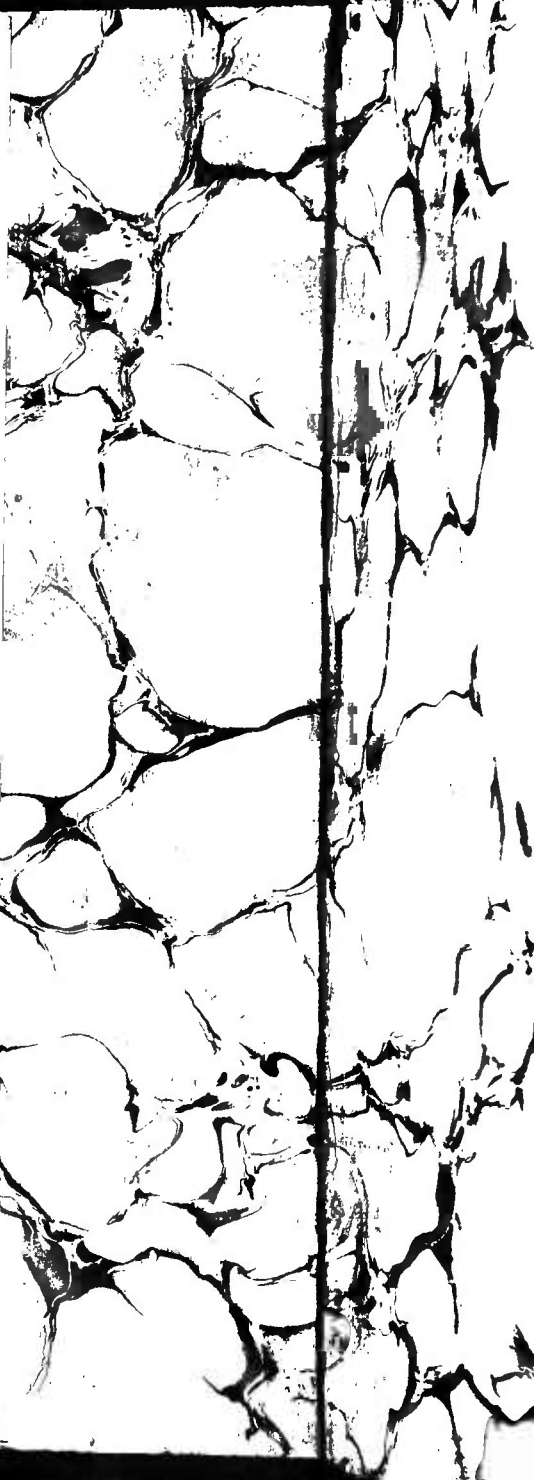






Nº 553





1.

679

U.

1.00.00.00-9

~~488~~  
488

N630

6751e

v 5 e 1

ÉTUDES

# ÉTUDES AGRONOMIQUES

1889 — 1890

---

COULOMMIERS  
Imprimerie PAUL BRODARD.

---

AGR

Docteur  
Imprimeur  
Professeur  
Membre

CL  
PLANT  
LE M  
LES  
LES V  
LES D  
LA POMME  
SUE  
CULTURE  
LE P  
ÉPICES  
LES

LIB



# ÉTUDES AGRONOMIQUES

PAR

**L. GRANDEAU**

Directeur de la Station agronomique de l'Est  
Inspecteur général des Stations agronomiques  
Professeur suppléant au Conservatoire national des Arts et Métiers  
Membre du Conseil supérieur de l'Agriculture, etc.

## CINQUIÈME SÉRIE (1889-1890)

PLANTES AMÉLIORANTES — TRAVAUX D'HELLRIEGEL ET WILFARTH  
LES MICROBES BIENFAISANTS — LES ENGRAIS VERTS  
LES ORGANISMES DE LA NITRIFICATION — FERMENT AMMONIACAL DU SOL  
LES VÉRITABLES SOURCES DES ALIMENTS DES PLANTES  
L'HORTICULTURE D'APPARTEMENT  
LES DROITS D'ENTRÉE SUR LE MAÏS ET L'AGRICULTURE  
LE MAÏS DANS L'ALIMENTATION DU CHEVAL  
LA POMME DE TERRE RICHTER'S IMPERATOR — L'ORGE DE BRASSERIE  
NITRATE ET PHOSPHATES — FUMURE DES CÉRÉALES  
PLANTES SARCLÉES ET PRAIRIES  
CULTURE RÉMUNÉRATRICE DU BLÉ — LA RÉCOLTE DE 1890  
LE PROGRÈS AGRICOLE ET LES TARIFS DOUANIERS  
ÉPUISEMENT DU SOL ET RESTITUTION — LE BILL EDMUNDS  
LES VIANDES DE CHICAGO ET L'ACTINOMYCOSE DU BŒUF

PARIS

LIBRAIRIE HACHETTE ET C<sup>ie</sup>

79, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 79

—  
1891

Droits de traduction et de reproduction réservés.

Un des  
acti.

temps qu  
est l'acc  
esprits di  
sent à tou

Nacu-  
ciales, p  
l'étude d  
exclusiv  
rencont  
de l'op  
ou dans  
ments

## AVANT-PROPOS

---

Un des symptômes les plus frappants du progrès agricole durant les dernières années, en même temps que l'un de ses auxiliaires les plus utiles, est l'accroissement considérable du nombre des esprits distingués qui, dans notre pays, s'intéressent à tout ce qui touche l'agriculture.

Naguère encore, reléguée dans les feuilles spéciales, peu répandues et surtout trop peu lues, l'étude des questions agricoles semblait réservée exclusivement aux cultivateurs de profession. On rencontrait rarement dans les organes accrédités de l'opinion publique, dans la presse quotidienne ou dans nos grands recueils périodiques, des documents sérieux, des discussions approfondies sur

les problèmes que soulèvent la production et l'exploitation du sol.

L'agriculture a conquis enfin dans la presse française le rang que lui assigne son importance sociale, grâce à un ensemble de circonstances auxquelles la nécessité n'est pas étrangère. Le propriétaire français a compris qu'il ne pouvait plus longtemps, sans péril pour lui et sans grand dommage pour le pays, demeurer étranger aux choses agricoles. Ce sentiment si vrai de la situation a eu son retentissement dans les sphères gouvernementales et l'agriculture est devenue une des préoccupations les plus marquées de ceux qui, à un titre quelconque, briguent ou détiennent une partie du pouvoir.

Ce changement si notable de l'esprit public marque à coup sûr le début d'une ère qui sera féconde pour le progrès de la première des industries nationales. C'est du concours des bons vœux privés et publics, de l'initiative des intéressés, de l'union des forces vives du pays, que dépend le relèvement de l'agriculture, en vue duquel doivent s'associer les éléments indispensables de tout progrès moderne, la science, le capital et le travail.

C'est qu'en effet la situation de l'agriculture n'est plus ce qu'elle était autrefois. Le progrès

scientifique, la diffusion de l'instruction, l'augmentation du nombre de bouches à nourrir sur la même étendue de terrain, la facilité des relations internationales et la concurrence qui en résulte nécessairement, tels sont les éléments nouveaux qui rendent le progrès indispensable, autant qu'ils le favorisent.

Les conditions générales du progrès agricole diffèrent essentiellement suivant l'âge de la nation chez laquelle on les envisage. Un pays jeune, peu peuplé par rapport à son étendue, comme c'est le cas de la plupart des républiques du nouveau monde, pouvant chaque année mettre en culture de nouvelles surfaces de terrains demeurés vierges jusque-là, voit tous les ans s'accroître le chiffre de sa production, par le seul fait de l'extension des cultures.

Les vieux pays, au contraire, comme ceux de l'Europe occidentale, où, de temps immémorial, la presque totalité du sol labourable est cultivée, n'ont d'autre voie d'accroissement de leurs ressources en produits alimentaires ou industriels que l'élévation des rendements du sol.

Dans les pays neufs, la principale, pour ne pas dire l'unique cause de l'énorme accroissement dans la quantité des produits récoltés, est due à

une extension croissante de l'étendue des cultures. Il arrive, même au bout d'un certain temps, comme on l'observe aux États-Unis, que le rendement moyen à l'hectare diminue, les cultivateurs s'abstenant de toute restitution au sol; c'est alors la multiplication des surfaces ensemencées qui, non seulement couvre cette diminution, mais permet la progression rapide de la production dans des proportions parfois colossales.

Chez les nations européennes, les choses vont tout autrement, les surfaces cultivables étant inextensibles. C'est sur l'élévation de leurs rendements que doivent porter et que portent, en effet, tous les efforts des cultivateurs soucieux de leurs intérêts.

Sous ce rapport, la situation présente de la France, comparée à ce qu'elle était il y a vingt ans seulement, est des plus satisfaisantes. Il suffit, pour s'en convaincre, de comparer notre production en blé, en avoine et en pommes de terre, par exemple, et l'état du commerce du bétail dans les deux dernières périodes vingtennales. Cinq ou six chiffres permettent d'établir cette comparaison. De 1872 à 1880, nous avons récolté, année moyenne, les quantités suivantes :

|                      |             |              |
|----------------------|-------------|--------------|
| Blé.....             | 100 295 510 | hectolitres. |
| Avoine.....          | 75 000 000  | —            |
| Pommes de terre..... | 84 500 000  | quintaux.    |

Dans l'espace de dix ans, de 1881 à 1890, le progrès agricole, tout en n'ayant pas, tant s'en faut, dit son dernier mot, a été assez marqué pour que la moyenne annuelle de cette dernière période accuse les chiffres suivants :

|                      |             |              |
|----------------------|-------------|--------------|
| Blé.....             | 109 308 000 | hectolitres. |
| Avoine.....          | 85 732 967  | —            |
| Pommes de terre..... | 103 463 490 | —            |

Si nous ajoutons que les surfaces de terre consacrées à ces récoltes n'ont pas sensiblement varié, on tirera aisément du rapprochement de ces chiffres la conclusion indiscutable que les rendements du sol ont augmenté de 10 0/0 pour le blé, de 11 1/2 0/0 pour l'avoine et de 12 0/0 pour la pomme de terre.

Si nous passons au bétail, les faits ne sont pas moins probants en faveur du succès qui a couronné les efforts de nos cultivateurs. La France ne suffit pas encore à la production de toute la viande nécessaire à sa consommation; elle ne suffirait pas surtout à une augmentation notable de cette consommation par extension aux citoyens français, trop nombreux encore, qui ne mangent pas de viande. Cependant, il y a dans cette branche de l'économie rurale un progrès marqué dont le

mouvement du commerce de la viande donne, mieux que toute autre constatation, une idée précise.

Déduction faite de la part de l'Algérie, qui ne doit pas entrer en ligne de compte ici, l'excédent de nos importations sur nos exportations en bestiaux vivants (défalcation faite des chevaux), en viandes fraîches et abattues, suit, depuis vingt ans, une proportion rapidement décroissante. L'excédent des importations sur nos exportations a été le suivant, exprimé en francs :

|              |             |
|--------------|-------------|
| En 1879..... | 173 160 156 |
| En 1885..... | 87 800 828  |
| En 1888..... | 30 071 080  |
| En 1889..... | 11 014 140  |

C'est donc à 11 millions de francs seulement, au lieu de 173 millions, que s'élève le chiffre du numéraire envoyé à l'étranger pour l'alimentation de la France en viande, soit près de dix-huit fois moins en 1890 qu'en 1879. Encore convient-il de remarquer qu'en 1879 l'excédent énorme des importations sur les exportations portait sur toutes les catégories, espèces bovine, ovine et porcine, animaux vivants ou abattus.

Aujourd'hui, nous sommes *exportateurs* de gros bétail, de porcs et de chèvres : l'excédent des

importa  
sur les  
Ces r  
sibles, il  
médiate  
les gra  
modèle  
Comm  
blique  
l'agri  
nent da  
agricol  
capital  
réunies  
populat  
étroites  
pour qu  
progres  
nale, p  
diateme  
partie a  
vulgar  
l'Insti  
Le  
notre  
fortifié



importations ne porte plus que sur le mouton et sur les viandes fraîches et abattues.

Ces résultats indiquant un progrès des plus sensibles, il n'est pas inutile d'en rechercher les causes médiates, au moment où le Parlement va discuter les graves questions que soulève l'examen des modifications projetées au régime douanier.

Comme on le sait, c'est à la troisième République que revient l'honneur d'avoir donné à l'agriculture la place et l'aide qui lui appartiennent dans un pays comme le nôtre, où le domaine agricole représente à lui seul et met en œuvre un capital égal à celui de toutes les autres industries réunies; dans un pays où plus de la moitié de la population a, de plus ou moins près, des attaches étroites avec l'exploitation du sol. Nul doute, pour quiconque veut y réfléchir un instant, que le progrès accompli dans la dernière période décennale, par rapport à celle qui l'a précédée immédiatement, ne soit attribuable, pour une bonne partie au moins, à l'État, par l'organisation et la vulgarisation de l'enseignement agricole, depuis l'Institut agronomique jusqu'à l'école primaire.

Le gouvernement de la République a rétabli notre haute école d'enseignement agronomique, fortifié et développé nos Écoles nationales et créé

les Écoles pratiques d'agriculture, au nombre de trente environ à l'heure qu'il est. Il a institué une chaire spéciale d'enseignement nomade de l'agriculture dans chaque département, développé l'institution des Stations agronomiques et des laboratoires agricoles, créé les champs de démonstration, et, en un mot, multiplié de toutes façons les sources d'enseignement et de renseignement mises à la disposition des cultivateurs.

Les ministres qui se sont succédé rue de Varennes ont rivalisé d'efforts pour obtenir du Parlement le vote de ressources indispensables mais trop faibles encore, pour réaliser les progrès mûrement préparés et si méthodiquement poursuivis par la Direction de l'agriculture. Ce serait donc un déni absolu de justice que de méconnaître la part prépondérante qui revient au gouvernement de la République dans l'accroissement marqué de la production du sol de notre pays. Quel est le contribuable qui pourrait regretter les charges, si faibles d'ailleurs en comparaison du but à atteindre, que peut lui faire supporter le chapitre de l'enseignement agricole et celui des encouragements à l'agriculture?

À côté du rôle si utile de l'État, l'initiative privée et collective peut, à très juste titre, réclamer sa

lar: par  
pement r  
de nos g  
cultivateu  
des esprit  
Tous ces  
l'avenir d  
L'accue  
faire aux  
Études et  
dances qu  
un précie  
depuis bi  
qui m'ap  
de l'agr  
des rende  
produits.  
En 22  
la France  
Elle doit  
des denr  
notre pa  
étrangèr  
consom  
alimenta  
jetant so

large part dans les progrès accomplis. Le développement rapide des syndicats agricoles, la vitalité de nos grandes associations départementales de cultivateurs témoignent très haut du mouvement des esprits du côté des améliorations culturelles. Tous ces symptômes sont du meilleur augure pour l'avenir de la première de nos industries.

L'accueil sympathique que le public a bien voulu faire aux quatre premières séries de ces modestes *Études* et le nombre considérable de correspondances que leur lecture m'a valu, sont pour moi un précieux soutien dans la campagne, poursuivie depuis bien des années déjà, en faveur d'une idée qui m'apparaît chaque jour plus juste : le salut de l'agriculture par l'accroissement économique des rendements du sol et par la perfection de ses produits.

En agriculture, comme dans les arts industriels, la France doit viser à la supériorité à tous égards. Elle doit et peut produire beaucoup et produire des denrées de choix. A cette double condition, notre pays affrontera sans crainte la concurrence étrangère, d'une part en arrivant à suffire à la consommation de ses habitants par les matières alimentaires de première nécessité, de l'autre en jetant sur les marchés du continent des produits

supérieurs en qualité à ceux des pays voisins.

C'est à faire pénétrer la foi qui m'anime à l'endroit de ce double objectif du cultivateur français, que sont consacrées les pages les plus nombreuses de ce petit volume. Puisse leur lecture entraîner la conviction et conquérir à la cause du progrès quelques adeptes nouveaux. Mon but sera atteint et la bonne graine portera ses fruits.

L. GRANDEAU.

Station agronomique de l'Est. Paris, le 31 décembre 1890.

ÉTU

LES PL

Les plantes  
Rôle des  
de cette l  
de l'...

Il est pe  
dans l'his  
du rôle de  
l'interpré  
mais dem  
riegel et  
derniers

Tous l  
rante por  
nacées (t  
la plupa

# ÉTUDES AGRONOMIQUES

---

CINQUIÈME SÉRIE

1889-1890

---

## I

### LES PLANTES AMÉLIORANTES ET LA DÉCOUVERTE D'HELLRIEGEL ET WILFARTH

Les plantes améliorantes. — L'azote des légumineuses. — Rôle des micro-organismes dans la nutrition des végétaux de cette famille. — Expériences et recherches de MM. Hellriegel et Wilfarth.

Il est peu d'exemples aussi nets et aussi probants, dans l'histoire de l'agriculture qui en compte tant, du rôle décisif de l'expérimentation scientifique pour l'interprétation vraie de faits connus depuis des siècles mais demeurés inexpliqués, que ceux dont MM. Hellriegel et Wilfarth ont enrichi l'agronomie dans ces derniers temps.

Tous les cultivateurs connaissent l'action *améliorante* pour le sol, des légumineuses et des papilionacées (trèfle, lupin, luzerne, etc.); tous savent que la plupart des espèces agricoles appartenant à ces

familles, croissent et atteignent leur développement complet sans le concours d'engrais azotés, dans un sol pauvre en azote, pourvu que celui-ci renferme les autres principes nutritifs indispensables à l'alimentation de tous les végétaux. Beaucoup d'entre eux pratiquent, sur une échelle variable, l'emploi des engrais verts, c'est-à-dire l'enfouissement des deuxièmes coupes de trèfle, de vesces, etc., en vue d'accroître sans frais la richesse de la terre en matières azotées, l'observation ayant démontré l'inutilité des fumures azotées pour ces récoltes.

D'autre part, aucun cultivateur n'ignore que les autres végétaux agricoles : céréales, plantes sarclées, etc., ne prospèrent qu'avec le concours des engrais azotés, dont la quantité règle, pour ainsi dire, toutes choses égales d'ailleurs, l'abondance de la récolte.

Il résulte donc de l'observation séculaire des praticiens que, contrairement à ce qui se passe pour presque tous les végétaux agricoles, et notamment pour les céréales, un sol pauvre en azote fournit une abondante récolte de légumineuses. Le système racinaire des plantes de cette famille étant très développé, il s'ensuit que, lorsqu'on rompt une luzernière où un trèfle, les résidus accumulés dans la couche supérieure équivalent à une fumure ; on récolte alors, sans engrais, une ou deux céréales consécutives. De là, le nom de plantes « améliorantes » justement attribué aux légumineuses et aux papilionacées.

D'où vient l'azote qui sert au développement des végétaux de ces familles ? A cette question, l'observation pure est totalement impuissante à fournir une réponse satisfaisante, et, seule, la science expéri-

mentale  
n- mine  
de s'assu  
procédé  
qui, depu  
ches des  
temps. Il  
expérien  
Quatre  
ment pro  
tion azoté  
légumine  
simple. e  
de la pr  
organes  
cela a li  
de Bou  
Gilbert e  
thèse qu  
n'oserait  
mineuses  
puissant  
plus lon  
d'accum  
autres e  
combina  
mosphè  
Plus  
sées pa  
ment d  
profond  
son dan  
sibles e

mentale peut arriver à résoudre le problème. Les légumineuses auraient-elles la propriété particulière de s'assimiler l'azote? Où le prennent-elles? Par quel procédé? Ce sont autant de points d'interrogation qui, depuis un demi-siècle, ont provoqué les recherches des agronomes sans que, jusqu'à ces derniers temps, ils aient reçu une réponse étayée sur des expériences décisives.

Quatre hypothèses principales ont été successivement proposées pour expliquer les modes de nutrition azotée, radicalement opposés, des céréales et des légumineuses. D'abord on recourut à une explication simple, en supposant que les légumineuses jouissent de la propriété d'assimiler directement par leurs organes foliacés l'azote libre de l'atmosphère, comme cela a lieu pour l'acide carbonique. Les expériences de Boussingault, reprises et confirmées par Lawes, Gilbert et Pugh, ont écarté définitivement cette hypothèse qu'aucun physiologiste éclairé et de bonne foi n'oserait plus soutenir. On attribua ensuite aux légumineuses la faculté exceptionnelle, grâce à leur puissant feuillage et à leur période de végétation plus longue que celle des céréales, d'assimiler et d'accumuler, mieux que les graminées et toutes les autres espèces végétales, les faibles quantités d'azote combiné (ammoniaque ou nitrate) existant dans l'atmosphère.

Plus tard, on affirma que les légumineuses, favorisées par un réseau de racines qui pénètre profondément dans la terre, pouvaient puiser, dans les régions profondes du sol, l'azote existant à l'état de combinaison dans les couches du sous-sol qui ne sont pas accessibles aux autres plantes cultivées à courtes racines.

Enfin, niant que les légumineuses fussent différentes des autres plantes, au point de vue de l'assimilation de l'azote, on chercha à expliquer l'enrichissement du sol qui les a portées, en disant que leur vie même entretenait, dans la terre, certaines combinaisons azotées tout à fait indépendantes d'elles-mêmes, mais à la déperdition desquelles elles s'opposaient.

Tel était, dans ces dernières années, sur la nutrition azotée des légumineuses, l'état divers de l'opinion des agronomes, dont les plus sages et non les moins distingués, se contentaient de déclarer que l'explication du phénomène leur échappait complètement encore.

Les admirables découvertes de L. Pasteur, révélant, avec la rigueur que l'on sait, le rôle des infiniment petits dans le monde, nous montrant des actes corrélatifs de la vie, dans une série de phénomènes que l'on rattachait, jusqu'à lui, à des actions purement chimiques, physiques ou mécaniques, devaient être le point de départ d'expériences dont la science agronomique serait une des premières à bénéficier. En nous enseignant à nous mettre, à volonté, dans les conditions où les êtres inférieurs sont complètement écartés d'un milieu donné (stérilisation de l'air, des vases, du sol, etc.) ou à développer tel ou tel microbe ou bactérie à l'état de pureté et en quantité pour ainsi dire illimitée (culture des micro-organismes dans des milieux appropriés), le génie de L. Pasteur a introduit dans les sciences biologiques une révolution égale à celle qu'a provoquée la découverte de la composition de l'air par Lavoisier. On ne saurait douter que nous sommes à peine à l'aurore des révélations que nous promet le développement des

méth  
nutri  
si im  
recev  
le m  
fourni  
tion  
Les  
import  
lui a p  
riences  
arriver  
aujourd  
promet  
tions  
Les p  
riété  
l'Ca  
même  
de pota  
azotées  
(avoine  
serad  
et le ren  
2<sup>o</sup> Rép  
1. Reche  
legumine  
boration  
204 page  
Ce mêm  
sur Rube  
M. E. Gou  
1890) des  
gère, Ber  
pour l'étu



méthodes pastoriennes dans leurs applications à la nutrition des êtres vivants. Les faits si curieux et si importants que MM. Hellriegel et Wilfarth ont récemment découverts et mis en lumière, touchant le mode de nutrition des légumineuses, vont nous fournir la démonstration évidente de cette assertion <sup>1</sup>.

Les premières recherches de M. Hellriegel, sur cette importante question, remontent à l'année 1862; il ne lui a pas fallu moins de vingt-cinq années d'expériences variées et de délicates observations, pour arriver à des conclusions dont l'exactitude semble aujourd'hui à l'abri de toute critique de fond et qui promettent, comme nous le montrerons, des applications de grand intérêt pour la pratique agricole.

Les principes fondamentaux des expériences d'Hellriegel et Wilfarth sont les suivants :

1° Cultiver parallèlement dans un sol stérile par lui-même (sable pur), additionné d'acide phosphorique et de potasse, mais tantôt pourvu ou non de substances azotées (nitrate et ammoniaque), des graminées (avoine et orge) et des légumineuses (lupin, trèfle, seradelle, pois, et vesces), et comparer la végétation et le rendement des plantes de ces deux familles.

2° Répéter les mêmes essais de culture dans des

1. *Recherches sur l'alimentation azotée des graminées et des légumineuses*, par MM. Hellriegel et Wilfarth, avec la collaboration de MM. Røemer, Gunther, Møeller et Vimmer, in-8, 234 pages et 6 planches photographiques.

Ce mémoire, publié à la fin de l'année 1888 dans la *Zeitschrift für Rüben Industrie*, vient d'être traduit en français, par M. E. Gourier. Cette traduction a paru dans le tome XI (t. I<sup>er</sup>, 1890) des *Annales de la science agronomique française et étrangère*, Berger-Levrault et C<sup>ie</sup>. Nous y renverrons nos lecteurs pour l'étude détaillée de cet important travail.

sols *stérilisés* ou non (par élévation variable de température), quant au développement des êtres inférieurs.

3° Ensemencer les mêmes sols, *stérilisés* ou non, avec une petite quantité de liquide obtenu par la lixiviation de terres naturellement fertiles pour les légumineuses ou réfractaires à la culture de ces plantes, et y cultiver graminées et légumineuses.

4° Analyser rigoureusement les sols et les récoltes dans les divers cas, en vue principalement d'établir la teneur des uns et des autres en azote avant et après les cultures.

Les résultats de centaines d'expériences conduites dans cette direction, avec la plus rigoureuse méthode, sont consignés dans le travail magistral dont je vais chercher à faire connaître les conclusions essentielles, m'excusant à l'avance, auprès de mes lecteurs, de l'insuffisance forcée d'une semblable analyse. Je constaterai, une fois pour toutes, que dans tous les essais, le sol, *stérilisé* ou non, contenait les mêmes quantités de chaux, magnésie, acide phosphorique et potasse suffisantes pour nourrir les plantes qu'on lui confiait. Les sols ne différaient en rien les uns des autres que par la présence ou par l'absence d'azote, sous forme de nitrate.

*Céréales.* — Dans le sol exempt d'azote, la nutrition et le développement des graminées, orge et avoine, se sont toujours montrés nuls, en sol *stérilisé* ou non. L'addition de nitrate au sol a toujours été suivie d'une végétation normale, en rapport presque absolu avec les quantités variables de nitrate ajouté. Après la récolte, on a constamment retrouvé autant d'azote dans les végétaux produits, y compris la semence,

qu'il s'agisse de sols exempts d'azote, pauvres ou riches en ce principe. D'où la conclusion que les céréales ne sont pas aptes à puiser leur azote à des sources autres que celle que leur offrait l'addition de nitrate au sol.

*Légumineuses.* — Dans un sol dépourvu d'azote, stérilisé et maintenu tel durant l'essai, les légumineuses (lupin, pois et seradelle) se sont comportées exactement comme les céréales. Leur alimentation et leur végétation ont été nulles. L'addition de nitrate à ces sols stérilisés, en quantité minima nécessaire à la végétation des céréales, a produit sur les légumineuses les mêmes résultats que sur les céréales, c'est-à-dire une végétation normale, et la quantité d'azote contenue dans la récolte et dans le sol correspondait également à celle du nitrate donné.

