qui l'ont remplie, si grande par les bienfaits qui en ont marqué les différentes étapes.

L'œuvre immense de Pasteur se peut résumer en un mot : la découverte d'un monde nouveau, le monde des infiniment petits.

La découverte et l'étude des microbes, bactéries, vibrions, etc., qui, malgré leur nombre incommensurable, échappent à nos sens par leur petitesse, mais dont le rôle dans la nature surpasse en grandeur et en intensité celui des êtres supérieurs, d'ailleurs sous leur dépendance absolue, devaient produire, dans la science de la vie, la révolution la plus considérable qui eût encore marqué son développement. A travers les plus grandes difficultés expérimentales qui eussent lassé la patience et déconcerté la sagacité de tant d'autres savants, Pasteur démontra que la production de l'alcool, des acides lactique, acétique et butyrique, la putréfaction des substances organiques, la formation du pus, etc., sont des phénomènes corrélatifs de la vie, essentiellement dus à l'action des

germes microscopiques répandus à profusion dans l'atmosphère.

Quels sont ces germes et quel est leur mode d'action? Ces germes sont des êtres vivants soumis à la loi fondamentale propre à tout ce qui vit : l'emprunt au monde extérieur des matériaux nécessaires à leur évolution. La fonction qu'on désigne d'un mot — *l'alimentation* — ne caractérise pas exclusivement, comme on l'admettait avant les découvertes de Pasteur, les plantes et les animaux supérieurs : comme eux, les bactéries et les vibrions se nourrissent et puisent dans le monde extérieur les éléments nécessaires à leur entretien. Là est le point de départ et la cause véritable des fermentations, de la putréfaction, etc. Les micro-organismes consomment de l'oxygène comme les êtres supérieurs : comme eux, ils ont besoin de rencontrer dans leurs aliments le carbone, l'azote et les substances minérales indispensables à toutes les manifestations de la vie. Mais, tandis que les plantes et les animaux proprement dits doivent trouver, dans le milieu ambiant, l'oxygène libre indispensable à la formation de leurs tissus et aux combustions dont ils sont le siège, les infiniment petits ont, la plupart, des exigences et des aptitudes physiologiques toutes différentes. De même, vis-à-vis des composés carbonés et azotés qui entrent dans leur constitution.

Par une série d'admirables recherches, modèles parfaits de méthode scientifique et d'investigation expérimentale, Pasteur est arrivé à isoler, à cultiver ces petits êtres et à définir la fonction spéciale propre à nombre d'entre eux.

Il a été conduit à ranger les êtres microscopiques

dans deux groupes bien distincts, sous le rapport de leur mode de nutrition. Les uns puisent directement tout leur oxygène dans l'atmosphère, les autres — les ferments proprement dits, en particulier — sont aptes à décomposer les substances chimiques définies, le sucre par exemple, pour leur emprunter l'oxygène et le carbone nécessaires à leur accroissement. Sur certains microbes, l'oxygène libre agit comme un véritable poison et les tue. Les premiers ont reçu le nom générique d'*aérobies* (qui vivent de l'air); Pasteur a, par opposition, appelé les autres *anaérobies* (vivant sans air).

C'est donc pour se nourrir que les ferments dissocient les composés élaborés par la plante ou l'animal; ils s'accroissent sous l'influence de cette alimentation, et loin d'être détruits ou de disparaître dans l'acte de la fermentation, comme on le pensait, ils augmentent de volume et de poids. Cette grande découverte a jeté sur les phénomènes de la vinification, de la production de l'alcool, du vinaigre, etc., une lumière éclatante dont l'industrie a recueilli les immenses profits que l'on sait.

En agronomie, elle a conduit à démontrer le processus de la formation de l'humus, le mécanisme de la nitrification, le rôle fixateur de l'azote des légumineuses. Ces trois phénomènes d'où dépendent essentiellement la fertilisation du sol et la production agricole, demeurés tout à fait obscurs jusqu'à ces dernières années, sont étroitement liés à la présence de micro-organismes dans le sol qui en fourmille : le rôle des bactéries, dévoilé par Pasteur, en a fourni la première explication vraie. En montrant, partout où l'on ne voyait que des modifications purement chi-

miques, l'action incessante et colossale de germes vivants, Pasteur a imprimé à l'agronomie, comme à l'industrie et à la médecine, une impulsion que, malgré sa grandeur, il regardait comme un simple commencement, répétant fréquemment cette prédiction présente à l'esprit de ses disciples : « Vous verrez comme tout cela s'agrandira plus tard ! Oh ! si j'avais encore le temps ! »

La philosophie naturelle doit à Pasteur la démonstration scientifique des conditions de la perpétuité de la vie à la surface du globe. Lavoisier avait pressenti le rôle de la putréfaction dans la restitution à l'atmosphère et à la terre des matériaux empruntés à ces milieux par les êtres vivants. Le génie de Pasteur a dévoilé le mécanisme des actes biologiques qui remettent en circulation les éléments un instant groupés dans le moule idéal qui donne aux êtres vivants la forme et l'aspect que nous leur connaissons. En perpétuelle transformation durant la vie, les matériaux du corps des animaux et des plantes se désagrègent promptement, après la mort, sous l'influence des infiniment petits : leurs éléments se dissolvent ou se gazéifient et, finalement, font retour à l'atmosphère et au sol, pour servir d'aliments à de nouvelles générations.

Sans les microbes, toute production vivante disparaîtrait, en un temps donné, de la surface du globe. Les matériaux accumulés par les plantes et les animaux encombreraient bientôt la terre, si les bactéries et les vibrions, avec l'activité prodigieuse dont on ne peut aisément se faire idée dans le silence et le calme où ils accomplissent leur mission, ne venaient les dissocier et les faire rentrer dans de nouveaux cycles de vie. « Le germe c'est la vie. »

Rien ne vient de rien, et les germes qui flottent innombrables dans l'atmosphère sont le point de départ et la condition *sine quâ non* de toute manifestation vitale sur notre planète. Aucune voix aujourd'hui n'oserait s'élever, en présence des irréfutables arguments que l'expérience a fournis à Pasteur, pour soutenir l'antique doctrine des générations spontanées. Au fur et à mesure de son développement, auquel on ne saurait, dès à présent, assigner une limite, la doctrine pastoriennne nous révèle la spécificité du rôle des infiniment petits. Bien loin d'être le résultat de générations spontanées, tous les phénomènes propres aux êtres vivants et à leurs productions nous apparaissent aujourd'hui indissolublement liés à la présence et à la vie de germes spécifiques, les uns bienfaisants, les autres apportant avec eux la maladie et la mort.

Ici se montre, dans ce qu'elle a de plus élevé, l'œuvre grandiose du maître. Au cours des études qui lui révèlent la véritable nature des fermentations, il découvre le rôle malfaisant de certains microbes auteurs des altérations du vin et d'autres liquides et les moyens de les combattre pratiquement avec succès.

Dès lors, les maladies infectieuses de l'homme et des animaux vont devenir l'objet constant de recherches qui aboutiront un jour à la vaccination du charbon, à la guérison de la rage et de la diphtérie.

En 1865, le désastre causé par la maladie des vers à soie était à son comble; dans cette seule année, elle causait une perte de 100 millions de francs aux départements du Midi. Rien n'avait pu enrayer le fléau

dont la cause inconnue n'avait cédé devant aucun traitement. J.-B. Dumas fit appel au patriotisme de Pasteur; il lui demanda d'entreprendre l'étude de la maladie et d'en chercher le remède. Tout entier à ses études sur les ferments organisés, dans lesquels il entrevoyait la cause des maladies contagieuses, Pasteur redoutait d'abandonner la voie où il était si heureusement engagé, pour aborder l'étude d'une maladie dont les origines, les manifestations et le traitement étaient alors complètement obscurs. Il céda cependant aux vives instances de Dumas qui lui représentait la misère des populations agricoles dont l'éducation du ver à soie était l'unique ressource. — Le 6 juin 1865, il partait pour Alais et, quelques heures après son arrivée, il constatait la présence, dans les vers, de corpuscules microscopiques qu'il regarda, dès le premier moment, comme le point de départ de l'effroyable épizootie qui ravageait les magnaneries du Midi. Pasteur ne consacra pas moins de trois années aux difficiles et laborieuses recherches que couronna un succès complet. Les causes de la pébrine et de la flacherie étaient découvertes et ces maladies vaincues; la misère des éleveurs allait disparaître, mais le bienfaiteur des départements du Midi devait payer chèrement cette nouvelle victoire de la science. Peu après son retour d'Alais, en octobre 1868, il était frappé d'hémiplégie. Au mois de janvier suivant (1869), bien qu'entièrement paralysé du côté gauche et ne pouvant faire un pas dans la chambre, il voulut repartir pour le Midi (Saint-Hippolyte-du-Fort, près d'Alais), afin de réduire à néant, par de nouvelles expériences, les oppositions aussi mal fondées que malveillantes, soulevées par le

mode de grainage du ver à soie qui avait triomphé de l'épidémie.

Au printemps de 1869, il revenait à Alais, puis se rendait en Autriche pour y suivre à nouveau, dans toutes leurs phases, des éducations de vers à soie, depuis la graine jusqu'au cocon : les résultats confirmèrent pleinement la sûreté de la méthode prophylactique dont il avait doté la sériciculture.

Après l'année terrible, dont les désastres affectèrent si profondément son âme patriotique, Pasteur reprit, avec une énergie que sa santé chancelante rendait redoutable à son entourage, les travaux momentanément suspendus par les malheurs de la patrie. De cette époque datent ses *Études sur la bière*, dont le dernier chapitre est un résumé magistral des principes qui, depuis vingt ans, l'ont dirigé dans ses recherches.

Le moment est venu, pour lui, d'appliquer sa méthode à l'étude de l'étiologie des maladies contagieuses, à leur prophylaxie et à leur guérison. La rénovation des pratiques médicales va être la conséquence des découvertes sur la septicémie, le charbon, le choléra des poules, le rouget du porc, les virus atténués ou vaccins (vaccin du charbon et du rouget), la suppression de la fièvre puerpérale et de l'infection purulente; enfin, comme couronnement de ce merveilleux édifice, la guérison de la rage et, dans les mains de l'un de ses éminents disciples, la cure de la diphtérie.

La pierre angulaire de cet édifice, c'est la culture des microbes et de leurs produits. Isoler les organismes inférieurs spécifiques, trouver le milieu nutritif nécessaire au développement de chacun d'eux, le mode

d'atténuation qui les transforme en vaccins, voilà l'œuvre de vingt années d'expériences incessantes, d'essais entourés de difficultés telles qu'on ne sait ce qu'on doit admirer le plus, du génie ou de la patience de celui que rien n'a découragé dans cette lutte sans précédent dans l'histoire des sciences.

Pasteur est entré vivant dans l'immortalité. La France et avec elle les nations civilisées ont élevé un véritable temple à la méthode pastoriennne par la création de l'*Institut* dont les bienfaits rayonnent sur le monde entier. L'inoubliable cérémonie du 27 décembre 1892 a groupé autour du maître vénéré les personnalités les plus éminentes de la science contemporaine, accourues des divers points du monde civilisé pour fêter son 70^e anniversaire. Hier, tout un peuple, où se confondaient dans une touchante et vibrante unanimité de regrets, hommes d'État, savants, disciples et amis, se pressait autour de la dépouille mortelle de celui qu'accompagnaient, de leurs pleurs et de leurs bénédictions, nombre de malheureux, arrachés à l'horrible mort de la rage ou de la diphtérie.

La postérité aura peine à comprendre comment la vie de cet homme, aussi grand par le cœur que par le génie, a pu être troublée par les attaques et les injures qui ont marqué chacune de ses glorieuses étapes. Si les envieux n'ont pu, à aucun moment de sa carrière, ébranler, même un instant, la solidité de son œuvre humanitaire et scientifique; si même la violence des critiques a contribué à la perfection de cette œuvre par la surabondance de preuves qu'elle a conduit Pasteur à accumuler, pour défendre ses découvertes, il n'en est pas moins vrai, malheureu-

sement, que les contradictions brutales de ses adversaires et les invectives d'une certaine presse ont eu sur la santé du grand physiologiste une influence néfaste qui a abrégé ses jours.

L'éclatant hommage que la France rendait samedi à cette noble existence, entièrement consacrée à la science et à l'humanité, la venge de toutes les petites tesses qui l'ont attristée.

L'universalité des regrets — sans rien faire oublier — apporte une consolation à ceux qui, comme nous, ont connu, aimé et vénéré le grand homme de bien, le génie qui fut Louis Pasteur

II

M. HERMANN HELLRIEGEL

La méthode pastoriennne et la fixation de l'azote atmosphérique par les légumineuses. — Court historique de la découverte d'Hellriegel et Wilfarth.

Si considérables que soient déjà les progrès imprimés à la médecine, à l'industrie et à l'agriculture par le génie de Pasteur, l'avenir justifiera cette parole qu'il aimait à répéter à ses disciples : « Vous verrez comme tout cela s'agrandira plus tard ». Cette prévision se réalisera, sans nul doute, l'œuvre immense de Pasteur ne consistant pas seulement dans la découverte de faits de première importance, mais dans la création de méthodes dont l'application à l'étude de tous les phénomènes de la vie offre un champ illimité et promet de nouvelles et de nombreuses conquêtes.

La découverte capitale du rôle des infiniment petits dans les phénomènes biologiques a déjà jeté une lumière inattendue sur les véritables causes et conditions de la nitrification dans le sol, de la formation de l'humus, de la digestibilité des principes azotés et amylacés des aliments et des fourrages. Les travaux

classiques de Th. Schlœsing, Müntz, Winegradsky, Duclaux, etc., sur ces questions, d'un intérêt primordial pour l'agriculture, ont eu pour point de départ la découverte des microbes et bactéries dont fourmille le monde terrestre. En montrant que la stérilisation momentanée ou définitive des milieux y suspend ou y détruit toute transformation de la matière, la méthode pastoriennne a dévoilé le lien nécessaire qui subordonne tout acte de nutrition à la présence d'êtres microscopiques, dans les milieux destinés à servir de siège à cette fonction. Or, la nutrition, qu'on l'envisage chez l'animal ou chez la plante, est l'acte fondamental duquel dépend la production agricole. On peut donc affirmer que l'agriculture, déjà redevable de tant de bienfaits à Pasteur, qui lui a enseigné à sauver son bétail, ses vers à soie, ses vins, des maladies qui dévastaient naguère les étables, les magnaneries et les celliers, lui devra, dans l'avenir, des progrès marchant de pair avec les applications de la micro-biologie à l'étude des sols, des plantes et des animaux.

Aucun exemple, je crois, n'est plus propre à mettre en relief le pas énorme que la méthode pastoriennne a fait franchir à la physiologie végétale et à l'agriculture que l'histoire de la découverte d'Hellriegel, dont la mort vient d'infliger à la science agronomique et à l'agriculture une perte vivement ressentie.

Le 24 septembre 1895, quelques jours avant la mort de Pasteur, s'éteignait dans une petite ville du duché d'Anhalt, Hermann Hellriegel, directeur de la Station agronomique de Bernburg, dont le nom restera attaché à l'une des plus importantes découvertes de l'agronomie : la fixation de l'azote atmo-

sphérique par les légumineuses. Née de l'application de la doctrine pastoriennne à l'étude des conditions de végétation des plantes de deux familles botaniques bien différentes, les céréales et les légumineuses (trèfle, luzerne, pois, etc.), la grande découverte d'Hellriegel est venue résoudre définitivement un problème dont la solution avait échappé complètement jusqu'ici aux recherches des plus habiles expérimentateurs, tels que J.-B. Boussingault, en France, Lawes, Gilbert et Pugh, en Angleterre, pour ne citer que les plus éminents. Un coup d'œil rapide sur l'historique de cette découverte donnera un exemple frappant de la fécondité de la méthode pastoriennne et de la lumière, chaque jour plus éclatante, que son application à la recherche des lois de la vie végétale et animale jettera sur les phénomènes d'un si haut intérêt pour l'agriculture.

Lorsque je fis la connaissance d'Hellriegel, avec lequel je n'ai cessé, depuis trente ans bientôt, d'entretenir des relations amicales, il était directeur de la Station agronomique de Dahme (petite localité de la province de Brandebourg), fondée en 1857, par une association de cultivateurs du cercle de Jüterborg-Rückenwalder. C'était en 1867 : M. Duruy, ministre de l'instruction publique, et M. Monny de Mornay, directeur au Ministère de l'agriculture, m'avaient donné la mission d'étudier l'organisation des Stations agronomiques à l'étranger. Le nom d'Hellriegel était déjà très connu en Allemagne et l'établissement de recherches qu'il dirigeait me fut signalé comme l'un des plus intéressants à visiter, en raison de la valeur de l'homme placé à sa tête et des travaux qu'on y poursuivait depuis une dizaine d'années.

A cette époque, Hellriegel étudiait expérimentalement les exigences alimentaires de quelques-uns des végétaux de la grande culture : céréales, pommes de terre, betteraves, etc., à l'aide de cultures en sol, stérile par lui-même, additionné de quantités variables de principes nutritifs. Ces recherches physiologiques, très délicates, auxquelles il a consacré une longue série d'années, lui ont permis de réunir un ensemble d'observations du plus haut intérêt sur le développement des racines, sur les quantités d'eau nécessaires à la production des principales récoltes, sur les quantités minima de principes nutritifs exigés par les plantes de la grande culture (acide phosphorique, potasse, azote), etc. Complétées par des essais de culture en rase campagne, ces recherches physiologiques ont conduit leur auteur, notamment en ce qui regarde la culture de la betterave sucrière, à des conclusions dont la pratique a tiré un grand profit.

H. Hellriegel, né à Pegau, en Saxe, le 24 octobre 1831, avait été le premier directeur de la Station agronomique fondée à Dahme, dans le Brandebourg, en 1857. Après une interruption de près de dix ans (1873 à 1882), interruption motivée par des raisons de famille, il vint prendre la direction de la Station érigée à Bernburg, à laquelle il est resté attaché jusqu'à sa mort.

La Station de Bernburg possède une excellente installation, des laboratoires bien aménagés, un champ d'expériences d'un hectare et des salles de végétation, précieuses par leurs dispositions pour suivre des expériences sur les végétaux, dans les conditions les plus variées, et en même temps les plus

voisines de celles de la grande culture, sous le rapport des influences climatériques (insolation, abri, éclairage, aération, pluie, etc.). L'association de l'industrie sucrière subventionne largement la Station de Bernburg à laquelle sont attachés quatre préparateurs (assistants), chimistes et physiologistes. Le budget annuel de cet établissement est de 30 000 francs environ. La station est exclusivement consacrée aux recherches sur la nutrition des plantes et particulièrement de la betterave : la station ne fait pas d'analyses pour le public.

C'est dans le calme de ces petites villes, loin des agitations et des compétitions des grands centres, que cet homme modeste, infatigable travailleur, esprit aussi aimable que sagace, poursuit durant près de trente ans d'importants travaux sur la nutrition des végétaux, dont le couronnement devait être la solution du problème de l'alimentation azotée des légumineuses, vainement cherchée par ses prédécesseurs dans cette étude. On aura la mesure de la patience de ce travailleur obstiné quand on saura que les premières observations qui l'ont déterminé à entreprendre les longues et délicates expériences, dont la découverte de la fixation de l'azote a été le résultat, remontent à l'année 1862.

Pour bien faire saisir à la fois ce qu'avait d'inattendu la découverte d'Hellriegel et de son collaborateur Wilfarth, et sa relation étroite avec la doctrine microbienne, il est nécessaire de rappeler sommairement les origines de la question.

On a, pour ainsi dire de tout temps, attribué aux légumineuses la faculté d'enrichir le sol dans lequel elles croissent. Les expériences de J.-B. Boussingault,

celles de Lawes et Gilbert, et plus récemment les cultures de Schultz à Lupitz ont mis hors de doute que, tout en produisant, sans engrais azoté, des récoltes qui emportent avec elles des quantités d'azote beaucoup plus considérables que les céréales, les légumineuses laissent dans la terre un approvisionnement en ce principe fertilisant qui permet d'obtenir, après le trèfle, la luzerne ou le lupin, par exemple, et, sans apport de fumier, une abondante récolte de blé ou de toute autre céréale. Le rôle améliorateur des légumineuses est donc connu depuis bien longtemps et, sur ce point, toutes les observations des cultivateurs sont concordantes. La présence de ces végétaux sur la terre, loin d'appauvrir celle-ci en azote, l'enrichit. Comment ce fait incontesté peut-il s'expliquer? C'est là le problème qui a excité la sagacité de tant d'expérimentateurs et dont la solution n'a été donnée qu'en 1886, par la découverte d'Hellriegel et Wilfarth.

J.-B. Boussingault, vers 1856, dans une longue série d'expériences conduites avec la sagacité et la rigueur dont tous ses travaux portent l'empreinte, entreprit d'élucider la question de l'assimilation de l'azote atmosphérique par les plantes et par les légumineuses en particulier. Son plan d'expérimentation peut se résumer en quelques mots; il consistait : 1^o à semer dans un sol artificiel (sable, brique, pierre, etc.), *préalablement calciné* pour détruire toutes les matières organiques et notamment les composés azotés, des graines dont la teneur en azote était exactement connue; 2^o à fournir à ces graines les matériaux minéraux (potasse, acide phosphorique, etc.) autres que l'azote, indispensables au développement de la plante; 3^o à doser dans la

récolte et dans le sol, après l'expérience, l'azote total qui pouvait s'y trouver et à évaluer, par différence avec le taux d'azote de la semence, les quantités de ce corps qu'avait fixé la récolte.

Au cours de ces recherches, Boussingault constata tantôt des gains d'azote tout à fait minimes, tantôt des pertes d'ordre aussi faible, et finalement arriva à cette conclusion que les végétaux, y compris les légumineuses, ne fixent pas directement l'azote gazeux de l'air. La question restait donc entière et la source d'enrichissement en azote du sol qui a porté des légumineuses, ainsi que celle de l'azote assimilé par ces plantes, demeurait tout à fait obscure.

La méthode expérimentale que je viens de rappeler et qui est connue généralement sous le nom de méthode de culture dans le sable est celle à laquelle Hellriegel eut recours, dès le début de sa carrière, pour étudier les exigences alimentaires des végétaux de la grande culture. Comme Boussingault, il opérait en sol stérile par lui-même, sable quartzeux débarrassé, par des lavages à l'acide, de toutes les substances solubles et, par la calcination, des matières organiques azotées et autres que le sable pouvait renfermer. Ce sable était ensuite additionné de proportions variables des principes nutritifs des végétaux, afin d'étudier les quantités minima de chacun d'eux, nécessaires pour assurer le développement parfait des plantes soumises à l'expérience.

Cette méthode, poussée par Hellriegel à un rare degré de perfection, l'a conduit à des résultats extrêmement importants sur les exigences minérales des végétaux agricoles, sur le développement de leurs

racines, sur les quantités d'eau nécessaires à la production des principales récoltes, etc. C'est au cours de ces longues séries d'expériences, par un de ces hasards dont les expérimentateurs sagaces savent seuls tirer parti, que les savants de Bernburg furent mis sur la voie qui devait les conduire à leur grande découverte. Voici comment : depuis plusieurs années, Hellriegel cultivait, d'après la méthode que je viens d'indiquer, de l'orge, de l'avoine, des pois, du trèfle, etc. Les aliments étaient ajoutés au sable calciné sous forme de solutions nutritives (acide phosphorique, nitrate, potasse, etc.). Pour les céréales, la récolte se montrait sensiblement proportionnelle à la quantité de sel azoté mis à sa disposition; en aucun cas, l'orge ni l'avoine ne se développaient, comme l'avait autrefois constaté Boussingault, en présence d'une solution nutritive dans laquelle l'azote (nitrate) faisait complètement défaut.

Les légumineuses, au contraire, se comportaient irrégulièrement; la plupart du temps, comme l'orge et l'avoine, elles végétaient à peine; mais dans quelques vases, en apparence placés dans des conditions absolument identiques, les pois prenaient un certain développement, quelques-uns arrivaient à fleurir. Ces différences, inexplicables dans l'état des connaissances acquises, Hellriegel eut l'idée d'en chercher l'explication dans l'examen comparatif des racines des plantes bien développées et des plantes mal venantes. Il constata, sur les premières, la présence de nodosités nombreuses qui faisaient absolument défaut sur les secondes et se demanda si ces nodosités ne jouaient pas un rôle dans la nutrition des individus qui en étaient pourvus et si ce rôle n'appartiendrait

pas à des micro-organismes enfermés dans ces nodosités. Tel fut le point de départ de nouvelles séries d'expériences méthodiquement conduites, d'après cette idée préconçue, et qui devaient aboutir à la solution de la question.

Le 20 septembre 1886, dans une note lue à la Société des naturalistes réunie à Berlin, Hellriegel fit connaître sommairement les expériences qui mettaient en évidence la fixation de l'azote par les bactéries des nodosités et expliquaient l'alimentation azotée des légumineuses. En 1888, paraissait le magistral travail d'Hellriegel et Wilfarth où se trouvent accumulées, avec toutes les données expérimentales à l'appui, les preuves décisives de la découverte annoncée deux ans auparavant ¹

C'est l'application de la méthode pastoriennne à l'étude de ce grand phénomène qui a donné à Hellriegel et à Wilfarth la solution du problème qui s'était dérobée jusque-là à la sagacité de leurs devanciers. Lorsque Boussingault et Hellriegel lui-même, au début de ses recherches, calcinaient le sable destiné à leurs expériences, ils détruisaient, par cette opération, tous les germes que ce sol artificiel pouvait renfermer, ils le *stérilisaient* dans l'acception que Pasteur a donnée à ce mot. Les micro-organismes indispensables à la formation des nodosités des légumineuses et à leur intervention dans la fixation de l'azote atmosphérique par ces plantes étant détruits par la chaleur, il fallait, pour que le sable des vases de culture se montrât fécond, que des germes, ana-

1. La traduction complète de ce mémoire se trouve dans les *Annales de la science agronomique française et étrangère*, t. I, 1890. Chez Berger-Levrault et C^{ie}.

logues à ceux que le feu avait anéantis, fussent apportés accidentellement du dehors, soit par les semences, soit par l'air, ou directement introduits à l'aide d'une solution aqueuse d'une terre naturelle renfermant des bactéries. Ainsi s'expliquent les divergences constatées déjà par Boussingault, puis, si nettement par Hellriegel, dans les résultats d'essais de culture exécutés, *en apparence*, dans des conditions tout à fait identiques.

De même que les liquides les plus altérables, lait, sang, urine, se sont conservés intacts depuis bientôt quarante ans au laboratoire Pasteur, dans des vases stérilisés et soustraits à toute introduction de germes et de ferments, les vases qu'Hellriegel a mis, avec toutes les précautions nécessaires, à l'abri de l'accès des bactéries des légumineuses, n'ont donné d'autre récolte que celle qu'ont pu produire les matériaux contenus dans les graines elles-mêmes. Inversement, toujours comme dans les mémorables expériences de Pasteur sur la fermentation, chaque fois qu'à un sol, préalablement stérilisé par la chaleur, Hellriegel a ajouté une faible quantité, quelques centimètres à peine, d'eau contenant des bactéries, le sol, renfermant d'ailleurs les éléments nutritifs indispensables, autres que l'azoté, a produit des légumineuses parfaitement développées et qui recevaient, par l'intermédiaire des nodosités engendrées sous l'influence des bactéries, l'azote emprunté à l'atmosphère. En sol stérilisé, une graine de lupin germée donnait naissance à une plante normale, lorsqu'Hellriegel inoculait à la jeune racine une trace de matière puisée, avec un fil de platine, dans la nodosité d'un autre lupin, tandis que, dans le même vase, d'autres

graines de la même plante, non inoculées, ne dépassaient pas les phases de la germination et mouraient. Que d'analogies avec les fermentations, l'inoculation des maladies virulentes et leur prophylaxie par les vaccins!

On le voit, c'est de la méthode pastoriennne que procède immédiatement la découverte si importante de l'explication du rôle des légumineuses dans l'enrichissement du sol. Fait intéressant à noter, les nodosités des plantes de cette famille ont été étudiées et très exactement décrites il y a près de quarante ans, en 1858, par un physiologiste de Poppelsdorff, Lachmann, enlevé très jeune à la science. Lachmann avait émis déjà l'opinion que ces singuliers appendices des racines devaient être en rapport avec la faculté d'absorber l'azote gazeux que les agriculteurs attribuaient aux plantes de la famille des légumineuses. Les belles recherches d'Hellriegel et Wilfarth sont venues transformer cette hypothèse en réalité et cette démonstration sauvera à jamais de l'oubli le nom des agronomes de Bernburg.

Que de progrès dans la connaissance des lois naturelles de l'agriculture ne nous réserve pas l'application de la méthode due au génie de Pasteur! Que de voiles ne déchirera-t-elle pas! Que de bienfaits nouveaux elle viendra ajouter à ceux qui perpétueront sa mémoire à travers les âges futurs!

III

LA NUTRITION DES LÉGUMINEUSES

I. — Les nodosités des légumineuses et leurs bactéries.

On sait, depuis longtemps, que la culture des plantes de la famille des légumineuses (trèfles, luzerne, haricots, etc.) enrichit en matière azotée le sol qui a porté ces végétaux. C'est ainsi que, sur les prairies retournées, on obtient, sans recourir à l'introduction de fumure azotée, de belles récoltes de céréales. La culture des légumineuses est le moyen le plus efficace, sinon le seul connu, d'emprunter au réservoir inépuisable de l'atmosphère l'un des éléments les plus précieux des substances vivantes, l'azote. Jusqu'à ces dernières années, on ignorait entièrement les phénomènes biologiques d'où dépend cette propriété capitale des légumineuses. L'accumulation de l'azote par ces plantes était bien constatée, mais à ce fait se bornaient nos connaissances sur leur mode particulier de nutrition.

Une découverte fondamentale, couronnant vingt-

cinq années de patientes et difficiles recherches, vint, comme je le rappelais tout à l'heure, révéler à leur auteur, Hellriegel, les conditions de l'assimilation directe de l'azote gazeux de l'air par les légumineuses. Depuis 1862, Hellriegel poursuivait des études comparatives sur la nutrition azotée des plantes de diverses familles. Il réussit, en 1886, à démontrer expérimentalement la distinction profonde que présentent, sous ce rapport, les modes de nutrition des légumineuses et des graminées. Tandis que les céréales ont besoin, pour se nourrir, de trouver dans le sol les composés minéraux de l'azote (nitrates ou sels ammoniacaux), les légumineuses parcourent les phases de leur développement dans une terre privée de ces combinaisons, à la condition que cette dernière renferme certains organismes inférieurs microscopiques. Ceux-ci, qu'on nomme bactéries, provoquent à l'extrémité des radicelles des nodosités plus ou moins développées, véritables laboratoires où s'élaborent les matières azotées aux dépens de l'azote gazeux de l'air. On a appliqué à cette collaboration de la plante et des bactéries, venues du dehors, le nom de *symbiose* ou vie commune. Les nodosités se gorgent de substance azotée, analogue à l'albumine, constituant des réservoirs auxquels la plante va puiser, par un mécanisme qui n'est pas encore bien connu, les matières protéiques nécessaires à son alimentation.

Deux propositions essentielles résument la découverte d'Hellriegel en collaboration avec Wilfarth, savoir :

1° Les légumineuses semées dans un sol absolument dépourvu de composés azotés, mais renfermant

les autres principes minéraux indispensables à la nutrition des végétaux, donnent naissance à des plantes contenant des quantités de substances azotées bien supérieures à celles qui existaient dans la graine, à la condition que les nodosités des racines se développent normalement. Cette production de nodosités peut être provoquée par inoculation, c'est-à-dire par introduction, dans la plante ou dans le sol, de bactéries convenablement adaptées à l'espèce de légumineuse cultivée.

2° L'accumulation d'azote constatée ne provient pas de la fixation de composés azotés (nitrates ou ammoniacque) de l'air : elle a pour source unique l'azote gazeux assimilé par voie de symbiose (union de la bactérie avec la plante).

De nombreuses recherches entreprises dans la voie ouverte par les expériences de la station de Bernburg sont venues, depuis sept ans, confirmer et étendre la découverte d'Hellriegel et Wilfarth et préparer son application directe à la culture de nos champs. Je voudrais résumer ici les principaux faits acquis par ces recherches et faire ressortir leur importance pratique.

Nobbe et Hiltner sont parvenus à cultiver à l'état de pureté les bactéries des nodosités de diverses espèces de légumineuses : ils ont constaté que ces bactéries présentent, suivant leur origine, dans leurs propriétés physiologiques, la différence essentielle que voici : elles pénètrent aisément dans la racine des plantes des genres botaniques d'où elles sont issues et y provoquent la formation de nodosités, tandis que, inoculées à des genres voisins, elles ont une action beaucoup moindre et n'en ont plus du tout sur les racines de légumineuses d'un genre éloigné.

Citons quelques exemples démonstratifs de ce fait capital pour les applications culturales dont nous parlerons plus loin.

Dans une première expérience qui remonte à 1890, un grand nombre de pots à fleurs ont été remplis de sable calciné *absolument* privé de toute matière azotée et additionné des quantités d'acide phosphorique, de potasse, chaux, etc., nécessaires à la végétation. Nobbe a planté, dans chacun des pots d'une première série, une graine d'acacia; dans chacun des pots de l'autre série, un pois. Le sol artificiel de chaque pot a été ensuite inoculé avec des bactéries provenant de cultures pures des nodosités de l'acacia ou de celles du pois. Cette inoculation a été pratiquée par l'arrosage du sol avec une petite quantité d'eau contenant des colonies de bactéries pures de l'une ou de l'autre de ces espèces de légumineuses, tandis qu'un certain nombre de vases renfermant, soit des graines d'acacia, soit des graines de pois, n'ont reçu aucune bactérie, étant destinés à servir de témoins.

Les plantes de ces vases témoins ont manifesté très promptement les signes de l'inanition; dès que les jeunes plantes eurent consommé la réserve alimentaire renfermée dans la graine, elles cessèrent de croître et dépérèrent. Au contraire les acacias et les pois des pots dont le sol avait été respectivement inoculé avec les bactéries propres à ces végétaux se développèrent rapidement, au point que la récolte issue des graines semées renfermait, au minimum, cent fois plus d'azote que la graine elle-même.

Les pois germés dans le sol inoculé avec les bactéries de l'acacia, de même que les acacias inoculés avec les bactéries des pois, se comportèrent comme

les plantes témoins, c'est-à-dire qu'elles ne prirent aucun développement; les nodosités ne se produisirent que sur les racines des plantes inoculées par leurs bactéries spécifiques, celles des trois autres catégories de récoltes ne possédant aucune nodosité.

Ce résultat tout à fait frappant fut confirmé par les essais de culture entrepris dans les années suivantes et étendus à diverses légumineuses. Voici les principales constatations auxquelles furent conduits leurs auteurs.

Les bactéries des nodosités des pois et des acacias se montrèrent tout à fait sans action sur la serradelle (*Ornithopus sativus*), le genêt à balai, les lupins, le trèfle vulnéraire, le trèfle rouge, le trèfle incarnat, la luzerne, le mélilot. Les diverses espèces de haricots prospérèrent sous l'influence des bactéries des pois et de l'acacia, mais principalement sous l'action des premières. Les inoculations de bactéries de l'acacia se montrèrent également tout à fait inefficaces sur la fève de marais, les vesces de diverses variétés, la lentille et le pois, tandis que les bactéries du pois manifestèrent chez ces plantes une influence des plus marquées chez la formation des nodosités, et partant sur l'assimilation de l'azote. En résumé, les bactéries de l'acacia se montrèrent actives seulement vis-à-vis de l'acacia et du haricot. Cette dernière espèce de légumineuse étant très éloignée du genre acacia, Nobbe voit, dans le résultat obtenu, une preuve de la sensibilité extrême du genre haricot à l'infection par les bactéries.

Faut-il conclure des différences que nous venons de rapporter, dans la manière de se comporter des bactéries de l'acacia et de celles du pois que ces bac-

téries appartiennent à deux espèces, ou même à deux variétés distinctes, ou bien qu'elles sont seulement des formes de transition de la même espèce? L'avenir donnera sans doute une réponse décisive à ce point d'interrogation. Aujourd'hui Nobbe, d'après l'ensemble de ses recherches, se prononce catégoriquement pour la dernière interprétation. « Non seulement, dit-il, les bactéries des acacias et des pois, mais encore celles des nodosités des différents genres de légumineuses que j'ai étudiées sont des représentants d'une seule et même espèce, le *Bacterium radicola* *Beyerinck*, mais celui-ci est tellement influencé dans son mode d'action par la plante, dans les racines de laquelle il vit, que ses descendants ne possèdent leur pleine activité que vis-à-vis de l'espèce de légumineuses à laquelle appartient la plante dans les nodosités de laquelle ils se sont développés. Cette activité est plus ou moins complètement anéantie lorsqu'il s'agit des autres espèces de la même famille. »

L'expérience ayant démontré que les bactéries sont susceptibles de développement en dehors des nodosités des légumineuses — les cultures pures sur gélatine ou autrement en font foi, — on est en droit d'admettre qu'elles sont très répandues, même dans les sols qui n'ont pas porté depuis longtemps de légumineuses et où elles n'ont pas rencontré, conséquemment, l'espèce végétale à laquelle elles pouvaient s'associer. La présence dans la terre de ces bactéries, en quelque sorte à l'état neutre, explique comment les légumineuses, semées dans un sol où elles n'ont jamais été cultivées, peuvent prospérer en développant leurs nodosités à l'aide des bactéries inutilisées jus-

que-là. Nobbe formule de la manière suivante deux propositions importantes pour la pratique agricole, comme je le montrerai plus loin :

1° Une légumineuse semée dans un sol quelconque ne produit de nodosités à ses racines que s'il existe dans ce sol des bactéries de formes neutre ou adaptée à l'espèce semée; le premier cas (présence de formes neutres) est celui des terrains qui n'ont jamais porté de légumineuses ou n'en ont pas porté depuis longues années.

2° Dans une terre qui, par suite d'une abondante production d'une légumineuse, est plus ou moins complètement épuisée en bactéries neutres, une plante de la même famille, mais de genre éloigné ou très différent de celui de la précédente récolte, ne pourra pas produire de nodosités ou, tout au moins, celles-ci se développeront si imparfaitement et si tardivement qu'elles n'auront sur l'alimentation azotée de la récolte qu'une très faible influence.

A l'appui de cette seconde proposition, Nobbe décrit une intéressante observation faite par lui, en 1891. Il avait planté, en pleine terre, une rangée d'une vingtaine de graines d'acacia germées dans une surface de terrain jusque-là inculte dont les bords avaient été envahis, depuis une série d'années, par des vesces sauvages. A l'arrachage des plants d'acacias, on constata que les racines de la plupart d'entre eux étaient pourvues de nodosités : ceux-là seuls en manquaient qui avaient poussé dans la partie du sol envahie par la vesce sauvage abondamment pourvue de nodosités dont les bactéries ne sont pas inoculables à l'acacia. Seules les bactéries neutres du sol avaient pu s'adapter dans un court

espace de temps, par symbiose, aux radicelles de l'acacia.

De même, dans un champ qui a porté des pois, le trèfle, la serradelle ou les lupins qu'on y sème ensuite ne forment pas de nodosités ou n'en produisent qu'accidentellement. Elles n'emmagasinent donc pas l'azote gazeux de l'atmosphère, même lorsque toutes les autres conditions favorables à leur culture se trouvent réunies. Si le terrain en question est pauvre en composés azotés assimilables, il faut recourir à l'inoculation par l'intermédiaire du sol en y introduisant les bactéries appropriées à la culture qu'on se propose de faire. Veut-on produire du trèfle, de la serradelle, du lupin? On introduira dans le sol les bactéries dont les formes correspondent respectivement à l'une ou l'autre de ces récoltes.

A quel degré les bactéries des genres de légumineuses de parenté plus ou moins éloignée se montrent-elles actives pour les différentes plantes de la même famille? C'est un point que de nouvelles recherches permettront seules de préciser. Présentement, Nobbe, d'après les résultats de ses essais de culture des bactéries pures, indique comme actives, l'une vis-à-vis de l'autre, les bactéries des nodosités des pois et des vesces; tandis qu'elles sont certainement inactives vis-à-vis de la serradelle, de l'acacia, de l'anthyllide, du trèfle rouge et des autres espèces de trèfle. De la constatation de ces divergences dans le mode d'influence des bactéries, suivant les espèces de légumineuses envisagées, découle une remarque pratique importante: dans presque toutes les publications agricoles, on trouve des comptes rendus d'expériences sur la valeur comparative des diverses légumineuses

envisagées comme accumulateurs d'azote, mais lorsqu'on rapproche les résultats signalés, on s'aperçoit qu'ils sont loin d'être concordants. Un cultivateur a obtenu avec la serradelle des rendements superbes; un autre, avec la même plante, n'a pas récolté la valeur de la semence. Ici, le lupin occupe le premier rang, là, il peut à peine prospérer. Ces divergences tiennent précisément à la méconnaissance du rôle des bactéries de différentes formes dans le développement des légumineuses.

Dorénavant, dans la culture des plantes de cette famille, il faudra, pour certaines terres, faire entrer en ligne de compte l'inoculation par l'intermédiaire du sol, condition qui ne le cède pas en importance, dit Nobbe, au bon choix des fumures minérales.

Nous touchons ici au côté pratique de la question particulièrement intéressant pour le cultivateur. Les expériences de Nobbe à Tharand, d'Hellriegel à Bernburg, de Frühwirth à Mœdling, de Salfeld à Meppen ont mis hors de doute la valeur de ce procédé nouveau de fécondation du sol. Je vais faire connaître la méthode d'inoculation du sol et les résultats obtenus, afin d'engager les agriculteurs à répéter ces expériences dont l'intérêt ne saurait être douteux, car elles peuvent conduire à une très notable amélioration dans les rendements de nos prairies artificielles et de diverses autres cultures.

II. — Inoculation du sol par les bactéries de diverses légumineuses.

Du rapide exposé que nous venons de faire des découvertes récentes sur le rôle des bactéries dans la

fixation de l'azote atmosphérique par les nodosités des légumineuses, il résulte que les plantes de cette famille prospèrent, pour ainsi dire uniquement, dans des sols renfermant les bactéries aptes à provoquer la formation de leurs nodosités. De ce fait physiologique découle une conséquence pratique que le professeur Nobbe a formulée dans les termes suivants : « Pour rendre à la grande culture les services qu'elle en peut attendre, les observations de ces derniers temps relatives au rôle des nodosités doivent conduire à faire de l'inoculation rationnelle du sol destiné à porter des légumineuses, une règle de culture dont l'application ne le cède en rien en importance à l'emploi des fumures minérales (chaux, potasse et acide phosphorique) ». Les expériences faites dans cette direction, depuis quelques années, sont assez probantes pour que les cultivateurs ne négligent pas d'étudier ce moyen nouveau d'accroître la production du sol. En vue de les y aider, je voudrais mettre sous leurs yeux un résumé des résultats obtenus et l'indication du procédé fort simple d'inoculation des bactéries au sol.

Par le seul fait d'emprunter à l'air, c'est-à-dire à une source inépuisable et gratuite, l'azote nécessaire à leur développement, les légumineuses occuperont, de plus en plus, un rang prépondérant dans nos cultures. Suivant les espèces cultivées, la nature du sol et les conditions climatériques de l'année, une récolte de légumineuses fixe, par hectare, des quantités considérables, mais très différentes, d'azote prélevé dans l'atmosphère. Ces quantités varient de 60 à 150 kilogrammes et plus, à l'hectare. Si la récolte est enfouie en vert, l'apport en azote qui en résulte égale,

dans le cas le moins favorable, une forte fumure en engrais azotés : nitrate de soude, sulfate d'ammoniaque, ou fumier de ferme. Si la partie aérienne de la récolte est utilisée, ce qui a lieu d'ordinaire, pour l'alimentation du bétail, le restant des tiges et les racines contiennent encore assez de matières azotées pour assurer une pleine récolte de céréales ou autres plantes semées dans le sol retourné.

L'inoculation au sol de bactéries adaptées à la végétation des diverses légumineuses peut accroître énormément la faculté assimilatrice de la plante pour l'azote atmosphérique; c'est le fait important mis en lumière par les expériences de Mœdling, Meppen, etc., expériences qui peuvent guider très utilement les cultivateurs dans les essais à poursuivre dans cette voie féconde.

Dans les expériences de laboratoire sur le développement des nodosités, on a recours soit à l'inoculation directe des bactéries dans les racines, soit à l'introduction de ces micro-organismes dans le sol artificiel sur lequel on opère, par l'intermédiaire d'une solution aqueuse de terre riche en bactéries ou d'une petite quantité de liquide de cultures de ces dernières. Ni l'un ni l'autre de ces modes opératoires ne sont applicables à la grande culture; aussi est-ce plus simplement que l'on procède, en répandant à la volée, à la surface du sol, des quantités variables de terre fine, extraite d'un champ qui a porté une abondante récolte de la légumineuse qu'on se propose de cultiver. Ce mode d'inoculation du sol constitue une opération aussi simple que la semaille de la graine ou celle de l'engrais pulvérulent.

Parmi les expériences, déjà nombreuses, auxquelles

l'inoculation du sol a donné lieu dans ces dernières années, je m'arrêterai particulièrement à celles du professeur Frühwirth, à Mœdling, et de M. le docteur Salfeld, à Meppen. M. C. Frühwirth a cultivé consécutivement, de 1890 à 1893, le lupin jaune, la serradelle et la gesse (*Lathyrus sylvestris*) dans deux sols calcaires, dont l'un avait reçu une petite quantité de terre imprégnée de bactéries par les cultures antérieures, l'autre servant de témoin. — La quantité de terre à bactéries employée dans ces essais, faits sur des surfaces de 5 à 6 mètres carrés pour chaque espèce de légumineuse, a varié de 100 à 2 000 kilogrammes, par hectare. Les récoltes furent très différentes dans les sols diversement traités.

Serradelle. — La récolte a été faite, sur deux planches en culture, le 9 août, avant maturité, et sur deux autres, à maturité, le 14 septembre. Les plantes récoltées pesaient :

	9 août	14 septembre
	—	—
	Gr.	Gr.
Sol inoculé.....	454	442,6
Sol naturel.....	145	312

Les racines des plantes du sol inoculé étaient abondamment pourvues de nodosités, tandis que ces dernières faisaient absolument défaut sur les pieds récoltés dans le sol témoin. L'inoculation a donc exercé une influence manifeste sur la végétation de la serradelle : dès le mois d'août, la récolte, en sol inoculé, était plus de trois fois supérieure en poids, et c'est à peine si elle égalait, en septembre, dans le sol témoin, les deux tiers de l'autre récolte. En l'absence de nodosités, la serradelle avait donc éprouvé

beaucoup de difficultés à assimiler l'azote nécessaire à son développement, azote que, suivant toute probabilité, la terre lui a fourni à l'état de combinaison minérale (nitrate ou sels ammoniacaux).

Gesse sauvage. — Le *Lathyrus*, cultivé dans les mêmes conditions que la serradelle, c'est-à-dire en sol vierge et en sol inoculé avec la même terre que dans l'expérience précédente, n'a pas mieux prospéré dans un cas que dans l'autre.

Les bactéries de la serradelle ne s'adaptent pas, par symbiose, au *Lathyrus*.

Lupins. — La terre qui a servi à cet essai avait été inoculée en 1889 avec un sol ayant porté du lupin : depuis cette époque elle n'avait plus reçu de bactéries. La dose de terre d'inoculation a été, dans un cas, de 1 000 kilogrammes, dans l'autre de 2 000 kilogrammes à l'hectare. Le lupin a été semé en ligne à 30 centimètres d'écartement, le 17 avril ; la quantité de semence employée correspondait à 180 kilogrammes par hectare ; la récolte faite le 28 août a été, par planche :

	Grammes.
En sol naturel : plantes entières sèches.....	723
En sol inoculé, à 1 000 kil. de terre à l'hect., sèches..	1 417
— — à 2 000 — — —	2 317

Les plantes du premier lot avaient une hauteur moyenne de 40 centimètres, celles des deux autres atteignaient 52 centimètres.

L'inoculation du sol a donc doublé et triplé les récoltes, suivant les quantités de terre à bactéries employées. Les résultats des deux autres années ont été tout aussi démonstratifs en faveur de l'inoculation.

M. le docteur Salfeld poursuit de son côté, depuis 1889, à la Station expérimentale de Meppen, des essais d'inoculation en sols tourbeux et en sols sableux sur diverses plantes de la famille des légumineuses.

Expériences de 1890, pois et féveroles. — Pendant l'été de 1889, on a bêché à la houe, à la profondeur de 0 m. 25, un hectare de terrain tourbeux préalablement écobué : en juin 1890, épandage, avec une grande égalité, de chaux éteinte en poudre, suivi d'un hersage. Deux nouveaux bêchages à 12 centimètres en juillet et à 20 centimètres en octobre. Dans le milieu de novembre, épandage des engrais consistant en un mélange, pour l'hectare, de 1 200 kilogrammes de kainite et de 600 kilogrammes de scories de déphosphoration (à 20 pour 100 d'acide phosphorique). Le champ a été divisé en parcelles affectées aux essais suivants. Au mois d'avril 1891, immédiatement avant la semaille du lupin, on a répandu à la main, sur un certain nombre de parcelles, de la terre destinée à apporter des bactéries d'origines différentes : sable de mer, sol sableux de lupin, sol sableux de pois. Puis on a semé la féverole (2 kilogrammes par are) et le pois gris (500 grammes par are). Afin de constater l'influence de doses croissantes de chaux sur les rendements des parcelles inoculées ou non, on a chaulé aux doses de 20, 30 et 40 kilogrammes à l'are. Je réunis dans le petit tableau suivant le résultat moyen de chacun des différents essais :

I. — Terres écobuées.

Quantités de chaux à l'are		Rendements en kil. à l'are
—	—	—
40 kilogr.	Non inoculée.....	46,71
40 —	Sable de mer.....	34,80
40 —	Sable de lupin.....	43,70
40 —	Sable de pois.....	107,40

II. — Terres non écobuées.

40 kilogr.	Sable de pois.....	115,50
30 —	— — —.....	99,70
20 —	— — —.....	44,00
40 —	Non inoculée.....	75,45
30 —	Non inoculée.....	50,60
20 —	Non inoculée.....	22,05

Ces chiffres montrent à la fois l'influence de l'inoculation du sol avec des bactéries appropriées aux plantes qu'on y cultive et l'action de la chaux. Ils suggèrent, en outre, quelques remarques intéressantes :

1° En l'absence de fumure d'origine animale, les terrains tourbeux nouvellement mis en culture sont si pauvres en bactéries aptes à la symbiose et en éléments azotés assimilables, que l'inoculation du sol peut être pratiquée avec le plus grand succès et produire des rendements rémunérateurs. Les plantes des parcelles non inoculées étaient étiolées, ayant à peine fabriqué de la matière verte (chlorophylle);

2° A la faible dose de 20 kilogr. par are, le sable provenant du sol antérieurement cultivé en pois a exercé une influence très manifeste sur les rendements. Le sable rejeté en hiver par la mer et celui qui avait porté auparavant du lupin n'ont eu aucune action inoculatrice favorable à la féverole ou au pois;

3° L'inoculation par le sol est plus efficace sur les surfaces de tourbes écobuées que sur celles qui n'ont pas subi ce traitement et se sont recouvertes de bruyères;

4° 20 kilogr. de chaux vive à l'are se sont montrés insuffisants pour provoquer une végétation satisfaisante de la féverole et des pois.

De 1890 à 1893, le docteur Salfeld a fait dans la même direction, en sol tourbeux écobué, quelques autres expériences culturales tout à fait démonstratives.

En 1890, il a inoculé, par l'épandage de 4 000 kilogr. de terre provenant de la Marche hollandaise, 1 hectare de sol écobué d'ancienne date; ce sol a reçu, en outre, 1 200 kilogr. de kainite et 600 kilogr. de scories de déphosphoration, il ne lui a été donnée aucune fumure azotée. Ensemencé en trèfle, cet hectare a produit 5 990 kilogr. de foin.

A l'automne de 1892, dans le sol tourbeux vierge de Twist, on a retourné une culture de serradelle cultivée pour engrais vert. Cette légumineuse avait été semée dans du seigle d'hiver, sur différentes parcelles n'ayant reçu à l'hectare que 1 000 kilogr. de sol sableux ayant déjà porté de la serradelle; un coup de herse avait mélangé la terre fumée comme précédemment avec le sable inoculateur. Au commencement de mai, on a semé la serradelle à raison de 40 kilogr. à l'hectare. Le seigle a donné une pleine récolte. A l'automne de 1892, au moment de l'enfouissage de la récolte de serradelle, celle-ci avait fixé, en moyenne, sur les différentes parcelles, 64 kil. 500 d'azote à l'hectare. L'année suivante, on a cultivé des pommes de terre dans ces parcelles et compara-

tivement dans des parcelles non inoculées, mais fumées au fumier de ferme. Les rendements ont été très supérieurs dans le sol qui avait porté la serradelle; ils ont excédé ceux des parcelles à fumier de 28 à 62 0/0, suivant les variétés de pommes de terre cultivées.

Dans une autre expérience, en lande sablouse récemment mise en culture, on a obtenu à Lingen, par l'inoculation avec terre de lupin, un rendement en cette graine cinq fois et demie supérieur à celui qu'a donné le champ témoin non inoculé. En 1894, les essais de M. Salfeld portent sur dix espèces de légumineuses cultivées en sol sablonneux. Chaque parcelle en culture a reçu une petite quantité de terre provenant de champs où ces dix espèces ont été précédemment cultivées. Les résultats de ces expériences n'ont pas encore été publiés au moment où j'écris ces lignes.

Dans les sols pauvres comme ceux où il opère, M. Salfeld estime que, lors de la création de prairies à l'aide d'engrais chimiques, il y aurait grand intérêt à recourir à l'inoculation, en vue du développement des diverses espèces de trèfle semées avec les graminées.

Je m'arrête pour tirer quelques conclusions pratiques des faits que je viens d'exposer.

La nouvelle méthode culturale qui consiste à inoculer un sol à l'aide de l'épandage, à sa surface, d'une faible quantité de terre (1000 à 4000 kilogr. à l'hectare) provenant d'un champ qui a fourni une belle récolte d'une légumineuse donnée, trèfle, lupin, etc., est à ses débuts.

Bien des points d'interrogation concernant la spé-

cificité des différents sols au point de vue de leur valeur fertilisante, par rapport à telle ou telle espèce de légumineuses, les quantités de terre à employer à ces inoculations, etc., demandent des investigations suivies. Mais, malgré les lacunes que de nouvelles recherches méthodiques pourront seules combler, la valeur du procédé semble suffisamment acquise pour que les praticiens puissent se livrer à des expériences qui n'entraînent, pour ainsi dire, aucune dépense et dont les résultats promettent d'être très avantageux.

Ces expériences peuvent être tentées de deux manières : 1° en semant à la volée, sur un champ destiné à porter pour la première fois une légumineuse ou sur un champ qui n'en a pas porté depuis de longues années, quelques centaines de kilogrammes de terre provenant d'une tréflière bien réussie ; 2° en arrosant ce champ avec de l'eau mise préalablement en contact avec de la terre de cette provenance. Il est possible que l'épandage de dissolution très étendue de purin dans lequel on aurait fait séjourner pendant quelques jours de la terre riche en bactéries, soit un moyen économique d'inoculer un sol neuf, de manière à en obtenir une belle récolte de légumineuses. La discordance dans les résultats signalés par les praticiens au point de vue de la réussite plus ou moins complète ou de l'insuccès dans telle ou telle culture de plantes légumineuses, doit tenir à l'absence ou à la présence, dans le sol, de micro-organismes aptes à favoriser la production des nodosités. Il y a dans cette voie de nombreux essais à faire, et j'ai cru utile d'appeler sur cette question, si neuve et si curieuse à la fois, l'attention des agriculteurs.

M. Ch. Naudin, directeur de la villa Thuret, m'a adressé à l'occasion de mes articles sur les légumineuses la note ci-dessous que je reproduis en raison de son intérêt et de la haute compétence de son auteur.

« La note si intéressante de M. Grandeau au sujet des expériences de Nobbe et Hiltner, parue dans le numéro du 13 septembre 1895 du *Journal d'agriculture pratique*, me remet en mémoire un certain nombre de faits que j'observe ici depuis plusieurs années, les uns qui viennent à l'appui de la théorie de Nobbe, les autres qui sont en désaccord avec elle. D'après cette théorie, les bactéries qui produisent les nodosités des racines des légumineuses, et par suite l'assimilation de l'azote, n'auraient de prise sur les diverses espèces de légumineuses qu'autant qu'elles proviendraient des mêmes espèces ou d'espèces congénères très voisines, celles de l'acacia (sans doute le *Robinia* ou faux acacia) faisant seules exception vis-à-vis du haricot, tandis que ces mêmes bactéries, ainsi que celles des pois, restent sans action sur la serradelle, le trèfle, le lupin, etc.

« Avant d'aller plus loin, il n'est pas hors de propos de rappeler que l'immense famille des légumineuses, qui a des représentants sous tous les climats et qui contient à la fois de simples herbes et des arbres gigantesques, a été divisée par les botanistes en trois grandes tribus ou sous-ordres, les *Papilionacées*, les *Césalpinées* et les *Mimosées*. A la première de ces tribus appartiennent toutes les légumineuses économiques de nos pays tempérés, aux deux autres celles des climats les plus divers, tempérés ou tropicaux.

« Voici qui vient à l'appui de la théorie de Nobbe. Il y a sept ou huit ans, j'ai essayé d'introduire en

France et en Algérie le *Lespedeza virgata*, papilionacée fourragère du Japon, actuellement naturalisée aux États Unis, où on en fait le plus grand cas, sous le nom de *Japan Clover* (trèfle du Japon). Les graines que j'en ai fait venir d'Amérique, semées à la villa Thuret, ont levé sans difficulté, mais les jeunes plantes, au nombre de plusieurs milliers, ne se sont développées qu'avec une extrême lenteur, atteignant à peine 8 à 10 centimètres de hauteur, sans qu'aucune soit arrivée à floraison, malgré la bonne qualité de la terre et les arrosages en été. Leurs racines étaient totalement dépourvues de nodosités et de tubercules. Cependant cette légumineuse donne d'abondantes récoltes de fourrage aux États-Unis, ainsi que je viens de le dire. En Algérie, à l'École d'agriculture de Rouiba, on n'a pas été plus heureux qu'en Provence, et il a fallu en conclure que ce trèfle du Japon, si florissant en Amérique, n'est nullement propre à l'agriculture de la France ni à celle de l'Afrique du Nord. Mais d'où vient cette différence? Vraisemblablement parce que la flore des États-Unis contient une douzaine d'espèces de *Lespedeza*, congénères de l'espèce du Japon, et qui ont répandu dans le sol des bactéries qui conviennent à cette dernière.

« Un fait tout semblable s'est produit sur une espèce de *Cassia* (Césalpininée) dont j'avais reçu les graines du Sénégal. Trois ans de suite je les ai semées à la villa Thuret, dans les meilleures conditions de terrain, de chaleur et d'humidité. Elles levaient en quelques jours, mais les jeunes plantes ne tardaient pas à jaunir, puis à périr d'inanition après avoir épuisé la substance de la graine. Chez elles aussi on ne remarquait aucune nodosité sur la racine.

« Un autre fait non moins frappant de l'impossibilité de faire vivre chez nous certaines légumineuses exotiques m'a été fourni par une autre éésalpinée, le *Balsamocarpon brevifolium* du Chili. Deux ans de suite j'en ai semé des quantités de graines; elles levaient et les plantes périssaient toutes, peu après leur sortie de terre. Chez elles aussi on ne voyait pas trace de nodosités.

« Mais comment concilier ces faits avec ceux dont il me reste à parler? C'est le succès facile et complet d'une multitude de légumineuses exotiques cultivées à la villa Thuret et dans d'autres jardins de Provence, où elles n'existaient pas et où elles n'avaient pas de congénères il y a douze ou quinze ans, telles que l'Arachide (*Arachis hypogea*), une papilionacée; le *Soja hispida*, de Chine, papilionacée; de nombreuses espèces de *Cassia*, congénères de l'espèce sénégalaise dont il a été question ei-dessus; le *Poinciana*, éésalpinée de l'Amérique du Sud; des *Bauhinia* et plus de cinquante espèces de mimosées, consistant principalement en acacias d'Australie, la plupart de récente introduction, qui y deviennent de véritables arbres et se ressèment d'eux-mêmes. D'où viennent à ces végétaux exotiques les bactéries qui leur fournissent l'azote nécessaire à leur développement? Est-ce du sol contaminé de bactéries produites par nos légumineuses indigènes si différentes d'organisation, ou bien peuvent-ils se passer de ces auxiliaires?

« Que toutes les bactéries qui vivent en symbiose avec les légumineuses appartiennent à une seule espèce ou à plusieurs; qu'elles puissent, quand elles ne retrouvent pas leur emploi, séjourner dans la

terre à l'état neutre en attendant une occasion favorable, c'est ce que je n'essaierai pas de décider. J'ai tenu seulement à faire voir que la question est loin d'être résolue et qu'il y a encore pour les chercheurs un vaste champ à explorer. »

IV

LES ENGRAIS VERTS

I. — Les cultures intercalaires et l'amélioration du sol; coup d'œil général sur le domaine de Lupitz, de 1855 à 1895.

Le domaine de Lupitz, situé dans l'Altmark (province de Saxe), sur la gauche de l'Elbe, à une altitude de 70 mètres environ sur la mer du Nord, offre un des exemples les plus instructifs de la transformation économique d'une terre pauvre en sol fertile. D'une contenance de 240 hectares environ la terre de Lupitz était d'un revenu à peu près nul, lorsque M. Schultz la reçut en héritage, en 1855. Une grande partie était en landes et bruyères. Le sol est léger (sable du diluvium), constitué par un sable quartzeux à éléments fins, parsemé, çà et là, de rares grains de feldspath rouge et de mica, contenant très peu d'argile, et très pauvre en éléments nutritifs des plantes. Il ne renferme que 0,18 à 0,26 pour 100 de chaux. Le sous-sol est également sablonneux.