Dans un sol non stérilisé, les légumineuses accomplissaient les phases de leur développement, en l'absence d'addition d'azote assimilable au sol, notamment lorsque les vases étaient exposés à l'air libre et, mieux encore, lorsqu'on ajoutait au sable une faible quantité (4 à 2 pour 100) d'eau distillée préalablement agitée avec une terre cultivée en légumineuses. Dans ce cas, la végétation était luxuriante et la récolte contenait toujours une quantité d'azote très supérieure à la teneur des graines et du sol en cet élément.

L'addition d'extrait de sol fertile au sable où végétaient les céréales, en l'absence du nitrate, n'a jamais amené d'amélioration dans le développement de l'orge ou de l'avoine, ni aucun gain en azote de la récolte.

Comment s'explique l'influence si marquée et si étrange, au premier abord, qu'exerce sur les légumineuses l'addition à un sol dépourvu d'azote, mais

non stérilisé, d'une faible quantité d'extrait aqueux d'une terre fertile pour les légumineuses? Pour comprendre cette singulière action, il faut se rappeler que les racines des légumineuses portent à leurs extrémités les plus fines de petites nodosités, ovoïdes ou rondes, de grosseur variable suivant les espèces, mais toujours visibles à l'œil nu. Ces nodosités sont remplies, chez les légumineuses bien développées, d'une matière azotée organisée (micro-organismes), à laquelle il paraît incontestable aujourd'hui qu'est dévolu le rôle de fixer l'azote gazeux de l'atmosphère.

Il résulte, en effet, des analyses d'Hellriegel et Wilfarth que la teneur, d'ailleurs extrêmement faible, en azote et en autres principes minéraux des quelques centimètres cubes d'extrait de sol dont il vient d'être question, ne saurait jouer aucun rôle dans la fertilisation constatée; mais, par contre, l'action de la chaleur (70°) sur cette solution de terre lui fait perdre toute sa vertu fertilisante. Sans nul doute l'extrait aqueux d'une terre qui porte du lupin ou du trèfle renferme une quantité, si faible qu'elle soit, du contenu des nodosités dont nous venons de parler. Ensemencés dans un sol inapte jusque-là à porter des légumineuses, ces germes se développent, assimilant l'azote gazeux de l'atmosphère confinée dans le sol, et favorisent alors le développement de nodosités sur les jeunes racines des graines de légumineuses confiées à la terre. Vient-on à stériliser le milieu par la chaleur ou par tout autre procédé, l'action de ces germes cesse; ils sont tués ou paralysés et la plante cesse, à son tour, de se développer, dès qu'elle a consommé la réserve alimentaire que lui offrait sa

propre...  
commune...  
être l'unique...  
modestes de...  
la possibilité...  
d'azote...  
bactérie qui...  
Chose les...  
étail, par...  
desquelles...  
père sur un...  
vue cultural...  
les sols...  
portent en...  
légumine...  
spécial...  
porter des...  
Il n'est...  
sur l'origi...  
travaux, q...  
taines fam...  
puis inie...  
les conch...  
se compo...  
l'azote, d...  
graminée...  
solumen...  
des sur...  
et leur...  
l'abonda...  
assimila...  
procuren

propre graine. C'est donc par un processus de vie commune, de *symbiose*, suivant l'expression des physiologistes, entre les radicelles de la plante et le petit être (champignon ou bactérie?) que renferment les nodosités des légumineuses, que celles-ci acquièrent la possibilité de se développer dans un milieu exempt d'azote assimilable, en empruntant cet aliment à la bactérie qui le prend elle-même à l'atmosphère.

Chose bien curieuse, Hellriegel et Wilfarth ont établi, par des expériences des plus nettes, au sujet desquelles j'entrerai en quelques détails dans le chapitre suivant, à raison de leur importance au point de vue cultural, que ces micro-organismes existant dans les sols cultivés varient avec la nature des récoltes que portent ces sols, et que le développement de chaque légumineuse est lié à la présence d'un organisme spécial, celui du lupin ne fertilisant pas le sol qui doit porter des pois, du trèfle et réciproquement.

Il n'est pas besoin, je crois, d'insister longuement sur l'originalité et sur l'intérêt de ces intéressants travaux, qui jettent, sur la nutrition azotée de certaines familles de plantes, un jour si nouveau. Je ne puis mieux résumer cette étude, qu'en reproduisant les conclusions des auteurs : 1° les légumineuses se comportent, sous le rapport de l'assimilation de l'azote, d'une façon essentiellement différente des graminées; 2° les graminées (céréales, etc.) sont absolument dépendantes, pour leur nutrition en azote, des sources d'azote assimilable que leur offre le sol, et leur développement est en rapport étroit avec l'abondance de ces sources; 3° en dehors de l'azote assimilable du sol, les légumineuses sont aptes à se procurer l'azote nécessaire à leur développement

et que le sol ne leur fournirait pas, en recourant à une autre source; 4° cette deuxième source est l'azote libre de l'atmosphère; 5° les légumineuses n'ont pas la faculté d'assimiler *directement* l'azote libre de l'air; elles recourent à l'intermédiaire des micro-organismes vivants, dont la présence dans le sol est, à cet effet, indispensable; 6° pour rendre utilisable, pour les légumineuses, l'azote libre, il ne suffit pas de la présence d'organismes inférieurs dans le sol; il est encore indispensable que certaines espèces de ces derniers soient en rapports intimes (symbiose) avec les plantes; 7° les nodosités radiculaires des légumineuses ne doivent donc pas être considérées comme de simples réservoirs de matières azotées, à la disposition de la plante, mais bien comme étant en rapport étroit avec la fixation de l'azote libre de l'atmosphère.

Il résulte explicitement, tant des publications du savant directeur de la Station agronomique de Bernburg et de ses collaborateurs, que des lettres que M. Hellriegel m'a récemment écrites, que le sol ne fixe directement, en aucun cas, l'azote atmosphérique. M. Hellriegel partage l'opinion presque unanimement admise aujourd'hui et si solidement étayée par les dernières expériences de M. Th. Schloësing; il n'a constaté, dans aucun de ces essais, une fixation d'azote libre par les éléments du sol, et l'enrichissement en substances azotées des terres qui ont porté des légumineuses s'explique par le développement des plantes sous l'influence des micro-organismes et non par une absorption directe de l'azote par les éléments du sol. Il me reste à parler des résultats culturaux des découvertes de MM. Hellriegel et Wilfarth.

Expériences de  
des légumineuses  
plantes. — As-  
sistation des  
— Expériences

Il n'est a  
imprévues. e  
nomie, que e  
le rôle des m  
plantes le  
un résumé s  
Ces habi  
la différenc  
milation de  
neues. m  
rapport qu  
d'être m  
Comme no  
sol pour  
rale (nitra  
sent absol

## II

### LES MICROBES BIENFAISANTS

Expériences de MM. Hellriegel et Wilfarth sur la nutrition des légumineuses. — L'inoculation de microbes chez les plantes. — Application culturale de ces recherches à la fertilisation des terres stériles par l'introduction de microbes. — Expériences du docteur Salfeld.

Il n'est, à coup sûr, guère de découvertes plus imprévues, et peut-être aussi importantes pour l'agriculture, que celles de MM. Hellriegel et Wilfarth, sur le rôle des micro-organismes dans la nutrition des plantes légumineuses dont nous venons de présenter un résumé succinct.

Ces habiles expérimentateurs, après avoir démontré la différence radicale qui existe, dans le mode d'assimilation de l'azote, entre les céréales et les légumineuses, ont établi de la manière la plus nette l'étroit rapport qui unit, chez ces dernières, la présence d'êtres microscopiques à la fonction de la nutrition. Comme nous venons de le voir, tandis que, dans un sol dépourvu d'azote à l'état de combinaison minérale (nitrate ou ammoniacque), les céréales se refusent absolument à vivre et à se développer, la plu-

part des légumineuses et des papilionacées (lupin, trèfle, pois, haricots, vesces, etc.) y prospèrent et parcourent les diverses phases de leur évolution en empruntant l'azote gazeux à l'atmosphère, par l'intermédiaire de micro-organismes.

En l'absence de ces êtres inférieurs, le sol dépourvu de nitrate est tout aussi stérile pour les légumineuses que pour les graminées. Tels sont les traits essentiels de la découverte de MM. Hellriegel et Wilfarth, dont j'ai résumé brièvement l'historique dans le chapitre précédent.

Ainsi que je le disais plus haut, le directeur de la Station de Bernburg et ses collaborateurs sont allés plus loin, et, dans des expériences décisives, ils ont établi que les micro-organismes, indispensables à l'assimilation par les légumineuses de l'azote libre, diffèrent suivant les espèces de légumineuses qu'on cultive. Il y aurait, de la sorte, des microbes bienfaisants, spéciaux à certaines cultures, comme il existe des microbes infectieux particuliers à certaines maladies, le charbon des moutons, le rouget du porc, la tuberculose, etc.

La constatation de ce fait, en parfait accord avec la doctrine pastorienne, agrandit le champ, si vaste déjà, de phénomènes inexplicables tant qu'on les a considérés comme soumis à des lois purement chimiques et que la biologie éclaire d'un coup, comme par enchantement. Il est fort probable que le temps n'est pas loin où le rôle des micro-organismes dans la nutrition des légumineuses, désormais incontestable, mais encore obscur dans son mécanisme, recevra une explication complète, par la culture de ces êtres inférieurs dans des milieux convenables. Nous saurons



bientôt peut-être pourquoi tel organisme du sol favorise la nutrition des pois et non celle du lupin, ou réciproquement, et par quel *processus* s'opère la fixation de l'azote par les microbes.

En attendant, le fait en lui-même et ses conséquences pour l'agriculture sont assez considérables pour que nous y insistions, sauf à en donner plus tard une explication complète, ce que l'habileté expérimentale de M. Hellriegel nous permet d'espérer.

Avant de résumer les essais de grande culture qui sont venus confirmer les expériences physiologiques du laboratoire de Bernburg, il n'est point superflu de faire connaître, avec quelque détail, les faits qui assignent aux différents organismes renfermés dans le sol un rôle spécifique dans la nutrition des diverses légumineuses. Quelques emprunts aux publications de la station de Bernburg et à ma correspondance avec M. Hellriegel vont me permettre de montrer tout l'intérêt de la question. Disons deux mots d'abord du dispositif général des expériences :

1° *Expériences sur les lupins.* — Des vases cylindriques en verre, contenant chacun 8 kilogrammes de sable siliceux additionné d'une solution renfermant de la chaux, de la potasse, de la magnésie, des acides phosphorique et sulfurique, c'est-à-dire tous les éléments de la plante, sauf l'azote, ont servi de milieu nutritif pour chacune des graines mises en expérience.

Le 18 avril 1888, on a planté dans chaque vase deux graines de lupin, pesant chacune 0 gr. 117. La récolte a eü lieu le 14 août suivant. Le sable, analysé, contenait moins de 0 milligr. 7 d'azote par kilogramme, et chaque graine renfermait 7 milligr. 5 du même corps.

Une partie de ces vases a reçu quelques centimètres cubes d'extrait aqueux d'une terre végétale, très fertile pour le lupin; d'autres vases ont été additionnés d'une égale quantité d'extrait aqueux d'un sol qui portait des betteraves; enfin, des vases *témoins*, en nombre égal aux vases additionnés d'extraits de sol, n'ont reçu aucune addition. Les quantités d'extraits de sol employées dans ces essais renfermaient de 0 milligr. 4 à 0 milligr. 57 d'azote, de sorte que la quantité totale d'azote de chacun des vases soit : azote de la semence, du sable et de l'extrait de sol, s'élevait à la quantité absolument insignifiante de 2 centigr.  $1/4$  (0 gr. 0225) et, dans les vases qui n'ont pas reçu d'extrait, à 0 gr. 020 seulement.

De plus, le sol d'une partie des vases a été stérilisé par la chaleur, l'autre non. Voici les résultats de cette série d'essais : les graines de lupin, plantées en sol dépourvu d'azote et non additionné d'extrait de sol fertile, ont fourni des plantes dont le poids total n'a pas atteint 1 gramme, tandis que les plantes obtenues de graines venues en sol dépourvu d'azote, mais additionné de quelques centimètres cubes d'extrait de sol de lupin, ont atteint leur développement normal et donné une récolte pesant de 37 à 43 grammes, récolte contenant 1 gr. 1 d'azote, soit cinquante fois plus d'azote que n'en renfermaient le sol et les graines. Dans les premières séries de vases, au contraire, on constata partout un déficit d'azote, sur la petite quantité de ce corps existant dans le sol et dans les graines au début de l'expérience. Les mêmes essais de culture, faits en substituant à l'extrait de sol de lupin un extrait de sol d'un champ de betteraves, ont donné des résultats négatifs.

tifs, c'est-à-dire une récolte nulle comme celle des essais exécutés sans addition d'extrait.

La stérilisation des vases n'a pas modifié les résultats et ne s'est point opposée au développement des lupins, dans le cas de l'addition d'extrait. En multipliant les expériences sur d'autres légumineuses, Hellriegel a constaté que l'extrait de sol de betteraves, qui s'est montré complètement inactif pour la végétation du lupin, a été, au contraire, favorable au développement et à la nutrition azotée d'autres espèces de légumineuses, telles que le pois, la vesce, etc. Ajoutons tout de suite que la croissance satisfaisante des légumineuses a toujours concordé avec le développement des tubercules radiculaires dont j'ai parlé dans le précédent chapitre, tubercules gorgés de micro-organismes riches en substance azotée.

2° *Légumineuses et graminées.* — Pour corroborer les résultats qui précèdent et lever tout doute à l'endroit de l'action que la stérilisation des vases aurait pu exercer sur le sable, objection qui leur avait été faite, Hellriegel et Wilfarth ont exécuté, à la fin de 1888, l'expérience comparative que voici :

Quatre vases plus larges que les précédents et contenant chacun 16 kilogrammes de sable stérile, ont été additionnés de la solution nutritive indiquée plus haut et stérilisés par la chaleur : deux d'entre eux ont été ensuite additionnés de 80 centimètres cubes d'un extrait du sol de betteraves qui a servi aux précédentes, et les deux autres, d'extrait du sol de lupin (correspondant à 16 grammes de ce sol). Neuf espèces de graines appartenant à diverses familles végétales, graminées, légumineuses, crucifères, etc., ont été

plantées, en nombre égal, dans chacun des quatre vases. L'unique différence dans les conditions de culture résidait dans la nature de l'extrait de sol ajouté. Les résultats furent des plus nets. Dans les quatre vases, toutes les plantes non légumineuses ont été à l'inanition et n'ont fourni qu'une récolte à peu près nulle. Le lupin et l'ornithopus se sont comportés, dans les vases à extrait de sol de betteraves, comme les graminées et ont péri. Pas un seul tubercule ne s'est montré à l'extrémité de leurs radicelles. Le trèfle, au contraire, s'est très bien développé dans les conditions défavorables aux graminées et aux lupins.

Dans le sol additionné d'extrait de terre de lupin, cette plante et l'ornithopus ont acquis leur développement normal.

Le trèfle, longtemps languissant, a fini par croître également bien.

Enfin, le pois et la vesce ont crû avec une égale intensité dans les quatre vases.

Il résulte de ces faits extrêmement curieux que, dans des conditions d'expériences absolument identiques, l'extrait d'un sol cultivé en betteraves n'a exercé aucune action sur la croissance des plantes non légumineuses, pas plus que sur le lupin et sur l'ornithopus (légumineuses), tandis que son influence bienfaisante s'est manifestée énergiquement sur le trèfle, le pois et la vesce. L'extrait du sol de lupin n'est, lui, demeuré inactif que sur les plantes étrangères à la famille des légumineuses. Le poids des récoltes a varié, suivant les espèces végétales, de 0 gr. 01, *Brassica* (crucifères), à 32 gr. 6, pois (légumineuses), et 30 gr. 6, lupins.

La conclusion qui s'impose rigoureusement est la

suivant : A  
lupin comoo  
Mammifères  
favorisent l  
mineuses de  
les mères  
général  
organism  
santé des ar  
prunt  
besoin pour  
L'ind  
des p  
de m  
miers  
nguses. J'ai  
lupins sem  
ment exem  
semées  
blement ino  
loppés sur  
lées ont  
qui sont ar  
demeurées  
semées et

1. Par  
de Com  
juillet 189  
des bronz  
tion agr  
incommen  
de la scie  
rimentateur  
de M. Hall

suiuante : les micro-organismes du sol fertile pour le lupin concourent à la fixation de l'azote par certaines légumineuses; ceux du sol fertile pour la betterave favorisent l'assimilation de l'azote par certaines légumineuses seulement (pois, vesces), au même titre que les micro-organismes du sol de lupin : en termes plus généraux, les sols en culture contiennent des micro-organismes qui, par symbiose, favorisent la croissance des légumineuses et leur fournissent, en l'empruntant à l'atmosphère, l'azote dont ces plantes ont besoin pour leur alimentation.

L'inoculation directe du contenu des tubercules à des graines germées de lupin a permis à Hellriegel de mettre hors de toute discussion le rôle de ces micro-organismes dans la nutrition des légumineuses. J'ai sous les yeux les photographies de quatre lupins semés dans le même vase, dans un sol entièrement exempt d'azote : deux de ces graines ont été semées telles quelles; les deux autres ont été préalablement inoculées avec la matière de tubercules développés sur les radicelles du lupin. Les graines inoculées ont fourni deux plantes de venue normale, et qui sont arrivées à maturité; les deux autres sont demeurées à l'état où elles étaient, quand on les a semées, et n'ont donné aucune récolte <sup>1</sup>.

1. J'ai reçu ces photographies de M. Hellriegel, à l'occasion du Congrès des directeurs des stations agronomiques tenu en juillet 1889 à Paris. Elles seront publiées dans le *Compte rendu des travaux du 2<sup>e</sup> congrès international des directeurs des Stations agronomiques et des Laboratoires agricoles*, qui paraîtra incessamment à la librairie Berger-Levrault, et dans les *Annales de la science agronomique* (même librairie). Depuis, des expérimentateurs français ont répété les expériences d'inoculation de M. Hellriegel, et en ont confirmé l'exactitude.

L'expérience de M. Hellriegel sur le rôle des micro-organismes contenus dans les sols fertiles a suggéré à un agronome d'une station de l'Allemagne du Nord, M. le docteur Salfeld, l'idée de tenter des essais de fertilisation de sols tourbeux stériles, par l'épandage d'une petite quantité de terre cultivée en légumineuses et reconnue apte à porter les plantes de cette famille. La tourbière qui a servi à ces essais a été mise en culture, à l'aide de l'écobuage répété deux fois, en 1887 et en 1888; comme fumure première elle reçut, à l'hectare, 4 000 kilogrammes de chaux vive, 100 kilogrammes de sel de potasse (kaïnite) et 120 kilogrammes d'acide phosphorique, sous forme de scories Gilchrist. On répandit les engrais à l'automne de 1887. Au printemps suivant, malgré le travail à la herse qui suivit l'épandage de la chaux, il existait encore, à la surface de nombreuses mottes non désagrégées. Après le chaulage, on sema, à la volée, la kaïnite et le phosphate qu'on enterra à 10 centimètres de profondeur environ. On divisa ensuite le champ en parcelles de 7 ares, séparées les unes des autres par un sentier de 1 mètre.

En vue d'une application pratique des recherches d'Hellriegel, on répandit à la volée, sur moitié des parcelles, de la terre végétale de trois provenances diverses, a raison de 40 kilogrammes de terre par are. Un tiers de cette moitié du champ reçut, à la dose que je viens d'indiquer, de la terre d'un champ inculte (glauconie riche en potasse : 3,73 pour 100); le second tiers reçut de la terre de Kalenberg prise à la surface d'un champ notoirement fertile pour les fèves de marais; le troisième tiers reçut de la terre dite Wiererde, d'un ancien champ de Hollande cultivé en

légumineuses. L'autre moitié de la tourbière destinée à servir de témoin ne reçut pas d'addition de terre. Du 19 au 24 avril 1888, on sema en ligne dans chacune des parcelles amendées comme nous venons de le dire, des pois champêtres, des fèves de marais, en mélange avec des vesces et la même légumineuse mélangée à des pois de capucins.

La levée se fit vers le 14 mai; un binage fut donné le 25 du même mois. Jusqu'au 6 juin, le développement des plantes semblait identique dans toutes les parcelles. A dater du 13 juin, l'influence des terres de Kalenberg et de Wiererde sur la végétation devint des plus manifestes. Le 29 juin, les parcelles additionnées de ces deux terres étaient couvertes d'une végétation drue et luxuriante. Les parcelles témoins et celles qui avaient reçu de la glauconie ne portaient qu'une végétation languissante et d'aspect misérable.

Le 3 septembre, on fauche les pois; les autres plantes furent récoltées du 18 au 20 septembre. La récolte de 90 mètres carrés, sur chacune des parcelles, fut enlevée avec grand soin, battue et pesée.

En récapitulant les chiffres fournis, en grains et paille, par les différentes parcelles, on arrive aux résultats suivants :

La terre de glauconie, malgré sa richesse en potasse, n'a pas augmenté le rendement du sol tourbeux naturel, tandis que l'addition, à l'are, de 40 kilogrammes des deux autres terres a exercé sur le poids de la récolte une influence des plus considérables.

Pour le mélange de fèves de marais et de pois de

capucin, les rendements, par rapport au sol tourbeux naturel, se sont accrus dans les proportions suivantes :

|                         | En grains. | En paille.   |
|-------------------------|------------|--------------|
| Terre de Kalenberg .... | 67 p. 100  | 87,7 p. 100. |
| Wiererde.....           | 90,3 —     | 117 —        |

Pour le mélange de vesces et de fèves de marais, on constate l'accroissement suivant dans la terre de Wiererde : en grain, 208,8 pour 100; en paille, 84,6 pour 100.

Comme dans un autre essai, sur la même tourbière, l'addition de 15 kilogrammes d'azote, à l'hectare, sous forme de nitrate, n'avait pour ainsi dire pas exercé d'influence sur la récolte, M. Salfeld conclut que l'action des quelques kilogrammes de terre semée sur le sol doit être attribuée aux micro-organismes favorables à la croissance des légumineuses, ce qui confirme les essais d'Hellriegel.

J'aurai plus tard l'occasion de faire connaître le résultat d'essais culturaux que j'ai entrepris, en vue de vérifier ces faits vraiment bien curieux et qui serviront peut-être très efficacement de point de départ à la fertilisation de sols jusqu'ici stériles.

La fumure vert  
de M. Arch.  
leur efficacité.

La pratique  
caler, entre  
végétaux et  
à enraciner  
par un coup  
à la plus ha  
du 1<sup>er</sup> siècle  
son traité  
il connaît r  
adaptées à  
à peu près  
depourvu  
trouver de  
efficaces.  
milieu de  
préalable  
vaudra la  
cole, qui



### III

#### LES ENGRAIS VERTS

La fumure verte. — Les plantes améliorantes. — Expériences de M. Ach. Müntz sur les engrais verts. — Explication de leur efficacité.

La pratique des engrais verts, qui consiste à intercaler, entre deux récoltes, la semaille de certains végétaux à feuillage abondant, à croissance rapide, à enracinement profond, qu'on enfouira dans le sol par un coup de charrue avant leur maturité, remonte à la plus haute antiquité. Columelle, agronome latin du 1<sup>er</sup> siècle de l'ère chrétienne, constate déjà dans son traité de *Re rustica* l'efficacité des engrais verts; il connaît même l'une des espèces végétales les mieux adaptées à ce système de fumure, le lupin, et voici à peu près comment il en parle : « Le cultivateur dépourvu de toutes ressources peut, à mon avis, trouver dans la semaille du lupin un secours des plus efficaces. Si, dans un sol épuisé, il enterre, vers le milieu de septembre, à l'aide de la charrue, le lupin préalablement arraché à la houe, cette opération vaudra la meilleure fumure. » Un autre écrivain agricole, qui vivait trois siècles plus tard à Rome, Palla-

dius, signale l'emploi des féveroles, des vesces et du lupin comme engrais vert. « Les lupins et les vesces d'hiver, dit-il, retournés et enterrés dans le sol à la charrue, lorsqu'ils sont encore verts, enrichissent les champs à l'égal du fumier; mais, si on les récolte à maturité pour les emporter hors du champ, ils enlèvent notablement de force (fertilité) à la terre. » On remarquera que les plantes indiquées par Columelle et par Palladius appartiennent à la famille des légumineuses.

La pratique des engrais verts semble s'être continuée à travers les âges sans qu'on ait pu, tout en constatant les bons effets, l'expliquer rationnellement et d'une manière complète avant ces dernières années, la connaissance du mode de nutrition des légumineuses étant en effet de date très récente, comme nous l'avons vu précédemment.

Au commencement du siècle actuel, vers 1820, un agronome de grand renom, C. de Wulfen, introduisit en Allemagne l'emploi des engrais verts, dont il avait constaté les bons effets dans le sud de la France, et s'en fit le propagateur ardent. De notre temps, un autre agriculteur du même pays, M. Schultz (de Lupitz), se livra à des essais culturaux multipliés dans les sols légers, pauvres, et montra tout le parti qu'on peut tirer du lupin et d'autres légumineuses enfouis en vert, comme source de fumure azotée. Les récentes découvertes de MM. Hellriegel et Willfarth qui ont jeté un si grand jour sur la nutrition azotée des plantes de cette famille, par l'intermédiaire des micro-organismes du sol, enfin les expériences que M. Müntz a communiquées le 5 mai 1890 à l'Académie des sciences fournissent l'explication complète du rôle et de l'im-

portance des engrais verts, dans les sols siliceux pauvres et dans les terrains argileux compacts, où l'observation a depuis longtemps permis aux praticiens de constater leur efficacité.

J'ai fait connaître dans les chapitres précédents les principaux résultats des belles études de MM. Hellriegel et Willfarth : le fait dominant qui en ressort c'est la fixation, par les nodosités si abondantes sur les radicelles des légumineuses (lupin, trèfle, luzerne, seradelle, etc.), de l'azote libre de l'atmosphère, sous l'influence des micro-organismes du sol. Les plantes de cette famille ont donc la propriété de se développer complètement, aux dépens de l'azote atmosphérique, dans un sol dépourvu de combinaisons azotées (nitrate, sels ammoniacaux) indispensables à la croissance des céréales et de toutes les graminées.

Les végétaux que je viens de nommer sont pourvus d'un feuillage abondant qui, le fait est très probable sinon absolument acquis encore, a la faculté de fixer l'ammoniaque aérienne ; en tout cas, le développement de leur appareil foliacé les rend très aptes à ombrager le sol, à maintenir, par conséquent, son humidité et son ameublissement, conditions très favorables à l'amélioration physique de la couche arable et, par suite, à la croissance des plantes qui leur succéderont. Enfin, ces végétaux dont les racines pénètrent profondément, vont puiser dans les couches inférieures, l'acide phosphorique, la potasse et les autres principes minéraux qui se trouveront ramenés à la surface du sol, après le premier labour.

En résumé, les légumineuses dont le développement n'exige pas l'apport d'engrais azoté au sol qui doit les porter, préparent une réserve de principes

azotés puisés à une source absolument gratuite pour le cultivateur — l'atmosphère — et une réserve de phosphate, de potasse, etc., empruntés au sous-sol.