La chute d'eau annuelle est, en moyenne, dans la

région, d'environ 0 m. 70. De la quantité des pluies aux diverses saisons dépend, en grande partie, la réussite des récoltes, le sol, par sa nature, retenant très difficilement l'eau.

En 1855, le sol n'était cultivé, pour ainsi dire, sur aucun point : là seulement où l'on apportait du dehors du fumier, on obtenait une récolte, et encore celle-ci payait-elle à peine ses frais. Un fait frappa, dès cette époque, l'attention de M. Schultz; sous l'influence de chutes d'eau pluviale un peu abondantes, cette terre si pauvre était capable de produire une végétation luxuriante de lupins jaune, blanc et bleu. D'où venait cette faculté? N'y aurait-il pas moyen d'obtenir de cette terre d'autres récoltes pouvant servir à l'alimentation de l'homme? Par quels moyens atteindrait-on ce but?

Tels sont les problèmes à l'étude et à la solution desquels M. Schultz s'est consacré depuis quarante années, offrant ainsi aux agriculteurs, à côté de la démonstration éclatante de la puissance du savoir unie à la volonté, un ensemble d'observations et de méthodes culturales du plus haut intérêt. Comme on peut le penser, ce n'est qu'au prix de nombreux essais, de longues et patientes expériences, que M. Schultz arriva à formuler le régime de culture et de fumure qui fait aujourd'hui, d'une terre quasi stérile en 1855, un sol fécond, dont les récoltes sont largement rémunératrices.

Les bases de cette transformation sont la culture des légumineuses (lupin notamment) et l'emploi des engrais minéraux (chaux, potasse et acide phosphorique), qui ont conduit, dans la période actuelle, à l'extension, sur tout le domaine, des cultures interca-

laires que je ferai connaître à mes lecteurs sous les divers aspects et dans leurs résultats vraiment extraordinaires.

Connu aujourd'hui, dans toute l'Allemagne où il se répand de plus en plus, le *systeme de fumure Lupitz* — c'est le nom qu'on lui donne — repose sur les faits suivants, consacrés par la longue expérience de M. Schultz :

1° Les plantes améliorantes (légumineuses) rémunèrent très largement la dépense d'engrais calcique, potassique et phosphaté, sans azote ;

2° La faculté améliorante de cette classe de végétaux est très sensiblement augmentée par le renouvellement de cet engrais triple, donné aux diverses plantes qui succèdent aux légumineuses.

La culture intercalaire, c'est-à-dire l'introduction entre deux cultures principales (céréales, plantes sarclées, etc.) d'une légumineuse, a pour but et pour résultat de fournir une récolte après la culture principale, tout en enrichissant le sol pour la suivante. C'est à fixer le choix de plantes intercalaires et les causes multiples de l'enrichissement du sol qui les porte qu'ont abouti les quarante années d'expériences de Lupitz. Nous verrons plus loin quelle lumière ces expériences ont jetée sur la pratique des engrais verts et combien l'agriculture est redevable à M. Schultz, pour l'élucidation des questions qu'il a débrouillées au milieu de difficultés de nature à décourager bien des praticiens.

Afin de montrer, à la fois, les écoles qu'il a faites et la marche ascendante des améliorations réalisées une fois qu'il a été fixé, par ses échecs aussi bien que par ses succès, sur la marche à adopter définiti-

vement, M. Schultz a résumé en un court tableau l'histoire économique et culturelle du domaine de Lupitz. Je crois utile d'en donner la traduction :

1^{re} période. — 1855-1864 (période du lupin).

Terre en friche.....	Les frais ne sont pas couverts.
Sol malade.....	L'exploitation végète.
La chaux manque.....	Production à l'hectare (scigle), 0 q. m. 8 à 1 q. m.
L'élément ferrugineux domine.	Revenu + 15 à — 20 fr.
Bétail nombreux.....	Progrès de l'exploitation inap- préciable.
Production de fumier notable.	Coût de production du quintal de grain : 20 à 25 fr.

2^e période. — 1865-1875 (période du marnage).

Sol sain.....	La dépense est rémunérée.
Action de la marne visible...	L'exploitation est productive.
La chaux domine.....	Le rendement en céréales est de 8 à 10 q. m. à l'hect.
La teneur en fer diminue....	Le revenu oscille entre 45 et 60 fr.
Restitution considérable d'ac. phosphorique.....	Le capital du sol ¹ n'est pas consommé.
Restitution partielle de potasse.	Les récoltes baissent lente- ment.
Achat modéré d'engrais azoté.	Le prix de production du quin- tal de céréales oscille entre 12 fr. 50 et 17 fr. 50.
Peu de bétail.	

3^e période. — 1876-1885 (période de l'engrais Lupitz).

Sol sain.....	La dépense est largement pro- ductive.
La chaux domine.....	L'exploitation est en progrès très marqué.
Le fer disparaît.....	Le rendement en grain va de 16 à 19 q. m. 6.

1. Approvisionnement en principes fertilisants.

Restitution abondante de potasse, de magnésie et d'acide phosphorique.....	Le revenu monte à 50 et 72 fr.
A part l'achat de poudre d'os en 1879-1880, import. d'azote insignifiante.....	Le capital du sol a beaucoup augmenté, les récoltes augmentent progressivement.
L'engrais Lupitz a déjà produit une réserve d'azote dans le sol.....	Le prix de production du quintal de grain s'abaisse entre 11 fr. 20 et 16 fr. 20.

4^e période. — 1886-1894.

Introduction régulière des cultures intercalaires sur une grande étendue du domaine.

Nous en verrons plus loin les résultats.

Revenons maintenant au point de départ des améliorations du domaine de Lupitz : la culture du lupin. Ayant constaté, comme je l'ai précédemment indiqué, la belle venue de trois variétés de lupin dans ce sol si pauvre, M. Schultz utilisa cette plante dans la première période d'exploitation pour se procurer le fourrage concentré nécessaire à l'alimentation du troupeau de moutons; mais au bout d'un certain nombre d'années, le lupin se refusa à pousser, par suite d'insuffisance de potasse dans le sol. Le remède à cette fatigue du sol pour la plante, M. Schultz le trouva dans la kaïnite. 600 kilogrammes de cet engrais potassique, à l'hectare, rétablirent la fertilité productive du sol qui n'a cessé depuis, sous l'influence de cet engrais et des phosphates, de donner de luxuriantes récoltes de cette légumineuse.

Depuis bientôt 30 années consécutives, M. Schultz cultive le lupin après lupin sur une certaine étendue.

Avec la seule application de sel de potasse (kainite 600 kilogrammes) et de phosphate (400 kilogrammes de scories de déphosphoration), les récoltes se maintiennent et le sol s'enrichit en azote dans des proportions considérables, comme l'établit une publication récente de M. Schultz sur les rendements et la composition du sol de cette *prairie de lupin*, ainsi qu'il la nomme. On va voir quelle ressource considérable offre la culture des légumineuses, et particulièrement celle du lupin, pour la mise en valeur et l'entretien des terrains pauvres.

II. — Une prairie de lupin à Lupitz : enrichissement du sol en azote dans une période de 25 ans.

Lorsque M. Schultz prit possession du domaine de Lupitz, en 1855, les rendements du sol étaient, nous venons de le dire, à peu près nuls ; il en fut ainsi pendant la première période décennale de son exploitation, la terre manquant de chaux et des principaux éléments nutritifs des plantes. Le chiffre des impositions, basé sur la classification cadastrale des terres du domaine en 1864, dernière année de cette période, indique clairement le peu d'importance de la production de la presque totalité de l'exploitation, comme on en peut juger par le relevé suivant :

Répartition.	Surfaces.	Impôt basé sur un revenu, par hectare, de
—	—	—
	h. a. c.	fr. c.
Terre arable de 5 ^e classe.	4 28 70	21
— — 6 ^e —	23 79 90	45
— — 7 ^e —	71 21 40	7 50
<i>A reporter</i>	<u>96 30 00</u>	

Répartition.		Surfaces.	Impôt basé sur un revenu, par hectare, de
—		—	—
		h. a. c.	fr. c.
<i>Report</i>		96 30 00	
Terre arable de 8 ^e classe		107 72 80	4 50
Pâturages de 6 ^e —		16 41 20	3
— 7 ^e —		50 80	4 »
Prairies de 6 ^e —		6 22 00	15
— 7 ^e —		2 36 70	7 50
Terrain boisé 7 ^e —		41 73 00	3 50
		<hr/>	
		244 26 50	

L'emploi successif de la marne, des phosphates et des sels de potasse, a permis la transformation complète de ces terrains sableux en terres fertiles, grâce à la culture des lupins, qui a été, depuis quarante ans, le pivot de toutes les améliorations. Aujourd'hui, toutes les cultures des diverses céréales, celle de la pomme de terre, etc., sont devenues rémunératrices.

Afin de mettre en relief l'influence améliorante vraiment extraordinaire de la culture du lupin dans ces sables arides, et pour montrer à quel degré cette plante enrichit le sol en azote, à la condition expresse qu'on lui fournisse l'acide phosphorique et la potasse nécessaires à son développement, je vais résumer l'histoire d'une culture permanente du lupin sur le même sol, d'une *prairie de lupin*, comme l'appelle M. Schultz, créée en 1865, et qui dure encore à l'heure qu'il est. Rien ne saurait mieux démontrer l'importance, pour la mise en valeur des terrains légers et pauvres, de cette légumineuse par l'enrichissement du sol en azote.

De 1865 à 1880, la prairie de lupin a fourni à l'hectare, semence déduite, 4 500 kilogrammes de graines

et 9 000 kilogrammes de paille, avec une fumure annuelle de 6 quintaux de kainite, soit 80 kilogrammes de potasse par année ou 1 200 kilogrammes pour les quinze années.

En appliquant à la récolte les chiffres qui représentent sa teneur en azote, en acide phosphorique et en potasse ¹, M. Schultz établit que les quinze récoltes de lupin renfermaient les quantités suivantes de principes fertilisants :

	Kilogr.
Azote.....	1 357,2
Acide phosphorique.....	343,8
Potasse.....	482,0

En 1880, le professeur Märcker a fait l'analyse du sol de la prairie de lupin et celle de deux terres classées dans la même catégorie par les évaluations cadastrales : les résultats de ces analyses sont des plus démonstratifs (voir le tableau de la page suivante).

La comparaison de ces chiffres montre que le sol I (prairie de lupin) contient, à l'hectare, 2 271 kilogrammes d'azote de plus que le sol II, sol cultivé, mais n'ayant pas porté de légumineuses, et 1 850 kilogrammes de plus que le sol III, terre non cultivée et qui a servi de maigre pâture aux moutons.

La richesse en azote du sol de la prairie de lupin excède la teneur moyenne des deux autres terres, de 2 060 kil. 8 à l'hectare.

1. *Composition de la récolte.*

	Azote.	Ac. phosph.	Potasse.
	—	—	—
	Pour 100.	Pour 100.	Pour 100.
Graines de lupin.....	5,66	1,43	1,02
Paille de lupin.....	0,24	0,37	0,80
Balles et enveloppes.....	0,72	0,11	0,87

INDICATIONS GÉNÉRALES	I. Prairie de lupin. Sable de 8 ^e classe.		II. Sol cultivé depuis 15 ans en pommes de terre et en seigle, fumé avec des litières de bruyères.		III. Sol sans fumure et sans culture depuis 15 ans. Utilisé pour la pâ- ture des moutons (beauc. de mousse).	
	Teneur en azote.		Teneur en azote.		Teneur en azote.	
	Pour 100 de terre.	A l'hec- tare en kilogr.	Pour 100 de terre.	A l'hec- tare en kilogr.	Pour 100 de terre.	A l'hec- tare en kilogr.
Couche arable de 20 centimèt. d'é- paisseur.....	0,087	2331,1	0,034	911,2	0,027	723,6
Poids du mèt.cub., 1 340 kil.....						
Sous-sol : Couche 0 m. 40 d'épais- seur.....	0,025	1520,0	0,011	668,8	0,021	1276,8
Poids du mèt.cub., 1 520 kil.....						
Total pour la couche de 60 centimètres.....		3 851,4		1 580,0		2 000,4

Nous avons vu, d'autre part, que les récoltes des quinze années ont exporté du sol 1 357 kil. 2 d'azote, dont il faut tenir compte dans le calcul d'enrichissement de la terre en azote sous l'influence de la culture permanente du lupin. On trouve ainsi que la fixation d'azote, par hectare, se décompose comme suit :

	Kilogr.
1 ^o Quantité moyenne d'azote trouvée en excé- dent sur les deux autres terres.....	2 060,8
2 ^o Quantité d'azote organique exportée par les 15 récoltes.....	1 357,2
Enrichissement total en 15 ans, à l'hectare.	<u>3 418,0</u>

Soit par hectare et par an, 227 kil. 86 d'azote.

Une nouvelle analyse de la couche superficielle du

sol de la prairie de lupin, faite par le professeur Holdefleiss, en 1891, a décelé une teneur en azote de 0,177 pour 100, soit double environ de celle que M. Märcker avait constatée dix ans auparavant. L'accumulation gratuite de l'azote dans le sol continue donc et va même en s'accroissant sous l'influence de la culture permanente du lupin. M. Schultz tire de ces faits si intéressants les conclusions suivantes qui nous paraissent indiscutables :

1° La culture ininterrompue du lupin depuis vingt-cinq ans, sur le même sol sableux, pauvre, soutenue par l'apport d'engrais potassique et phosphaté, donne des récoltes satisfaisantes ;

2° Le sol s'est enrichi annuellement, durant cette période de vingt-cinq ans, déduction faite de l'azote de la récolte, de 80 à 100 kilogrammes d'azote, au minimum, par hectare et par an ;

3° Sous l'influence de la culture du lupin et malgré l'exportation considérable d'azote par la récolte, non seulement le sol ne s'appauvrit pas en ce principe fertilisant, mais va, au contraire, en s'enrichissant ;

4° Ces faits justifient l'assertion suivante de M. Schultz : « la source à laquelle les végétaux puisent leur azote coule bien plus abondante qu'on ne l'avait cru autrefois : il appartient à l'homme de l'utiliser, de plus en plus, pour les besoins de la culture ; l'art du cultivateur doit tendre à la capter de mieux en mieux ».

Les belles recherches de Hellriegel et Wilfarth nous ont révélé la cause véritable de l'accumulation de l'azote par les légumineuses. Aux cultivateurs à en tirer profit chaque jour davantage, en se guidant sur

les résultats acquis par les quarante années d'études et d'expériences de l'éminent praticien de Lupitz.

Dans une remarquable conférence faite à Dresde en 1891, M. Schultz, après avoir exposé en détail à ses auditeurs le bilan de l'exploitation de Lupitz à la fin de la troisième période décennale (1887), concluait à peu près en ces termes :

« Avec un bétail limité, mais bien entretenu, sans achat d'engrais azoté, par l'enrichissement de mes terres en acide phosphorique et en potasse, après leur avoir fourni, par le marnage, la chaux qui leur manquait, j'ai réussi à fixer aux dépens de l'atmosphère une quantité considérable d'azote qui s'est transformée, par la vente des produits, en belles espèces sonnantes. Je suis arrivé à diminuer de 50 pour 100 les frais de production primitifs des céréales récoltées à Lupitz ou, ce qui revient au même, à élever en moyenne le produit de l'hectare à 90 francs, malgré la situation défavorable des cours. »

Les principes sur lesquels, instruit par l'expérience, s'est appuyé M. Schultz depuis 1887, et qu'il continue à appliquer, il les résume dans les propositions suivantes :

« 1^o La restitution rationnelle des quatre éléments : potasse, acide phosphorique, chaux et magnésie, qui maintient la fertilité du sol, est la condition fondamentale d'une bonne exploitation. De même que, sans le concours de l'azote et de l'eau, ces éléments minéraux ne produiraient pas d'effet, l'azote et l'eau, en l'absence de quantités suffisantes de potasse, d'acide phosphorique, de chaux et de magnésie, demeurent sans action sur la végétation ;

« 2^o Je me suis donc efforcé d'amener les légumi-

neuses, qui sont les accumulateurs d'azote par excellence, à fixer, en présence d'une large importation d'éléments minéraux, la plus grande quantité possible d'azote atmosphérique pour l'introduire à l'état de combinaison organique dans l'exploitation;

« 3° Les légumineuses sont cultivées dans une limite très restreinte comme récolte principale, mais aussi extensivement et énergiquement à la fois que le comportent les ressources du sol, à l'état de cultures intercalaires ou en mélange avec les céréales;

« 4° L'azote emmagasiné dans les produits qu'on ne vend pas doit être utilisé, au maximum, grâce à la fumure calcique, potassique et phosphatée et préservé contre les déperditions qu'amènent les transformations des matières azotées. Pour atteindre ce double objectif il faut :

« *a.* Utiliser les racines et les souilles des légumineuses;

« *b.* Rendre assimilable l'azote des terrains tourbeux par l'emploi de l'engrais minéral (chaux, acide phosphorique, potasse);

« *c.* S'opposer le plus possible à la déperdition de l'azote des fumiers à l'étable et sur la place à fumier;

« *d.* Utiliser les matières fécales produites dans l'exploitation en les traitant par la litière de tourbe, la kainite et le phosphate. »

A Lupitz, il n'existe pas d'assolement fixe. Le principe de la culture est l'alternance entre les plantes accumulatrices d'azote et les céréales, racines, etc.

La culture intercalaire de légumineuses étant le pivot du système de Lupitz, nous l'examinerons de près.

III. — Du choix des plantes pour cultures intercalaires. — Expériences de Lupitz.

Je viens de montrer, d'après l'étude de la prairie de lupin du domaine de Lupitz, l'enrichissement du sol en azote, sans aucun apport d'engrais azoté, depuis plus de 25 ans, sous l'influence de la faculté accumulatrice que possède le lupin. A l'aide de la culture de cette légumineuse, en fournissant à la couche arable les éléments minéraux qui lui manquaient, M. Schultz est parvenu à transformer le sol quasi stérile de son domaine en une terre fertile dont les produits sont devenus rémunérateurs.

Conduit, comme je l'ai dit précédemment, à faire de l'introduction de *cultures intercalaires* la base de l'amélioration d'un domaine de 240 hectares, M. Schultz a étudié expérimentalement un grand nombre de plantes, notamment de légumineuses, afin de choisir celles qui possèdent au plus haut degré la faculté améliorante. Cette faculté dépend de plusieurs facteurs dont M. Schultz a déterminé la valeur relative dans ses intéressantes expériences.

Une plante est améliorante, non seulement par la fixation de l'azote gazeux de l'atmosphère (cas des légumineuses), mais encore par les quantités de matières organiques et minérales que les racines laissent dans le sol, après la récolte, et, en troisième lieu, par la profondeur à laquelle pénètrent les racines, condition qui exerce, comme nous allons le voir, une influence des plus marquées sur la récolte qui leur succède.

Les plantes qui posséderont, en même temps, au

plus haut degré, ces trois propriétés — faculté de fixer l'azote de l'air, production de matière organique et pénétration des racines à une grande profondeur — devront être choisies de préférence pour les cultures intercalaires.

Parmi les nombreux essais que M. Schultz a institués en vue d'établir la valeur comparée des végétaux qui peuvent servir aux cultures intercalaires, je m'arrêterai particulièrement aux expériences de 1893 et de 1894; les résultats obtenus sont tout à fait démonstratifs.

Entreprises dans des années dont les conditions météorologiques ont été si différentes, surtout en ce qui concerne la distribution de la pluie, ces expériences mettent, en outre, en relief l'influence prépondérante des chutes d'eau sur le développement des végétaux dans les sols arides et sableux, comme celui du domaine de Lupitz. En 1893, M. Schultz s'est proposé de comparer les légumineuses et les crucifères au double point de vue de la quantité de matière organique (tiges et racines) produite et du poids d'azote fixé par la récolte. Six parcelles de grande étendue ont été consacrées à ces expériences : les pesées et les analyses des récoltes ont été faites avec le plus grand soin et rapportées à la superficie de 1 hectare pour chaque essai.

Année 1893 (par hectare).

Numéros des parcelles et espèces cultivées.	Substance	Azote	Nitrate de soude
	sèche produite.	de la récolte.	correspondant à l'azote fixé.
	Kilogr.	Kilogr.	Quint. métr.
I. Lupins jaunes.....	2 292	91,79	5,92
II. Mélange de colza, mou- tarde et lupins.....	4 578	42,57	2,75
III. <i>Lathyrus clymenum</i> ...	4 546	57,04	3,68
IV. <i>Lathyrus sylvestris</i>	2 169	83,00	5,35
V. Colza, moutarde, navets d'hiver.....	778	45,19	0,98
VI. Moutarde, colza, sarrasin, vesce velue.....	2 663	97,88	6,31

Ces résultats sont d'autant plus frappants, dit M. Schultz, que l'année avait été très favorable pour les crucifères semées dans un sol assez bon, tandis que les légumineuses et, en particulier, les lupins jaunes et le *Lathyrus clymenum* ont souffert de l'attaque d'un champignon et se sont mal développés. Le résultat favorable constaté dans la parcelle VI tient à la grande quantité de semences de légumineuses contenues dans le mélange : les légumineuses avaient presque étouffé les autres plantes.

Les écarts entre la quantité de matière organique produite et les poids d'azote accumulé dans la récolte (aérienne et souterraine) de ce champ d'expérience confirment pleinement les faits constatés depuis de longues années déjà par M. Schultz. Il en tire la conclusion définitive qu'il faut s'adresser aux légumineuses seules pour les cultures intercalaires. La moutarde, le sarrasin, le colza, etc., doivent être laissés de côté.

Quelles sont, parmi les légumineuses, les espèces

qui accumulent la plus grande quantité d'azote atmosphérique et donnent en même temps le poids le plus élevé de substance organique? Pour s'édifier sur ce point important, M. Schultz a soumis à l'expérimentation directe une trentaine de papilionacées comprenant seize variétés de lupins, diverses variétés de vesces, de lathyrus, de pois et de fèves. De cet ensemble d'essais culturaux, il a conclu qu'il y avait lieu d'étudier, de plus près, les lupins jaune, bleu et blanc, la vesce velue, les féveroles, le pois blanc, les *Lathyrus sylvestris*, *L. clymenum*, comme espèces les plus aptes à servir de plantes intercalaires.

Le 28 mars 1894, une pièce de terre de constitution homogène, après avoir reçu la fumure Lupitz (kaïnite et phosphate), fut divisée en six parcelles dont cinq furent semées avec une légumineuse différente. La sixième parcelle reçut un mélange de graines de légumineuses. Dans l'espace d'environ deux mois et demi les plantes arrivèrent à floraison :

Le <i>Lathyrus clymenum</i>	fleurit le	3 juin.
Les pois	—	12 —
Le lupin blanc	—	17 —
Le lupin bleu	—	17 —
Le lupin jaune	—	18 —

On procéda, à l'époque de la floraison, à la détermination exacte du poids de la récolte verte de chaque parcelle, puis, au laboratoire de la Société d'agriculture, aux dosages de la matière sèche et de la teneur de celle-ci en azote. Cette étude faite par M. le D^r Vogel a conduit aux résultats suivants :

Parties aériennes des végétaux.

Nom des plantes.	Substance sèche récoltée par mètre carré.	Substance sèche.p.100 de matière verte récoltée.	Azote p.100 de substance sèche.
Lathyrus clymenum.....	538,77	19,32	3,44
Pois.....	763,57	17,90	2,80
Mélange de légumineuses.	620,88	13,01	2,79
Lupin blanc.....	633,65	12,34	2,70
— bleu.....	669,03	12,38	2,60
— jaune.....	501,04	16,71	2,57

Parties souterraines.

Lathyrus clymenum.....	29,30	»	2,57
Pois.....	34,50	»	2,52
Mélange de légumineuses.	48,80	»	2,02
Lupin blanc.....	64,43	»	1,77
— bleu.....	114,66	»	4,40
— jaune.....	63,10	»	2,17

En rapportant à l'hectare les résultats précédents, on trouve pour les quantités de matière sèche produite par la récolte totale (aérienne et souterraine), pour l'azote accumulé aux dépens de l'air atmosphérique et pour la représentation de ce principe en nitrate de soude, les chiffres suivants :

	Substance sèche.	Azote fixé.	Nitrate de soude correspondant.
	Kilogr.	Kilogr.	q. m.
Lathyrus clymenum.....	5 680,7	174,86	11,28
Pois.....	7 980,7	222,74	14,37
Mélange de légumineuses.	6 696,8	183,55	11,84
Lupin blanc.....	6 979,8	182,57	11,78
— bleu.....	7 836,9	190,85	12,31
— jaune.....	5 641,4	142,83	9,22

Si l'on compare ces résultats à ceux de l'année précédente, rapportés plus haut, on est frappé de la

1. Débarrassée du sable adhérent aux végétaux.

grande différence qu'ils présentent, en faveur de l'année 1894, mais on en trouve l'explication dans les conditions climatériques des deux années. En 1893, la chute d'eau pluviale n'a été à Lupitz que de 560 millimètres, tandis qu'elle s'est élevée à 700 millimètres environ en 1894. — Or, dans un terrain léger, presque exclusivement formé d'éléments sableux, la sécheresse influe, plus que dans d'autres sols, sur la production végétale.

Les chiffres qui précèdent n'ont guère besoin de commentaires; nous nous y arrêtons cependant pour insister sur l'importance du fait capital qu'ils mettent en évidence : la possibilité de se passer *complètement* de l'apport d'engrais azotés dans la mise en valeur et l'entretien du sol sableux le plus pauvre, à la condition de fournir aux plantes accumulatrices d'azote aux dépens de l'air l'alimentation phosphatée et potassique qui leur est nécessaire. Les cultures intercalaires fournissent donc au sol une abondante provision de matières azotées que les récoltes suivantes de céréales, de plantes sarclées, utiliseront après leur nitrification. Mais leur rôle bienfaisant ne se borne pas à cet apport de principes fertilisants, les légumineuses à enracinement profond, comme les diverses variétés de lupins, exercent sur les récoltes qui les suivent une influence des plus marquées et des plus favorables, comme l'ont démontré les importantes recherches de M. Schultz, dont il nous faut parler avant d'indiquer, avec quelques détails, la pratique des cultures intercalaires au domaine de Lupitz.

IV. — Influence des légumineuses à enracinement profond sur la fécondité du sol; culture des pommes de terre à Lupitz, en 1893.

Tous nos lecteurs connaissent, sans doute, les belles recherches de M. Aimé Girard sur le développement des racines des pommes de terre et des betteraves. Ils se rappellent les ingénieux procédés mis en œuvre pour la détermination de la longueur et du volume de l'appareil racinaire de ces deux espèces de plantes sarclées. L'influence de l'allongement, dans le sol, des racines des différents ordres, sur la production des tubercules et des betteraves et sur les quantités de fécule et de sucre que la récolte renferme, a été mise en relief par les délicates expériences de Joinville. Les racines jouent un rôle si prépondérant dans le développement des végétaux que tous les faits relatifs à leur mode d'expansion dans le sol offrent, pour le praticien, un intérêt réel. Aux importantes études de M. Aimé Girard sur le système racinaire des pommes de terre et des betteraves, de MM. Risler, Müntz, Garola, etc., sur celui des plantes de diverses familles et notamment des céréales, viennent s'ajouter les constatations non moins importantes, faites par M. Schultz, à Lupitz, dans une direction très originale, comme on va en juger.

La culture intercalaire qui forme le pivot de la transformation du domaine de Lupitz peut être pratiquée de diverses manières; on peut, notamment, semer les légumineuses après l'enlèvement de la culture principale (immédiatement après la moisson et le déchaumage, par exemple), ou faire le semis de la

plante intercalaire avec celui de la récolte principale, comme cela se pratique de longue date pour les trèfles, etc.

Dans sa récente publication sur l'exploitation de Lupitz, M. Schultz a révélé des faits absolument nouveaux, à ma connaissance du moins, sur l'une des causes les plus actives de l'amélioration des rendements du sol par les cultures intercalaires. D'après ses observations, les légumineuses n'ont pas seulement la précieuse faculté d'enrichir le sol en azote puisé à la source gratuite de l'atmosphère; suivant la profondeur, plus ou moins grande, à laquelle leurs racines pénètrent dans le sous-sol, elles exercent, mécaniquement en quelque sorte, sur la fertilité ultérieure de la terre, une action considérable, qu'on ignorait avant les importantes expériences de Lupitz qui l'ont mise en évidence d'une manière si frappante.

Trois ordres d'observations et d'expériences culturales ont servi à M. Schultz pour établir l'influence capitale des légumineuses, et particulièrement des variétés de lupins, sur la fertilisation du sol, par l'extension de leurs racines et indépendamment de l'emmagasinement de l'azote par leurs nodosités, savoir :

1° Détermination de la profondeur à laquelle s'étendent les racines des diverses légumineuses;

2° Étude de la profondeur qu'atteignent les racines des plantes qui succèdent à une culture de légumineuses, comparativement à celle à laquelle elles pénètrent, dans le même sol, convenablement fumé, mais n'ayant pas porté de légumineuses l'année précédente;

3° Fertilité du sol fumé à l'engrais vert, comparati-

vement avec celle de la même terre, ayant reçu, sous forme de fumier de ferme, une quantité d'azote égale à celle qu'ont apportée les légumineuses, les teneurs en phosphate, potasse, etc., des deux terres étant, cela va sans dire, identiques.

Voici comment on a procédé à Lupitz pour les différentes déterminations concernant la pénétration des racines dans le sol.

En plein champ, on a pratiqué, avec toutes les précautions nécessaires, une fouille verticale, en avant des plantes à étudier, mettant ainsi à nu l'ensemble des racines dont on mesurait le développement longitudinal et latéral¹. On observait, en outre, la hauteur de la plante au-dessus du sol, hauteur qui ne présente pas de rapport étroit avec la longueur des racines.

Ce mode d'investigation a été appliqué aux diverses récoltes de Lupitz, savoir : aux légumineuses, aux seigles semés en sols fumés ou non à l'engrais vert, enfin aux pommes de terre cultivées dans les conditions que j'indiquerai tout à l'heure. Lorsque la fouille verticale avait mis à nu l'ensemble de l'appareil racinaire des diverses plantes étudiées, on en prenait des photographies qui complètent très heureusement, dans le mémoire de M. Schultz, les indications numériques fournies par les mensurations.

Quelques chiffres suffiront à donner une idée des différences considérables entre les profondeurs aux-

1. Il serait très intéressant de compléter ces mesures par une détermination plus rigoureuse des dimensions des racines, à l'aide du procédé si ingénieux (enrobage du soufre) que M. Aimé Girard a appliqué aux pommes de terre et aux betteraves.

quelles pénètrent à Lupitz, dans le même champ, les racines des diverses légumineuses, et suivant la récolte antérieure, celles des pommes de terre et du seigle :

	Mètres.
Lupin jaune.....	0,75 à 0,80
— bleu.....	0,80 à 1,00
— blanc.....	0,80 à 1,00
Lathyrus	0,70 à 1,00
Pois.....	0,50
Pommes de terre.....	0,40 à 1,20
Seigle	0,60 à 1,00

On remarquera qu'entre deux plantes de la famille des légumineuses, pois et lupins, on constate un écart du simple au double dans la longueur des racines.

D'après les indications précédentes, lorsque le seigle succède immédiatement à une culture de lupin, ses racines pénètrent à 1 mètre de profondeur; celles de la pomme de terre s'étendent plus bas encore, tandis que, dans la terre voisine, fumée au fumier de ferme, mais n'ayant pas porté de lupin, elles ne descendent qu'entre 40 et 60 centimètres.

L'exemple suivant de la récolte de pommes de terre, faite, en 1893, à Lupitz et que j'emprunte au mémoire de M. Schultz, met en relief d'une façon frappante le rôle prépondérant d'une culture intercalaire sur le rendement du sol :

Une pièce de terre d'une superficie de 15 hectares a été consacrée à un essai comparatif de fumure au fumier de ferme (champ n° 2) et à l'engrais vert (lupin semé après déchaumage du seigle qu'avait porté le champ n° 1, fig. 1).

L'expérience a été faite en 1893, année d'une

sécheresse exceptionnelle, on se le rappelle, durant laquelle de nombreuses récoltes ont entièrement séché sur pied, à Lupitz comme ailleurs.

La récolte de pommes de terre s'est comportée tout différemment, suivant la nature de la fumure. Tandis que dans la parcelle n° 2, d'une superficie de 5 hectares environ, qui avait reçu du fumier de ferme, les plantes étaient d'aspect malingre, d'une couleur vert pâle et d'une végétation médiocre, celles qui couvraient les dix autres hectares étaient vigoureuses, d'un vert foncé et de très belle venue.

Pour faire saisir tout l'intérêt de l'expérience, il me faut donner quelques indications sur le traitement des deux champs.

Le champ n° 1 (voir la fig. 1, reproduction d'une photographie) avait porté les récoltes suivantes :

- 1890. — Seigle d'été après pommes de terre dans lesquelles on avait semé du trèfle.
- 1891. — Le trèfle semé en 1890, ayant été entravé dans sa venue par la sécheresse, on lui avait substitué du lupin enfoui en vert.
- 1892. — Seigle d'hiver suivi d'une culture intercalaire de lupin sur éteules.

Les cultures du champ n° 2 s'étaient succédé dans l'ordre suivant :

- 1890. — Seigle d'hiver sur trèfle vulnérable avec la fumure de Lupitz (phosphate et kaïnite).
- 1891. — Pommes de terre sur demi-fumure de fumier de ferme et engrais vert sur éteules.
- 1892. — Blé de printemps avec fumure Lupitz.

Dans le blé de printemps, on avait semé du trèfle qui n'a pas réussi. En 1893, les deux parcelles,

formant ensemble 15 hectares, furent plantées en pommes de terre.

Pour compenser la fumure verte du champ n° 1, on répandit sur le champ n° 2, 20 000 kilogrammes de fumier de ferme par hectare. L'état des deux parcelles se trouvait être alors absolument comparable au point de vue des conditions générales de fumure. Si les deux champs présentaient une différence, M. Schultz estime que c'était en faveur du champ n° 2.

Sur les 15 hectares, on compléta la fumure, par l'apport, avant le dernier labour, de 4 quintaux de poudre d'os et 2 quintaux de sang desséché (à l'hectare). Au printemps de 1893, on laboura les 15 hectares à la vapeur, à la profondeur de 40 centimètres. Les conditions culturales se trouvaient donc être identiques pour les deux parcelles : la terre était propre et pourvue en quantité sensiblement égales d'acide phosphorique et de potasse : quant à l'azote, l'apport par le fumier de ferme épandu sur la parcelle 2 égalait à très peu près la quantité de cet élément que l'engrais vert mettait, dans la parcelle 1, à la disposition de la récolte. Enfin la profondeur du labour était la même dans les deux parcelles.

L'aspect des pommes de terre dans les deux champs se montra bientôt très différent et les rendements, dont il sera question tout à l'heure, ne le furent pas moins. D'où pouvaient venir ces écarts et comment les expliquer? M. Schultz avait été conduit, par ses remarques antérieures, confirmées par l'opinion d'agronomes distingués venus à Lupitz pour y étudier cette culture, à considérer l'extension du système racinaire des pommes de terre comme l'explication du développement très inégal des récoltes des

deux champs. Pour vérifier cette hypothèse, on procéda sur place, avec soin, en divers points, au dégagement aussi complet que possible des racines des pommes de terre : partout on constata, dans le champ n° 1, que les racines de ce tubercule avaient pris un développement vertical considérable, en pénétrant dans les canalicules laissés par les racines des lupins de l'année précédente.

La fig. 1, qui est la reproduction de photographies prises sur place dans les deux champs, montre nettement comment les choses se sont passées.

Au moment où la gelée est venue le frapper à mort, le lupin était en fleur ou prêt à fleurir. Tous les organes de la plante, à ce stade de son développement, sont gorgés de principes nutritifs et notamment de matière azotée. Vient le labour qui coupe les racines à la profondeur où il pénètre, c'est-à-dire entre la couche arable et le sous-sol, suivant la ligne supérieure *a a* de la figure. Toute la partie sous-jacente des racines demeure en place, en attendant que, sous l'influence de l'humidité et de l'échauffement du sol au printemps, elles arrivent à pourrir. Comme les racines pivotantes du lupin qui traversent la couche de sable ferrugineux B sans y développer de racines latérales, les racines des pommes de terre pénétrant dans les canaux laissés pour le lupin sont peu développées dans cette même région B.

Elles atteignent ensuite la couche poreuse du sous-sol C, dont l'eau a disparu par la sécheresse excessive de 1893 : elles y développent bien quelques racines latérales, mais celles-ci, faute d'humidité, ont un fonctionnement très imparfait.

Mais bientôt, s'allongeant dans les gaines du lupin,

elles arrivent dans la couche D. Cette couche, grâce à

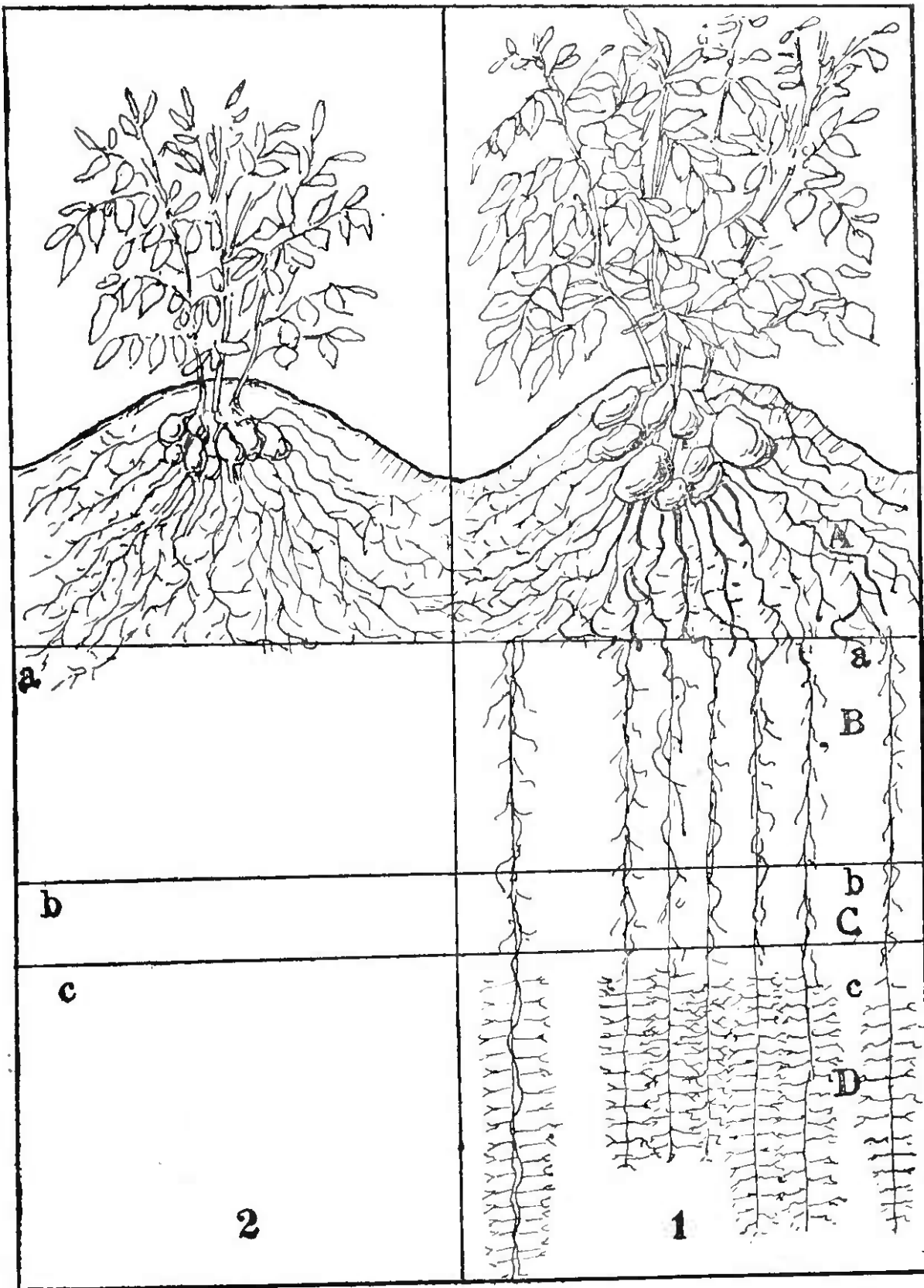


Fig. 1. — Développement des racines de pommes de terre cultivées :
 1° sur fumure au fumier de ferme : 2° après enfouissement de lupin.

sa profondeur, a conservé l'humidité due à l'hiver.
 L'activité des racines s'accroît énergiquement : de

nombreuses racines latérales fasciculées prennent naissance et fonctionnent à la manière de pompes aspirantes pour alimenter par capillarité la partie aérienne de la récolte. La couche souterraine D, dans laquelle plongent les racines extrêmes, étant du sable presque dépourvu d'éléments minéraux nutritifs, c'est principalement leur apport en eau qui assure le succès de la récolte.

Examinons maintenant ce qui s'est passé dans le champ n° 2. On constate que les plantes arrivent difficilement à maturité : la maladie, dont la récolte du champ n° 1 est absolument exempte, s'y montre partout. Les feuilles de pommes de terre y prennent des tons jaune pâle qui contrastent singulièrement avec les teintes vert foncé des pousses du champ n° 1. Les racines atteignent à peine 40 à 45 centimètres de profondeur, tandis qu'à côté, elles pénètrent jusqu'à 1 m. 20.

D'après l'aspect extérieur des deux récoltes, il n'y a donc pas lieu de s'étonner des grandes différences que l'on constatera à l'arrachage.

Dans le champ n° 1 (après lupin), la récolte de tubercules s'élève à 23 360 kilogr. à l'hectare, avec une teneur moyenne de 14 à 16 pour 100 en fécule : les tubercules sont lisses et très savoureux.

La parcelle n° 2 n'a produit que 14 640 kilogr. à l'hectare, d'une teneur un peu plus élevée en fécule, 16,6 à 18,2 pour 100. Les tubercules ont un moins bel aspect et sont moins savoureux.

Les frais de fumure ont été extrêmement différents dans les deux champs. Dans le n° 1, lupins semés après déchaumage, ils n'ont été que de 56 fr. à peine par hectare, et M. Schultz a calculé que le prix de

revient du quintal de pommes de terre n'est que de 2 francs seulement. La fumure au fumier de ferme a entraîné pour le champ n° 2 une dépense de 212 fr. 50 à l'hectare, presque quadruple de la première, et le prix de revient des 100 kilogr de pommes de terre a atteint 4 fr. 20.

Cette intéressante expérience montre quel profit on est en droit d'espérer, en sol léger et pauvre, des fumures vertes intercalaires convenablement pratiquées.

Les légumineuses à enracinement profond, comme le lupin, non seulement apportent gratuitement à la récolte suivante une abondante provision d'azote qui dispense de recourir à toute autre fumure azotée, mais, condition capitale dans les années de sécheresse surtout, elles concourent, dans une très large mesure, à l'alimentation en eau de cette récolte : elles permettent aux plantes de faire pénétrer dans le sous-sol humide la masse de leurs racines qui ne s'étend pas au-dessous de la couche arable, lorsque les légumineuses ne lui ont pas frayé le chemin.

Je répète, cette année, au champ d'expériences de la Station agronomique de l'Est l'expérience de M. Schultz : j'indiquerai plus loin les conditions spéciales dans lesquelles je tente la culture des pommes de terre après une culture intercalaire de légumineuses.

V — Culture du seigle après lupin. Expériences de 1894 au domaine de Lupitz.

Les expériences de M. Schultz que je viens de rapporter ont révélé une cause, non moins importante

que la fixation de l'azote, du rôle améliorateur des légumineuses, et particulièrement des plantes de cette famille à enracinement profond, comme le lupin.

Les recherches de Hellriegel, celles de E. Risler, Haberland, etc., nous ont appris que la production d'une partie en poids de substance végétale exige le concours de 300 à 400 parties d'eau. Autrement dit, la production de 1 000 kilogr. de substance sèche de céréales, de pommes de terre, d'herbe, etc., a nécessité le passage à travers les plantes qui constituent la récolte de grain, de paille, de tubercules, etc., d'un poids d'eau égal à 300 ou 400 tonnes métriques. Dans les années d'extrême sécheresse, ces exigences en eau n'étant pas satisfaites, les rendements du sol s'abaissent dans d'énormes proportions : le désastreux exemple de l'année 1893 est présent à tous les esprits.

La culture de pommes de terre, faite précisément en 1893, à Lupitz, a mis en relief d'une façon éclatante le rôle des légumineuses à enracinement profond sur l'alimentation en eau de la récolte.

Dans les années de sécheresse extrême, la couche superficielle du sol perd rapidement son humidité par évaporation : les racines n'y rencontrent plus la quantité d'eau nécessaire à l'alimentation de la plante dont le développement est, par suite, très notablement diminué. Plus profondément, comme c'était le cas de la parcelle aux lupins (voir fig. 4), les racines trouvent assez d'eau pour alimenter convenablement la récolte.

Nous allons trouver dans les expériences de culture du seigle, au domaine de Lupitz, une confirmation complète de l'heureuse influence d'une culture intercalaire sur la récolte qui lui succède.

En 1894, les mois de printemps ont été, à Lupitz, d'une sécheresse exceptionnelle : le sol n'y a reçu, de mars à juin, que 56 millimètres d'eau, la hauteur moyenne de pluie dans le même point étant, pour cette période, de 144 millimètres, soit presque le triple. M. Schultz a entrepris, cette année-là, une série d'expériences relatives à l'influence exercée sur la production du seigle par une fumure verte de lupin précédant la semaille de cette céréale. Les résultats n'en sont pas moins intéressants que ceux de la culture des pommes de terre, en 1893, rapportés dans le paragraphe précédent.

Pour les constatations relatives au développement du seigle dans les diverses conditions indiquées plus loin, on a procédé exactement comme dans le cas des pommes de terre : une tranchée verticale, pratiquée dans le sol des diverses parcelles en expérience, jusqu'à la profondeur à laquelle pénétraient les racines, a mis à nu l'appareil racinaire des seigles : on a mesuré les parties aériennes et souterraines des plantes, dont on a ensuite pris la photographie.

Quatre parcelles contiguës ont servi à ces expériences dont je vais chercher à préciser les conditions et les résultats, sans pouvoir, à mon regret, reproduire les nombreuses photographies qui accompagnent le mémoire de M. Schultz.

PARCELLE I. — *Seigle sur culture de lupin enfoui en vert.* Les plantes sont très vigoureuses, bien développées; les épis longs et très garnis.

La partie aérienne du seigle mesure de 1 m. 20 à 1 m. 71.

Les racines ont une longueur verticale de 1 m. 14. Elles ont pénétré à cette profondeur, exactement

comme les racines des pommes de terre en 1893, grâce aux canalicules laissés par les racines des lupins au-dessous de la couche labourée. La récolte de grain a été de 18 quintaux métriques à l'hectare.

PARCELLE II. — Terrain contigu au précédent, comme lui semé en lupin, avec cette différence que les racines ont été *arrachées* avant la semaille du seigle.

Les plantes sont moins vigoureuses que celles de la parcelle I : la hauteur des tiges varie de 0 m. 93 à 1 m. 26 seulement. Les épis sont beaux, mais moins longs et moins fournis que ceux de la parcelle I.

Les racines atteignent, au maximum, une longueur de 0 m. 90, soit 15 centimètres environ en moins que celles de la parcelle I : l'alimentation de la plante a été inférieure à celle du seigle de la parcelle I.

Le rendement en grain n'est que de 15 quintaux métriques à l'hectare.

PARCELLE III. — *Seigle après pommes de terre*. Le sol avait reçu pour les pommes de terre, 600 kilogr. de kainite, 200 kilogr. de superphosphate et 50 kilogr. de nitrate de soude (à l'hectare).

Le seigle s'est bien développé, sans accidents, mais il n'a pas atteint la hauteur de celui des parcelles I et II.

Les tiges mesurent de 0 m. 70 à 0 m. 96 ; les racines n'ont pas dépassé, en longueur, 0 m. 50 à 0 m. 60.

Le rendement en grain, à l'hectare, est de 8 quintaux seulement.

PARCELLE IV. — Immédiatement attenant aux parcelles précédentes, se trouvait un champ autrefois en pâturage et mis en culture depuis quelques années seulement ; il n'avait porté du lupin qu'une seule fois.

Dans cette parcelle, le seigle mesure de 0 m. 50 à 0 m. 89 (maximum), ses racines ne descendant pas, dans le sol, au-dessous de 0 m. 40.

Le poids du grain produit ne s'élève qu'à 6 quintaux $1/2$ à l'hectare.

Ces résultats confirment de tous points ceux qu'ont donnés les cultures de pomme de terre en 1893. Comme l'année précédente, la culture du lupin précédant immédiatement celle de la céréale, a exercé sur le développement des racines une influence qui s'est traduite par une augmentation considérable dans les rendements. Cette augmentation, si l'on envisage les rendements extrêmes (18 quintaux métriques et 6 q. m. 5), a été de près de 300 pour 100.

C'est indubitablement à la faculté que les lupins ont donnée aux racines de s'alimenter en eau, en pénétrant profondément, qu'il faut, avec M. Schultz, attribuer dans cette année d'extrême sécheresse au printemps, la belle venue du seigle dans les parcelles I et II, et les écarts de rendements que nous venons de constater.

J'ai eu la curiosité de calculer les rapports des longueurs des racines avec ceux des récoltes, en prenant pour unité les chiffres afférents à la parcelle IV. Voici les résultats que donnent ces rapprochements :

	RAPPORTS	
	Longueurs des racines.	Rendements en grain.
Parcelle IV.....	1	1
— III.....	1,23	1,50
— II.....	2,30	2,25
— I.....	2,77	2,50

On voit par là, sans vouloir donner à ces comparaisons une valeur absolue qu'elles ne sauraient avoir,

le lien étroit qui unit la production en grain à la dimension de l'appareil racinaire.

A partir de juin, la pluie est tombée abondamment à Lupitz : les seigles ont donc reçu, au moment opportun, une quantité d'eau suffisante pour achever leur développement et arriver à maturité. Malgré cela, M. Schultz a constaté, dans la forme et dans la structure des grains des différentes parcelles, des particularités intéressantes à noter.

Les grains des parcelles I et II (parcelles à lupin) étaient volumineux, très réguliers et de structure dense. 100 grains pesaient, en moyenne, 4 grammes.

Les grains des parcelles III et IV étaient tous sensiblement plus petits et plus grêles : 100 grains ne pesaient que 3 gr. 1.

Ces constatations confirment celles que M. Schultz a depuis longtemps eu l'occasion de faire à Lupitz, touchant l'influence d'un bon enracinement des céréales sur le rendement en grain et sur les qualités de ce dernier. Les agriculteurs qui cultivent les céréales *en sol léger* ne doivent jamais, conclut M. Schultz, employer comme semence que du grain récolté sur une terre qui a porté immédiatement avant la céréale des légumineuses à enracinement profond. Si l'on veut obtenir de belles récoltes de céréales et particulièrement de seigle et d'avoine, en terre légère, il faut considérer la nature des récoltes qui se succèdent comme un élément absolument essentiel de succès. Il faut recourir aux plantes à enracinement profond pour améliorer progressivement le développement des racines des céréales. Cette observation s'applique également, comme nous l'avons vu, à la culture de la pomme de terre.

En ce qui regarde la valeur comparative des diverses légumineuses, sous le rapport de l'extension de leurs racines en profondeur, il résulte des très nombreuses observations et expériences de M. Schultz qu'on peut les classer comme suit :

En première ligne vient le lupin bleu, dont les racines, dans la même période de végétation, pénètrent de 5 à 10 centimètres plus bas que celles du lupin blanc et de 10 à 15 centimètres plus profondément que les racines du lupin jaune.

Le lupin blanc est une excellente plante à enracinement profond : il exige un sol un peu meilleur que le lupin bleu, mais il surpasse légèrement celui-ci comme fixateur d'azote.

Le lupin jaune est également une très bonne plante, sous le double rapport du développement des racines et de la fixation de l'azote, mais, contrairement à ce qu'admettent certains cultivateurs, il ne donne pas, à l'hectare, une quantité de matière organique supérieure à celle que fournissent les deux autres lupins.

Les pois sont, par excellence, des fixateurs d'azote et, sous ce rapport, surpassent les lupins : ils conviennent très bien, à raison du développement qu'ils prennent, pour combler les vides que les lupins laissent sur le sol. Mais leurs racines pénétrant peu profondément (25 à 30 centimètres), ils ne remplissent en aucune façon le rôle si important qui appartient aux lupins, au point de vue de l'approfondissement de la couche arable pour la récolte suivante.

Viennent ensuite les diverses variétés de *Lathyrus* dont les qualités n'égalent pas celles des lupins, mais qui peuvent, malgré cela, être utilisées avantageusement, dans certains cas, comme engrais vert.

V

LE SULLA OU SAINFOIN D'ESPAGNE ET D'ALGÉRIE

I. — Indications générales sur la culture du sulla.

M. J. Knill, propriétaire-agriculteur à l'Ermitage (Ainouchas, près de Sétif), poursuit, depuis une quinzaine d'années, la solution d'un problème des plus importants pour l'agriculture algérienne et tout particulièrement pour l'exploitation des terres non irrigables à climat sec, telles que celles des hauts plateaux. Dans cette région, abstraction faite des vignes, les terres sont soumises encore à l'assolement bienal : blé dur ou orge et jachère, toute autre culture, vu l'absence d'irrigations, ne donnant aucun résultat. « Il s'ensuit, dit M. J. Knill, qu'un colon, possesseur de 40 hectares de terre, n'en peut ensemençer que 20 chaque année. Que se passe-t-il sur les 20 hectares restants ? Les labours de jachère n'étant malheureusement presque jamais pratiqués — et, s'ils l'étaient, où le colon ferait-il pâturer son petit troupeau ? — le sol se couvre spontanément d'une multitude de mauvaises herbes : chardons variés, moutarde et carotte sauvage, que le bétail rebute pour la plupart. Les

herbes non pâturées montent à graine et se reproduisent les années suivantes avec une intensité telle qu'elles diminuent d'une façon trop appréciable produit principal, qui est la céréale. »

M. J. Knill, dont l'exploitation, comme toutes celles de la région, a longtemps subi les pertes résultant de cet état de choses, s'est proposé d'y remédier, en recherchant s'il existait, pour cette situation culturale si exceptionnelle, une plante pouvant être semée avec une céréale ou après la récolte de celle-ci, et capable de donner, *sans irrigation*, aux moindres frais possibles, une bonne coupe de fourrage pendant l'année de repos de la terre ; cela permettrait au colon algérien, sinon d'augmenter l'effectif de son bétail, du moins de le conserver pendant l'hiver.

Pour répondre à tous les desiderata, cette plante devrait posséder les qualités suivantes : 1° être améliorante, c'est-à-dire appartenir à la famille des légumineuses qui assimilent, par leurs nodosités, l'azote atmosphérique et n'empruntent au sol que la chaux, la potasse, la magnésie et l'acide phosphorique, en grande partie puisés dans le sous-sol par leurs racines ; 2° laisser dans le sol, après sa récolte, par ses organes souterrains, assez de résidus pour favoriser la végétation de la céréale, l'année suivante ; 3° enfin, être étouffante, c'est-à-dire d'une végétation assez puissante pour enrayer le développement des mauvaises herbes, inhérent au système de culture alterne : cette plante devrait, par conséquent, être apte à remplacer la culture des plantes sarclées, impossible sans irrigations ¹.

1. *Le Sulla*, br. in-8, Sétif, 1892 (épuisé).

Après s'être posé ainsi le problème à résoudre, M. J. Knill, se basant sur l'agriculture européenne, essaya, plusieurs années de suite, toutes les variétés de trèfle, sainfoin, lupuline, mélilot, madia, etc., mais toujours avec un égal insuccès. Il eut alors l'idée d'étudier la flore indigène et collectionna, non sans peine, et pour ainsi dire une à une, les graines de nombreuses variétés de luzerne et de sainfoin du pays qu'il sema, consécutivement pendant plusieurs années, en terrain cultivé. Malgré tous les soins apportés à ces essais, il eut encore bien des déceptions à enregistrer : mais, parmi ces tentatives infructueuses, il rencontra un succès qui devait le dédommager de ses efforts : le *Sulla* remplissait les conditions requises pour atteindre le but que s'était proposé M. J. Knill.

Le *Sulla* (*Hedysarum Coronarium*), connu sous le nom de sainfoin d'Espagne, est une plante géante de la famille des légumineuses, à souche bisannuelle, à racine pivotante atteignant une longueur de 0 m. 50 à 0 m. 70. Ses tiges drues ont une hauteur de 0 m. 90 à 1 m. 25. Il y en a trois variétés bien distinctes : le *sulla* indigène d'Algérie ; le *sulla* à fleurs rouges dont nous nous occuperons spécialement ; le *sulla* à fleurs blanches, variété vivace à tige rampante de 1 mètre de longueur qui, d'après M. J. Knill, a sa place marquée dans les prairies permanentes non irrigables. Cette variété, d'après lui, donnera toujours dans les plus mauvaises terres, sans en excepter les schistes purs, un produit égal, sinon supérieur à la coupe que fournirait une luzernière arrosée. La plante repousse après la fauchaison et donne un pâturage très abondant durant tout l'été. La troi-

sième variété est naine, à tiges rampantes ; elle semble affectionner les schistes purs et pourrait entrer dans la composition des pâturages en terrains maigres et secs.

La seule variété dont j'ai à m'occuper ici est le sulla à fleurs rouges.

La variété indigène d'Algérie présente, sur le sulla cultivé depuis le xviii^e siècle, en Espagne, en Sicile et à Malte, deux avantages marqués : elle est bisannuelle et résiste aux gelées blanches qui ont détruit le sulla que M. J. Knill avait importé de Malte, il y a quelques années. Le sulla d'Algérie se sème avec la céréale. La première année du semis, il n'atteint guère plus de 0 m. 30 de hauteur et commence à fleurir environ un mois plus tard que les plantes semées l'année précédente. Ce n'est qu'au printemps suivant, c'est-à-dire dans la seconde année de son existence, que la plante acquiert toute sa taille (0 m. 90 à 1 m. 25). La maturité de la graine a lieu généralement, aux Amouchas, vers le 20 juin, presque en même temps que celle de l'orge, environ vingt-cinq jours après la floraison, époque de la fenaison du sulla, les légumineuses présentant, à la fleur, comme on le sait, leur maximum de valeur nutritive pour le bétail.

M. J. Knill fixe à 26 hectolitres, pesant au total 540 kilogr. environ, le rendement moyen en graines d'un hectare de sulla récolté en bonne condition. A l'inverse des semences des autres variétés de sainfoins, qui perdent promptement, en vieillissant, leur faculté germinative, la graine du sulla, semée sans préparation, ne lève pas la première année. Au début de ses essais, M. J. Knill a éprouvé les plus grandes difficultés à faire germer les graines du sulla. Consulté

par lui au sujet de la quasi-impossibilité où il était d'obtenir une levée de ces semences, M. Schribaux a indiqué au propriétaire de l'Ermitage un moyen simple de vaincre la résistance du tégument très dur, propriété commune à beaucoup d'espèces de graines des pays chauds. Ce procédé consiste dans l'ébouillantage des graines ¹ Soumises à l'action de l'eau bouillante pendant cinq minutes, les semences de choix du sulla germent dans la proportion de 95 pour 100.

Grâce à cette opération facile à exécuter, en suivant les indications du directeur du laboratoire d'essai des semences de l'Institut agronomique, M. J. Knill est arrivé à réussir complètement ses semis. En tenant compte de la valeur germinative de la graine, qui est en moyenne de 50 pour 100, M. Knill emploie pour la semaille 530 litres de semences à l'hectare (412 kilogr., environ). 4 hectare produisant 26 hectolitres de semences, 20 ares de sulla environ, laissés pour porte-graines, suffisent pour l'ensemencement d'un hectare.

L'introduction du sulla dans certaines terres sèches et pauvres du littoral de la Méditerranée nous semble devoir être tentée : elle rendrait sans doute des services, là où l'absence d'irrigations s'oppose, à raison de la sécheresse du climat, à la culture de la luzerne. J'ai donc pensé, autant à raison des services considérables que les expériences du domaine des Amouchas sont appelées à rendre à l'agriculture algérienne des hauts plateaux, que des tentatives à provoquer dans

1. Voir les articles que M. Schribaux a consacrés à la description du procédé : *J. d'agric. pratique*, du 22 mai 1890 et du 12 avril 1894.

le Midi de la France, pour l'introduction du sulla, qu'il était intéressant de faire précéder l'étude de la valeur alimentaire de cette plante des indications générales que j'ai empruntées à l'intéressant opuscule de M. J. Knill, aujourd'hui complètement épuisé.

Il me reste à faire connaître les rendements obtenus, en grande culture, dans le domaine de l'Ermitage. En 1892, le Comice agricole de Sétif a délégué deux de ses membres, MM. E. Chollet, secrétaire de cette association, et G. Ryf, directeur de la Compagnie genevoise, pour visiter l'exploitation de M. J. Knill et vérifier les résultats annoncés par cet habile praticien. Voici comment s'exprime le rapport des délégués au sujet du rendement :

« Nous avons constaté que la moyenne des tiges du sulla dépassait 1 mètre, ces tiges ayant la grosseur moyenne d'une plume d'oie, beaucoup même celle d'un crayon. Nous avons fait faucher, devant nous, dans une partie moyenne du champ, une parcelle de 28 mètres carrés; son produit pesait 164 kilogr. (près de 600 quintaux de nourriture verte à l'hectare). » Ces 164 kilogr. fanés sur place ont donné après dessiccation, au bout de huit jours, 32 kilogrammes de foin. Enfin, M. J. Knill a fait procéder à l'extraction, à la bêche, des racines des plantes fauchées sur cette surface de 28 mètres carrés; les racines fraîches pesaient 36 kil. 400. Si l'on rapporte à l'hectare les résultats des trois opérations que je viens d'indiquer, on trouve que la production s'est élevée aux chiffres suivants :

		Nombre rond.	
Récolte fraîche.....	58 561 kil.	soit	586 q. m.
Foin.....	11 429	—	114 —
Racines fraîches.....	13 000	—	130 —

La production de substance végétale, à l'hectare, s'élève donc, au total, à 716 quintaux métriques, répartie comme suit : fourrage : 586 quintaux, soit 77,9 pour 100; racines : 130 quintaux, soit 22,1 pour 100. On verra plus loin que les déterminations que nous avons pu faire sur la gerbe de sulla envoyée au laboratoire de la Station agronomique de l'Est par M. J. Knill, concordent tout à fait avec ces nombres, en ce qui regarde le taux proportionnel des parties aériennes et souterraines de la plante.