Tout cela est en accord parfait avec l'observation séculaire qui assigne aux légumineuses une grande valeur comme engrais verts et même comme récolte, la partie souterraine de la plante restant dans le sol, valeur qui lui a fait donner le nom de plantes améliorantes — parce qu'on peut obtenir une abondante récolte de céréales, après lupin ou trèfle, sans recourir aux engrais.

La fumure *en vert* a donc pour premier résultat la suppression des engrais azotés pour la récolte qui suivra. Elle réussit également bien dans les sols légers, sableux, et dans les terres fortes: nous en verrons tout à l'heure l'explication. Mais ce n'est pas sa seule utilité. On sait de quelle importance est pour le maintien des qualités physiques du sol : porosité, perméabilité, ameublissement, etc., et pour ses propriétés chimiques, la présence de l'humus, c'est-à-dire l'association intime de la matière organique avec les substances minérales, les phosphates notamment, qui deviennent, par là, facilement assimilables par les plantes. Or, aujourd'hui, avec le développement que prend l'emploi des engrais chimiques qui tendent à se substituer, pour une large part, au fumier de ferme dans certaines exploitations, la teneur en humus des sols cultivés va nécessairement en diminuant. L'enfouissement en vert des plantes, associé à l'emploi des phosphates et des sels de potasse, si le sol les réclame, vient donc très heureusement remplacer le fumier de ferme qui fait défaut dans beaucoup de cas. Pour tous ces motifs, la pratique des

seront...  
de humus...  
exclusif des...  
sols dont on...  
l'absence d...  
Comment...  
dans le s...  
nellement...  
commence...  
à l'Académ...  
Ainsi q...  
été condu...  
à attribue...  
l'action t...  
aérienne...  
le sol. ap...  
d'azote a...  
renferme...  
la récolte...  
la trans...  
nitricat...  
On sa...  
sous for...  
légum...  
l'azote...  
La r...  
nitricat...  
leur a...  
sur ce...  
M. M...  
sols...  
fumu...

engrais verts est appelée à rendre de très grands services, lorsqu'elle s'applique à des terres pauvres en humus, dès longtemps soumises à l'emploi presque exclusif des engrais chimiques, soit encore à des sols dont on veut accroître rapidement la fertilité, en l'absence du fumier de ferme.

Comment se comportent les plantes vertes enfouies dans le sol et de quelle manière s'explique rationnellement leur action sur la récolte? C'est ce que la communication que M. Ach. Müntz a faite, en mai 1890, à l'Académie des sciences, va nous indiquer.

Ainsi que je l'ai dit plus haut, les agronomes ont été conduits, par l'observation et par l'expérience, à attribuer principalement à leur teneur en azote l'action fertilisante des engrais verts. La partie aérienne d'une récolte de légumineuses enfouie dans le sol, apporte à ce dernier environ 100 kilogrammes d'azote à l'hectare, sans compter le poids d'azote que renferment les racines. Mais, pour être utilisable par la récolte qui suivra l'engrais vert, cet azote doit subir la transformation chimique connue sous le nom de nitrification.

On sait, en effet, que c'est presque exclusivement sous forme de nitrate que les plantes autres que les légumineuses, et notamment les céréales, assimilent l'azote nécessaire à leur alimentation.

La rapidité, plus ou moins grande, avec laquelle nitrifient les engrais azotés donne donc la mesure de leur aptitude à servir d'aliment aux plantes. Se basant sur ces considérations bien connues de nos lecteurs, M. Müntz a étudié la formation des nitrates dans des sols ayant reçu, soit des engrais verts, soit d'autres fumures azotées en quantités telles que la proportion

d'azote fût la même pour chaque lot de terre. Il a opéré comparativement avec le sulfate d'ammoniaque dont M. Th. Schlœsing a montré la rapide nitrification et avec le sang desséché qui est un des engrais azotés les plus actifs.

M. Müntz a opéré sur deux terres très différentes par leur constitution chimique : la première (I), légère, sablonneuse, contenant 2 pour 100 de calcaire ; la deuxième (II), argileuse, peu calcaire, très forte. A un même poids de chacun de ces sols il a incorporé des quantités d'engrais vert (lupins), de sang desséché et de sulfate d'ammoniaque, contenant chacune exactement le même poids d'azote. Au bout de trois mois il a déterminé par l'analyse, dans chacune de ces terres, l'enrichissement en acide azotique résultant de la nitrification. Voici les résultats de ces dosages :

| Nature des fumures.                  | Acide nitrique<br>(en milligr.)<br>par kilogr. de terre. |                |
|--------------------------------------|--|----------------|
|                                      | I<br>Milligr.  | II<br>Milligr. |
| Terre avec engrais vert (lupin)..... | 183  | 88             |
| — sang desséché.....                 | 161  | 3,6            |
| — sulfate d'ammoniaque...            | 268  | 5,1            |

Ces chiffres sont très instructifs : dans les sols légers, perméables à l'air, l'engrais vert a nitrifié plus rapidement que le sang desséché, mais moins vite que le sulfate d'ammoniaque. Dans la terre forte, compacte, peu perméable à l'atmosphère, l'engrais vert a nitrifié beaucoup plus abondamment que le sang desséché et même que le sulfate d'ammoniaque pur.

Ces faits s'expliquent aisément, comme l'indique M. Ach. Müntz, par nos connaissances antérieures sur les conditions de la nitrification. La présence et le

renouvellement de l'oxygène dans le sol est une condition *sine qua non*, toutes choses égales d'ailleurs, pour que puissent fonctionner les organismes inférieurs qui sont les agents indispensables de la nitrification. Or, l'engrais vert, par son volume, si différent de celui du sang desséché ou du sulfate d'ammoniaque nécessaire à l'apport de la même quantité d'azote, modifie considérablement la constitution physique des sols argileux, détruit leur compacité et permet la circulation de l'air. Dans le cas des terres fortes, la fumure verte a donc une supériorité marquée sur les autres engrais azotés.

Pour compléter les essais que je viens de résumer, M. A. Müntz a fait, à la ferme de Vincennes, une expérience de culture de maïs sur une certaine échelle. En terre légère, il a employé simultanément les mêmes engrais azotés, à une dose correspondant à l'introduction dans le sol, de 100 kilogrammes d'azote à l'hectare; l'acide phosphorique et les autres principes nutritifs existaient, d'ailleurs, abondamment dans les champs d'essais. Il a semencé ces champs en maïs géant, cultivé comme fourrage, plante très épuisante, comme on le sait.

Dix-huit jours après l'épandage des engrais on a prélevé des échantillons dans les divers champs et on y a dosé l'azote nitrique. Voici les résultats de ces analyses :

| Nature des fumures.                       | Acide nitrique<br>(en milligr.)<br>par kilogr. de sol. |
|---|--|
| Parcelle avec engrais vert (luzerne)..... | 86,0   |
| — avec sang desséché.....                 | 72,2   |
| — avec sulfate d'ammoniaque.....          | 121,4  |
| — sans engrais azoté.....                 | 14,5   |

Là, encore, l'engrais vert a nitrifié plus rapidement le sang desséché.

A la fin de septembre, on a coupé le maïs et pesé les quatre récoltes, qui, rapportées à l'hectare, ont donné les poids suivants :

|                                 |                |   |
|---------------------------------|----------------|---|
| Parcelle avec engrais vert..... | 78.000 kilogr. |   |
| — avec sang desséché.....       | 74.500         | — |
| — avec sulfate d'ammoniaque...  | 66.000         | — |
| — avec nitrate de soude .....   | 78.500         | — |
| — sans engrais azoté.....       | 39.500         | — |

Ces chiffres montrent l'efficacité des engrais verts sur le poids de la récolte ; la luzerne enfouie dans le sol a donné un rendement égal, à peu de chose près, à celui qu'a fourni le nitrate de soude : comme ce dernier, elle a doublé le produit, par rapport à celui du champ demeuré sans engrais azoté et accru très notablement le rendement obtenu avec le sulfate d'ammoniaque et le sang desséché.

L'efficacité des engrais verts comme fumure azotée, tient donc, d'après ces intéressantes recherches, à la facilité avec laquelle les matières végétales fraîches laissent nitrifier l'azote des substances protéiques qu'elles renferment et à l'influence favorable qu'ils exercent sur les propriétés physiques des terres.

La fumure verte se pratique soit en été et à l'automne, au moment de la moisson des céréales, et, parfois, avant cette époque, soit au printemps, à la semaille des céréales de mars. J'examine, dans le chapitre suivant, le choix à faire, suivant les terrains, des plantes à employer pour ce mode de fumure, les conditions de leur semaille, la dépense qui résulte de ce système et ses avantages économiques. Il n'est pas



indifférent, en effet, de préciser les cas où le cultivateur a intérêt à nourrir une récolte avec une autre, et de rechercher si le bétail n'utilise pas mieux, pécutiairement parlant, le fourrage produit, que ne le fait la récolte obtenue avec ce fourrage laissé dans le sol à titre de fumure.

## IV

### CULTURES EN VUE DE L'ENGRAIS VERT

Lupins, seradelle, trèfle, moutarde, etc. — Les cultures à faire en vue de l'engrais vert, suivant les conditions de l'exploitation.

L'art du cultivateur consiste à obtenir du sol un rendement maximum aux moindres frais. Chaque fois que les forces naturelles remplacent les procédés artificiels que l'homme a appris à mettre en œuvre, c'est tout bénéfice pour lui. Il en résulte, en effet, dans le prix de revient des récoltes, une diminution d'autant plus notable que cette substitution des agents naturels à l'intervention de l'agriculteur s'exerce sur une plus grande échelle.

Les résultats de la pratique qui consiste à semer certains végétaux, tels que les légumineuses, et à les enfouir en vert, sont l'un des exemples les plus frappants qu'on puisse invoquer à l'appui de cette thèse.

Les légumineuses, trèfle, lupins, seradelle, etc., jouissent de la faculté de fabriquer, comme nous l'avons démontré dans les précédents chapitres, par l'intermédiaire de micro-organismes, la presque totalité de leurs matières azotées, aux dépens de l'azote

... de l'a  
à laquelle le  
précieux. D'a  
leur tour de  
dans le sol,  
stance fertili  
atmosphériq  
rations. sou  
récoltes qu  
elles. de fix  
tée est d  
l'achat et d

Une réco  
jusp. à M  
admettan  
tiers par  
gratuiten  
au cours  
plus. la  
terre me  
des qua  
assimilés

Le résu  
dans ce c  
santes re  
tare. La  
nant se  
et un pe

En g  
quantité  
potasse.  
végétati  
vue, en

gazeux de l'atmosphère, source gratuite inépuisable à laquelle le cultivateur peut demander un concours précieux. D'autres micro-organismes se chargent à leur tour de transformer, après leur enfouissement dans le sol, les engrais verts azotés en nitrate, substance fertilisante au premier chef. Finalement, l'azote atmosphérique est mis, par cette double série d'opérations, sous forme de nitrate, à la disposition des récoltes qui les suivent : blé, avoine, etc., incapables, elles, de fixer l'azote gazeux. Cette forte fumure azotée est obtenue sans autres dépenses que celles de l'achat et de la semaille des semences.

Une récolte de légumineuses peut fixer, par hectare, jusqu'à 100 kilogrammes et plus d'azote. Même en admettant un chiffre très inférieur à celui-là, les deux tiers par exemple, ce poids d'azote nitrique fourni gratuitement au sol représente une valeur notable : au cours actuel du nitrate, au moins 80 francs ; de plus, la décomposition de la récolte de trèfle dans la terre mettra à la disposition de la céréale qui suivra, des quantités de potasse et d'acide phosphorique assimilables qu'on peut estimer à 20 francs environ.

Le résultat de la fumure à l'engrais vert sera donc, dans ce cas, un apport à la terre de matières fertilisantes représentant, au minimum, 100 francs par hectare. La dépense correspondante sera faible, comprenant seulement quelques kilogrammes de semences et un peu de main-d'œuvre.

En général, il conviendra de donner à la terre des quantités suffisantes d'acide phosphorique et de potasse, si cette base fait défaut, pour assurer la pleine végétation des légumineuses. Il ne faut pas perdre de vue, en effet, qu'une abondante production de matière

azotée par la fumure verte n'est possible que si le sol renferme des phosphates et de la potasse en proportion convenable. Avec une terre abondamment pourvue de ces éléments minéraux on peut espérer une fixation d'azote gazeux d'au moins 65 kilogrammes par hectare et cela pendant plusieurs années successives, comme le montre, entre autres, l'intéressant essai de M. Wagner à la Station agronomique de Darmstadt.

Pendant trois années consécutives, M. Wagner a semé au mois d'août en sol pauvre en azote, mais fumé en phosphate et en potasse, des vesces et des pois qui ont été enfouis en vert à la fin de l'automne. A chaque printemps suivant, le sol ainsi préparé a été ensemencé en seigle de mars; le rendement de cette céréale s'est élevé, par hectare, à 33 quintaux de grains et à 75 quintaux de paille. Le poids d'azote gazeux fixé par les trois récoltes d'engrais verts atteignait 200 kilogrammes.

Si donc la terre qu'on veut soumettre à ce régime est pauvre en éléments minéraux, on commencera par y répandre, au moment du labour, des phosphates et des sels de potasse : 500 kilogrammes de scories ou de superphosphate (à 15-16 pour 100) à l'hectare et 250 à 300 kilogrammes de kaïnite seront une fumure très suffisante. Les engrais, d'ailleurs, profiteront aussi aux récoltes qui suivront l'engrais vert; ce n'est donc qu'une avance.

Jetons maintenant un coup d'œil rapide sur les meilleures espèces végétales auxquelles puisse recourir le cultivateur. Dans les sols sableux, légers, le lupin est l'engrais vert par excellence : un marnage et l'addition de kaïnite et de phosphate assureront

CULTURE  
une récolte ab  
carrié enco  
parte. lors m  
ainsi à ce qu  
de l'air par  
comme l'ent  
et Williams  
souterraine  
une notable  
Les études d  
jaune ont m  
l'enfouisse-m  
vert, est ce  
plante. Le  
azote, d'ap  
tral attein  
sent les b  
pas enter  
lorsqu'ell  
Pour p  
lupin à l  
exemple,  
floraison  
met. Une  
de trop se  
la moisson  
ment le lu  
an mome  
de semen  
grammes  
Comme  
plante an  
sols sable

une récolte abondante. Le lupin a cet avantage qu'il enrichit encore très notablement en azote le sol qui le porte, lors même qu'on le récolte sans l'enfouir. Cela tient à ce que la matière azotée, formée aux dépens de l'air par l'intermédiaire de bactéries (symbiose), comme l'ont établi les belles recherches d'Hellriegel et Wilfarth, se distribue dans toute la plante, sa partie souterraine en contenant, comme la partie aérienne, une notable quantité qui nitrifiera après la coupe. Les études de Bæselser sur le développement du lupin jaune ont montré que l'époque la plus favorable pour l'enfouissement de cette plante, cultivée pour engrais vert, est celle qui suit la floraison complète de la plante. Le lupin est, en effet, trois fois plus riche en azote, d'après cet observateur, lorsque son axe central atteint la maturité, qu'au moment où apparaissent les bourgeons floraux. Il suit de là qu'il ne faut pas enterrer la plante trop jeune, mais bien seulement lorsqu'elle est complètement déflourie.

Pour pouvoir opérer ainsi, il convient de semer le lupin à la volée dans la culture principale, par exemple, dans des seigles d'hiver, un peu avant la floraison de cette céréale, si l'état de la récolte le permet. Une semaille trop hâtive permettrait au lupin de trop se développer; il serait alors endommagé par la moisson du seigle. En Allemagne, on sème également le lupin dans les champs de pommes de terre, au moment du buttage de ces dernières. La quantité de semence à employer varie de 100 à 150 kilogrammes à l'hectare.

Comme le lupin, la seradelle (*Ornithopus sativus*), plante annuelle, est un engrais vert qui convient aux sols sableux, légers, dans les terres très meubles,

mais pas du tout dans les sols argileux et forts. En culture dérobée, la seradelle donne, en moyenne, 15 000 kilogrammes de récolte verte à l'hectare, souvent beaucoup plus. Un gain d'azote de 100 à 125 kilogrammes par hectare, par l'enfouissement de cette plante, n'est pas une rareté. Au moment de la floraison, cette légumineuse renferme, pour 100 de son poids, environ 0,5 d'azote, 0,75 de potasse et 0,25 d'acide phosphorique : elle ombrage abondamment le sol, et ses racines, pénétrant profondément, vont puiser dans les couches inférieures les matières minérales qui féconderont la surface après enfouissement de la récolte.

On cultive d'ordinaire la seradelle entre deux récoltes; on la sème au semoir en avril ou mai, dans l'orge, l'avoine ou le seigle. Si la semaille a lieu à la main, un hersage est nécessaire. On emploie à l'hectare de 40 à 50 kilogrammes de semence de l'année précédente. Il est bon de s'assurer par un essai de la valeur germinative de la semence, le commerce livrant trop fréquemment des semences mauvaises et qui ne lèvent pas, quoique ayant belle apparence. La dépense de semence est, à l'hectare, d'environ 15 à 20 francs.

On préconise beaucoup en Allemagne, pays où ces légumineuses sont très employées, un mélange formé de 100 kilogrammes de lupin et de 40 kilogrammes de seradelle. On sème ce mélange dans la sole des céréales d'été, aussitôt après le déchaumage. Un grand agriculteur d'outre-Rhin, M. Neuhaus, opère différemment et s'en trouve très bien. Il sème la seradelle en avril ou mai dans les céréales d'hiver et le lupin dans la même récolte, mais seulement à la floraison du blé ou du seigle. Il obtient ainsi, paraît-il,

des ren  
Ces  
fait cons  
et de lup  
néraliers  
fourrage.  
Les diff  
beaucoup  
culture de  
pas d'aill  
gazeux qu  
Ces deux  
ment aux  
qualité,  
recourir  
moutard  
les trèfl  
espèces  
senles le  
possède  
mosphèr  
autres. M  
grande v  
bien fort  
que 1000  
renferma  
0,13 d'ac  
grammes  
grammes  
seradelle  
c'est l'un  
colte des  
poids de

des rendements en engrais verts extrêmement élevés. C'est seulement dans le cas de nécessité absolue qu'il fait consommer par le bétail la récolte de seradelle et de lupin qui, d'après ses calculs, sont plus rémunérateurs, employés comme engrais verts que comme fourrage.

Les différentes variétés de spergule sont d'un usage beaucoup moins avantageux que la seradelle, comme culture dérobée en sol léger. Ces espèces ne jouissent pas d'ailleurs de la faculté d'assimilation de l'azote gazeux qui rend le lupin et la seradelle si précieux. — Ces deux dernières plantes conviennent exclusivement aux sols sableux. Dans les terres de meilleure qualité, plus ou moins argileuses et fortes, on doit recourir à d'autres végétaux pour la fumure verte. La moutarde, certaines crucifères, le colza, les vesces, les trèfles divers et le sarrasin sont les principales espèces cultivées pour engrais verts. Parmi elles, seules les vesces et les différentes variétés de trèfles possèdent la faculté de fixer l'azote gazeux de l'atmosphère : elles doivent donc être préférées aux autres. Malheureusement les vesces n'ont pas une grande valeur parce qu'elles ne donnent pas une bien forte récolte. On n'obtient guère, à l'hectare, que 10 000 à 12 000 kilogrammes de produit vert, renfermant, pour 100, 0,56 d'azote, 0,43 de potasse et 0,43 d'acide phosphorique. C'est donc 56 à 60 kilogrammes d'azote seulement au lieu de 100 à 120 kilogrammes que fournissent, en sols légers, le lupin et la seradelle. La vesce d'hiver résiste très bien au froid, c'est l'un de ses avantages. On la sème après la récolte des céréales, en mélange avec moitié de son poids de seigle, plutôt que seule. On emploie 80 kilo-

grammes de semences de vesces et 40 kilogrammes de seigle.

Le trèfle rouge, très employé comme engrais vert, peut être semé, soit dans l'avoine, l'orge ou le blé d'été, en même temps que ces céréales, soit au printemps, dans les céréales d'hiver : de même, la lupuline (*Medicago lupulina*). Ces deux plantes fournissent à l'hectare des récoltes de 12 000 à 15 000 kilogrammes de substance fraîche contenant de 60 à 85 kilogrammes d'azote.

On a fréquemment recours à la moutarde blanche, qui, dans les sols de moyenne qualité, réussit très bien. Cette plante qui pousse très rapidement, ombrage le sol d'une façon tout à fait remarquable : on emploie de 20 à 30 kilogrammes de semence par hectare. D'après les essais de Werner, en bon sol léhmeux, on obtient jusqu'à 22 000 kilogrammes de récolte verte, coupée au moment de la floraison. Le taux d'azote étant de 0,5 pour 100, ces 22 000 kilogrammes de fourrage renferment donc plus de 100 kilogrammes d'azote. La moutarde fauchée plus tôt, à la phase de la végétation correspondant à la sortie des boutons à fleurs, ne donne que 14 000 kilogrammes, d'après le même observateur. Bien que la moutarde ne jouisse pas, comme les légumineuses, de la faculté d'utiliser l'azote gazeux, on la considère cependant comme un engrais vert enrichissant le sol en azote : on fonde cette manière de voir sur la profondeur à laquelle les racines pénètrent dans le sol et sur l'abondant couvert que cette plante apporte au champ qui la porte. Les racines, d'une part, vont puiser dans le sous-sol les nitrates qui seraient perdus sans leur action; de l'autre, le feuillage de la plante abrite le

sol conti  
la derm  
moins de  
tation p  
ble. La  
dans les  
printem  
Le sar  
bien ap  
comme  
aussi se  
vert; il  
froids. Il  
plus se  
colza ex  
Telle  
quelles  
liorer  
et nota  
ferme,  
tique de  
cole, et  
et les  
ont plus  
de plus  
tages se  
tions su  
1° Si  
la terre  
sans qu  
sol entr  
3° alors  
par des



sol contre les déperditions d'azote dans l'atmosphère ; la dernière partie du raisonnement nous semble au moins douteuse ; le rôle attribué à ces racines à végétation profonde étant, au contraire, très vraisemblable. La moutarde blanche se sème au mois d'août dans les chaumes. On doit l'enfouir aux premiers printemps.

Le sarrasin, qui donne de faibles rendements, vient bien après les plantes que nous venons de citer comme cultures intercalaires. Le colza est souvent aussi semé, dans certaines régions, à titre d'engrais vert ; il abrite assez bien le sol et, dans les climats froids, il doit être préféré à la moutarde blanche bien plus sensible que lui à l'action de la gelée. Mais le colza exige de fortes fumures.

Telles sont les principales espèces végétales auxquelles le cultivateur peut avoir recours pour améliorer la teneur de ses terres en principes fertilisants et notamment en azote, sans recourir au fumier de ferme, au nitrate ou aux sels ammoniacaux. La pratique des engrais verts, vieille comme le monde agricole, et pour la justification de laquelle les travaux et les observations des agronomes et des agriculteurs ont plus fait que certaines bruyantes réclames, mérite de plus en plus l'attention des cultivateurs. Ses avantages se résument essentiellement dans les propositions suivantes :

1° Si l'on a recours aux légumineuses, on enrichit la terre en matières azotées facilement nitrifiables, sans qu'il en coûte grande dépense ; 2° on utilise le sol entre deux récoltes de céréales en l'améliorant ; 3° alors même que l'engrais vert n'est pas constitué par des légumineuses, il enrichit la surface arable

en éléments azotés, phosphatés et potassiques puisés dans le sous-sol, à une profondeur que n'atteignent pas les racines des céréales et que celles-ci ne sauraient conséquemment utiliser, sans l'intermédiaire de la fumure verte; 4° enfin, par le seul fait de leur présence qui ombrage le sol, elles maintiennent l'ameublissement et, parfois très utilement, l'état d'humidité de la couche arable.

Dans le chapitre III, j'ai indiqué comment les expériences de M. Müntz ont donné l'explication rationnelle des bons effets de l'engrais vert, en montrant la rapidité avec laquelle leurs matières azotées nitrifient.

La nitro  
Bûc c

De t  
le sol,  
lité de  
lente d  
son pri  
Envis  
tion est  
pour res  
nique. e  
hydrog  
vie, dan  
constitu

Après  
tement  
de l'oxy  
tion ren  
mêmes  
formatio

## V

### LES ORGANISMES DE LA NITRIFICATION

La nitromonade. — La découverte de M. Winogradsky. —  
Rôle d'une cellule végétale dans l'alimentation du monde.

De tous les phénomènes qui s'accomplissent dans le sol, le plus important, au point de vue de la fertilité de ce dernier, est, sans contredit, la combustion lente des matières organiques qu'on désigne, d'après son principal effet, sous le nom de *nitrification*.

Envisagée d'une façon plus générale, la nitrification est la succession des actions naturelles, qui ont pour résultat final la transformation en acide carbonique, eau et acide nitrique des éléments (carbone, hydrogène et azote) engagés, sous l'influence de la vie, dans les combinaisons variées dont l'ensemble constitue les organismes animaux et végétaux.

Après leur mort, plantes et animaux brûlent lentement dans la couche superficielle du sol, à la faveur de l'oxygène ambiant; les produits de cette combustion rentrent alors dans le cycle de la vie aux états mêmes sous lesquels ils ont primitivement servi à la formation de la matière vivante : leurs cendres (sels

minéraux divers) sont, de même, mises à la disposition d'une nouvelle génération de végétaux.

Si la nitrification, qui s'accomplit incessamment, sans manifestations apparentes appelant notre attention, venait à cesser, la fécondité de nos terres disparaîtrait bien vite; l'azote apporté au sol par les détritiques organiques demeurerait perdu pour nos récoltes, inaptes à utiliser l'azote des matières organiques avant sa transformation en nitrate.

L'équilibre de la fécondité des sols et, par conséquent, la production des aliments de l'homme sont donc étroitement liés aux phénomènes de combustion dont la formation des nitrates est la caractéristique la plus importante. Les végétaux que nous cultivons, tout en continuant à rencontrer, dans l'atmosphère, l'acide carbonique et la vapeur d'eau nécessaires à leur développement, dans le sol, les autres substances minérales non moins indispensables, cesseraient de croître si la terre ne leur offrait l'azote assimilable dont elles ne sauraient se passer pour constituer leurs tissus et que le nitrate seul, sauf le cas des légumineuses, met à leur disposition sous une forme utilisable.

L'activité gigantesque de l'immense usine à nitrates qui s'appelle le sol, échappe à nos sens : tout s'y accomplit sans bruit, et c'est seulement par voie indirecte qu'il nous est donné de mesurer l'intensité des phénomènes qui s'y passent. Quelques chiffres donneront une idée des quantités colossales de nitrate incessamment fabriqué dans la couche superficielle de nos champs par l'oxydation des matières azotées.

Du nitrate formé il se fait deux parts : l'une sert à nourrir les plantes ; l'autre, entraînée dans le sous-sol

LES  
par les r  
souterrain  
H. S.  
signe  
eaux ter  
et, par  
de ces e  
Parta  
journa  
fleuves  
potass  
Cl  
Le  
Le  
Par  
et dans  
de nitr  
françai  
à 180 0  
charrie  
fois et  
l'ensem  
pour l  
Ce s  
fois l'é  
sol et  
nitrate

par les eaux de la surface, s'écoule dans la nappe souterraine qui, à son tour, va, après une série de pérégrinations, se déverser dans la mer.