A la suite de leur constatation des rendements du sulla, MM. Chollet et G. Ryf ajoutent dans leur rapport :

Le sulla, à l'état vert ou sec, constitue un fourrage aussi riche en principes nutritifs qu'agréable; tous les animaux de la ferme — race bovine, ovine, chevaline et porcine — préfèrent le sulla à n'importe quel autre fourrage. Le sulla, avec sa floraison très abondante (plus de 4 500 fleurs par pied), est, en outre, une plante mellifère par excellence. Que de colonies d'abeilles ne pourrait-on pas entretenir sur quelques hectares de sulla! On a de la peine à s'imaginer un champ de sulla en floraison et l'exubérance de la végétation qui s'étale devant les yeux du visiteur. D'ailleurs, les chiffres du rendement que nous garantissons peuvent facilement donner une idée de la richesse de cette culture. Plus de 100 quintaux d'excellent foin par hectare, l'année de la jachère, qui est-ce qui en aurait jamais rêvé la moitié? et tout cela obtenu avec la seule dépense de la semence, que chacun peut ramasser chez lui, nous ne dirons pas sans frais, mais sans beaucoup de frais....

L'action nettoyante du sulla n'est pas des moins importantes dans un pays où la mauvaise herbe fait, bon an, mal an, plus de mal que la sécheresse, les sauterelles et la grêle réunies. Le sulla étouffe radicalement tous les parasites, les dévore au lieu de se laisser dévorer comme

la plupart des autres cultures.... On nous objectera peut-être que de pareils rendements ne peuvent être obtenus que sur des terres très riches, et en appauvrissant le sol : ces craintes ne sont pas fondées. Le sol des Amouchas qui a produit cette récolte est bon, mais n'a rien d'extraordinaire; c'est une terre assez forte, de nature argilo-calcaire, comme nous en avons de grandes étendues dans notre région. D'ailleurs M. J. Knill nous a montré des pieds magnifiques de sulla sur des points à sol maigre et superficiel, et nous sommes convaincus que cette plante prospérera un peu partout.... Nous voyons tant d'avantages de toute sorte dans cette culture, que nous ne pouvons que recommander à tous les agriculteurs d'en faire des essais; nous craignons d'autant moins de les engager dans cette voie que des expériences peuvent être faites avec une dépense minime. Si cette culture réussit, comme les intéressantes expériences de M. Knill semblent le prouver, ce serait, en effet, une révolution dans notre agriculture. Nous ne pouvons que féliciter M. Knill de ses longues et patientes recherches et de la découverte qu'il a faite.

Après cet exposé des conditions générales de la culture du sulla aux Amouchas, j'arrive à l'étude que j'ai faite à la Station agronomique de l'Est, avec mon collaborateur E. Bartmann, de la composition du sulla, au double point de vue alimentaire et cultural; valeur nutritive du fourrage, exigences minérales de la plante, qualités améliorantes du sainfoin d'Algérie par enrichissement du sol en azote, haute valeur de cette légumineuse comme engrais vert.

II. — Composition et valeur nutritive du sulla.

Au mois d'avril 1895, M. J. Knill me priait de lui faire connaître la composition et la valeur nutritive du sulla. Ne possédant pas de données à ce

sujet, aucune analyse de sulla ne m'étant connue, je me mis à sa disposition pour entreprendre l'étude de cette intéressante légumineuse. Le 5 mai, M. J. Knill expédiait au laboratoire de la station de l'Est : 1° une touffe de sulla avec ses racines ; 2° des racines extraites du sol, après fauchage, c'est-à-dire la souche de la plante restant dans la terre, après la fenaison.

La touffe de sulla représentait la moyenne des plantes récoltées, cette année, aux Amouchas : la partie aérienne mesurait 1 m. 20 environ de hauteur. Dans le même champ se trouvaient, m'écrit M. J. Knill, nombre de plantes dépassant 1 m. 80 en hauteur, fait d'autant plus intéressant que, cette année, dans les champs voisins de l'Ermitage, l'herbe des prairies naturelles atteint à peine 0 m. 15 et commence à jaunir ; les orges épient à la même hauteur. Quant au blé, ajoute mon correspondant, si la pluie tant et si ardemment désirée n'arrive pas, la récolte en sera bien compromise (lettre du 5 mai).

A ma recommandation, M. Knill avait pris soin de noter exactement le poids des plantes fraîches qu'il m'adressait. Cela nous a permis d'évaluer la perte en eau subie pendant le transport et de calculer, après dessiccation complète des échantillons, la teneur en eau de la partie aérienne et des racines du sulla, à l'état frais.

Nous avons procédé aux déterminations suivantes :

1° Dosage de l'eau dans les tiges, feuilles et racines du sulla ;

2° Analyse immédiate de la partie aérienne, matières azotées, amylacées, cellulose, etc. ;

3° Dosage de l'acide phosphorique et de la potasse dans les cendres de la partie aérienne;

4° Dosage de l'azote et analyse complète des cendres des racines.

A l'aide des renseignements que cette étude nous a fournis, nous avons pu établir :

1° La valeur nutritive du fourrage de sulla (vert ou sec) et la comparer à celle du foin de prairie et de quelques légumineuses;

2° L'emprunt, en acide phosphorique et en potasse, fait au sol par la récolte d'un hectare de sulla;

3° La quantité d'azote que donnerait, à un hectare, l'enfouissement en vert de la récolte;

4° Les quantités d'azote et des principales substances minérales que les résidus de la récolte de sulla laissent dans la terre après les avoir empruntées en majeure partie au sous-sol; le sainfoin d'Espagne envoie, je l'ai dit précédemment, ses racines pivotantes à une profondeur de 0 m. 50 à 0 m. 70;

5° Enfin la richesse approximative des excréments des animaux nourris au sulla.

De l'ensemble de ces documents analytiques, il nous sera possible de tirer quelques indications intéressantes sur les propriétés du sulla et de confirmer, de tous points, la haute valeur que M. J. Knill attache à sa propagation dans les sols secs de l'Algérie.

Nous avons commencé par déterminer la proportion des racines au reste de la plante : feuilles et tiges. Après la pesée de la touffe entière, la partie aérienne a été coupée au-dessus du collet de la racine, à la hauteur laissée par la faux, sur les échantillons de racines isolées, que M. J. Knill nous avait envoyés.

Le poids des racines ainsi séparé a été trouvé de 22 pour 100 de celui de la plante entière, concordant ainsi, rigoureusement, avec la pesée des tiges et des racines, faite par M. Knill sur la récolte de 28 mètres carrés (22,1 pour 100).

100 parties de sulla frais sont donc formées de :

	Pour 100.
Tiges et feuilles.....	78
Racines.....	22

C'est à ces quantités que nous appliquerons les résultats de nos analyses dans tous les calculs que nous aurons à faire pour nos diverses évaluations : quantité de matière nutritive, emprunts faits au sol, fumure verte, etc.

1° *Composition de la tige et des feuilles du sulla.*

A l'état frais, l'ensemble de la plante (tiges et feuilles) renferme 85 pour 100 d'eau : séchée à l'air libre, sur le sol, elle a perdu dans l'expérience de M. J. Knill, en huit jours, 61,9 pour 100 d'eau seulement et le foin obtenu en renfermait encore 23,1 pour 100. Il est probable que là dessiccation, dans ce court espace de temps, n'avait pas été complète et qu'en prolongeant l'expérience, on arriverait à ne laisser au foin de sulla que 16 à 17 pour 100 d'eau, humidité moyenne des foins de trèfles, luzernes, etc.

Afin de rendre plus aisément comparable aux foins de trèfle, de luzerne et d'herbes de prairie, le foin de sulla, nous indiquons ci-contre la composition du sulla à divers états de dessiccation et notamment à la teneur en eau de 16 pour 100.

La partie aérienne du sulla a présenté la composition centésimale suivante :

	A l'état frais.	Substance sèche.
Eau.....	85,00	»
Matières azotées.....	2,38 ¹	15,87
Matières amylacées.....	5,75	38,32
— grasses.....	0,27	1,80
Cellulose.....	4,63	30,85
Matières minérales.....	1,97	13,16
	<u>100,00</u>	<u>100,00</u>

D'après cela, le foin de sulla récolté par M. J. Knill et le foin de cette plante à 16 pour 100 d'eau seulement, comparable aux foins des autres légumineuses sous notre climat, auraient la composition que voici :

	Foin Knill.	Foin de sulla à 16 p. 100.
Eau.....	23,10	16,00
Matières azotées.....	12,21	13,33
— amylacées.....	29,47	32,19
— grasses.....	1,38	1,51
Cellulose.....	23,72	25,91
Matières minérales.....	10,12	11,06
	<u>100,00</u>	<u>100,00</u>

Ces chiffres montrent que le sulla, comme la pratique de l'exploitation des Amouchas l'a constaté, est un fourrage très riche en matières azotées et d'une valeur nutritive au moins égale à celle du trèfle rouge et de la luzerne et très supérieure à celle du foin de prairie. Il est aisé de s'en convaincre en jetant un coup d'œil sur le tableau ci-dessous dans lequel

1. Correspondant à azote 0,381 pour 100.

nous rapprochons la composition moyenne de ces diverses plantes, à l'état de foin, en leur supposant une teneur en eau de 16 pour 100 environ.

**Comparaison des foins de sulla, de trèfle, de luzerne
et de prairie renfermant 16 pour 100 d'eau.**

Nature des foins.	Matières azotées.	Matières amylacées.	Matières grasses.	Cellulose brute.	Matières minérales.	Relation nutritive.
—	P. 100.	P. 100.	P. 100.	P. 100.	P. 100.	P. 100.
Sulla.....	43,33	32,19	1,51	25,91	11,06	2,68
Trèfle rouge....	12,30	38,20	2,20	26,08	5,30	3,53
Luzerne.....	14,40	27,90	2,50	33,00	6,20	2,36
Foin de prairie.	9,70	41,40	2,50	26,50	6,20	4,80

On voit que le sulla présente une relation nutritive presque égale à celle de la luzerne ¹, notablement supérieure à celle du trèfle rouge et presque double de celle du foin de prairie : il doit donc être considéré comme un fourrage de première qualité, d'autant qu'il est préféré à tout autre par le bétail, au dire des délégués du comice agricole de Sétif, et qu'on obtient, d'après M. Knill, en une seule coupe, plus de foin que n'en donnent, en Algérie, quatre coupes de luzerne irriguée.

L'élément le plus important des cendres d'un fourrage est l'acide phosphorique, qui joue, on le sait, un rôle physiologique considérable, principalement dans l'alimentation des jeunes animaux. A ce point de vue encore, le sulla mérite une mention spéciale. La plante verte renferme 0,117 pour 100 d'acide phosphorique, ce qui correspond pour le foin (à 16 pour 100 d'eau) à 0 gr. 655, représentant 1 gr. 428 pour 100

1. Rapport de la matière azotée aux matières amylacées et grasses.

de phosphate de chaux, soit 143 grammes environ de ce sel, par ration de 10 kilogrammes de foin. Le foin de luzerne n'en contient, pour le même poids, que 115 grammes environ. La différence la plus marquée que nous ayons constatée concernant les matières minérales qui entrent dans la composition des cendres du sulla et dans celle des autres foin, est relative aux alcalis. Le foin de sulla ne renferme que 0,65 pour 100 de potasse, tandis que ceux de luzerne et de trèfle en contiennent 1,46 et 1,85 en moyenne. La soude, il est vrai, se trouve dans les cendres du sulla en quantité au moins égale à celle de la potasse, à l'inverse de ce que l'analyse révèle chez les autres légumineuses.

2° *Composition des racines du sulla.*

Les racines récoltées immédiatement après la coupe du sulla ont été débarrassées complètement du peu de terre qui y adhérait. On les a desséchées complètement pour y doser l'eau, l'azote et faire l'analyse des cendres ; ces opérations ont donné les résultats suivants :

	100 parties de racines de sulla renferment à l'état	
	frais.	sec.
Eau	78,50	—
Cendres.....	2,01	9,36
Matière organique.....	19,49 ¹	90,64 ¹
	<u>100,00</u>	<u>100,00</u>
1. Azote.....	0,221	1,03
Acide phosphorique.....	0,068	0,28
Potasse.....	0,099	0,46
Chaux.....	0,322	1,50
Magnésie.....	0,112	0,52

Ces chiffres vont nous servir, avec ceux que l'analyse de la partie aérienne de la plante nous a fournis, à calculer : 1° les exigences minérales de la récolte d'un hectare de sulla; 2° la quantité de principes nutritifs laissés par les souches, dans le sol, à la disposition de la récolte suivante; 3° l'apport que le sulla ferait à la terre dans laquelle on l'enfouirait comme fumure verte.

3° Emprunts faits au sol et à l'air par la récolte d'un hectare de sulla.

Nous prendrons, comme point de départ de ce calcul, le rendement constaté par les délégués du comice de Sétif, lors de leur visite aux Amouchas, rendement plutôt inférieur qu'égal aux rendements moyens observés par M. J. Knill dans ces dernières années.

La coupe, faite sous le contrôle des délégués du comice, a donné, on se le rappelle, en nombre rond, 586 quintaux métriques de fourrage vert, et l'arrachage des souches a produit 130 quintaux métriques de racines.

Azote de la récolte. — Le sulla, comme toutes les légumineuses, emprunte à l'air, par l'intermédiaire des nodosités des racines, très nombreuses et volumineuses dans cette espèce, l'azote dont il a besoin pour se constituer. D'après les résultats de nos analyses, la quantité totale d'azote fixée par le sulla, sur un hectare de terre, s'élève à 252 kilogr., se décomposant comme suit :

	Kilogr.
586 quintaux métriques tiges et feuilles, à 0,381 pour 100 d'azote.....	223,27
130 quintaux métriques de souches et racines, à 0,221 pour 100 d'azote.....	28,73
Azote total fixé par la récolte	<u>252,00</u>

Acide phosphorique. — La quantité d'acide phosphorique assimilé par la récolte est la suivante :

	Kilogr.
586 quintaux métriques tiges et feuilles, à 0,117 pour 100 d'acide phosphorique.....	68,560
130 quintaux métriques souches et racines, à 0,06 pour 100 d'acide phosphorique.....	7,800
Acide phosphorique total.....	<u>76,360</u>

Potasse. — Beaucoup moins exigeant en potasse que la luzerne et surtout que le trèfle et la vesce velue, le sulla a puisé dans le sol et dans le sous-sol les quantités suivantes de ce principe, auquel la soude se trouve associée en quantité considérable :

	Kilogr.
586 quintaux métriques tiges et feuilles, à 0,099 pour 100 de potasse.....	68,68
130 quintaux métriques racines, à 0,099 pour 100 de potasse.....	12,87
Soit, au total, potasse assimilée.....	<u>81,55</u>

On aura une idée plus frappante encore des quantités des trois principes fertilisants essentiels contenus dans la récolte d'un hectare de sulla, en les exprimant sous la forme de nitrate de soude, de phosphate tribasique de chaux et sel de potasse, chlorure ou kainite : les 223 kilogr. d'azote de la récolte correspondent à 14 quintaux métriques de nitrate de soude; les 68 kilogr. d'acide phosphorique à

149 kilogr. de phosphate tribasique de chaux et les 69 kilogr. de potasse à 138 kilogr. de chlorure de potassium ou à 500 kilogr. de kaïnite. D'autre part les racines, en se transformant en humus, laissent dans le sol des quantités d'azote, d'acide phosphorique et de potasse équivalentes à 190 kilogr.¹ de nitrate de soude; 17 kilogr. de phosphate tribasique; 25 kilogr. 7 de chlorure de potassium ou 100 kilogr. de kaïnite.

On voit, en somme, que dans les terrains argilo-calcaires où se trouve située l'exploitation des Amouchas, la seule restitution que pourrait exiger une culture alterne de sulla et de céréales serait l'acide phosphorique, ces terres étant généralement assez riches en potasse, dont le sulla, d'ailleurs, semble faire une consommation bien moindre que les autres légumineuses françaises. Peut-être cette sobriété relative du sulla, au point de vue de son alimentation potassique, est-elle pour quelque chose dans sa réussite parfaite là où les autres légumineuses ne prospèrent pas. Je me borne à signaler cette hypothèse dont les éléments de vérification me font défaut.

L'importance considérable des essais fructueux de culture du sulla de M. J. Knill, dans une région où l'absence d'irrigation rend pour ainsi dire impossible toute récolte fourragère tant soit peu abondante, réside principalement dans la possibilité pour les éleveurs de se procurer à bon marché l'alimentation

1. En admettant, d'après les expériences sur les engrais verts, une assimilation de l'azote qu'ils renferment, égale à 60 pour 100 de l'azote d'une quantité de nitrate correspondante, les racines d'un hectare de sulla fourniraient à la récolte suivante 17 kilogr. d'azote environ.

nécessaire à leurs troupeaux, écuries ou étables. Mais il peut se présenter, même en Algérie, des situations où l'agriculteur aurait intérêt à se servir du sulla comme fumure verte. Dans ce cas, l'enfouissement de la récolte totale, tiges, feuilles et racines d'un hectare de sulla, retournés à la floraison, introduirait dans le sol les quantités de principes fertilisants qui correspondent aux poids suivants d'engrais commerciaux :

Azote : nitrate de soude.....	16 quint. métr.
Acide phosphorique : phosphate de chaux.	166 kilogr.
Potasse { chlorure	164 —
{ ou kaïnite.....	620 —

Dans les régions où les frais de transport exorbitants qui grèvent les engrais commerciaux en doublent parfois le coût à l'usine, la fumure verte, à l'aide du sulla, serait sans doute très économique et pourrait être pratiquée à côté de la culture de cette plante, comme fourrage. Il appartient aux cultivateurs de la Corse et de la région du Midi d'apprécier la valeur de cette opération, en se basant sur les conditions locales de leurs exploitations.

4° Valeur du fumier produit par l'alimentation du bétail avec le sulla, plante fraîche ou foin.

Les animaux de la ferme consomment avec avidité l'herbe de sulla ou le foin qui en provient. Le fumier étant d'autant plus riche que le fourrage consommé l'est lui-même, le fumier de sulla participera nécessairement de la haute teneur de la plante en matière azotée. En l'absence d'expériences directes, il est dif-

ficile d'établir la richesse en azote, acide phosphorique et potasse des excréments des animaux nourris avec le sainfoin d'Espagne ; voici cependant quelques indications qui ne semblent pas devoir s'éloigner beaucoup de la réalité. Si l'on admet, pour la matière azotée, un coefficient de digestibilité moyen de 65 pour 100, pour l'acide phosphorique et la potasse une assimilation de 5 pour 100, on peut calculer approximativement la quantité de chacun de ces principes que devront renfermer les excréments des animaux soumis au régime exclusif du sulla :

100 kilogr. de foin de sulla, à 16 pour 100 d'eau, renferment :

Azote, 2 kilogr. 138, dont 65 pour 100 sont utilisés par l'animal et les 35 pour 100 restant éliminés par l'appareil intestinal.....	Kilogr.	0,7575
Acide phosphorique, 0 kilogr. 655, dont 95 pour 100 éliminés.....		0,622
Potasse, 0 kilogr. 646, dont 95 pour 100 éliminés.		0,614

La récolte d'un hectare est de 102 quintaux métriques à 16 pour 100 d'eau (ou 114 quintaux métriques à 23 pour 100); pour simplifier, nous admettons le nombre rond de 100 quintaux métriques de foin à l'hectare. Le fumier en provenant renfermerait donc :

	Kil.
Azote.....	75,75
Acide phosphorique.....	62,20
Potasse.....	61,40

Telle est la restitution probable qu'on ferait au sol en lui donnant, à l'hectare, les excréments (litière non comprise) des animaux nourris avec la récolte de sulla obtenue sur cette surface de terrain.

On voit, d'après tout ce qui précède, combien de

services la persévérante initiative de M. J. Knill est appelée à rendre aux colons des hauts plateaux algériens, si, comme on ne saurait en douter, elle trouve des imitateurs. La qualification de *révolution agricole* que les délégués du comice de Sétif ont appliquée à l'œuvre entreprise et patiemment poursuivie depuis quinze ans par le propriétaire des Amouchas, ne paraîtra certainement pas exagérée, si l'on songe à la transformation que la culture du sulla peut amener à tout point de vue : création de ressources considérables pour l'alimentation du bétail des régions sèches, suppression de la jachère morte, accroissement de la fertilité par l'extension de la fumure verte.

Il nous semble également que l'agriculture des régions méditerranéennes doit étudier l'introduction du sulla dans les terres arides non pourvues d'irrigation et partant peu productives en fourrage. Les résultats obtenus à l'Ermitage sont de nature à provoquer des essais partout où la nature du sol et du climat permettra d'espérer les résultats qui ont couronné les efforts de M. J. Knill. En tout cas, le sulla sera un excellent engrais vert, partout où sa culture rencontrera les conditions climatiques propres à en assurer le succès.

VI

CHAMP D'EXPÉRIENCES DU PARC DES PRINCES CARACTÈRE GÉNÉRAL DES ESSAIS

La valeur agricole de l'acide phosphorique sous diverses formes. — Appel aux agriculteurs pour l'étude de l'assimilabilité des divers phosphates. — Les cultures en sols pauvres. — Discussion de l'opinion trop absolue du prof. Wagner.

J'ai décrit, dans la sixième série des *Études*, le champ d'expériences du Parc des Princes; j'ai fait connaître la composition du sol et les fumures qui lui ont été appliquées, lors de son installation en 1891-92.

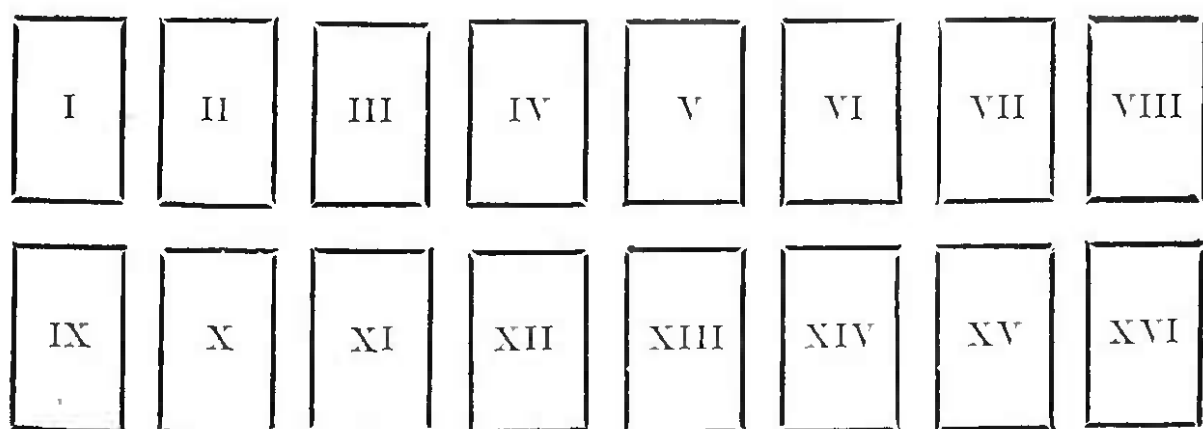
Avant d'exposer les résultats des essais culturaux faits de 1892 à 1895, je rappellerai très sommairement leurs conditions générales et leur but. Le terrain que mon éminent ami, M. le professeur Marey, a mis à ma disposition dans l'enceinte de la Station physiologique de Boulogne appartient à la catégorie des sols légers, sablonneux, très pauvres en principes fertilisants. Ces conditions naturelles sont tout à fait favorables aux expériences sur les engrais minéraux dont l'action fertilisante n'est pas masquée, comme en sols riches, par l'approvisionnement de la couche arable en matériaux nutritifs. De plus, les résultats des cultures entreprises dans un terrain à peu près

stérile peuvent fournir, pour la mise en valeur de sols analogues, de précieuses indications.

Le terrain du champ d'expériences, couvert en 1891, de genets, d'avoine folle et de chiendent, a été défriché et labouré très profondément (à 0 m. 60 en moyenne) dans le courant de l'hiver 1891-92.

Ce défoncement, nécessité d'ailleurs par l'irrégularité de la surface qu'il fallait niveler, a exercé sur la fertilité des parcelles, demeurées sans fumure depuis la création du champ, l'influence manifeste qui accompagne toujours les labours profonds. Cette influence se fait encore sentir d'une façon marquée, comme nous le verrons plus loin, au bout de la quatrième année de récolte.

La disposition du champ, figurée ci-dessous, comporte seize parcelles d'égale surface (150 mètres carrés chacune) soumises à un assolement. Le reste du terrain est consacré à la culture potagère, fruitière et arbustive.... Deux parcelles situées aux extrémités opposées du champ n'ont reçu et ne recevront aucune fumure : elles sont destinées à servir de témoins (Parc. I et XVI).



Disposition des parcelles du champ d'expériences.

Les parcelles II à XV ont reçu en 1892, comme fumure fondamentale, 4 kil. 500 d'acide phospho-

rique sous différentes formes et 3 kil. de potasse à l'état de kaïnite, quantités qui correspondent à 300 kil. d'acide phosphorique et à 200 kil. de potasse à l'hectare. L'azote a été donné sous forme nitrique en quantités variables, suivant la nature de la récolte annuelle, aux parcelles II à VI et IX à XV; à l'état de sulfate d'ammoniaque (parc. VII) et d'azote organique (sang desséché) (parc. VIII). La fumure phosphatée qu'ont reçue ces deux dernières parcelles étant identique à celle de la parcelle XII (scories de déphosphoration), les différences dans les rendements des trois parcelles ne sont attribuables qu'à la nature de l'engrais azoté.

L'un des principaux objectifs poursuivis dans les expériences du Parc des Princes est l'étude comparative de la valeur culturale de l'acide phosphorique sous ses différentes formes.

Les excellents résultats dus à l'emploi des engrais phosphatés dans tous les sols et pour toutes les cultures, à de très rares exceptions près, ne font doute pour aucun agriculteur tant soit peu observateur. L'augmentation très notable des rendements en céréales, prairies, plantes sarclées, etc., sous l'influence de fumures phosphatées judicieusement appliquées, c'est-à-dire associées aux engrais azotés et aux sels de potasse, lorsque le réclame la nature du sol, est un fait absolument acquis et sur lequel on ne saurait trop insister auprès des cultivateurs, nombreux encore, qui demandent au seul fumier de ferme, parcimonieusement employé dans bien des cas, le maintien de la fertilité de leurs terres. Mais, si la bienfaisante action des engrais phosphatés, due à ce que la presque totalité de nos sols arables est

insuffisamment pourvue d'acide phosphorique, est hors de conteste pour tous les praticiens éclairés, beaucoup d'agriculteurs et d'agronomes sont loin d'attribuer aux différentes formes d'acide phosphorique la même valeur agricole. Certains même, et des plus distingués, vont jusqu'à refuser à telle ou telle matière phosphatée le rôle de fertilisateur.

Ces divergences d'opinions, lorsqu'elles s'appuient sur des faits bien observés, ne peuvent s'expliquer que par la diversité des conditions dans lesquelles se sont trouvés les expérimentateurs. L'un des plus grands services à rendre à l'agriculture consisterait dans l'étude méthodique, sur un plan uniforme pour chaque grande catégorie de sols, des conditions d'assimilation par les végétaux de la grande culture, des différentes formes que revêtent dans les engrais les combinaisons phosphatées. Une entente entre les directeurs des Stations agronomiques, les professeurs départementaux chargés de l'organisation des champs d'expériences et les agriculteurs qui voudraient s'associer à eux pour l'étude de cette question capitale, conduirait sans nul doute à des résultats du plus haut intérêt.

Les expériences de laboratoire sont insuffisantes pour résoudre le problème; des essais culturaux, dans lesquels il est tenu un compte rigoureux de toutes les conditions qu'offre la pratique d'une exploitation, peuvent seules arriver à expliquer les divergences d'opinion auxquelles je fais allusion, et fixer le choix à faire entre les différentes formes d'acide phosphorique, d'après la nature du sol et les conditions variées de la culture qu'on a en vue.

Les engrais phosphatés commerciaux, d'un emploi

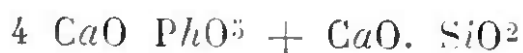
courant, forment, on le sait, d'après l'état de combinaison où s'y trouve l'acide phosphorique, quatre groupes principaux :

1° *Phosphates minéraux naturels*, dans lesquels le phosphate tribasique de chaux, insoluble dans l'eau et dans le citrate d'ammoniaque est associé, suivant les cas, à des quantités variables de silice, d'alumine, de carbonate de chaux, etc. Leur état d'agrégation physique varie également : tantôt ils sont amorphes, tantôt plus ou moins cristallins ;

2° *Phosphate précipité*, formé en majeure partie de phosphate bibasique de chaux, obtenu industriellement par la précipitation de l'acide phosphorique préalablement dissous. La plus grande partie de l'acide de ces phosphates est soluble dans le citrate d'ammoniaque, mais insoluble dans l'eau ;

3° *Superphosphates*. — L'acide phosphorique y existe, presque entièrement, à l'état soluble dans l'eau ; ils proviennent du traitement des phosphates minéraux ou des os par l'acide sulfurique et contiennent une notable quantité de sulfate de chaux (plâtre). Le taux d'acide phosphorique soluble des superphosphates varie de 10 à 45 pour 100 ;

4° *Scories de déphosphoration* dans lesquelles l'acide phosphorique est à l'état de phosphate tétrabasique, associé à du silicate de chaux, combinaisons que les chimistes représentent par la formule suivante :



et qui renferment, en outre, 11 à 12 pour 100 de leur poids de chaux, à l'état caustique. Ces scories proviennent de la transformation industrielle de la

fonte de fer en acier par le procédé Thomas-Gilchrist ¹

A laquelle de ces catégories de phosphates, dont la valeur vénale est très différente, les cultivateurs doivent-ils donner la préférence? Tel est le point essentiel à élucider par des expériences culturales, dans des conditions nettement définies. Pour ma part, je me suis attaché depuis une vingtaine d'années à étudier l'assimilation des différentes formes d'acide phosphorique par les plantes, en *sols siliceux* presque complètement dépourvus de calcaire, et les résultats de mes essais de culture, tant dans mes champs d'expériences que dans un domaine d'environ quatre cents hectares que je possède dans l'Est, m'ont conduit à attribuer aux phosphates minéraux naturels en poudre fine et aux scories une action fertilisante égale et souvent supérieure à celle des superphosphates. J'insiste sur ce point fondamental que le sol de mes champs d'expériences, comme celui du domaine où j'ai poursuivi jusqu'à ce jour mes études, sont essentiellement siliceux et très pauvres en calcaire (0,10 à 1 1/2 pour 100 de la terre fine). En effet, en sol franchement calcaire et dans certains sols argilo-calcaires, on s'accorde à constater la supériorité du superphosphate sur les phosphates minéraux et parfois sur les scories.

Je suis très porté à croire que la divergence de vues, en ce qui regarde l'assimilabilité des phosphates minéraux naturels, a pour origine la nature différente des sols sur lesquels ont porté les essais,

1. Consulter les précédentes séries d'*Études agronomiques* pour les renseignements sur la production et la composition des scories.

nature qui n'est presque nulle part indiquée d'une manière précise par les expérimentateurs avec lesquels je suis en désaccord.

Sous le bénéfice de ces remarques préliminaires, je vais faire connaître sommairement les résultats obtenus de 1892 à 1895 dans le champ d'expériences du Parc des Princes dont j'ai décrit l'installation dans la sixième série de ces *Études*, et que de nombreux cultivateurs sont venus visiter dans le cours des années 1893, 1894 et 1895.

La partie du champ d'expériences affectée aux essais comparatifs sur la valeur fertilisante des différents engrais phosphatés, comprend, comme je le rappelle plus haut, seize parcelles d'une superficie d'un are et demi chacune ¹. Le terrain, formé essentiellement de sable (93,40 pour 100), resté inculte jusqu'en 1891, a été défriché, puis défoncé à une profondeur de 0 m. 65 à 0 m. 70. Chacune de ces parcelles, sauf deux demeurées sans fumure pour servir de témoins, a reçu en 1892 même dose d'acide phosphorique sous différentes formes (300 kilogr. à l'hectare), plus 200 kilogr. de potasse à l'état de kaïnite et 45 kilogr. d'azote (300 kilogr. de nitrate de soude à l'hectare). En 1893, on a donné à chacune des parcelles même quantité de nitrate que l'année précédente sans rapporter ni phosphate, ni potasse.

A titre de comparaison, deux autres parcelles ont été fumées avec des quantités de sulfate d'ammoniaque et de sang desséché, contenant 45 kilogr. d'azote.

1. Voir le plan détaillé du champ et sa description, 6^e série des *Études agronomiques*.

Les récoltes se sont succédé depuis 1892, dans l'ordre suivant :

En 1892 : pommes de terre Richter's Beney ;

En 1893 : pommes de terre Marjolin-Tétard et jaune de Hollande. Chaque parcelle a été divisée en deux parties égales qui ont porté ces deux variétés. La semence provenait des cultures de M. Joseph Rigault, de Groslay ;

En 1894, le champ a porté du blé : variété d'Alsace récoltée dans l'exploitation de M. Gatellier, à Meaux. Le blé a été semé le 2 octobre au semoir Smyth : on a employé 156 litres et demi de semence à l'hectare ;

En 1895, l'avoine (de Pologne) a succédé au blé.

La composition chimique du sol, avant fumure, a révélé son extrême pauvreté en principes fertilisants, condition très favorable à l'étude de l'action des engrais sur la végétation. Au moment de sa mise en culture, la terre du champ présentait les teneurs suivantes de principes fertilisants :

	Pour 100 de terre.
Chaux.....	0,920
Magnésie.....	0,080
Potasse.....	0,019
Acide phosphorique.....	0,045
Azote.....	0,068

Elle peut donc être considérée comme un sol extrêmement pauvre.

Les quantités d'engrais incorporés au sol, au printemps de 1892, ont élevé les taux d'acide phosphorique, de potasse et d'azote à des proportions correspondant à peine aux teneurs des sols les plus médiocres sous ce rapport. En effet, après fumure, le sol renfermait seulement :

	Pour 100 de terre.
Acide phosphorique.....	0,0573
Potasse.....	0,0300
Azote.....	0,0733

Les différents engrais phosphatés mis en expérience en 1892 sont au nombre de douze, savoir :

Phosphates minéraux naturels du Cambrésis, de la Somme, des Ardennes, du Boulonnais, de l'Indre, de la Floride et du Portugal. Phosphate précipité, superphosphate et deux sortes de scories de déphosphoration de provenance différente. J'ai indiqué dans la sixième série la composition de ces différents phosphates. Le tableau ci-contre résume les résultats obtenus pour chacune des parcelles : 1° en 1892, pommes de terre Beney; 2° en 1893, avec chacune des variétés Tétard et Hollande; 3° la moyenne des rendements des trois variétés récoltées dans les deux campagnes.

Pour les rendre plus saisissants, résumons toutes les données de ce tableau en quatre nombres, représentant le rendement moyen à l'hectare des parcelles qui ont reçu, respectivement, des scories, des phosphates minéraux, du phosphate précipité et du superphosphate; nous trouverons ainsi comme rendement moyen général des trois variétés de pommes de terre :

	Kilogr. à l'hectare.
1° Scories.....	23 809
2° Phosphates minéraux.....	21 582
3° Phosphate précipité.....	20 286
4° Superphosphate.....	18 416

Le rendement moyen des parcelles sans fumure s'est élevé de 10 841 kilogr., chiffre remarquable si

Classement des parcelles fumées par importance de rendements et d'après la moyenne des récoltes (rapporté à l'hectare).

RÉCOLTE DE 1892.		RÉCOLTE DE 1893.				MOYENNE DES DEUX ANNÉES (trois récoltes réunies).				
NUMÉROS DES PARCELLES	FUMURE	POMMES DE TERRE BENEY	FUMURE	JARNE DE HOLLANDE	NUMÉROS DES PARCELLES	FUMURE	MARJOLIN TÊTARD	NUMÉROS DES PARCELLES	FUMURE	MOYENNE
		Kilogr.		Kilogr.			Kilogr.			Kilogr.
I.	Témoin	8 830	Témoin	9 884	I.	Témoin	12 146	I.	Témoin	10 277
X.	Somme 75/80	20 200	Cambresis	25 809	XII.	Scories Est	23 188	XII.	Scories Est	24 931
XI.	Floride	28 400	Somme 75/80	21 516	XIII.	Scories anglaises	21 242	VI.	Cambresis	24 061
XII.	Scories Est	27 885	Scories Est	23 721	VI.	Cambresis	20 057	X.	Somme 75/80	23 707
VI.	Cambresis	26 317	Scories anglaises	23 383	XI.	Floride	19 335	XI.	Floride	23 016
III.	Ardennes	25 730	Ardennes	21 875	IV.	Boulonnais	18 557	XIII.	Scories anglaises	22 686
V.	Indre	25 210	Indre	21 726	III.	Ardennes	17 566	III.	Ardennes	21 724
XV.	Superphosphate	25 210	Boulonnais	21 128	X.	Somme 75/80	17 395	IV.	Boulonnais	21 598
IV.	Boulonnais	24 810	Floride	21 314	XIV.	Phosphate précipité	17 283	V.	Indre	20 619
XIV.	Phosphate précipité	23 860	Portugal	20 178	IX.	Portugal	16 180	XIV.	Phosphate précipité	20 286
IX.	Portugal	23 710	Somme 45/50	19 940	II.	Somme 45/50	15 490	IX.	Portugal	20 123
XIII.	Scories anglaises	20 233	Phosphate précipité	19 709	V.	Indre	14 930	XV.	Superphosphate	18 416
II.	Somme 45/50	18 000	Superphosphate	15 769	XV.	Superphosphate	14 558	II.	Somme 45/50	17 816
XVI.	Témoin	12 650	Témoin	8 204	XVI.	Témoin	13 392	XVI.	Témoin	11 415

l'on se reporte à la pauvreté du champ et qui me paraît devoir s'expliquer surtout par l'état d'ameublissement parfait dû au labour profond du sol qui a précédé la plantation.

En résumé, les deux premières années de culture du champ d'expériences du Parc des Princes confirment les résultats que j'ai constatés depuis plus de vingt années dans mes cultures en *sols siliceux, pauvres en phosphate et en chaux*, à savoir, l'obtention, à dose égale d'acide phosphorique, de rendements élevés à l'aide des phosphates minéraux et des scories en poudre fine. Mon but principal en publiant ces résultats est de provoquer des vérifications expérimentales du fait qui est mis en lumière d'une façon indiscutable, à mon avis (assimilabilité des phosphates minéraux égale ou supérieure à celle des superphosphates en sol siliceux). Les sols siliceux pauvres qui couvrent de si grandes étendues en France peuvent être singulièrement améliorés par l'emploi simultané des phosphates naturels, des scories de déphosphoration, du nitrate et des sels de potasse, tandis que l'on réservera les superphosphates pour les sols calcaires et argilo-calcaires.

La comparaison des engrais azotés, dans le sol de Boulogne, conduit à considérer l'azote nitrique comme très supérieur à l'azote ammoniacal et surtout à l'azote organique; en effet, les rendements moyens des trois récoltes de pommes de terre se sont élevés aux chiffres suivants :

Nitrate de soude.....	24 931 kilogr.
Sulfate de soude.....	20 929 —
Sang desséché.....	16 542 —

donnant des différences, en faveur du nitrate, de 16,5 pour 100 sur le sulfate et de 33,4 pour 100 sur l'azote organique.

Avant d'aborder l'exposé et la discussion des essais du champ d'expériences, je désire insister sur l'intérêt qui s'attache à l'étude de la culture du blé en sol siliceux pauvre et sur le rôle que le choix des fumures économiques est appelé, selon moi, à y remplir. — Les terrains pauvres en chaux et en acide phosphorique couvrent en France d'immenses étendues; il n'est pas possible d'y substituer partout la création des prairies temporaires et de pâturages aux cultures proprement dites; les moyens à mettre en œuvre pour y obtenir économiquement des récoltes constituent donc un sujet d'études de la plus haute importance pour le pays. C'est en multipliant les champs d'expériences conduits rationnellement qu'on arrivera à guider sûrement les praticiens dans le choix des fumures à adopter, suivant la nature spéciale de ces terrains. En effet, tous les terrains pauvres en chaux et en acide phosphorique ne sont pas identiques; leurs propriétés physiques et souvent leur constitution chimique diffèrent beaucoup, suivant la nature géologique des régions où on les observe¹. Il est donc nécessaire d'entreprendre des

1. Je ne saurais trop recommander, à ce propos, la lecture du remarquable ouvrage de M. E. Rissler, intitulé : *Géologie agricole* (3 vol. in-8, Berger-Levrault et C^{ie}). Dans cette œuvre magistrale, le savant directeur de l'Institut agronomique a groupé méthodiquement l'étude des sols de l'Europe centrale et en particulier de la France, d'après leur origine géologique. Les agronomes et les agriculteurs y trouveront de précieux renseignements sur les rapports de la nature des terres avec leurs cultures, leurs rendements et les conditions économiques de leur exploitation.

expériences sur le plus grand nombre de points possible, en les prolongeant suffisamment pour écarter les causes d'erreurs accidentelles; c'est ainsi seulement qu'on pourra arriver à des conclusions applicables à la pratique, dans chacune des catégories de sols pauvres dont nous parlons.

Je me suis adonné depuis vingt-cinq ans bientôt à l'étude du rôle des phosphates minéraux en sol siliceux pauvre et je suis arrivé à des conclusions qui, bien qu'incontestables pour les terrains sur lesquels ont porté mes expériences, peuvent ne pas se vérifier dans d'autres sols également pauvres en chaux et en acide phosphorique. C'est en vue de provoquer des essais comparatifs, que j'ai soigneusement décrit, depuis que je m'occupe de cette importante question de l'assimilabilité par les récoltes des phosphates naturels, les conditions particulières où je me suis trouvé pour ces expériences. D'habiles praticiens, certains agronomes distingués ne partagent pas ma manière de voir au sujet de l'assimilation de l'acide phosphorique insoluble; les résultats négatifs qu'ils ont obtenus tiennent, on n'en peut douter, à ce que les conditions locales de leurs essais étaient différentes de celles des miens. Entre les mains d'hommes habitués aux recherches scientifiques, la différence des résultats constatés ne peut jamais s'expliquer que par la différence des conditions réalisées dans les expériences : un résultat négatif ne saurait infirmer un résultat positif. Admettre qu'il en peut être autrement équivaudrait à supprimer l'expérimentation méthodique des phénomènes naturels et à rejeter l'ensemble de toutes nos connaissances positives en chimie, en physique, en physiologie, etc.

La généralisation hâtive de résultats isolés doit donc être évitée, surtout en agriculture, un ensemble de conditions identiques qui doit amener partout le même résultat, ne se rencontrant pour ainsi dire jamais complètement dans l'exploitation du sol.

Un agronome distingué, M. P. Wagner, directeur de la Station de Darmstadt, me paraît avoir cédé à cette tendance de généralisation excessive en écrivant tout récemment ce qui suit, à propos du rôle de l'acide phosphorique dans la végétation : « Tous les phosphates minéraux non dissous, quelle que soit leur dissémination, qu'ils soient préparés ou non, ne doivent pas être employés dans les terrains ordinaires (excepté dans les terres tourbeuses acides). Ils sont à peine plus actifs que l'acide phosphorique du sol dont les plantes ne peuvent utiliser annuellement que 1 à 2 pour 100 ¹ » La grande autorité dont jouit à juste titre, en Allemagne, le directeur de la Station de Darmstadt donne à cette déclaration intransigeante une portée exceptionnelle. Je ne mets nullement en doute les résultats négatifs obtenus par M. Wagner dans son laboratoire ou dans ses champs d'expériences, par l'emploi de certains phosphates minéraux bruts ; mais ces résultats négatifs n'infirmen en rien les résultats positifs des huit années d'essais faits à Nancy, au champ d'expériences agronomiques de l'Est ², et pas davantage ceux des cultures de l'école Mathieu de Dombasle, de l'école Descombes dans la Meuse, du champ du Parc des Princes, depuis trois

1. *La question des engrais*, Maasyck, 1894.

2. « Huit années d'expériences comparatives sur les fumures azotées et phosphatées », compte rendu des travaux du Congrès des directeurs des stations.

ans, de M. Jamiesson, en Écosse, etc. La dissidence qui sépare M. Wagner et d'autres expérimentateurs non moins habiles que lui de ceux qui, comme moi, ont constaté les bons effets des phosphates insolubles, ne saurait avoir d'autre cause — je n'y peux assez insister — que les différences de conditions dans lesquelles nous avons, les uns et les autres, expérimenté. J'y vois une raison de plus de convier mes collègues, directeurs des Stations agronomiques, et les praticiens émérites des diverses régions de la France à entreprendre des expériences sur cette importante question de l'assimilation des phosphates. La récolte de blé du Parc des Princes, en 1894, et celle de l'avoine en 1895 confirment, comme on le verra plus loin, les résultats de mes expériences antérieures sur le rôle des phosphates dans le rendement des sols siliceux pauvres que je vais rappeler très sommairement.

De 1871 à 1878, le champ d'expériences de la Station de l'Est, institué à Jarville, dans le voisinage de Nancy, a porté successivement les récoltes suivantes : pommes de terre, seigle en vert, colza, blé Galland, betteraves, orge Chevalier, mais géant, avoine des Salines. Le sol de ce champ (d'un hectare de superficie) était extrêmement pauvre en chaux (0,48 p. 100) et en acide phosphorique (0,06 p. 100).

Tous les deux ans, il a reçu, à l'hectare, la quantité de principes fertilisants suivante, sous différentes formes :

Acide phosphorique.....	100 kilogr.
Azote.....	45 —
Potasse.....	180 —

Chaque parcelle d'essai mesurait 500 mètres carrés (5 ares) : le champ, très homogène comme composition, ce qu'avait établi une première récolte sans fumure dans toute l'étendue du champ (orge en 1870), était divisé en deux parties égales, comprenant 9 parcelles chacune. L'une de ces parties reçut, tous les deux ans, les quantités d'engrais indiquées plus haut ; l'autre, des doses égales d'acide phosphorique et de potasse, mais pas d'azote. Des deux parcelles servant de terme de comparaison, l'une reçut tous les deux ans, du fumier de ferme à la dose de 60 000 kilogrammes à l'hectare. La seconde demeura sans fumure aucune. L'acide phosphorique a été donné sous quatre formes différentes, savoir : 1° superphosphate ; 2° phosphate précipité ; 3° phosphorite de Nassau ; 4° poudre d'os. (Les scories n'existaient pas encore à cette époque.) Renvoyant au mémoire original pour le détail des récoltes par parcelle, durant ces huit années d'expériences, je me bornerai à les résumer en quelques chiffres significatifs. En additionnant tous les rendements obtenus pendant ces huit années par la fumure contenant l'acide phosphorique sous la même forme et divisant les totaux obtenus par le nombre des parcelles en expérience pour chaque engrais, on arrive aux résultats suivants :

	Rendement moyen à l'hectare et par an.
1. Phosphate précipité.....	12 581
2. Superphosphate.....	12 570
3. Phosphorite naturelle... ..	12 097
4. Poudre d'os.....	10 386

Ces chiffres montrent que le phosphate bibasique qu'on désigne dans la pratique sous le nom de phosphate soluble au citrate, a donné, pendant cette période de huit années, des résultats égaux à ceux fournis par le superphosphate. La signification de ces résultats avait, il y a vingt ans, une importance grande, car on considérait, à cette époque, le phosphate bibasique comme beaucoup moins assimilable par les plantes que l'acide phosphorique soluble. Cette manière de voir avait pour conséquence de faire attribuer, dans les engrais, une valeur vénale presque nulle au phosphate bibasique. Aujourd'hui, il en est tout autrement et l'acide soluble au citrate est, par presque tous les intéressés, coté au même prix que l'acide soluble à l'eau.

Si l'on représente par 100 le rendement moyen du superphosphate et du phosphate précipité, durant ces huit années d'expériences, on trouve pour les deux autres formes d'acide phosphorique les taux de rendement suivants, pour la même période :

	Kilogr.	
Phosphate précipité et superphosphate.	12 580	= 100,0
Phosphate tribasique (phosphorite)....	12 097	= 96,4
Phosphate organique (poudre d'os).....	10 386	= 82,5

Les rendements fournis par le phosphate minéral brut, en poudre, diffèrent donc de moins de 4 pour 100 de ceux obtenus avec le phosphate bibasique et le superphosphate, tandis que la poudre d'os, dans les mêmes terrains, a produit des récoltes dont le poids moyen à l'hectare est de 17 1/2 pour 100 inférieur au rendement des deux formes de phosphates minéraux.

Dans les parcelles qui n'ont pas reçu d'azote, les

différences entre le poids moyen des récoltes fournies par le superphosphate, le phosphate précipité et le phosphate de Nassau ont présenté moins d'écart encore que dans la première série; ils ont été les suivants :

	A l'hectare et par an.
1. Superphosphate.....	10 657
2. Phosphate précipité.....	10 617
3. Phosphate tribasique.....	10 553

J'ai dû, à partir de 1878, interrompre ces essais, que mon intention était de poursuivre pendant une série d'années encore, la construction d'un chemin de fer de ceinture ayant dépossédé la station de l'Est de son champ d'expériences.

En 1887, j'ai fait, de concert avec M. Thiry, à l'école Mathieu de Dombasle, une expérience dont je vais rappeler les principales conditions et les résultats. Il s'agit également d'essais en sol siliceux pauvre, comme l'indique l'analyse suivante :

	Pour 100 de terre.
Chaux.....	0,11
Acide phosphorique.....	0,09
Potasse.....	0,11
Azote.....	0,12

Nous avons, cette année-là, expérimenté l'acide phosphorique sous quatre formes différentes, à la dose de 150 kilogrammes d'acide réel à l'hectare, savoir : 1° phosphate des Ardennes brut; 2° phosphate des Ardennes calciné¹; 3° scories de déphos-

1. Désigné sous le nom de thermophosphate, c'est-à-dire phosphate naturel des Ardennes porté à une température très

phioration; 4° superphosphate. Le champ d'expériences avait une superficie de 25 ares. Partagé en cinq parcelles d'une contenance égale (5 ares), il a été ensemencé le 27 avril en avoine tartarienne qu'on a récoltée le 14 août. En mai, on a nitraté à la dose de 200 kilogrammes, à l'hectare, les cinq parcelles; la première parcelle est demeurée sans fumure phosphatée, comme témoin. Voici les rendements en grains et paille, rapportés à l'hectare, qu'a fournis chacune des parcelles :

Fumure.	Paille.	Grain.
—	—	—
	Quint. métr.	Quint. métr.
1. Nitrate sans phosphate.....	15,00	3,20
2. Superphosphate.....	14,75	9,50
3. Phosphate naturel.....	33,75	15,00
4. Phosphate calciné.....	39,75	21,30
5. Scories.....	31,25	20,00

Les récoltes ont été photographiées avant la moisson afin d'en conserver l'aspect.

Il me semble qu'en présence des résultats que je viens de rappeler il n'est pas possible de maintenir une assertion aussi radicale que celle de M. P. Wagner. Qu'il y ait des conditions dans lesquelles, en sol siliceux pauvre, les phosphates minéraux bruts sont mal assimilés et fournissent des résultats moins bons que l'acide phosphorique soluble, c'est certain, puisque des observateurs dignes de foi et expérimentés l'affirment, mais que dans d'autres conditions, telles que celles de mes champs d'expériences

élevée qui enlève au carbonate de chaux son acide carbonique. C'est donc un mélange de phosphate tribasique calciné et d'une quantité de chaux vive variable avec la nature de la matière première.

de Nancy et du Parc des Princes, les phosphates minéraux soient, au contraire, utilisés par les plantes, au même degré que l'acide phosphorique soluble, cela n'est pas moins positif. C'est à déterminer les conditions différentes que les récoltes rencontrent dans ces terrains de pauvreté variable en chaux et en acide phosphorique, que doivent servir les expériences dont je souhaite vivement l'installation dans des champs appartenant à des régions et à des formations géologiques différentes.

VII

LE CHAMP D'EXPÉRIENCES DU PARC DES PRINCES COUT MOYEN DES FUMURES

Assolement adopté. — Fumures. — Rendement moyen des parcelles par catégorie d'engrais employés. — Prix de revient des excédents de rendement sous l'influence des engrais. — Culture rémunératrice en sol pauvre. — Culture du blé.

J'ai indiqué à grands traits, dans le chapitre précédent, les résultats généraux des essais de culture de pommes de terre au Parc des Princes, concernant l'assimilation des phosphates d'origine différente, pendant les années 1891-1892 et 1892-1893. Les personnes qui m'ont fait l'honneur de venir visiter le champ d'expériences en 1894 ont pu constater la vigueur et le bel aspect du blé semé après deux récoltes consécutives de pommes de terre. La pesée des récoltes, les rendements en grain et paille produits par les divers phosphates mettront un peu plus loin en relief l'influence de l'acide phosphorique, quelle qu'en soit l'origine, par les excédents considérables de rendement sur les parcelles témoins, constatés dans chacune des parcelles qui ont reçu des phosphates.

Je vais d'abord entrer en quelques détails sur les résultats économiques des deux premières années de culture et sur le plan adopté pour les essais ultérieurs.

Je me suis proposé d'étudier expérimentalement les trois points principaux que voici : 1° assimilation (en sol siliceux pauvre) des diverses formes d'engrais phosphatés; 2° durée de l'action fertilisante des différents phosphates introduits dans le sol en fumure de tête; 3° prix de revient des *excédents* de rendements obtenus par les différents phosphates, comparativement au sol non fumé.

Afin de permettre aux agriculteurs dont les terres sont comparables, par leur nature, à celle de mon champ d'expériences, de contrôler les résultats de mes essais, et de les répéter, il me paraît nécessaire de préciser les conditions fondamentales de notre programme d'études.

Le terrain, inculte jusque-là, a été défriché en 1891; il était infesté de chiendent : en vue du nettoyage du sol, j'ai placé une plante sarclée (pomme de terre) en tête de l'assolement quinquennal que j'avais en vue. Pour compléter la destruction du chiendent et d'autres plantes adventices, j'ai cultivé la seconde année encore, des pommes de terre : le sol du blé qui a succédé à cette deuxième récolte de plantes sarclées était entièrement débarrassé des mauvaises herbes. Au blé a succédé une autre céréale (avoine hâtive) suivie d'une légumineuse enfouie en vert, puis d'une plante sarclée. Cet assolement de début comporte donc la succession suivante de récoltes :

1^{re} année, plante sarclée ;

2^e année, plante sarclée ;

3^e année, céréale ;

4^e année, céréale ;

5^e année, légumineuse enfouie en vert : plante sarclée.

La fumure fondamentale devant suffire, je l'espère du moins, aux besoins, en acide phosphorique et en potasse, des cinq récoltes, a été introduite dans le sol au printemps 1891 : je rappelle qu'elle se composait, à l'hectare, de :

	Kilogr.
Fumier frais.....	30 000
Acide phosphorique sous diverses formes.	300
Potasse.....	200

A ces quantités d'engrais, qui ne seront pas renouvelées de 1891 à 1897, on a ajouté en 1891 et en 1892, avant labour, 300 kilogrammes de nitrate de soude et, en 1894, au printemps, 100 kilogrammes du même sel, en couverture sur le blé. En 1895, l'avoine succédant au blé a reçu 100 kilogrammes de nitrate de soude, épandu avant la semaille, et il n'a été donné aucune fumure pour les légumineuses, lupins et pois semés sur les éteules d'avoine en août 1895 et qu'on enfouit en ce moment (15 février 1896).

A quel prix, dans cet assolement, revient la fumure, par année moyenne, c'est ce que j'établirai plus loin, en détail, en partant des données suivantes. Le fumier pailleux m'a été fourni sur le champ au prix de 6 francs les 1 000 kilogrammes. L'acide phosphorique a été compté, au cours de 1892, aux prix suivants, différents selon son origine : 1^o dans les phosphates de richesse moyenne en poudre fine, il a coûté 23 centimes le kilogramme ; 2^o dans les phosphates industriels, tels que Somme à 75/80, Floride à 77/80,

presque exclusivement réservés à la fabrication des superphosphates, mais que je désirais expérimenter à l'état naturel, je l'ai compté à 27 centimes le kilogramme; 3° dans les scories de déphosphoration, 27 centimes également; 4° enfin, dans le superphosphate (14/16), son prix était de 50 centimes le kilogramme; 5° la potasse, dans la kainite employée, coûte 40 centimes environ, et, 6°, l'azote du nitrate 1 fr. 60 (24 francs les 100 kilogrammes de nitrate) le kilogramme ¹

En appliquant ces prix aux quantités indiquées plus haut et rapportées à l'hectare, on arrive à la dépense moyenne annuelle suivante pour achat d'engrais, d'après la catégorie de phosphate envisagée :

	A l'hectare.
	— Francs.
1° Parcelles au phosphate minéral de richesse moyenne.	104 28
2° Parcelles au phosphate riche industriel et aux scories.	106 60
3° Parcelles au superphosphate.	120 40

Les autres frais : loyer, labours, semailles, cultures diverses, récoltes, restent les mêmes pour toutes les parcelles, y compris celles qui, devant servir de témoins, n'ont pas reçu de fumure; je les laisserai de côté, chacun, suivant les conditions de son exploitation, devant être conduit à leur affecter des valeurs variables, et je rapporterai le calcul des prix de revient des *excédents de récolte sur le rendement des parcelles non fumées*, à la seule dépense en engrais.

1. Le prix des scories et celui du nitrate surtout sont sensiblement plus bas aujourd'hui (février 1896).

— Les chiffres auxquels conduisent, pour nos deux premières années de récolte (pommes de terre), les rapprochements qui vont suivre montrent, à l'évidence, que la dépense occasionnée par la fumure est inégalement, mais, *dans tous les cas*, très largement rémunérée par les excédents obtenus, comparative-ment à la production naturelle du sol non fumé.

La fumure phosphatée a été complétée par l'addition de sulfate de potasse. L'insuccès dans l'emploi d'une matière fertilisante seule est dû le plus souvent, dans la pratique, à l'absence, dans le sol, des éléments autres que celui qu'on y apporte et qui ne sont pas moins indispensables que lui à la fertilisation complète de la terre. Il ne faut jamais oublier ce point fondamental dans les essais de fumure.

Ne pouvant entrer ici dans les calculs relatifs à chacune des seize parcelles dont j'ai déjà indiqué précédemment les rendements respectifs, je vais, pour simplifier, grouper, sous quatre chefs, les résultats moyens des parcelles analogues par leur fumure phosphatée, savoir :

1° Phosphate de moyenne richesse (parcelles VI, VII, IV, V et IX), 104 fr. 28 à l'hectare ;

2° Phosphates riches (parcelles X et XI), 106 fr. 60 à l'hectare ;

3° Scories (parcelles XII et XIII), 106 fr. 60 à l'hectare ;

4° Superphosphates (parcelle XV), 120 fr. 40 à l'hectare ;

5° Parcelles témoins sans fumure (parcelles I et XVI).

La moyenne des rendements des deux parcelles témoins a été, pour les deux années, de 10841 kilogr. de tubercules. Cette récolte de pommes de terre, supé-

rieure de près de 3 000 kilogrammes au rendement annuel moyen du sol français, a lieu de surprendre au premier abord, étant donnée l'excessive pauvreté du sol naturel. Elle s'explique, comme je l'ai dit, par l'effet du défoncement profond qu'a subi le champ d'expériences au moment de son défrichement. La terre, très meuble, a été remuée sur une épaisseur de 0 m. 60 environ, ce qui a permis aux racines de s'étendre en tous sens pour chercher l'alimentation de la plante.

En retranchant le produit moyen du sol non fumé (10 841 kilogrammes à l'hectare) du rendement moyen de chacun des groupes de parcelles classées comme je viens de le dire, on obtient les excédents de récolte afférents à chacun d'eux :

	Kilogr.
I. Phosphates moyens.....	20 994
Témoin.....	10 841
Excédent.....	<u>10 150</u>
II. Phosphates riches.....	23 361
Témoin.....	10 841
Excédent.....	<u>12 520</u>
III. Scories.....	23 809
Témoin.....	10 841
Excédent.....	<u>12 968</u>
IV. Superphosphate.....	18 416
Témoin.....	10 841
Excédent.....	<u>7 575</u>

Les chiffres qui représentent les extrêmes des excédents de rendements, 7 575 kilogrammes (superphosphate) et 12 968 kilogrammes pour les scories, retranchés l'un de l'autre, donnent, pour différence

maximum dans la récolte, 5 393 kilogrammes en faveur des scories.

Les variétés de pommes de terre cultivées appartenant à la culture potagère avaient une valeur beaucoup plus élevée que celles des pommes de terre de grande culture. Elles ont trouvé acquéreur à 12 et 15 francs les 100 kilogrammes; mais, pour établir les plus-values dues à l'emploi des engrais, j'affecterai aux produits du champ d'expériences une valeur de 6 francs seulement les 100 kilogrammes, chiffre plutôt inférieur qu'égal au prix général de la pomme de terre de table.

La valeur de la récolte et celle des excédents, à l'hectare, basée sur ce prix très modéré de 60 francs les 1 000 kilogrammes, s'établit comme suit :

	Kilogr. à 60 fr.	Francs.
I. Phosphates moyens..	20 991	= 1 259,46 (récolte).
—	40 450	= 609,00 (excédent).
II. Phosphates riches...	23 364	= 1 404,66 (récolte).
—	12 520	= 751,26 (excédent).
III. Scories.....	23 809	= 1 428,54 (récolte).
—	12 968	= 778,08 (excédent).
IV. Superphosphate.....	18 416	= 1 104,96 (récolte).
—	7 575	= 454,50 (excédent).

De ces évaluations il résulte que le produit brut, à l'hectare, de la culture de pomme de terre potagère, dans les conditions de sol et de fumure où nous sommes placés, varie de 1 105 fr. à 1 428 fr.¹ Quels que soient les frais généraux de culture, dont nous laissons l'appréciation aux agriculteurs que la nature

1. Ce produit serait deux fois et demie plus élevé si on l'établissait en partant du prix auquel la récolte a trouvé acquéreur.

dé leur terre placerait dans des conditions analogues à celles où nous nous trouvons, il est certain que les quatre catégories de phosphates, associés au nitrate de soude et aux sels de potasse, permettent d'obtenir *en sol pauvre* une récolte rémunératrice. Certains phosphates bruts ont donc été assimilés dans nos essais presque à l'égal des scories et mieux utilisés que le superphosphate; il est très probable qu'il en serait autrement en sol calcaire; mais, je le répète encore une fois, ces expériences, comme celles que j'ai faites jusqu'ici touchant l'assimilabilité des phosphates, ont été instituées en sol pauvre en acide phosphorique et en chaux. Bien que très médiocrement pourvu en calcaire (1.64 pour 100), le champ du Parc des Princes en contient encore une proportion qui dépasse de beaucoup celle que réclame la saturation des acides libres du superphosphate; on ne peut donc invoquer, pour expliquer l'influence moindre de ce dernier engrais, l'absence de calcaire dans le sol et l'interprétation du fait doit être cherchée ailleurs. Nous n'en connaissons pas de satisfaisante jusqu'ici. Il se pourrait que la transformation de l'acide phosphorique soluble du superphosphate, en phosphate de fer et d'alumine, éléments basiques dominants des sols non calcaires, joue un rôle considérable : mais il faudrait l'établir expérimentalement avant d'accepter cette interprétation que je signale à l'attention des agronomes.

Pour apprécier de plus près la dépense en engrais correspondant à la production des excédents de récoltes indiqués plus haut, il suffit de répartir la dépense en fumure, à l'hectare, sur le poids des 1 000 kilogr. d'excédent obtenu. On arrive aux résul-

tats suivants pour les quatre catégories de phosphates envisagées :

I. Phosphates moyens : 40 150 kilogr de pommes de terre (excédent) correspondant à une dépense annuelle de 104 fr. 28 c., les 1 000 kilogr. représentent une dépense de fumure de 10 fr. 27 c.

II. Phosphates riches (dépense, 106 fr. 60 c.), 12 520 kilogr. d'excédent : les 1 000 kilogr. correspondent à 8 fr. 51 c.

III. Scories (dépense, 106 fr. 60 c.), 12 968 kilogr. d'excédent : les 1 000 kilogr. correspondent à 8 fr. 08 c.

IV. Superphosphate (dépense, 120 fr. 40 c.). 7 575 kilogr. reviennent à 15 fr. 89 c.

On voit par là que, dans le cas le moins favorable, celui du superphosphate, le prix de revient, attribuable à la fumure, de l'excédent de récolte produit, est encore très faible, atteignant le quart seulement de la valeur vénale minimum que j'ai attribuée aux 1 000 kilogr. de pommes de terre et le dixième à peine du prix de vente obtenu.

Cette constatation est une démonstration évidente du rôle capital que joue, dans le prix de revient, l'élément fumure.

Quelle que soit la nature de la fumure phosphatée dont on fera choix, d'après la nature du sol que l'on cultive, on est certain, en lui associant le nitrate de soude et, si besoin est, comme au Parc des Princes, des sels potassiques, d'obtenir des excédents de rendement rémunérateurs. Si les conditions physiques du sol s'y prêtent, on peut obtenir en sol pauvre, par le choix d'engrais appropriés, des excédents de récoltes dont la valeur dépasserait, de quatre à six fois et plus, la dépense en engrais.

Dans le cas particulier d'un terrain analogue à celui du champ d'expériences du Parc des Princes, il semble que la valeur des excédents de récolte peut être considérée comme un bénéfice net, celle du produit moyen des parcelles sans fumure devant couvrir tous les frais de culture. En effet, les 10 841 kilogr. de pommes de terre récoltées sur les parcelles témoins représentent une valeur de 710 fr., excédant à coup sûr les frais généraux de culture d'un hectare. Tout ce qui dépasse ce chiffre de 710 fr., augmenté, s'il y a lieu, des dépenses de fumure, doit, ce semble, constituer un bénéfice net. Mais je n'insiste pas sur cette question de comptabilité et je me contente de formuler les conclusions suivantes :

1° Les phosphates naturels de richesses variant de 48 pour 100 à 37 pour 100 d'acide phosphorique réel, se sont montrés très assimilables par les pommes de terre dans les conditions de mon champ d'expériences ;

2° Les scories de déphosphoration se placent au premier rang des phosphates minéraux sous le rapport des rendements ;

3° Le superphosphate, bien que donnant des rendements inférieurs à ceux des scories et des phosphates minéraux, a encore produit des récoltes très rémunératrices ;

4° Le nitrate de soude et les sels de potasse doivent être associés aux phosphates pour que ceux-ci produisent tout leur effet.

VIII

LA CULTURE DU BLÉ AU CHAMP D'EXPÉRIENCES DU PARC DES PRINCES

La question du blé. — La récolte du champ d'expériences du Parc des Princes en 1894. — Les phosphates minéraux et la culture du blé en sol pauvre. — Rendements de 27 à 43 quintaux à l'hectare.

Pour toutes sortes de raisons bien connues, la France, dont la principale culture est celle des céréales, ne saurait, quelles que soient les conditions du commerce de blé, songer à renoncer à la production du froment. Tout esprit tant soit peu réfléchi est de cet avis, et si quelques agriculteurs placés dans des conditions spéciales se décident à restreindre leurs emblavures, la masse des cultivateurs continuera, bon gré mal gré, à faire du blé. On peut donc dire qu'il n'est pas, pour l'agriculture nationale, de question plus importante, de sujet d'études et d'expériences qui s'imposent avec plus de force que les divers problèmes soulevés par la culture économique de la précieuse céréale. Le prix du blé est aujourd'hui, en moyenne générale pour toute la France, de 19 francs le quintal. Que sera, dans l'avenir,

ce prix déjà si bas? Ne diminuera-t-il pas encore? se relèvera-t-il, au contraire? nul ne saurait formuler de pronostic certain à ce sujet, mais il ne paraît pas probable, *à priori*, que les prix se relèvent sensiblement. L'agriculture se trouve donc, par la force des choses, en présence d'une situation qui se peut résumer dans deux propositions : 1° nécessité de continuer à produire du blé sur une surface voisine de celle qu'occupe depuis longtemps cette céréale, soit environ sept millions d'hectares; 2° valeur de 19 à 20 fr. le quintal de grain, sans probabilité d'une hausse sensible dans un avenir très prochain. Si j'ajoute que beaucoup de cultivateurs déclarent que le quintal de blé leur revient à 25 fr., on comprendra les justes préoccupations et les plaintes suscitées par l'avilissement du prix du blé; on conclura en même temps avec nous, je le pense, à l'importance plus grande que jamais de l'étude des moyens à employer pour aider l'agriculture à sortir de la phase si pénible dans laquelle elle est entrée depuis quelques années.

S'il était exact que le prix de revient moyen du quintal de blé s'élève à 25 fr. alors que le prix de vente n'atteint pas 20 fr., et si, de plus, ce qui heureusement n'est pas, il était démontré que ce prix de revient de 25 fr. ne peut être sensiblement abaissé, il faudrait prévoir, contre toute vraisemblance, la suppression de la culture du blé dans notre pays, sauf peut-être chez le petit cultivateur ne produisant de froment que pour sa consommation personnelle. Cela revient à dire qu'il faudrait prévoir l'abandon de l'agriculture dans un pays dont cette branche de l'activité humaine est la principale source de richesse. On ne comprendrait pas, en effet, que les raisons les

plus éloquentes, les objurgations les plus pressantes, pussent arriver à convaincre nos intelligentes populations rurales qu'elles doivent *indéfiniment* s'adonner, au prix de tant de labeur, à produire une denrée dont la récolte de chaque quintal les mettrait en perte de 5 fr. Autrement dit, s'il était exact que 80 millions de quintaux de blé récoltés annuellement en France coûtent deux milliards et se vendent un milliard six cent millions de francs au maximum, occasionnant une perte de quatre cents millions aux producteurs français, ceux-ci n'auraient vraisemblablement d'autre ressource que de renoncer à sa culture. Mais que produiraient-ils à la place du blé?

Je sais bien que les partisans exagérés d'une certaine école économique proposent une solution qu'ils croient radicale : un droit prohibitif à l'entrée de notre territoire sur le vin, l'alcool, le sucre, la fécule, le blé, en un mot sur toutes les denrées que nous pouvons produire. Grâce à cette prohibition absolue, pensent-ils, nous arriverions promptement à une production suffisante pour couvrir les besoins de notre population. Je ne puis m'empêcher, en dehors de toute question théorique de protection et de libre-échange, de douter de l'efficacité de semblables mesures dont les conséquences, en cas d'insuffisance de récolte, de guerre extérieure, etc. (sans compter la réciprocité dont ne manqueraient pas d'user certaines nations), seraient désastreuses pour le pays.

J'ai maintes fois exprimé, à cette place, la conviction que la France pourrait aisément arriver à produire la quantité de blé nécessaire à son alimentation, et cela à un prix de revient rémunérateur.

Je poursuis sans relâche, et en dehors de toute préoccupation de polémique économique, l'étude expérimentale de la production du blé dans des conditions qui, malgré l'affaissement extrême des prix, doivent permettre de continuer, avec profit, la culture indigène du froment.

La gravité du sujet sera mon excuse auprès de mes lecteurs pour le développement que je crois devoir donner à l'exposé de la culture expérimentale du blé, en 1893-1894, au champ d'expériences de la Station agronomique de l'Est et à la discussion des résultats dont j'ai pu réunir tous les éléments par la récolte du Parc des Princes. J'espère pouvoir fournir ainsi à mes lecteurs une nouvelle démonstration péremptoire de l'influence prépondérante d'une fumure bien choisie sur l'abaissement du prix de revient, par l'accroissement des rendements, et les convaincre qu'on peut, dans un sol très médiocre, produire du blé à un prix bien inférieur à 25 fr. le quintal.

Dans l'espoir que cette démonstration engagera les cultivateurs à tenter des essais de culture améliorée du blé, j'entrerai dans les détails nécessaires pour leur permettre de répéter, s'ils le désirent, les expériences dont je vais rendre compte.

Les rendements obtenus au Parc des Princes, dans des conditions aussi voisines de celle de la grande culture que le permet l'installation d'un champ d'expériences, sont si élevés, qu'ils pourraient sembler à quelques-uns entachés d'exagération ; auprès de ceux-là, s'il s'en rencontrait, il me suffirait d'invoquer le témoignage des nombreux cultivateurs qui, du mois de juin 1895 jusqu'à la récolte, ont suivi les progrès de la végétation du champ d'expériences et dont

quelques-uns, à ma grande satisfaction, ont assisté à la moisson, au battage et à la pesée du grain et de la paille récoltés dans chacune de nos parcelles. J'ai, de plus, tenu à conserver à l'aide de la photographie, l'aspect de chacune des parcelles du champ soumises à une fumure différente. On trouvera plus loin quelques spécimens intéressants de ces photographies.

Le champ d'expériences de la Station agronomique de l'Est, défriché en 1892, a porté, nous l'avons vu, pendant deux années consécutives, des pommes de terre. Il a été emblavé le 12 octobre 1893, quelques semaines après l'arrachage des pommes de terre. Le froment, suivant un adage bien connu, n'aime pas les sols creux; aussi n'a-t-il été donné au champ aucun labour d'automne et s'est-on contenté d'enlever les fanes et d'égaliser le sol par un coup de râteau, remplaçant un hersage léger en grande culture.

La variété employée était le blé d'Alsace, provenant de l'exploitation de M. Gatellier, à la Ferté-sous-Jouarre, qui l'avait lui-même importé de Lorraine. J'ai été guidé dans le choix de cette variété par la précocité du blé d'Alsace d'une part, de l'autre par sa rusticité, sa résistance au froid et à l'humidité. Le climat du Parc des Princes, en effet, est humide et relativement froid; l'expérience des années précédentes m'avait appris qu'il convient d'y introduire de préférence des récoltes hâtives.

La semaille a été faite avec grand soin, en ligne, avec l'excellent semoir Smyth, à six rangs par mètre, que les constructeurs avaient gracieusement mis à ma disposition. On a employé une quantité de semence correspondant à 133 kilogr. à l'hectare, ou 156^l,4, le poids de l'hectolitre de semence étant de 85 kilogr.

Aucune fumure n'a directement précédé la semaille : je rappelle que le sol avait reçu précédemment les fumures suivantes.

	A l'hectare.
	Kilogr.
En 1892 :	
Fumier de vacherie.....	30 000
Acide phosphorique sous divers états.	300
Potasse sous forme de kaïnite.....	200.
Nitrate de soude.....	300
En 1893 :	
Nitrate de soude.....	300

Deux récoltes de pommes de terre ont été faites sur ces fumures.

La levée du blé s'est faite régulièrement; la plante n'a nullement souffert pendant l'hiver. Le 28 mars 1894, on a répandu à la volée, en mélange avec de la terre de chacune des parcelles à fumer, une dose de nitrate de soude correspondant à 100 kilogr. à l'hectare (soit 15 kilogr. d'azote). Je m'étais proposé de répandre une seconde quantité de nitrate égale à la première, en avril, si l'aspect de la végétation semblait en indiquer la nécessité; mais j'ai renoncé à ce deuxième épandage, en présence de la vigueur et de la coloration du blé, vers la fin d'avril. C'est donc, en tout, une fumure de 15 kilogr. d'azote qu'a reçu le blé semé après pommes de terre. Comme dans les années précédentes, douze parcelles seulement, sur seize, ont reçu du nitrate de soude : il n'a été répandu sur les parcelles I et XVI, servant de témoins depuis le défrichement, aucune quantité d'engrais. Les parcelles VII et VIII ont reçu, comme précédemment, l'azote sous forme de sulfate d'ammoniac et de sang desséché, à titre de comparaison avec le nitrate. Nous y reviendrons plus tard.

Grâce à la propreté du sol, résultant de la culture des plantes sarclées qui a précédé l'emblavure de cette année, et sans doute aussi à l'extrême sécheresse de 1893, peu favorable au développement et à la fructification des mauvaises herbes, notre culture de blé était à peu près exempte de ces dernières : à peine a-t-on eu quelques plantes adventices à arracher, et le blé seul s'est développé et a profité de la fumure. Cette absence de végétaux étrangers à ceux dont on se propose la culture est un point essentiel à noter, les mauvaises herbes croissant au milieu d'une récolte diminuant d'autant les ressources alimentaires que le sol offre à cette dernière.

Du 18 au 20 mai, au moment de l'épiage favorisé par les conditions atmosphériques, les 24 ares consacrés à la culture du blé ont été recouverts, à la hauteur de 2 m. 50 et sur les côtés, d'un filet destiné à protéger la récolte contre les déprédations des moineaux, qui pullulent dans cette région. Un essai de culture de blé et d'orge, en 1892, m'avait démontré la nécessité absolue de cette protection, les moineaux n'ayant pas laissé un « *seul* » grain de ces céréales arriver à maturité.

La floraison s'est accomplie aussi parfaitement que possible, du 3 au 10 juin. Le 18 juillet, le blé était, dans toutes les parcelles, arrivé à maturité. Le blé coupé à la faux a été mis en moyettes le 20 juillet; le battage, commencé le 28 juillet, s'est terminé le 3 août 1894.

Le battage a été exécuté à la batteuse à bras Lanz, que M. Faul avait gracieusement mise à ma disposition. Cette batteuse est tout à fait recommandable pour la petite culture : elle ne casse pas du tout le

grain. La paille, bien que cassée à l'extrémité des gerbes (le battage se faisant en long), peut être très bien utilisée, à la ferme, comme aliment ou comme litière; mais elle est trop divisée pour qu'il soit possible de la peser en vue d'établir le rapport de son poids à celui du grain. Nous avons procédé de la manière suivante pour établir ce rapport. Les gerbes ont été pesées isolément avant le battage, le grain recueilli a été passé au tarare, puis pesé. La différence des deux poids correspond à la paille et aux balles. Désirant étudier plus rigoureusement que ne le permettent les opérations que je viens d'indiquer les rapports de la paille, des balles, du grain et du chaume restant dans le sol, nous avons eu recours aux dispositions suivantes.

Dans chaque parcelle on a choisi un rectangle de blé de 3 mètres sur 2, représentant aussi exactement que possible la moyenne apparente de la récolte; ce choix était d'ailleurs rendu facile par l'homogénéité de chacune des parcelles; au moment de la moisson, la faux a respecté ces rectangles, dont la récolte a servi : 1° à faire la photographie des blés de chaque parcelle à une échelle rigoureusement identique, ce qui permet la comparaison des récoltes; 2° à prélever sur une surface de 2 mètres carrés une gerbe destinée à être battue et vannée à la main et à fournir ainsi les poids respectifs des grains, paille, balle et souche des blés de chacune des parcelles. Ces différentes opérations seront faites au laboratoire avec toute la précision désirable.

J'ajouterai que toutes les opérations destinées à servir de base à la fixation des rendements, telles que : pesées des gerbes et du grain, délimitation des rectan-

gles types photographiés, récolte des échantillons destinés aux recherches de laboratoire, ont été faites par mon collaborateur M. E. Bartmann et par moi. Il en a été de même de la pesée et de l'épandage à la main des engrais que nous nous sommes astreints à faire nous-mêmes, afin d'être certains de leur bonne exécution. Tous les chiffres relatifs aux pesées ont été recueillis en double au moment des opérations et soigneusement contrôlés sur place. Je suis donc en mesure de répondre de la rigoureuse exactitude des chiffres sur lesquels repose l'évaluation des rendements.

J'indiquerai tout d'abord les poids des grains récoltés dans les parcelles diversement fumées; dans les chapitres suivants j'étudie en détail chacune des questions que nos essais me permettent de discuter utilement.

Voici, rapportées à la surface de 1 hectare, les rendements en grains fournis par les différents engrais phosphatés associés au nitrate de soude :

Numéros des parcelles.	Nature des phosphates.	Quintaux métriques à l'hectare.
VI.	Cambrésis.....	43,38
XI.	Floride.....	36,95
X.	Somme 75/80.....	35,98
XV.	Superphosphate.....	34,79
XII.	Scories (Nord et Est).....	34,22
V.	Indre.....	33,71
XIII.	Scories anglaises.....	32,72
III.	Ardennes.....	32,23
II.	Somme 45/50.....	31,55
IX.	Portugal.....	31,41
IV.	Boulonnais.....	31,41
XIV.	Phosphate précipité.....	27,95

L'opinion qui consiste à regarder comme inassimilables tous les phosphates employés par nous, sauf les scories de déphosphoration et le phosphate précipité, paraîtra sans doute difficile à soutenir en présence de ces rendements, et l'étude des caractères des phosphates sur lesquels on s'est appuyé pour étayer cette affirmation ne sera pas une des questions les moins intéressantes que nous aurons à aborder dans le cours de notre discussion sur les expériences faites au Parc des Princes.

IX

LES ESSAIS CULTURAUX DU PARC DES PRINCES

La fertilité naturelle du sol. — Rendement des parcelles sans fumure. — Discussion des résultats de la culture du blé après pommes de terre. -- Comment s'expliquent les rendements du sol non fumé.

Dans quelle limite est-on légitimement en droit de tirer d'essais culturaux faits sur l'échelle nécessairement restreinte qu'un champ d'expériences ne peut dépasser, des conclusions applicables à la grande culture? Quels sont les enseignements certains que la pratique agricole doit attendre de l'expérimentation scientifique? Telles sont les deux questions, dont l'importance n'exige pas de démonstration, que je désire examiner avant d'entrer dans le détail des résultats de la culture expérimentale du blé au Parc des Princes et d'en aborder la discussion.

Les recherches expérimentales constituent la tâche principale des Stations agronomiques; aucune peine ne doit être épargnée pour en déterminer aussi rigoureusement que possible toutes les conditions, pour en régler l'exécution avec une précision que le praticien ne saurait atteindre dans son exploitation. Cette

nécessité de laisser à l'inconnu et aux causes d'erreur aussi peu de place que le permettent les difficultés de l'expérimentation sur les êtres vivants, oblige celui qui s'y adonne à restreindre, à des surfaces relativement faibles, les essais de culture dont il peut arriver ainsi à préciser toutes les conditions d'exécution. Il faut qu'un champ d'expériences ait assez d'étendue pour que les procédés de la grande culture y soient relativement applicables; mais il n'importe pas moins que les parcelles destinées à des essais comparatifs demeurent assez petites pour écarter notamment les différences de sol inévitables lorsqu'on opère sur de grandes surfaces. C'est en tenant compte de cette double nécessité que j'ai fixé à 25 ares environ, l'étendue du champ soumis, au Parc des Princes, à un assolement déterminé et à 150 mètres carrés la dimension de chacune des parcelles consacrées à un essai spécial. Pour qui sait les difficultés qu'on éprouve à rencontrer une surface d'un quart d'hectare à peu près homogène au double point de vue des propriétés physiques et de la composition chimique du sol, ces dimensions paraîtront, je le crois, aussi convenables que possible.

La possibilité de tenir un compte à peu près rigoureux de toutes les conditions d'un essai fait sur cette échelle, a pour conséquence de donner aux résultats numériques obtenus une valeur qui ne serait pas atteinte dans la culture de la même plante sur une étendue de plusieurs hectares, à raison des écarts de composition du sol, de la répartition moins égale des fumures, des imperfections de culture, de récolte, de pesées des produits, etc. Le champ d'expériences bien conduit fournit donc sur l'ensemble des condi-

tions de la production végétale et sur chacune d'elles en particulier, des données dont l'exactitude dépasse nécessairement celles de la grande culture. En revanche, et pour les mêmes motifs, on ne sera pas autorisé à appliquer sans restriction, à la grande culture, les résultats obtenus dans le champ d'expériences. Si ce dernier a été bien dirigé, il donnera, à surface égale, des rendements *supérieurs* à ceux qu'on obtiendra par l'application en grand des mêmes fumures, par exemple, ou d'autres traitements culturaux.

Le champ d'expériences nous fait connaître les maxima de rendements qu'on peut atteindre dans les conditions spéciales de sol et de climat où il est situé. Il renseigne le praticien sur la valeur relative des divers états auxquels on met les principes fertilisants à la disposition des végétaux, sur l'influence de certaines opérations culturales, labours, défoncement, mode de semailles, etc., en lui indiquant la récolte maximum à attendre d'une terre donnée, pour la culture de laquelle on a réuni le plus complet ensemble de conditions favorables et rigoureusement étudiées. En résumé, c'est dans le champ d'expériences qu'on peut apprendre à connaître le mieux les relations fondamentales des diverses plantes avec le sol et avec les différents engrais ; mais, pour s'éviter des mécomptes, le praticien ne doit pas oublier que les enseignements fournis pour les essais culturaux seront d'autant plus profitables pour lui, qu'il se rapprochera davantage, dans ses cultures, des conditions que les expérimentateurs s'efforcent de remplir et qui concourent, on va le voir, dans une si large mesure à l'élévation des rendements de la terre.

Nos lecteurs se rappellent que, sur les seize parcelles du champ du Parc des Princes soumises à un assolement régulier, il en est deux qui, depuis le défrichement du sol, n'ont reçu absolument aucun engrais. Ils se souviennent aussi que, malgré cette absence totale de fumure et l'extrême pauvreté du sol en principes nutritifs, les deux parcelles témoins, I et XVI, situées aux deux extrémités du champ, ont fourni, en 1893, une récolte de pommes de terre dont la moyenne a atteint 10 841 kilog à l'hectare ¹. Ce chiffre excède d'un tiers environ le rendement moyen, en pommes de terre, du sol français.

En 1894, le rendement en blé des parcelles I et XVI n'a pas été moins surprenant que celui des deux récoltes de pommes de terre, comme on en peut juger par les chiffres suivants, rapportés à l'hectare, ainsi que les précédentes récoltes :

	Grain.	Paille et balles.	Récolte totale.
	Q. m.	Q. m.	Q. m.
Parcelle I.....	17,48	32,91	50,09
Parcelle XVI.....	22,60	41,74	64,34
Moyenne des deux parcelles..	19,89	37,32	57,21

L'année ayant été très favorable à la végétation du blé, le rapport entre la production moyenne du froment à l'hectare en France et celle des parcelles I et XVI pourrait bien demeurer sensiblement égal à celui que je viens de rappeler, c'est-à-dire que le sol du champ d'expériences aurait donné, sans fumure, une récolte supérieure d'au moins un tiers à celle d'un hectare moyen de la terre française ².

1. Voir p. 107.

2. Ces lignes étaient écrites au moment de la moisson de

Cette fécondité naturelle, vraiment remarquable, du sol du champ d'expériences, tandis que le terrain contigu, mais n'ayant jamais reçu de culture, produit à peine une herbe chétive et quelques touffes de genêts, semblables de tous points à celles qui couvraient notre terrain, en 1891, avant son défrichement, mérite d'autant plus qu'on s'y arrête pour en chercher l'explication, qu'il s'agit, on se le rappelle, d'un sol extrêmement pauvre à tous égards. Comment se fait-il qu'après avoir donné, sans fumure, deux abondantes récoltes de pommes de terre, les parcelles I et XVI aient pu produire cette année près de 20 quintaux de grain et plus de 37 quintaux de paille à l'hectare? Les façons culturales et les modifications favorables qu'elles ont apportées à la terre, jointes à la propreté parfaite du sol, peuvent seules en donner l'explication, et je vais chercher à démontrer qu'elles la fournissent en effet, les conditions climatiques de l'année 1894 aidant.

Comme on le sait, le terrain destiné à nos expériences a été, au printemps de 1892, entièrement remué à la bêche jusqu'à une profondeur de 60 centimètres environ. Cette opération, qui correspond au sous-solage le plus parfait qu'on puisse exécuter, si même elle ne lui est pas supérieure, a eu les conséquences suivantes : 1° ameublissement parfait du sol sur toute cette épaisseur ; 2° aération de la terre dans

1894. avant que le rendement moyen de la France fût connu. La statistique officielle de la récolte de 1894 est venue confirmer mon appréciation : le rendement moyen du froment pour la France s'est élevé à 13 q. m., 4 par hectare, soit sensiblement aux deux tiers du rendement moyen des deux parcelles, sans fumure, du champ d'expériences du Parc des Princes.

les mêmes limites; 3° rupture de la capillarité ayant pour résultat, comme je l'ai précédemment indiqué, de maintenir dans le terrain une grande fraîcheur pendant la saison sèche, alors que le sol voisin, de longue date tassé, perdait très rapidement son eau et demeurerait très peu perméable à l'air. Cet ensemble de conditions a permis aux racines des végétaux de s'étendre profondément dans le sous-sol, où elles rencontraient à la fois l'humidité, l'aération et les éléments nutritifs à un état particulièrement favorable à leur alimentation, surtout en ce qui regarde l'azote.

Nul doute pour nous, comme pour les cultivateurs distingués qui ont suivi assidument nos essais, que les modifications mécaniques et physiques, imprimées au sol par cette sorte particulière de labour profond, aient une part tout à fait prépondérante dans les hauts rendements obtenus dans les parcelles sans fumure. Si, ce qui est incontestable, on peut difficilement, dans la pratique, réaliser un pareil labour, les faits constatés au Parc des Princes n'en démontrent pas moins les avantages considérables de l'aération et de l'ameublissement du sol, dans les limites compatibles avec les conditions économiques d'une grande exploitation rurale. Les agriculteurs sont loin d'avoir obtenu jusqu'ici les améliorations certaines qu'ils peuvent attendre d'un travail mécanique du sol, plus complet que celui qu'ils exécutent dans la plupart des cas.

Quel que soit le bon effet d'un défonçage comme celui qu'a subi notre terrain, il ne suffirait pas à l'obtention de 108 quintaux de pommes de terre et de 20 quintaux de blé à l'hectare, si le sol n'était pourvu des éléments nutritifs nécessaires à la production de

ces récoltes. La discussion des conditions chimiques de cette production doit donc fixer notre attention; elle nous fournira des indications dont les cultivateurs pourront tirer profit. Arrêtons-nous-y quelques instants.

Le sol du Parc des Princes peut être rangé au nombre des plus pauvres en principes fertilisants. Pour 100 parties en poids, il ne renferme, en effet, que les quantités suivantes :

	Pour 100.
Humus.....	0,100
Azote....	0,068
Acide phosphorique.....	0,046
Chaux.....	0,920
Potasse.....	0,019

Pour apprécier plus aisément le degré de pauvreté de cette terre il faut se souvenir que la plupart des agronomes considèrent les teneurs ci-dessous comme celles que doit présenter un sol de moyenne qualité :

	Pour 100.
Azote.....	0,10
Acide phosphorique.....	0,10
Potasse.....	0,15

D'après l'opinion de ces agronomes, une terre contenant ces proportions d'azote, d'acide phosphorique et de potasse, devrait encore, pour presque toutes les cultures, recevoir, par les engrais, un complément de chacun de ces aliments des plantes.

Le sol des parcelles I et XVI renferme donc seulement moitié, à peu près, de la quantité d'azote, moins de moitié de celle d'acide phosphorique et les $\frac{13}{100}$ seulement de celle de potasse regardées comme nécessaires à la fertilité d'un sol médiocre.

Ces données analytiques ne suffisent pas pour édifier ceux de nos lecteurs qui ne sont pas habitués à ce genre d'études, sur les quantités de principes fertilisants dont les végétaux disposent dans notre terrain : en les rapportant à l'hectare et à la profondeur de la couche arable utilisée par les plantes, je donnerai une idée plus précise des conditions chimiques dans lesquelles deux récoltes successives de pommes de terre, sans fumure aucune, ont placé le blé semé en octobre dernier dans les parcelles I et XVI.

Le mètre cube du terrain sableux du Parc des Princes pèse 1 550 kilogr. La couche de 20 centimètres de profondeur représente, à l'hectare, un poids de 3 100 tonnes métriques (3 100 000 kilogr.) et celle de 40 centimètres, qu'on peut considérer comme étant en relation avec la masse des racines des pommes de terre, pèse le double, soit 6 200 tonnes métriques.

En appliquant à ces deux nombres la composition centésimale de la terre naturelle du champ, on trouve, à l'hectare, les poids suivants de principes fertilisants :

	COUCHE.	
	de 0 m. 20.	de 0 m. 40.
	Kilogr.	Kilogr.
Acide phosphorique....	1 395	2 790
Potasse.....	589	1 178
Azote.....	108	4 216
Chaux.....	23 520	57 040

On remarquera, en passant, que ce terrain, bien que tout à fait siliceux, contient des quantités de chaux de beaucoup supérieures à celles qu'exigent toutes les espèces végétales ; les plantes qui y croissent spontanément, telles que le genêt, sont impropre-

ment appelées silicoles ; l'épithète qui leur convient est plutôt celle de calcifuges, ces plantes redoutant l'excès de chaux, bien plus qu'elles ne recherchent la silice pour elle-même.

Pour évaluer les quantités d'azote, d'acide phosphorique et de potasse laissées disponibles pour le blé qui a succédé aux deux récoltes de pommes de terre, il suffit de retrancher des chiffres ci-dessus les quantités de ces trois principes enlevés par les pommes de terre et leurs fanes, celles-ci ayant été exportées des parcelles en même temps que les tubercules.

La moyenne de la récolte des parcelles I et XVI, rapportée à l'hectare, a été de 10 841 kilogr. de tubercules par année, soit 21 682 kilogr. pour les deux années. Le prélèvement de principes fertilisants exercé dans le sol par cette double récolte, y compris les fanes correspondantes, s'est élevé approximativement aux chiffres suivants :

	Kilogr.
Acide phosphorique.....	38,6
Azote.....	83,0
Potasse.....	134,0

Si l'on retranche ces nombres de ceux qui représentent la teneur du sol à l'hectare, sur 0 m. 40 de profondeur, en ces trois principes nutritifs, on constate que le blé semé à l'automne de 1893 avait encore, à sa disposition, dans la couche de 20 centimètres de profondeur où s'effectue principalement son alimentation. les quantités suivantes, très supérieures aux exigences de 20 quintaux métriques de blé, comme nous le verrons plus tard :

Restant par hectare.	Couche de 0 m. 20.
—	—
	Kilogr.
Acide phosphorique.....	1 356,4
Azote.	2 025,0
Potasse.....	455,0

En rapprochant les quantités d'acide phosphorique, d'azote et de potasse, contenues dans les deux récoltes de pommes de terre, de celles que renfermait primitivement le sol, on trouve que les prélèvements de ces trois corps ont été respectivement les suivants :

	Pour 100.	
Acide phosphorique..	4,38	de la quantité totale.
Azote.....	1,97	—
Potasec.....	11,38	—

Sans nul doute, la préparation mécanique du sol et l'aération qui en a été la conséquence ont favorisé énergiquement l'assimilation par les récoltes des principes nutritifs relativement si peu abondants dans cette terre : d'une part, la nitrification de l'azote organique a été activée; de l'autre la porosité et l'ameublissement du sol ont permis aux racines de se développer abondamment et de s'étendre en tous sens, pour aller demander à une surface plus étendue de terre une alimentation si parcimonieusement dévolue aux végétaux du terrain contigu, presque imperméable à l'air et aux racines, en raison de sa texture physique qu'aucun agent mécanique n'est venu modifier.

Enfin, n'oublions pas que le terrain est exempt de mauvaises herbes qui, dans les terres sales, vivent aux dépens de la récolte.

On voit par les rendements remarquables des par-

celles sans fumure, aussi bien en blé qu'en pommes de terre, quel rôle prépondérant les actions mécaniques jouent en agriculture. Si aux modifications dues à ces actions, on joint une fumure rationnelle, on peut plus que doubler ces rendements, comme le montrent les récoltes des parcelles fumées, dont certaines nous ont donné 37 et jusqu'à 43 quintaux de grain à l'hectare.

X

LE CHAMP D'EXPÉRIENCES DU PARC DES PRINCES LA CULTURE DU BLÉ EN 1894

Rendements des parcelles fumées, en grain et en paille. — Variations du poids naturel du blé. — L'assimilabilité des phosphates minéraux. — Le réactif P Wagner. — Conclusion générale sur la haute valeur agricole des phosphates.

Les seize parcelles du champ d'expériences, d'un are et demi chacune, consacrées en 1893-1894 à la culture du blé, se rangent en trois groupes, au point de vue de leur état de fumure. Deux d'entre elles, on le sait, n'ont reçu depuis le défrichement du sol et ne recevront à l'avenir aucune espèce d'engrais (parc. I et XVI).

Douze parcelles, formant le deuxième groupe, sont affectées à l'étude des augmentations de rendement sous l'influence de doses égales d'acide phosphorique sous des formes diverses, associées à des quantités de potasse et de nitrate de soude, identiques pour chaque parcelle. Enfin les deux dernières parcelles ont reçu, dès l'origine, l'azote sous forme organique (sang desséché) et ammoniacal (sulfate), en vue de la comparaison de ces deux engrais avec le nitrate de soude.

Je m'occuperai d'abord de la récolte des parcelles nitratées et je commencerai par résumer les principaux résultats fournis par les parcelles du deuxième groupe. Le tableau suivant indique pour chacune d'elles, classés d'après les poids décroissants de blé récolté, les rendements en grain, en paille et balles et le poids total de la récolte, tous les chiffres étant rapportés à l'hectare :

Tableau I.

Numéros des parcelles.	Nature des phosphates.	POIDS		Récolte totale.
		du grain.	de la paille et des balles.	
		Q. m.	Q. m.	Q. m.
VI.	Cambrésis.....	43,38	104,92	148,30
XI.	Floride.....	36,95	89,91	126,86
X.	Somme 75/80.....	35,98	97,18	133,16
V.	Indre.....	34,79	72,69	107,48
XV.	Superphosphate.....	34,46	67,54	102,00
XII.	Scories de l'Est.....	34,22	76,35	110,57
XIII.	Scories anglaises.....	32,72	74,43	107,15
III.	Ardennes.....	32,23	69,01	101,24
II.	Somme 45/50.....	31,55	65,61	97,16
IX.	Portugal.....	31,44	72,02	103,43
IV.	Boulonnais.....	31,44	65,87	96,98
XIV.	Phosphate précipité..	27,95	61,52	89,47
I. } XVI. }	Moyenne des témoins.	19,89	37,32	57,21

Les chiffres de la deuxième colonne expriment la différence entre les pesées de la récolte totale et le poids du grain passé au tarare, après le battage des gerbes.

En attendant que nous ayons déterminé, sur les échantillons prélevés spécialement à cet effet, les poids isolés de paille et de balles de la récolte de chaque parcelle, nous admettrons provisoirement,

dans les évaluations données plus loin de la valeur de la récolte, que les balles représentent 10 pour 100 du poids du mélange paille et balles.

Le poids naturel de la semence employée en octobre 1893, c'est-à-dire le poids de l'hectolitre légèrement tassé et mesuré suivant les habitudes de la pratique, était très élevé et voisin de 85 kilogrammes (exactement 84 kilogr. 850). Nous avons déterminé, par la même méthode, le poids de l'hectolitre du grain récolté dans chacune des douze parcelles, afin de pouvoir indiquer le nombre d'hectolitres correspondant à celui des quintaux rapportés à l'hectare. Le tableau II fait connaître les résultats de ces déterminations : la dernière colonne indique le nombre de grains récoltés, pour un de semé :

Tableau II.

Numéros des parcelles.	Nature des phosphates.	Poids de l'hectolitre.	Nombre d'hectolitres à l'hectare.	Multiplia- tion de la semence.
VI.	Cambrésis.....	81,75	53,06	32,6
XI.	Floride.....	84,25	43,86	27,7
X.	Somme 75/80.....	82,40	43,66	27,3
V.	Indre.....	80,40	43,27	26,1
XV.	Superphosphate.....	79,90	43,13	25,9
XII.	Scories de l'Est.....	79,40	43,09	25,7
XIII.	Scories anglaises.....	81,55	40,12	24,5
III.	Ardennes.....	81,15	39,71	24,2
II.	Somme 45/50.....	80,85	39,03	23,7
IX.	Portugal.....	80,65	38,94	23,6
IV.	Boulonnais.....	79,60	39,08	23,4
XIV.	Phosphate précipité....	80,85	34,58	21,8
I. } XVI. }	Moyenne des témoins.	80,25	24,78	14,9

La nature des phosphates employés a modifié dans des limites assez sensibles, et sans qu'il me soit

possible, tout au moins pour l'instant, d'en donner la raison, le poids naturel du grain. L'écart maximum est de près de 5 kilogrammes par hectolitre : 84 kilogr. 25 à 79 kilogr. 40, soit 4 kilogr. 850, entre le blé de la parcelle XI et celui de la parcelle XII.

Les variations dans le poids naturel du blé tiennent en partie au tassement différent du grain au moment du mesurage ; mais l'écart constaté entre le blé de la parcelle XI (Floride) et celui de la parcelle XII (scories Est) nous a semblé trop considérable pour être attribué exclusivement à cette cause, d'autant que nous avons fait nous-même et dans des conditions aussi comparables que possible les mesurages et les pesées du blé de chaque parcelle.

Nous avons eu recours, pour nous éclairer, à la détermination exacte de la densité du grain, c'est-à-dire à la fixation du poids du grain occupant rigoureusement un volume égal à un litre, et par conséquent soustrait à l'action du tassement. Nous avons trouvé les nombres suivants :

	POIDS	
	naturel.	absolu.
	—	—
	Kil.	Kil.
Floride.....	84,25	133,3
Scories Est.....	79,40	131,6
Semence.....	84,85	131,6

Il n'y a, d'après cela, on le voit, qu'un rapport très incertain entre le poids apparent d'un hectolitre de blé et la densité réelle du grain qui indique le poids vrai de 100 litres de grain, déduction faite des vides inévitables dans la pesée ordinaire.

A quoi peut-on attribuer la différence constatée

entre le poids réel du même volume de deux échantillons de grain provenant de la même semence? Cette différence, qui s'élève, par hectolitre, à 1 kilogr. 700, entre la semence que m'avait fournie M. Gatellier et le blé récolté dans la parcelle fumée au phosphate de Floride, peut-elle s'expliquer par la composition chimique des graines (variations dans la teneur des deux blés en gluten, amidon, cellulose, cendres)? C'est ce que l'analyse ultérieure des récoltes du champ d'expériences nous apprendra, et je me bornerai aujourd'hui à constater le fait.

M'appuyant sur les documents numériques que j'ai tenu à mettre sous les yeux de mes lecteurs assez complètement pour qu'ils puissent discuter, à leur gré, les résultats du champ d'expériences, je vais résumer les principales conclusions qui en découlent.

Le tableau I met, à l'évidence, hors de conteste deux faits tout à fait intéressants pour les cultivateurs des régions siliceuses qui occupent en France de si grandes étendues, peu productives naturellement : 1° la possibilité d'obtenir dans ces terrains, pourvu que leurs qualités physiques s'y prêtent, des rendements comparables à ceux des sols de longue date en culture et justement réputés fertiles; 2° l'assimilabilité du phosphate de chaux naturel d'origines les plus diverses, depuis l'apatite du Portugal jusqu'aux sables phosphatés de la Somme, en passant par les phosphates du grès vert, du gault et de l'étage crétacé, etc. Examinons avec quelque détail ces deux conclusions, nous réservant d'établir plus tard le caractère économique de ces diverses fumures phosphatées.

Les rendements en grain de la même semence de blé (blé d'Alsace) ont varié, suivant la nature des phosphates employés, de 28 à 43 quintaux, en excédent de 8 à 23 quintaux sur le rendement des parcelles témoins dont la fertilité a été si remarquable, malgré l'absence de toute fumure, grâce aux façons mécaniques données au sol. Je suis donc en droit de maintenir mon assertion antérieure concernant l'efficacité des phosphates dans les sols siliceux et d'affirmer que la plupart de ces minéraux finement broyés et, ce qu'il ne faut jamais perdre de vue, associés au nitrate de soude et à la potasse, lorsque cette dernière fait défaut dans le sol, permettent d'atteindre de hauts rendements en céréales comme en pommes de terre.

Les chiffres inscrits au tableau I confirment en même temps la conclusion à laquelle j'ai été amené, depuis vingt ans, par mes essais de culture, à savoir que l'assimilabilité des phosphates naturels égale, au moins dans certains sols pauvres en calcaires, celle du superphosphate et dépasse souvent celle du phosphate bicalcique, ou phosphate précipité.

Peut-on, *a priori*, prévoir par l'examen chimique des phosphates le degré d'assimilabilité de chacun d'eux? Plusieurs tentatives ont été faites à ce sujet : on a successivement préconisé la solubilité plus ou moins grande dans divers réactifs comme un critérium de la valeur agricole d'un phosphate; mais aucun des procédés imaginés n'a abouti à un résultat de quelque valeur; l'expérimentation directe par la culture reste seule capable, après une série de récoltes différentes, de fournir des indications approchées sur le degré d'assimilabilité d'un phosphate,

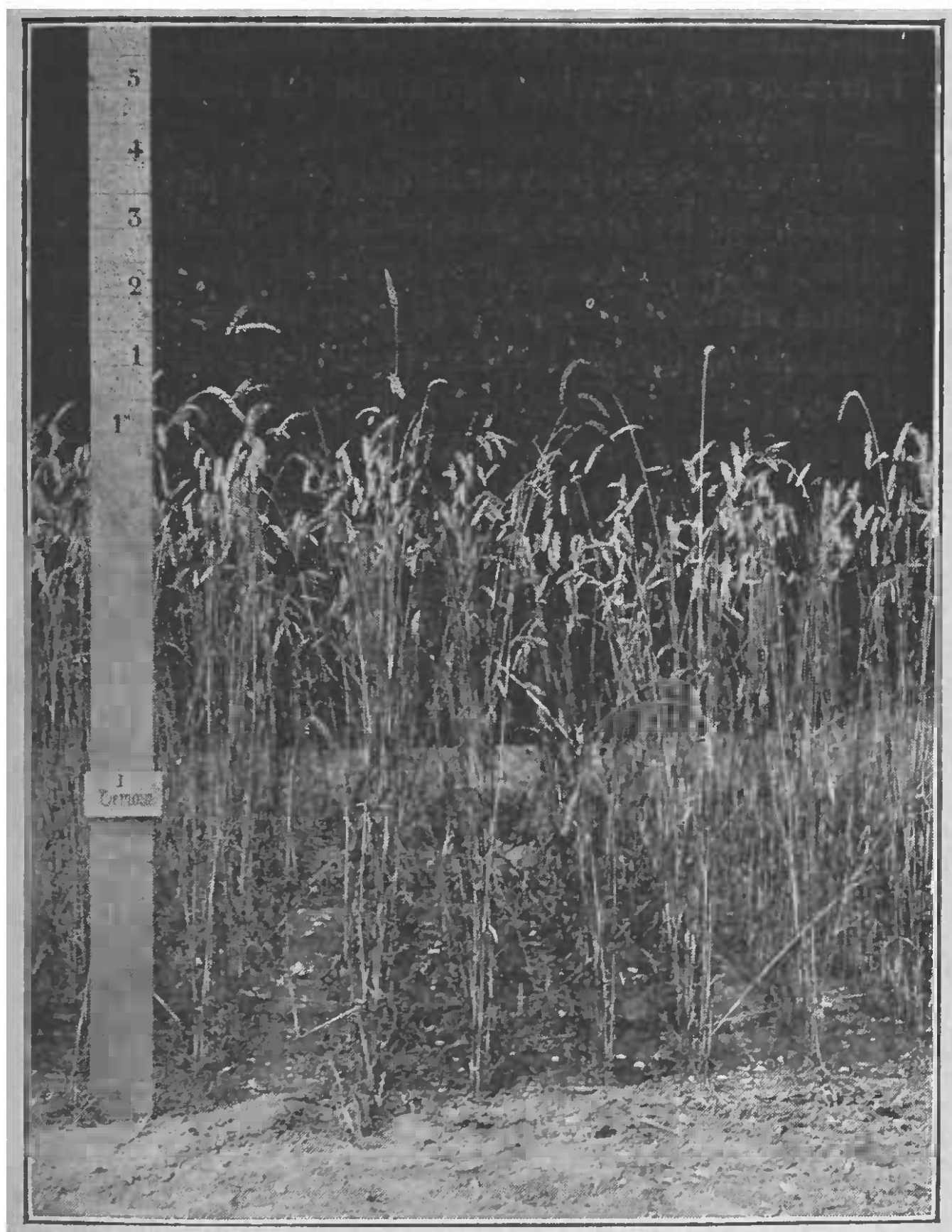


Fig. 2. — Photographie de la parcelle 1 (témoin sans fumure).

Rendement en grain : 17^m,185.

Rendement en paille : 32^m,909.

Solubilité de l'acide phosphorique du sol dans le réactif Wagner = 0.

de même que l'éleveur tire des essais d'alimentation des renseignements sur la valeur nutritive des divers fourrages que l'analyse chimique est insuffisante à nous donner.

M. Wagner a cru pouvoir déduire de ses expériences en pots, sur les divers phosphates, la conclusion suivante : « Je puis dire avec certitude que les phosphates minéraux, dont 5 à 10 pour 100 seulement de l'acide phosphorique total sont solubles dans ma solution citrique d'acide citrique, ne peuvent pas être employés dans les conditions ordinaires comme engrais, même si leur acide phosphorique a une solubilité de 60 à 80 pour 100 dans une solution d'acide citrique à 5 pour 100 ou 78 pour 100 dans l'oxalate de potasse »¹.

Cette conclusion est absolument controuvée par les faits suivants : Nous avons soumis les différents phosphates introduits dans le sol du champ d'expériences en 1892, à l'essai du réactif Wagner. Le tableau III, dans lequel, à côté des résultats de ces essais de solubilité, nous indiquons la récolte brute moyenne par année du champ d'expériences, ne peut laisser aucun doute sur l'inanité de la méthode au point de vue de renseignements *a priori* sur la valeur agricole des phosphates.

La première colonne de ce tableau exprime en kilogrammes la récolte moyenne, à l'hectare, des trois campagnes 1892-1894. Les chiffres qui y sont inscrits représentent la somme des poids moyens de pommes de terre, de grain et paille de blé fournis par les parcelles fumées avec les phosphates dont la solubilité est indiquée dans la colonne 2. L'échan-

1. *La question des engrais*, p. 24. 1894.

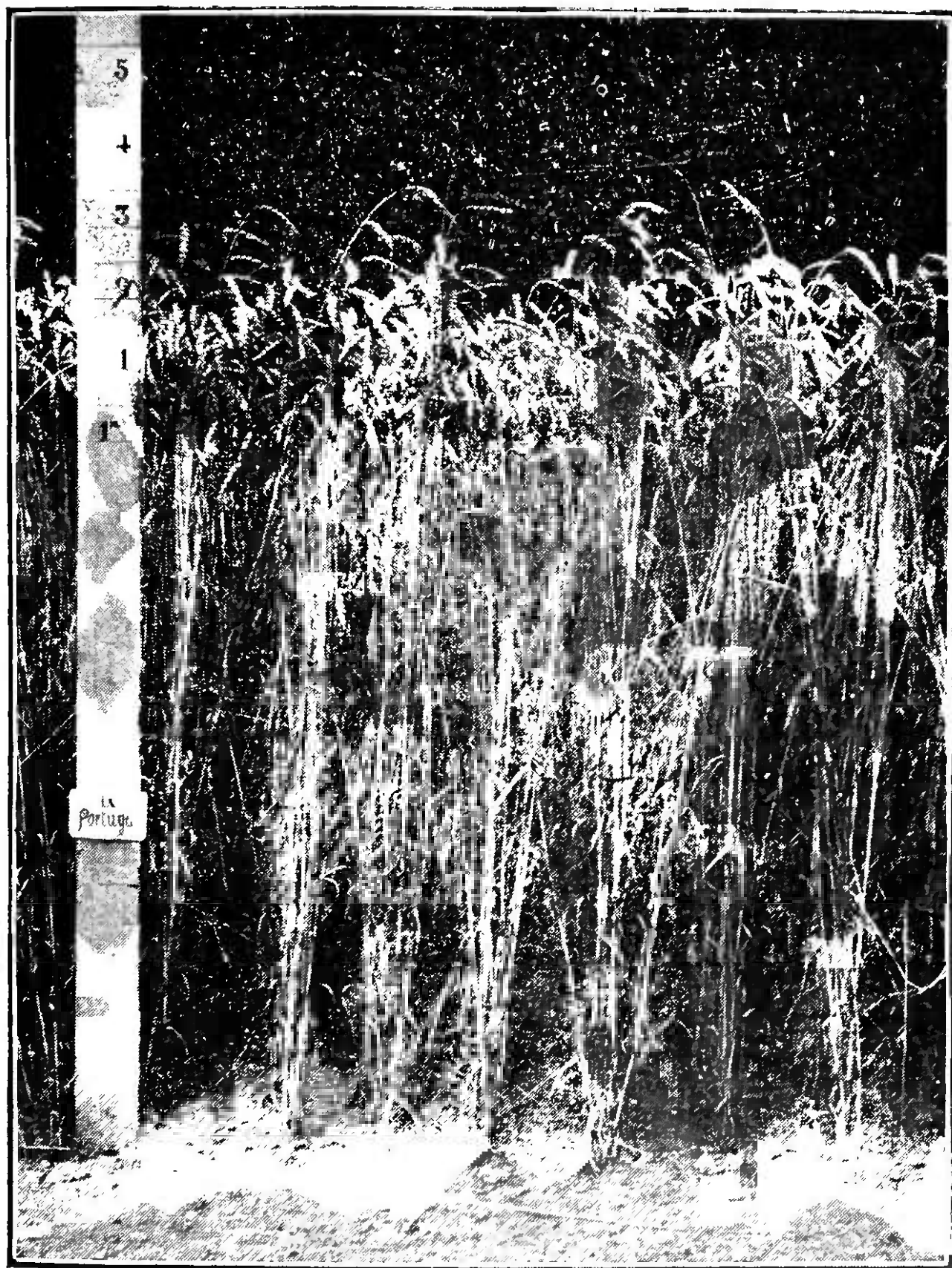


Fig. 3. — Photographie de la parcelle IX (apatite de Portugal).

Rendement en grain : $31^{\text{m}}4,1$.

Rendement en paille : $72^{\text{m}}02$.

Solubilité de l'apatite dans le réactif Wagner = 0.

tillon moyen du sol du champ d'expériences prélevé en 1892, au moment du défrichement, a été, à titre de comparaison, traité par le réactif Wagner ¹.

Tableau III.

Nature des phosphates.	Récolte brute moyenne	Taux pour 100 d'acide
	annuelle 1892-95 à l'hectare.	phosphorique soluble.
—	—	—
	Q. m.	Pour 100.
Cambrésis.....	185 85	5,39
Somme.....	181 75	1,87
Floride.....	177 57	0,24
Scories.....	163 52	76,80
Ardennes.....	160 20	13,36
Boulonnais....	156 8	12,17
Indre.....	155 95	5,04
Portugal.....	154 41	néant
Phosphate précipité...	140 44	92,03
Superphosphate.....	147 78	100,00
Sol naturel.....	82 35	néant

La conclusion à tirer de la comparaison des deux colonnes de ce tableau est aussi évidente que simple :

Il n'existe aucun rapport, si éloigné qu'il soit, entre la solubilité d'un phosphate dans le réactif Wagner et son assimilation par la plante. En effet :

1° Les rendements les plus élevés ont été obtenus avec les phosphates les moins solubles (Floride, Cambrésis, Somme);

2° L'apatite du Portugal, dont l'acide phosphorique est absolument insoluble, a fourni un rendement moyen supérieur pour les trois années, au phosphate précipité et au superphosphate, tous deux, entièrement solubles dans le réactif Wagner;

1. Citrate d'ammoniaque à 1,5 pour 100 d'acide citrique.

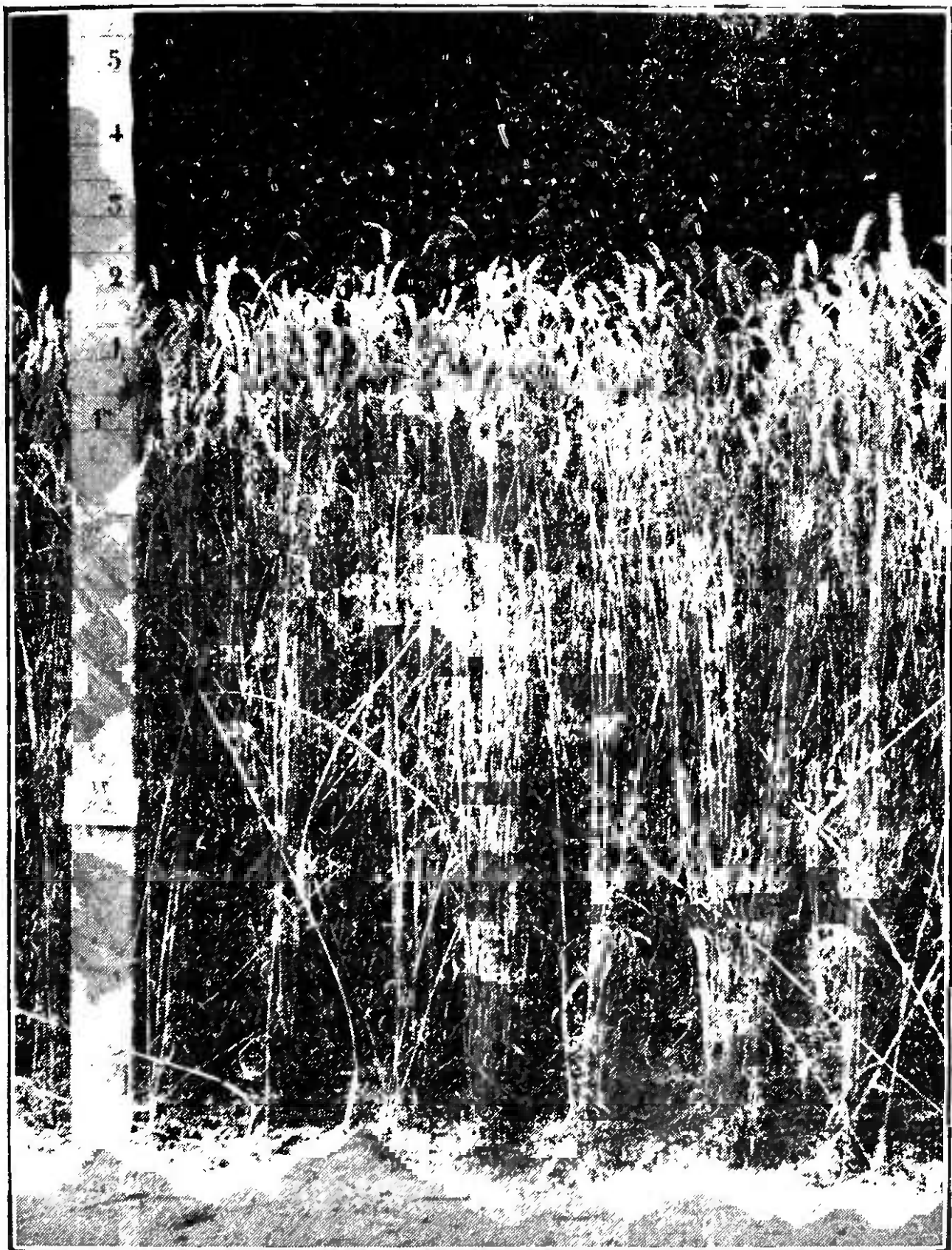


Fig. 4. — Photographie de la parcelle XV (superphosphate).
Rendement en grain : 31^{qm},46.
Rendement en paille : 67^{qm},54.
Solubilité du superphosphate dans le réactif Wagner = 100,

3° Comme on pouvait s'y attendre, le phosphate du sol naturel s'est montré entièrement insoluble aussi, et bien que nous ayons opéré sur un poids de terre vingt fois plus élevé que celui des divers phosphates soumis à l'action du réactif ammoniacocitrique, à 1,5 pour 100 il ne nous a pas été possible d'y constater trace d'acide phosphorique soluble ¹.

En résumé et comme conclusion générale, c'est aux essais culturaux bien conduits qu'il faut demander des indications pratiques sur la valeur relative des phosphates, suivant la nature du sol et celle des récoltes qu'on veut obtenir. Les résultats de la culture du blé au Parc des Princes confirment absolument ceux que nous avons obtenus dans celle des pommes de terre, en 1892 et 1893. Ils démontrent l'action très efficace des phosphates minéraux bruts en poudre fine, dans les sols siliceux notamment. Aux praticiens de déterminer, par des expériences dans le sol de leurs exploitations, le choix à faire parmi les diverses sources de phosphates que nous offrent la nature et l'industrie. Le point essentiel, pour eux, est d'employer sur la plus large échelle possible, pour la fertilisation de leurs terres, l'acide phosphorique sous la forme que l'expérience leur aura révélée la mieux appropriée à la nature des sols qu'ils cultivent : superphosphate dans les terrains calcaires, phosphates minéraux de telle ou telle provenance dans les sols siliceux, scories dans tous les sols.

1. J'étudie en ce moment le sol des diverses parcelles au point de vue de leur teneur en acide phosphorique soluble dans des liqueurs plus riches en acide citrique que le réactif de Wagner. Je publierai ultérieurement les résultats de ces recherches.

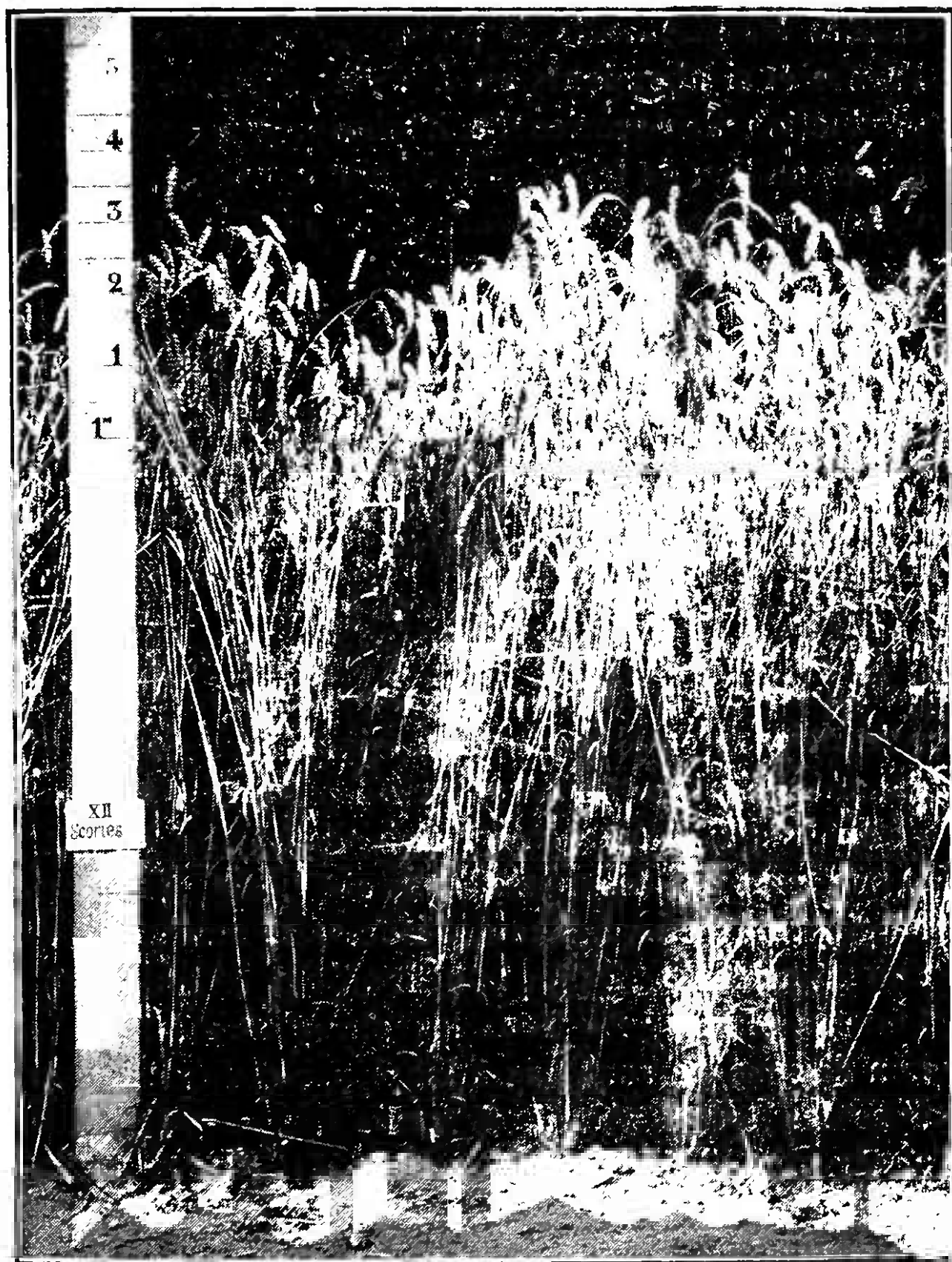


Fig. 5. — Photographie de la parcelle XII (scories et nitrate).