H. Sainte-Claire Deville a, le premier, en 1846, signalé la présence de l'azote nitrique dans toutes les eaux terrestres : sources, ruisseaux, fleuves, rivières, et, par de nombreuses analyses, déterminé la teneur de ces eaux en nitrate.

Partant des données de Sainte-Claire Deville, Bous-singault a calculé les quantités de nitrate déversées journellement à la mer par quelques-uns des grands fleuves. Voici les chiffres, exprimés en nitrate de potasse, auxquels il est arrivé :

|   | Kil. de nitrate. |
|---|------------------|
| Chaque jour, aux eaux moyennes, la Seine<br>charrié à la mer..... | 238.000          |
| Le Rhin.....  | 193.000          |
| Le Nil, aux basses eaux.....                                      | 301.000          |
| Total pour ces trois fleuves.....                                 | 732.000          |

Par année, ces trois fleuves portent donc dans l'Océan et dans la Méditerranée au minimum 267 000 tonnes de nitrate : la consommation totale de l'agriculture française en nitrate de soude s'est élevée, en 1889, à 180 000 tonnes; la Seine, le Rhin et le Nil ont donc charrié à la mer une quantité d'azote nitrique une fois et demie plus grande que celle que représente l'ensemble de nos importations de nitrate du Chili pour la même année.

Ce simple rapprochement suffit pour montrer à la fois l'énorme activité nitrifiante développée dans le sol et les pertes colossales que l'entraînement du nitrate par les eaux inflige à nos cultures.

Il faut remarquer que les chiffres cités plus haut ne mesurent pas la production réelle du nitrate dans les terres, mais seulement la différence entre les quantités produites et celles utilisées par la végétation.

Il n'y a lieu, en présence de ces faits, de s'étonner ni de l'importance que les physiologistes et les agronomes ont attachée, depuis un siècle, à l'étude de la nitrification, ni du nombre considérable de recherches expérimentales auxquelles ils se sont livrés pour en déterminer les conditions et pour en découvrir la cause. Il n'est pas davantage surprenant qu'on ait, dans la voie industrielle, tant de fois cherché (infructueusement jusqu'ici) un procédé économique de nitrification artificielle, c'est-à-dire de production, de toutes pièces, de l'acide nitrique, par oxydation directe ou indirecte de l'azote atmosphérique.

Sans sortir du domaine de la chimie appliquée à l'agriculture, l'énumération des travaux auxquels l'étude de la nitrification a donné lieu, depuis Lavoisier, suffirait à remplir un volume, et cependant, jusqu'à ces derniers temps, la lumière n'était point faite sur ce phénomène capital.

La raison en est dans l'essence même des phénomènes que l'on considérait comme étant d'ordre purement chimique; il ne fallait rien moins, pour déchirer le voile, que les révélations de Pasteur sur le rôle des infiniment petits, dans les transformations de la matière, regardées hier encore comme des réactions chimiques, alors qu'elles sont sous l'étroite dépendance d'actes biologiques : vinification, production de l'alcool, du vinaigre, putréfaction, etc. Les belles expériences de MM. Th. Schlœsing et

LES  
Mintz, 1860  
mettant  
des microbes  
faire un  
mèmes. E.  
M. S. W.  
sances  
dans la  
les tran  
MM. Th.  
nitrifica  
appor  
portant  
êtres.  
Un  
avant  
sur le  
duction  
L'ens  
observa  
travail  
jusqu'en  
sont att  
Schlœsing  
avait co  
dans les  
1<sup>o</sup> La  
male ou  
2<sup>o</sup> Cel  
de cette  
3<sup>o</sup> L'e  
4. Ann

Müntz, confirmées par Warington et autres savants, mettant en lumière pour la première fois l'action des micro-organismes dans la nitrification, ont fait faire un pas décisif vers l'explication des phénomènes. Enfin, le travail publié tout récemment par M. S. Winogradsky <sup>1</sup> vient compléter nos connaissances sur le rôle fondamental du microbe chargé dans la nature d'oxyder les matières azotées pour les transformer en nitrates. Il nous enseigne, après MM. Th. Schlœsing et Müntz, à isoler l'organisme nitrificateur, à le cultiver. De plus, M. Winogradsky apporte à la physiologie végétale une découverte importante concernant le mode de nutrition de certains êtres.

Un coup d'œil rétrospectif sur l'état de la question avant les recherches de MM. Schlœsing et Müntz, et sur le résultat de ces dernières, servira d'utile introduction à l'analyse du Mémoire de M. Winogradsky.

L'ensemble des recherches expérimentales et des observations faites depuis l'époque où parut le célèbre travail de Lavoisier sur les nitrières artificielles jusqu'en 1880, recherches et observations auxquelles sont attachés les noms de Kuhlmann, Boussingault, Schœnbein, H. Sainte-Claire Deville, Schlœsing, etc., avait conduit à assigner à la formation des nitrates dans les sols les conditions fondamentales suivantes :

- 1° La présence d'une matière azotée d'origine animale ou végétale ;
- 2° Celle de l'oxygène, nécessaire pour brûler l'azote de cette matière ;
- 3° L'existence, dans le lieu de production de l'acide

1. *Annales de l'Institut Pasteur*, avril et mai 1890.

nitrique, d'une base capable de le saturer (carbonate de chaux, de potasse ou de soude);

4° Enfin, une certaine humidité, les sols secs ne nitrifiant pas.

On en était là, il y a une dizaine d'années, lorsque MM. Schlœsing et Müntz ont mis en évidence, par une série d'expériences fort curieuses, un fait du plus haut intérêt pour l'élucidation des causes directes de la nitrification. En étudiant au laboratoire le passage de l'eau d'égout à travers une couche de sol filtrant, en vue de donner son opinion sur le projet de Gennevilliers et d'Achères, M. Schlœsing fut amené à découvrir que l'ammoniaque et l'azote organique contenus dans l'eau d'égout, qu'il laissait filtrer sur du sable additionné de calcaire, mettaient un temps assez long, vingt jours environ, pour nitrifier. Commencant au bout de ce temps, la transformation marchait rapidement, et le liquide qui s'écoulait du tube ne contenait bientôt plus trace d'ammoniaque ni de matière organique azotée, tout l'azote de ces substances ayant passé à l'état de nitrate. Si, dans cette expérience, les matières organiques et l'ammoniaque eussent été simplement brûlés par l'oxygène de l'air agissant directement, comme on l'admettait alors, comment se faisait-il que la combustion attendait pour se produire un temps aussi long? L'hypothèse d'un ferment organisé, dont le concours serait indispensable à la nitrification, se présenta à l'esprit de M. Schlœsing, comme l'explication la plus probable de ce retard, les ferments organisés ne pouvant agir qu'après l'ensemencement et le développement de leurs germes. L'expérience justifia cette prévision que les recherches ultérieures

LES  
et le récom  
pleinement  
M. Müntz  
M. Th.  
que tous  
le chloro  
distillat  
bles. Ap  
nitrificat  
qu'on p  
plètement  
moins  
atmosph  
chloro  
des p  
assign  
tile,  
renfer  
nitrifi  
Müntz  
allong  
teur a  
nom d  
des ge  
Rest  
l'état  
direct  
expér  
de ce  
cultés  
L'ins  
const  
dém



et le récent travail de M. Winogradsky confirment pleinement.

M. Müntz venant, à l'époque des recherches de M. Th. Schlœsing sur les eaux d'égout, démontrer que tous les micro-organismes sont anesthésiés par le chloroforme, donnait ainsi un moyen certain de distinguer les ferments organisés des ferments solubles. Appliquant ce procédé indirect à l'étude de la nitrification, MM. Schlœsing et Müntz montrèrent qu'on pouvait à volonté suspendre ou arrêter complètement la nitrification, en maintenant plus ou moins longtemps les matières nitrifiables dans une atmosphère confinée, renfermant des vapeurs de chloroforme. Finalement, par une série d'expériences des plus instructives, ces savants furent conduits à assigner à un microbe très répandu dans le sol fertile, puisque la moindre parcelle de terre arable le renferme toujours, le rôle d'agent fondamental de la nitrification. Ce microbe, isolé par MM. Schlœsing et Müntz, est, disaient-ils, un corpuscule légèrement allongé, analogue d'aspect aux organismes que Pasteur a trouvés dans les eaux, auxquels il a donné le nom de *corpuscules brillants* et qu'il regarde comme des germes de bactéries.

Restait à cultiver ce microbe, pour l'obtenir à l'état de pureté, et à confirmer, par une expérience directe, la faculté nitrifiante que lui assignaient les expériences de MM. Schlœsing et Müntz. Le mérite de cette démonstration dernière, entourée de difficultés nombreuses, appartient à M. Winogradsky. L'insuccès de tous ses devanciers est dû à un fait constaté avant lui par M. Haereus, mais dont la démonstration complète est l'un des points les plus

intéressants du travail de l'habile bactériologiste de l'école polytechnique de Zurich.

Le microbe nitrifiant découvert par MM. Schlœsing et Müntz, auquel M. Winogradsky propose de donner le nom de *nitromonade*, qui rappelle sa fonction, se développe, à l'inverse de tous les micro-organismes connus jusqu'ici : quoique dépourvu entièrement de matière verte (chlorophylle), ce microbe emprunte son charbon à une source minérale, l'acide carbonique. Jusqu'ici la physiologie considérait comme exclusivement aptes à décomposer l'acide carbonique, pour lui emprunter son carbone, les parties vertes des végétaux.

Aucune exception à cette règle n'avait été constatée avant l'observation de M. Haereus sur le développement d'un lambeau de Zooglea dans une solution de tels minéraux exempts de matières organiques. M. Winogradsky nous montre qu'une petite cellule vivante, entièrement dépourvue de matière verte, d'une dimension d'un millième de millimètre, répandue à profusion dans la terre, est un agent des plus actifs de décomposition de l'acide carbonique et, chose plus curieuse, si c'est possible, des carbonates terreux (calcaires et autres du sol). A l'inverse des autres micro-organismes, la *nitromonade* est incapable de se nourrir de matières organiques, c'est-à-dire d'emprunter aux composés hydro-carbonés (sucre, amidon, cellulose, etc.) le carbone nécessaire à son accroissement. Enfin, et c'est en cela qu'elle diffère des parties vertes des végétaux, cette monade ne rejette pas dans l'atmosphère, comme le fait la feuille, l'oxygène provenant de la réduction de l'acide carbonique : elle le fixe sur l'azote pour donner nais-

LES  
sance à l'  
ment les  
cultures  
n'ont qu  
quait au  
en millie  
sauté  
nal. M.  
autres  
carbon  
lules d  
se dév  
Le  
cultiv  
sessio  
minér  
ques  
d'eau.  
quanta  
ajouta  
en sus  
avec ce  
Tant  
la liqu  
fication  
M. Th  
fication  
Afin  
bone  
M. Wi  
de car  
ture,  
de ce

sance à l'acide nitrique. On comprend, dès lors, comment les tentatives faites à l'aide des méthodes de cultures applicables aux divers micro-organismes n'ont qu'incomplètement réussi, tant qu'on appliquait au développement de la *nitromonade* la culture en milieux organiques. C'est seulement quand, à la suite d'essais qu'il faut lire dans le mémoire original, M. Winogradsky a substitué à la gélatine et aux autres substances organiques, un milieu minéral — carbonate de chaux ou de magnésie — que les cellules du ferment nitrique ont consenti à vivre et à se développer abondamment.

Le fait une fois constaté, M. Winogradsky a pu cultiver la nitromonade à l'état de pureté. En possession du microbe pur, il l'a semé dans une solution minérale, *entièrement dépourvue de matières organiques* et formées par la dissolution, dans un litre d'eau, de 1 gramme de phosphate de potasse et d'une quantité égale de sulfate d'ammoniaque, auquel on ajoutait de 5 à 10 grammes de carbonate de magnésie en suspension dans un peu d'eau distillée et formant avec cette dernière un lait stérilisé par ébullition.

Tant qu'il existe du carbonate de magnésie dans la liqueur, le développement du microbe, la nitrification est très voisine de celle qu'a constatée M. Th. Schloesing dans ses expériences sur la nitrification des sols.

Afin de mettre hors de doute l'emprunt de carbone fait au carbonate de magnésie par le microbe, M. Winogradsky a déterminé, par des dosages directs de carbone dans le dépôt et dans les liquides de culture, les quantités de charbon fixées. Le résultat de ces analyses est concluant. La formation d'un

gramme d'acide nitrique par la nitromonade correspond à l'assimilation d'environ 10 à 12 milligrammes de charbon emprunté au carbonate de magnésie par le microbe.

En résumé, M. Winogradsky confirme de tous points le rôle nitrifiant attribué par MM. Schløesing et Müntz à un microbe spécial, ou, pour mieux dire, à un type spécial de micro-organisme.

En second lieu, cet habile expérimentateur est parvenu à isoler à l'état de pureté le microbe nitrifiant et, fait intéressant, à étudier un être, seul de son espèce jusqu'ici, entièrement dépourvu de chlorophylle et capable, malgré cela, de décomposer l'acide carbonique et les carbonates minéraux pour s'en nourrir, l'oxygène qui le sépare s'unissant à l'azote pour former de l'acide nitrique.

La cause active et probablement unique assignée par MM. Schløesing et Müntz à la nitrification est donc absolument confirmée par les recherches de M. Winogradsky : c'est un acte corrélatif de la vie, comme la vinification ou l'évolution des affections charbonneuses, de la rage, etc. L'usine où se prépare l'alimentation azotée des végétaux et, par suite, celles des animaux y compris l'homme, a donc, pour régisseur et pour metteur en œuvre, une cellule d'un millième de millimètre de diamètre, au travail de laquelle nous devons l'élaboration de notre pain quotidien. Quel exemple de disproportion plus grande pourrait-on citer entre la cause et l'effet ?

Le 6  
Dec  
- 1  
des  
  
La  
9 ju  
à par  
végéta  
demi-s  
annon  
fixée s  
demeu  
Les  
pas se  
grand  
tion a  
import  
Pou  
de M.  
tion d  
rappor

## VI

### LE FERMENT AMMONIACAL DU SOL

La décomposition des engrais organiques dans le sol. —  
Découverte d'un ferment ammoniacal, par M. Ach. Müntz.  
— Résumé des faits récemment acquis sur la nutrition azotée  
des plantes.

La communication que M. Ach. Müntz a faite, le 9 juin 1890, à l'Académie des sciences, m'amène à parler de nouveau des sources de l'azote pour la végétation. Cette question, si controversée depuis un demi-siècle, va s'éclaircissant rapidement, et tout semble annoncer que la science sera bientôt définitivement fixée sur ce point capital de la physiologie végétale, demeuré si longtemps obscur.

Les lecteurs de ces Études savent qu'il ne s'agit pas seulement ici d'un problème physiologique de grand intérêt, mais encore de faits dont l'éclaircissement aura pour la pratique agricole la plus haute importance.

Pour l'intelligence des intéressantes expériences de M. A. Müntz, quelques remarques sur la constitution des divers sols agricoles envisagés dans leurs rapports avec la nutrition azotée des plantes ne seront

point superflues. En rappelant précédemment<sup>1</sup> les conditions fondamentales que doit remplir un sol pour se prêter à la nitrification, j'indiquais la présence nécessaire d'une base, comme la chaux, la magnésie, etc., destinée à se combiner avec l'acide nitrique formé. Mais il ne suffit pas de l'existence, dans la terre, de l'une de ces bases, il faut que celle-ci s'y trouve en quantité suffisante pour neutraliser tous les acides provenant de la décomposition des débris végétaux. Si cette condition n'est pas remplie, si la terre est acide, toute nitrification est impossible et c'est à des sources autres que les nitrates, que les plantes doivent aller demander leur alimentation. Dans les terrains riches en matières humiques (sols de la plupart des forêts, terrains tourbeux, landes et bruyères, etc.), on ne rencontre pas de nitrates, alors même que le résidu de la combustion de ces terres peut y décéler la présence de la chaux et de la magnésie. Cela tient à ce que ces deux bases existent en quantités trop faibles pour saturer les acides organiques, produits de la décomposition des racines, feuilles, etc. Les fragments de pierres calcaires, si fréquents dans certaines forêts, demeurent également sans action, en raison de leur dimension.

Il faut donc, de toute nécessité, que la terre renferme, en mélange intime, un excès de base, par rapport aux acides organiques, pour que la nitrification puisse se produire. Les terres fortes, c'est-à-dire argileuses et compactes, se prêtent également mal à la nitrification, pour deux raisons sans doute : leur pauvreté en chaux et leur compacité, qui s'oppose,

1. Voir chap. v, page 43.

plus ou moins complètement, à l'oxydation de l'azote des matières organiques.

Le remède à apporter à cette résistance à la nitrification, complète dans le cas des sols humiques et tourbeux, très notable encore dans les sols argileux, consiste à *chauler* les terres, c'est-à-dire à leur fournir artificiellement la chaux active qui leur manque. Dans la première catégorie de sols, l'addition répétée de chaux, quand elle peut se faire économiquement, amène la saturation de l'acidité naturelle du sol; dans les terres fortes, le chaulage ameublît la couche arable, aidant ainsi doublement à la nitrification, par apport de calcaire et par accroissement de la perméabilité.

Les terres franches, suivant l'expression des cultivateurs, c'est-à-dire meubles et généralement calcaires, se prêtent le mieux à la nitrification : elles ne sont jamais acides et livrent aisément passage à l'air dans la couche superficielle.

Tels sont les faits concernant la constitution générale des sols que je voulais tout d'abord rappeler. Il en est d'autres, non moins évidents, dont il importe de se souvenir pour apprécier les résultats du récent travail de M. A. Müntz : je les énoncerai brièvement.

Quoiqu'il soit bien établi que c'est sous forme de nitrate que les végétaux absorbent principalement l'azote nécessaire à leur constitution, on ne saurait, sans nier l'évidence, méconnaître que les arbres de nos magnifiques massifs forestiers, dont le sol est dépourvu la plupart du temps de nitrate, rencontrent, dans la couche où s'étendent leurs racines, une suffisante alimentation azotée. Il en est de même, sur une échelle moindre, des sols tourbeux et des landes,

dont la végétation, si pauvre qu'elle soit, a besoin pour se constituer de puiser, dans la terre, l'azote assimilable qui lui est indispensable.

Cette alimentation azotée, que les premiers végétaux apparus sur le globe ont évidemment empruntée à l'ammoniaque aérienne, les arbres de nos forêts et les bruyères des landes la puisent aujourd'hui, pour une grande part du moins, dans les produits de décomposition des matières organiques azotées accumulées dans le sol par les résidus de végétations antérieures. Cette décomposition, pour être très lente, n'en est pas moins certaine : le point important à éclaircir, c'est la nature chimique de l'aliment azoté qu'elle fournit et qui remplace l'acide nitrique, lequel ne saurait prendre naissance dans les sols acides.

La transformation des matières humiques, en produits azotés assimilables, se fait avec une extrême lenteur; aussi les tourbes qui renferment parfois jusqu'à 2 à 3 pour 100 d'azote (rapporté à leur substance sèche), n'en sont pas moins presque stériles et nécessitent l'addition d'engrais azotés pour fournir des récoltes. De même, l'azote humique de la plupart des sols demeure longtemps inefficace pour la végétation, alors que l'incorporation à ces terres de quelques dizaines de kilogrammes de substances azotées d'origine minérale ou animale suffisent pour leur donner une fertilité remarquable.

Bref, la nature de la combinaison dans laquelle est engagé l'azote du sol exerce l'influence la plus manifeste sur l'intensité de l'action de cet élément sur la végétation, et le cultivateur a le plus grand intérêt à être éclairé sur tout ce qui se rattache à cette question. Les travaux que j'ai exposés dans des revues



antérieures nous ont édifiés sur la nitrification proprement dite et sur la fixation de l'azote à l'état élémentaire par les racines des légumineuses. Restait à expliquer l'action des matières azotées et leurs transformations dans les sols acides ou fortement argileux : c'est ce qu'à fait M. A. Müntz dans les intéressantes expériences communiquées à l'Académie le 9 juin 1890 dont je vais présenter le résumé :

M. A. Müntz a choisi pour étudier leur transformation, au contact de sols divers, des substances organiques riches en azote : la corne et le sang desséché. Il a étudié dans quatre conditions de milieux bien définies, la manière dont ces substances se décomposent et les résultats auxquels il est arrivé jettent un grand jour, comme on va le voir, sur les faits rappelés plus haut. Commençons par les sols acides.

Une terre tourbeuse et une terre de landes ont été fumées avec de la corne : deux autres quantités des mêmes terres ont reçu du sang desséché ; un troisième échantillon de chacun des deux sols a été mis en expérience, en même temps, sans aucune fumure, pour servir de témoin. Au bout de huit mois, M. Müntz a recherché l'ammoniaque et l'acide nitrique formés dans les six échantillons de terre. Voici les résultats obtenus (par rapport à 100 grammes de terre) :

|                   | TERRE DE LANDES |                 | TERRE TOURBEUSE |                 |
|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                   | Ammoniaque.     | Acide nitrique. | Ammoniaque.     | Acide nitrique. |
|                   | —<br>Milligr.   | —               | —<br>Milligr.   | —               |
| Terre témoin..... | 2,5             | 0               | 2,1             | 0               |
| Terre + corne...  | 28,9            | 0               | 21,1            | 0               |
| Terre + sang....  | 73,9            | 0               | 39,7            | 0               |

De la résulte que, dans les sols incapables de nitrifier par suite de leur constitution, l'azote des matières organiques se transforme en ammoniacque.

Or, M. Müntz a établi antérieurement, par des recherches directes <sup>1</sup>, que l'ammoniacque suffit, en l'absence d'acide nitrique, à fournir aux plantes leur alimentation azotée. Ainsi se trouve indiquée la source la plus efficace, sans doute, d'aliments azotés des végétaux croissant dans les sols humiques où la nitrification ne s'effectue pas : forêts, landes, bruyères, tourbes, etc.

Le même essai, répété avec une terre forte peu favorable à la nitrification, a conduit à des résultats analogues : par 100 gr. de terre :

|                         | Ammoniacque. | Acide nitrique. |
|-------------------------|--------------|-----------------|
|                         | Milligr.     | Milligr.        |
| Terre forte témoin..... | 2,3          | 1,0             |
| Terre + corne.....      | 10,3         | 3,6             |
| Terre + sang.....       | 33,8         | 3,6             |

Dans les terres dont la compacité entrave la nitrification, l'azote des matières organiques se transforme donc, pour la plus grande partie, en ammoniacque.

Enfin, une troisième série d'essais parallèles sur une terre franche légère et sur de la terre de jardin a donné des résultats non moins instructifs que ceux que je viens de rapporter. En effet, après douze jours pour la première et au bout de soixante-cinq jours pour la seconde, M. Müntz a trouvé, dans 100 grammes de terre, les quantités suivantes d'ammoniacque et d'acide nitrique :

1. Voir *Études agronomiques*, 4<sup>e</sup> série, 1889, chap. xvii.

|                     | TERRE LÉGÈRE |                 | TERRE DE JARDIN |                 |
|---------------------|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                     | Ammoniaque.  | Acide nitrique. | Ammoniaque.     | Acide nitrique. |
|                     | Milligr.     | Milligr.        | Milligr.        | Milligr.        |
| Terre seule . . . . | 0,1          | 7,0             | 0,9             | 24,4            |
| Terre + corne.      | 0,9          | 312,6           | 25,2            | 135,6           |
| Terre + sang..      | 1,0          | 281,1           | 23,9            | 99,3            |

D'où cette conclusion que dans la terre arable de bonne constitution, les engrais organiques, tout en fournissant beaucoup d'acide nitrique, donnent toujours naissance simultanément à de l'ammoniaque.

Vient-on maintenant à stériliser cette même terre arable, au point de vue de la fermentation nitrique, en la portant à la température de 90° qui tue le ferment nitrique, la production de l'ammoniaque n'est pas enrayée : c'est ainsi qu'après quatre mois et demi, la terre arable stérilisée a donné, à l'analyse, les résultats suivants :

|                    | Ammoniaque. | Acide nitrique. |
|--------------------|-------------|-----------------|
|                    | Milligr.    | Milligr.        |
| Terre seule.....   | 0,8         | 2,6             |
| Terre + corne..... | 27,2        | 2,4             |
| Terre + sang.....  | 29,2        | 2,0             |

D'après cela, dans une terre nitrifiable, mais dans laquelle le ferment a été tué, l'azote des matières organiques se transforme uniquement en ammoniaque, fait que MM. Schlœsing et Müntz avaient déjà observé précédemment.

Quel est, dans le sol, l'agent de la formation de l'ammoniaque? C'est un organisme inférieur, ou plutôt ce sont des organismes inférieurs car M. Müntz

est déjà parvenu à en isoler plusieurs, jouissant de la propriété de transformer l'azote des substances organiques en ammoniaque. A côté du ferment nitrique, M. Müntz a découvert, dans le sol, un ferment ammoniacal plus résistant à l'action de la chaleur que le premier. Lorsqu'on porte à la température de 120° la terre arable, le ferment ammoniacal est détruit et, conséquemment, la production de l'ammoniaque suspendue. Mais il suffit, pour la faire reparaitre, d'ajouter à ce sol devenu stérile une parcelle de terre non chauffée, en un mot, d'ensemencer la terre, stérilisée par l'action de la chaleur, à l'aide d'une trace de ferment ammoniacal. L'ammoniaque recommence alors à se produire.

Ce micro-organisme accomplit donc dans le sol une fonction différente de celle qui est dévolue au ferment nitrique; il fait passer à l'état d'ammoniaque l'azote organique; cette fonction prépare des matériaux à la nitrification, car on sait, d'après les expériences de M. Th. Schlœsing, avec quelle rapidité l'ammoniaque et les sels ammoniacaux nitrifient dans la terre.

Si nous récapitulons les faits si curieux que les travaux de ces dernières années ont mis en lumière, nous constatons que la question de la nutrition azotée des végétaux doit à leur découverte d'énormes progrès et que nous approchons beaucoup de l'interprétation précise des phénomènes qui se produisent incessamment dans nos cultures. Essayons de résumer brièvement les faits acquis dans cette direction.

1° Les matières azotées d'origine vivante végétale ou animale sont inaptées à nourrir les plantes, avant d'avoir subi une transformation qui les

ramène à l'état minéral (ammoniaque ou acide nitrique).

2° Cette œuvre de transformation est d'ordre biologique; elle est dévolue exclusivement à des êtres vivants d'une extrême petitesse : ferment nitrique (Schlœsing et Müntz, — Winogradsky), ferment ammoniacal (Müntz).

3° Suivant une probabilité, devenue presque une certitude d'après les récents travaux, l'ammoniaque est le premier stade de transformation de la matière azotée organique en acide nitrique. M. Müntz nous apprend, en effet, que la production de l'ammoniaque est un fait constant dans la décomposition des matières organiques dans le sol, et MM. Schlœsing et Winogradsky nous ont montré que le ferment nitrique se développe et travaille à l'aide des matières minérales seules (ammoniaque et sels minéraux).