Rendement en grain 34^m 22.

Rendement en paille 76^m 35.

Solubilité des scories dans le réactif Wagner = 76. 80.

Utilisons les ressources énormes qu'offrent à l'agriculture les gisements de phosphate si nombreux en France et si abondants en Algérie; utilisons toute la production des scories de déphosphoration de nos usines au lieu de les laisser aller à l'étranger; réservons nos phosphates riches pour la fabrication du superphosphate; appliquons les phosphates plus pauvres au sol de nos vastes plateaux siliceux, et nous verrons s'accroître nos rendements, au point de devenir très rémunérateurs encore, malgré la baisse des prix des produits agricoles.

Plus que jamais je me crois donc en droit de mettre en garde les cultivateurs contre les assertions absolues de M. P. Wagner : « Les phosphates minéraux, dit-il, quelle que soit leur finesse, quelle que soit la facilité avec laquelle ils se dissolvent dans les acides, ne sont pas à employer comme engrais, ou seulement dans des limites très étroites. Dans les sols cultivés ordinaires(?), même en sol riche en humus, ils sont à peu près inertes : *probablement* peuvent-ils être employés avec avantage dans des sols tourbeux fortement acides. » Et plus loin, il ajoute, en soulignant toute la phrase ¹ : « Tous les phosphates minéraux non dissous ne sont pas à employer comme engrais dans les terrains ordinaires. Ils sont à peine plus actifs que l'acide phosphorique du sol, dont les plantes ne peuvent utiliser annuellement que 1 à 2 pour 100 ². »

L'exemple des parcelles fumées avec le phosphate de Cambrésis, de l'Indre — et avec l'apatite du Por-

1. P. 10, *la Question des engrais*, 1894.

2. *Loc. cit.*, p. 16.



Fig. 6. — Photographie de la parcelle VII (scories et sulfate d'ammoniaque).
Rendement en grain : 30^m 70.
Rendement en paille 64^m 60.
Solubilité de la scorie dans le réactif Wagner — 76. 80

tugal, qui ont produit de 31 à 43 quintaux de grains à l'hectare, me semble une réfutation complète de cette opinion. Un coup d'œil jeté sur la photographie des parcelles I, IX, XV et XII, montre le peu de rapport qui existe entre la récolte et le plus ou moins de solubilité des phosphates dans le réactif de P Wagner.

La comparaison des photographies du blé récolté dans les parcelles XII et VII fait voir la plus-value due au nitrate comparé au sulfate d'ammoniaque (voir p. 172 et suiv.). La seule différence dans la fumure de ces deux parcelles réside dans la nature de l'engrais azoté. Elles ont reçu même dose d'acide phosphorique (scories), même dose de potasse; la parcelle XII a été nitratée; la parcelle VII a reçu du sulfate d'ammoniaque.

Le suc acide des radicelles des végétaux peut sans doute dissoudre les phosphates du sol (voir plus loin : Recherches de B. Dyer), les faits observés au Parc des Princes le démontrent, mais il ne s'en suit pas nécessairement que la solubilité des mêmes phosphates, dans une solution citrique, *après un contact de quelques heures*, soit un critérium de leur assimilabilité.

XI

LE CHAMP D'EXPÉRIENCES DU PARC DES PRINCES COMPARAISON DES FUMURES

La culture du blé en 1894. — Rapport de la paille au grain. — Rendement en grains. — Classement des phosphates d'après les rendements moyens des trois années d'expériences. — Supériorité du nitrate sur l'azote ammoniacal et organique.

Bien que la valeur d'une récolte de blé dépende surtout du rendement en grains, la paille en forme cependant un élément non négligeable, surtout dans les années de rareté de fourrages. Il est donc intéressant, en vue des conclusions pratiques à tirer de nos essais de culture au Parc des Princes, d'examiner l'influence que les diverses formes d'acide phosphorique ont exercée sur la production de la paille et de rechercher la proportion de cette dernière au grain, dans les différentes parcelles. Un coup d'œil jeté sur le tableau des rendements a permis à mes lecteurs de constater que le poids de la paille de la récolte de chaque parcelle n'est pas proportionnel au poids du grain correspondant; *a priori*, il semblerait qu'il doive y avoir une relation très étroite entre les quantités de grain et de paille d'une même variété de blé récolté dans un sol identique, sous le rapport

des fumures, avec cette seule distinction que l'acide phosphorique provient de sources différentes. En réalité, il n'en est point ainsi, et, pour s'en convaincre, il suffit de rapprocher, en les présentant sous une autre forme, les résultats des pesées des récoltes des différentes parcelles que j'ai précédemment résumés. Le tableau suivant donne, pour chacune des douze parcelles dont nous étudions la récolte, les indications suivantes :

1° Proportion du grain à la paille dans 100 kilogrammes de récolte ;

2° Quantité de paille correspondant à 100 kilogrammes de grain vanné ;

3° Quantité de grain correspondant à 100 kilogrammes de paille et balles.

Numéros des parcelles.	Nature des phosphates.	100 KILOGR.			
		de récolte donnent		de grains corres- pondent	paille corres- pondent
		Grains.	Paille.	à kil. paille.	à kil. grains.
I. } XVI. }	Témoins.	34,71	65,29	188	53,43
XV.	Superphosphate.	33,78	66,22	196	51,01
II.	Somme 45/50.	32,47	67,53	208	48,08
V.	Indre.	32,37	67,63	209	47,86
IV.	Boulonnais.	32,08	67,92	213	47,23
III.	Ardennes.	31,83	68,17	212	46,70
XIV.	Phosphate précipité.	31,24	68,76	220	45,43
XII.	Scories Est.	30,95	69,05	223	44,82
XIII.	Scories anglaises.	30,54	69,76	228	43,90
IX.	Portugal.	30,37	69,63	229	43,62
VI.	Cambrésis.	29,25	70,75	242	41,34
XI.	Floride.	29,13	70,87	243	41,10
X.	Somme 75,80.	27,02	72,98	270	37,02

On remarquera que les phosphates qui ont donné le plus haut rendement en grains et en paille, à l'hec-

tare, le phosphate de Cambrésis, le phosphate de la Floride et le phosphate de la Somme 75/80 ont, au contraire, fourni les proportions de grains les moins élevées par rapport à la quantité de paille : inversement les parcelles témoins, dont la récolte totale est de beaucoup la plus faible, présentent le rapport le plus élevé du grain à la paille. Tandis que le Cambrésis, pour une récolte totale de 100 kilogrammes, donne 29 kilogr. 25 de grain seulement, le blé des parcelles témoins en rend 34 kilogr. 71.

A part cette remarque, il est difficile de constater des relations entre la nature des phosphates employés et les rapports du grain à la paille. C'est ce que montre le classement ci-dessous des rendements en grains et en paille et balles rapportés à celui de la parcelle VI (Cambrésis), qui a donné la récolte maximum, prise pour unité.

Si nous égalons à 100 la récolte de grains (43 q. m., 38) et celle de paille (104 q. m., 92) à l'hectare, les onze parcelles restantes se classent dans l'ordre suivant :

		Grains.	Paille et balles.
		—	—
VI.	Cambrésis.....	100,00	100,00
XI.	Floride.....	85,18	85,79
X.	Somme 75/80.....	82,96	92,62
V.	Indre.....	80,22	69,28
XV.	Superphosphate.....	79,43	64,37
XII.	Scories Est.....	78,88	72,86
XIII.	Scories anglaises.....	75,43	70,94
III.	Ardennes.....	74,30	65,78
II.	Somme 45/50.....	72,73	62,53
IX.	Portugal.	72,40	68,64
IV.	Boulonnais.....	71,71	72,68
XIV.	Phosphate précipité.....	64,43	58,58
I. } XVI. }	Témoins.....	45,85	34,62

On voit par ce rapprochement que si, d'une façon générale, le poids de la paille décroît comme cela doit être avec le poids de grains récolté, ce décroissement n'est nullement proportionnel et présente des écarts difficiles à expliquer, mais qu'il n'est pas inutile de constater.

Le petit tableau précédent met en évidence, plus simplement que le relevé des poids de blé et de paille récoltés à l'hectare, l'influence plus ou moins favorable de chacun des phosphates sur le rendement du sol. Le phosphate du Cambrésis étant pris comme terme de comparaison, on voit que les récoltes de grains obtenues avec les autres engrais phosphatés lui sont inférieures de 15 à 35 pour 100, sans qu'on puisse invoquer, pour expliquer ces écarts, l'origine géologique des phosphates; en effet, l'apatite du Portugal se range avant le phosphate du Boulonnais qui se montre inférieur à celui des Ardennes et supérieur au phosphate précipité; le phosphate riche de la Somme a produit une récolte d'un poids de 10 pour 100 supérieur au phosphate pauvre (45/50) de la même région.

Le sol naturel, sans fumure, a donné une récolte inférieure à celle du Cambrésis de 54 pour 100 en grains, tandis que, comparée au phosphate précipité, la moins-value du témoin n'est que de 20 pour 100 environ.

Pour la paille, les écarts sont plus grands encore, allant à 65 pour 100 du témoin à la parcelle VI (Cambrésis) et s'élevant à 41, 4 pour 100 entre cette dernière et la parcelle XIV (phosphate précipité).

J'ai cru devoir entrer dans ces détails pour montrer la difficulté qu'on éprouve lorsqu'on est consulté

par les cultivateurs, ce qui nous arrive souvent, sur le choix de tel ou tel phosphate et sur l'augmentation de rendement qu'on en peut espérer.

L'expérience seule peut donner une réponse de quelque valeur à ces questions : il ne faudrait pas croire, en effet, que partout, dans des terres et pour des récoltes diverses, les phosphates d'origine différente conserveraient nécessairement le même rang ; la tendance à trop généraliser, si naturelle à l'esprit humain, pourrait aisément induire en erreur les praticiens qui voudraient, sans expérience préalable, conclure de nos essais à la supériorité absolue de tel phosphate sur tel autre.

Ce que prouve le champ d'expériences du Parc des Princes, c'est que tous les phosphates employés sont assimilables par les végétaux ; que tous, sans exception, ont élevé très notablement les rendements du sol naturel et, comme nous le montrerons dans un chapitre suivant, d'une façon économique et rémunératrice. Quant au classement des différents phosphates au point de vue de l'accroissement des rendements, je ne pourrai le tenter qu'au bout d'un certain nombre d'années et encore, je le répète, ce classement n'aura toute sa valeur que pour le sol où j'opère ou pour des sols très voisins de ce dernier par leurs propriétés chimiques et physiques et pour les mêmes sortes de récoltes.

Sous ce dernier rapport, les trois années consécutives de culture du champ du Parc des Princes, me permettent déjà d'établir une comparaison entre la culture des plantes sarclées, celle du blé et l'influence des différents phosphates sur les rendements.

Les scories riches (à 21 pour 100 d'acide phospho-

rique) ont donné en 1892 et 1893 le rendement le plus élevé en pommes de terre : la moyenne des récoltes des trois variétés de pommes de terre s'est élevée, avec cet engrais, à 24 931 kilogrammes à l'hectare, celle des parcelles témoins étant de 10 841 kilogrammes.

En prenant ce rendement maximum de 24 931 kilogrammes comme terme de comparaison et en l'égalant à 100, les rendements en pommes de terre des autres parcelles se classent comme suit :

Scories de l'Est et du Nord.....	100,00
Cambrésis.....	96,55
Somme 75/80.....	95,08
Floride.....	92,36
Scories anglaises.....	89,38
Ardennes.....	87,13
Boulonnais.....	86,63
Indre.....	82,70
Phosphate précipité.....	81,37
Portugal.....	80,71
Superphosphate.....	73,87
Somme 45/50.....	7,146
Témoins.....	43,48

Ce classement présente, avec celui que nous avons obtenu pour le blé, des analogies et des différences également intéressantes à noter.

Ici, ce sont les scories riches qui occupent le premier rang, alors qu'elles ne figurent plus qu'au cinquième dans les rendements en blé¹; le Cambrésis passe au second rang, la Somme riche au troisième et la Floride au quatrième. Mais, en définitive, ces quatre phosphates tiennent la tête des hauts rendements en pommes de terre comme en blé. La diffé-

1. Voir le tableau I. p. 136.

rence la plus notable est relative au superphosphate, qui occupe le cinquième pour le blé. L'apatite du Portugal a conservé la même place dans les deux classements.

Un fait particulièrement intéressant à noter, c'est la presque identité de l'augmentation centésimale dans les rendements, en pommes de terre et en blé, sous l'influence des phosphates. L'écart entre le rendement le plus élevé, dans l'un et l'autre cas, et celui des parcelles témoins est sensiblement le même : 54,15 pour 100 pour le blé, 56,5 pour 100 pour les pommes de terre en faveur des parcelles fumées; mais le rendement minimum en pommes de terre (parcelle II, Somme 45/50) ne diffère que de 28 pour 100 du rendement maximum, tandis que l'écart pour le blé s'élève, comme nous l'avons dit précédemment, à 35 pour 100.

Si maintenant, laissant de côté la nature des produits, nous faisons la somme des récoltes brutes obtenues, à l'hectare, en 1892, 1893, 1894 et 1895 et que nous divisons le total par quatre, nous aurons la production moyenne annuelle en substance végétale de chacune des parcelles, depuis l'origine de nos expériences. En rangeant ces moyennes par ordre décroissant à partir du Cambrésis qui a donné le rendement moyen le plus élevé et en égalant celui-ci à 100, on dresse le tableau suivant qui permet une comparaison plus approchée de la valeur fertilisante relative des divers phosphates :

	Récolte moyenne annuelle à l'hectare.	Récoltes exprimées en centièmes.
	—	—
	Q. m.	
Cambrésis.....	185 85	100,00
Somme 75/80.....	181 75	97,78
Scories Est.....	163 52	87,97
Floride.....	177 59	95,54
Ardennes.....	160 20	86,49
Boulonnais.....	156 80	84,36
Indre.....	155 95	83,90
Portugal.....	154 41	83,07
Phosphate précipité.....	140 44	75,66
Superphosphate.....	147 78	79,50
Somme 45/50.....	135 00	72,63
Témoins.....	82 35	44,30

L'influence de la fumure s'est donc traduite pour l'ensemble des trois récoltes successives par une plus-value dans les rendements allant de 29 à 58 pour 100, suivant la nature de l'engrais phosphaté, l'augmentation de rendement la plus faible étant encore très largement rémunératrice, comme je le montrerai dans les chapitres suivants, en étudiant la valeur de la récolte de chacune des parcelles.

Comparaison du nitrate de soude avec les sels ammoniacaux et le sang desséché. — Il nous reste, pour achever le relevé des résultats du champ d'expériences de 1893 à 1895, à faire connaître les rendements en blé et paille des parcelles VII et VIII dont la fumure diffère de celle de la parcelle XII (scories du Nord et de l'Est) en ce que l'azote leur a été donné sous forme de sulfate d'ammoniaque (parc. VII) et de sang desséché (parc. VIII) depuis la première année d'expérience. Les rendements en blé, rapportés à l'hectare, ont été les suivants :

	Grains.	Paille et balles.
	—	—
	Q. m.	Q. m.
Parcelle VII, sulfate d'ammoniaque..	30,70	64,30
Parcelle VIII, sang desséché.....	28,53	57,28

La parcelle XII, fumée au nitrate, a donné 34 q. m. 22 de grains et 76 q. m. 35 de paille. La différence, en faveur du nitrate, 3 q. m. 52 de grain dans un cas et 5 q. m. 69 dans l'autre, n'exprime pas, à beaucoup près, la plus-value due au nitrate : en voici la raison. Dans l'ignorance où j'étais, à l'automne 1893, des quantités de nitrate de soude que nécessiterait, au printemps, l'état du blé dans les douze parcelles à fumer au nitrate en couverture, nous avons fumé les parcelles XII et VIII, comme les années précédentes, à la dose de 45 kilogrammes d'azote ammoniacal et organique, correspondant à une fumure possible en couverture, de 300 kilogrammes de nitrate de soude. L'état de vigueur du blé, de mars à mai 1894, nous a engagé à réduire la dose de nitrate à 100 kilogrammes, soit 15 kilogrammes d'azote nitrique à l'hectare. Il suit de là que la supériorité du nitrate sur le sulfate d'ammoniaque et sur le sang desséché, dans notre sol, n'en est que plus marquée, puisque les parcelles VII et VIII ayant reçu trois fois plus d'azote sous ces deux formes que la parcelle XII, nitratée, ont fourni une récolte inférieure en grain et en paille à celle de cette dernière ¹.

Nous avons déjà constaté cette supériorité du nitrate dans les deux années précédentes, alors que

1. Prière au lecteur de se reporter aux photographies des récoltes des parcelles XII et VII, p. 161 et 163.

les trois parcelles avaient reçu même dose d'azote chaque année, soit 45 kilogrammes à l'hectare sous forme de nitrate, de sulfate d'ammoniaque et de sang desséché. Les rendements moyens des deux années en pommes de terre avaient été :

	Kilogr.
Parcelle XII, nitrate.....	24 931
Parcelle VII, sulfate d'ammoniaque...	20 929
Parcelle VIII, sang desséché.....	16 542

donnant des différences, en faveur du nitrate, de 16.5 sur le sulfate et de 33, 4 pour 100 sur l'azote organique. Il est donc incontestable que, *dans les conditions générales de nos cultures*, le nitrate à dose égale d'azote s'est montré très supérieur au sulfate d'ammoniaque et à l'azote organique, puisqu'une dose triple de ces deux engrais a donné une récolte sensiblement moindre que le nitrate.

Abordons maintenant l'examen de l'influence des engrais sur le prix de revient du blé dans les essais de culture dont mes lecteurs ont maintenant sous les yeux tous les éléments de discussion.

XII

LES PRIX DE REVIENT AU PARC DES PRINCES

Évaluation du coût de la fumure. — Répartition de la dépense en engrais, sur chacune des récoltes de l'assolement quinquennal adopté. — Le prix de revient d'un produit agricole est éminemment variable. — Influence de la fumure sur le prix de revient.

Après avoir mis sous les yeux de mes lecteurs tous les chiffres relatifs aux récoltes des trois premières années de culture du champ d'expériences (pommes de terre et blé), je me propose d'examiner la répartition de la dépense d'engrais sur chaque récolte et l'influence prépondérante de la fumure sur le prix de revient des denrées récoltées.

Je rappellerai encore qu'il n'existe pas pour un produit du sol, pas plus que pour un objet manufacturé, un prix de revient unique ou universel. On peut, au contraire, dire, avec justesse, qu'il y a autant de prix de revient que de conditions de production. Je me suis déjà élevé contre une assertion beaucoup trop absolue apportée, à plusieurs reprises, à la tribune française et maintes fois reproduite dans une certaine presse, à savoir que le prix de revient du quintal de blé, en France, est de 25 fr. Sans con-

tester nullement que, dans certaines exploitations, la production de 100 kilogr. de blé puisse coûter 25 fr., on peut affirmer non seulement que ce chiffre ne doit pas être considéré comme représentant le coût moyen d'un quintal de froment, mais encore qu'il n'est pas possible de fixer le prix de revient *moyen* du blé dans le pays tout entier.

En effet, fixer à un chiffre unique, pour la France, à 25 fr. au cas particulier, le prix de revient de 100 kilogr. de blé, c'est admettre que les conditions de production : nature et fertilité du sol, climat, loyer de la terre, prix de la main-d'œuvre et de la fumure, etc., sont partout identiques. Or rien n'est moins vrai, cela va de soi. Comment comparer la production d'une terre d'une valeur locative de 200 fr. et plus, à l'hectare, à celle d'un sol qui se loue 50, 40, 30 fr. et même moins? des rendements de 35 à 45 hectolitres à d'autres de 7 à 8, à l'hectare? des régions à bétail nombreux et à main-d'œuvre d'un prix élevé, aux contrées où le fumier existe à peine et dans lesquelles, par contre, la journée de travail ne se paie que les deux tiers ou la moitié du prix des salaires des régions industrielles, etc.?

Le prix de revient étant la résultante d'un grand nombre de facteurs essentiellement variables d'un lieu à l'autre, est nécessairement variable comme ces facteurs eux-mêmes. Je ne chercherai donc pas à établir le prix de revient de mes récoltes, mais je m'attacherai à montrer, avec toute la précision possible, l'influence qu'exerce, sur le prix de revient, le facteur le plus important et le moins malaisé à déterminer, à savoir le coût et la nature de la fumure et en particulier ceux des engrais commerciaux.

Cette influence peut être mise en relief de la façon à la fois la plus manifeste et la plus exacte, par la comparaison des rendements des différentes parcelles du *même* sol diversement fumées, avec le rendement du sol naturel sans fumure; autrement dit, en établissant le coût des *excédents* de récolte obtenus par l'emploi des engrais.

La première chose à faire est d'évaluer la dépense en engrais à affecter à chacune des récoltes successives du champ d'expériences du Parc des Princes, étant donné l'assolement que j'ai adopté. Cet assolement embrasse cinq années se succédant comme suit :

1892	1 ^{re} année :	Plantes sarclées.	Pommes de terre.
1893	2 ^e —	id.	id.
1893-4	3 ^e —	Céréale.....	Blé.
1895	4 ^e —	Céréale.....	Avoine.
1896	5 ^e —	Légumineuse...	Pomme de terre.

En ce qui regarde la fumure, il faut établir une distinction entre la *fumure de tête*, qui ne sera pas renouvelée avant l'expiration de la cinquième année, et la *fumure complémentaire*, variable d'une année à l'autre, suivant la nature de la récolte.

Dans le calcul de la dépense en engrais à affecter à chaque récolte, on peut procéder de deux manières : 1^o diviser, par 5, le coût de la fumure de tête et ajouter au quotient obtenu la dépense annuelle en engrais complémentaire, variable d'une récolte à l'autre; 2^o ou faire la somme de la dépense de fumure de tête et des fumures complémentaires annuelles et diviser le total par le nombre d'années que doit durer l'assolement, par 5 dans notre cas particulier. La première

méthode me semble plus rationnelle; mais, tout en l'adoptant, j'indiquerai également le résultat auquel conduit le deuxième mode de calcul; mes lecteurs pourront ainsi choisir, pour faire des comparaisons avec les résultats obtenus dans leurs exploitations, celui des deux procédés d'évaluation qui leur paraîtra préférable.

Coût de la fumure de tête. — Au printemps de 1892, on a répandu, après défonçage du terrain, sur les quatorze parcelles destinées aux essais de fumure, des quantités d'engrais correspondant, à l'hectare, aux poids suivants de matières fertilisantes :

30 000 kilogr. de fumier de ferme;

300 kilogr. d'acide phosphorique;

200 kilogr. de potasse.

Le fumier médiocre a été livré aux prix de 6 fr. les 1 000 kilogr.; l'acide phosphorique a coûté 0 fr. 27 c. le kilogr. dans les phosphates suivants : scories de déphosphoration, phosphates riches de la Floride et de la Somme 75/80. Dans les autres phosphates, 0 fr. 23 c. le kilogramme, Cambrésis, Ardennes, Indre, Boulonnais, Portugal, Somme 45/50. — Il valait 0 fr. 45 c. le kilogramme dans le phosphate précipité et 0 fr. 50 dans le superphosphate. La potasse, dans la kaïnite, coûtait 0 fr. 40 c. le kilogramme. En partant de ces données, le coût de la fumure fondamentale, qui ne sera pas renouvelée avant 1897, s'établit de la manière suivante pour chacune des catégories de parcelles :

Parcelles aux phosphates pauvres.

	Par an.
	—
	Francs.
1° Fumier de ferme, 180 fr. pour cinq ans, soit..	36,00
2° 300 kilogr. acide phosphorique à 0 fr. 23 l'un, 69 fr., soit.....	13,80
3° 200 kilogr. potasse à 0 fr. 40 l'un, 80 fr., soit..	16,00
	<hr/>
Par année.....	65,80

Phosphates riches et scories.

1° Fumier de ferme, 180 fr. pour cinq ans, soit...	36,00
2° 300 kilogr. acide phosphorique à 0 fr. 27 l'un, 81 fr., soit.....	16,20
3° 200 kilogr. potasse à 0 fr. 40 l'un, 80 fr., soit...	16,00
	<hr/>
Par année.....	68,20

Phosphate précipité.

1° Fumier de ferme, 180 fr. pour cinq ans, soit..	36,00
2° 300 kilogr. acide phosphorique à 0 fr. 45 l'un, 135 fr., soit.....	27,00
3° 200 kilogr. potasse à 0 fr. 40 l'un, 80 fr., soit..	16,00
	<hr/>
Par année.....	79,00

Superphosphate.

1° Fumier de ferme, 180 fr., pour cinq ans, soit..	36,00
2° 300 kilogr. acide phosphorique à 0 fr. 50 l'un, 150 fr., soit.....	30,00
3° 200 kilogr. potasse à 0 fr. 40 l'un, 80 fr., soit..	16,00
	<hr/>
Par année.....	82,00

A cette dépense pour la fumure de tête, variant de 65 fr. 80 c. à 82 fr. l'hectare, suivant la nature des phosphates employés, il faut ajouter, pour chacune de ces trois années de récolte, le prix de la fumure azotée.

Le sol, on l'a vu plus haut, a reçu à l'hectare, en

1892 et en 1893, 45 kilogr. d'azote, à l'état de nitrate de soude, dans douze parcelles et, sous forme de sulfate d'ammoniaque et de sang desséché, dans les deux autres. 300 kilogr. de nitrate de soude à 24 fr. les 100 kilogr. (dans les douze parcelles), soit 72 fr. à l'hectare; 225 kilogr. de sulfate d'ammoniaque à 33 fr. les 100 kilogr. dans la parcelle VII, soit 74 fr. 25 c. à l'hectare, et parcelle VIII, 500 kilogr. sang desséché (à 9 p. 100 d'azote) coûtant 16 fr les 100 kilogr., soit 80 fr. à l'hectare.

Occupons-nous d'abord des douze parcelles fumées au nitrate de soude. En 1894, le blé a reçu, en couverture, 100 kilogr. de nitrate de soude à l'hectare, soit une dépense de 24 fr. à l'hectare. Il est très probable que la partie du nitrate enfoui dans le sol, au moment de la plantation de la pomme de terre, en 1892 et 1893, qui n'a pas été utilisée par les plantes sarclées, a été entraînée dans les couches profondes du sol et n'a pas profité à la récolte de blé qui a succédé aux pommes de terre; nous affecterons donc, à chacune des récoltes de pommes de terre, la totalité de la dépense en nitrate des années 1892 et 1893, ne laissant au débit du blé que 100 kilogr. de nitrate répandus en couverture, au printemps de 1894.

Si l'on récapitule la dépense en engrais pour pommes de terre et pour blé, en tenant compte de la remarque précédente, on arrive aux totaux suivants à l'hectare pour les quatre catégories de fumures énumérées plus haut :

	Pommes de terre.	Blé.
	—	—
	Francs.	Francs.
Phosphates pauvres....	137,80	89,80
Phosphates riches.....	140,20	92,20
Phosphate précipité....	151,00	103,00
Superphosphate.....	154,00	106,00

Arrivons aux parcelles VII et VIII, dans lesquelles le sulfate d'ammoniaque et le sang desséché ont remplacé le nitrate de soude.

La fumure de ces deux parcelles a coûté, à l'hectare :

	Francs.
(Sulfate) Pommes de terre.....	136,45
(Sang) Pommes de terre.....	142,20 ¹

Comme je l'ai dit au début de ce chapitre, au lieu d'établir les dépenses en engrais, en affectant à chaque récolte le coût de la fumure complémentaire afférente à cette récolte, la fumure de tête étant seule répartie également sur les cinq récoltes de l'assolement, on peut encore faire une évaluation totale de la dépense d'engrais prévue pour toute la durée de cet assolement et diviser le chiffre obtenu par 5, pour connaître la dépense moyenne annuelle.

Ce mode de calcul conduirait aux résultats suivants :

1° Phosphates pauvres (à l'hectare).

Fumure de tête.

	Francs.
Fumier.....	180
Acide phosphorique.....	69
Potasse.....	80
A reporter.....	<u>329</u>

1. Je laisse de côté la fumure pour blé, les doses d'azote sous forme de sulfate et de sang employés en 1893-1894 ayant été triples de celle donnée à l'état de nitrate, comme je l'ai dit dans le chapitre précédent, ce qui ne permet pas de comparaisons rigoureuses.

	Francs.
Report.....	329
<i>Fumures annuelles.</i>	
Nitrate (1 ^{re} et 2 ^e années).....	144
Nitrate 100 kilogr. (3 ^e année).....	24
Nitrate 100 kilogr. (4 ^e année).....	24
5 ^e année, rien.....	00
Total.....	<u>521</u>

Soit, par année : $\frac{521}{5} = 104,20$

2° Phosphates riches et scories.

<i>Fumure de tête.</i>	
Fumier.....	180
Acide phosphorique.....	81
Potasse... ..	80

<i>Fumures annuelles.</i>	
Nitrate (1 ^{re} et 2 ^e années).....	144
Nitrate (3 ^e année).....	24
Nitrate (4 ^e année).....	24
5 ^e année, rien.....	00
Total.....	<u>533</u>

Soit, par année : $\frac{533}{5} = 106,60$

3° Phosphate précipité.

<i>Fumure de tête.</i>	
Fumier.....	180
Acide phosphorique.....	135
Potasse.....	80

<i>Fumures annuelles.</i>	
Nitrate (1 ^{re} et 2 ^e années).....	144
Nitrate (3 ^e année).....	24
Nitrate (4 ^e année)?.....	24
5 ^e année, rien.....	00
Total.....	<u>587</u>

Soit, par année : $\frac{587}{5} = 117,40$

4° Superphosphate.

Fumure de tête.

	Francs.
Fumier.....	180
Aeide phosphorique.....	150
Potasse.....	80

Fumures annuelles.

Nitrate (1 ^{re} et 2 ^e années).....	144
Nitrate (3 ^e année).....	24
Nitrate (4 ^e année)?.....	24
5 ^e année, rien.....	00
Total.....	<u>602</u>

Soit, par année : $\frac{602}{5} = 120,40$

Quel que soit celui des deux modes de calculs auquel on s'arrête, on arrive, pour la dépense annuelle en engrais, à des chiffres relativement peu élevés, par rapport aux excédents de rendements obtenus comparativement aux parcelles témoins. Il est aisé d'établir que, même dans le cas le moins favorable, les expériences de culture du Parc des Princes ont abouti à des résultats rémunérateurs et tout à fait démonstratifs, en faveur de l'influence capitale de la fumure sur le prix de revient des pommes de terre et du blé récoltés de 1892 à 1894.

Envisageons le prix de revient des excédents de blé dus à l'influence de la fumure, en partant du premier mode de calcul sur la dépense en engrais, qui me semble le plus rationnel.

Le seul élément de ces fumures, variable comme prix, est l'acide phosphorique, dont le kilogramme coûte, suivant la nature des phosphates employés,

0 fr. 23 c., 0 fr. 27 c., 0 fr. 45 et 0 fr. 50 c. La dépense s'est élevée à l'hectare aux chiffres suivants pour les quatre catégories de phosphates :

	Francs.
Phosphates pauvres (6 parcelles).....	89,20
Phosphates riches et scories (4 parcelles).	92,20
Phosphate précipité (1 parcelle).....	103,00
Superphosphate (1 parcelle).....	106,00

Nous allons établir, comme nous l'avons fait pour les fumures de terre : 1° la valeur de la récolte (grain et paille) de chacune des parcelles; 2° la valeur des excédents de récolte par rapport aux parcelles témoins, non fumées; 3° l'influence de la fumure sur le prix de revient de chaque quintal de grain *excédent*, paille comprise.

J'adopterai pour ces diverses évaluations le prix de 18 fr. par 100 kilogr. de grain et celui de 3 fr. par 100 kilogr. de paille, chiffres minima de la valeur vénale actuelle de ces deux denrées. La valeur des excédents de récolte est représentée par l'écart entre la valeur de la récolte de chaque parcelle envisagée et celle de la moyenne des parcelles témoins (I et XVI), qui s'établit comme suit :

Récolte moyenne à l'hectare des parcelles I et XVI :

	Francs.
Grain : 19 q.m., 89 à 18 fr. =	358,02
Paille : 33 q.m., 60 à 3 fr. =	100,80
Total.....	<u>458,82</u>

En se reportant au tableau des rendements de 1894, mes lecteurs pourront aisément calculer la valeur de la récolte de chacune des parcelles et je me bornerai ici à quelques indications sur la valeur

moyenne des récoltes, par catégories de phosphates employés.

La valeur maximum de la récolte a été fournie par le Cambrésis : elle s'élève à 1 064 fr. 13 c. à l'hectare ; la valeur minimum correspond au phosphate précipité ; elle est de 669 fr. 21 c. L'écart, dans le produit en argent des deux fumures phosphatées, est donc de 37.1 pour 100, en faveur du Cambrésis. Les excédents, en argent, des deux récoltes sur le produit moyen des parcelles témoins varient de 615 fr. 31 c. (Cambrésis) à 220 fr. 39 c. (phosphate précipité).

En groupant les récoltes des parcelles fumées aux phosphates pauvres dont le coût en fumure est, à l'hectare, de 89 fr. 20 c., on arrive au résultat suivant :

	RENDEMENTS	
	En grains.	En paille ¹
	—	—
	Q. m.	Q. m.
Cambrésis.....	43,38	94,43
Indre.....	34,79	65,42
Ardennes.....	32,23	62,11
Somme 45/50.....	31,55	59,05
Portugal.....	31,41	64,82
Boulonnais.....	31,11	59,28
	—	—
Rendements moyens..	34,08	67,52

Ces rendements moyens ont une valeur de 613 fr. 44 c. pour le grain et 202 fr. 56 c. pour la paille, au total 816 fr., en excédent de 367 fr. 18 c. sur la valeur de la récolte des témoins.

Les quatre parcelles qui ont reçu des scories et des phosphates riches et dont la fumure a coûté 92 fr. 20 c. à l'hectare donnent à leur tour :

1. Voir les rendements grains et pailles des parcelles, p. 150.

	PRODUITS	
	En grains.	En paille ¹ .
	Q. m.	Q. m.
Floride.....	36,95	80,92
Somme 75/80.....	35,98	87,46
Scories Est.....	34,22	68,72
Scories anglaises.....	32,72	66,99
Rendement moyen..	34,77	76,02

Voir tableau I.

Cette récolte moyenne vaut 857 fr. 52 c., en excédent de 408 fr. 70 c. sur la moyenne des parcelles témoins.

Le phosphate précipité (coût de la fumure, 103 fr. à l'hectare) a produit une récolte de 27 q. m. 95 de grains et 55 q. m. 37 paille, valant 665 fr. 61 c., en excédent de 216 fr. 79 c. sur les témoins. Enfin, le superphosphate (coût de la fumure, 106 fr.) a donné 34 q. m. 46 de grains et 60 q. m. 79 de paille d'une valeur totale de 802 fr. 65 c., en excédent de 413 fr. 83 c. sur les témoins.

Comme je l'ai dit précédemment, il n'entre point dans mes vues de chercher à établir le prix de revient absolu du quintal métrique de blé récolté au Parc des Princes, dans les différentes conditions que j'ai énumérées, mais je crois pouvoir tirer des chiffres précédents une preuve nouvelle et très nette de la variabilité du prix de revient du froment.

N'est-il pas impossible, en effet, d'arriver à fixer un chiffre unique pour exprimer ce prix de revient, quand on constate que, dans le même sol, toutes choses étant égales d'ailleurs, sauf les frais de fumure

1. Balles déduites.

qui ont d'ailleurs varié dans une limite assez restreinte (de 89 fr. 20 c. à 106 fr., soit de 17 fr. à l'hectare), la valeur de la récolte varie, au contraire, de 1 064 fr. à 669 fr. à l'hectare, et celle des excédents sur les parcelles sans fumure, de 408 fr. 70 c. à 216 fr.

Mais ce que je ne veux ou plutôt ne puis pas faire, pour la récolte brute de chaque catégorie de parcelles, je vais le tenter pour les excédents de récolte et mettre, par là, en relief d'une façon décisive l'influence de la fumure sur le prix de revient de chaque quintal de blé obtenu, *en plus*, suivant les différents engrais.

Relevons d'abord le chiffre des excédents en grains et en paille récoltés dans chaque parcelle par rapport aux parcelles témoins. Les tableaux suivants les indiquent pour les quatre catégories de fumure phosphatée :

I. *Phosphates pauvres* (fumure à l'hectare, 89 fr. 80 c.).

	EXCÉDENTS	
	En grains.	En paille.
	Quint. métr.	Quint. métr.
VI. Cambrésis.....	23,49	60,83
V. Indre.....	14,90	31,82
III. Ardennes.....	12,34	28,51
II. Somme 45/30.....	11,66	25,36
IX. Portugal.....	11,52	31,22
IV. Boulonnais.....	11,22	25,68
Excédents moyens sur les témoins.	14,19	37,40

Ces 14 q. 19 ont été obtenus avec une dépense d'engrais de 89 fr. 80 c., toutes les autres dépenses ayant été les mêmes que celles des parcelles témoins; par conséquent, le quotient de 89 fr. 80 c. par 14,19

ÉTUDES AGRONOMIQUES.

le le coût d'un quintal de blé d'excédent avec sa paille. Soit : 6 fr. 33 c.

Scories et phosphates riches (fumure, 92 fr. 20 c.).

	EXCÉDENTS	
	En grains.	En paille.
	Q. m.	Q. m.
Floride	17,06	47,32
Somme 75/80	16,09	53,87
Scories Est.	14,33	35,42
Scories anglaises	12,83	33,39
	45,08	42,50
Excédents moyens sur les témoins.	15,08	42,50

En divisant 92 fr. 20 c., prix de la fumure qui a produit les excédents, par 15 fr. 08 c., on trouve 6 fr. 08 c. pour coût du quintal d'excédent avec sa paille.

Phosphate précipité (fumure, 103 fr.).

Le prix de fumure ayant donné seulement 8 q. m. 06 de grains et 21 q. m. 77 de paille en excédent sur les témoins, le coût du quintal avec sa paille revient à 12 fr. 77 c.

Superphosphate (fumure, 106 fr.).

Le produit récolté, en excédent sur les parcelles témoins, est de 14 q. m. 57 de grains et 27 q. m. 47 de paille pour une fumure de 106 fr. Le prix de revient du quintal de blé avec sa paille est donc égal à 106 divisé par 14,57, soit 7 fr. 27 c.

En résumé, le coût d'un quintal de blé, avec sa paille, obtenu par le seul fait d'un apport d'engrais azotés de 89 fr. 20 c. à 106 fr. à l'hectare, varie, pour les parcelles du Parc des Princes, de 6 fr. 33 c. à 7 fr. 27 c., ce qui montre, entre autres faits intéressants, l'importance d'un choix convenable de

fumure pour un sol donné : de ce choix, résulte, en effet, un écart de plus de 100 pour 100 dans le prix de revient de la récolte due à la fumure.

Des rapprochements établis plus haut entre la valeur totale de la récolte de chacune des parcelles et le coût de la fumure, il résulte que même dans le cas le moins favorable — celui de la parcelle XIV au phosphate précipité, — l'excédent de la récolte a très largement rémunéré la dépense occasionnée par la fumure. En effet : pour le groupe I (phosphate pauvre), à une dépense de 89 fr. 20 c. en engrais, correspond une plus-value de récolte sur les témoins de 367 fr. 18 c., soit une rémunération de 411,6 pour 100. — Le groupe II (scories et phosphates riches) a donné une récolte excédente valant 408 fr. 70 c. pour une dépense de 92 fr. 20 c., soit un intérêt de 443 pour 100. — Le superphosphate, avec une dépense de 106 fr., a produit un excédent de 413 fr. 80 c., soit un bénéfice de 390 pour 100, et le phosphate précipité, avec une avance en engrais de 103 fr., a donné un excédent de récolte valant 216 fr. 79 c., soit encore une rémunération de 210 pour 100.

XIII

CULTURE DE L'AVOINE EN SOL PAUVRE

La récolte de 1895. — Culture de l'avoine en sol pauvre. — Assimilabilité des phosphates minéraux. — Rendements en grains et pailles de l'avoine de Pologne.

En 1895, l'avoine a succédé au blé, au Parc des Princes. Les résultats de cette culture ne sont pas moins intéressants que ceux des précédentes récoltes. Je vais les résumer dans leurs traits essentiels.

Après la récolte du blé qui a eu lieu le 19 juillet 1894, les éteules de cette céréale sont restées en terre. Étant donnée la légèreté du sol, qui ne rendait pas nécessaire un labour d'hiver, le déchaumage n'a été effectué qu'en mars 1895, quelques jours avant la semaille de l'avoine. La variété choisie était l'avoine blanche de Pologne, variété hâtive qui m'avait paru devoir réussir sous le climat humide et un peu froid du bois de Boulogne. La semence pesait 61 kil. 850 à l'hectolitre, poids très élevé, rarement atteint par cette céréale. La semaille a été faite en ligne avec l'excellent semoir à six rangs que la maison Smyth et fils avait, comme l'année précédente, mis obligeamment à ma disposition. La quantité de semence

employée a été de 117 kilos, soit 189 litres à l'hectare. Conformément aux plans des essais adoptés depuis 1892, le seul engrais à ajouter au sol pour la récolte d'avoine était l'azote. D'ordinaire, c'est en couverture, c'est-à-dire à la volée, un peu avant l'époque de l'épiage, qu'on a coutume de répandre le nitrate de soude sur les céréales. Ayant eu connaissance des bons résultats de l'emploi du nitrate au moment de la semaille des céréales d'été, j'ai voulu en faire l'expérience. Le champ a donc reçu, quelques jours avant la semaille en ligne, une dose de nitrate de soude correspondant à 100 kilos de ce sel à l'hectare, soit 15 kilos d'azote. Je me réservais de compléter cette fumure au moment convenable, par l'épandage à la volée d'une nouvelle quantité de nitrate, si l'aspect de la végétation rendait cette addition d'azote nécessaire. Il n'en a rien été : l'avoine était si vigoureuse et de couleur verte si intense, vers le milieu de mai, que j'ai jugé inutile un nouveau nitrage. On peut inférer de là que le nitrate de soude introduit dans le sol, au labour qui a précédé la semaille, a suffi à l'alimentation azotée de l'avoine. Déjà, l'année dernière, la même dose de nitrate (100 kilos à l'hectare) avait fourni au blé une quantité suffisante d'azote pour une production de grain qui a atteint jusqu'à 38 et 43 quintaux métriques, dans certaines parcelles.

L'avoine a parcouru toutes les phases de la végétation dans l'espace de 117 jours. Semée le 23 mars, elle était complètement arrivée à maturité le 18 juillet 1895. La hauteur des tiges variait de 0 m. 80, dans les parcelles témoins, à 1 m. 50 et 1 m. 60 dans les autres.

Le battage a été fait dans le champ même avec la batteuse Lanz, excellent outil que m'avait prêté M. Faul. Cette batteuse, que deux hommes suffisent à actionner, donne de très bons résultats. Comme j'avais déjà eu l'occasion de le constater l'an dernier, à propos de la récolte du blé, cette batteuse ne casse pas le grain; elle rend de grands services à la petite culture, son prix étant peu élevé et son travail assez rapide.

Pour l'évaluation de la récolte, on a procédé de la manière suivante : l'avoine coupée à la faux à 6 centimètres environ au-dessus du sol a été mise en gerbes immédiatement. Les gerbes de chaque parcelle réunies sous la tente qui abritait la machine à battre ont été pesées, puis battues. Le grain passé au tarare a été pesé, et le poids de la paille déterminé par différence entre celui des gerbes et celui des grains. Les chiffres que l'on trouvera plus loin, sous la rubrique paille, représentent donc à la fois le poids de la paille et celui des balles. Le poids *naturel*, c'est-à-dire le poids apparent de l'hectolitre d'avoine, a été obtenu par la pesée d'un décalitre de grains tassé et arasé, comme on a l'habitude de le faire dans la pratique. La densité réelle de l'avoine sera ultérieurement déterminée au laboratoire, lorsqu'on procédera à l'analyse des produits des différentes parcelles.

Ceux de mes lecteurs qui ont suivi les expériences du Parc des Princes savent que l'un des objectifs principaux que j'ai en vue est l'étude de la valeur agricole comparative des divers phosphates. Dans les douze parcelles qui ont été fumées au nitrate de soude, il n'existe en 1895, comme précédemment,

d'autre différence, dans la quantité et la nature de la fumure, que la forme sous laquelle l'acide phosphorique leur a été donné. Je n'y reviendrai pas. Le sol étant de composition suffisamment homogène dans toute l'étendue du champ, les différences constatées dans les rendements ne sont donc attribuables qu'à l'assimilation plus ou moins complète, suivant les conditions climatériques et la nature des récoltes, des divers phosphates. Les déductions à tirer des résultats observés chaque année acquièrent, par la continuité des expériences, une valeur croissante, la succession des récoltes, dans des conditions de fumure identique pour chaque parcelle, rendant de moins en moins sensibles les variations accidentelles. Dans un champ d'expériences où l'on ne fait varier qu'une seule condition à la fois, comme c'est le cas au Parc des Princes, et dont le plan comporte une série d'années d'essais dans la même direction, on peut espérer arriver à des conclusions applicables à la pratique culturale qu'une seule année d'expériences, si bien conduites soient-elles, ne saurait donner.

Dans les tableaux suivants, j'inscris à côté du numéro de la parcelle le nom de l'engrais phosphaté qu'elle a reçu. Je commence par rapporter les chiffres relatifs aux douze parcelles nitratées; je donnerai plus loin ceux qui permettent la comparaison des récoltes obtenues avec les trois engrais azotés.

Le tableau I indique, pour chaque parcelle, classés d'après les poids décroissants d'avoine récoltée : 1° les rendements en grain; 2° en paille, et 3° le poids total de la récolte; tous les chiffres sont rapportés à l'hectare :

Tableau I.

Numéros des parcelles.	Nature des phosphates	Poids du grain.	Poids de la paille et des balles.	Récolte totale.
—	—	—	—	—
		Q. m.	Q. m.	Q. m.
X.	Somme 75/80.....	30,	72,	102,
XI.	Floride.....	29,70	67,60	97,30
IX.	Portugal.....	26,44	65,86	92,
XII.	Scories de l'Est.....	25,45	63,20	88,65
III.	Ardennes.....	24,82	60,24	85,06
VI.	Cambrésis.....	24,73	77,87	102,60
IV.	Boulonnais.....	24,59	57,61	82,20
XIII.	Scories anglaises...	23,30	54,70	78,
XV.	Superphosphate.....	22,60	52,80	75,40
II.	Somme 45/50.....	22,25	63,51	65,76
V.	Indre.....	20,62	60,31	80,93
XIV.	Phosphate précipité.	20,25	38,50	58,75
XVI et I. 1	} Sans engrais.....	12 89	42 88	45 72

Le poids naturel de la semence était extraordinairement élevé, comme je l'ai dit précédemment (poids, 62 kilos à l'hectare). Il n'a été atteint par l'avoine d'aucune des parcelles. Comme on le verra en jetant un coup d'œil sur le tableau II, il a été supérieur, une seule fois, à 55 kilos, et il est tombé à 48 kilos dans la parcelle V. L'analyse de l'avoine de semence et du grain récolté dans les diverses parcelles pourra-t-elle nous donner l'explication de ces divergences? C'est ce que nous chercherons à élucider.

Le tableau II fait connaître le poids naturel de l'avoine des différentes parcelles, le nombre correspondant d'hectolitres récoltés à l'hectare et la multiplication de la semence, c'est-à-dire le nombre de grains produits pour un grain semé :

1. Moyennes des deux parcelles témoins.

Tableau II.

Numéros des parcelles.	Nature des phosphates.	Poids de l'hectolitre.	Nombre d'hectolitres à l'hectare.	Multiplication de la semence.
—	—	Kil.	Hect.	Fois.
X.	Somme 75/80.....	52,8	49,13	25,7
XI.	Floride.	53,4	55,61	25,4
IX.	Portugal.....	53,2	49,13	22,3
XII.	Scories de l'Est.....	55,7	45,60	21,8
III.	Ardennes.....	50,5	49,54	21,2
VI.	Cambrésis.....	52,5	46	21,1
IV.	Boulonnais.....	50,8	48,40	21
XIII.	Scories anglaises.....	54,7	42,60	19,7
XV.	Superphosphate.....	52,2	43,30	19,2
II.	Somme 45/50.....	50,1	44,4	19
V.	Indre.....	47,2	43,65	17,6
XIV.	Phosphate précipité	50,7	35,55	17,2
XVI et I. 1	} Sans engrais.....	46,7	28,05	11

De la discussion des chiffres contenus dans les deux tableaux ci-dessus et de leur comparaison avec les résultats des années précédentes, nous aurons à tirer d'intéressantes déductions. Je me borne pour l'instant à constater que, d'une manière générale et en ce qu'elles ont de fondamental, les conclusions que j'ai tirées les années précédentes des rendements obtenus au Parc des Princes, trouvent dans la récolte de 1895 une complète confirmation. Le tableau I montre de nouveau, à l'évidence, deux faits importants pour les cultivateurs des sols siliceux pauvres, très abondants en France, savoir : 1° la possibilité d'obtenir dans ces terrains, pourvu que leurs qualités physiques s'y prêtent, des rendements en céréales comparables à ceux des sols de longue date

1. Moyennes des deux parcelles témoins.

en culture et justement réputés fertiles; 2° l'assimilabilité du phosphate de chaux naturel d'origines les plus diverses. Comme le blé, l'avoine utilise les sables phosphatés de la Somme, la phosphorite du Portugal, les phosphates du gault, du grès vert, de l'étage crétacé, etc. Il en est de même des scories de déphosphoration. Les hauts rendements en avoine du champ d'expériences, 20 à 30 quintaux de grains à l'hectare, sont d'autant plus intéressants à constater, qu'en général l'année 1895 n'a pas été très favorable au développement de cette céréale. La récolte de 1895 va nous fournir matière à de nombreuses observations que je me réserve d'exposer avec le développement qu'elles comportent.

Je ferai précéder cette discussion de quelques indications générales sur la récolte des céréales en France, dans l'année dernière.

XIV

LA RÉCOLTE DES CÉRÉALES EN FRANCE ET LA CULTURE DE L'AVOINE AU PARC DES PRINCES

La récolte des céréales en 1895. — Évaluation approximative de sa valeur en argent. — Progrès notable dans les rendements du blé et des autres céréales, dans la dernière période décennale. — Fumure des blés et des seigles semés tardivement. — Culture de l'avoine au Parc des Princes.

La culture des céréales occupe en France le premier rang, tant sous le rapport des surfaces qu'elle couvre annuellement, que par sa valeur en argent. Sur les 48 millions d'hectares qui représentent la superficie agricole de la France, un peu plus de moitié, 24 millions et demi d'hectares sont sous culture, c'est-à-dire soumis aux diverses opérations de labour, défoncement, semis ou plantation, fumure, etc., qui constituent l'exploitation agricole proprement dite. Le reste du territoire est occupé par les forêts, pâturages et prairies naturelles, landes et jachères.

Des 24 millions et demi d'hectares sous culture, les trois cinquièmes environ, soit près de 15 millions d'hectares sont consacrés aux céréales : blé, seigle, avoine, orge, sarrasin, maïs et millet; les quatre premières couvrent, à elles seules, plus des 90 cen-

tièmes de cette surface. D'après l'évaluation de la récolte, publiée par le Ministère de l'agriculture, voici la répartition, d'ailleurs peu variable d'une année à l'autre, des quatre principales céréales sur notre territoire, en 1895, et le chiffre approximatif de la production de cette campagne :

Nature des céréales.	Surfaces	Récolte
	ensemencées.	de grains.
	En hectares.	En q. m.
Blé.....	6 944 059	92 091 739
Méteil.....	264 755	3 377 397
Seigle.....	4 539 606	48 093 528
Orge.....	917 985	11 496 880
Avoine.....	3 920 561	44 807 320
Totaux.....	<u>13 586 966</u>	<u>169 866 864</u>

Si l'on applique à cette récolte les cours actuels (septembre 1895), on constate que ces 170 millions de quintaux de grains représentent une valeur approchant de deux milliards 600 millions, se décomposant ainsi :

	Francs.
Blé, à 17 fr. 60 le quintal.....	1 619 000 000
Seigle, à 10 fr. 75 le quintal.....	493 000 000
Orge, à 13 fr. 20 le quintal.....	12 400 000
Avoine, à 16 francs le quintal.....	716 800 000
Méteil, à 14 francs le quintal.....	47 300 000
Total.....	<u>2 588 200 000</u>

soit un peu plus de deux milliards et demi. Le poids de la paille correspondant au grain peut être évalué à 330 millions de quintaux, d'une valeur moyenne minima de 30 francs la tonne, soit environ 990 millions de francs. La récolte de nos quatre principales céréales atteint donc (grain et paille) la valeur énorme de plus de *trois milliards et demi de francs*.

On comprend, en présence d'un pareil chiffre, l'intérêt considérable qui s'attache à des cultures que rien ne peut et ne doit faire délaissier, sur des surfaces tant soit peu étendues et qui, malgré le progrès continu des vingt dernières années, appellent de sensibles améliorations, notamment en ce qui regarde l'accroissement des rendements.

La récolte de 1895 est la meilleure que l'on ait faite depuis longtemps; elle dépasse d'environ un dixième la production d'une bonne année moyenne: elle est surtout remarquable par l'augmentation moyenne du rendement en grain, à l'hectare, comme nous le verrons dans un instant.

Commençons par examiner les rendements moyens de cette année: 1° pour la France entière; 2° pour l'un des départements où la production est la plus élevée, le département du Nord; 3° pour celui qui obtient les plus mauvais rendements, la Corse. Je résume, dans le tableau ci-dessous, les éléments de cet examen comparatif:

Nature des céréales.	RENDEMENT MOYEN EN Q. M. DE GRAIN		
	France entière.	Département du Nord.	Département de la Corse.
	Q. m.	Q. m.	Q. m.
Blé.....	13,26	20,2	6,24
Seigle.	11,75	17,0	7,92
Orge.	12,52	25,2	5,58
Avoine.	11,43	24,6	4,80

Pour acquérir toute leur valeur démonstrative, ces chiffres nécessitent quelques commentaires et leur rapprochement avec les résultats des récoltes embrassant une période un peu longue. Par cette discussion, nous mettrons en relief, d'une part, la marche ascen-

danté de l'accroissement de la fertilité du sol français depuis un demi-siècle; de l'autre, la possibilité et la nécessité d'augmenter sensiblement encore les rendements de terres en céréales, pour arriver à suffire à l'alimentation de notre population ¹. Dans la période comprise entre 1820 et 1895, le rendement du blé a suivi une progression ascendante très accentuée, comme le montre le relevé ci-dessous :

Périodes	Rendements à l'hectare.	Augmentation sur 1820-29.	Augmentation pour 100.
	Hectol.		
1820-29.....	11,80		
1830-39.....	12,36	0,56	4,82
1840-49.....	13,66	1,83	15,75
1850-59.....	13,95	2,15	18,30
1860-69.....	14,36	2,56	21,70
1870-79.....	14,46	2,66	22,60
1880-90.....	16,11	4,31	36,40
1895.....	17,22	5,42	45,90

Le progrès cultural des quinze dernières années (1880-1895) éclate de la manière la plus évidente dans la comparaison des accroissements de rendements obtenus de 1820 à 1880 et de 1880 à 1895. Dans la première de ces périodes, en soixante ans, le rendement à l'hectare a augmenté de 2 hectol. 66, soit de 22.60 pour 100; dans la dernière période, dont la durée est du quart seulement de celle de la première, l'accroissement de rendement a été porté à 5 h. 42 sur celui de 1820 et à 2 hectol. 76 sur la production

1. Un rendement moyen de 20 hectolitres de blé (à l'hectare), correspondant à une récolte de 140 millions d'hectolitres, assurerait très largement la consommation française et nous rendrait exportateurs de froment.

de 1880. Autrement dit, l'augmentation du nombre d'hectolitres récoltés à l'hectare a été plus grande dans les quinze dernières années que dans les soixante ans qui les ont précédées.

Si l'on envisage seule la dernière période décennale (1886 à 1895), l'année 1886, qui ouvre cette période, ayant été une bonne année moyenne, on constate, pour les quatre grandes céréales, les récoltes et les augmentations ci-dessous :

	RENDEMENTS MOYENS			Augmentation pour 100 sur 1886.
	en quintaux métriques à l'hectare			
	1895	1886	Différence.	
	—	—	—	—
	Q. m.	Q. m.	Q. m.	
Blé.....	13,26	11,84	1,42	11,09
Seigle.....	11,75	9,93	1,82	18,32
Orge.....	12,52	12,13	0,39	3,21
Avoine....	11,43	11,30	0,13	1,15

Ces rapprochements sont très intéressants; ils montrent que la culture de l'orge et celle de l'avoine surtout n'ont pas fait les mêmes progrès, sous le rapport des accroissements de rendement, que celle du blé et du seigle. Il y a là une constatation qui doit appeler l'attention des cultivateurs. L'étendue consacrée à l'avoine est de 4 millions d'hectares environ; celle que couvre l'orge n'atteint pas tout à fait un million d'hectares.

Par son importance, la culture de l'avoine mérite un intérêt tout particulier; la production de l'orge qui pourrait être d'un grand profit, à la condition de porter sur des variétés recherchées par la brasserie, devrait prendre beaucoup plus d'extension, la consommation indigène et l'exportation lui offrant des

débouchés certains. Le lent accroissement dans le rendement de ces deux céréales doit dépendre, avant tout, d'une insuffisance de fumure des sols qu'on enseme en orge et en avoine. Avant d'insister sur ce point, il me faut m'arrêter encore à la question du blé, dont la culture prime à tous égards celle des autres céréales; en effet, sept millions d'hectares lui sont consacrés et elle occupe seule la moitié de la surface couverte par toutes les céréales et plus du quart des terres sous culture. La récolte du blé avec sa paille représente cette année une valeur qui dépasse 2 milliards de francs. Que de motifs pour lui assurer un rang de plus en plus important dans les préoccupations des cultivateurs!

Nous avons vu plus haut que, prise dans son ensemble, la production moyenne du froment s'est élevée, cette année, à 13 quintaux métriques en nombre rond, à l'hectare; qu'elle a atteint 20 quintaux métriques dans le département du Nord et qu'elle est tombée à 6 quintaux métriques en Corse. Pris isolément, ces chiffres donneraient une idée très incomplète de ce qu'est et de ce que peut être la production du blé dans notre pays. Dans le département du Nord, les rendements de 25 à 30 quintaux métriques ne sont pas rares, s'élevant ainsi à plus du double du rendement moyen de la France. D'autre part, la faible production de la Corse, comparable à celle des terrains d'Algérie cultivés par les Arabes, pourrait être très notablement augmentée par l'introduction de semences sélectionnées et surtout par l'emploi des engrais minéraux: l'exemple des colons algériens qui arrivent à obtenir, par les fumures phosphatées et azotées, 15 et 18 quintaux et plus,

dans les terres contiguës à celles où l'Arabe en récolte cinq à peine, est là pour montrer le progrès considérable auquel peuvent aspirer les cultivateurs de ce beau département. La condition première de ce progrès, il faut la chercher dans l'emploi des matières fertilisantes et particulièrement de l'acide phosphorique, qui fait défaut dans presque toutes les terres. C'est incontestablement à la consommation, chaque année croissante, des engrais commerciaux, si disproportionnée qu'elle soit encore avec les besoins du sol, qu'est dû le remarquable mouvement ascensionnel des rendements dans les quinze dernières années. Le bas prix des céréales, qui rend si difficile la situation des cultivateurs, les a conduits sciemment ou instinctivement à chercher dans l'augmentation des rendements une diminution du prix de revient de la récolte, et l'on ne saurait douter que la part prépondérante qui revient à l'augmentation (12 pour 100 de 1886 à 1895) dans le rendement d'un hectare de blé, ne soit due à l'enrichissement du sol par les fumures complémentaires.

Pourquoi l'orge et l'avoine n'ont-elles pas suivi la progression du blé? Cela paraît tenir aux causes suivantes. Dans le plus grand nombre des exploitations, c'est la plante sarclée, précédant le blé ou le seigle, qu'on a coutume de fumer largement; le blé, qui la suit, bénéficie des éléments fertilisants que la plante sarclée n'a pas enlevés au sol et les céréales de printemps, avoine ou orge, doivent se contenter de ce que leur laisse le blé. Quand la fumure de tête ou la fumure pour blé, qui se pratique dans les exploitations avancées, a été largement appliquée, l'orge ou l'avoine donnent de belles

récoltes ; c'est ainsi que le rendement moyen en blé dans le département du Nord dépasserait 20 quintaux, la sole d'orge et d'avoine fournissant 25 quintaux de grain.

Dans le champ d'expériences du Parc des Princes, si pauvre en éléments nutritifs, j'ai récolté en moyenne, sur les 25 ares consacrés cette année à des essais divers de fumure de l'avoine, 24 q. m. 50 de grains à l'hectare, c'est-à-dire une quantité voisine de celle qu'ont fournie les terres du département du Nord. Une dépense d'environ 100 francs à l'hectare a produit cette récolte et je montrerai tout à l'heure combien est sensible, sur le prix de revient de l'avoine, cette avance au sol relativement faible. L'obtention de rendements élevés dépend avant tout des ressources alimentaires que la plante rencontre dans le sol et, si les accroissements de rendements ont été plus rapides et plus élevés pour le blé et pour le seigle que pour l'orge et l'avoine, cela tient à ce que ces dernières n'ont trop souvent à leur disposition que les restes insuffisants des aliments du blé et du seigle.

La constatation des progrès notables accomplis dans la production du froment, depuis quinze ans, est des plus encourageantes pour l'avenir. Il semble bien difficile d'attendre dans les prix de vente un relèvement considérable, ce qui est une raison majeure de s'efforcer, par tous les moyens possibles, choix de semence, semailles en lignes, fumure abondante, de diminuer le prix de revient de chaque récolte, grâce à l'accroissement économique des rendements. Qui ne sera frappé, en effet, de l'écart prodigieux que peut présenter le prix de revient d'un

quintal de blé, suivant que la récolte sera de 30 quintaux, de 20, de 13 ou de 6 à l'hectare? Plus j'étudie la question, plus j'examine les conditions générales de l'agriculture du vieux et du nouveau continent, plus je demeure convaincu de la nécessité de faire pénétrer dans l'esprit de nos cultivateurs la notion de l'influence prépondérante de l'augmentation des rendements, sur les profits qu'ils ont le droit d'attendre de leurs peines. Les circonstances sont favorables pour hâter l'avènement de ce progrès d'où dépend le relèvement de l'agriculture, les matières fertilisantes étant aujourd'hui à un bon marché que n'ont pas connu nos pères.

L'acide phosphorique, pivot de tout rendement élevé, est offert, sous ses diverses formes, à des prix dont peut se plaindre le commerce, mais dont l'agriculture doit bénéficier, sous peine de méconnaître son intérêt le plus direct. Que les professeurs d'agriculture, les directeurs des établissements d'enseignement agricole à tous les degrés, les publicistes autorisés s'associent pour en propager l'emploi et convaincre nos paysans qu'une fumure judicieuse est un placement à gros intérêts. Que le Parlement, en votant le budget, aide le ministre de l'agriculture, par de larges subsides, à développer l'enseignement agricole, à multiplier les champs de démonstration, à encourager les associations agricoles dans la propagande des bonnes méthodes culturales. Que les propriétaires et les capitalistes reportent, sur l'entretien et l'amélioration du sol, l'épargne qu'engloutissent trop souvent des spéculations hasardées, et la France atteindra l'objectif qu'elle ne saurait perdre un instant de vue, objectif facilement réalisable, j'en

ai la conviction : suffire à la consommation de ses habitants en pain et en viande.

La sécheresse inouïe qui a caractérisé les mois d'août et de septembre 1895 a causé un retard considérable dans la préparation des terres et dans leur emblavure. Plusieurs de nos lecteurs m'ont demandé s'il n'y a pas quelques moyens d'atténuer les effets de ce retard dans les semailles. Je ne puis mieux leur répondre qu'en leur indiquant le procédé auquel j'ai recours moi-même dans mes propriétés de Lorraine, et qui a toujours donné de bons résultats. Avant le labour qui précède la semaille, et, dans tous les cas, quelques jours avant cette dernière, je fais répandre à la volée, sur le sol, deux quintaux de superphosphate à l'hectare ¹. Cette petite quantité suffit pour activer avant l'hiver la végétation du blé ou du seigle et faire regagner aux jeunes plantes le temps perdu. Si le sol n'est pas suffisamment pourvu en azote, on ajoute au superphosphate 100 kilogrammes de sulfate d'ammoniaque ou 300 kilogrammes de poudrette riche. Un hersage, si la semaille des engrais a lieu après le labour, suffit pour enterrer suffisamment ces derniers. On arrive, à l'aide de cette faible fumure, à donner au semis assez de force pour que les plantes résistent à l'hiver : l'action de l'acide phosphorique et, si cela est nécessaire, de l'azote, donne ordinairement au blé et au seigle le développement qu'ils auraient acquis, sans cette aide, s'ils avaient été semés six semaines ou un mois plus tôt.

1. Sans préjudice, bien entendu, de la fumure fondamentale qu'a reçue le sol.

Cultures de l'avoine en 1895.

Cela dit, arrivons aux résultats de notre culture d'avoine au Parc des Princes en 1895.

La valeur d'une récolte de céréales dépend principalement de la quantité du grain produit, mais elle ne peut s'établir rationnellement qu'en tenant compte de la paille, dont il y a lieu d'ajouter le prix à celui du grain, soit que le cultivateur l'utilise pour l'alimentation de son bétail, soit qu'il la vende.

La proportion de la paille au grain varie, on le sait, très notablement d'une céréale à une autre et même d'une variété de céréale à une autre variété; elle varie également avec les conditions météorologiques et de même avec la nature du sol et des engrais que celui-ci a reçus. Les écarts entre la proportion du grain et de la paille récoltés dans le même terrain, la même année, sont mis en évidence par les résultats des essais culturaux du champ d'expériences du Parc des Princes, sans qu'il me soit possible, quant à présent du moins, d'en donner une explication satisfaisante. Je les enregistre à titre de renseignements et pour en déduire, comme on le verra plus loin, la part qui revient à la fumure dans le coût du grain obtenu *en excédent* sur les parcelles non fumées.

Pour permettre à nos lecteurs de suivre plus aisément cette discussion, je vais reproduire les tableaux donnés dans le chapitre précédent. Le tableau I indique, pour chaque parcelle, classés d'après les poids décroissants de grain récolté : 1° les rendements en grain; 2° en paille; 3° le poids de la récolte totale.

Tableau I.

Numéros des parcelles.	Nature des phosphates.	Poids	Poids	Récolte totale.
		du grain.	de la paille et des balles.	
		Q. m.	Q. m.	Q. m.
X.	Somme 75/80.....	30	72	102
XI.	Floride.....	29,70	67,60	97,30
IX.	Portugal.....	26,14	65,86	92
XII.	Scories de l'Est.....	25,45	63,20	88,65
III.	Ardennes.....	24,82	60,24	85,06
VI.	Cambrésis.....	24,73	77,87	102,60
IV.	Boulonnais.....	24,59	57,61	82,20
XIII.	Scories anglaises.....	23,30	54,70	78
XV.	Superphosphate.....	22,60	52,80	75,40
II.	Somme 45/50.....	22,25	63,51	65,76
V.	Indre.....	20,62	60,31	80,93
XIV.	Phosphate précipité.	20,25	38,50	58,75
I et XVI ¹ .	Sans engrais.....	12,89	42,88	55,72

En partant des rendements inscrits dans ce tableau, il est aisé de calculer pour la récolte de chacune des parcelles : 1° la quantité de paille correspondant à 100 kilos de grain, et 2°, réciproquement, le poids du grain correspondant à 100 kilos de paille. Le tableau II résume les résultats de ces calculs :

Tableau II.

Numéros des parcelles.	Nature des phosphates.	Poids de paille	Poids de grain
		correspondant à 100 kil. grain.	correspondant à 100 kil. paille.
		Kil.	Kil.
X.	Somme 75/80.....	240,0	41,66
XI.	Floride.....	227,6	43,92
IX.	Portugal.....	252,0	36,69
XII.	Scories de l'Est.....	248,4	40,26
III.	Ardennes.....	242,8	42,20
VI.	Cambrésis.....	314,8	31,75
IV.	Boulonnais.....	234,2	42,69

1. Moyennes des deux parcelles témoins.

	Kil.	Kil.
XIII. Scories anglaises.....	234,8	42,59
XV. Superphosphate.....	233,0	42,82
II. Somme 45/50.....	285,0	33,03
V. Indre.....	292,0	34,19
XIV. Phosphate précipité.....	490,0	52,50
I et XVI. Sans engrais.....	330,1	30,28

Avant la moisson, il était facile de constater, au simple aspect de la récolte, un écart considérable entre certaines parcelles, mais on ne se serait jamais douté que la balance accuserait, entre les parcelles VI et XIV, par exemple, une différence dans les rapports de la paille au grain de près de 64 pour 100 en faveur de la parcelle VI (Cambrésis). Ces écarts, difficiles à expliquer, doivent être notés, car ils influent très sensiblement sur la valeur totale de la récolte et sur le coût du grain. Je le montrerai dans un instant.

Si l'on prend la moyenne des rapports de la paille au grain pour toute la récolte du champ, on trouve que l'avoine de Pologne donne 250 kilogrammes de paille pour un quintal de grain et 40 kilos 34 de grain pour un quintal de paille. Cette avoine fournit donc une plus grande quantité de paille que la plupart des autres variétés, le chiffre moyen indiqué par les agronomes les plus autorisés étant de 225 kilog. de paille pour 100 de grain. La paille d'avoine, beaucoup plus riche en matière azotée que celle du blé et du seigle, convient particulièrement à l'alimentation du cheval.

Pour donner une idée de la valeur *brute* de la récolte de chacune des parcelles, nous prendrons comme base des calculs le prix actuel de l'avoine, soit 16 francs les 100 kilogr., et 25 francs pour 1 000 kilogr. de paille. Les chiffres du tableau III sont établis d'après ces valeurs et rapportés à une surface d'un hectare :

Tableau III.

ESTIMATION DE LA RÉCOLTE				
Numéros des parcelles.	Nature des phosphates.	Valeur du grain.	Valeur de la paille.	Valeur de la récolte.
X.	Somme 75/80.....	480	+ 180	= 660
XI.	Floride.....	475,23	+ 169	= 644,23
VI.	Cambrésis.....	395,68	+ 194,75	= 590,43
IX.	Portugal.....	418,24	+ 164,65	= 582,89
XII.	Scories de l'Est.....	407,20	+ 158	= 565,20
III.	Ardennes.....	397,42	+ 150,60	= 547,72
IV.	Boulonnais.....	393,44	+ 144,02	= 537,46
XIII.	Scories anglaises....	372,80	+ 136,75	= 509,55
XV.	Superphosphate....	361,60	+ 132	= 493,60
II.	Somme 45/50.....	356	+ 132	= 488
V	Indre.....	329,92	+ 150,77	= 480,69
XIV.	Phosphate précipité.	324	+ 96,25	= 420,25
I et XVI.	Sans engrais.....	206,34	+ 106,45	= 312,69

Le coût moyen de la fumure, pour l'année 1895, peut s'établir approximativement, en admettant qu'il se compose du cinquième des prix du fumier, des phosphates et de la kaïnite enfouis dans le sol la première année, et du prix des 100 kilos de nitrate employés au printemps dernier. J'ai fait connaître précédemment, avec tous les détails désirables, les éléments de l'évaluation de la dépense faite, dans chaque parcelle, suivant le prix des phosphates employés, mais, pour plus de simplicité, j'attribuerai ici une valeur unique à l'acide phosphorique (0 fr. 30 le kilog., chiffre très supérieur à la dépense réelle).

La part de la dépense de fumure, afférente à l'avoine de 1895, ressort à un chiffre inférieur à 100 francs à l'hectare et qui s'établit ainsi qu'il suit :

1/5 de 180 fr., prix de 30 000 kil. de fumier.....	=	36 fr.
1/5 de 90 fr., prix de 300 kil. d'acide phosphor.	=	48
1/5 de 80 fr., prix de 200 kil. de potasse.....	=	16
100 kil. de nitrate de soude.....	=	24

En comptant 100 francs pour le prix moyen de la fumure de l'avoine, nous sommes donc certain de rester au-dessus de la vérité.

Mise en regard des chiffres qui, dans le tableau III, représentent la valeur totale de la récolte de chaque parcelle, rapportée l'hectare, cette dépense de 100 fr laisserait, pour couvrir les dépenses de toute sorte, loyer, culture, récolte, impôts et bénéfice, des sommes variant de 320 à 560 francs, suivant la nature des phosphates employés.

On remarquera, en comparant les chiffres des tableaux I et III, l'influence que le rendement en paille peut exercer sur la valeur d'une récolte de céréales. C'est ainsi, par exemple, que le *Cambrésis* qui ne vient qu'au sixième rang, d'après la quantité de grain récolté (tableau I), figure au troisième, d'après la valeur totale de la récolte (tableau III), la quantité extraordinaire de paille fournie par la parcelle VI rachetant et au delà l'infériorité relative de la production du grain. Tandis que dans l'estimation de la récolte de la parcelle II la paille ne figure que pour le tiers environ de la valeur totale, elle entre dans celle de la parcelle VI à peu près pour moitié. Il m'a paru utile de noter ces différences pour insister sur la nécessité de tenir compte des quantités de paille produites, dans tous les calculs relatifs à l'évaluation des récoltes de céréales.

J'ai trop de fois eu l'occasion depuis longues années, dans ces études, de me prononcer à l'endroit de la fixation de ce que l'on est convenu d'appeler le *prix de revient* des denrées agricoles pour y revenir longuement. Il n'existe pas, on le sait, à proprement parler, de *prix de revient* du blé, de l'avoine, etc., ou

plutôt il y a autant de prix de revient de ces denrées que d'exploitations où on les produit. Le prix de revient est le résultat d'un ensemble de facteurs, éminemment variables, d'un point à un autre, d'une exploitation à une autre, si voisines ou si comparables qu'elles puissent paraître au premier abord. Je me suis toujours élevé à juste titre, j'en ai du moins la conviction, contre la fixation d'un prix de revient unique du quintal de blé, 25 fr. par exemple, quels que soient le lieu et les conditions de production de cette quantité de froment. La seule évaluation qui m'ait toujours paru non seulement possible, mais presque absolument exacte, est celle du rapport existant entre la *dépense en engrais* et le *coût* du quintal de blé, d'avoine, de pommes de terre, etc., obtenu, grâce à cette dépense, dans un sol et pour une année donnés. Depuis plus de vingt-cinq ans que j'étudie expérimentalement la production des diverses plantes de la grande culture, je me suis toujours attaché à établir le *prix de revient* du quintal obtenu *en excédent sous l'influence des engrais*, sans chercher à établir le prix de revient *moyen* du quintal de la récolte, ce dernier étant tellement variable, suivant les conditions où l'on est placé, qu'il ne saurait être défini par un chiffre unique, pour chaque végétal.

Appliquant à la récolte d'avoine du Parc des Princes, en 1895, la méthode que j'ai toujours suivie pour ce genre de calcul, je vais chercher à montrer combien est prépondérante l'influence de la fumure sur les rendements du sol et sur le coût des produits obtenus.

Les parcelles I et XVI demeurées sans aucune fumure depuis l'origine, mais très profondément

défoncées en 1891-92, condition qui a sensiblement modifié la fertilité du sol, ont donné les rendements suivants, rapportés à l'hectare :

Avoine (grains).....	12 q. m. 89
— (paille).....	42 q. m. 80

En retranchant ces quantités du produit de chacune des parcelles, on a, pour différence, le poids des récoltes de grain et de paille vraisemblablement attribuables à l'engrais, puisque toutes les autres conditions, sauf celles de la fumure, sont identiques à celles des témoins. Le tableau IV nous indique les *excédents* en grain et paille (rapportés à l'hectare) fournis par chacune des parcelles :

Tableau IV.

Numéros des parcelles.	Nature des phosphates.	Excédents sur les témoins à l'hectare :	
		grain.	paille.
—	—	Q. m.	Q. m.
X. Somme 75/80.....		47,41	29,42
XI. Floride.		46,81	24,72
IX. Portugal.		43,25	22,98
XII. Scories de l'Est.....		12,56	20,32
III. Ardennes.		41,93	17,36
VI. Cambrésis.....		41,84	34,99
IV. Boulonnais.....		41,70	44,13
XIII. Scories anglaises.....		40,44	41,82
XV. Superphosphate.....		9,71	9,92
II. Somme 45/50.....		9,36	20,63
V. Indre.....		7,73	17,43
XIV. Phosphate précipité.....		7,36	— 4,38 ¹

Il est évident, *a priori*, que l'excédent d'avoine récolté, pour une même dépense en engrais évaluée

1. La parcelle XIV a produit 4 q. m. 38 de paille de moins que les parcelles témoins, bien qu'ayant donné 7 q. m. 36 de grain de plus que ces dernières.

à 100 francs par hectare (maximum), étant, dans la parcelle X, de 17 q. m. 11 et de 7 q. m. 36 dans la parcelle XIV, le prix de revient de chaque quintal (excédent) sera essentiellement différent. Cette différence s'accroîtra encore bien davantage si, comme on a coutume de le faire dans la comptabilité agricole, on retranche du prix du quintal de grain celui de la paille correspondante. Le tableau V met en lumière cette double différence et montre de la manière la plus frappante l'influence de la fumure sur le coût d'un quintal d'avoine, dans les conditions où j'ai opéré au Parc des Princes. Deux mots sur la manière dont a été établi le tableau V.

Tableau V

Numéros des parcelles.	Nature des phosphates.	Coût	Valeur		Coût
		(en engrais) du q. de grain avec sa paille.	de la paille correspon- dante.	de la paille correspon- dante.	du quintal de grain (en engrais).
		Fr. c.	Fr. c.	Fr. c.	Fr. c.
X. Somme 75/80.....		5 83	—	4 19	1 64
XI. Floride..		5 84	—	3 57	2 27
IX. Portugal.		7 65	—	4 43	3 22
XII. Scories de l'Est.....		7 96	—	4 04	3 92
III. Ardennes.		8 38	—	3 64	4 74
VI. Cambésis.....		8 45	—	7 38	1 07
IV. Boulonnais.....		8 53	—	3 01	5 54
XIII. Scories anglaises....		9 60	—	2 84	6 76
XV. Superphosphate.....		10 29	—	2 55	7 74
II. Somme 45/50.....		10 68	—	5 50	5 18
V. Indre.....		12 93	—	5 63	7 30
XIV. Phosphate précipité.		13 57	+	1 45	15 02

La première colonne donne le quotient de 100 par le nombre de quintaux de grain obtenus, *en excédent*, sur les parcelles non fumées : les chiffres qu'elle renferme expriment le coût (en fumure) du quintal de

grain avec la paille correspondante; la deuxième colonne donne le prix de la paille correspondant à la récolte en grain, calculé à raison de 25 fr. les 1 000 kilos. Dans la troisième colonne, sont inscrits les prix du quintal d'avoine (1^{re} colonne), défalcation faite de la valeur vénale de la paille correspondante.

Je reviendrai plus tard sur les conséquences à tirer, pour la pratique, des chiffres qu'il m'a paru nécessaire de mettre sous les yeux de mes lecteurs, afin de leur fournir les éléments d'appréciation et de discussion que comportent les résultats de la culture de l'avoine en sol pauvre.

XV

LES ENGRAIS AZOTÉS AU PARC DES PRINCES

Un essai de culture de lupins. — Conditions de succès dans la culture du lupin.

Lorsque j'ai créé, en 1891-92, le champ d'expériences du Parc des Princes, je me suis proposé pour objectif principal, et en dehors de certains essais spéciaux, d'étudier expérimentalement, sur un plan bien arrêté et devant être suivi pendant une série d'années, l'influence des divers états des matières fertilisantes, à doses égales, sur la productivité du sol. Ceux de nos lecteurs qui ont bien voulu suivre ces essais se rappellent sans doute l'excessive pauvreté de la terre du Parc des Princes. Ils se souviennent qu'il s'agit d'un sol sablonneux, presque dépourvu de calcaire. Ces conditions sont particulièrement favorables à des expériences méthodiques sur les engrais, l'efficacité de ceux-ci étant, d'ordinaire, d'autant plus manifeste que la terre dans laquelle on les introduit est plus pauvre en aliments des plantes.

La fumure des seize parcelles affectées à des essais de longue durée a été, pour quatorze d'entre elles, identique quant aux *quantités* employées : 300 kilos d'acide phosphorique, 200 kilos de potasse (à l'hec-

tare), données au début des essais (printemps de 1892) après un defonçage de 0 m. 60 à 0 m. 70 de profondeur; engrais azotés en quantités variables d'une année à l'autre, avec la nature de la récolte, mais identiques quant au poids d'azote donné à chacune des parcelles, la même année. Deux parcelles, sans aucune fumure, servent de témoins. La potasse a été appliquée dans toutes les parcelles sous le même état (sulfate dans la kainite).

L'acide phosphorique a été fourni par le superphosphate, le phosphate précipité, les phosphates minéraux de diverses provenances et les scories de déphosphoration. Deux parcelles seulement ont reçu l'azote sous une forme autre que le nitrate : l'une, parcelle VII, à l'état ammoniacal (sulfate d'ammoniac), l'autre, parcelle VIII, à l'état organique (sang desséché). Ces deux parcelles avaient été fumées à la kainite et aux scories de déphosphoration, comme la parcelle XII avec laquelle je les comparerai tout à l'heure sous le rapport des rendements.

J'ai fait connaître dans les précédents chapitres les résultats constatés, à la fin de chaque campagne, dans les dix parcelles nitratées et dans les deux parcelles témoins; je n'y reviendrai pas et m'occuperai seulement des quatre récoltes obtenues de 1892 à 1895 dans les parcelles VII, VIII et XII, afin d'en dégager quelques renseignements intéressants sur la valeur fertilisante des trois formes principales de l'azote dans les engrais (azote nitrique, ammoniacal et organique).

Les trois parcelles en question ayant reçu l'acide phosphorique et la potasse sous les mêmes formes, les différences constatées dans leurs rendements ne

peuvent être attribuées qu'à l'utilisation plus ou moins complète de l'azote fourni à chacune d'elles, en égale quantité, mais sous trois états différents.

Avant d'indiquer les résultats de cette série d'expériences, je tiens à mettre mes lecteurs en garde contre la généralisation que certains d'entre eux pourraient être tentés d'en faire : les différences très sensibles accusées par le poids des récoltes, d'une parcelle à l'autre, s'expliquent par la nature siliceuse du sol, comme je le dirai tout à l'heure, et les résultats du Parc des Princes ne sont applicables, par analogie, qu'à des sols de même nature que celui dans lequel ont été faites les expériences. Sous cette réserve expresse, abordons le résumé des faits constatés.

Les parcelles XII, VII et VIII ont porté depuis la création du champ d'expériences les récoltes suivantes :

1892.....	Pommes de terre.
1893.....	Pommes de terre.
1894.. .. .	Blé d'Alsace.
1895.....	Avoine de Pologne.

Les rendements rapportés à l'hectare ont été les suivants :

	Parcelle XII (nitrate).	Parcelle VII (sulfate d'ammon.).	Parcelle VIII (sang desséché).
	— Q. m.	— Q. m.	— Q. m.
Pommes de terre 1.....	498,62	408,40	330,04
Blé (grain).....	34,22	30,73	28,53
Blé (paille).....	76,33	64,37	57,28
Avoine (grain).....	23,45	15,04	17,97
Avoine (paille).....	63,20	42,88	56,23
Totaux.	697,84	561,42	490,05

1. Ce chiffre exprime la moyenne des rendements en tubercules des deux années.

En égalant à 100 le rendement de la parcelle XII, celui de la parcelle VII correspond à 81,6 et celui de la parcelle VIII à 70.

Le rendement moyen des douze parcelles, diversement fumées sous le rapport de l'engrais phosphaté et qui ont toutes reçu du nitrate, a été le suivant :

Pommes de terre, 22 436 kil.
Blé, grain, 33 q. m. 89. Paille, 76 q. m. 35.
Avoine, grain, 24 q. m. 54. Paille, 61 q. m. 11.

Ces chiffres sont, on le voit, très voisins de ceux qu'ont fournis les récoltes de la parcelle XII (24 931 kil.).

Les rendements des deux parcelles témoins profondément défoncées en 1891, mais qui n'ont reçu aucun engrais, ont été les suivants (à l'hectare) :

Pommes de terre, 10 486 kil.
Blé, grain, 19 q. m. 85. Paille, 37 q. m. 32.
Avoine, grain, 12 q. m. 89. Paille, 42 q. m. 80.

De la comparaison des récoltes des trois parcelles XII, VII et VIII, avec celles des témoins, il résulte que les excédents de rendements dus à la fumure ont été :

	Parcelle XII nitrate.	Parcelle VII sulf. am.	Parcelle VIII sang desséché.
	Kil.	Q. m.	Kil.
Pommes de terre....	14 445	10 453	6 106
	Q. m.	Q. m.	Q. m.
Blé { Grain.....	14,33	10,84	8,64
{ Paille.....	20,12	27,05	23,79
Avoine { Grain.....	12,36	2,15	5,08
{ Paille.....	20,32		13,35

Comment peut-on interpréter la cause de ces différences très sensibles dans les récoltes de trois pièces de terre de même composition et qui toutes trois ont

reçu, de 1891 à ce jour, des quantités égales de principes fertilisants? Aisément, je pense, en se fondant sur les considérations suivantes. Le nitrate de soude est directement assimilable : pour fournir aux plantes l'azote qu'il contient, il n'a à subir aucune modification dans le sol. Aussi a-t-il donné le maximum de rendement. Les matières azotées organiques et, très probablement, les sels ammoniacaux, ne deviennent des aliments pour le végétal qu'après avoir subi la nitrification, c'est-à-dire la transformation de l'azote qu'ils contiennent en nitrate. Pour se produire activement, la nitrification exige la réunion de certaines conditions physiques et chimiques au nombre desquelles se trouve la présence dans le sol d'une quantité suffisante de calcaire. Or, la terre du Parc des Princes est très pauvre en chaux. Je suis porté à croire que c'est à la lenteur de la nitrification, dans ces conditions, qu'il faut attribuer l'infériorité des rendements des parcelles VII et VIII sur celui de la parcelle XII qui a reçu tout formé le nitrate destiné à l'alimentation des récoltes.

Cette manière de voir me semble corroborée par les différences que présentent, dans la même parcelle, les rendements des trois récoltes. Celle qui reste le plus longtemps en terre, le blé, dont la période de végétation est beaucoup plus longue que celle des pommes de terre et surtout que celle de l'avoine, offre des écarts beaucoup moins considérables que les deux autres. La fumure nitratée a produit 34 quintaux métriques de froment, la fumure ammoniacale 31 quintaux métriques, la fumure organique 28 q. m. 5. Les écarts sont donc de 9 et de 17 pour 100. Pour l'avoine qui, semée le 23 mars et récoltée le 24 juillet,

n'a séjourné dans le sol que 117 jours environ, tandis que le blé a occupé la terre pendant 280 jours, les écarts sont beaucoup plus élevés : ils atteignent pour la parcelle VIII (sang desséché) 30 pour 100 et pour la parcelle VII (sulf. d'am.) 41 pour 100.

La conclusion à tirer de ces rapprochements, c'est que, en sol siliceux, pauvre en chaux, la nitrification des matières azotées se faisant très lentement, l'emploi du nitrate de soude offrant à la plante, dès le début de sa végétation, un aliment azoté immédiatement assimilable, permet d'obtenir, à dose égale d'azote dans l'engrais, un rendement plus élevé. Il peut, je le répète, n'en être pas de même dans des sols de composition différente de celle du terrain où j'ai opéré, et mes expériences du Parc des Princes n'ont toute leur valeur que pour des terres analogues.

UN ESSAI DE CULTURE DE LUPIN. — Le nitrate de soude, le sulfate d'ammoniaque et les matières d'origine animale ne sont pas les seules substances qui concourent à l'alimentation azotée des plantes. Une grande famille végétale, les légumineuses, ont la faculté remarquable d'assimiler l'azote gazeux de l'air, aliment qui leur est offert gratuitement par l'immense réservoir de l'atmosphère. J'ai exposé dans les chapitres précédents les magistrales recherches qui ont conduit à la démonstration de ce fait capital pour l'agriculture, et le parti considérable que l'agronome de Lupitz, le docteur Schultz, a tiré de la culture intercalaire, sur une grande échelle, des lupins et autres légumineuses, comme source d'azote pour les récoltes qui leur succèdent sur le sol.

M. Schultz est arrivé, nous l'avons vu, depuis plus de vingt ans à substituer dans son domaine de

Lupitz, les légumineuses enfouies en vert à tout autre engrais azoté. J'ai rapporté les résultats si curieux et si importants qu'il a obtenus dans la culture des pommes de terre et des céréales succédant à l'enfouissement du lupin. (Voir chap. iv et v.)

J'ai pensé intéressant et utile d'expérimenter la méthode de Lupitz au Parc des Princes et de mettre sous les yeux des visiteurs du champ d'expériences un essai de fumure à l'engrais vert.

De 1892 à ce jour, l'azote a été fourni aux récoltes du Parc des Princes par les matières fertilisantes dont j'ai comparé plus haut l'influence sur les rendements. En 1895, immédiatement après la récolte de l'avoine, on a procédé à la préparation de l'essai de fumure par les légumineuses. La récolte d'avoine a été terminée le 25 juillet; le déchaumage a été pratiqué le lendemain même de l'enlèvement de la récolte, et les chaumes enfouis. Le 3 août 1895, nous avons procédé à la semaille sur le sol préalablement égalisé au rouleau, d'un mélange de lupin blanc, de lupin jaune et de pois d'hiver. L'addition de pois aux lupins a pour but d'obtenir une couverture complète du sol par les plantes, les vides laissés par le lupin étant bientôt comblés par la végétation touffue des pois.

Le mélange des trois graines a été fait dans les proportions suivantes rapportées à un hectare :

	Kil.
Lupin blanc... ..	75
Lupin jaune... ..	75
Pois d'hiver... ..	56
	<hr/>
Total... ..	206

Ce mélange a été semé au semoir en ligne Smith. Le lupin doit être très peu profondément enfoui, à

deux centimètres environ. Un coup de râteau ou de herse suffit à l'enterrer, si la semaille se fait à la volée. On s'est contenté, au Parc des Princes, d'égaliser la surface du champ en faisant passer, derrière le semoir, une sorte de râteau sans dents, formé par une planche clouée perpendiculairement à l'extrémité d'une perche.

Dans la nuit du 2 au 3 août, il avait plu abondamment; la semaille s'est donc faite dans les meilleures conditions; le sol sableux du champ était promptement ressuyé, mais très humide. Le 6 août, c'est-à-dire trois jours après la semaille, le lupin levait sur un grand nombre de points; le 12 août, la levée était complète et uniforme dans toutes les parcelles, d'une contenance totale de 24 ares. Le sol du Parc des Princes est très favorable à une culture de lupin; léger, presque dépourvu de calcaire, il appartient à cette catégorie de terres particulièrement propices à cette plante. Le lupin, en effet, redoute beaucoup la chaux : il ne réussit pas dans les terres calcaires; il vient bien dans les terres fortes (argileuses) pauvres en chaux, mieux encore dans les terrains sableux pauvres en azote, mais suffisamment pourvus en acide phosphorique et en potasse.

L'ensemencement du Parc des Princes a donc été fait sans aucune addition d'engrais, les quantités d'acide phosphorique et de potasse introduites dans le sol en 1892 ayant été jugées suffisantes *a priori* pour assurer l'alimentation des légumineuses. Au début, comme il arrive d'ordinaire pour cette plante, la végétation du lupin était très lente; elle était d'ailleurs entravée par l'excessive sécheresse qui a marqué la seconde partie d'août et tout le mois de

septembre. Dans le courant d'octobre, les plantes avaient abondamment fleuri; les lupins mesuraient de 60 à 80 centimètres de hauteur et commençaient à porter graine.

Les premières gelées n'ont pas paru affecter la plante; bien que le thermomètre fût descendu au bois de Boulogne à 3° et même à 5° au-dessous de zéro pendant plusieurs jours, vers le 25 octobre, les tiges restaient dressées et leurs feuilles n'étaient pas flétries.

Pour constater à quelle profondeur les racines du lupin avaient pénétré, nous avons pratiqué, le 27 octobre dernier, en avant d'une ligne de ces plantes, une fouille verticale jusqu'à la profondeur de 1 m. 40. La racine pivotante des lupins descendait jusqu'à 0 m. 70 et 0 m. 80 au-dessous de la surface du sol et les radicelles s'enfonçaient jusqu'à 1 m. 05 et 1 m. 40. Racines et radicelles sont couvertes de nodosités. Celles du pivot l'entourent comme un chapelet de grains de la grosseur d'un à quatre millimètres en diamètre; les nodosités pendant à l'extrémité des radicelles sont nombreuses et parfois très volumineuses; nous en avons récolté plusieurs de la grosseur d'une noisette.

Suivant la méthode pratiquée à Lupitz, nous avons laissé la plante sur le sol jusqu'au printemps; en ce moment (20 février 1896) on l'enfouit et l'on plantera des pommes de terre, en temps convenable, afin de répéter la curieuse expérience de Schultz sur le développement des racines de ce tubercule, sous l'influence des canalicules laissés dans le sol par l'appareil radicaire du lupin.

Les rendements des pommes de terre, obtenus

sans addition d'engrais azoté, sous la seule action de la fumure verte, comparés aux rendements fournis précédemment par l'emploi du nitrate, du sulfate d'ammoniaque et des engrais azotés organiques, ne sauraient manquer d'être fort intéressants.

Peut-être mes lecteurs trouveront-ils que j'ai abusé de leur bienveillante attention en m'étendant si longuement sur les expériences du Parc des Princes. L'importance capitale de la question du blé en France, et la nécessité qui s'impose de plus en plus d'arriver à accroître économiquement la production de cette céréale, seront, je l'espère, mon excuse. Ma double préoccupation, en entrant dans des détails qui ont pu paraître fastidieux, à raison des nombreux chiffres que j'ai dû mettre sous les yeux du lecteur, a été, d'une part, de convaincre les cultivateurs qui exploitent des sols pauvres que la culture du blé, de l'avoine, etc., peut y être rémunératrice, et, d'autre part, de leur fournir tous les éléments de discussion nécessaires pour tenter des essais de culture dans des conditions analogues à celles où je suis placé.

En terminant cette longue exposition, je crois utile de résumer les faits qui découlent de nos quatre années d'essais culturaux au Parc des Princes.

Les résultats acquis me semblent pouvoir s'exprimer dans les quelques propositions suivantes :

1° L'assimilabilité des phosphates minéraux, par les pommes de terre, par le blé et par l'avoine, est mise hors de doute par les rendements obtenus (en terrain siliceux pauvre en calcaire et en humus);

2° Contrairement à une opinion beaucoup trop absolue et conformément aux résultats antérieurement acquis dans diverses régions de la France, les

phosphates minéraux en poudre fine ont donné des rendements tout aussi élevés que les superphosphates (en sol non calcaire);

3° Le superphosphate qui s'est montré, à dose égale d'acide phosphorique, d'une valeur fertilisante voisine de celle de certains phosphates minéraux et supérieure à celle de quelques-uns, dans la culture du blé et de l'avoine, a été beaucoup moins favorable à la production de la pomme de terre;

4° Le phosphate précipité, tout en ayant produit des récoltes rémunératrices en blé, en avoine et surtout en pommes de terre, n'a pas, à beaucoup près, donné de résultats aussi favorables que les phosphates minéraux, les scories et le superphosphate. Son emploi n'est pas à recommander, du moins dans un sol analogue au nôtre;

5° Les scories de déphosphoration nous ont donné d'excellents rendements: dans la culture de la pomme de terre, elles ont occupé le premier rang parmi les engrais phosphatés employés: dans la culture du blé et de l'avoine, elles ont égalé le superphosphate et les phosphates riches;

6° Le phosphate de la Somme 75/80 nous a fourni de hauts rendements en pommes de terre, en blé et en avoine; le phosphate pauvre 45/50 a donné des résultats, inférieurs en général, à ceux des autres phosphates naturels;

7° L'apatite du Portugal a été très bien utilisée par nos récoltes et doit être considérée, malgré son état cristallin, comme parfaitement assimilable par les végétaux;

8° L'azote nitrique s'est montré de tout point supérieur en efficacité, dans ces quatre années d'expé-

riences, à l'azote ammoniacal et à l'azote organique : à prix égal, au Parc des Princes, il a fourni 33 pour 100 de plus de produits que le sulfate d'ammoniaque et le sang desséché ;

9° Une association convenable de nitrate, d'acide phosphorique et de potasse nous a permis d'obtenir un excédent de 14 à 15 quintaux de blé (sur les parcelles témoins) au prix de 6 francs environ le quintal de grain avec sa paille ; si l'on défalquait, de ce prix, la valeur de la paille, on arriverait à un prix de 4 à 5 francs par quintal de grain en excédent. Ces chiffres confirment ceux auxquels je suis depuis longtemps arrivé dans les cultures expérimentales de la Station agronomique de l'Est à Nancy, et à l'école Mathieu-de-Dombasle ;

10° Enfin, les cultures du Parc des Princes ont mis en relief l'énorme avantage qui résulte de l'ameublissement et de la porosité du sol, sous l'influence des labours profonds, dont on ne saurait trop recommander la pratique dans la plupart des sols.

Je n'ai plus, en terminant, qu'à exprimer l'espoir que les faits constatés au champ d'expériences du Parc des Princes engageront les cultivateurs à entreprendre des essais dans la même direction. J'ai la foi la plus absolue dans la possibilité de rendre à peu près partout, dans notre pays, la culture des céréales et des plantes sarclées rémunératrice, par l'accroissement économique des rendements, et toute mon ambition serait de contribuer à ce résultat capital, dans une mesure si faible que ce fût.

XVI

UNE EXCURSION EN 1895 DANS LE VIGNOBLE BOURGUIGNON

La défense contre le phylloxéra. — Son succès. — Influence du cépage français sur la qualité de nos grands vins. — Coup d'œil sur les vignes des côtes de Dijon, de Nuits et de Beaune. — Appel aux viticulteurs champenois. — Le traitement antiphyloxérique au clos Saint-Jacques. — Régénération des vieilles vignes françaises au clos de Vougeot. — Fumure et traitement antiphyloxérique. — Le gribouri. — Chlorose des vignes. — Traitement du docteur Rassignier.

Au mois d'août 1891, au moment où la présence du phylloxéra dans le vignoble champenois venait d'être malheureusement mise hors de doute par la découverte de la tache de Vincey, je rendis compte, à cette même place ¹, d'une visite que je venais de faire dans la côte bourguignonne pour y constater, d'une part, l'étendue du désastre causé par le phylloxéra, de l'autre, les résultats excellents obtenus par les rares propriétaires que rien depuis 1880 n'avait découragés dans leur défense contre le terrible fléau. J'adjurais, en terminant, les viticulteurs champenois, menacés,

1. Voir *Études agronomiques*, 6^e série, 1890-1891. Hachette et C^{ie}

à plus ou moins brève échéance, dans leurs intérêts vitaux, de se rendre en Bourgogne et d'y parcourir, comme moi, les vignes qui s'étendent de Dijon à Chassagne, certains qu'ils en rapporteraient la conviction que la défense est non seulement possible, mais certaine, si l'on sait et veut s'y prendre.

La conservation des vieilles vignes françaises s'impose pour nos grands crus, la qualité des vins récoltés sur ces cépages américains greffés demeurant, pour tout dégustateur à l'esprit non prévenu, manifestement inférieur comme saveur et comme bouquet, à celle des vins produits, côte à côte, par nos vieilles souches. Je sais que certains propagateurs quand même de la vigne américaine soutiennent qu'il n'en est rien. « Des goûts et des couleurs on ne saurait disputer », mais le fait, pour moi, n'en est pas moins absolument certain. Un de mes amis, peu au courant, je le crains, des pratiques de la vinification, auquel je signalais la supériorité des vins de cépage français sur les vins greffés, m'objecta qu'en 1892, à la célèbre vente des vins des hospices de Beaune, une feuillette (cent quatorze litres) de meursault-santenot (vignes greffées) a été adjugée à 825 francs, correspondant à 3 300 francs la queue, soit 456 litres, prix supérieur à celui qu'ont atteint toutes les autres cuvées des grands crus des hospices cette année-là. Vérification faite, le chiffre invoqué par mon ami est exact; mais ce qui est moins réel, à coup sûr, c'est l'origine ou la qualité de ces cent quatorze litres de vin. Pour peu qu'on soit au courant des procédés de vinification, on sait, en effet, que, pour être bien conduite, une cuvée ne peut pas contenir moins de quinze à seize hectolitres de moût de raisin, ce qui rend très peu pro-

bable, pour ne pas dire impossible, la production d'un vin de grande qualité par la fermentation isolée de quelques paniers de raisins. Mais laissons là la question de dégustation, malgré l'importance considérable de l'influence du greffage sur la qualité des vins, pour aborder l'examen de l'état présent de la côte bourguignonne.

Sans avoir encore pris, en Champagne, l'allure d'envahissement rapide qu'il a affectée dans certaines régions, le phylloxéra continue à s'étendre dans la Marne, et l'on ne saurait apporter trop de vigilance pour s'opposer à son développement et pour préserver les vastes étendues de vignes qu'il n'a pas encore atteintes. Avant d'insister à nouveau auprès de ceux des vignerons champenois qui pourraient douter encore de l'efficacité de la défense contre le phylloxéra, j'ai voulu, à quatre années de distance, revoir en détail les côtes de Dijon, de Nuits et de Beaune, afin de juger *de visu* de l'état des vignes défendues sans relâche jusqu'à ce jour, de l'affaiblissement de celles qui ont cessé d'être défendues depuis 1891 et de la perte totale des parcelles abandonnées au fléau par leurs propriétaires et replantées aujourd'hui en cépage américain greffé.

Si le lecteur veut bien suivre l'itinéraire qui m'a conduit, par voie de terre, de Dijon à Meursault, il aura une vue d'ensemble aussi précise que possible sur l'état actuel du vignoble. Après cette sorte de bilan de la défense phylloxérique, je reviendrai sur quelques points particuliers de traitement et de fumure qui ont, à mes yeux, une importance considérable ¹.

1. L'énumération que je vais faire, d'après mes notes de voyage, des vignes que j'ai parcourues sera peut-être incom-

En quittant Dijon pour se rendre à Gevray, on traverse les communes de Chenove, Fixin et Brochon, plantées presque exclusivement en gamay. Là, la lutte contre le phylloxéra a été entreprise et poursuivie par la plus grande partie des propriétaires ; ces communes ont conservé les vieilles vignes françaises, qui, bien traitées, sont en très bel état à tous points de vue : vigueur, végétation et fructification.

A Gevrey-Chambertin, les propriétaires des grands crus, à de rares exceptions près, ont gardé l'ancien cépage ; leurs vignes y sont des plus vigoureuses ; on y rencontre peu ou point de ceps chlorosés, si fréquents, cette année, dans les vignes américaines greffées. A Gevrey, les plantations de gamays américains sont rares ; celles que j'ai vues renferment beaucoup de pieds chlorosés. Au premier rang des vignes françaises de Gevrey vient le clos de Saint-Jacques, appartenant à Mme veuve Serre-Renoult : c'est une vigne de toute beauté, la plus belle sans contestation de celles que j'ai vues en Bourgogne et supérieure à celles que possède la même propriétaire sur Volnay, Pomard et Meursault, vignes qui, cependant, sont remarquablement belles aussi. Le mode de traitement adopté par Mme veuve Serre mérite une mention spéciale : j'y reviendrai. J'ai particulièrement remarqué parmi les nombreuses vignes françaises conservées à Gevrey, celles de MM. de Grésigny, Paul Guillemot, veuve Dubard, aux Chamberlins, et Joliet, aux grandes et petites Varoilles.

Après Gevrey vient le village de Morey, où je ren-

plète à mon insu, et je demande à l'avance excuse et indulgence pour les omissions involontaires qu'elle pourrait présenter.

contre le clos de Lambrocys, que je traverse en compagnie du propriétaire, M. Rodier, auquel j'adresse mes plus sincères félicitations pour son succès dans la défense

En 1891, j'avais visité, sur le même territoire, le clos de Tart, encore en très bel état à cette époque. Aujourd'hui, sa propriétaire a abandonné la défense contre le phylloxéra; l'ancien cépage, qui a valu à ce cru sa grande et juste renommée, est en train de disparaître; la vigne d'une partie du clos est déjà arrachée et remplacée par le cépage américain, alors que, dans son voisinage, le traitement tréguier a permis de conserver dans toute leur beauté des vignes tout aussi attaquées qu'elle, il y a quatre ans, par le phylloxéra.

A Chambolle, contigu à Morey, même spectacle et même contraste. A côté de vieilles vignes françaises, de superbe aspect (aux Musignys), appartenant à M. L. Bocquet, qui les a défendues et soutenues avec plein succès, on constate avec regret la transformation des musignys de M. de Vogüé en vignes américaines. Déjà fort atteintes en 1891, et mal ou point défendues depuis cette époque, ces vignes ont succombé au fléau, et le peu qui en reste va être arraché et reconstitué en cépage américain greffé.

Nous touchons au clos de Vougeot, dont les cinquante hectares sont plus célèbres dans le monde entier que les plus vastes domaines. Mis en vente en 1889, ce beau fleuron de la Bourgogne a été divisé et adjugé à quinze propriétaires. M. L. Bocquet s'est rendu acquéreur avec le château des moines de l'ordre de Cîteaux, du tiers environ du clos, d'une contenance de 15 hectares. Ces 15 hec-

tares sont entièrement conservés en cépage français : ils occupent la partie supérieure du clos, celle qui, de tout temps, a été considérée comme produisant la meilleure qualité de vin. Si l'on on croit l'histoire, les cuvées de cette partie du clos étaient réservées à la table du pape et des rois; le tiers moyen fournissait le vin des grands dignitaires, des cardinaux, évêques, seigneurs, etc.; les moines se réservaient les cuvées de la partie inférieure du clos, et je ne pense pas qu'ils fussent fort à plaindre, malgré cela. En dehors de la surface acquise par M. Duverger au bas du clos et des 15 hectares attenants au château, le cépage des moines a fait place à la vigne américaine dans cet enclos célèbre, dont un tiers à peine aujourd'hui produit en cépages français le vin tant prisé par les gourmets de tous les temps et de tous les pays.

Il faut dire qu'en 1889, le clos de Vougeot était, sur toute son étendue, dans un tel état de délabrement et de faiblesse, qu'il fallait l'obstination d'un vieux lutteur pour entreprendre de le ressusciter. Déjà en 1891, lors de ma première visite, j'avais constaté un grand progrès réalisé, dans l'espace de deux ans, par les soins assidus et les traitements énergiques que M. L. Bocquet avait mis en œuvre, sur les 15 hectares achetés par lui en 1889. Aujourd'hui, le succès est complet, malgré les intempéries et la sécheresse des années 1891 à 1894, et les partisans les plus ardents de la reconstitution par les cépages américains sont forcés de reconnaître les résultats acquis. Quelques-uns, ne pouvant nier l'évidence, se rabattent sur les conditions favorables de cette année, dues, selon eux, à une surabondance d'humidité. Les relevés météorologiques que j'ai pu consulter pour la

région de Beaune ne justifient en aucune façon cette interprétation. Il est constant, pour qui juge sans parti pris, que le clos du Château a repris une vigueur comparable à celle des plus belles vignes, et que si d'ici à la vendange il ne survient point d'accident, grêle, etc., il donnera une récolte largement rémunératrice. Les traitements et une fumure bien appropriée ont donc sauvé et rétabli ces quinze hectares : je dirai plus loin comment, et je continue le récit de mon excursion.

En allant de Vougeot à Nuits, on rencontre la commune de Vosne, où se trouve situé le grand cru (grand par sa renommée, sinon par son étendue) de la Romanée-Conti. Son propriétaire l'a conservé en cépages français et bien défendu. M. le docteur Chanut a, lui aussi, conservé ses Richebourgs : puisse-t-il ne pas céder à la tentation de renoncer à la vigne française, comme presque tous ses voisins de Vosne !

Nuits a vu disparaître successivement tous ses grands crus en cépages français : quelques parties plantées en gamays ont seules été défendues. Tout, sur ce territoire, est en américain greffé.

En passant à Prémieux, au cru des Corvées, j'admire une vigne de toute beauté, en cépage français ; elle appartient, me dit-on, à M. Darrantière, de Dijon, qui la traite au sulfure deux fois par an : fin juillet et fin octobre. Je lui adresse toutes mes félicitations pour le résultat obtenu.

Entre Prémieux et Aloxe-Corton, le terrain, que j'avais vu presque entièrement dénudé en 1891, est aujourd'hui en partie replanté uniquement en cépages américains ; les rares vieilles vignes françaises, encore

debout il y a quatre ans, ont disparu. J'arrive à Aloxe-Corton, et je constate que quatre ou cinq propriétaires seulement, MM. Bocquet et Bernard notamment, ont seuls continué la lutte : leurs vignes sont belles ; celle du Corton-Poujet est magnifique.

A Savigny-lez-Beaune, l'influence de l'ardent promoteur de la défense phylloxérique en Bourgogne se fait sentir ; à l'exemple de M. L. Bocquet aux Marconnets, M. Hurard aux Liards et aux Guettes, MM. Girot, Moingeon, Paul Girard, etc., ont maintenu les vieux cépages ; ils ont fait plus, car ils ont planté, à nouveau, en vignes françaises des terrains ravagés précédemment par le phylloxéra. Le succès a couronné leurs persistants efforts : les vignes que j'ai visitées sont très belles et peuvent être données en exemple.

A partir de Savigny, l'américanisme a tout envahi, à de rares exceptions près. Très peu de propriétaires, à Beaune, peuvent encore montrer des vignes françaises. A Pomard et à Volnay, il en est de même. Sauf les vignes de Mme veuve Serre-Renoult, qui bien que moins extraordinaires que le clos de Saint-Jacques (celui-ci est exceptionnellement remarquable), sont très belles et méritent une mention particulière, on ne trouve plus dans ces deux crus célèbres que des cépages américains. Quant à Meursault, où nous arrivons, on n'y rencontre plus un cep de vieille vigne : les américains y règnent sans conteste. Beaucoup de vignes, dans les vins fins, sont atteintes de chlorose, et les gamays laissent fréquemment à désirer. A en juger par les conversations de certains propriétaires, il n'est même plus permis d'affirmer l'infériorité des produits des cépages américains sur les vins des

vieilles souches françaises, ceux auxquels la Bourgogne doit sa fortune et sa réputation universelle. Nous verrons tout à l'heure ce qu'en pensent les acheteurs des vins des hospices de Beaune, en 1895.

Dans le hameau de Blagny, limite du vignoble que nous avons parcouru, les seules vignes françaises ayant survécu à la transformation appartiennent à M. L. Bocquet. A Montrachet, quelques rares propriétaires luttent encore plus ou moins énergiquement : le reste du territoire est ou dénudé, ou replanté en américain.

En résumé, en 1895 comme en 1891, et mieux même qu'à cette dernière date, pour certaines vignes, j'ai constaté l'efficacité de la défense, quand elle est conduite avec l'intelligence et la ténacité indispensables au succès de toute entreprise. Les services que M. L. Bocquet, ses émules et ses imitateurs ont rendus à la cause des grands vins de la Côte-d'Or, la Champagne doit les attendre de ses grands propriétaires, qui, eux aussi, sont des maîtres en viticulture et, comme leurs confrères bourguignons, les premiers intéressés à sauver la qualité et la réputation de leurs précieuses récoltes. Laisser s'accréditer l'erreur que le vignoble champenois ne peut pas être préservé en son entier du désastre dont le menacerait l'invasion phylloxérique, serait une faute capitale que le patriotisme, à défaut de leurs propres intérêts, ne laissera pas commettre aux vignerons de la Champagne. Cette faute aurait des conséquences irréparables; nul ne peut indiquer avec sécurité, à l'heure qu'il est, le nom du cépage américain qui résistera dans les sols calcaires ou extra-calcaires des meil-

leures régions champenoises¹, et, s'il en était ainsi, ma conviction, basée sur les faits constatés en Bourgogne, dans le Bordelais, dans les Charentes, est que la finesse des produits serait atteinte, en Champagne, comme elle l'est dans les vignobles que je viens de citer.

Je vais décrire maintenant le traitement et la fumure qui ont donné au château du clos de Vougeot et du clos Saint-Jacques les résultats si remarquables dont j'ai parlé plus haut. Je terminerai cette causerie, comme celle d'il y a quatre ans, en conviant les viticulteurs de la Champagne à faire l'excursion si instructive de la côte de Bourgogne.

Le traitement au sulfure de carbone est connu de tous ceux qu'intéresse la viticulture, je n'aurais donc qu'à rappeler son application au vignoble bourguignon si, d'une part, il eût été la seule condition de défense et de relèvement des vieilles vignes françaises dont je viens de parler et si, de l'autre, il ne me paraissait utile de préciser les modes de sulfuration qui ont donné, au clos Saint-Jacques et au clos de Vougeot, les remarquables succès que j'ai constatés. J'insisterai, en terminant, sur les attaques de chlorose auxquelles les vignes de la Côte-d'Or, et tout particulièrement les cépages américains, sont en butte cette année et sur les bons effets que des expériences récentes permettent d'attendre de l'application du procédé Rassiguier pour le traitement des vignes chlorosées.

1. Déjà en Bourgogne on commence à être obligé de défendre la plupart des cépages américains substitués à la vigne française par le traitement au sulfure de carbone. Il eût, ce semble, bien mieux valu continuer à défendre les vieux cépages.

Défense du clos Saint-Jacques. — Seule dans la côte bourguignonne, autant que j'ai pu le constater, Mme veuve Serre-Renoult applique le traitement préconisé, il y a longtemps déjà, par M. Balbiani. Ce savant naturaliste, se fondant sur le rôle qu'il attribue aux œufs d'hiver du phylloxéra, a proposé un système de traitement sur la valeur duquel tous les viticulteurs ne sont pas d'accord. Ce traitement consiste à badigeonner avec beaucoup de soin, après la taille, toutes les parties du cep jusqu'à la base des coursons avec le mélange suivant :

Huile lourde de houille.....	20 parties
Naphtaline brute.....	60 —
Chaux vive.....	120 —
Eau.....	400 —

Dans les vignes de Mme Serre, on commence par décortiquer légèrement le cep à l'aide d'un gant en fil de fer qu'on promène sur ses diverses parties, puis on badigeonne avec la liqueur Balbiani. Cette double opération a pour résultat d'enlever et de détruire tous les œufs, galles, parasites, déposés sur le cep, de l'extrémité de la taille au collet de la racine. Au clos Saint-Jacques, le décorticage se pratique au mois de novembre. Quant au badigeonnage Balbiani, Mme veuve Serre-Renoult le fait appliquer, tous les ans, sur la taille de l'année courante, et tous les deux ans seulement sur le cep entier. Mme Serre-Renoult complète la défense de ses vignes en les traitant deux fois par an au sulfure de carbone. Le premier traitement général se fait à la dose de 21 grammes de sulfure de carbone par mètre carré au mois d'octobre; un second traitement partiel est pratiqué, s'il y a

lieu, à la dose de 6 grammes, dans les parties faibles, au mois de juillet. Quelque divergente que soit l'opinion des viticulteurs sur le traitement Balbiani, le fait incontestable, c'est qu'il est impossible de rencontrer, même en pays non phylloxéré, une plus belle vigne que celle du clos Saint-Jacques.

Relèvement et défense du clos de Vougeot. — J'arrive maintenant aux moyens qui ont été employés par M. L. Bocquet pour ressusciter le clos de Vougeot. En 1889, lors de son morcellement, la vigne des moines était dans un état de dépérissement complet par suite des ravages du phylloxéra. Un grand nombre de ceps avaient succombé, et c'est à grand'peine que le nouveau propriétaire rencontrait quelques faibles sarments qu'on pût coucher pour le provignage. L'arrachage semblait le seul système à adopter, sauf à tenter la replantation en cépages français. M. L. Bocquet, après le succès remporté dans ses autres vignes, durant la lutte qu'il soutenait contre le phylloxéra depuis dix ans, adopta la seconde méthode. Tandis que les deux tiers inférieurs du clos allaient bientôt être reconstitués en cépages américains par leurs nouveaux propriétaires, la partie haute, d'une contenance de quinze hectares, qu'il venait d'acquérir, fut soumise au traitement antiphylloxérique associé à une forte fumure que n'avait sans doute pas connu le clos depuis bien des années.

La défense a consisté, dès la première campagne, comme elle consiste aujourd'hui encore, en deux traitements par an, avec un mélange (à l'hectare) de 192 kilogrammes de sulfure de carbone et 128 kilogrammes d'essence de pétrole. Suivant les années, on traite soit une fois fin juillet et une autre fin

octobre, soit courant mars et fin juillet. Le traitement se fait au pal, à raison de quatre coups de pal par mètre carré, soit 32 grammes du mélange au mètre carré.

En octobre et en novembre 1890, on répandit, sur le vignoble, du fumier provenant des casernes de Lyon, à la dose de 67 000 kilos par hectare. En 1892, on mit du fumier de cheval dans les fosses des provins seulement; la quantité employée fut de 35 000 kilos à l'hectare.

En 1893, M. L. Bocquet me demanda de faire l'analyse du sol du clos de Vougeot et de lui indiquer, d'après les résultats de cet examen, la nature des engrais qu'il conviendrait d'appliquer pour rendre à la vigne la vigueur qui lui manquait.

J'avais eu, vingt ans auparavant, en 1873, l'occasion d'analyser une première fois la terre du célèbre clos, ce qui me fournissait un point de repère intéressant pour apprécier les changements survenus dans la richesse du sol après une succession de vingt récoltes. Voici les résultats sommaires des deux analyses :

Pour 100 de terre fine.	1873.	1893.	Diff. en faveur		Gains ou pertes.
			1893.	—	
					Pour 100.
Azote.....	0,164	0,167	+	0,03	+ 1,8
Chaux.....	10,660	11,720	+	1,06	+ 10
Magnésie.....	0,300	0,400	—	0,10	— 20
Potasse.....	0,250	0,289	+	0,03	+ 1,2
Acide phosphorique.	0,400	0,268	—	0,132	— 33

Exprimées en centièmes du taux des matières fertilisantes, les variations constatées ne sont pas sans importance : on voit que la teneur en chaux a augmenté de 10 pour 100, celle de la potasse de

1 pour 100, tandis qu'il y a diminution de 33 pour 100 dans la richesse du sol en acide phosphorique et de 20 pour 100 en magnésie.

L'explication de ces variations me semble se rencontrer dans les faits suivants. Comme tous les vignobles de la côte proprement dite, le clos de Vougeot est situé dans le calcaire secondaire. Il est constitué actuellement par un mélange de terre fine et de cailloux calcaires plus ou moins volumineux. Les cailloux représentent 37 pour 100 du poids du sol; le reste, 63 pour 100, étant de la terre fine. Il n'y a rien de surprenant à ce que, malgré les prélèvements en chaux de vingt récoltes successives, la teneur de la terre fine, en cet élément, ait augmenté d'un dixième, par suite du broyement et du délitement des cailloux calcaires sous l'influence des actions mécaniques répétées que le sol a subies : bêchages, binages, etc. La récente fumure de 100 000 kilos de fumier a apporté au sol, à l'hectare, près de 600 kilos d'azote et plus de 500 kilos de potasse qui, n'ayant pas encore été consommés par les plants au bout de la deuxième année, sont venus en partie, ajouter à la richesse du sol en azote et potasse.

Le fait le plus frappant est la diminution très notable de l'acide phosphorique et de la magnésie (33 et 20 pour 100), malgré l'apport du fumier.

Me basant sur les indications que fournissent ces rapprochements, je conseillai à M. L. Bocquet de répandre sur le sol du clos, avant le bêchage du printemps, 1 000 kilos de scories de déphosphoration, 800 kilos de kaïnite et 300 kilos de nitrate de soude, ce qu'il fit au mois de mars 1893. L'expérience, faite sur mes conseils quelques années auparavant dans

plusieurs vignobles de l'Est dont le sol est aussi calcaire que celui du clos, m'avait montré les excellents effets des scories de déphosphoration de sulfate double de potasse et de magnésie et du nitrate de soude, sur le développement et la fructification de la vigne. J'attendais donc les meilleurs résultats de cette fumure appliquée au clos de Vougeot : la sécheresse extraordinaire de l'année 1893 déjoua, au début, cette prévision, en entravant l'action des engrais minéraux, tout aussi bien que la décomposition du fumier de cheval répandu en 1892. Mais, en 1894, où l'on ne donna aucune fumure nouvelle, il se produisit déjà un changement très marqué dans la vigueur de la vigne ; nul doute que, s'ajoutant à l'action du sulfure de carbone, l'apport d'acide phosphorique, de potasse, d'azote et de magnésie ne contribuât puissamment à la restauration du vieux cépage français.

Au printemps de 1895, M. L. Bocquet a fait répandre en deux fois, sur deux parcelles du clos moins vigoureuses que les autres, du nitrate de soude à la dose de 200 kilogrammes à l'hectare sur une parcelle et de 600 kilogrammes sur l'autre. L'effet du nitrate a été des plus favorables, et actuellement on ne distingue plus ces parcelles du reste du clos, dont j'ai constaté la beauté dans ma dernière visite. En résumé, le traitement au sulfure de carbone, commencé en 1890 et complété par les fumures que je viens d'indiquer, a ramené cette vieille vigne française, que l'on s'accordait, autour de son propriétaire, à considérer comme vouée à une mort certaine, à un état de vigueur et de production qui rémunéreront désormais son propriétaire des soins et des dépenses devant lesquels il n'a pas reculé.