4° La plupart des végétaux agricoles et forestiers ne peuvent puiser ailleurs que dans l'ammoniaque aérienne, l'ammoniaque et les nitrates du sol, l'azote nécessaire à leur développement. Ils sont impuissants à fixer l'azote élémentaire qui forme la masse de l'atmosphère.

5° Un groupe important de plantes, les légumineuses, papilionacées et d'autres familles, possèdent au contraire la faculté de fixer, par l'intermédiaire d'organismes inférieurs, l'azote de l'atmosphère qui baigne le sol (Hellriegel et Wilfarth). Par un processus des plus curieux, des nodosités plus ou moins volumineuses se forment à l'extrémité des radicules de ces plantes et s'emplissent d'une substance azotée fabriquée par des micro-organismes spéciaux qui approvisionnent le végétal en azote assimilable et le

dispensent de recourir à l'ammoniaque et au nitrate pour se nourrir.

Sans nul doute, bien des points appellent encore les recherches des physiologistes et des agronomes, mais on ne saurait méconnaître que nos connaissances touchant la nutrition azotée des végétaux ont fait plus de progrès, dans ces dernières années, qu'il n'en avait été réalisé depuis un demi-siècle.

LA VI

LE P

Comme

mi

fer

M.

Il

de l

mén

cette

expe

absol

ann

à d'

tion

sed

luti

pot

l'an

qua

ciell

au nitrate  
nt encore  
ronomes  
connais-  
étaux ont  
s, qu'il

## VII

### LA VÉRITABLE SOURCE DES ALIMENTS DES PLANTES LE POUVOIR ABSORBANT DU SOL POUR LES ENGRAIS

Comment les végétaux empruntent au sol leurs aliments minéraux. — Insuffisance totale des solutions de matières fertilisantes existant dans les terres. — Expériences de M. Th. Schläsing. — Discussion.

Il y a quarante ans, en 1850, parut dans le Journal de la Société royale d'agriculture d'Angleterre, le mémoire capital dans lequel l'éminent chimiste de cette puissante association, Th. Way, résumait les expériences nombreuses et précises sur le *pouvoir absorbant du sol*, auxquelles il avait consacré deux années de travail. Th. Way confirmait, en l'étendant à d'autres composés chimiques, la curieuse observation de Huxtable et Thompson sur la faculté que possède la terre arable de fixer l'ammoniaque en dissolution très étendue dans l'eau. Il montrait que la potasse et l'acide phosphorique se comportent comme l'ammoniaque, que la terre a la propriété remarquable d'arrêter, au contact de la couche superficielle, les trois substances les plus utiles à la végéta-

tion et les moins abondantes dans les sols cultivés; il expliquait ainsi la décoloration et la désinfection du purin et des eaux de rouissage, par leur passage au travers d'une faible couche de terre; enfin, il constatait que cette fixation n'est pas momentanée, qu'elle est due à une combinaison de l'ammoniaque, de l'acide phosphorique et de la potasse avec les éléments minéraux et organiques du sol et que le lavage ultérieur de la terre par la pluie n'enlève pas les principes ainsi *absorbés*, pour nous servir de son expression (*Power of soil to absorb manure*).

Les conséquences de cette découverte sont immenses; le pouvoir absorbant explique nombre de faits jusque-là demeurés tout à fait obscurs, tels que la pureté des eaux de source, les effets fertilisants des irrigations sur les prairies, la permanence dans le sol des matières fertilisantes qu'on lui confie et que n'a pas enlevée la première récolte qui suit la fumure, etc., etc. La connaissance du pouvoir absorbant portait un coup décisif à la croyance généralement admise par les cultivateurs que, pour être utilisés par la végétation, les engrais doivent exister à l'état de dissolution dans le sol, sous l'influence de l'eau du ciel, des arrosages ou par suite de l'action combinée de l'eau et de l'acide carbonique agissant comme dissolvants. Elle indiquait, en outre, la nécessité de répandre aussi uniformément que possible les engrais à la surface du sol, et l'utilité des actions mécaniques, labours et autres, qui ont, entre autres effets, celui de répartir et de disséminer les substances fertilisantes dans la couche arable.

Le fait essentiel, mis en complète lumière par le travail de Th. Way, est que les sels ammoniacaux et



potassiques, ainsi que les phosphates dissous dans l'eau deviennent presque instantanément insolubles dans ce liquide, par leur contact avec les matériaux qui forment la couche arable. Il ne saurait, dès lors, exister dans cette couche même abondamment humectée par la pluie ou autrement, une dissolution riche en principes nutritifs, destinée à pénétrer directement à l'état liquide dans le végétal : la conséquence nécessaire de ce fait, c'est que les plantes assimilent leurs aliments minéraux même quand ceux-ci ne sont préalablement dissous dans l'eau. Il n'en pourrait être autrement, puisque de la découverte de Th. Way résulte que les corps indiqués plus haut ne peuvent pas demeurer en dissolution au contact de la terre.

Tout agriculteur comprendra que l'étude du pouvoir absorbant du sol et des conséquences qui en découlent présentent un intérêt pratique de premier ordre : qu'il ne s'agit pas ici de spéculations plus ou moins théoriques, mais bien de faits dont la constatation et l'interprétation importent au plus haut point au praticien, pour la connaissance des causes de la fertilité de ses terres et des moyens de l'accroître par les engrais. Ajoutons que les émules et les successeurs de Th. Way, Liebig, Brüstlein, etc., qui ont fait, du pouvoir absorbant, une étude spéciale, ont, de tous points, confirmé les faits découverts par l'agronome anglais et donné, par leurs recherches originales, une consécration absolue au rôle important attribué par Way à cette faculté du sol.

Malgré cela, à l'heure présente, près d'un demi-siècle après la découverte de Way, la connaissance de ces faits n'a pas encore pénétré chez les cultivateurs,

tant la vérité scientifique est longue à se faire jour ; bon nombre de publicistes agricoles semblent même prendre à plaisir de perpétuer par leurs écrits la vieille erreur de la nutrition des plantes à l'aide de dissolutions salines circulant dans le sol.

A les entendre, il n'y a de matières fertilisantes que celles qui sont solubles dans l'eau ; la plante est incapable de fixer le phosphate de chaux, par exemple, tant que celui-ci n'a pas été dissous dans l'eau du sol, sous l'influence de l'acide carbonique, etc.

Ces erreurs, préjudiciables à tous égards, sont tellement répandues, les lettres de mes honorables correspondants en font foi chaque jour, que je crois utile de les combattre une fois encore, sous une forme nouvelle, en cherchant à démontrer, par des arguments qui me paraissent irréfutables : 1° que le sol, à aucune époque de l'année, ne renferme de dissolution saline capable de suffire, par sa composition, à la nutrition de la plante ; 2° que les véritables aliments de nos récoltes existent dans la terre à l'état insoluble et que c'est à cet état qu'ils servent à nourrir le végétal.

Pour établir la première assertion, je prendrai comme base de discussion un travail déjà ancien de M. Th. Schlœsing, auquel j'emprunterai les données numériques sur lesquelles il est indispensable de s'appuyer pour une démonstration du genre de celle que je me propose de faire. Commencant par rappeler les faits constatés par M. Th. Schlœsing, j'en tirerai des déductions qui, je l'espère, porteront la conviction dans l'esprit de mes lecteurs.

Quand on fait tomber lentement, à la façon de la pluie, de l'eau pure à la surface d'une couche de terre

humide placée dans un vase percé à sa partie inférieure d'un trou permettant l'écoulement du liquide, on recueille, par déplacement simple, la dissolution qui imprégnait le sol. M. Th. Schlœsing a établi, par des expériences directes, que les trois quarts du volume de l'eau contenue dans la terre peuvent ainsi être extraits sans altération aucune dans leur composition, le liquide versé à la surface de la terre chassant devant lui, sans s'y mélanger, la dissolution qui imprègne la terre.

Si l'on analyse le liquide ainsi déplacé et recueilli et que, de plus, on détermine la quantité totale d'eau, renfermée dans le sol au moment de l'expérience, il est aisé de calculer exactement la qualité et la quantité des matériaux chimiques dissous dans l'eau renfermée dans un volume de terre donné, dans la couche arable de 1 hectare, par exemple.

M. Th. Schlœsing a appliqué autrefois la méthode que je viens de rappeler à l'examen de 18 sols, différents par leur nature chimique et par celle des récoltes qu'ils portaient. Opérant sur des poids de terres de 30 à 35 kilogrammes, il a extrait de chacune d'elles 1 litre de la solution qu'elles renfermaient. La teneur en eau de ces 18 sols a varié de 15 à 21 pour 100 de leur poids. M. Schlœsing a opéré aussi sur des échantillons des mêmes terres entièrement saturées d'eau. 30 kilogrammes de terre à 15 pour 100 d'eau contiennent 4 lit.  $\frac{1}{2}$  de solution aqueuse; en se bornant à l'extraction de 1 litre, on enlevait donc moins du quart de ce volume d'eau et l'on était certain ainsi d'obtenir intact, sans dilution, le liquide qui imprégnait le sol. L'analyse des 18 échantillons d'eau, ainsi déplacés des sols, a montré

une telle analogie, en ce qui concerne les quatre éléments nutritifs par excellence — ammoniacque, acide phosphorique, potasse et acide nitrique, — que l'on peut simplifier les calculs en prenant la moyenne des 18 résultats obtenus. On trouve ainsi, en les rapportant à 1 litre d'abord, et à 100 mètres cubes ensuite, les taux suivants de chacun de ces principes :

|                         | Dans 1 litre<br>de liquide. | Dans 100 m. c.<br>d'eau de sol. |
|-------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
|                         | En milligrammes.            | En kilogrammes.                 |
| Ammoniaque.....         | 0,93                        | 0,093                           |
| Acide phosphorique..... | 0,36                        | 0,036                           |
| Potasse.....            | 4,28                        | 0,428                           |
| Acide nitrique.....     | 73,19                       | 7,319                           |

On voit, par là, que la solution qui baigne la terre est extrêmement pauvre en ammoniacque, en acide phosphorique et en potasse : la seule substance fertilisante qu'elle renferme en quantité un peu notable est l'acide nitrique, celui-ci échappant complètement à l'absorption par la terre arable, ce qui explique pourquoi il va se perdre dans les eaux de drainage. Ces dernières ne sont pas autre chose, en effet, que la solution du sol, déplacée par les pluies et refoulée dans le sous-sol.

On ne saurait invoquer, pour expliquer la faible teneur en matière fertilisante de l'eau des sols étudiés par M. Schlœsing, un état plus ou moins marqué de stérilité ou d'appauvrissement de ces terres en principes nutritifs : en effet, toutes les terres ont donné, l'année où M. Schlœsing a fait ces expériences, de 28 à 39 hectolitres de blé et 73 hectolitres d'avoine, à l'hectare. Cette constatation seule indique que la solution nutritive n'a pas pu suffire à l'alimentation de

récoltes aussi abondantes, mais je désire en donner des preuves indiscutables par quelques rapprochements entre les poids des récoltes obtenues, leur teneur en azote, phosphore et potasse et les quantités d'eau qui ont été mises en jeu par la végétation, depuis la germination jusqu'à la maturation des plantes.

Calculons d'abord la quantité de chacun des principes nutritifs contenus dans l'eau qui imprégnait les sols qui ont donné ces récoltes. Envisagée sur une profondeur de 20 centimètres, la couche superficielle d'un hectare pèse, en nombre rond, 3 000 tonnes : à 15 pour 100 d'eau, cette couche renferme 450 mètres cubes d'eau. D'après les analyses moyennes rapportées plus haut, ces 450 mètres cubes d'eau tiennent, en dissolution, 418 grammes d'ammoniaque; 162 grammes d'acide phosphorique; 1 kilogr. 926 de potasse et 32 kilogr. 325 d'acide nitrique. La récolte moyenne des champs étudiés par M. Th. Schlœsing était de 27 quintaux métriques de blé, plus sa paille. Pour simplifier, prenons 25 quintaux métriques de blé et sa paille (42 q. m. 5), cette récolte enlève au sol environ les quantités suivantes :

|                         | Kilogr. |
|-------------------------|---------|
| Acide phosphorique..... | 36,47   |
| Potasse.. .....         | 66,45   |
| Azote .....             | 57,85   |

Il est facile, d'après cela, d'évaluer la quantité d'eau qui aurait dû traverser la plante pour lui céder les poids ci-dessus de matières nutritives. 100 mètres cubes de solution du sol contenant 36 grammes d'acide phosphorique, il faudrait que la récolte eût évaporé

au minimum 100 000 mètres cubes d'eau. Ce chiffre est très loin de la réalité. Les céréales exigent pour constituer un gramme de leur substance sèche environ 338 grammes d'eau. Une récolte de 25 quintaux métriques de blé et de 42 q. m. 5 de paille correspond à la formation de 5,785 kilogrammes de substance sèche ayant exigé l'évaporation par les plantes, dans le cours de leur formation, du volume, déjà respectable, de 1 995 mètres cubes d'eau, soit la quantité correspondante à une chute de pluie de 19 cent. 95. C'est donc, au maximum, la quantité d'acide phosphorique et des autres principes dissous dans 1 995 mètres cubes du liquide imprégnant le sol qui a pu être cédée à la récolte par évaporation. En rapprochant la teneur en acide phosphorique, etc., de la récolte, de celle de 1 995 mètres cubes de solution, on constate l'énorme écart existant entre cette source d'alimentation et les exigences du froment produit. On trouve ainsi :

|                      | Teneur<br>des 1 995 m. c. | Teneur<br>de la récolte. | Différence.            |
|----------------------|---------------------------|--------------------------|------------------------|
| Acide phosphorique.. | 0 <sup>k</sup> ,704       | 36 <sup>k</sup> ,470     | — 35 <sup>k</sup> ,766 |
| Potasse .....        | 8 367                     | 66 450                   | — 58 083               |
| Azote nitrique.....  | 143 086                   | } 57 850                 | + 87 054               |
| Azote ammoniacal...  | 1 818                     |                          |                        |

La conclusion évidente est que, en ce qui concerne l'acide phosphorique et la potasse, la solution naturelle d'un sol est absolument insuffisante pour nourrir une récolte. 98 pour 100 de l'acide phosphorique et 87 pour 100 de la potasse du froment et de la paille sont empruntés aux matériaux de sol.

En ce qui concerne l'azote nitrique, c'est l'inverse qui a lieu. Le sol n'exerçant pas de pouvoir absorbant

à l'endroit des nitrates, ceux-ci restent en dissolution, au fur et à mesure de leur production, et vont se perdre dans le sous-sol, si la récolte ne les utilise pas immédiatement. Sur les 143 kilogrammes d'acide nitrique constatés, à l'hectare, par les analyses de M. Th. Schloësing, 59 seulement, soit 39 pour 100 environ, sont utilisés par la plante et le reste se rend dans les eaux du sous-sol.

Si les végétaux ne pouvaient puiser dans la terre leurs aliments qu'à l'état de dissolution, une récolte de blé exigerait d'être traversée, en vertu de l'évaporation, par une couche d'eau d'une hauteur de 10 mètres, correspondant au volume de 100 000 mètres cubes d'eau à l'hectare, surface prise pour base du calcul. C'est donc, à n'en pas douter, une erreur complète que de compter sur la solubilisation dans le sol, par l'action de l'eau, des matières fertilisantes qu'on y introduit ou qui s'y sont accumulées par la désagrégation des roches et par les résidus des récoltes antérieures. On pourrait s'en tenir à cette sorte de démonstration *par l'absurde* que nous venons de faire, mais rien n'est plus facile que de compléter cette étude en établissant, par des expériences directes, la pénétration dans la plante de matériaux insolubles dans l'eau. C'est le second point de discussion que j'ai signalé en commençant et que je vais aborder.

Au commencement de ce chapitre, j'ai énoncé deux propositions fondamentales relativement au mode de nutrition des végétaux. La première consiste dans l'affirmation qu'à aucune époque de l'année le sol ne renferme, à l'état de dissolution, une quantité de substances nutritives capable de suffire à l'alimentation de nos récoltes. La seconde, corollaire évident de

la première, est que les aliments de la plante existent dans la terre à l'état insoluble et que, sous cette forme, ils sont aptes à nourrir les végétaux. Lorsque j'aurai rappelé les faits qui établissent directement ce deuxième point, j'entrerai dans quelques considérations sur le rôle des engrais solubles et sur les avantages que présente leur emploi, dans certains cas. Je montrerai alors que, loin d'être contradictoire avec ce que l'expérience nous a appris sur le pouvoir absorbant du sol, l'action favorable des engrais solubles, constatée par la pratique, s'explique précisément par la propriété si importante découverte par Huxtable, Thompson et Th. Way.

L'étude que M. Th. Schløesing a faite de la composition des liquides qui imprègnent les sols fertiles et les analyses des eaux de drainage, aujourd'hui si nombreuses, sont absolument concordantes : elles prouvent que, dans les terres les mieux fumées, l'eau pluviale ne met en dissolution, sauf l'exception signalée pour les nitrates, que des quantités de matières fertilisantes (acide phosphorique et potasse, etc.) tout à fait insignifiantes, au point de vue des exigences alimentaires des plantes. Or, ces terres donnent des récoltes abondantes : celles qui ont servi aux recherches de M. Schløesing ont produit de 25 à 29 quintaux de céréales; les sols dont Liebig, MM. Lawes et Gilbert, et bien d'autres expérimentateurs ont analysé les eaux de drainage, donnaient des poids de récoltes également très élevés. Il faut donc, de toute nécessité, admettre que les récoltes rencontrent dans les matériaux solides du sol, les éléments indispensables à leur constitution. Mais le sujet est si important que je ne veux pas me borner à cette déduction; je crois



nécessaire, comme dans la première partie de cette discussion, d'étayer ma démonstration sur l'expérimentation directe, afin de porter une pleine lumière dans la question.

L'agriculture emploie des engrais d'origine diverse qu'on peut ramener à deux types bien tranchés : le fumier de ferme et les engrais commerciaux. J'envisagerai successivement la fumure d'un sol, stérile par lui-même, à l'aide de ces deux formes principales d'engrais.

Commençons par le fumier de ferme. Tous les agriculteurs connaissent la richesse et la valeur fertilisante du liquide brun foncé qui s'écoule du fumier et qu'on nomme purin : on sait qu'il est si riche en ammoniacque notamment, que, répandu à l'état naturel sur les prairies, il brûle les plantes; aussi a-t-on coutume de l'étendre de cinq à six fois son volume d'eau avant de s'en servir en arrosage. Le purin renferme, en proportions considérables, l'acide phosphorique, l'ammoniacque et la potasse nécessaires aux plantes : c'est l'engrais par excellence. Or, si l'on verse lentement du purin à la surface d'une terre arable quelconque, en quantité suffisante pour dépasser la capacité de saturation de cette terre par l'eau, le liquide qui s'écoule à la partie inférieure du vase où l'on a placé le sol, est incolore : il a perdu entièrement la saveur caustique que le purin possède naturellement. Vient-on à le soumettre à l'analyse, on constate que l'acide phosphorique, la potasse et l'ammoniacque ont disparu. En un mot, on se trouve en présence d'une eau de drainage à peu près complètement dépourvue de principes fertilisants, le pouvoir absorbant de la terre ayant fixé ceux-ci au passage.

M. Stohmann a fait, il y a bien longtemps déjà, dans la tourbe stérile imprégnée de purin, des expériences de culture qui mettent en évidence, de la façon la plus complète, l'assimilation, par les plantes, des principes fertilisants du fumier *devenus insolubles* dans le sol, en vertu du pouvoir absorbant.

Voici comment il a opéré. Le sol choisi était une tourbe de Bavière absolument stérile par elle-même. Quelques centaines de kilogrammes de cette tourbe, placés dans une grande cuve en bois, ont été largement arrosés avec du purin d'étable : après un contact de quelques heures, l'excès de purin a été enlevé et la tourbe, ainsi imprégnée des matériaux solubles du fumier, lavée abondamment à l'eau pure, jusqu'à ce que le lavage ayant entraîné la totalité des matières solubles, la dernière eau s'écoulât de la masse de tourbe aussi pure qu'elle y était entrée. Lorsque la pureté du liquide, contrôlée par l'analyse, fut bien démontrée, on sécha à l'air la tourbe ainsi traitée et l'on s'en servit pour des essais de culture dont le résultat fut décisif, comme on va le voir.

Des grains de maïs, de même provenance et de même poids, furent plantés dans deux grands vases contenant, l'un, la tourbe naturelle, l'autre, la tourbe qui avait subi le traitement que nous venons de décrire.

Les graines levèrent presque en même temps dans les deux vases, mais tandis que les jeunes plants se développaient régulièrement dans la tourbe traitée par le purin, dans la tourbe naturelle ils ne tardèrent pas à s'étioler et à mourir.

La récolte fut entièrement nulle dans le premier vase, tandis que, dans le second, elle atteignit le poids de 836 grammes ainsi répartis :

|                        |                     |
|------------------------|---------------------|
| Tiges et feuilles..... | 650 grammes.        |
| Graines.....           | 153 —               |
| Epillets.....          | 33 —                |
| Au total.....          | <u>836 grammes.</u> |

La conclusion manifeste de cette expérience est que les principes fertilisants du fumier, fixés par le sol à un état insoluble, nourrissent la plante et lui permettent de parcourir toutes les phases de son développement, jusqu'à la production de graines fertiles. Les maïs en expérience avaient été arrosés d'eau distillée, mais on ne peut invoquer l'action dissolvante de cet arrosage sur les phosphates et autres sels du sol, puisque, nous l'avons vu plus haut, M. Stohmann avait prolongé les lavages de la tourbe imprégnée de purin, jusqu'au moment où tous les éléments de ce dernier, restés solubles, avaient disparu dans les eaux de lavage.

Comme on peut s'y attendre, les engrais dits chimiques, superphosphates, sels d'ammoniaque et de potasse, se comportent de la même manière que les matières solubles du fumier de ferme; c'est ce qu'ont d'ailleurs établi les expériences de Zoeller et Nægeli, qui remontent à plus de vingt-cinq ans déjà et dont les résultats ne sont pas assez connus des cultivateurs.

De la tourbe très peu fertile a été imprégnée de solutions de superphosphate de chaux, de sulfate d'ammoniaque et de chlorure de potassium; puis, lavée à fond, comme dans les essais de Stohmann.

Des haricots nains ont été plantés, en nombre égal, dans deux vases renfermant, l'un, de la tourbe pure, l'autre, de la tourbe imprégnée de sels minéraux insolubilisés par le pouvoir absorbant. Les récoltes des deux vases ont été les suivantes :

|                       | Tourbe pure. | Tourbe fertilisée. |
|-----------------------|--------------|--------------------|
|                       | Grammes.     | Grammes.           |
| Graines.....          | 7,01         | 93,29              |
| Gousses.....          | 2,63         | 25,95              |
| Feuilles.....         | 1,98         | 19,42              |
| Tiges.....            | 5,67         | 20,16              |
| Racines.....          | 3,06         | 58,40              |
| Récoltes totales..... | 20,35        | 217,22             |

On voit, par là, qu'il ne saurait y avoir aucun doute sur la valeur fertilisante des matières nutritives insolubles du sol; ainsi se trouve démontré le second point que je me suis proposé d'établir.

La pluie ou l'eau d'arrosage, ce qui revient au même, agissent donc en tant qu'eau bien plus que comme dissolvant des principes nutritifs solides que renferme la terre. Au même titre que ces derniers, l'eau est un aliment indispensable des végétaux, parce que, pour se constituer, la matière vivante des plantes a besoin, comme je l'ai dit plus haut, d'un poids d'eau égal à près de 400 fois celui de la substance végétale sèche formée. La sécheresse cause de grands ravages en agriculture, beaucoup moins en s'opposant à l'apport à la plante de substances nutritives solubles, que parce que, à elle seule, elle prive cette dernière de l'un de ses aliments les plus utiles, l'eau.

De tout ce qui précède résulte encore un fait que nous devons rappeler. En vertu du pouvoir absorbant

du sol, les engrais solubles dans l'eau, comme le superphosphate de chaux, le sulfate d'ammoniaque et les sels de potasse, cèdent presque instantanément aux particules de terre avec lesquelles elles arrivent en contact, l'acide phosphorique, l'ammoniaque et la potasse, agents actifs de leur efficacité. Ces trois corps deviennent insolubles et la pluie ne saurait les remettre en dissolution. De là, nécessité de répandre aussi uniformément que possible tous les engrais, même ceux qui sont solubles, à la surface du sol. Cet épandage uniforme qu'on n'atteint jamais aussi bien à la main que par l'emploi d'un bon semoir d'engrais, a une importance très grande, puisque la première pluie qui tombera, après la fumure, immobilisera dans une couche verticale de terre, d'une épaisseur, variable avec la perméabilité du sol et l'abondance de la pluie, les matières fertilisantes déposées à la surface. Une fois fixées par le pouvoir absorbant, ces substances ne se redissoudront plus et ne peuvent dès lors être disséminées dans la couche arable que par les labours, hersages et autres opérations mécaniques. La dissémination physique des engrais dans le sol est de la plus haute importance pour la fertilité de ce dernier, la fécondité d'un champ dépendant beaucoup plus de la répartition des principes fertilisants que de leur quantité absolue. Les plantes ne rencontrant pas dans la terre cette prétendue solution nutritive dont on a tant abusé pour expliquer leur nutrition, puisent plus des neuf dixièmes de leurs aliments dans les particules solides qui se trouvent au contact immédiat de leurs racines. Les sucs acides qui baignent intérieurement les radicelles les plus fines du végétal dissolvent, à travers la

membrane extérieure qui les recouvre, les sels insolubles dont la plante se nourrit. On conçoit dès lors que l'appareil radiculaire des végétaux ait, comme on le constate si fréquemment, un développement inversement proportionnel à la richesse du sol ou, ce qui est plus exact encore, à la dissémination physique des matières nutritives dans ce sol.

Les faits que je viens de résumer sont acquis d'une façon incontestable par les expériences directes, aussi nombreuses que bien conduites, sur lesquelles reposent nos connaissances positives touchant la nutrition des plantes. Il me reste maintenant à montrer comment les observations empiriques des cultivateurs, parfois opposées en apparence aux données expérimentales, sont, au contraire, en parfait accord avec ces dernières, quand on les discute attentivement. Quelques exemples porteront, je l'espère, la conviction dans l'esprit de mes lecteurs.

Les cultivateurs attribuent, pour la plupart, aux superphosphates, une valeur fertilisante très supérieure à celle qu'ils accordent aux phosphates minéraux non dissous par l'acide sulfurique; comme conséquence de cette manière de voir, ils consentent à payer l'acide phosphorique deux fois au moins aussi cher, à poids égal, dans les superphosphates que dans les phosphates en poudre. A quoi peut tenir cette anomalie apparente, étant donné ce qui est indéniable aujourd'hui : 1° que l'acide phosphorique soluble dans le superphosphate passe très rapidement à l'état insoluble au contact du sol; 2° que l'acide insoluble est le véritable et, pour ainsi dire, le seul aliment phosphaté que la plante assimile? L'explication est facile à fournir. Lorsqu'on emploie

le phosphate en poudre insoluble, quel que soit son degré de finesse, il se dissémine dans la couche superficielle d'un champ beaucoup moins complètement que le superphosphate : ce dernier, en effet, dissous, soit par la première pluie que recevra la terre, soit à la faveur de l'humidité de celle-ci, acquiert rapidement un état de division bien supérieur à la ténuité, si grande qu'on la suppose, du phosphate minéral réduit mécaniquement en poudre. Par suite, un kilogramme d'acide phosphorique dissous dans l'eau va se diffuser dans un volume de terre bien plus considérable, et conséquemment, se répartir beaucoup plus uniformément, dans ce volume, que le même poids d'acide phosphorique insoluble en poudre si ténue qu'on le suppose. On obtiendra donc, fréquemment, à *poids égal d'acide phosphorique*, soit une récolte plus considérable, soit une action plus rapide avec les superphosphates. Le pouvoir absorbant du sol agit là, comme dans tous les cas, pour insolubiliser, en le mettant à la disposition de la plante, l'acide phosphorique soluble et, suivant le plus ou moins de dilution du superphosphate par la pluie, le rayon d'action de l'engrais s'étendra plus ou moins loin par voie de diffusion chimique. Ainsi s'explique la plus-value que beaucoup de cultivateurs accordent à l'acide phosphorique à l'état de superphosphate; mais on voit que la solubilité de ce corps, si favorable à sa dissémination dans le sol, n'a rien à voir avec son assimilabilité, puisqu'en fin de compte c'est toujours sous forme insoluble (phosphate de chaux d'alumine ou de fer) qu'il sera mis à la disposition des racines du végétal.

L'acide carbonique qui se produit incessamment

dans la couche arable, par suite de la combustion lente des détritux organiques, joue un rôle du même genre. Il aide à la dissémination des phosphates en partie dissous à la faveur de ce gaz; mais, là aussi, le pouvoir absorbant intervient pour ramener à l'état insoluble le phosphate dissous, et c'est par la diffusion qu'il provoque, que l'acide carbonique aide l'action des phosphates minéraux.

Comme le cultivateur, d'après tout ce que nous venons de dire, n'a pas à redouter l'entraînement par l'eau, dans les profondeurs du sol, des phosphates que le pouvoir absorbant retient dans la couche superficielle, le choix de la forme sous laquelle il donnera l'acide phosphorique à ses champs dépendra principalement des circonstances locales. Tantôt le cultivateur aura intérêt à épandre de moindres quantités d'acide phosphorique (sous forme de superphosphate); le plus souvent, il fera une opération économique en employant à hautes doses les phosphates insolubles, scories ou autres, ce qui ne lui occasionnera pas une dépense plus grande, vu l'écart du prix des différentes formes de phosphates. Cette dernière manière de faire aura l'avantage d'enrichir d'un coup la terre en acide phosphorique que les labours successifs dissémineraient ensuite dans le champ. La nature du sol, celle des récoltes et les conditions spéciales guideront les cultivateurs dans leur choix. Ce dont ils peuvent être certains, c'est que les phosphates insolubles nourrissent seuls leurs récoltes et que, n'ayant pas à redouter la déperdition du phosphate par l'action de la pluie, les avances faites par de fortes fumures phosphatées insolubles seront toujours rémunéra-



trices. — Une pratique excellente consiste à répandre chaque jour à l'étable ou à l'écurie du phosphate naturel en poudre sur la litière de chaque animal, à la dose de 1 kilogramme à 1 500 grammes par bœuf ou cheval, 500 grammes par mouton. Le fumier s'enrichit ainsi en phosphate qui, en se combinant partiellement à la matière organique de la litière et des déjections, arrive dans les champs à un état particulièrement favorable à son assimilation par les plantes. Tous les cultivateurs qui ont adopté cette pratique s'en trouvent très bien. L'enrichissement du fumier résultant de l'épandage d'un kilogramme de phosphate en poudre (dosant 20 pour 100 par exemple d'acide phosphorique) sur la litière de chaque tête de gros bétail représente une dépense inférieure de 12 francs par tête et par an. La plus-value qui résulte de l'incorporation du phosphate avec les matières organiques pendant la fermentation du fumier dépasse de beaucoup cette faible dépense, qui évite, en outre, les frais d'épandage du phosphate dans les champs.

## VIII

### L'HORTICULTURE D'APPARTEMENT

Elevage des plantes dans des solutions nutritives. — Fumure des fleurs et plantes d'agrément.

L'existence et le développement des végétaux sont soumis aux mêmes lois physiologiques, qu'il s'agisse des récoltes auxquelles l'homme demande son alimentation, des forêts séculaires, des fleurs ou des arbustes qui charment nos yeux et sont la parure de l'humble foyer et l'ornement de l'habitation élégante. Les uns et les autres vivent des substances qu'ils puisent dans l'air, dans l'eau et dans le sol, et qu'ils assimilent par des procédés identiques chez toutes les espèces végétales. Si les proportions des aliments nécessaires au développement des plantes varient suivant les familles ou les espèces botaniques, il n'en est pas de même de leur nature chimique. Ces aliments se réduisent, comme l'ont montré des expériences tout à fait concluantes, à un petit nombre de corps, d'une importance égale, au point de vue biologique, car l'absence d'un seul d'entre eux, dans les milieux nutritifs du végétal, entraîne la mort de

celui-ci, à quelque famille naturelle qu'il appartienne.

Il résulte de là qu'il est possible de tracer, pour l'entretien et l'alimentation des plantes d'appartement, des règles tout aussi positives que celles qui régissent le développement de nos récoltes de plein champ.

On m'a fréquemment demandé de consacrer un chapitre de ces Études à indiquer ces règles, et leur application à l'élevage des plantes d'appartement ou de serre.

Quelques indications préalables sur les expériences, qui ont conduit à déterminer les conditions fondamentales d'alimentation des plantes sont nécessaires pour l'intelligence des procédés de fumure que nous ferons connaître plus loin.

L'examen le plus superficiel d'une plante fraîche montre qu'elle est composée de trois ordres de substances qu'il est facile de mettre en évidence, et qui sont : l'eau, des matières que le feu détruit et auxquelles, pour cette raison, on donne le nom de matières combustibles; enfin un résidu (cendres) indestructible par la chaleur.

Si l'on pousse un peu plus avant l'analyse d'un végétal, on reconnaît que la matière sèche combustible est formée, pour la plus grande partie, de charbon, uni aux éléments de l'eau et à des quantités variables, mais qui ne font jamais défaut, d'azote, de soufre et de phosphore. Dans les cendres, on constate la présence *constante* de chaux, de magnésie, de potasse, d'oxyde de fer, d'acide phosphorique, d'acide sulfurique, accompagnés, le plus souvent, de quelques autres principes minéraux : manganèse,

silicium, chlore, fluor, etc. Enfin, certaines plantes renferment de l'iode, du sodium et d'autres métaux alcalins : du zinc, du cuivre, et même de l'argent.

Les tissus d'une plante sont donc formés par l'assemblage d'une vingtaine de corps simples empruntés au sol ou à l'air. Mais l'analyse qui a permis d'établir très exactement pour toutes les plantes qu'on a soumis à ce procédé d'investigation, la nature et la quantité des éléments qui les composent, ne fournit que des indications générales tout à fait insuffisantes sur le rôle des corps que nous venons de nommer; elle ne nous éclaire, pour ainsi dire, en aucune façon, sur l'influence exercée sur la végétation, par la présence ou l'absence de ces corps dans les milieux nutritifs de la plante.

Les physiologistes ont demandé à des expériences directes la solution de la question capitale que voici : tous les composés chimiques dont l'analyse décèle la présence dans les végétaux sont-ils indispensables au développement complet de la plante? Sinon, quels sont ceux sans lesquels le végétal ne saurait parcourir les diverses phases de son existence, pour arriver à la fructification, et sous quelles formes les milieux nutritifs doivent-ils les lui offrir?

On a interrogé les plantes elles-mêmes et la réponse a été des plus nettes. Pour atteindre ce but, il fallait procéder à l'élevage des plantes, à partir de leur germination, dans des milieux de composition bien définie, sous le double rapport de la nature et du poids des éléments nutritifs qu'ils renfermaient; il était, de plus, indispensable que l'expérimentateur pût faire varier à son gré la composition de ces milieux, en exclure à volonté tel ou tel corps, y intro-

duire tel ou tel autre. Le milieu naturel dans lequel vivent les végétaux est le sol; mais on a dû renoncer à poursuivre les expériences sur les exigences alimentaires des plantes, dans la terre ordinaire, ou même dans des mélanges artificiels de sable, d'argile ou autres substances analogues, par suite de l'impossibilité où l'on s'est trouvé de rencontrer un sol naturel ou artificiel, dont on puisse à volonté faire rigoureusement varier la composition. Le sol naturel, la terre arable est, en effet, une association extrêmement complexe de substances organiques et minérales dont il n'est pas possible d'exclure tantôt la silice, tantôt le fer ou la potasse; dans d'autres cas, la chaux ou l'acide phosphorique, etc. En présence de ces difficultés, on a imaginé de substituer l'eau pure au sol et d'additionner cette eau de quantités connues des différentes substances qu'on rencontre dans les plantes. Cette méthode, qui a conduit à des résultats extrêmement importants pour la physiologie et pour l'agriculture, est connue sous le nom de *méthode de culture dans l'eau*.

Disons tout de suite en quoi elle consiste essentiellement, en prenant pour exemple l'étude des phases de la végétation d'une céréale, du maïs ou du froment.

Le dispositif de l'expérience que rappelle la figure 1 est très simple et ne nécessite aucune installation spéciale.

On prend quelques graines bien formées de la plante qu'on veut élever et on les fait germer, en les plaçant dans un mélange de sable et de plâtre humecté d'eau ordinaire. Lorsque la tigelle et la radicelle apparaissent, on choisit, parmi les jeunes

plantes la plus vigoureuse. On s'est muni d'un bocal à large ouverture, d'une capacité de 1 lit. 1/2 à 2 litres : un bouchon de liège plat de la dimension de l'ouverture du bocal est percé en son centre d'un trou de 1 centimètre environ, puis coupé en deux parties égales, suivant son diamètre; ce trou servira à introduire la jeune plante, qu'on maintient verticale à l'aide d'un tampon de coton ou d'amiante.

Dans chacune des moitiés du bouchon, on pratique un trou de 3 ou 4 millimètres de diamètre, destiné à recevoir un tube de verre plongeant jusqu'au fond du vase. L'un de ces tubes est muni d'un caoutchouc permettant de le faire fonctionner à la façon d'un siphon, pour renouveler le liquide du flacon sans être obligé de l'incliner. L'autre tube sert à remplacer, à l'aide d'un petit entonnoir, l'eau évaporée ou qu'on a enlevée; il sert aussi à insuffler de l'air dans le liquide du vase au moyen d'un soufflet de cheminée. Avec une lame de carton noir, on fait un cylindre qui puisse emboîter complètement le vase de verre et préserver son intérieur de l'accès de la lumière. Nous reviendrons dans un instant sur le but de ces diverses opérations. Les choses étant ainsi disposées, la petite plante, fixée dans le coton, de manière à laisser pénétrer les racines naissantes au-dessus du bouchon, on remplit le flacon du liquide dont je donnerai tout à l'heure la composition, en ayant soin de laisser un intervalle de quelques millimètres entre la surface du liquide et la face correspondante du bouchon.

Nous voilà donc en possession d'un appareil qui permet de faire plonger les racines d'une plante dans de l'eau aérée et dont nous sommes maîtres de

muni d'un  
de 1 lit. 1/2  
de la dimen-  
en son centre  
uis coupé en  
ètres: ce bloc  
on maintient  
ou d'amiante.  
on, on pra-  
de diamètre.  
ont pas  
s: muni d'un  
accéder à la  
le liquide de  
tre tube ser-  
ir. l'eau évap-  
a ins... de  
d'un soutien  
noir, on fait  
ment le vase  
s de la  
stant sur le  
étant ainsi  
de coton, de  
essantes an-  
du liquide  
position, en  
quelques mil-  
face corres-

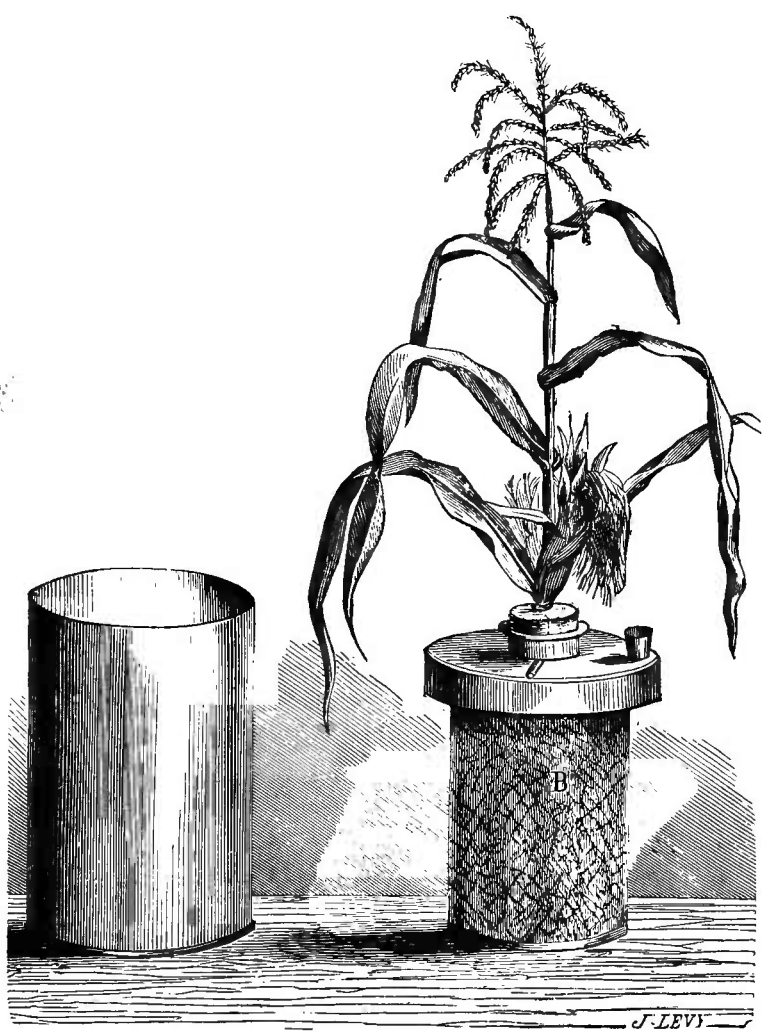
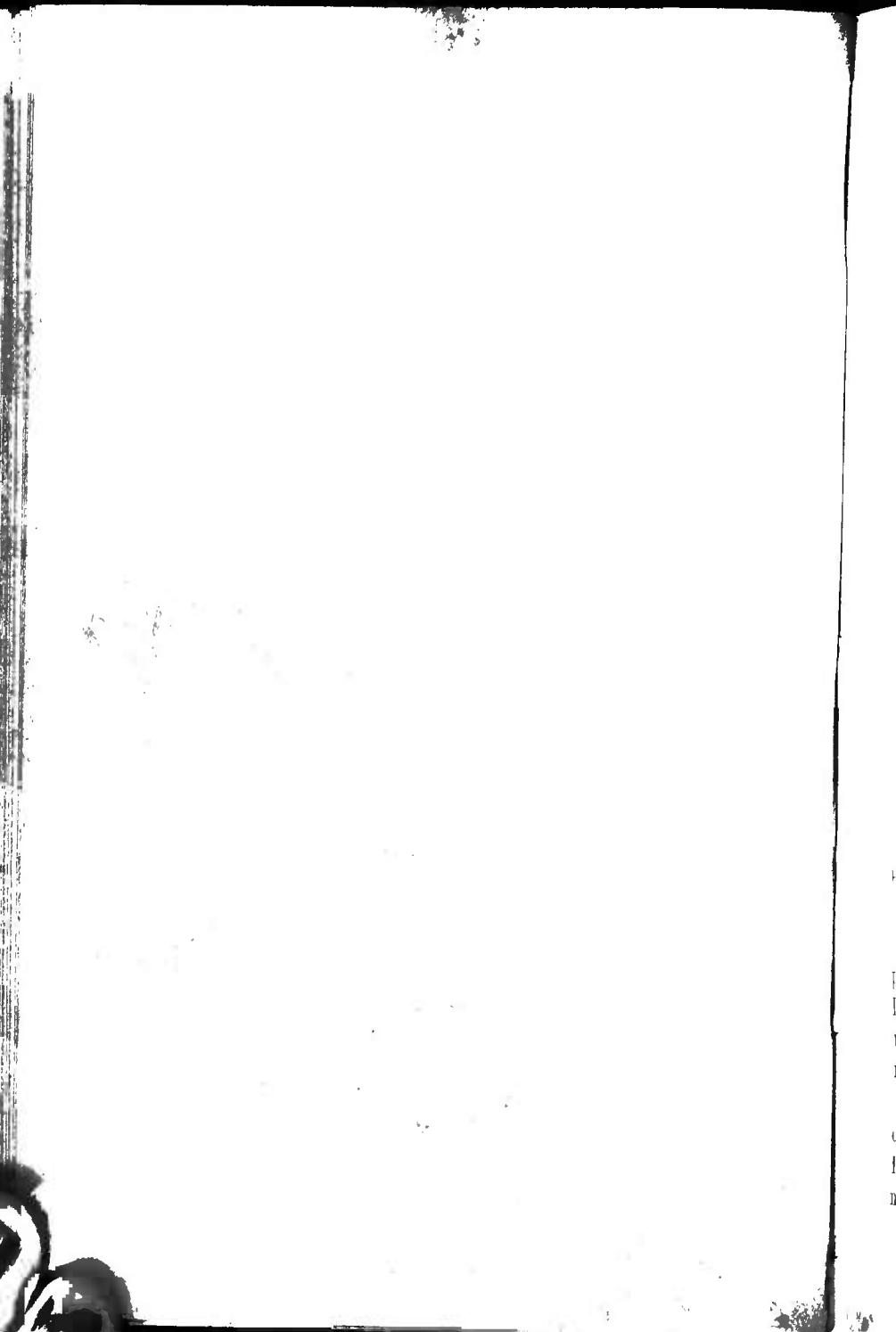


Fig. 1. — Dispositif d'un essai de culture dans l'eau.

ppareil qui  
une plante  
maîtres de





modifier la composition à notre gré. Laissant de côté la description des essais extrêmement nombreux qui ont été faits par cette méthode, j'arriverai tout de suite aux résultats définitivement acquis, en ce qui regarde la question posée plus haut.

Après avoir fait varier de la façon la plus diverse la nature et les proportions des substances en dissolution dans de l'eau distillée, on est arrivé à constater que les plantes, appartenant aux familles les plus différentes, parcourent toutes les phases de leur développement, depuis la germination jusqu'à la fructification, à l'aide de dix corps simples, sur les vingt et quelques que l'analyse a fait reconnaître dans la plupart des végétaux. Ces corps simples sont : l'oxygène et l'hydrogène (fournis par l'eau), le carbone emprunté par les parties vertes de la plante à l'acide carbonique de l'atmosphère; l'azote, le soufre, le phosphore, le potassium, le calcium, le magnésium et le fer introduits à l'état de sels ou d'oxydes dans l'eau où végète la plante.

Divers sels peuvent être employés pour fournir les sept derniers corps simples aux végétaux : je me bornerai à recommander le mélange suivant comme l'un des meilleurs auxquels on puisse avoir recours : nitrate de chaux, nitrate de potasse, phosphate de potasse, sulfate de magnésie et phosphate de fer. Dans quelles proportions doit-on employer ces sels pour en former la solution nutritive? L'expérience a montré que le mélange le plus convenable est celui qui renferme, pour une partie en poids de nitrate de chaux,  $\frac{1}{4}$  de ce poids de nitrate de potasse,  $\frac{1}{4}$  de phosphate de potasse et  $\frac{1}{4}$  de sulfate de magnésie. Une pincée de phosphate de fer, poudre

insoluble dans l'eau, projetée de temps à autre sur les racines de la plante, ou quelques centimètres cubes de chlorure de fer neutre suffisent à lui fournir le fer dont elle a besoin.

En ce qui regarde la concentration de la dissolution, l'expérience a établi que l'eau du vase ne doit jamais contenir, *par litre*, plus de 4 à 5 grammes du mélange ci-dessus. Au début de la végétation, une solution renfermant un 1/2 gramme de mélange salin par litre suffit. Quand les racines sont bien développées, on les saupoudre de phosphate de fer à raison de 2 décigrammes de ce sel par litre d'eau. Un peu plus tard, on décante, à l'aide du siphon, la solution épuisée, et on la remplace par de l'eau contenant 1 gramme ou 1 gr. 1/2 du mélange salin, par litre. Cette liqueur est elle-même remplacée ensuite par une solution à 2 grammes par litre, et ainsi de suite, sans qu'on doive dépasser 4 à 5 grammes au maximum.

A partir de la floraison de la plante, on peut suspendre l'emploi de la solution nutritive et lui substituer l'eau pure. Les essais de culture dans l'eau ont, en effet, mis hors de doute ce fait très intéressant que les végétaux ont, à l'époque où ils fleurissent, emmagasiné dans leurs tissus tous les principes minéraux du sol nécessaires à la formation du fruit. Pourvu qu'ils continuent à rencontrer dans l'air le carbone indispensable à l'assimilation, ils arrivent à constituer leurs fruits et leurs graines, avec les matériaux puisés dans le sol depuis leur naissance jusqu'à leur floraison. Il y a lieu de tenir compte, dans ces essais de culture dans l'eau, de l'intensité plus ou moins grande de l'évaporation par les feuilles; plus l'évaporation est active, moins doit être grande la concentration du

liquide nutritif. Dans les étés chauds, on doit employer de préférence les solutions à 1 gramme ou 2 grammes par litre, sauf à renouveler plus fréquemment le liquide au fur et à mesure de l'évaporation de la plante.

Pour fonctionner normalement, les racines doivent plonger dans un milieu aéré; mais elles doivent toujours être baignées par la dissolution; il faut donc avoir soin de renouveler, de temps à autre, l'air du liquide nutritif, ce qui s'obtient très aisément à l'aide d'un soufflet d'appartement relié à l'un des tubes de verre par un tube de caoutchouc. Il faut éviter de vider le vase, pour remplacer le liquide épuisé, autrement qu'à l'aide du siphon, pour ne pas froisser ou déchirer les racines qui flottent librement dans le vase. Le cylindre en carton noir qui enveloppe le bocal a pour objet d'empêcher le développement de végétaux inférieurs, algues, etc., dans le milieu nutritif qui se trouverait ainsi sensiblement appauvri. Lorsque la lumière pénètre dans le vase, le liquide est rapidement envahi par les moisissures ou autres végétaux inférieurs qui se développent au détriment des racines de la plante.

Voici le procédé le plus commode de préparation du mélange nutritif. On pèse les quantités suivantes des quatre sels qui doivent le composer :

|                           |              |
|---------------------------|--------------|
| Nitrate de chaux.....     | 100 grammes. |
| Nitrate de potasse.....   | 25 —         |
| Phosphate de potasse..... | 25 —         |
| Sulfate de magnésie.....  | 25 —         |
| Total.....                | 175 grammes. |

Soit au total 175 grammes de mélange qu'on peut dissoudre dans un litre d'eau de source ou de pluie :

on conserve cette solution dans un flacon bien bouché à l'abri de la lumière. Il se forme un dépôt de sulfate de chaux assez abondant, aussi faut-il agiter le flacon avant d'y puiser la liqueur. 100 centimètres cubes de cette solution renferment 17 gr. 5 du mélange nutritif; pour préparer la liqueur nutritive, on en prend, à l'aide d'une pipette graduée, 10 centimètres cubes<sup>1</sup> qu'on verse dans une bouteille de la contenance de 1 litre et l'on achève de remplir avec de l'eau ordinaire : on aura ainsi une solution contenant 1 gr. 75 par litre. En diminuant de moitié ou en doublant la quantité d'eau ajoutée à ces 10 centimètres cubes de la solution saline, on obtiendra un liquide contenant 0 gr. 85 ou 3 gr. 50 par litre, concentrations qui répondront aux exigences variables des plantes suivant leur état de développement.

On peut aussi conserver le mélange des sels dans un flacon et en prendre une cuillerée à café qu'on fait dissoudre dans 2 litres d'eau.

Il me reste à indiquer l'application des principes et des faits que je viens de rappeler à la fumure des plantes d'appartement et de serres végétant dans un sol ordinaire ou dans la terre de bruyère.

Nous venons de résumer les résultats auxquels ont conduit les expériences de culture des plantes dans l'eau. Cette méthode a démontré, entre autres faits des plus importants, qu'à la présence d'un nombre défini de substances minérales dans les milieux nutritifs de la plante (atmosphère et sol), est liée étroitement l'existence de tous les végétaux. On a

1. Deux cuillerées à café correspondent à peu près à cette quantité.

pu déduire d'expériences rigoureuses la composition d'un milieu artificiel dans lequel les plantes parcouraient les diverses phases de leur développement jusqu'à la fructification. Il me reste à indiquer maintenant le parti qu'on peut tirer de la connaissance de ces faits pour l'entretien des plantes d'appartement et, notamment, des végétaux à feuillage ornemental, tels que palmiers, lycopodes, fougères, cycas, aspidistra, etc., que nous condamnons à vivre dans un volume de terre parfois extrêmement restreint et, partant, dans des conditions anormales. Quelques courtes remarques sur la disposition, l'accroissement et le rôle des racines serviront utilement d'introduction à la méthode de fumure dont je vais parler.

Les racines sont l'appareil d'absorption des principes minéraux que les plantes puisent dans la terre : elles *respirent* comme les feuilles; comme ces dernières elles ont besoin de rencontrer de l'oxygène dans le milieu où elles sont plongées; elles pénètrent dans le sol à des profondeurs beaucoup plus considérables qu'on ne le croit communément, atteignant, même chez les végétaux de petite taille, comme les céréales, une longueur qui dépasse fréquemment 2 mètres. L'accroissement de la racine se fait par l'allongement d'une partie très limitée de cet organe, située à une faible distance de son extrémité inférieure. Des poils très fins et très nombreux formant une sorte de gaine se développent un peu au-dessus de l'extrémité de la racine qui, elle-même, ainsi que la partie supérieure de cet organe, en est dépourvue. Ces poils paraissent être le siège principal de l'absorption des matières minérales par la plante, d'où le nom de poils absorbants que leur ont donné les botanistes. Sur la racine

principale naissent, en nombre parfois très considérable, des racines secondaires qu'on appelle *radicelles*, également pourvues de poils absorbants : finalement, la partie souterraine du végétal atteint, en surface, des proportions dont l'arrachage d'une plante ne saurait donner une idée, même approchée, la plupart des radicelles se détachant du végétal et restant dans le sol. M. Aimé Girard, auquel on doit un procédé très ingénieux de détermination de la surface des radicelles d'une plante, a montré qu'une betterave dont la racine proprement dite mesurait environ 4 décimètres carrés de surface, possédait des radicelles dont la surface totale atteignait 30 décimètres carrés. En général, lorsque la structure physique du sol ne s'y oppose pas, le développement des radicelles est d'autant plus considérable que la terre est plus pauvre en éléments nutritifs, la plante étant obligée d'aller chercher l'aliment qui ne saurait venir à elle en raison de son état d'insolubilité.