La chlorose. — J'ai dit précédemment que la chlorose a été très fréquente l'année dernière dans les vignes de la Côte-d'Or, reconstituées en cépage américain, et qu'on en rencontre également, bien qu'en beaucoup plus faible proportion, dans les vignes françaises. Cette affection, on le sait, atteint surtout les vignobles en sols calcaires. Les causes n'en sont pas encore bien connues, et tous les remèdes avaient jusqu'ici échoué lorsque, dans ces dernières années, M. le docteur Rassiguier a proposé une méthode d'application du sulfate de fer qui a vivement attiré l'attention des viticulteurs du Midi, où la chlorose fait de véritables ravages. Voici comment on doit procéder, d'après M. Rassiguier : « Tailler les souches les plus malades dans la seconde quinzaine d'octobre, sans attendre la chute totale des feuilles, et traiter immédiatement au moyen d'un fort pinceau chargé d'eau saturée de sulfate de fer. Ne pas craindre la couleur plus ou moins foncée du courson après le badigeonnage; quelques coursons non aoûtés pourront succomber, mais généralement de nouvelles pousses pleines de vigueur les remplaceront. » Au mois de juin de l'année 1894, la Société centrale d'agriculture de l'Hérault a institué, dans différents vignobles des environs de Montpellier, des essais de traitement de la chlorose par le procédé Rassiguier et par des moyens analogues. M. Guillon, répétiteur de viticulture à l'École de Montpellier, a été chargé, par cette Société, de diriger ces expériences. D'un rapport préliminaire qu'il a publié en 1895, il résulte que le meilleur remède est la solution saturée de sulfate de fer qu'on obtient en plaçant 50 kilogrammes de ce sel dans 100 litres d'eau.

Lorsque l'eau est saturée de sulfate de fer, on l'applique avec un pinceau sur la souche au fur et à mesure de la taille, sans écorçage préalable. Ce traitement fut pratiqué du 1^{er} au 15 novembre 1894, et, dans le mois de mars 1895, on essaya comparativement des badigeonnages avec des solutions à 4 pour 100 et à 8 pour 100 de sulfate de fer, ainsi que des solutions à 8 pour 100 de citrate de fer ammoniacal, de malate et de tannate du même métal, et à 8 pour 100 de sulfate de cuivre, d'oxyde de fer et de sulfate de zinc.

Les résultats de ces diverses opérations ont conduit, au moins provisoirement, à la conclusion que le citrate et le sulfate de fer en solution saturée sont les deux seules substances qui ont provoqué le verdissement à peu près complet des souches. Le citrate est d'un prix trop élevé : la solution saturée de sulfate de fer est donc celle qu'il y a lieu d'employer. Les résultats sont assez favorables pour que j'aie engagé les propriétaires des vignes bourguignonnes atteintes de chlorose à expérimenter, dès l'automne dernier le procédé Rassignier. M. Guillon conseille d'appliquer le badigeonnage à l'époque la plus rapprochée possible de celle de la chute naturelle des feuilles, c'est-à-dire à l'automne : au printemps, les effets sont moins marqués.

Le gribouri. — Un insecte, malheureusement trop connu des vigneron, le *gribouri* ou *écrivain*, vient ajouter ses ravages à ceux du phylloxéra. L'insecte parfait ronge les feuilles, la larve s'attaque aux jeunes racines de la vigne. Le gribouri exerce donc son action funeste sur deux organes de première importance pour le développement de la plante et

pour sa fructification. La ponte des œufs, au nombre d'une trentaine par femelle, se fait sur les écorces, non loin du collet de la racine. Au bout d'une dizaine de jours a lieu l'éclosion ; les larves, peu après leur naissance, s'enfoncent dans le sol et cherchent un abri dans les sillons qu'elles creusent dans les racines du cep ; vers la fin de mars, elles quittent les racines et pratiquent dans le sol des loges ovales dans lesquelles elles se métamorphosent en nymphes. Au bout d'un temps variable, quinze jours en général, la nymphe se transforme en insecte parfait : celui-ci, de la fin de mai jusqu'en juillet et août, dévore les feuilles de la vigne, en y faisant des entailles allongées dont la disposition affecte grossièrement la forme de lettres, d'où est venu le nom vulgaire d'*écrivain* donné à cet insecte. Jusqu'à présent, les tentatives faites en vue de détruire les larves du gribouri ont à peu près complètement échoué. On en est réduit à faire la chasse à l'insecte parfait, au soleil levant, en frappant les ceps et recueillant dans un vase *ad hoc* les gribouris engourdis par la fraîcheur de la nuit.

Le badigeonnage Balbiani, précédé du décorticage, ne semble pas mieux réussir que les autres modes de traitement essayés à détruire les œufs ni les larves du gribouri. Le remède est encore à trouver.

Dans certains vignobles, on lâche la volaille, poules, oies, dindons, pintades, qui font, paraît-il, une guerre assez vive aux gribouris. Ce procédé-là ne me semble pas suffisant pour arrêter les ravages de cet insecte, d'autant que les volailles refusent au bout de quelque temps de se nourrir de gribouris.

Dans ma *Revue agronomique* du *Temps* du 20 août

1895, faisant connaître les impressions que je rapportais de cette excursion dans la Côte-d'Or, j'ai émis, sur la supériorité des vins produits par le cépage français sur les vins de greffe, l'opinion que j'ai rappelée plus haut. De nombreuses dégustations, faites dans les conditions les plus variées, m'ont depuis longtemps convaincu que des vins des mêmes crus et de même année ont, suivant qu'ils proviennent de vignes françaises ou de vignes greffées, une saveur et des qualités organoleptiques différentes et à l'avantage, à mon avis, des cépages français de pied franc.

Cette opinion, comme toutes les appréciations de ce genre, est affaire essentiellement personnelle; il n'y a pas lieu de s'étonner qu'elle ne soit pas partagée par tout le monde et notamment par un certain nombre de propagateurs des cépages américains. La bonne foi des partisans de l'une ou l'autre opinion ne saurait être mise en doute et le proverbe que j'invoquais : « des goûts et des couleurs on ne peut discuter » n'a jamais trouvé plus juste application. Je réponds à l'appel qu'ont fait à ma « loyale impartialité » les signataires de la lettre qui m'a été adressée à ce sujet, par les présidents des sociétés viticoles de la Côte-d'Or, en la reproduisant textuellement :

Beaune, 31 août 1895.

Monsieur,

Vous avez publié, dans le journal le *Temps*, les 6 et 20 août, le compte rendu d'une excursion faite par vous en Côte-d'Or pour étudier l'état actuel du vignoble. De ce que vous avez vu, des renseignements qui vous ont été donnés vous concluez qu'il est possible, facile même, de défendre les vignes contre les ravages du phylloxéra, de les maintenir à peu de frais dans l'état de végétation et de

production *des plus belles vignes d'autrefois*, et vous dites :

« La conservation des vieilles vignes françaises s'impose pour nos grands crus, la qualité des vins récoltés sur cépages américains greffés demeurant, pour tout dégustateur à l'esprit non prévenu, manifestement inférieure, comme saveur et comme bouquet, à celle de vins produits côte à côte par nos vieilles souches. »

Le jugement est injuste. Aussi notre situation de présidents de sociétés viticoles nous impose l'obligation de protester avec énergie; c'est un devoir professionnel et *patriotique* auquel nous ne pouvons ni ne voulons nous soustraire.

Nous ne mettons pas en doute votre sincérité, monsieur, mais votre bonne foi a été surprise. Avant de porter le jugement que nous nous refusons à accepter, vous avez certainement dégusté des vins provenant des vieilles vignes françaises et vous les avez comparés avec d'autres vins produits, eux aussi, *par des vignes françaises*, mais greffées sur cépages américains, et ceux-ci vous ont paru inférieurs aux premiers. Mais ces vins comparés entre eux étaient-ils de même année, de même cépage et de même cru? Par exemple, il est incontestable qu'un vin blanc de Montrachet de 1885 ou de 1887, pour ne pas remonter trop loin, est supérieur à un vin de la dernière ou de l'avant-dernière récolte, fait avec un raisin d'aligoté et provenant de vignes greffées; le jugement n'est valable que s'il est basé sur la comparaison de produits de même âge et de même nature.

Quoi qu'il en soit, et *sans discuter des goûts et des couleurs*, ainsi que vous le dites, nous ne craignons pas d'affirmer que les vins produits par les cépages français greffés sur américains ne sont pas inférieurs aux vins produits par les anciennes vignes défendues avec le sulfure de carbone.

Il nous paraît inutile, monsieur, avec un savant de votre autorité, d'invoquer la loi physiologique de l'amélioration des fruits par le greffage, et nous nous bornons à rappeler les faits précis et officiellement constatés.

En 1893, au concours général agricole de Paris, auquel la Côte-d'Or était représentée par un petit nombre d'échan-

tillons, la première récompense, une médaille d'or, a été décernée à un vin blanc provenant de vignes greffées.

En 1894, le nombre d'échantillons exposés était beaucoup plus important et comprenait des vins de toutes les catégories provenant de vieilles vignes aussi bien que de vignes greffées. Les trois premières récompenses ont été accordées à l'unanimité à des vins de vignes greffées : médaille d'or à un vin fin de Musigny ; médaille d'or à un grand ordinaire de Buisson-Ladoin ; médaille d'or à un vin blanc de Meursault, les Charmes. Nous ne citons aucun nom, voulant éviter toute réclame et conserver à cette lettre son caractère impersonnel et d'intérêt public. Avons-nous besoin d'ajouter, pour donner plus de poids à ce témoignage en faveur des vins de greffes, que, les bouteilles ne portant que des numéros d'ordre, le jury ne connaît nullement l'origine des vins soumis à son appréciation.

Tous les ans, le jour de la vente des vins des hospices de Beaune, le Comité d'agriculture organise une exposition des vins de la Bourgogne ; à côté des crus de la Côte-d'Or figurent les vins de l'Yonne aussi bien que ceux du Beaujolais et du Mâconnais, vins fins et ordinaires, blancs et rouges. En 1894, le jury, choisi par de nombreux propriétaires et négociants parmi les meilleurs dégustateurs de la région réunis à Beaune à cette occasion, a formulé ainsi son opinion :

« Il a été présenté, aussi, de nombreux échantillons provenant de vignes reconstituées ; le jury déclare, avec grande satisfaction, que ces vins reproduisent les qualités originelles des anciens cépages bourguignons. »

Le jury du concours agricole de Paris, en 1894, a été plus affirmatif encore : « Les membres du jury ont constaté que ces vins avaient plus de moelleux, de vinosité et sont plus *fruités* que les vins provenant de vieilles vignes ».

Propriétaires de vieilles vignes françaises, partisans résolus de leur défense par le sulfure de carbone, notre expérience personnelle nous donne peut-être quelque autorité pour en parler et vous dire ce que nous pensons de ce moyen de conservation du vignoble français.

Avec de fortes fumures et une application régulière du sulfure de carbone, on peut arriver à maintenir la végétation des anciennes souches et leur donner toutes les apparences de vignes prospères. A notre avis, ce n'est pas ainsi qu'il faut poser le problème. Il s'agit de savoir si le *propriétaire* qui défend ses vieilles vignes avec le sulfure de carbone a intérêt à le faire et si le produit correspond à la dépense. Tant que les vignes traitées donnent des récoltes d'un produit supérieur aux frais de tout genre exigés par une culture soignée, nous reconnaissons que les *propriétaires*, qui ne sont que propriétaires, ont tout intérêt à les défendre; c'est même un devoir *patriotique*, nous vous le concédons volontiers. Mais nous ne pouvons les blâmer, quand le manque persistant de récolte les constitue en perte, de chercher ailleurs les moyens d'assurer le revenu de leurs terres et d'avoir recours aux vignes greffées qui ont fait leurs preuves.

Nous comptons, monsieur, sur votre loyale impartialité pour publier notre lettre dans votre prochaine « Revue agronomique », et nous vous prions d'agréer notre considération la plus distinguée.

D^r E. CHANUT, *président*
du Comice de Nuits.

AD. SAVOT, *président*
du Syndicat viticole de la Côte
dijonnaise.

LOUIS MALDANT, *président*
de la Société vigneronne
de Beaune.

LYOËN, *président*
honoraire de la Société
vigneronne de Beaune.

BOUDIER, *président de la Société*
vigneronne du canton de Nuits.

De la première partie de cette lettre je n'ai rien à dire, si ce n'est que je repousse la qualification d'*injuste* donnée à mon opinion sur la qualité des vins de cépages français, attendu qu'une opinion en matière de saveur ou de parfum ne saurait être ni juste ni injuste; elle est ce que la font, pour chacun de nous,

le palais et l'odorat : ni plus ni moins. Je ne sais pas quelle sera la qualité des vins provenant de vignes greffées quand celles-ci auront un siècle d'existence, si elles atteignent cet âge sans l'aide du sulfure de carbone, ce qui est absolument contestable pour le moment. Je n'entends parler que des vins que j'ai pu déguster. L'avenir tranchera la question. En attendant, les résultats de la vente des vins des hospices de Beaune, récolte de 1895, sont venus, il me semble, démontrer que je ne suis pas le seul à préférer les produits de nos vieux cépages français à ceux des plants américains greffés.

L'adjudication publique du 17 novembre 1895 ne paraît pas prouver que les vins de grands crus en cépages américains soient en hausse dans l'estime des connaisseurs; un coup d'œil jeté sur le tableau suivant, qui reproduit les chiffres officiels des adjudications de 1892 et de 1895, édifiera nos lecteurs :

Vins rouges.

(PRIX DE LA QUEUE, 456 LITRES)

Nature des cépages.		1892	1895
		Francs.	Francs.
Meursault-Santenot.	Américain greffé.	3 300	1 500
Meursault.	Id.	2 560	invendu
Beaune.	Id.	2 400	invendu
Pomard.	Id.	3 000	1 420

Vins blancs.

Meursault.	Américain greffé.	3 300	1 360
— 1893.	Id.	invendu	1 420

Vins rouges.

Savigny-Vergelesse	Cépage français.	1 700	1 450
Savigny.	Id.	1 660	1 300
Volnay.	Id.	3 000	2 420
Pomard.	Id.	3 250	2 400
Beaune.	Id.	2 140	2 200
Beaune.	Id.	2 300	2 160
Aloxe Corton.	Id.	3 020	2 020

Il résulte de là que sur six cuvées de cépage américain, deux n'ont pas trouvé d'acquéreur : les quatre autres ont atteint à grand'peine des chiffres voisins de ceux d'un cru réputé très inférieur à ceux d'où elles provenaient. Le meursault-santenot s'est vendu à peine aussi cher que le savigny et le vin de la fameuse feuillette (de 114 litres) achetée 825 fr. en 1892 n'a plus rencontré d'acquéreur qu'à 350 fr. en 1895, c'est-à-dire au prix du savigny-vergelesse. Ces documents authentiques se passent de commentaires.

La question est donc vidée, pour moi du moins ; je n'y reviendrai pas, laissant aux amateurs des vins exquis de la Côte toute liberté de se ranger à l'une ou à l'autre des appréciations en présence.

L'objectif pour ainsi dire unique des excursions faites en Bourgogne à quatre ans de distance était d'entraîner la conviction des viticulteurs de la Champagne sérieusement menacés par les atteintes du phylloxéra, dans la voie de défense si heureusement suivie par de trop rares propriétaires de la Côte-d'Or. Tout ce que j'ai vu en 1896, comme en 1892, m'a confirmé dans la possibilité, pour des crus de la valeur de ceux de la Côte-d'Or et de la Champagne, de maintenir le vieux cépage. C'est donc avec une grande satisfaction que je vois mes honorables correspondants se déclarer *partisans résolus de la défense des vignes françaises par le sulfure de carbone*, tout en proclamant l'égalité, la supériorité même des vins de cépages greffés. Si tel est leur avis, ce dont on ne saurait douter en présence de leur affirmation, pourquoi, *propriétaires de vieilles vignes françaises*, ne continuent-ils pas à les défendre contre le fléau, au lieu de les arracher pour les remplacer par des

cépages greffés? Pourquoi, puisqu'ils veulent bien me concéder que c'est un *devoir patriotique* pour les propriétaires de se défendre, ne s'y conforment-ils pas? Parce que, disent-ils, ce n'est pas ainsi qu'il faut poser la question et qu'il s'agit seulement de savoir si le propriétaire qui défend ses vieilles vignes avec le sulfure de carbone a intérêt à le faire et si le produit correspond à la dépense. Nous touchons ici à une question de chiffres dans le détail desquels je ne puis entrer, mais qui me semble résolue par les indications que les divers viticulteurs de la Côte ont bien voulu me donner, en les accompagnant de tous les renseignements nécessaires. Le coût de la défense et de la fumure, qui en est un élément essentiel, oscille, d'après la comptabilité de ces propriétaires, entre 800 et 1 200 francs à l'hectare et par an. Au clos Saint-Jacques ils s'élèvent à 1 080 francs, à Savigny-lez-Beaune, chez M. Heuvrard, à 862 francs seulement. J'ai donc pu dire, en tenant compte de la haute valeur des produits des crus de pinots de la Côte, que les vieilles vignes françaises supportent aisément les frais de la défense.

Mes honorables correspondants partagent l'avis qu'« avec de fortes fumures et une application régulière du sulfure de carbone, on peut arriver à maintenir la végétation des anciennes souches et leur donner toutes les apparences de vignes prospères », et c'est le chiffre de la dépense nécessaire pour atteindre ce but qui semble leur objection principale à cette conservation. Les propriétaires des deux cents hectares environ de grands crus, encore défendus avec succès sur la Côte d'Or, seraient apparemment les premiers intéressés à ne pas persister, depuis

bientôt quinze ans, dans une lutte ruineuse pour eux et j'estime, de plus en plus, que les viticulteurs de la Champagne doivent s'inspirer de leur exemple pour conserver à la France un des joyaux de la production du sol.

Je suis absolument d'accord avec les présidents des associations agricoles de la Côte-d'Or sur la nécessité d'opposer la valeur des produits aux dépenses qu'ils occasionnent; mais je ne puis m'empêcher de penser que ce qu'un certain nombre de propriétaires ont pu faire pour conserver leurs vieilles vignes, la plupart des viticulteurs de la Champagne peuvent le faire.

Parmi les lettres assez nombreuses que j'ai reçues à l'occasion du récit de mon excursion en Bourgogne, il en est une dont je veux donner un extrait : l'honorable député de l'Aube, M. le D^r Miehou, me cite l'exemple suivant qui confirme pleinement les résultats obtenus en Bourgogne par l'emploi simultané des fumures et du sulfure de carbone pour la défense contre le phylloxéra.

« En 1884, m'écrivit le docteur Miehou, je voyais à Saint-Emilion, chez M. Decesse, qui est originaire de mon pays, une vigne qui commençait à périr sous les atteintes du phylloxéra; je constatai l'existence de l'insecte à l'aide de la loupe. M. Decesse, intelligent et travailleur, se mit à fumer fortement et à cultiver énergiquement sa vigne; en même temps, il donna à chaque cep quatre coups de pal, injectant chacun le quart d'une dose ordinaire de sulfure. En 1887, j'ai revu cette vigne; elle était splendide et débarrassée de l'insecte, que M. Decesse avait tué, tout en donnant par l'engrais et par la culture plus de vigueur à sa vigne. »

Voilà un exemple à ajouter à tant d'autres, de ce que peut, au début des attaques du fléau, une forte fumure combinée avec l'injection du sulfure. Pourquoi les moyens qui ont réussi et réussissent encore dans le Bordelais et dans la Bourgogne ne seraient-ils pas couronnés de succès en Champagne, si l'on y recourt au début de l'invasion ?

XVII

COMMERCE DES GRAINES DE SEMENCES

Fraudeurs et dupes. — Le contrôle des semences.

I. — Le contrôle des semences.

Le printemps ramène les feuilles aux arbres, les hirondelles sous le toit domestique ; mais cette saison charmante met aussi en mouvement une nuée de commerçants de bas étage qui tentent, soit par leurs commis voyageurs, soit par des circulaires éhontées, on le verra plus loin, de tromper les cultivateurs dans des limites qu'on ne soupçonne pas.

Je me propose de passer en revue les conditions générales qui doivent présider au choix et à l'acquisition des semences, le commerce dont elles sont l'objet et tout spécialement les fraudes éhontées auxquelles ce commerce donne lieu. J'espère ainsi mettre les cultivateurs en mesure d'éviter le dol auquel les exposent les procédés vraiment incroyables employés par certains grainetiers dont les agissements méritent d'être mis en lumière.

Les cultivateurs sont exposés, dans l'achat des semences, à des tromperies atteignant des limites que peu d'entre eux soupçonnent.

Sur les *six cents millions de francs*, au minimum, qui représentent la valeur des semences confiées chaque année au sol français, quelle part revient à l'achat fait directement au commerce, c'est ce qu'il ne nous est pas possible d'indiquer par un chiffre, mais, à coup sûr, il s'agit de sommes considérables et, pour les cultivateurs victimes de la fraude, de pertes qui dépassent de beaucoup le prix des graines : en effet, non seulement il y a perte sèche de la valeur des mauvaises graines, mais toutes les dépenses culturales, labour, fumure, main-d'œuvre, viennent s'y ajouter du moment que la récolte fait défaut du chef de la mauvaise qualité de la semence.

Les deux facteurs essentiels du rendement d'un sol, chacun le sait, sont, toutes choses égales d'ailleurs (nature et qualité du sol, climat, sécheresse, pluie, etc.), la fumure qu'il reçoit et la qualité des semences qu'on lui confie.

Dans un très grand nombre de cas, le cultivateur est obligé de recourir au commerce pour se procurer : d'une part, les matières fertilisantes, complémentaires de celles que le fumier n'apporte pas en quantité suffisante; de l'autre, les semences nécessaires à l'emblavure de ses champs ou à la création de ses prairies.

Il en est de même du jardinier-maraîcher, du petit propriétaire de jardin, ceux-ci étant plus exposés encore que les grands cultivateurs aux tromperies inouïes que nous signalerons plus loin, par la raison qu'ils s'adressent de préférence aux grainetiers détaillants de leur petite ville ou de leur village, tantôt dupes, tantôt complices des négociants éhontés dont nous allons faire connaître les agissements.

Toute tromperie, de la part des vendeurs, sur la nature et la richesse des engrais commerciaux, sur la pureté et la valeur germinative des graines, entraîne, pour le cultivateur qui en est victime, des pertes de beaucoup supérieures à l'économie résultant de la différence du prix qu'il a payé soit l'engrais, soit la semence, en passant par les mains de cette nuée de concurrents de bas étage qui s'abattent, comme des corbeaux, sur nos campagnes, à l'époque des fumures et des semailles d'automne et de printemps. En effet, comme nous le disions à l'instant, le cultivateur aura fait en pure perte des frais de culture et de semaille, si, par suite de la mauvaise qualité des engrais ou des graines, la récolte est nulle ou seulement médiocre.

Aujourd'hui, grâce aux enseignements des directeurs des Stations agronomiques, des professeurs départementaux d'agriculture et au développement des syndicats agricoles, la fraude sur les engrais a notablement diminué, sans toutefois avoir disparu : les gens bien informés estiment que la plus grande partie des engrais commerciaux dont la vente représente annuellement 140 millions de francs environ, est vendue sur titre garanti. Grâce à la loi de 1888, tout agriculteur qui veut en réclamer le bénéfice, en prenant la résolution de baser tous ses marchés d'engrais sur les prescriptions de cette loi, peut éviter d'être trompé sur la nature, la qualité et la valeur des engrais qu'il achète. Il s'en faut de beaucoup, malheureusement, qu'il en soit ainsi pour les achats de semences, mais il ne tient cependant qu'à la volonté des cultivateurs, pour toutes les acquisitions importantes, d'éloigner d'eux les marchés dolosifs : ils n'ont

pour cela qu'à s'entourer des précautions, si faciles à prendre, que nous rappellerons plus loin. Comme préambule aux faits que je veux faire connaître aux cultivateurs, aux maraîchers et aux propriétaires de jardins, je crois nécessaire de donner quelques indications générales sur la manière d'apprécier la valeur des semences.

Quatre conditions principales concourent à établir la qualité d'une semence : 1° la pureté, c'est-à-dire la proportion centésimale de graines pures de l'espèce vendue, dans un poids donné de semences; 2° la faculté germinative, c'est-à-dire la proportion centésimale des graines capables de germer; 3° le volume; 4° enfin la pesanteur spécifique de la graine. Il va sans dire que les graines doivent, en outre, être saines et dépourvues de champignons ou autres parasites nuisibles à leur développement.

Pour préciser les qualités requises par les conditions énumérées ci-dessus, prenons un exemple : quand on dit qu'un lot de graines, trèfle ou autre, possède une pureté de 85 pour 100 et une faculté germinative de 75 pour 100, cela signifie qu'il renferme 85 graines de trèfle sur 100 et que 75 pour 100 de ces graines germeront. On est convenu d'appeler *valeur utile* des semences, le nombre qu'on obtient en divisant par 100 le chiffre qui indique la pureté et en multipliant le quotient obtenu par le taux de graines reconnues aptes à germer. Dans l'exemple que j'ai choisi, la valeur utile serait égale à

$$\frac{85}{100} \times 75 = 63,75 \text{ 0/0.}$$

Commercialement, on dit d'une semblable graine

qu'elle est à 63,75 pour 100. Un lot de graine à 100 pour 100 serait entièrement exempt d'impuretés et formé de graines qui toutes germeraient.

La constatation de ces deux éléments d'appréciation demande un outillage convenable et des connaissances spéciales. Le contrôle des graines étant tout aussi important que celui des engrais, on a créé des laboratoires d'essais des semences dans tous les pays civilisés : l'Institut national agronomique en possède un, dirigé avec une compétence parfaite par M. Schribaux, professeur de cet établissement de haut enseignement agricole.

Rien n'est donc plus facile pour les cultivateurs que d'être renseignés, moyennant une dépense insignifiante, sur la faculté germinative des graines qu'on leur propose. Malheur à ceux qui par insouciance ou voulant faire une économie mal entendue, se laissent aller à acheter de préférence des graines à bas prix : ce sont les plus chères de toutes. Les exemples abondent pour le prouver ; j'en citerai quelques-uns, avant de signaler les agissements des forbans X... and Co que je ne veux pas nommer, on verra plus loin pour quelle raison. Dans l'un de ses intéressants rapports annuels, M. le Dr Stebler, directeur de la Station d'essais de semences de Zurich, cite un résultat d'analyse plus probant que tous les raisonnements, en ce qui touche l'importance des achats sur garantie de valeur. Il s'agit d'échantillons de ray-grass provenant d'une maison anglaise très importante. Cette maison livre à l'agriculture quatre qualités de semences de ray-grass, dont l'analyse a conduit M. Stebler aux constatations suivantes :

	1 ^{re} qualité.	2 ^e qualité.	3 ^e qualité.	4 ^e qualité.
Pureté p. 100,.....	96,9	91,4	28,6	32,5
Faculté germinative p. 100,.....	73,0	53,0	34,0	10,0
Valeur utile p. 100.	70,7	48,3	28,1	3,3
Prix du kilogramme, francs et cent....	0,58	0,475	0,30	0,185
Prix de revient du kil. de semences <i>pures</i>	0,73	0,98	1,07	5,61

Il résulte de là que la quatrième qualité, la moins chère en apparence, coûte en réalité huit fois plus que la première, bien que le kilogramme de celle-ci soit vendu trois fois plus cher.

Les graines peuvent pécher, si l'on veut me pardonner l'expression, par action tout aussi bien que par omission. Elles pèchent par omission comme le ray-grass examiné par M. Stebler; elles pèchent par action quand les impuretés qu'elles renferment sont principalement formées de graines germantes d'espèces nuisibles. M. Schribaux, dont les travaux ont si utilement concouru à la propagation d'une excellente plante fourragère, la vesce velue, a eu l'occasion, au cours de ses études sur la nouvelle légumineuse, de nous fournir un exemple saisissant du danger que fait courir l'emploi de semences impures. Je vais le rappeler. La vesce velue, que la Station d'essais des semences de l'Institut agronomique a introduite et propagée en France depuis plusieurs années, est, mes lecteurs le savent, un des meilleurs fourrages dont on puisse recommander l'emploi. Malheureusement, avec le développement qu'a pris cette culture et la sécheresse excessive de l'année 1893, le prix des semences de vesce velue est monté de 45 à 50 fr.

les 100 kilogr. (prix de 1890) à 140 et au-dessus. Cette hausse énorme a eu pour résultat immédiat la falsification, par le commerce, des semences de cette excellente plante.

M. Schribaux a publié le résultat de cinq analyses qu'il a eu l'occasion de faire sur la demande d'acheteurs et qui ont montré que le taux de pureté des semences de vesce velue variait de 23 à 64 pour 100 dans les échantillons vendus de 80 à 140 fr. les 100 kilogr.

Dans ces cinq échantillons, le vendeur a ajouté de 36 à 77 pour 100 de criblures de blé et de seigle, et le malheur des acheteurs a voulu que ces criblures fussent elles-mêmes très impures et continssent de 11 à 17 pour 100 du poids des graines vendues, et de 13 à 38 de nielle pour 100 de vesces sauvages.

Les propriétés toxiques de la nielle et la difficulté d'extirper d'un champ les vesces sauvages (*vescerons*) qui l'ont une fois envahi, sont connues de tous les cultivateurs. Mais le plus grand danger qu'offrent ces graines est leur résistance à la germination, qui fait que, deux ans après avoir été semées dans un champ, elles lèvent avec une grande activité, et que pas une d'elles n'a pourri dans le sol. Leur germination s'échelonne sur une longue période; la nielle, une fois dans le sol, infestera plusieurs cultures successives, et les façons les plus soignées, au cours d'une seule campagne, ne suffiront pas à la détruire. Quant aux vesces spontanées, elles sont pourvues d'un tégument imperméable qui leur permet de sommeiller dans la terre pendant longtemps; elles germent successivement, comme la nielle, et empoisonnent le sol durant de longues années.

Un agriculteur de l'Hérault écrivait le 19 juin 1893 à M. Schribaux : « Au mois d'août 1892, je me suis procuré 500 kilogr. de vesce velue, que j'ai fait ense- mencer dans différentes propriétés. Les semences ont parfaitement levé et résisté aux fortes gelées de décembre et de janvier. Mais les froids survenus en février les ont complètement anéanties. Vérification faite au laboratoire de l'Institut, la semence vendue ne renfermait *pas une seule graine de vesce velue*, elle était composée exclusivement de vesce d'hiver de petit calibre!

L'analyse des cinq échantillons de vesce velue adressés par les acheteurs à M. Schribaux montre les dangers que courent les cultivateurs quand ils achètent leur semence sans garantie, même lorsque cette semence contient des graines de l'espèce qu'on a entendu acquérir. Les chiffres obtenus au labora- toire de l'Institut agronomique méritent d'attirer l'attention des cultivateurs; les voici dans toute leur éloquence :

**Nombre de graines dans un kilogramme
de semence brute.**

	Graines de vesce velue.	Nelle et vesce sauvage.	Blé et seigle.	Total des impuretés.
N° 1.	44 000	11 000	14 000	22 000
2.	27 000	19 000	1 000	20 000
3.	24 000	43 000	600	43 600
4.	26 000	9 000	4 000	40 000
5.	11 000	25 000	13 010	38 000

Je pourrais multiplier, pour ainsi dire à l'infini, les exemples de mélanges de graines livrés au commerce et signalés par les différents laboratoires d'essais de

graines, de la France, de la Suisse, de l'Allemagne, du Danemark, etc. Mais ceux que je viens de donner suffisent, je crois, pour démontrer la nécessité de recourir aux laboratoires de contrôle dans tout achat de grains tant soit peu important. Avant de rappeler les moyens simples à employer pour cela, il me reste à parler des incroyables agissements que révèlent les prospectus de la maison X... and C^o

II. — La maison X... and C^o

La maison X... and C^o (graines en gros, spécialités de soldes, réformés, surannés, déchets et criblures) — c'est ainsi qu'elle désigne elle-même l'objet de son commerce — fait répandre discrètement, mais à profusion, à la fin de l'hiver, son prospectus-réclame pour le printemps suivant. Il y a quatre ans, indigné par la lecture de la circulaire de la même maison pour l'année 1891-1892, j'avais pensé qu'en la publiant avec le nom et l'adresse de ses auteurs, je mettrais utilement en garde les intéressés contre des agissements dont le cynisme dépasse tout ce que m'ont révélé vingt-cinq années de rapports entre les négociants et les agriculteurs.

Je crains d'avoir agi naïvement : il se pourrait bien que la divulgation du nom et de l'adresse de ces négociants, portés par moi à la connaissance du public, ait été tout à fait à l'encontre du but que je me proposais; la maison X... and C^o. comme je la désignerai aujourd'hui, étant à la fois acheteuse et vendeuse de graines mortes, j'ai tout lieu de craindre que la publicité donnée à sa raison sociale ait abouti à enseigner aux détenteurs de criblures, graines réformées et

surannées, suivant l'ingénieux euphémisme de X... and C^o l'adresse d'un commerce éhonté mais profitable, comme on le verra par la suite. où l'on peut écouler les déchets de ses récoltes et les balayures de ses greniers.

Quoi qu'il en soit, le préjudice qu'un pareil trafic peut causer aux cultivateurs est si grand que, tout en omettant cette fois les noms et adresses des trafiquants, je crois de mon devoir d'appeler l'attention de mes lecteurs sur le genre d'escroquerie inouïe auquel la maison X... and C^o convie les marchands grainiers, petits et grands, au grand détriment de leur clientèle.

Avant d'analyser le prospectus de 1894, je reproduirai textuellement la circulaire de 1891-1892 dont j'ai dû, à cette époque, la communication à un conseiller général, président d'une importante association de l'un des départements de l'Ouest. Cet incroyable document, aussi mal écrit (j'en respecterai le style) que l'acte qu'il constitue est coupable, avait été adressé aux marchands grainiers de l'Ouest de la France. Le prospectus de 1894 m'a été envoyé, d'une autre région. Quoique très intéressant également, il reste bien au-dessous du document de 1891-1892 que leurs auteurs ont sans doute été amenés à ne plus rééditer, jugeant suffisante la publicité que j'avais donnée à leurs délictueuses incitations à la fraude. — Voici d'abord la copie textuelle de la circulaire de 1891-1892, sans nom d'imprimeur comme celle de 1894, d'ailleurs. — Malgré le cachet étranger que la désignation *and C^o* semble donner à cette maison, il s'agit malheureusement d'une maison française ayant son repaire à Paris.

Graines fourragères, potagères et de fleurs

en Solde

CONVENANT POUR MÉLANGES ET COLPORTAGE.

Ces graines, provenant du surplus des stocks des grandes cultures et marchands grainiers du continent, ainsi que des liquidations, faillites ou ventes publiques, sont vendues par nous à **très bas prix, mais sans garanties d'aucune sorte**, quoique nous puissions désigner, à titre de renseignements, les espèces, âge et germination probable.

X... et C^o

Marchands de graines.

PARIS

1891-1892

Les acheteurs n'ont qu'à nous désigner les *sortes* de vieilles graines qui les intéresseraient et les quantités dont ils seraient éventuellement preneurs; nous leur adresserons nos prix.

Mélanges. — Avec une germination de 70 à 80 pour 100, toutes les graines peuvent être vendues comme graines nouvelles. La levée étant suffisante, on est certain de ne recevoir aucun reproche de sa clientèle.

Il est donc évident que quand le marchand grainier qui s'attachera à faire cultiver ou à acheter des graines de premier choix, pouvant germer de 95 à 100 pour 100 et qui nous achètera des graines **mortes**, c'est-à-dire de vieilles **pour mélanger**, ne germant plus ou bien qui germeraient encore, mais dont il pourrait s'assurer des espèces, gagnerait beaucoup d'argent sans risques d'aucune sorte.

Exemple : Si on vend par année 300 kilos de graines d'oignons, que l'on paye 4 fr. le kilo, achetez-en seulement 350 kilos germant de 98 ou 100 pour 100 et prenez-nous 120 ou 150 kilos de vieilles graines d'oignons que nous vendrons, soit 0 fr. 40 centimes le kilo, d'où un profit de 500 fr. environ !

Autre exemple : Vous vendez 10 000 kilos de betteraves annuellement. Si vous en achetez 6 000 kilos à 60 fr. en

graines nouvelles germant à 200 pour 100 ¹, vous pouvez sans inconvénient les mélanger avec 4 000 kilos de graines *mortes* que nous vous vendrons 10 ou 15 fr. les 100 kilos, soit un profit de 2 000 fr., indépendamment de celui que vous réalisez d'ordinaire!

Et nous le répétons, tout cela peut se faire tout en donnant satisfaction à sa clientèle!!

Tous ceux qui ont un stock de vieilles graines fourragères, potagères ou de fleurs, nous trouveront toujours prêts à les en débarrasser au comptant et à bons prix.

Colportage — Les marchands colporteurs qui courent les campagnes, les marchés, pour la vente des graines ou autres produits, trouveront toujours chez nous un stock considérable de graines de second choix, d'une germination suffisante pour n'encourir aucun reproche de leur clientèle spéciale. Nous leur ferons des prix qu'ils ne trouveront nulle part et qui leur permettront de réaliser de gros profits.

Sur leur demande, nous *leur adresserons* nos prix spéciaux.

Les acheteurs qui nous donnent des ordres d'expéditions peuvent compter sur **une discrétion absolue de notre part**. Nous expédions aux gares désignées et de la façon suivante : X... et C^o *expéditeurs* ou *destinataires* et remettons aux intéressés le récépissé avec bon à délivrer, **sans que leurs noms ne figurent nulle part**.

Toutes ces ventes sont faites strictement au comptant.

Nous prions tous ceux qui ont des graines fourragères (ou déchets), potagères ou de fleurs qui les encombrant et dont ils voudraient se débarrasser pour une raison quelconque, de vouloir bien nous remettre une liste de ces graines, avec quantités de chaque sorte, leur âge et leur germination, si elles en ont encore, ainsi que des échantillons. — Nous achetons au comptant.

Voilà donc une maison de commerce qui offre d'une part, aux cultivateurs, jardiniers, fleuristes, etc.,

1. On appelle improprement graine de betterave la réunion de plusieurs graines.

en leur promettant une discrétion absolue, de leur acheter les balayures de leurs greniers et les déchets de leur culture, et qui, de l'autre, démontre avec une clarté pleine de séduction, aux marchands grainiers petits et grands, les avantages considérables de la spéculation facile à faire en secret et surtout en voyage, à l'aide des colporteurs, intermédiaires presque uniques du commerce et des petits cultivateurs! Le peu d'importance de leurs commandes oblige le plus souvent nos paysans à s'adresser à l'épicier de leur commune ou au marchand grainier de la ville voisine. Ceux-ci, comme l'a si justement aussi fait observer M. Schribaux, sachant qu'il n'est pas encore entré dans les habitudes de leurs clients de faire vérifier la qualité et la pureté des graines qu'ils achètent, leur vendent des semences comme ils leur vendraient du sucre ou des épices, au poids ou en sacs, sans en vérifier la valeur.

Arrivons au prospectus de la campagne de 1894. Tout ce qu'on vient de lire en a disparu; plus de calculs sur les bénéfices à réaliser par les mélanges de graines mortes à des graines germantes; mais tel qu'il est, il est encore fort instructif, comme on va le voir par la lecture de quelques extraits textuels.

Huit pages in-4 autographiées suffisent à donner le signalement et le prix de trente-deux espèces de graines désignées à la fois par leur nom botanique latin, et sous les vocables français, allemand, anglais et italien.

Citons quelques exemples d'offres tout à fait édifiantes :

Betteraves. — Les détenteurs de graines *absolument mortes* en demandent aujourd'hui presque le prix des graines nouvelles.

Suivent six variétés de graines de betteraves « *petite germination* » de 70 à 75 fr. les 100 kilogr. En graines de betteraves « *mortes* » il reste peu de choses. Nous ne pouvons aujourd'hui les vendre au-dessous de 50 fr. les 100 kilogr. logées. Ces graines sont très propres.

En 1892, la graine de betteraves morte ne valait que 15 fr. les 100 kilogr.

Carotte. — Petit lot de graine persillée *sans germination* que nous tenons à 120 fr. les 100 kilogr.

Cerfeuil. — En graine réformée, il faut payer 60 fr. Le stock est restreint.

Choux. — Nous avons en magasin divers lots en graines mortes, surannées! ou réformées(?) que nous pouvons faire à des prix très avantageux (60 à 80 fr. les 100 kilogr.).

Rutabagas. — Récolte de 1891, 120 fr. les 100 kilogr.

Haricots. — Petits soldes de haricots *vieux*, 25 fr. les 100 kilogr.

Laitues. — Nous les cotons : graines blanches, 110 fr. les 100 kilogr.; graines noires, 100 fr. les 100 kilogr.

Celles que nous offrons n'ont plus *aucune germination*.

Melon. — 200 kilogr. vieille graine, de belle couleur, que nous ferions 1 fr. 50 le kilogramme.

Navets. — Nous pourrions faire du navet fourrager germant encore assez bien à 50 fr. les 100 kilogr., nous en avons une autre partie *ne germant plus du tout* à 60 fr. ¹.

Oignon. — Nous n'avons à la vente que de la graine d'oignon surannée, *sans aucune faculté germinative*, 130 fr. les 100 kilogr. ².

Persil. — Nous sommes acheteurs de grandes quantités *quels que soient la variété et l'âge*. Nous adresser échantillons avec les meilleurs prix.

Poireau. — La vieille graine est très rare. Nous pouvons

1. 10 fr. plus cher que celles qui germent encore un peu!!

2. Il paraît que l'oignon dépourvu de faculté germinative fait prime cette année, car il n'était coté en 1892 que 40 fr. les 100 kilogr., au lieu de 130 fr.

cependant en réserver quelques petits lots à nos clients que nous coterons 120 à 130 fr. les 100 kilogr.

Radis. — La graine de radis est recherchée. Nous pouvons faire les variétés suivantes, *réformées bien entendu*, sans garantie d'espèce et de germination, 120 à 130 fr. les 100 kilogr. Nous avons des graines de radis, *absolument mortes*, à 90 fr. les 100 kilogr.

Salsifis blancs. — Nous sommes détenteurs d'un lot de *très vieille graine* de salsifis blancs, bien conservé. Nous sommes décidés à vendre ces graines 65 fr. les 100 kilogr.

Luzerne. — Quelques balles vieille luzerne à 90 fr.

Trèfle. — Vieux trèfles surannés, 60 à 80 fr. les 100 kilogr. A 85 fr. la balle, nous pourrions faire une trentaine de balles de trèfle jaune des sables *vieux, mais reverdis*.

Les curieux documents qu'on vient de lire diffèrent essentiellement par leur esprit et par leur forme des réclames habituelles. Tout l'effort de leurs auteurs porte sur le défaut capital des produits qu'ils offrent à l'acheteur, à savoir, l'absence totale de faculté germinative de graines dont la première qualité est précisément de germer. Cette déclaration formelle qu'ils vendent des graines absolument mortes ne permet pas de les poursuivre, le cas échéant, pour tromperie sur la nature et la qualité de la marchandise offerte. Seuls, il paraît, les grainetiers qui se servent d'intermédiaires avec l'acheteur, ou pour dire plus exactement, de complices, sont passibles des peines édictées par la loi.

L'intervention de l'acheteur pour mettre fin, s'il est possible, à ce commerce éhonté est plus nécessaire ici qu'en tout autre cas. C'est à lui à prendre ses sûretés et à signaler au besoin, à qui de droit, les agissements dont il est victime.

Que doit donc faire le cultivateur en cette occur-

rence? Il doit recourir à la station d'essais des semences que l'État a institué à l'Institut agronomique et procéder de la façon suivante :

1^o Exiger du vendeur la garantie sur facture d'un taux de pureté et de valeur germinative évalué en tant pour cent ;

2^o Se faire remettre les graines en sacs plombés ;

3^o Prélever, à l'arrivée des graines, en présence de deux témoins impartiaux, un échantillon moyen d'environ 200 grammes ; en distraire une petite quantité pour l'examiner à loisir. Placer le reste dans un sac qui sera scellé et cacheté par les témoins. Ce sac sera adressé à la Station d'essais, 16, rue Claude-Bernard, à Paris.

Douze grands négociants en graines, dont la Station fera connaître le nom aux intéressés, ont placé toutes leurs graines sous le contrôle de cet établissement. Ces maisons ne livrent que des semences dont le coefficient de pureté et le pouvoir germinatif ont été déterminés à la Station.

Les moyens aussi simples qu'efficaces que nous venons de rappeler devraient toujours être employés par les agriculteurs qui ont à faire des commandes de quelque importance. Les petits cultivateurs, maraîchers, jardiniers, peuvent difficilement y recourir, mais ils peuvent éviter la fraude dont les faits révélés par les circulaires de la maison X... and Co leur feront pressentir la fréquence et l'étendue, en adressant leurs commandes au syndicat ou à l'association agricole auxquels ils appartiennent. Ceux-ci, centralisant les commandes, les feront exécuter avec les précautions indiquées plus haut.

Aux publicistes agricoles, aux Sociétés d'agricul-

ture et aux syndicats incombe la tâche d'éclairer les paysans et de les mettre en état, par l'association pour l'achat des semences, comme pour celui des engrais, d'échapper aux bandits. Le bon vouloir de tous les amis de l'agriculture trouvera un emploi des plus salutaires dans la propagation des circulaires de la maison X... and Co, et je ne doute pas qu'on ne puisse arriver, par là, à mettre en garde nos cultivateurs contre le péril qu'elles font toucher du doigt.

XVIII

RECHERCHES DE B. DYER SUR LA FERTILITÉ DES TERRES

L'alimentation des animaux de la ferme, pendant si longtemps abandonnée à l'empirisme, est entrée dans une voie rationnelle depuis que la physiologie et la chimie lui ont donné pour bases certaines la connaissance de la composition des aliments et leurs relations avec la production de la chair, du lait, de la graisse, du travail, etc. L'application des connaissances chimiques et physiologiques à l'alimentation du bétail permet de réaliser une double économie : en premier lieu, par le choix et l'achat des aliments d'après leur valeur nutritive, ce qui abaisse le prix de revient de la ration et supprime le gaspillage de certains principes alimentaires plus ou moins chers, impossible à éviter dans le régime empirique si longtemps suivi ; en second lieu, par la production au meilleur marché, de graisse, viande, etc., ce qui permet le renouvellement du capital engagé dans les opérations d'engraissement. L'adaptation d'un régime rationnel à la nature du but poursuivi, dans l'alimentation du bétail, constitue donc un des grands progrès que l'agriculture contemporaine a pu réa-

liser, grâce aux découvertes de la chimie et aux expériences physiologiques dont elles ont été le point de départ depuis un demi-siècle.

Nous sommes loin de posséder, en ce qui regarde l'alimentation de nos récoltes, des règles aussi précises et d'une application aussi sûre que celles qui peuvent nous guider dans la direction de nos étables et de nos écuries. Cette infériorité tient à des causes nombreuses, dont la première est la variété considérable que présente la nature du milieu sur lequel nous opérons : le sol.

La seconde cause, qui ne le cède pas en importance à la première, réside dans l'imperfection de nos connaissances sur la constitution des combinaisons chimiques qui, dans la terre, servent à nourrir les plantes et sur les conditions d'assimilation, par ces dernières, des aliments que nous offrons aux récoltes sous forme d'engrais.

Alors que, présentement, nous avons des notions incomplètes encore, mais très claires déjà sur la valeur relative de telle ou telle substance, albumine, sucre, amidon, cellulose, pour l'alimentation des animaux, ce qui nous permet d'évaluer d'une façon approchée le coefficient d'utilisation de chacune d'elles par l'animal, suivant les conditions où nous les lui donnons et le but à atteindre, il nous reste presque tout à apprendre, en ce qui regarde le coefficient d'utilisation, par la plante, des aliments que lui offre le sol ou que nous lui apportons par la fumure.

Si nous connaissions exactement, d'une part, l'état sous lequel les plantes assimilent les principes minéraux indispensables à leur existence et, de l'autre, la

proportion de ces principes existant à cet état dans le sol, nous pourrions en déduire de précieuses indications sur le choix des engrais et sur l'augmentation probable des rendements à en attendre. Malheureusement, malgré le nombre considérable de recherches auxquelles on s'est livré jusqu'ici, sur la composition des terres arables et sur les exigences des végétaux en principes alimentaires, nous sommes encore très embarrassés pour renseigner les praticiens sur ces deux points fondamentaux qui résument, pour ainsi dire, la science de la nutrition des plantes et l'art d'obtenir économiquement de grosses récoltes. Les faits *certain*s, jusqu'ici bien établis, sont en petit nombre et peuvent se résumer en quelques propositions :

1^o Contrairement à ce qui a été longtemps admis, le liquide qui imprègne le sol le plus fertile ne renferme que des quantités insignifiantes des aliments de la plante. Dans le sol le plus fécond, des trois éléments fondamentaux des fumures, acide phosphorique, potasse et azote, le dernier seul est mis à la disposition des racines, à l'état de solution nitrique, en quantité suffisante pour alimenter la récolte. Les nitrates de chaux et de magnésic, que tous les sols fertiles contiennent en quantité variable, s'y rencontrent dissous, les éléments du sol n'exerçant plus vis-à-vis d'eux la propriété absorbante en vertu de laquelle ils fixent, à l'état *insoluble*, l'acide phosphorique, la potasse et l'ammoniaque. Ce n'est donc point en solution dans l'eau qui imbibe la terre, que ces aliments de la plante, et notamment l'acide phosphorique et la potasse, sont mis à la disposition des récoltes. L'acide carbonique produit dans le sol, par

la combustion lente des matières organiques, ne solubilise pas les phosphates et la potasse, ou, tout au moins, ces aliments dissous par le gaz redeviennent immédiatement insolubles, par suite du pouvoir absorbant du sol. La vieille doctrine — *corpora non agunt nisi soluta* — doit donc être absolument abandonnée pour l'explication du mode d'alimentation des végétaux. Seuls les nitrates existent en dissolution dans la couche arable, et si la plante ne les utilise pas, au moment de leur production ou de leur introduction dans le sol comme engrais, ils sont entraînés dans le sous-sol et vont se perdre dans les couches profondes.

2° Le second fait, depuis longtemps établi (Exp. de Zøeller, Nøgeli, Stohmann, etc.), est la faculté qu'ont les végétaux de se nourrir à l'aide des phosphates et de la potasse insolubilisés par le pouvoir absorbant de la terre (combinaison avec la matière organique, etc.). C'est donc à l'état insoluble dans l'eau que les récoltes puisent dans le sol les éléments indispensables à leur organisation.

3° Le mécanisme par lequel le végétal assimile les phosphates, la potasse et les autres éléments insolubles du sol est connu dans ses traits essentiels. Les racines de toutes les plantes, et notamment les plus fines d'entre elles, qui forment ce qu'on nomme vulgairement le chevelu, contiennent un suc acide dans lequel se dissolvent, par dialyse, au travers de leur membrane extérieure, les matériaux nutritifs existant dans les grains de terre en contact avec les radicelles (acide phosphorique, potasse, etc.). Ce n'est point la solution imaginaire de ces minéraux qui vient baigner les racines, ainsi que le voulait l'ancienne hypo-

thèse de la nutrition des plantes par endosmose, mais, au contraire, les racines qui vont chercher leur nourriture en s'accolant aux particules de terre fine qui cèdent au suc acide de la plante l'acide phosphorique et le sel de potasse qui vont la nourrir.

Tel est, en quelques mots, le résumé de nos connaissances positives sur le mode d'assimilation des principes nutritifs du sol par la plante.

A quel état chimique l'acide phosphorique et la potasse, assimilables par les racines dans les conditions que nous venons de rappeler, existent-ils dans la terre? Quelle est la valeur des assertions auxquelles ont conduit les nombreuses analyses de sols de différente fertilité, faites par les méthodes jusqu'ici employées?

Les agronomes et les praticiens, qui croient pouvoir déduire de la teneur d'un sol en acide phosphorique, potasse, azote, etc., exprimée par le chiffre brut du dosage de ces corps dans une terre, des conclusions tant soit peu voisines de la réalité, en ce qui regarde la fertilité présente du sol, se font illusion. Il n'est pas inutile de le montrer et d'en donner les raisons. Prenons pour exemple l'acide phosphorique. Voici un sol qui en renferme 0.10 pour 100 de son poids de terre fine; le mètre cube de cette terre pèse, je suppose, 1 250 kilogrammes. La couche arable, sur une profondeur de 0 m. 20, pèsera, à l'hectare, 2 500 tonnes métriques et contiendra, par conséquent, 2 500 kilogrammes d'acide phosphorique. Cet hectare bien cultivé et pourvu d'ailleurs de tous les autres principes nutritifs nécessaires à la production du froment donne, par an, une récolte de 12 quintaux de blé et, malgré tous ses soins, le cultivateur

n'en peut pas obtenir davantage. Une récolte de blé de 12 quintaux avec sa paille renferme, au maximum, 20 kilogrammes d'acide phosphorique, correspondant à 44 kilogrammes de phosphate de chaux environ, soit la 125^e partie de la quantité d'acide phosphorique que contient l'hectare qui a nourri cette récolte. L'année suivante, le propriétaire de ce champ répand sur cet hectare, au labour qui précède la semaille, 80 kilogrammes d'acide phosphorique, à l'état de scories ou de superphosphate; il donne à la culture les mêmes soins que l'année précédente; les conditions climatériques et les autres conditions étant les mêmes, il récolte 20 quintaux de blé au lieu de 12. Il a donc suffi d'ajouter 80 kilogrammes d'acide phosphorique à un certain état, aux 2 500 kilogrammes du même corps que renferme la terre, pour accroître de 40 pour 100 sa fécondité. Rien ne pourrait mieux démontrer l'absence de relation étroite entre l'indication sur la teneur d'une terre en acide phosphorique, fournie par l'analyse, et le *degré* de fertilité de cette terre. Suivant que le dosage *brutal*, si je puis ainsi dire, aura révélé dans une terre l'absence ou la présence de quantités différentes d'acide phosphorique (1/1000 à 1/100), on aura des probabilités sur la fécondité relative de cette terre, mais on ne saurait en déduire aucune affirmation précise à son sujet, le dosage brutal nous laissant dans une ignorance complète sur la valeur alimentaire, pour la plante, de l'acide phosphorique dosé. Les termes : terres pauvres, moyennement riches, riches, par lesquels on traduit la proportion d'acide phosphorique total trouvée dans un sol n'ont donc pas de valeur absolue. L'expérience culturale pourra seule éclairer

le praticien d'une manière certaine sur le degré de fertilité de son sol qui dépend surtout de l'état chimique des éléments nutritifs qu'il renferme.

A quel état chimique doivent se trouver, dans le sol, l'acide phosphorique et la potasse, pour qu'on puisse les considérer comme assimilables par la plante et déduire de leur proportion une sorte de mesure de la fertilité de la terre? La question est aussi complexe que son énoncé est simple. Mais elle a une telle importance pour la pratique agricole que tout pas fait vers sa solution est du plus grand intérêt.

Un habile chimiste et agronome anglais, M. Bernard Dyer a publié récemment le résultat de dix années de recherches consacrées à étudier ce problème, à l'éclaircissement duquel il aura contribué pour une large part, en ce qui concerne les indications fournies par l'analyse du sol sur ses conditions de fertilité¹.

De l'acidité du suc des racines des végétaux.

On sait depuis longtemps, comme je l'indiquais tout à l'heure que les végétaux tirent du sol une partie de leur alimentation minérale, à l'aide de l'action dissolvante du suc acide qui agit sur les particules de la terre en contact avec les radicelles.

1. *On the analytical determination of probably available mineral Plant Food in Soil. (Journal of the Chemical Society, 1894, Londres.)* — J'ai publié, in extenso, la traduction des mémoires de Dyer dans mes Annales de la science agronomique française et étrangère, t. I, 2^e série 1895, Berger-Levrault et C^o.

Les expériences classiques de Sachs, maintes fois répétées et vérifiées, ont prouvé que l'acidité de ce suc est suffisante pour corroder la surface polie du marbre et d'autres minéraux. Mais il convient de faire remarquer que la connaissance de l'acidité du suc des racines est beaucoup plus ancienne que la découverte de son rôle. Philippe Miller, jardinier de la Société anglaise des apothicaires, avait déjà constaté, en 1733, l'acidité des racines, quand il les rafraîchissait par la taille au mois de mars.

Sir John Lawes et sir Henry Gilbert ont signalé cette acidité des racines et sa relation avec le sol dans leur mémoire sur les sources de l'azote dans la végétation (1889), et M. B. Dyer a appris de sir H. Gilbert que les auteurs, au cours de leurs recherches, avaient expérimenté sur l'acidité des racines de soixante-quinze plantes environ. Aucune de ces observations n'a été publiée et peu d'entre elles, s'il en est, ont eu pour but de déterminer le degré d'acidité du suc des racines. C'est en vue de cet objet spécial qu'ont été entreprises les recherches de M. B. Dyer.

Il récolta les plantes, autant que possible, à l'époque de leur croissance la plus vigoureuse. Les graminées (céréales et herbes de prairies) furent arrachées au début de l'inflorescence ou immédiatement avant; de même pour les légumineuses. Les pommes de terre ont été enlevées du sol quand leurs tubercules commençaient à se développer, les mangolds et les turneps, lorsque leurs bulbes mesuraient 2 à 3 centimètres de diamètre; les choux et autres crucifères, à une période analogue de leur développement. A l'examen des végétaux de grande culture, M. Dyer a joint celui d'un grand nombre de plantes de jardin :

annuelles, bisannuelles, pérennes, prises également dans la période de leur maximum d'activité.

La détermination du taux d'acidité des racines que M. B. Dyer se proposait n'était pas simple à réaliser. Dans le cas de racines volumineuses, charnues, bulbeuses, il est assez facile d'extraire le suc par expression. Mais l'examen du jus ainsi obtenu n'aurait pas jeté grande lumière sur le problème à résoudre, car ce n'est pas le liquide contenu dans les grosses racines, mais bien le suc des racines fines et du chevelu qui détermine la fonction de la plante à l'endroit de la dissolution des principes du sol. La mesure de l'acidité du suc des radicelles ne serait pas donnée par l'étude du liquide qui imprègne les racines volumineuses ou charnues.

D'autre part, l'extraction mécanique du suc des racines fines et du chevelu n'est pas possible par voie d'expression.

M. B. Dyer a imaginé de procéder d'autre manière. La terre qui adhère aux racines renfermant toujours en quantité des substances alcalines, il fallait d'abord la séparer complètement. Les végétaux enlevés avec une large motte étaient soumis rapidement à un lavage à grande eau. Un peu d'habitude et de soin permettent de débarrasser complètement la partie souterraine du végétal de la terre qui y adhère sans briser ni déchirer les racines. Ce lavage terminé, on sechait rapidement les racines dans du papier buvard; lorsqu'il ne se produisait plus de taches d'humidité sur le dernier papier, on considérait les racines comme ressuyées. Une partie des racines et des radicelles extérieures était immédiatement pesée et desséchée au bain-marie. Le taux d'eau ainsi déter-

miné, par la perte de poids, présente une assez grande approximation avec l'humidité réelle des racines, pour servir de base à la détermination du taux des sucres des racines.

Une autre partie des racines était rapidement séparée à l'aide de ciseaux (coupées et non hachées, afin d'éviter le plus possible le contact du métal avec le suc) et soumise à l'ébullition pendant un certain temps avec de l'eau distillée. Les racines ainsi épuisées étaient mises à égoutter, puis broyées dans un mortier de porcelaine et bouillies de nouveau avec de l'eau pure. — On réduisait ensuite à un faible volume, par une douce ébullition, les deux extraits aqueux réunis; l'acide carbonique était ainsi chassé et l'on dosait l'acidité du liquide concentré à l'aide d'alcali titré, en se servant de phénolphtaléine comme indicateur. Plus tard, l'expérience a prouvé à M. B. Dyer qu'on atteint plus rapidement et aussi sûrement le but en opérant directement sur les racines séchées qu'on broie au mortier et dont on épuise la poudre par l'eau. Il suffit de concentrer la liqueur, et il est inutile de la filtrer. La légère coloration brunâtre du liquide ni son léger trouble ne gênant la netteté de la réaction acidimétrique.

La concordance des résultats obtenus par les deux méthodes, dans presque tous les cas, fait penser à l'auteur qu'à l'avenir, c'est sur la matière sèche qu'il faudra opérer... Malgré que le procédé imaginé par M. Dyer ne soit pas rigoureux, au sens scientifique du mot, et puisse prêter à des objections, il lui a paru suffisamment exact pour donner une idée approchée du taux pour 100 d'acidité des racines et pour fournir,

étant connue leur teneur en eau, une évaluation numérique de l'acidité du suc, voisine de la réalité.

M. B. Dyer n'a cherché dans aucun de ces essais à identifier l'acide auquel est due l'acidité des racines. Suivant probabilité, les radicules d'une même espèce végétale renferment une variété considérable d'acides différents, de même, dans les diverses familles de plantes, les acides prédominants doivent varier. Pour le but que se proposait l'auteur, il convenait, on le verra plus loin, de calculer à l'état d'acide citrique l'acidité des racines; mais il indique aussi la valeur en hydrogène, correspondant à cette acidité, ce qui permettrait diverses évaluations en acide oxalique, tartrique, etc.

Pour chaque cas examiné, M. B. Dyer a déterminé les données suivantes :

- 1° Taux pour cent d'humidité des racines;
- 2° Taux pour cent d'acidité des racines exprimé en hydrogène;
- 3° Taux pour cent d'acidité des racines exprimé en acide citrique;
- 4° Teneur centésimale du suc des racines en acide exprimé en hydrogène;
- 5° Teneur centésimale du suc des racines en acide exprimé en acide citrique.

M. Dyer a déterminé l'acidité des racines sur cent plantes environ, appartenant à vingt familles différentes.

La moyenne générale d'acidité des racines des cent plantes est de :

0,9122 pour cent exprimé en hydrogène.
 0,8549 ———— exprimé en acide citrique cristallisé.