Un végétal, en pleine terre, étend donc, en tous sens, la sphère d'activité de son appareil d'absorption, et ses racines pénètrent aussi loin qu'elles rencontrent un milieu *aéré* et meuble. Dans une terre homogène, toute la région dans laquelle pénètrent les racines doit être considérée comme sol, le sous-sol commençant là où s'arrête le développement des racines.

Si, maintenant, nous comparons une plante mise en pot ou en caisse, à une plante de pleine terre, nous reconnaissons aisément de profondes différences dans les conditions de vie des deux végétaux. Pour ne citer que les plus importantes, nous en constatons au moins trois : 1° l'espace dans lequel peuvent s'étendre

les racines est forcément limité aux parois du vase; 2° la quantité de principes nutritifs disponibles est rigoureusement bornée à celle que contient la terre en contact avec les racinelles; 3° l'aération est très imparfaite. En effet, d'une part, l'échange avec l'atmosphère extérieure peut s'effectuer seulement par la couche supérieure de la terre en contact direct avec l'air, les parois des vases étant très peu perméables, sinon complètement imperméables; d'autre part, les arrosages successifs indispensables à l'entretien de la plante amènent un tassement de la terre qui s'oppose énergiquement parfois au renouvellement de l'atmosphère inférieure. De là, la nécessité, bien connue de tous ceux qui élèvent des plantes d'appartement, de l'opération que les jardiniers nomment *dépotage* et *rempotage*, d'autant plus fréquemment nécessaires, que le volume de terre est moindre, par rapport aux dimensions de la plante.

D'ordinaire, le rempotage a pour objet le renouvellement de la terre dans laquelle les plantes ont végété pendant un temps plus ou moins long : parfois, on se borne à extraire la plante du vase, à secouer avec précaution la terre adhérente aux racines, à émietter la masse par un broyage à la main et à replacer la plante, après en avoir rafraîchi les racines, dans le vase qu'on remplit de la même terre. Dans ce cas, l'aération et l'ameublissement du sol, devenu trop compact sous l'influence des arrosages réitérés et de l'accumulation des racines, sont les seuls résultats de l'opération.

Le plus souvent, après avoir débarrassé la plante de la terre adhérente aux racines, on la remet en place et l'on remplit le vase de terre *neuve*; c'est

ainsi, en général, qu'on procède avec la terre de bruyère. Celle-ci est un sol sablonneux, riche, qui porte spontanément les bruyères de nos climats : Calluna, Erica, etc. Les détritrus de ces végétaux donnent naissance à une sorte de terreau apte à absorber jusqu'à 40 à 45 pour 100 de son poids d'eau, poreux, meuble et qui convient particulièrement à la culture des plantes à feuillage de serre et d'appartement. Pour donner une idée de l'appauvrissement, en principes nutritifs, que subit la terre de bruyère au bout d'un certain temps, je rapporterai ici une des analyses que j'ai eu occasion de faire, en étudiant la végétation des plantes en pots.

Au moment de la transplantation d'un vigoureux pied de Kentia, j'ai prélevé un échantillon de la terre de bruyère provenant du grand-duché de Luxembourg, avec laquelle le jardinier allait remplir le vase, d'une capacité d'environ 12 litres. Deux ans plus tard, lorsqu'on procéda au rempotage du Kentia, j'ai recueilli un autre échantillon de la terre dans laquelle avait végété le palmier, sans aucune addition d'engrais. L'analyse des deux sols, pratiquée sur la terre séchée à l'air, a donné les résultats suivants :

|                             | Pour 100 de :     |                 |
|-----------------------------|-------------------|-----------------|
|                             | Terre<br>épuisée. | Terre<br>neuve. |
| Eau.....                    | 5,20              | 5,40            |
| Matières organiques.....    | 23,90             | 16,20           |
| Azote .....                 | 0,09              | 0,41            |
| Chaux .....                 | 0,625             | 1,920           |
| Acide phosphorique.....     | 0,080             | 0,544           |
| Potasse .....               | 0,077             | 0,121           |
| Sable, mat. non dosées..... | 70,028            | 75,405          |
| Total.....                  | 100,000           | 100,000         |



Le poids du litre de ces terres étant très voisin de 800 grammes, les 12 litres pesaient 9 kilogr. 600 et contenaient respectivement les quantités suivantes de principes nutritifs :

|                          | Terre épuisée. | Terre neuve. |
|--------------------------|----------------|--------------|
|                          | Grammes.       | Grammes.     |
| Chaux .....              | 60             | 184,3        |
| Acide phosphorique ..... | 7,7            | 52,2         |
| Potasse .....            | 7,40           | 11,6         |
| Azote .....              | 8,64           | 39,4         |

On voit que les quantités de matières minérales fixées par le *Kentia*, dans l'espace de deux ans, ont très notablement appauvri le sol et que le remplacement de la terre était devenu aussi nécessaire, au point de vue de la nutrition de la plante, que sous le rapport de l'aération des racines. Partant des résultats que l'analyse m'a fournis, résultats dont l'exemple ci-dessus suffit à donner une idée, j'ai imprégné la terre de bruyère épuisée de la solution nutritive formée de nitrates de chaux et de potasse, d'acide phosphorique et de sulfate de magnésie, avant d'y replacer la plante, et j'ai constaté que l'on peut, sans lui nuire, employer pour ainsi dire indéfiniment la même terre, le rempotage n'ayant alors d'autre utilité que d'aérer le sol tassé à la longue et de permettre l'élagage de quelques racines trop développées, vu l'étroitesse du vase.

J'ai dit, plus haut, que les solutions nutritives qu'on destine à la culture des plantes dans l'eau doivent être très étendues, c'est-à-dire pauvres en sels dissous, 1 litre du liquide dans lequel on fait croître une plante ne devant jamais renfermer plus de 4 à 5 grammes du mélange nutritif. L'expérience a

prouvé, en effet, qu'une solution plus concentrée, en contact direct avec les racines, est nuisible au végétal et peut amener sa mort par une sorte de pléthore. Dans le cas où la plante vit dans son milieu naturel, le sol, il n'en est pas de même et la solution qui sert à imbiber une terre appauvrie, au moment où l'on pratique le rempotage, peut contenir par litre, sans inconvénient, 10 grammes ou plus du mélange formé de 4 parties de nitrate de chaux, 1 partie de nitrate de potasse, 1 partie de phosphate de potasse et une partie de sulfate de magnésie.

En effet, si la terre à laquelle on a affaire possède un pouvoir absorbant pour l'eau, voisin de 40 pour 100 de son poids, 10 kilogrammes de cette terre retiendront par imbibition 4 litres de dissolution saline, très également répartie dans la masse. Ces 4 litres d'eau seront promptement dépouillés par la terre d'une partie notable des sels qu'ils tenaient en dissolution. A supposer que le liquide cède aux 10 kilogrammes de terre la totalité de ses principes salins, il ne lui donnera, au maximum, que 4 millièmes de son poids de principes nutritifs (40 gr. pour 10 kilogr.). La terre arrosée de la solution devra être égouttée avant qu'on y place la plante. Les arrosages ultérieurs seront faits avec une solution plus étendue; 5 grammes du mélange, par litre d'eau, représentent une dose convenable pendant la saison où les végétaux ont une évaporation faible.

En été, on pourra recourir à l'emploi de solutions plus étendues, 2 à 3 grammes par litre. L'expérience personnelle est, d'ailleurs, le guide le plus sûr, car il n'est guère possible de tracer une règle absolue, les conditions spéciales où se trouvent les plantes variant

d'un jour à l'autre avec la température, l'exposition, l'aération et l'intensité de l'évaporation qui en est la conséquence.

Dans beaucoup de cas, pour ne pas dire toujours, le sulfate de magnésie, indispensable pour les cultures dans l'eau, puisqu'il doit fournir le soufre et la magnésie dont la plante ne saurait se passer, pourra être supprimé du mélange destiné à arroser le sol. Ce dernier est, en effet, très rarement dépourvu des faibles quantités de magnésie nécessaire aux végétaux et, pour ainsi dire toujours, assez abondamment pourvu de sulfate pour qu'il soit inutile de lui en apporter. Le fer qu'on doit donner aux végétaux élevés dans l'eau, peut également être laissé de côté dans la fumure des plantes en pots. Cependant il arrive que l'addition d'un peu de chlorure ou de phosphate de fer au mélange nutritif est parfois très utile aux plantes d'appartement pour prévenir ou guérir la chlorose; son emploi maintient la couleur verte ou la ravive, quand les feuilles paraissent s'étioler et languir.

En résumé, on peut fumer les plantes d'appartement et de serre à l'aide du mélange minéral formé de :

100 grammes de nitrate de chaux ;

25 grammes de nitrate de potasse ;

Additionné, ou non, de 25 grammes de sulfate de magnésie ;

10 grammes de ce mélange par litre d'eau ou 5 grammes, pour le même volume d'eau, suffiront complètement aux besoins de la plante, suivant l'état d'appauvrissement plus ou moins profond du sol.

Il faudra toujours prendre soin, dans ces arrosages, de ne pas atteindre les feuilles avec la solution, de peur de les brûler; on versera lentement sur le sol, et par petites portions, le liquide d'arrosage, de manière à faciliter son absorption par le sol. Un arrosage par mois, avec la solution qu'on aura choisie, suffira dans la plupart des cas pour assurer l'alimentation de la plante. Dans l'intervalle, on arrosera, suivant besoin, avec de l'eau ordinaire. On sait qu'on ne s'expose pas, par cette pratique, à entraîner les matières nutritives que l'arrosage avec la dissolution aura apportées à la plante : les principes minéraux, en effet, sont retenus instantanément par le sol; ils sont fixés de telle façon que l'eau ne peut plus les dissoudre, et la plante va puiser à cette réserve alimentaire que les arrosages répétés ne diminuent pas. A la facilité de l'emploi et à son efficacité, la fumure que je recommande joint l'avantage de ne coûter presque rien. On peut se procurer par petites quantités, chez les négociants qui fournissent de produits chimiques les laboratoires des établissements scientifiques, les quatre substances indiquées plus haut aux prix suivants :

Le kilogramme.

|                           |          |
|---------------------------|----------|
| Nitrate de chaux.....     | 4 fr. 00 |
| Nitrate de potasse.....   | 1 — 00   |
| Phosphate de potasse..... | 8 — 00   |
| Sulfate de magnésie.....  | 0 — 60   |

Voici, en nombres ronds, la composition et le prix du kilogramme du mélange qui, dissous dans l'eau de source, donnera 1 hectolitre de solution à raison de 40 grammes par litre :

|           |   |          |
|-----------|---|----------|
| 600 gr.   | nitrate de chaux à 4 fr le kilogr.....    | 2 fr. 40 |
| 150 —     | nitrate de potasse à 1 fr. le kilogr...   | 0 — 15   |
| 150 —     | phosphate de potasse à 8 fr. le kilogr... | 1 — 20   |
| 150 —     | sulfate de magnésie à 0,60 le kilogr...   | 0 — 09   |
| 1,050 gr. | Prix du mélange.....                      | 3 fr. 84 |

Le litre de solution, à 10 gr. 5, coûtera donc 0 fr. 0384, soit un peu moins de 4 centimes. On voit, d'après cela, que la fumure des plantes d'appartement n'entraîne qu'une dépense absolument insignifiante et combien sont exagérés les prix des solutions et mélanges dits *floraux* qu'on trouve dans le commerce. Quelques tâtonnements faits sur des végétaux de faible valeur enseigneront rapidement, aux personnes désireuses d'appliquer ce mode de fumure, les proportions les plus convenables, dans les limites que je viens de rappeler, d'après la nature et l'état des plantes auxquelles on a affaire.

## IX

### LES DROITS D'ENTRÉE SUR LE MAÏS ET L'AGRICULTURE <sup>1</sup>

Le projet d'établissement d'un droit sur le maïs étranger à l'entrée. — Position de la question. — Valeur et rôle du maïs dans l'alimentation des animaux de la ferme. — Comparaison de l'avoine et du maïs dans l'alimentation du cheval de service et de trait.

Le maïs étranger entre, actuellement, en franchise de droits sur le territoire français. Un projet de loi qui doit être prochainement discuté au Parlement frapperait, s'il est voté, d'un droit de 3 francs par quintal cette céréale qui est, à un double titre, une matière première de grande importance pour l'agriculture et pour les industries qui s'y rattachent. Aliment de premier ordre pour le bétail, notamment pour le cheval, le bœuf, la vache et le porc, le maïs

1. Le Parlement a voté un droit d'entrée de 3 francs par 100 kilogrammes sur les maïs exotiques. Malgré ce vote acquis, j'ai cru devoir reproduire dans ces Etudes, sans le modifier, l'article que j'avais publié dans *le Temps* du 21 janvier 1890 pour exposer les motifs qui, selon moi, devaient faire rejeter ce droit : les raisons que j'invoque n'ont rien perdu de leur valeur, à mon avis du moins.

sert, en outre, à l'extraction de l'amidon et à la fabrication de l'alcool. La consommation du maïs par l'homme, sans être négligeable, n'entre pas, à beaucoup près, en ligne de compte, dans notre pays, au même titre que chez certaines nations et particulièrement en Amérique.

Une certaine agitation se fait, en ce moment, autour de la question du maïs au sein du Parlement et dans le monde agricole; le Conseil supérieur de l'agriculture étudie la solution la plus favorable à lui donner dans l'intérêt des agriculteurs et, de divers côtés, on me demande des renseignements à ce sujet. Sans préjuger le résultat auquel aboutiront les diverses enquêtes ouvertes à l'occasion du projet d'établissement d'un droit à l'entrée sur le maïs, je me rends volontiers au désir de mes correspondants et je vais chercher à placer sous leurs yeux quelques faits et chiffres de nature à les éclairer, tout au moins sur la position de la question.

Quand l'opinion publique est saisie d'un projet de tarif douanier, il est rare que les avis les plus contradictoires ne soient pas émis sur la solution à lui donner. Lorsque, ce qui est le cas le plus général, l'intérêt du producteur et celui du consommateur sont manifestement opposés, ces dissentiments s'expliquent d'eux-mêmes, le producteur demandant à vendre le plus cher possible, et le consommateur à acquérir au plus bas prix la denrée qui fait l'objet de la discussion. Les solutions qu'on propose, de part et d'autre, reposent fréquemment alors, beaucoup plus sur des impressions ou des intérêts personnels que sur des faits et des raisonnements étayés d'arguments d'intérêt général. Au cas particulier, la question est

bien plus complexe, le maïs produit par le cultivateur devenant, suivant le point de vue auquel celui-ci se place, une matière première de sa propre industrie — l'alimentation de son bétail — ou une marchandise qu'il vend à la féculerie ou à la distillerie, et dont il cherche alors à obtenir le prix le plus élevé. Dans le premier cas, le cultivateur est consommateur, et son intérêt manifeste est que le maïs destiné à nourrir son bétail lui revienne au meilleur marché possible, soit qu'il le produise sur ses terres, soit qu'il demande à l'importation étrangère la quantité complémentaire dont il a besoin. Ne consomme-t-il pas de maïs dans son exploitation? Il est alors uniquement producteur, et toutes les conditions, y compris un droit de douane à l'entrée, qui tendront à élever le prix vénal du maïs, seront pour lui plaire.

Il importe donc, pour se faire une idée juste de la question, pour l'envisager d'un point de vue général, à la fois équitable et favorable à la masse des agriculteurs, de l'étudier isolément sous ses deux aspects principaux. C'est seulement après s'être rendu compte de l'importance du maïs, d'une part comme aliment des animaux de la ferme, de l'autre comme matière première de la distillerie et de l'amidonnerie, qu'on pourra décider lequel des deux principes doit l'emporter dans l'intérêt général du pays, la franchise ou l'imposition à l'entrée du maïs étranger.

C'est en me plaçant sur ce terrain que je vais chercher à réunir les principaux éléments de discussion que nous offrent l'expérience des praticiens les plus distingués, et les données statistiques de la production et du commerce de cette céréale. Je commencerai par examiner la question, au point de vue de la



valeur et du rôle du maïs pour la nourriture des animaux domestiques.

Des innombrables essais méthodiques faits jusqu'ici sur l'alimentation du bétail, il résulte qu'à *poids égal*, le maïs est supérieur à l'avoine pour la production de la chair et de la graisse, chez les animaux de boucherie et, pour celle du travail, chez les animaux de trait. La teneur du maïs et celle de l'avoine en principes nutritifs sont, en moyenne, les suivantes : 1 kilogramme de chacune de ces graines renferme :

|                           | Maïs.        | Avoine.      |
|---------------------------|--------------|--------------|
|                           | Kilogrammes. | Kilogrammes. |
| Matières azotées.....     | 0,084        | 0,090        |
| Amidon et congénères..... | 0,606        | 0,433        |
| Matière grasse.....       | 0,048        | 0,047        |

L'amidon et la matière grasse sont les sources principales auxquelles l'animal puise les éléments de la chaleur qu'il transforme en travail utilisable par l'homme, et en graisse qui s'accumule dans les tissus, lorsque l'animal est au repos. D'après cela, un kilogramme de maïs qui renferme 654 grammes de ces substances produira nécessairement plus d'effet utile que le même poids d'avoine, qui contient seulement 480 grammes d'amidon et de graisse.

Le taux de matières azotées est seul un peu plus faible dans le maïs, 84 grammes au lieu de 90 par kilogramme, mais tous les éleveurs savent quelle facilité offrent aujourd'hui les déchets industriels (tourteaux) ou certaines denrées (féveroles) pour compenser économiquement, dans le rationnement, cette faible différence.

En ce qui regarde le bœuf, la vache laitière et le

porc : d'une part, l'exemple de l'immense quantité de bétail que l'Amérique du Nord nourrit avec le maïs qui est, on le sait, la base de l'alimentation des troupeaux dans ce pays, et les résultats obtenus par les éleveurs anglais, d'autre part, sont là pour montrer les bénéfices que donne l'emploi de cette céréale dans l'élevage et l'engraissement des animaux de boucherie. Les résultats obtenus dans l'alimentation des chevaux de trait et de service, par l'introduction dans la ration journalière de 4 à 6 kilogrammes de maïs substitués à l'avoine ne sont pas moins heureux. L'expérience n'est plus à faire; la valeur alimentaire du maïs pour l'espèce chevaline est surabondamment démontrée par l'adoption de cette céréale dans les écuries de transport les plus considérables de la France et de l'étranger. Les compagnies de tramways, d'omnibus et de voitures de Londres, Paris, Berlin, Zurich, Bruxelles, etc., pour ne citer que celles où j'ai pu étudier le régime alimentaire de la cavalerie, ont introduit, depuis douze à quinze ans, le maïs dans la ration de leur cavalerie, dont il forme l'élément principal. Cette substitution s'est faite, non seulement avec succès, au point de vue de la diminution du prix de la ration, mais encore de la durée de service des chevaux et de l'énergie du travail qui n'ont point été atteintes par la substitution du maïs à une forte proportion et parfois à la totalité de l'avoine entrant autrefois dans la ration. Certaines puissances ont suivi l'exemple de ces grandes écuries industrielles et ont adopté, avec plein succès, l'introduction du maïs dans la ration du cheval de guerre.

Puisque l'occasion s'est présentée, j'en profiterai pour réfuter une erreur encore très accréditée, au

sujet de la supériorité de l'avoine sur toutes les autres graines et notamment sur le maïs, sous le rapport de l'énergie et de la vitesse que donnent au cheval ces deux aliments. Le préjugé très répandu que, seule, l'avoine permet l'entraînement du cheval et que seule elle lui donne de la vitesse tomberait devant l'exemple des chevaux mexicains et en général des chevaux américains dont le maïs est l'unique aliment; mais, sans chercher au delà de l'Atlantique, une démonstration dont font foi les renseignements les plus certains, il est aisé d'opposer au préjugé dont je parle des arguments directs absolument probants. On a prétendu que l'avoine renfermait un principe excitant particulier qu'on a baptisé du nom d'*avenine*, sans qu'aucun chimiste, si habile qu'il soit, ait jamais pu, à ma connaissance du moins, non seulement l'extraire de l'avoine, mais même en démontrer l'existence en proportion quelconque dans cette graine. Je laisserai donc de côté cet élément hypothétique et je me bornerai à rapporter quelques expériences qui montrent l'efficacité du maïs, substitué à l'avoine, dans la ration du cheval de service et même du cheval de course.

Dans une étude fort intéressante sur l'alimentation du cheval de guerre, un officier supérieur de l'armée allemande rapporte des exemples d'entraînement de chevaux de course, en l'absence complète d'avoine dans leur ration, le maïs étant substitué intégralement à l'avoine. N'ayant pas d'expérience personnelle à ce sujet, je me contente de citer le fait que je suis porté à considérer comme exact, autant à raison des connaissances techniques dont l'auteur fait preuve dans son travail que parce qu'il me paraît absolu-

ment rationnel et concorde avec les essais dont je vais parler.

Engagés depuis longues années dans l'étude expérimentale de l'alimentation du cheval de trait, M. A. Leclerc et moi, nous avons voulu décider, par des expériences rigoureusement conduites et suffisamment prolongées, de la valeur comparative de l'avoine et des autres aliments, notamment du maïs, dans l'alimentation du cheval de service, au point de vue du travail utile effectué et de la vitesse relative. Pendant les mois de mai des années 1887, 1888 et 1889, un *même* cheval, soumis à un régime alimentaire différent, pour chacune de ces années, a été attelé à une voiture et a effectué un service régulier. La quantité d'aliments, la quantité d'eau bue, le travail mécanique et la vitesse ont été exactement déterminés pendant la durée de chaque essai. Le cheval travaillait de deux jours l'un. Les expériences ont été suivies avec le plus grand soin pendant toute leur durée. En voici les principaux résultats :

En mai 1887, le cheval a mangé, par jour, 7 kilogrammes d'avoine et 2 kilogr. 500 de paille d'avoine. On l'attelait de deux jours l'un; le jour de travail, il a fait, en moyenne, 53 kilom. 341 dans l'espace de six heures et demie, soit 8 kilom. 206 par heure. Le travail effectué a été de 1168000 kilogrammètres.

En mai 1888, l'alimentation du même cheval a été de 5 kilogrammes de maïs et 2 kilogr. 500 de paille d'avoine; il a parcouru 52 kilom. 126 en six heures, soit 8 kilom. 684 par heure, en effectuant un travail de 1331 153 kilogrammètres dans cette durée de temps.

En 1889, le même animal a consommé par jour

4 kilogr. 984 de maïs associés à 2 kilogr. 160 de paille de blé et effectué 50 kilom. 710 en cinq heures et demie, soit 8 kilom. 452 par heure, et fait un travail de 1105478 kilogrammètres dans l'espace de cinq heures et demie. Il résulte de ces expériences, qui ont porté sur *le même animal*, point très important, puisque, par là, se trouvent éliminées les causes d'erreur qu'auraient pu entraîner les dispositions individuelles, si l'on eût opéré comparativement sur trois chevaux différents, il résulte, dis-je, de ces essais qu'au régime du maïs, le cheval, conduit par le même cocher et livré à son allure spontanée, a parcouru, à l'heure, 478 mètres de plus en 1888 et 246 mètres de plus en 1889, soit, en moyenne, 312 mètres de plus que lorsqu'il était nourri à l'avoine.

La quantité de travail mécanique effectué a également été supérieure dans le cas de l'alimentation au maïs; en effet, si l'on ramène à la durée d'une heure le travail moyen que le cheval a fait dans ces trois mois d'expériences, on constate qu'avec la ration à l'avoine il a été de 179 692 kilogrammètres et, avec la ration au maïs, de 211 584 kilogrammètres.

Les quantités d'eau consommées par le cheval dans les trois séries d'expériences sont également intéressantes à noter. Elles ont été très sensiblement plus élevées pendant la durée du régime à l'avoine que durant la période d'essai au maïs.

En 1887, le cheval soumis à l'avoine buvait, le jour de repos, 25 lit. 957, soit 2 lit. 680 d'eau par kilogramme d'aliments consommés, et, le jour du travail, 41 lit. 420, soit 4 lit. 360 par kilogramme d'aliment. En mai 1888 et 1889, périodes d'alimentation au maïs, le même animal, dans des conditions météoro-

logiques très voisins, a consommé, en moyenne, dans les jours de repos, 41 lit. 358 d'eau, soit 4 lit. 510 par kilogramme de nourriture, et, dans les jours de travail, 31 lit. 037, soit 4 litres 005 par kilogramme de ration.

L'alimentation au maïs exigeait donc, par quarante-huit heures, une consommation d'eau de 42 litres environ, tandis que le régime de l'avoine, contrairement à ce qu'on aurait pu penser *a priori*, exigeait, dans le même temps, 67 lit. 377 de liquide, c'est-à-dire moitié en plus.

Les conclusions que je me crois autorisé à tirer de ces expériences, c'est que, pour le cheval de service et de trait, pour le cheval de culture, par conséquent, la substitution du maïs à l'avoine est une pratique à la fois rationnelle et économique; l'avoine valant 17 à 18 francs les 100 kilogrammes, par exemple, tandis qu'on peut se procurer du maïs à 14 ou 15 francs, le cultivateur aurait tout intérêt à porter l'avoine qu'il récolte au marché et à la remplacer par le maïs. Ses chevaux ne perdront rien ni en vigueur ni en vitesse à cette substitution, comme on vient de le voir, et sa bourse y gagnera.

Nous verrons dans le chapitre XI combien il serait facile à la distillerie et à la féculerie de l'affranchir, au grand profit de l'agriculture française, de l'importation du maïs exotique.

L'alim  
rat  
pro  
me  
j  
des  
qu'o  
l'int  
de se  
donn  
Faut  
préfè  
la pa  
d'ass  
sout  
corr  
citer  
gue  
une  
cult  
dive

## X

### LE MAÏS DANS L'ALIMENTATION DU CHEVAL

L'alimentation du cheval de service. — Établissement de la ration. — Types de ration à l'avoine et au maïs. — De la préparation du maïs, de l'avoine, du foin, etc., pour l'alimentation du cheval.

J'ai reçu un grand nombre de lettres à l'occasion des indications que renfermait l'article du *Temps* qu'on vient de lire, sur les avantages que présente l'introduction du maïs dans l'alimentation du cheval de service ou de trait. Quelle quantité de maïs doit-on donner au cheval? Comment doit-il être employé? Faut-il le concasser ou le tremper? La farine est-elle préférable au grain entier? Doit-on donner le foin et la paille hachés? Dans quelle proportion convient-il d'associer le maïs, la paille, le foin et l'avoine? Telles sont les principales questions que me posaient mes correspondants : j'ai cherché à y répondre aussi explicitement que possible, dans l'espoir que ces renseignements pourront être utiles aux personnes qui ont une écurie à diriger, qu'il s'agisse de chevaux de culture ou de chevaux employés à des transports de diverse nature.

Le poids vif des chevaux étant très variable, suivant les races, on comprend qu'il soit impossible d'indiquer une ration alimentaire unique, pouvant s'adapter indistinctement à tous les chevaux de service ou de trait. Mais on peut, à l'aide de certaines données, tourner facilement cette difficulté. La quantité d'aliments nécessaire à des animaux, dont on exige à peu près le même travail, est sensiblement proportionnelle au poids vif de chacun d'eux; il résulte de là que, si l'on connaît la quantité des principales substances nutritives nécessaires pour l'entretien de 100 kilogrammes de poids vif d'un cheval, soumis à un travail déterminé, on fixera très approximativement, par une simple opération arithmétique, la ration à donner à un cheval d'un poids connu.