Malgré les écarts que l'on constate entre les acidités des diverses plantes, Dyer fait remarquer que la moyenne générale de l'ensemble (0,91 acide citrique) représente à très peu de chose près les moyennes trouvées dans chaque cas particulier, pour les végétaux qui appartiennent aux familles des *Renonculées*, *Crucifères*, *Caryophyllées*, *Légumineuses*, *Onagrées*, *Araliacées* et *Borraginées*, moyennes comprises entre 0,81 et 1,12 pour 100.

Dans les autres familles, nous trouvons les *Tropéolées*, *Primulacées*, *Ombellifères*, *Composées*, *Campanulées*, *Chénopodées* et *Graminées* dont l'acidité est compromise entre 0,53 et 0,68 pour 100. Dans les *Dipsacées* et les *Solanées* (une seule espèce examinée), la moyenne tombe à 0,44 et à 0,34 pour 100 et dans les *Liliacées* à 0,36 pour 100. D'autre part, les *Rosacées* et les *Plumbaginées* étudiées ont fourni des résultats bien plus élevés.

Si l'on calcule, cependant, l'acidité moyenne des plantes appartenant à la même famille (malgré que le nombre des plantes de chaque famille examinée varie beaucoup), puis, si l'on fait la moyenne générale de ces moyennes partielles, on trouve pour représenter la teneur centésimale moyenne des racines des vingt principales familles :

0,910 exprimé en acide citrique cristallisé.

0,013 exprimé en hydrogène.

« Quelque laborieuses et nombreuses qu'aient été ces déterminations, dit l'auteur, on ne peut les regarder que comme une ébauche, une enquête préliminaire. » Mais cette étude préliminaire semble suffisante pour indiquer que la teneur des racines fraîches en acide

libre, ce qu'il nomme l'acidité du suc des radicelles, est probablement, dans la généralité des cas, voisine de *un pour cent*, exprimée en acide citrique cristallisé.

M. B. Dyer a choisi l'acide citrique comme expression de l'acidité pour les raisons suivantes :

1° Parce que ce corps est un acide organique et appartient à ce titre au mélange des acides du suc des racines; 2° parce qu'on se sert généralement de cet acide dilué pour évaluer l'assimilabilité de l'acide phosphorique des engrais (Tollens, Stutzer, A. Thompson); 3° enfin parce qu'on le rencontre sous sa main à l'état de pureté dans tout laboratoire agricole.

D'une manière générale, les dosages précédents de l'acidité du suc des racines, bien que variables et imparfaits au point de vue scientifique, paraissent confirmer les vues de Stutzer qui a adopté la solution d'acide citrique à 1 pour 100, comme étalon de l'assimilabilité des phosphates¹.

Après avoir déterminé, le taux moyen d'acidité du suc des racines des végétaux, M. B. Dyer s'est proposé de rechercher expérimentalement comment se comporte l'acide phosphorique d'un sol depuis longtemps soumis à un régime donné de culture, vis-à-vis d'une solution correspondant, par sa teneur en acide citrique (1 pour 100), à l'acidité moyenne du suc des plantes. Il a été conduit par ces recherches à des indications du plus haut intérêt sur les conditions probables de fertilité des terres. La conclusion de son

1. Nous avons vu plus haut ce qu'il faut penser de ce critérium, ce qui n'enlève rien à l'intérêt des recherches de Dyer, la durée du contact des radicelles avec les phosphates du sol n'étant nullement comparable à l'attaque d'un phosphate au laboratoire par son contact de quelques heures avec un reactif acide.

étude est la réponse à la question suivante : *Quand les fumures phosphatées sont-elles nécessaires?*

Sir B. Lawes et Sir H. Gilbert ont autorisé M. B. Dyer à prélever une série complète d'échantillons du sol du célèbre champ de Hoosfield, à Rothamsted, cultivé en orge depuis quarante ans, sans interruption, avec des engrais différents, pour chaque parcelle, et renouvelés tous les ans dans chacune d'elles durant cette longue série de récoltes. En même temps, ils ont mis à la disposition de M. B. Dyer tous les documents relatifs au poids et à la composition des fumures et des récoltes correspondantes, pendant ces quarante années.

Le tableau I résume l'histoire instructive des diverses parcelles du champ de Hoosfield. Toutes les données numériques sont exprimées en mesures françaises et rapportées à l'hectare.

Tableau I. — Culture de Houssouffo. — FUMURES ET PRODUCTIONS — 1 HECTARE

	GRAIN VASSI				PAILLE.				RÉCOLTE en 1890
	MOYENNES DES PREMIÈRES		MOYENNES DES DEUXIÈMES		MOYENNES DES PREMIÈRES		MOYENNES DES DEUXIÈMES		
	Hect.	Hectol.	Hecto.	Hecto.	Q. m.	Q. m.	Q. m.	Q. m.	
1. O. Sans fumure.....	18,18	11,90	15,04	11,68	15,05	8,78	11,79	7,84	
2. O. 60 kil. superphosphate.....	23,00	16,17	19,58	15,04	16,70	10,96	13,75	9,41	
3. O. 224 kil. sulfate de potasse 112 kil. sulfate de soude. 112 kil. sulfate magnésien.....	20,31	12,57	16,44	13,76	15,55	8,94	12,73	5,33	
4. O. 160 kil. superphosphate et fumure de 3. O.....	24,80	15,71	20,25	15,04	18,04	10,98	11,56	8,78	
1. A. 224 kil. sels ammoniacaux.....	28,90	21,35	26,15	22,00	23,07	17,41	20,24	15,33	
2. A. 160 kil. superphosphate et 224 kil. sels ammoniacaux.....	42,43	34,35	38,39	29,85	31,56	25,57	29,95	20,24	
3. A. 224 kil. sels ammoniacaux et fumure de 3. O.....	31,31	25,48	28,30	20,77	25,73	19,82	22,77	15,48	
4. A. 224 kil. sels ammoniacaux et fumure de 4. O.....	41,51	36,38	38,96	44,63	35,46	29,50	32,48	20,81	
1. AA. 308 kil. nitrate de soude.....	33,41	25,81	29,45	26,50	27,45	20,71	24,08	17,73	
2. AA. 308 kil. nitrate et 440 kil. superphosphate.....	44,65	37,72	41,03	42,66	38,20	29,50	33,89	28,53	
3. AA. 308 kil. nitrate et fumure de 3. O.....	33,68	26,82	30,29	25,15	29,81	22,75	26,28	18,99	
4. AA. 308 kil. nitrate et fumure de 4. O.....	44,91	36,93	40,12	39,29	40,54	38,05	35,85	29,95	
1. AA. S. 308 kil. nitrate et 448 kil. silicate de soude.....	31,89	31,65	31,77	28,51	26,05	25,05	25,59	19,30	
2. AA. S. Comme I.A.A.S. + 440 kil. superphosphate.....	43,22	34,52	41,37	41,54	35,77	31,38	32,64	28,08	
3. AA. S. 308 kil. nitrate. 448 kil. silicate et la fumure de 3. O.....	37,50	33,45	35,47	22,41	30,91	26,83	28,87	24,96	
4. AA. S. 308 kil. nitrate. 448 kil. silicate et fumure de 4. O.....	45,02	40,30	42,05	41,88	38,29	35,46	35,85	28,24	
1. C. 1120 kil. tourteaux de colza.....	40,75	33,56	37,15	32,33	33,58	26,33	29,95	22,74	
2. C. 1120 kil. tourteaux + 440 kil. superphosphate.....	42,21	35,14	38,67	33,45	35,63	27,45	31,53	21,50	
3. C. 1120 kil. tourteaux et fumure de 3. O.....	39,07	32,33	35,70	28,29	33,73	25,57	29,65	20,71	
4. C. 1120 kil. tourteaux et fumure de 4. O.....	42,33	35,58	38,95	30,90	36,87	28,21	32,55	19,92	
7. Fumier 35 000 kil. à l'hectare pendant 20 ans. — Sans fumure depuis 1871.....	43,33	27,38	35,35	20,10	35,46	21,02	28,24	14,11	
7 1/2. Fumier 35 000 kil. tous les ans.....	57,41	46,23	43,67	47,60	34,83	37,34	36,08	36,56	

M. B. Dyer a fait l'analyse du sol de chacune des parcelles au point de vue de sa teneur totale en acide phosphorique et de sa richesse en acide phosphorique soluble dans la solution à 1 pour 100 d'acide citrique. Ces dosages sont rapportés au poids moyen de la couche arable d'une profondeur de 0 m. 23 sur la superficie d'un hectare. (Ce poids oscille, suivant les parcelles, de 2 646 tonnes à 2 833 tonnes.) Occupons-nous spécialement de l'acide phosphorique. Le tableau II indique les poids d'acide phosphorique total et ceux d'acide soluble, à l'hectare.

Tableau II. — TENEURS DES PARCELLES DE HOOSFIELD EN ACIDE PHOSPHORIQUE TOTAL ET EN ACIDE SOLUBLE DANS LA SOLUTION CITRIQUE A 1 POUR 100, RAPPORTÉES A L'HECTARE.

ENGRAIS APPLIQUÉS DEPUIS 1852	ACIDE phosphorique total.	ACIDE phosphorique soluble.	ACIDE phosph. soluble pour 1 de total.
	Kilogr.	Kilogr.	
1. O. Sans engrais.....	2,803	156	0,055
2. O. Superphosphate.....	5,154	1,310	0,254
3. O. Potasse (sans phosphate).....	3,426	283	0,082
4. O. Superphosphate et potasse.....	5,351	1,523	0,285
1. A. Sels ammoniacaux.....	2,746	170	0,262
2. A. Sels et superphosphate.....	4,898	1,202	0,247
3. A. Sels et potasse (sans phosphate)..	2,888	230	0,079
4. A. Sels, superphosphate et potasse...	5,154	1,416	0,274
1. AA. Nitrate de soude.....	2,914	190	0,065
2. AA. — et superphosphate.....	4,672	920	0,196
3. AA. — et potasse (sans phosphate).	2,844	232	0,081
4. AA. — superphosphate et potasse.	5,068	1,345	0,265
1. AA. S. Nitrate et silicate de soude.....	3,002	202	0,067
2. AA. S. — et superphosphate... ..	5 096	1,345	0,264
3. AA. S. — et potasse (sans phosphate).	2,972	317	0,114
4. AA. S. — superphosphate et potasse.	4,785	1,356	0,281
1. C. Tourteaux de colza.....	4,179	495	0,118
2. C. — et superphosphate.....	6,057	1,683	0,277
3. C. — et potasse (sans phosphate).....	4,011	566	0,141
4. C. — superphosphate et potasse.....	5,370	1,490	0,277
7 ¹ . Fumier pendant 20 ans — 18 ans sans fumure.....	3,732	573	0,153
7 ² . Fumier pendant 38 ans.... ..	4,110	1,044	0,252

Une vue synthétique des résultats les rendra plus saisissants encore. Le tableau III la donne : il indique les chiffres moyens déduits de l'analyse du sol et des rendements de 16 parcelles, groupées par 4, d'après la nature des fumures, savoir :

- 1^{er} groupe. — Parcelles 1.0; A; AA; AAS. Sans engrais minéraux autres que l'azote ammoniacal ou nitrique.
 2^e groupe. — Parcelles 3.0.3.A; 3.AA; 3. AA,S. Avec potasse, sans phosphate.
 3^e groupe. — Parcelles 4.0; 4.A; 4.AA; 4.AAS. Avec potasse et phosphate.
 4^e groupe. — Parcelles 2.0; 2.A; 2.AA; 2.AAS. Phosphate sans potasse.

Tableau III. — ACIDE PHOSPHORIQUE.

	1 ^{er} GROUPE 4 parcelles, 3 ans fumées à l'azote. Pas de minéraux.	2 ^e GROUPE 4 parcelles, 3 ans fumées à l'azote. Pas de phosphate Engrais minéraux.	3 ^e GROUPE 4 parcelles, 3 ans fumées à l'azote. Phosph. et potasse.	4 ^e GROUPE 4 parcelles, 3 ans fumées à l'azote. Phosphates, pas de potasse.
Acide phosphorique total pour 100.....	0,102	0,108	0,180	0,175
Acide soluble citrique pour 100.....	0,00063	0,0094	0,0498	0,0428
Acide phosphorique total l'hectare.....	2,874 ^k	3,078 ^k	5,089 ^k	4,955
Acide phosph. soluble l'hectare.....	179	265	1,410	1,220
Orge, récolte moyenne de 58 ans (gram.....)	2596	2795	3594	3590
Orge, récolte moyenne de 58 ans (paille.....)	20,61	22,54	30,16	27,30
Orge, récolte de 1890 (gram.....)	22,3	21,9	34,8	32,4
Orge, récolte de 1890 (paille.....)	15,30	16,66	24,45	21,74

On voit, en examinant les chiffres du tableau III, que la teneur centésimale moyenne en acide phos-

phorique total des sols des huit parcelles qui n'ont pas reçu de phosphate est de 0,106, tandis que, dans les parcelles phosphatées, elle s'élève à 0,178. Ces teneurs diffèrent beaucoup l'une de l'autre, comme on pouvait s'y attendre; en effet, les récoltes ont enlevé à l'hectare, en 38 ans, environ 560 kilogrammes d'acide phosphorique dans les 8 premières parcelles, sans qu'aucune restitution de ce principe n'ait eu lieu, tandis que dans les 8 autres parcelles, dont les récoltes ont enlevé 900 kilogrammes environ d'acide phosphorique, il en a été rapporté au sol environ 2 800 kilogrammes (à l'hectare), par la fumure. La différence moyenne qu'on pouvait attendre dans les teneurs centésimales en acide phosphorique total, entre les parcelles non fumées et celles qui ont reçu régulièrement des phosphates, devrait être égale à 0,08 pour 100; la différence moyenne indiquée par l'analyse est présentement de 0,072 pour 100. Cette concordance est très remarquable.

Mais l'écart entre 0,106 et 0,178 pour 100, si grand qu'il soit, ne nous eût pas fourni une grande indication pratique, en l'absence de la connaissance du traitement des diverses parcelles et de leurs rendements, dans cette période de trente-huit ans.

L'écart entre 2 960 kilogrammes et 5 000 kilogrammes d'acide phosphorique *total*, à l'hectare, se montre inapte à donner la mesure de la fertilité réelle d'un sol dont la récolte exige, par année, pour son alimentation, 23 kilogrammes à peine d'acide phosphorique.

Le rapport entre les teneurs moyennes en acide phosphorique du sol des deux groupes formés par les seize parcelles (0,106 et 0,178) est comme 1 : 1,7.

Examinons maintenant la teneur des mêmes terres en acide phosphorique soluble dans la liqueur à 1 pour 100 d'acide citrique.

Les 8 parcelles sans phosphate ont accusé une teneur en moyenne de 0,0078 pour 100. Dans les 8 parcelles phosphatées, M. Dyer a trouvé 0,0463 pour 100 d'acide soluble. Ces nombres sont entre eux comme 1 : 6. L'excédent d'acide phosphorique soluble des parcelles phosphatées est donc énorme.

De plus, si l'on compare les 4 parcelles qui n'ont reçu ni phosphate ni potasse à celles auxquelles on a donné de la potasse, de la soude, de la magnésie, mais pas d'acide phosphorique, on voit que, bien que le taux d'acide phosphorique total soit identique, pratiquement parlant, dans les deux lots, ceux qui ont reçu comme fumure des sels alcalins renferment sensiblement plus d'acide phosphorique soluble dans l'acide citrique (86 kilogrammes à l'hectare) que les premiers. Leur fertilité a aussi été un peu plus grande et il n'est pas improbable d'admettre que la présence de sels alcalins solubles dans le sol exerce une action chimique sur les phosphates qu'il renferme.

On constate, de même, une différence considérable dans les taux moyens d'acide phosphorique soluble, entre le sol des 4 parcelles qui ont reçu une fumure complète et celui des terres fumées aux phosphates, en l'absence de sels alcalins. Les premières contiennent à l'hectare 190 kilogrammes de plus d'acide phosphorique soluble que les dernières et leur fertilité est également plus élevée. Il semble donc que les sels alcalins exercent une action sur la solubilisation des phosphates.

Les parcelles fumées avec tourteaux de colza

(tableau I et II), comme on pouvait s'y attendre, sont beaucoup plus riches en acide phosphorique que celles des autres séries, mais c'est plus encore par leur teneur élevée en acide soluble dans la liqueur citrique, qu'en acide total que s'accuse cette richesse.

Les sols des deux parcelles au fumier de ferme renferment respectivement 0,134 et 0,176 pour 100 d'acide phosphorique total. Le chimiste le plus expérimenté, s'il n'avait pour se guider dans ses appréciations que ces deux chiffres bruts, ne pourrait pas formuler une opinion tant soit peu solide sur la fertilité relative des deux parcelles dont l'une, après avoir reçu, pendant des années consécutives, du fumier de ferme est restée, les vingt années suivantes, sans fumure, tandis que l'autre a reçu du fumier chaque année sans interruption depuis quarante ans. Mais si l'on compare les teneurs des deux sols en acide phosphorique soluble dans l'acide citrique, on trouve que celle du second est presque égale au double de celle du premier. L'état présent de fertilité (indépendamment des éléments autres que l'acide phosphorique) est donc presque égal dans la parcelle 7², au double de celui de la parcelle 7¹.

La conclusion de M. B. Dyer, en ce qui concerne l'acide phosphorique, est la suivante : de l'examen et de la discussion de tous les résultats précédemment exposés, il ne semble pas irrationnel de conclure que *lorsqu'un sol renferme moins de 0,01 pour 100 d'acide phosphorique soluble dans la liqueur d'acide citrique à 1 pour 100, il y a lieu de le considérer comme réclamant immédiatement une fumure phosphatée.*

Cette importante conclusion appelle toute l'attention des chimistes qui s'occupent d'analyses de

terres : si, comme cela paraît probable, l'examen des sols de nature et de fertilité différentes vient la confirmer, les agriculteurs pourront être renseignés, à l'avenir, par le dosage de l'acide phosphorique soluble dans la solution citrique au centième, beaucoup plus utilement qu'ils ne l'ont été jusqu'ici par le dosage de l'acide phosphorique total.

Il y a donc lieu d'expérimenter la méthode de Dyer en l'appliquant à des terres de fertilité connue, afin de décider si elle est, comme je le pense, susceptible d'une application générale. Dans le cas de l'affirmative, les recherches de M. Dyer contribueraient très efficacement à la connaissance des causes de fertilité des sols.

XIX

LA PETITE CULTURE ET LE COMMERCE DES ENGRAIS

I. — Nécessité de soustraire nos campagnes aux agissements d'un certain commerce. — Des moyens d'y arriver.

Dans sa dernière session, tenue en septembre 1895 à Bruxelles, le congrès international d'agriculture a émis, à l'unanimité, le vœu qu'une loi spéciale réprime et frappe les fraudes dont le commerce des semences et des aliments concentrés du bétail est l'objet. Au cours de la discussion, l'attention du congrès a été appelée par le rapporteur, M. A. Petermann, directeur de la Station agronomique de Gembloux, sur un point extrêmement important, surtout pour les petits et moyens agriculteurs qui, en France comme en Belgique, forment la catégorie la plus nombreuse des exploitants du sol. Il s'agit de la majoration dolosive du prix des engrais et des aliments concentrés du bétail. « Il reste à examiner, au point de vue juridique, dit M. Petermann, si les lois spéciales que nous réclamons ne pourraient pas pré-

voir aussi les ventes faites à des prix usuraires, sans rapport avec la valeur intrinsèque de la marchandise, faits dolosifs qui ont échappé jusqu'ici à la répression. Un député M. Hambursin, a proposé à la Chambre belge *d'assimiler à un délit l'évaluation exagérée des éléments fertilisants, c'est-à-dire dépassant de la moitié ou du tiers la valeur réelle*. Les faits visés par M. Petermann et par M. Hambursin sont trop connus de mes lecteurs pour que j'aie à les rapporter en détail. Il s'agit d'engrais valant 6 ou 7 francs les 100 kil. et vendus de 20 à 30 francs, suivant la crédulité ou l'ignorance de l'acheteur; de provendes auxquelles leur teneur en principes nutritifs assigne une valeur de 10 à 12 francs les 100 kilos et qu'on écoule aux prix fabuleux de 300 et 350 fr. le quintal.

Quelles mesures opposer à de semblables transactions? Une loi peut-elle les atteindre? Je ne le pense pas; c'est d'un autre côté qu'il faut chercher les moyens de mettre fin à des agissements d'autant plus graves que la classe d'agriculteurs qui en est victime est plus nombreuse et moins bien armée pour se défendre.

On peut évaluer à deux millions au moins, comme on va le voir, le nombre de petits propriétaires et exploitants directs du sol que le peu d'étendue du terrain qu'ils cultivent, leur isolement, l'insuffisance de leurs connaissances techniques rendent la proie facile des représentants audacieux d'un commerce éhonté.

Sur une population agricole d'un peu plus de 48 millions d'individus, la statistique décennale de 1882 a relevé 7 millions environ de personnes exerçant elles-mêmes la profession agricole. Les membres

de la famille, sans profession, mais vivant avec les cultivateurs, et les domestiques attachés à leur service forment le complément (11 millions) de la population agricole de la France.

Les travailleurs agricoles se répartissent en deux groupes presque égaux en nombre : le premier comprend les chefs d'exploitation; le second, leurs auxiliaires et les salariés. Un peu plus de la moitié des 7 millions de Français exerçant personnellement la profession agricole (3 525 342 habitants) est propriétaire de surfaces plus ou moins considérables du sol; l'autre moitié (3 388 251 habitants) ne possède pas et vit de son salaire.

Les 6 913 500 travailleurs agricoles se répartissent comme suit :

	Propriétaires.	Non propriét.
Cultivant exclusivement leurs terres.....	2 151 000	
Fermiers	500 000	468 000
Métayers	147 000	194 000
Régisseurs		18 000
Journaliers	727 000	753 000
Domestiques de ferme.....		1 954 000
Totaux.....	<u>3 525 000</u>	<u>3 387 000</u>

En rapprochant ces chiffres du nombre des exploitations de la très petite culture ¹, qui s'élève à 2 168 000, et de celles de la petite culture ², 2 635 000, je ne pense pas qu'on exagère en admettant le chiffre de 2 millions, au moins, de petits propriétaires, cultivant eux-mêmes, indiqué plus haut. La surface cultivée par cette catégorie d'exploitants embrasse

1. Dont l'étendue n'excède pas 1 hectare.

2. D'une étendue de 1 à 10 hectares.

environ 12 millions d'hectares, soit un peu plus du quart de la superficie agricole de la France.

Voilà, exprimée en deux chiffres, l'importance de la population et de la surface agricoles du pays qu'il s'agit, à la fois, de protéger efficacement contre le dol et d'éclairer sur les moyens économiques d'accroître les profits de l'exploitation du sol.

Tandis que les 500 000 propriétaires qui cultivent, en qualité de fermiers ou de métayers, des surfaces plus ou moins étendues, trouvent dans les associations agricoles syndicales ou autres, dans leurs relations avec les professeurs départementaux, etc., les moyens de se renseigner sur la valeur des engrais et des fourrages industriels, et la possibilité de les acheter avec les garanties nécessaires, la masse de nos paysans est livrée sans merci à la faconde des commis voyageurs des maisons véreuses. Comment faire pour qu'il en soit autrement? C'est ce que je veux examiner avec la conviction qu'on peut y porter un remède efficace.

Je dirai tout d'abord qu'il ne me paraît pas possible d'atteindre le but par des mesures législatives; il est impossible qu'une loi limite le prix auquel devra être vendu un kilo d'acide phosphorique ou de matières alimentaires du bétail. L'exemple parfois invoqué de la taxe du pain ou de la viande ne saurait être un argument en faveur d'une semblable législation. La liberté du commerce exige que tout négociant reste maître de la fixation du prix des marchandises qu'il offre à l'acheteur; c'est à celui-ci à apprécier si ce prix est ou non trop élevé; c'est à faire que le dernier des habitants d'une commune rurale soit éclairé sur la valeur des pro-

duits qu'on lui propose, que doivent tendre les efforts, et j'espère pouvoir démontrer la possibilité d'atteindre cet objectif, *a priori* bien ambitieux, pour peu qu'on en veuille prendre les moyens.

Précisons la question en ce qui touche les engrais commerciaux. Nos campagnes sont inondées — les rapports des directeurs des Stations et des professeurs d'agriculture en font foi — d'engrais presque sans valeur vendus à des prix excessifs. La plupart de ces engrais sont vendus avec garantie de teneur en principes fertilisants et les marchés sont conformes aux prescriptions de la loi de 1888; mais au lieu d'être offerts à des prix correspondant à ceux du commerce honnête, ils sont vendus avec une majoration qui les porte au triple, au quadruple et au delà de leur valeur réelle. L'un des types les plus répandus de ces engrais, vendus sous les appellations les plus diverses et tout à fait impropres parfois, est presque invariablement le même; il renferme, d'après la garantie des vendeurs :

2 à 3	pour cent	d'azote.
10 à 12	—	d'acide phosphorique ¹
1 à 2	—	de potasse.

Si sa composition est conforme aux teneurs ci-dessus, la valeur maxima des 100 kilog., sac compris, est de 9 francs : suivant la confiance que le commis voyageur sait inspirer à son crédule client, celui-ci achète cette marchandise de 19 à 28 francs le quintal. Aucun article de loi ne saurait, je crois, atteindre ce trafic. Comment donc en affranchir le paysan? Il

1. Dont moitié soluble.

n'y a, ce me semble, qu'un moyen pour cela, c'est de l'instruire de la valeur réelle des matières fertilisantes du commerce, comme il l'est du prix des denrées qui lui sont familières, telles que le blé, les pommes de terre, le fumier, le bétail, etc. Est-ce donc chose impossible? Non, à coup sûr, mais, pour faire *rapidement* l'éducation du petit cultivateur dans cette direction, on ne saurait compter sur l'école, sur les conférences des professeurs et moins encore peut-être sur la lecture des journaux spéciaux : l'enseignement de l'école primaire bien orienté ne portera ses fruits que dans un temps plus ou moins éloigné, car il ne s'adresse qu'aux enfants : les conférences agricoles sont, par la force des choses, trop rares pour que les habitants de chacune de nos communes en puissent bénéficier; la lecture des publications agricoles est encore trop peu répandue dans nos campagnes pour éclairer, du jour au lendemain, les paysans sur cette importante question de l'achat des engrais. En attendant que les trois modes d'instruction que nous venons de rappeler répandent, ce qu'il faut espérer, parmi les populations rurales, les connaissances indispensables au cultivateur pour accroître le profit qu'il doit tirer de son labeur, il faut agir pour le soustraire aux manœuvres dolosives d'un commerce que la loi est impuissante à réprimer.

Voici un procédé qui me semble pratique et qui ne saurait manquer d'être efficace s'il était bien appliqué. Il consisterait à porter à la connaissance des habitants de toute commune rurale, par voie d'affiches, sous une forme simple et précise, le petit nombre d'indications, faciles à comprendre et à retenir, que comporte l'achat des engrais commerciaux. J'indi-

querai tout à l'heure comment l'initiative privée, secondée par l'administration municipale, réaliserait, à peu de frais, cette vaste propagande en faveur de la défense de l'honnêteté commerciale. Cette affiche, placardée en permanence, à la porte de la mairie et dans la salle de l'école communale, pourrait être conçue dans des termes analogues à ceux-ci :

Instruction aux cultivateurs sur le mode d'achat des engrais.

1° La valeur agricole d'un engrais commercial dépend exclusivement des quantités d'acide phosphorique, d'azote et de potasse qu'il renferme.

2° Son prix doit être établi sur le nombre de kilos de chacun de ces trois corps que contient un quintal d'engrais.

3° Les engrais peuvent renfermer les principes fertilisants sous les formes et aux états suivants :

a. Acide phosphorique.

Soluble (superphosphates).

Insoluble (scories, phosphates minéraux, poudre d'os).

b. Azote.

Organique (sang desséché, corne, etc.).

Nitrique (nitrate de soude).

Ammoniacal (sulfate d'ammoniaque).

c. Potasse.

Chlorure (chlorure de potassium).

Sulfate (kaïnite, sulfate brut de potasse).

4° Ces divers états des matières fertilisantes doivent être explicitement indiqués par le vendeur sur

les factures. Les quantités de chacune d'elles, contenues dans 100 kilos d'engrais, doivent être exprimées en kilogrammes. (Loi de 1888.)

5° La désignation d'*engrais complets* fréquemment donnée à des mélanges renfermant les trois éléments fertilisants dans des proportions variables, est inexacte. Il n'y a pas d'engrais complet, la nature et les quantités de matières fertilisantes à donner au sol pour en obtenir un haut rendement dépendant de la fertilité présente de la terre, c'est-à-dire de la quantité d'aliments de la récolte qu'elle renferme, soit naturellement, soit par suite des fumures qu'elle a reçues antérieurement. Il n'y a donc que des engrais *complémentaires* de la fertilité actuelle du sol.

6° Le prix du kilogramme d'acide phosphorique, d'azote et de potasse varie : premièrement avec la nature des combinaisons dans lesquelles sont engagés ces éléments fertilisants; deuxièmement, comme celui de toutes les matières commerciales, étant réglé par les rapports de l'offre à la demande, l'abondance ou la rareté des matières premières, etc.

Dans les conditions présentes, très favorables aux agriculteurs en raison du bon marché des matières fertilisantes, les prix *maxima* que le cultivateur devra payer les engrais peuvent être établis sur les bases suivantes :

Par kilo existant dans l'engrais offert :

	FR.
1° Dans les superphosphates.....	0 50
2° Dans les phosphates minéraux.....	0 24
3° Dans les scories de déphosphoration.....	0 28

Azote.

	Fr ^s
1° Dans les engrais organiques.....	1 60
2° Dans le nitrate de soude.....	1 50
3° Dans le sulfate d'ammoniaque.....	1 40

Potasse.

Dans le chlorure ou la kaïnite.... 0 fr. 45 à 0 fr. 50

Ces prix sont des moyennes données à titre de renseignement : souvent ils ne seront pas atteints ¹

7° La vente des engrais peut avoir pour base l'une des deux conventions suivantes : 1° le prix de l'engrais est établi sur le nombre de kilogrammes de chacun des principes fertilisants qu'il renferme et le vendeur indique la valeur de l'unité d'acide phosphorique, d'azote, etc.; 2° les 100 kilos d'engrais sont vendus à un prix ferme avec la garantie explicite d'une teneur minima en chacun des principes fertilisants.

Par exemple : 1° superphosphate contenant 12 pour 100 d'acide phosphorique soluble à 50 centimes le kilo; prix : 6 francs.

2° Superphosphate à 6 fr. les 100 kilos; teneur garantie en acide phosphorique soluble : 12 pour 100.

En aucun cas n'achetez un engrais avant d'avoir calculé sommairement sa valeur d'après les données ci-dessus. — Un voyageur offre un sac d'engrais de 100 kilog., au prix de 20 francs, je suppose, — cet engrais est garanti contenir 2 kilog. d'azote nitrique, 6 kilog. d'acide phosphorique soluble et 6 kilog.

1. Les prix ci-dessus sont évidemment sujets à variations; ils devraient être modifiés sur les affiches, suivant les cours.

d'acide phosphorique insoluble. Prenez un crayon et faites le simple calcul suivant :

2 kilogr. azote à 1 fr. 50.....	3 fr.
6 kilogr. acide phosphorique à 0 fr. 50.....	3
1 kilogr. acide phosphorique à 0 fr. 24.....	4 40
Valeur totale des 100 kg. d'engrais.....	<u>7 40</u>
au lieu de 20 fr.	

Inutile d'insister sur ce qui vous reste à faire.

Une affiche de ce genre, commentée au besoin par le maire ou par l'instituteur, ferait pénétrer dans l'esprit des paysans la nécessité et le moyen de se garer des agissements d'un certain commerce.

M'objectera-t-on la dépense occasionnée par la confection de ces affiches? A cela je répondrai que le concours simultané du département, de la commune, des associations agricoles, des syndicats de cultivateurs, auxquels ne manquerait pas de se joindre, j'en ai la conviction, le commerce honnête des engrais dont l'intérêt est solidaire de celui des cultivateurs, rendrait cette dépense insignifiante pour chacun de ceux qui y contribueraient. Qu'il se trouve dans chaque commune et, à défaut, dans chaque chef-lieu de canton, quelques amis de l'agriculture disposés à propager ce mode d'instruction et, dès l'automne prochain, le commerce interlope qui couvre la France d'engrais frelatés ou vendus au triple de leur valeur fera place aux produits bien fabriqués et loyalement vendus.

Les matières fertilisantes n'ont jamais été offertes à aussi bon marché qu'aujourd'hui au cultivateur par le commerce honnête; jamais elles n'ont été vendues plus cher par les négociants interlopes. **L'acide phos-**

phorique et notamment les superphosphates sont tombés à un prix qui doit appeler la sérieuse attention de la culture. Il en est de même du nitrate de soude. Or, l'acide phosphorique dans tous les sols, le nitrate pour presque toutes les cultures, la potasse dans beaucoup de terrains, sont les éléments essentiels de l'accroissement des rendements. Le cultivateur peut se procurer aujourd'hui 100 kilos de superphosphate, 100 kilos de nitrate de soude et 100 kilos de potasse au tiers du prix auquel il les paye dans les mélanges frelatés ; il s'agit de l'en convaincre. Le mode de démonstration que je propose me semble pouvoir atteindre ce but et concourir efficacement à soustraire le petit cultivateur aux agissements dolosifs qui coûtent chaque année des millions à l'agriculture française.

II. — Comment doit s'établir la valeur d'un engrais vendu sur titre. — Limite des écarts de garantie dans le commerce des engrais. — Superphosphates d'os et superphosphates minéraux.

Je n'ai point, cela va sans dire, la prétention de fixer un prix invariable, quelles que soient les distances du centre de fabrication au domicile du cultivateur, les facilités de transport, la concurrence, etc., mais les prix assignés plus haut au kilogramme d'azote, d'acide phosphorique et de potasse, sous leurs diverses formes, sont ceux auxquels le cultivateur, à de très faibles écarts près, peut se les procurer dans la gare voisine de son exploitation et par quantités de 100 kilogrammes. Je n'ai, pour faire cette

démonstration, qu'à rapprocher des chiffres que j'ai donnés ceux des adjudications importantes, faites en janvier 1896, à quelques-uns des syndicats agricoles.

Je réunis, à cet effet, dans le tableau ci-dessous, les résultats de l'adjudication du 11 janvier 1896 pour la fourniture des engrais de printemps au syndicat des agriculteurs de Loir-et-Cher, et ceux qu'ont obtenus les syndicats de l'Aube (4 janvier 1896) et de l'Eure. Les engrais sont rendus franco dans toutes les gares du département, paiement à 30 jours, avec 1 pour 100 d'escompte, ou à 90 jours, pour tous les engrais, excepté le nitrate de soude, payable à 3 mois, mais pour lequel il n'est pas fait d'escompte. Au-dessus de 500 kilos, le destinataire paye 0 fr. 80 pour la lettre de voiture (Syndicat de Loir-et-Cher).

Le syndicat de Bernay (Eure) a traité à des conditions voisines de celles-là. Les prix s'entendent par 100 kilos franco en toutes gares du département, avec réduction de 0 fr. 25 par 100 kilos pour les expéditions de 1 000 kilos, et réduction de 0 fr. 50 par 100 kilos pour expéditions de 5 000 kilos et au-dessus.

	Loir-et-Cher.	Eure et Aube.	Indiqués par moi.
Azote (sulfate ammoniacque).	1 25	1 18	1 40
— (nitrique)	1 36	1 35	1 50
— organ. (sang, etc.)...	1 51	1 49	1 60
Acide phosphor. superphosp.	0 49-0 53	0 40	0 50
— phosph. (minéral).....	0 24-0 25	0 24-0 30	0 24
Potasse, — Chlorure.....	0 42	0 44	0 45-0 50
— gras.....	0 25	0 32	0 28

D'après cela, on le voit, les chiffres moyens que j'ai indiqués (Voir p. 300) sont supérieurs à ceux que

payent, en ce moment, les membres des syndicats. Je suis donc autorisé à les citer, à titre de renseignement, comme ne devant pas être sensiblement dépassés. Mais, si l'on se reporte aux premières pages de ce chapitre, on se convaincra que je n'ai pas en vue des différences de quelques centimes dans le prix du kilo d'azote, d'acide phosphorique ou de potasse, mais bien la majoration éhontée que font subir à ces engrais les commis voyageurs de certaines maisons peu scrupuleuses, majoration contre laquelle je voudrais prémunir nos petits cultivateurs. Aux conditions que j'ai rappelées, il est donc possible de se procurer des engrais loyalement fabriqués et vendus et d'opposer les prix normaux aux exigences dolosives d'un certain négoce.

Certains correspondants me signalent que, dans les superphosphates d'os, les fabricants honnêtes dont ils sont les clients ne consentent pas à leur vendre l'unité d'acide phosphorique moins de 0,65 à 0,84 centimes, suivant les cas, au lieu de 0,50 centimes, chiffre indiqué par moi. Ils s'en étonnent. Je vais leur donner l'explication de cette anomalie apparente, en leur montrant qu'ils ne payent pas l'acide phosphorique plus cher dans le superphosphate d'os que dans le superphosphate minéral.

Le superphosphate de chaux est obtenu, on le sait, en traitant le phosphate tribasique de chaux par l'acide sulfurique qui le transforme en phosphate à un seul équivalent de chaux, soluble dans l'eau et dans le citrate d'ammoniaque. Que la matière première soit du phosphate minéral, ou de l'os dégelatiné, ou de la cendre d'os (os calcinés), le superphosphate qui en résulte contiendra les mêmes quantités

d'acide phosphorique, si les matières premières sont elles-mêmes d'égale teneur en phosphate de chaux. Un superphosphate à 15 ou 17 pour 100 d'acide phosphorique aura donc même valeur, quelle que soit la provenance de cet acide phosphorique, si l'on tient compte uniquement des quantités qu'il renferme de ce principe fertilisant. Si, par exemple, nous prenons pour base le prix de 50 centimes par kilogr. d'acide phosphorique et, pour teneur du superphosphate, 16 d'acide phosphorique, moyenne de la garantie, la valeur de 100 kilogr. de superphosphate d'os, de cendre d'os ou de phosphate minéral, s'établira comme il suit :

16 kilos d'acide phosph. à 50 cent. = 8 fr.

Si, dans le commerce, certains superphosphates d'os à 16 pour 100 valent de 40 à 43 fr. 50 les 100 kilos, cela tient à ce que, outre l'acide phosphorique, ils renferment des quantités d'azote provenant de la trame de l'os, quantités variables entre 2 et 3 1/2 pour 100 suivant le mode de fabrication. Il est juste que l'acheteur qui donne la préférence au superphosphate d'os sur le superphosphate minéral, dépourvu d'azote, paye cet azote. Faisons le calcul et nous verrons que la plus-value réclamée par les vendeurs est justifiée. Un superphosphate d'os titrant 15,17 pour 100 d'acide phosphorique et 2,5 à 3 pour 100 d'azote est vendu au syndicat de l'Eure 43 fr. 15, par quantités de 100 kilos rendus en gare de l'acheteur ; voyons à quel prix celui-ci y paye l'acide phosphorique. La teneur moyenne de la garantie en acide phosphorique est 16 pour 100 ; celle de l'azote de

2,75 pour 100. Dans les matières organiques, j'ai admis pour l'azote une valeur de 4 fr. 60 le kilo; le prix de revient de l'acide phosphorique s'établit approximativement par le calcul suivant :

	Fr.
Prix des 100 kilogr. d'engrais.....	13 15
A déduire valeur de 2 kilog. 75 d'azote....	4 40
	8 75
Reste pour 16 kilog. de phosphate.....	8 75

D'où ressort le prix du kilogramme d'acide phosphorique à $8.75/16 = 0$ fr. 54, tandis qu'en tenant compte seulement de la richesse de l'engrais en acide phosphorique, le prix de revient de l'unité de ce dernier serait de 13 fr. $15/16 = 0$ fr. 82. Voilà la réponse à l'objection de mes correspondants. On peut à ce propos se demander s'il n'est pas préférable d'acheter du superphosphate minéral à 8 francs ou 8 fr. 50 les 100 kilos et d'employer, pour remplacer l'azote organique du superphosphate d'os, du sulfate d'ammoniaque ou du nitrate qui fournissent l'azote à un prix inférieur. A cela je ne saurais faire une réponse catégorique : si l'on ne considérait que la dépense, il est évident qu'il serait préférable d'opérer le mélange du sel azoté et du superphosphate; mais l'expérience a montré, au dire de praticiens distingués, que le superphosphate d'os est préférable, dans certains cas, au superphosphate minéral additionné d'azote minéral. Je ne saurais donc me prononcer à cet égard, n'ayant pas fait d'expériences culturales directes à ce sujet.

Une autre question m'est souvent posée. Elle est relative à la fixation du titre moyen des engrais dans les contrats de vente et à la manière dont la garantie

de titre doit être entendue dans les marchés d'engrais. Cette question a une grande importance et mérite que nous y répondions de la manière la plus explicite. Pour être équitable, à la fois pour le vendeur et pour l'acheteur, le prix de toute matière de richesse, variable en principe utile d'où elle tire sa valeur, devrait être rigoureusement basé sur son titre réel en ce principe.

De même que l'alcool de distillerie se vend au degré réel d'alcool pur qu'il renferme, le sulfate d'ammoniaque, le nitrate de soude, les engrais phosphatés et potassiques devraient se vendre à l'unité de teneur en azote, en acide phosphorique et en potasse déterminée par l'analyse. Mais comme, d'une part, on ne possède pas, ainsi que pour les liquides alcooliques, un instrument qui permette, pour ainsi dire au premier venu, de déterminer le nombre d'unités de principes fertilisants contenus dans 100 kilos d'engrais et que, de l'autre, la fabrication la mieux conduite ne donne pas un produit constamment homogène, on a été amené à baser les contrats sur des teneurs garanties par le vendeur et présentant un certain écart. C'est ainsi qu'on vend le sulfate d'ammoniaque avec une garantie de teneur en azote de 20 à 21 pour 100; le nitrate, de 15 à 16 d'azote; le chlorure de potassium, de 50 à 55. Pour les phosphates, les superphosphates et les scories de déphosphoration, les garanties varient dans des limites plus étendues : ces limites vont en général de deux en deux degrés pour les superphosphates, 10-12, 12-14, 16-18, etc.; pour les phosphates minéraux, l'écart de garantie est un peu plus élevé, il est de 5 pour 100 environ, on vend du 40-45, 50-55, etc., c'est-à-dire des phosphates dont la teneur en

phosphate tribasique de chaux oscille dans ces limites. Pour les scories, sauf de rares exceptions, la garantie va de deux en deux unités : il est cependant des vendeurs qui indiquent comme titre de leurs scories 12 à 18 pour 100 d'acide phosphorique. Nous verrons tout à l'heure ce qu'il faut penser de ce mode de vente.

Deux questions se posent au sujet des garanties que je viens d'énumérer. Premièrement, quel est le sens précis d'une garantie de 10 à 12, de 40 à 45, etc.? Deuxièmement, quel est le minimum de principe fertilisant sur lequel doit être basé l'établissement de la valeur vénale de l'engrais? Il arrive généralement, en cas de litige, que le vendeur et l'acheteur interprètent différemment la garantie de 10 à 12 : par exemple, le vendeur soutient d'ordinaire que cette indication l'autorise à livrer un produit qui contient un minimum de 10 pour 100 de principe utile, tandis que l'acheteur fixe à la moyenne des deux nombres, soit à 11, au cas particulier, la teneur minimum à laquelle il a droit. Cette dernière interprétation m'a toujours semblé la plus rationnelle, mais il serait bon qu'un accord intervînt pour la sanctionner; la solution de la deuxième question dépend entièrement de la réponse faite à la première. Suivant que l'on admettra l'une ou l'autre des interprétations, l'engrais vendu devra contenir 10 ou 11, au minimum, de matière fertilisante et pourra être refusé par l'acheteur, s'il a un titre inférieur à celui des deux chiffres adoptés d'un commun accord.

A mon avis, il serait désirable que le minimum garanti n'eût d'autre objet que de permettre à l'acheteur de refuser la marchandise qui n'y correspondrait pas et que le prix de l'engrais, pour tout marché important, fût réglé à l'unité d'après l'analyse, c'est-

à-dire en multipliant par le prix convenu du kilogramme d'azote, d'acide phosphorique, etc., le poids de chacune de ces matières contenu effectivement dans 100 kilos d'engrais. Dans ce cas, la tolérance relative aux chiffres de l'analyse pourrait être fixée, pour l'acide phosphorique et la potasse, à 1/2 pour 100, pour l'azote à 1/4 pour 100, limite d'exactitude qu'on est toujours certain d'atteindre dans le dosage de l'acide phosphorique, de la potasse, de l'ammoniaque et de l'azote nitrique, sur un échantillon homogène.

Deux mots maintenant de la garantie donnée pour les scories.

Mon attention a été appelée à plusieurs reprises sur la vente des scories dans des conditions inacceptables à mon avis. On trouve, dans le commerce, des scories vendues à un prix *ferme* des 100 kilogrammes, avec la rubrique de garantie 12 à 18 pour 100 d'acide phosphorique. Supposez qu'elles soient facturées à 3 fr. 75 les 100 kilogrammes prises à l'usine, et voyons quelle perte subiront l'acheteur ou le vendeur suivant que les scories titreront 12, 13... ou 18 pour 100 d'acide phosphorique, c'est-à-dire auront l'une des teneurs comprises dans les limites de la garantie.

Le tableau suivant va nous renseigner à ce sujet :

Titre des scories	Prix de l'unité d'acide phosphorique.	Valeur des 100 kilos à 0 fr. 25 l'unité.
P. 100.	Fr.	Fr.
12	0 3125	3 00
13	0 2885	3 25
14	0 2688	3 50
15	0 2500	3 75
16	0 2340	4 00
17	0 2204	4 25
18	0 2085	4 50

L'acheteur est donc exposé à payer l'acide phosphorique 31 ou 21 centimes, soit 33 pour 100 plus cher dans un cas que dans l'autre, suivant que le hasard l'aura mis en possession d'un lot de scories titrant 12 à 18 pour 100 d'acide phosphorique; il en est de même, en sens inverse, pour le vendeur. Ce mode de transaction présente de plus pour le cultivateur deux graves inconvénients : il l'expose à payer le même prix de transport pour 120 kilogrammes d'acide phosphorique que pour 180 kilogrammes et le laisse dans l'ignorance des doses réelles d'acide phosphorique qu'il donne à sa terre. La vente à l'unité d'acide phosphorique, comme la pratiquent la plupart des aciéries, est la seule vraiment équitable pour les deux parties; elle supprime l'aléa de marchés avec des écarts possibles de 33 pour 100; sur la valeur de la marchandise.

Deux conclusions se dégagent de ce qui précède : 1^o actuellement les engrais azotés et phosphatés et notamment le superphosphate sont à des prix inférieurs à ceux que l'agriculture a connus jusqu'ici; en se renseignant près des syndicats ou des professeurs départementaux, il est facile pour l'acheteur d'obtenir les indications nécessaires pour se procurer à leur valeur des matières fertilisantes bien préparées; 2^o il est indispensable de repousser sans hésitation les offres d'engrais faites sans garantie expresse du prix de l'unité de chaque principe fertilisant et de la quantité de chacun d'eux, exprimée en acide phosphorique, azote, ammoniacque, acide nitrique ou potasse, que renferment 100 kilos de l'engrais. Plus que jamais, en présence du prix peu élevé des produits agricoles, les cultivateurs doivent profiter du

bon marché des superphosphates, du nitrate, des sels, etc., pour accroître leurs rendements, seul moyen efficace à opposer à l'avilissement du prix des denrées, par la diminution du coût de leur production.

FIN

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS.....	v
-------------------	---

I

LOUIS PASTEUR.....	4
--------------------	---

II

M. HERMANN HELLRIEGEL

La méthode pastorienne et la fixation de l'azote atmosphérique par les légumineuses. — Court historique de la découverte d'Hellriegel et Wilfarth.....	11
--	----

III

LA NUTRITION DES LÉGUMINEUSES

i. Les nodosités des légumineuses et leurs bactéries.	22
ii. Inoculation du sol par les bactéries de diverses légumineuses.....	30

IV

LES ENGRAIS VERTS

i. Les cultures intercalaires et l'amélioration du sol. — Coup d'œil général sur le domaine de Lupitz. de 1855 à 1895.....	44
ii. Une prairie de lupin à Lupitz : enrichissement du sol en azote dans une période de vingt-cinq ans.	49
iii. Du choix des plantes pour cultures intercalaires — Expériences de Lupitz.....	56
iv. Influence des légumineuses à enracinement profond sur la fécondité du sol ; culture des pommes de terre à Lupitz, en 1893.....	62
v. Culture du seigle après lupin. — Expériences de 1894 au domaine de Lupitz.....	71

V

LE SULLA OU SAINFOIN D'ESPAGNE ET D'ALGÉRIE

i. Indications générales sur la culture du sulla.....	78
ii. Composition et valeur nutritive du sulla.....	85
1. Composition de la tige et des feuilles du sulla.	88

2. Composition des racines du sulla.....	91
3. Emprunts faits au sol et à l'air par la récolte d'un hectare de sulla.....	92
4. Valeur du fumier produit par l'alimentation du bétail avec le sulla, plante fraîche ou foin.	95

VI

LES RÉCOLTES DU CHAMP D'EXPÉRIENCES EN 1892 ET 1893

La valeur agricole de l'acide phosphorique sous diverses formes. — Appel aux agriculteurs pour l'étude de l'as- similabilité des divers phosphates. — Les cultures en sols pauvres. — Discussion de l'opinion trop absolue du prof. Wagner.....	98
Tableau des rendements en pommes de terre, 1892 et 1893.	107

VII

LE CHAMP D'EXPÉRIENCES DU PARC DES PRINCES
OUT MOYEN DES LUMIÈRES

Assolément adopté. — Fumures. — Rendement moyen des parcelles par catégorie d'engrais employés. — Prix de revient des excédents de rendement sous l'influence des engrais. — Culture rémunératrice en sol pauvre. — Culture du blé.....	118
---	-----

VIII

LA CULTURE DE BLÉ AU CHAMP D'EXPÉRIENCES DU PARC DES PRINCES

La question du blé — La récolte du champ d'expériences du Parc des Princes en 1894. — Les phosphates miné- raux et la culture du blé en sol pauvre. Rendements de 27 à 43 quintaux à l'hectare.....	128
--	-----

IX

LES ESSAIS CULTURAUX DU PARC DES PRINCES

La fécondité naturelle du sol. — Rendement des parcelles sans fumure. — Discussion des résultats de la culture du blé après pommes de terre. — Comment s'expliquent les rendements du sol non fumé.....	138
--	-----

X

LE CHAMP D'EXPÉRIENCES DU PARC DES PRINCES
LA CULTURE DE BLÉ EN 1894

Rendements des parcelles fumées, en grain et en paille. — Variations du poids naturel du blé. — L'assimilabi-
--

lité des phosphates minéraux. — Le réactif P Wagner. — Conclusion générale sur la haute valeur agricole des phosphates.....	149
Photographie de la récolte de la parcelle témoin....	155
Photographie de la récolte de la parcelle IX (apatite).	157
Photographie de la récolte de la parcelle XV (superphosphate).....	159
Photographie de la récolte de la parcelle XII (scories et nitrate).....	161
Photographie de la récolte de la parcelle VII (scories et sulfate d'ammoniaque).....	163

XI

LE CHAMP D'EXPÉRIENCES DU PARC DES PRINCES
COMPARAISON DES FUMURES

La culture du blé en 1894. — Rapport de la paille au grain. — Rendement en grain. — Classement des phosphates d'après les rendements moyens des trois années d'expériences. — Supériorité du nitrate sur l'azote ammoniacal et organique.....	165
---	-----

XII

LES PRIX DE REVIENT AU PARC DES PRINCES

Évaluation du coût de la fumure. — Répartition de la dépense en engrais, sur chacune des récoltes de l'assolement quinquennal adopté. — Le prix de revient d'un produit agricole est éminemment variable. — Influence de la fumure sur le prix de revient.....	175
--	-----

XIII

CULTURE DE L'AVOINE EN SOL PAUVRE

La récolte de 1895. — Culture de l'avoine en sol pauvre. — Assimilabilité des phosphates minéraux. — Rendements en grain et paille de l'avoine de Pologne.....	190
--	-----

XIV

LA RÉCOLTE DES CÉRÉALES EN FRANCE ET LA CULTURE DE L'AVOINE
AU PARC DES PRINCES

La récolte des céréales en 1895. — Évaluation approximative de sa valeur en argent. — Progrès notable dans les rendements du blé et des autres céréales, dans la dernière période décennale. — Fumure des blés et des seigles semés tardivement. — Culture de l'avoine au Parc des Princes.	197
---	-----

XV

LES ENGRAIS AZOTÉS AU PARC DES PRINCES

Un essai de culture de lupins. — Conditions de succès dans la culture du lupin.....	216
---	-----

XVI

UNE EXCURSION EN 1895 DANS LE VIGNOBLE BOURGUIGNON

La défense contre le phylloxera. — Son succès. — Influences du cépage français sur la qualité de nos grands vins. — Coup d'œil sur les vignes des côtes de Dijon, de Nuits et de Beaune. — Appel aux viticulteurs champenois. — Le traitement antiphyloxérique au clos Saint-Jacques. — Regeneration des vieilles vignes françaises au clos de Vougeot. — Fumure et traitement antiphyloxérique. — Le gribouri. — Chlorose des vignes. — Traitement du docteur Rassignier.....	223
L'adjudication des vins des hospices de Beaune en 1892 et 1895. — Vins de cépages français et vignes américaines greffées.....	239

XVII

COMMERCE DES GRAINES DE SEMENCES

Fraudeurs et dupes. — Le contrôle des semences.....	253
a. Le contrôle des semences.....	255
n. La maison X... and C ^e	263

XVIII

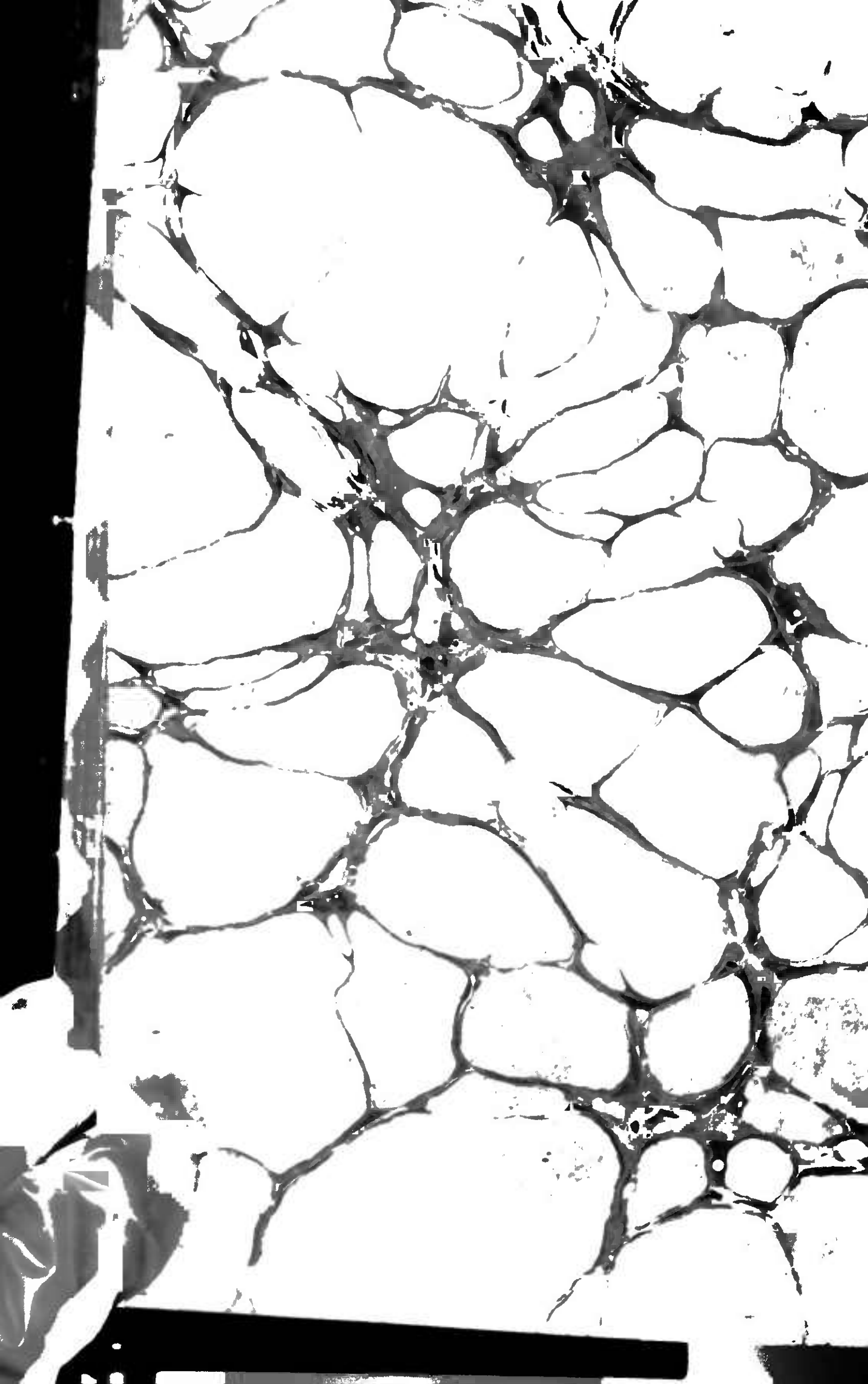
RECHERCHES DE B. DYER SUR LA FERTILITÉ DES TERRES.

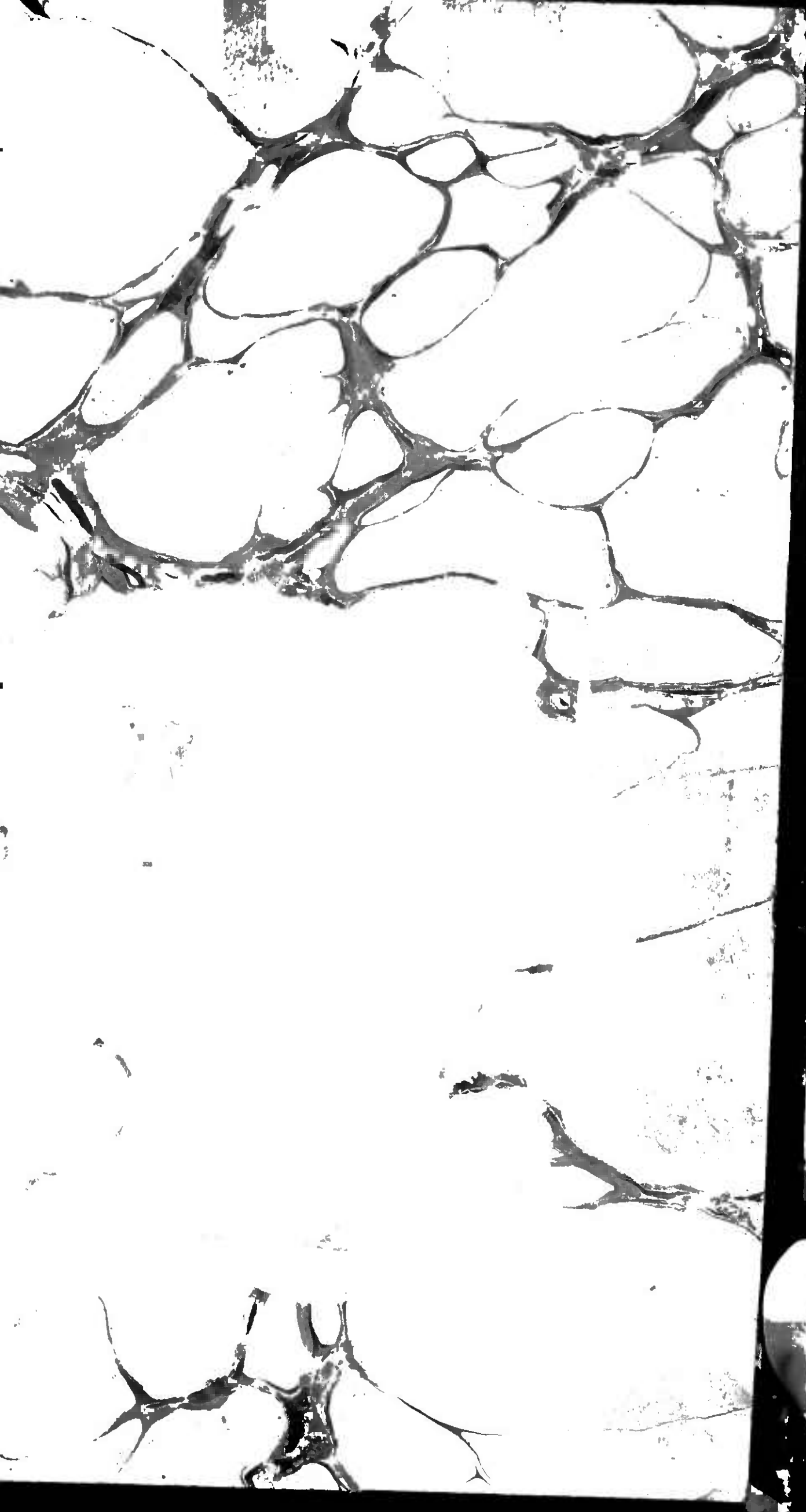
D. Facilité du suc des racines.....	272
	287

XIX

LA PETITE CÉLÈBRE ET LE COMMERCE DES ENGRAIS

i. Nécessité de soustraire nos campagnes aux agissements d'un certain commerce. — Des moyens d'y arriver.....	293
Instructions aux cultivateurs par le mode d'achat de l'engrais.....	303
ii. Comment doit s'établir la valeur d'un engrais vendu sur titre. — Limites des écarts de garantie dans le commerce des engrais. — Superphosphates d'os et superphosphates minéraux..	308





In.
cm





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).