La première chose à faire, lorsqu'on veut établir le rationnement des chevaux, est donc de déterminer leur poids : il n'importe pas moins de répéter fréquemment les pesées, tous les mois, par exemple, afin de suivre les effets de l'alimentation dont la balance fournit la meilleure base d'appréciation. Le poids du cheval, effectuant le travail journalier en vue duquel la ration a été calculée, demeure-t-il sensiblement constant, les pesées étant faites toujours à la même heure, le matin notamment, avant que l'animal reçoive sa nourriture et sa boisson, on en conclura que la ration est *suffisante*. S'il y a, au bout du mois, une augmentation notable de poids, c'est que la ration est trop élevée, l'animal ayant engraisé et formé de la chair; si, au contraire, la balance accuse une perte sensible, on en inférera que la ration est trop faible ou que l'animal se nourrit mal.

Une ration est suffisante quand elle permet à l'ani-



mal de revenir sensiblement au poids qu'il avait la veille, c'est-à-dire quand elle compense, d'une part, les pertes résultant du fonctionnement physiologique des organes, de l'autre, celles qu'entraîne le travail effectué par l'animal : transport d'un fardeau, traction d'une voiture ou mise en action d'une machine quelconque, batteuse, manège, etc.

Dans le cas de la traction d'une charrue, d'une voiture ou de la mise en mouvement d'une machine, on évalue le travail effectué par le cheval en multipliant l'effort de traction, mesuré en kilogrammes à l'aide du dynamomètre, par le chemin parcouru par l'animal. Ce produit s'énonce en kilogrammètres.

L'expérience directe peut seule nous renseigner exactement sur les quantités d'aliments nécessaires pour maintenir le cheval en état dans les diverses conditions de travail qu'on lui impose; seule aussi, elle peut nous faire connaître les proportions dans lesquelles les divers aliments, foin, paille, avoine, maïs, etc., doivent être substitués les uns aux autres, sans modifier la valeur nutritive de la ration, tout en changeant très notablement son prix de revient. L'étude expérimentale de ces deux questions, capitales pour ceux qui ont à nourrir de nombreux chevaux : poids et composition de la ration suivant les buts divers qu'on se propose, nous occupe depuis plus de dix ans, M. A. Leclerc et moi. Nous avons été conduits à des résultats très nets que l'exploitation des grandes écuries industrielles a de tout point confirmés, en leur donnant une valeur qui fait souvent défaut aux expériences individuelles poursuivies sur un nombre d'animaux trop restreint.

Nous avons étudié successivement la valeur nutri-

tive du foin, de la paille, de l'avoine et du maïs donnés isolément au cheval, au repos, à la marche et au travail dans différentes conditions; puis la valeur nutritive d'une ration mixte composée des aliments fondamentaux que je viens de nommer, associés dans les proportions les plus convenables, sous le double rapport de l'alimentation du cheval et du prix de revient de la ration.

M'appuyant sur les résultats de quatre séries d'expériences, entreprises simultanément sur trois chevaux soumis à un genre de travail très différent, pour chaque série d'essai, j'espère pouvoir fixer les idées de mes lecteurs sur la composition de la ration du cheval de trait, et leur fournir des éléments suffisants pour la composition de cette ration dans les principaux cas qui se présentent soit à la ferme, soit dans une écurie industrielle. Les conditions de travail des chevaux en expériences ont été les suivantes :

1° Travail au manège au pas : parcours, 20 kilomètres par jour; travail effectué, 440 000 kilogrammètres environ;

2° Travail au manège au trot : parcours, 20 kilomètres par jour; travail, 440 000 kilogrammètres;

3° Camionnage dans Paris : parcours, 32 kilomètres par jour; poids transporté, 3 000 kilogrammes; travail effectué, 960 000 kilogrammètres environ;

4° Traction d'une voiture de place : parcours de deux jours l'un, 66 kilomètres; travail effectué (de deux jours l'un), 1 650 000 kilogrammètres.

Le poids moyen individuel des chevaux était de 420 à 425 kilogrammes.

La ration journalière de chaque cheval avait le poids et la composition suivants :

|                        | Kilogr. |                         |
|------------------------|---------|-------------------------|
| Foin.....              | 1,568   | } = 8 <sup>k</sup> ,612 |
| Paille.....            | 0,848   |                         |
| Avoine.....            | 2,952   |                         |
| Maïs.....              | 2,180   |                         |
| Féverole.....          | 0,632   |                         |
| Tourteaux de maïs..... | 0,432   |                         |

Les chevaux étaient pesés individuellement chaque jour avant et après le travail; l'eau bue était mesurée exactement. Les excréments et l'urine recueillis, dans les séries d'expériences qui permettaient cette récolte, ont été soumis à l'analyse. Tous les fourrages consommés, cela va sans dire, ont été complètement analysés. On y a déterminé la teneur exacte en matières azotées et en principes non azotés (fécule, sucre, cellulose, graisse, etc.). Les mêmes dosages ont été effectués dans les fèces et dans l'urine recueillis.

L'ensemble de ces données nous a permis de tirer de ces longues et délicates expériences, conduites avec tout le soin qu'on peut souhaiter, des conclusions que je vais résumer :

1° La ration indiquée plus haut s'est montrée trop forte pour chacun des trois chevaux travaillant au manège au pas. Le poids des chevaux, à la fin de l'essai, qui a duré un mois pour chacun d'eux (comme toutes nos expériences d'ailleurs), ayant augmenté notablement.

2° La ration a été suffisante pour chacun des trois chevaux travaillant au manège au trot. (Poids initial et poids final à peu près égaux.)

3° Elle a été également suffisante pour les chevaux 1 et 2 faisant le service du camionnage. Il en a été de même pour ces chevaux 1 et 2 attelés à la voiture.

4° La ration a été un peu faible pour le cheval n° 3, tant au camionnage qu'à la voiture.

En résumé, la ration de 8 kilogr. 612, que nous avons diminuée à dessein de 20 pour 100 environ du poids de la ration consommée au moment de nos expériences, par la cavalerie de la Compagnie générale des voitures, peut être considérée comme la ration minimum suffisante pour couvrir les pertes journalières d'un cheval du poids de 425 kilos, faisant un travail qu'on peut regarder comme équivalent à celui d'un bon cheval de service.

Pour tirer de ces expériences un enseignement susceptible de servir à mes lecteurs de base de calcul à l'établissement de la ration journalière d'un cheval d'un poids vif quelconque, il est nécessaire de faire subir aux chiffres, donnés plus haut, quelques transformations qui les rendront applicables aux divers cas de la pratique. Il n'est pas moins utile d'indiquer la valeur nutritive de cette ration, d'après la composition immédiate des fourrages qui le composent, cette indication étant nécessaire pour le calcul des substitutions.

L'analyse a assigné, comme composition chimique moyenne à cette ration, les proportions suivantes :

|                                   | Kilogr. |        |
|-----------------------------------|---------|--------|
| Eau .....                         | 1,273   |        |
| Matières amylacées, sucrées.....  | 3,842   | }      |
| Matière grasse.....               | 0,227   |        |
| Cellulose et corps analogues..... | 2,073   |        |
| Matières azotées.....             | 0,871   |        |
| Matières minérales.....           | 0,326   |        |
| Total.....                        | 8,612   | 6*,142 |

L'ensemble des substances hydrocarbonées dépourvues d'azote (amidon, sucre, graisse, etc.) s'élève à

6 kilogr. 142, celui des matières azotées à 0 kilogr. 871 ; la valeur de la relation nutritive — rapport du poids des matières azotées à celui des substances non azotées prises en bloc — est de 1 à 7<sup>1</sup>

Si l'on rapporte tous les chiffres précédents à 100 kilogrammes de poids vif d'un cheval, on dresse le petit tableau suivant, qui peut servir à tous les calculs de rationnement du cheval en partant de la composition moyenne des fourrages dont on dispose.

Pour entretenir un cheval de service, soumis à un travail comparable à celui que nous rapportons plus haut, il faut que sa ration journalière contienne, par 100 kilogrammes de poids vif de ce cheval, les quantités suivantes de principes nutritifs :

|  | Kilogr. |
|--|---------|
| Amidon ou fécule sucre.....                  | 0,800   |
| Matière grasse.....                          | 0,030   |
| Cellulose et congénères.....                 | 0,150   |
| Matières azotées.....                        | 0,135   |
| Soit un total de substances alibiles de..... | 1,115   |

soit encore un peu plus du centième du poids vif du cheval.

Telle est la ration *minimum* suffisante qu'exige le cheval de travail ; en la majorant de 15 à 20 pour 100, on sera certain de maintenir l'animal en parfait état.

Au point de vue économique, l'intérêt des renseignements que nous a fournis notre longue série d'expériences est facile à mettre en relief ; les prix des diverses denrées sur le marché réglera le choix du cultivateur ; mais, au lieu de substituer arbitraire-

1. En multipliant par 2.4 le poids du sucre d'un fourrage, on a l'équivalent du sucre en fécule.

ment un poids de maïs ou de toute autre denrée à une certaine quantité d'avoine, de paille, de foin, etc., il fera des substitutions rationnelles (c'est-à-dire basées sur la composition des denrées de substitution), qui assureront une alimentation égale de ses chevaux, avec une dépense moindre.

Sous le bénéfice de ces observations préliminaires, qui m'ont paru pouvoir être utiles, je reviens à l'emploi du maïs et je réponds aux questions qui m'ont été posées. Voici d'abord deux types de rations de chevaux de service, à titre de comparaison :

| Fourrages.                  | Cheval<br>d'omnibus.<br>Kilogr. | Cheval<br>de voiture.<br>Kilogr. |
|-----------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| Foin.....                   | 0,776                           | 0,586                            |
| Paille (avoine et blé)..... | 0,675                           | 2,345                            |
| Avoine.....                 | 3,785                           | 1,274                            |
| Maïs.....                   | 4,202                           | 4,657                            |
| Tourteau de maïs.....       | »                               | 0,532                            |
| Féverole.....               | 0,514                           | 0,893                            |
| Son et divers.....          | 0,039                           | 0,548                            |
|                             | <hr/> 9,991                     | <hr/> 10,835                     |

Ces rations ont sensiblement le même rapport nutritif, ce qui montre l'avantage de l'établissement des rations d'après leur richesse réelle en principes utiles, puisqu'on peut, suivant les besoins et les conditions particulières où l'on se trouve, composer des mélanges de même valeur nutritive, avec des proportions très différentes d'aliments. Le maïs doit être donné concassé et non mouillé. Le concassage doit être grossier; la farine de maïs pourrait être substituée avantageusement au grain dans le cas de chevaux très âgés dont les dents usées rendraient la mastication impossible. Il y a tout intérêt à donner

la paille et le foin hachés en mélange avec les graines.

En ce qui regarde l'avoine, le concassage ou l'aplatissage assurent une utilisation beaucoup meilleure que l'administration du grain qui n'a pas subi ces opérations. Les essais que nous avons faits ne laissent aucun doute à ce sujet. Pendant deux mois, on a soumis, comparativement, deux chevaux au régime de l'avoine brute, de l'avoine concassée et de l'avoine aplatie. En examinant le crottin de ces animaux, on constate aisément la présence de grains d'avoine intacts, en quantités très différentes, suivant les modes d'alimentation. Les quelques chiffres suivants vont le prouver.

Voici le poids moyen de l'avoine retrouvée intacte dans les excréments, par jour :

|                           | Cheval n° 1.        | Cheval n° 2. |
|---------------------------|---------------------|--------------|
| Avoine non concassée..... | 32 <sup>gr</sup> ,2 | 144 grammes  |
| Avoine concassée.....     | 3                   | 10           |
| Avoine aplatie.....       | 2 4                 | 25           |

Indépendamment des variations propres à l'individu, on voit que l'aplatissage de l'avoine conduit à une économie dans la consommation et, ce qui revient au même, à une meilleure utilisation de l'aliment par le cheval.

Je signalerai, en terminant, un résultat constant de toutes ces expériences, à savoir que l'utilisation la plus complète des fourrages a lieu pendant la période de repos ou de travail très modéré du cheval. Un travail énergique, trot, traction, etc., diminue la digestibilité des principes nutritifs de la ration. Le sujet étant important, j'y reviendrai un autre jour,

me bornant pour l'instant à signaler la conséquence pratique qui découle de ce fait. La voici : il faut donner la ration forte pendant le jour de repos si le cheval ne travaille qu'un jour sur deux ; l'animal assimilant beaucoup mieux pendant le repos, emmagasine, pour ainsi dire, durant cette période, les forces qu'il utilisera le lendemain <sup>1</sup>. La pratique des cultivateurs qui consiste à donner à manger aux chevaux de travail dans le milieu de la nuit, répond en partie à cette indication.

1. Ceux de mes lecteurs qui désireraient de plus amples renseignements sur ces recherches les trouveront dans quatre mémoires que j'ai publiés avec M. A. Leclere dans les *Annales de la science agronomique française et étrangère*, années 1880 à 1890. Berger-Levrault et C<sup>ie</sup>, Paris.

LA POMME DE TERRE

BONNANCE ÉCONOMIQUE

La culture de la pomme de terre expérimentales de la pomme de terre inconnue — Des terres de

Dans la campagne...  
l'œuvre de l'élevation des...  
sous la double influence...  
le choix des semences...  
habord et presque exclu...  
des du blé. Élément d...  
estale de l'homme e...  
des regards, prendra le...  
la place prépondérante...  
la nécessité si onéreus...  
années mauvaises, de e...  
ments en reconrant à...  
grand profit que le cult...  
accroissement tant soit...  
M<sup>e</sup> à l'hectare, tout, e...



## XI

### LA POMME DE TERRE RICHTER'S IMPERATOR — SON IMPORTANCE ÉCONOMIQUE—TRAVAUX DE M. AIMÉ GIRARD

La culture de la pomme de terre en France. — Résultats des études expérimentales de M. Aimé Girard sur la culture de la pomme de terre industrielle. — Le département des Vosges. — Distilleries de maïs et de pommes de terre.

Dans la campagne que nous avons entreprise en faveur de l'élévation des rendements du sol français, sous la double influence de fumures convenables et du choix des semences, nous nous sommes tout d'abord et presque exclusivement attachés à la question du blé. Élément fondamental de l'alimentation végétale de l'homme civilisé, cette céréale devait, à tous égards, prendre le premier rang dans cette étude. La place prépondérante qu'elle occupe sur notre sol, la nécessité si onéreuse pour la France, dans les années mauvaises, de compléter ses approvisionnements en recourant à l'importation étrangère, le grand profit que le cultivateur pourrait retirer d'un accroissement tant soit peu notable du rendement en blé à l'hectare, tout, en un mot, nous engageait à

porter nos premiers efforts vers l'amélioration de la culture du froment.

Mais, si le blé mérite d'occuper la première place dans un pays qui consacre une surface de 7 millions d'hectares à sa production, il n'en est pas moins utile d'étudier, au même point de vue, les autres végétaux agricoles, certain qu'on peut être à l'avance d'arriver, en ce qui les concerne, aux deux conclusions qui résument les faits que nous avons cherché à mettre en lumière pour le froment, à savoir : 1° que le sol français ne donne pas, à beaucoup près, à l'hectare, la somme de produits qu'il pourrait fournir; 2° qu'il est non seulement possible, mais facile d'élever les rendements de manière à les rendre largement rémunérateurs.

Les lois qui régissent la production des céréales s'appliquent à tous les végétaux : un bon choix de semence, joint à une fumure abondante et bien adaptée à l'espèce végétale qu'on a en vue, permet d'accroître les rendements de tous les végétaux agricoles, dans des proportions tout aussi notables que celles qu'on atteint dans la culture perfectionnée du blé. Cela est incontestable pour qui réfléchit un seul instant aux exigences naturelles de l'évolution des êtres vivants : aptitude innée ou héréditaire à un développement complet; alimentation et nutrition assurées aussi parfaitement que possible par les conditions du milieu.

C'est à découvrir et à faire connaître les variétés les plus prolifiques et les meilleures et à indiquer les exigences spéciales des principales espèces agricoles que tendent les recherches expérimentales dont les résultats ont, pour la richesse d'un pays, des con-

LA TERRE DE YERRE  
espèces d'une porce  
les bois qu'on les so  
siment les hommes es  
Cours en France et en  
Élaborer le cultivateur  
porter la correction car  
qu'il est importante. L  
me tâche digne d'attirer  
obvies puisqu'en dépit  
de l'assurer l'alimenta  
ent par surcroît. L'aisa  
recherché depuis plusie  
Dans cette campagne  
leur que donnent la con  
l'aptitude du sucre. r  
l'homme et l'insociabil  
d'ailleurs. J'ai rencontré  
l'œuvre appelée l'agri  
français. Je le salue ave  
qu'inspire sur un chan  
détachement en lutte in  
ennemi. L'arrivée d'un  
and, professeur au Coll  
et à l'Institut national  
dernier, un travail des p  
rapport avec le sol. L  
comme de terre indus  
de l'alcool.  
Celle étude, très nat  
expérimentales condu  
1. Recherches sur la ca  
ville, in-8, avec planche  
Paris, 1880.

séquences d'une portée bien autre que la solution des trois quarts des soi-disant problèmes qui passionnent les hommes et absorbent tant d'heures et d'encre en discussions stériles.

Éclairer le cultivateur sur ces graves questions, porter la conviction dans les esprits prévenus parce qu'ils sont ignorants, nous semble de plus en plus une tâche digne d'attirer l'attention de tous les bons citoyens, puisqu'en définitive il ne s'agit rien moins que d'assurer l'alimentation de la nation, en ramenant, par surcroît, l'aisance parmi les cultivateurs si éprouvés depuis plusieurs années.

Dans cette campagne, que je poursuis avec l'ardeur que donnent la conviction d'être dans le vrai et la certitude du succès, malgré tous les obstacles que la routine et l'insouciance des intéressés dressent sur le chemin, j'ai rencontré un auxiliaire précieux dont l'œuvre appelle toute l'attention des agriculteurs français. Je le salue avec la sympathie et la gratitude qu'inspire, sur un champ de bataille, au chef d'un détachement en lutte inégale avec un corps de troupe ennemi, l'arrivée d'un renfort puissant. M. Aimé Girard, professeur au Conservatoire des arts et métiers et à l'Institut national agronomique, a publié, l'an dernier, un travail des plus importants, sous le double rapport agricole et économique, sur la culture de la pomme de terre industrielle en vue de la fabrication de l'alcool <sup>1</sup>.

Cette étude, résultat de cinq années de recherches expérimentales conduites avec l'esprit de méthode

1. *Recherches sur la culture de la pomme de terre industrielle*, in-8, avec planches héliographiques. Gauthier-Villars, Paris, 1889.

et le talent qui marquent toutes les productions de son savant auteur, a une portée qui dépasse de beaucoup celle d'une monographie d'une culture, si intéressante qu'elle soit. Elle renferme, en effet, la démonstration la plus complète de la possibilité, pour la France, de trouver dans la production indigène de la pomme de terre industrielle toute la matière première nécessaire à la fabrication de l'alcool et de nous soustraire, par suite, au tribut que chaque année nous payons à l'étranger par l'importation de *deux millions et demi de quintaux* de maïs nécessaires à notre industrie. Une autre conséquence de la réforme culturale et économique qu'appelle le travail de M. A. Girard sera d'enrichir le planteur de pommes de terre et d'enlever à l'agriculture tout intérêt à l'établissement de droits à l'entrée sur le maïs étranger, puisque le principal emploi industriel de cette céréale disparaissant, l'agriculture indigène aura tout avantage à laisser pénétrer, au meilleur marché possible, un aliment précieux pour son bétail.

Pour faire saisir l'importance économique du travail de M. A. Girard, il convient de commencer par rappeler l'état de la culture de la pomme de terre en France et de comparer la situation de l'industrie de l'alcool en France et en Allemagne.

La culture de la pomme de terre, chacun le sait, est de date relativement récente. En 1789, 4 000 hectares à peine portaient cette plante, et, dans le récit du voyage qu'il fit, à cette époque, dans notre pays, le célèbre agronome anglais Arthur Young déclare que *les quatre-vingt-dix-neuf centièmes de l'espèce humaine ne voudraient pas toucher à ce tubercule.*

Les choses ont bien changé  
de terre occup. actuels  
mille hectares soit 3 fois  
un territoire agricole.

Pour la culture des céréales

à nos terres su-

vision des tarifs d'importa-

tion d'actualité tou-

générales sont in-

le même que toutes les

nombreux d'entre elles

la manière soignée sur

l'industrialisation de la su-

de la tuberculeuse, et

études de M. A. Girard

l'industrialisation des rendements

l'aspect de côté ces ren-

forme de comparaison le r-

norme l'année 1885.

En 1880, 1 477 203 hec-

tere ont donné une récol-

te de 412 458 544

hectares soit un rendement

de 274 11 grammes de tu-

bercule par hectare et

11.46 le quintal. Soit 1

11 hectare.

Les départements

cette surface sont ceux

de Saint-et-Loire 4

compte que 65 hecta-

desse-Pyrénées avec

départements sont rép-

Les choses ont bien changé : la culture de la pomme de terre occupe, actuellement, près de quinze cent mille hectares, soit 3 pour 100 de la surface totale de notre territoire agricole, et 17 pour 100 du territoire cultivé.

Pour la clarté des observations que je désire soumettre à mes lecteurs sur cette culture, à laquelle la discussion des tarifs douaniers sur les farineux donne un intérêt d'actualité tout particulier, quelques indications générales sont indispensables.

De même que toutes les récoltes et peut-être plus que beaucoup d'entre elles, en raison du rôle capital de la lumière solaire sur le développement des organes foliacés où s'élabore le sucre, matière première de la féculé du tubercule, comme l'ont montré les belles recherches de M. Aimé Girard, la pomme de terre fournit des rendements variables d'une année à l'autre. Laissant de côté ces variations, je prendrai comme terme de comparaison le rendement d'une bonne année moyenne, l'année 1885.

En 1885, 1 437 263 hectares plantés en pommes de terre ont donné une récolte totale, pour les 87 départements, de 112 458 541 quintaux, valant 581 298 784 francs, soit un rendement moyen, à l'hectare, de 7 824 kilogrammes de tubercules, au prix moyen de 5 fr. 16 le quintal, soit un revenu *brut* de 403 fr. 72, à l'hectare.

Les départements où cette culture occupe la plus grande surface sont ceux de la Dordogne (50 000 hect.) et de Saône-et-Loire (48 517 hectares). La Corse ne compte que 860 hectares; après elle viennent les Basses-Pyrénées, avec 3 000 hectares; tous les autres départements sont répartis inégalement pour cette

production, entre les limites extrêmes que nous venons d'indiquer.

Sous le rapport des rendements, le Calvados occupait, en 1883, le premier rang avec 148 quintaux métriques à l'hectare ; après lui venaient l'Ardèche avec 128 quintaux métriques, les Hautes-Alpes et les Ardennes avec 116 quintaux métriques<sup>1</sup> ; les Landes 9 quintaux seulement, l'Ariège 30, les Alpes-Maritimes 37, les Basses-Alpes 48, la Nièvre 45 quintaux. Tous les autres départements ont fourni des rendements supérieurs à 50 quintaux à l'hectare.

Au point de vue du prix, on constate les écarts suivants : le quintal, dont la valeur moyenne a été pour toute la France de 5 fr. 16, s'est vendu 13 francs dans les Landes, 11 fr. 98 dans les Basses-Pyrénées, tandis qu'il a valu 3 fr. 40 seulement dans la Meuse et 3 fr. 48 en Meurthe-et-Moselle.

La pomme de terre doit être envisagée sous deux aspects différents, suivant l'emploi qu'elle reçoit : considérée comme aliment de l'homme, elle devra présenter des qualités spéciales dont je n'ai pas à m'occuper ici ; employée comme matière première de la féculerie et de la distillerie, elle tirera presque exclusivement sa valeur de sa richesse en fécule que l'on transforme en sucre, puis en alcool. L'industrie la payera d'autant plus cher qu'elle sera plus riche en ce principe immédiat, puisqu'elle fournira, à poids égal de tubercules, un poids plus considérable de fécule ou d'alcool, suivant qu'on la destine à l'une ou l'autre

1. Nous ne faisons pas entrer en ligne de compte le département de la Seine, où la culture de la pomme de terre, essentiellement maraîchère, s'étend sur 3 898 hectares seulement avec un rendement moyen de 148 q. m. à l'hectare.

de ces productions. Actuellement, d'après les très nombreuses analyses que nous possédons, on constate qu'il est rare de rencontrer, dans la pomme de terre cultivée en grand, plus de 13 à 14 pour 100 de fécule. En admettant tout à l'heure un taux de 15 pour 100 de cette substance, je suis certain d'être au-dessus de la réalité; la thèse que je veux développer n'en aura que plus de valeur.

Sous le nom de pommes de terre *industrielles*, il faut comprendre, avec M. A. Girard, les variétés de cette plante dont les tubercules sont particulièrement destinés à être transformés par l'industrie agricole, soit en alcool, soit en fécule. De ces deux transformations, la première est, en certaines contrées du moins, celle qui fournit les résultats les plus considérables.

Chaque année, l'Allemagne met sur le marché une masse d'alcool qui dépasse *quatre millions* d'hectolitres et dont les trois quarts environ, près de 3 millions d'hectolitres, ont pour origine la fécule contenue dans les tubercules de la pomme de terre. A cette énorme fabrication d'alcool correspond, comme conséquence nécessaire, une abondante production de vinasses et de drèches propres à l'alimentation du bétail. Pour satisfaire aux besoins des distilleries de pommes de terre en Allemagne, l'agriculture de ce pays doit, chaque année, mettre à leur disposition 40 millions d'hectolitres de tubercules féculents, c'est-à-dire une quantité égale au tiers de celle que l'agriculture française tout entière produit.

En France, la situation de la distillerie est autre; la pomme de terre, jusqu'ici du moins, ne compte pas, ou ne compte que dans une mesure insignifiante

au nombre des produits agricoles utilisés par la fabrication de l'alcool et, pour produire les 2 millions d'hectolitres qu'accusent nos statistiques officielles, il nous faut, aujourd'hui que la distillation du vin a perdu son ancienne puissance, importer de l'étranger près de 2 500 000 quintaux de grains et notamment de maïs, détourner de la fabrication du sucre 1 200 000 tonnes de betteraves, enlever enfin à l'industrie naissante de la sucrerie 170 000 tonnes de mélasses pour obtenir du traitement de ces trois matières premières :

|                              | Hectolitres.     |
|------------------------------|------------------|
| En alcools de grain.....     | 765.065          |
| En alcools de betterave..... | 672.352          |
| En alcools de mélasse.....   | 451.825          |
| Au total.....                | <u>1.889.242</u> |

C'est, en effet, à 100 000 hectolitres à peine que s'élèvent les produits alcooliques fournis actuellement par le vin, le cidre et leurs analogues.

De telle sorte que, résumée en quelques mots, la situation respective de la distillerie en Allemagne et en France peut être caractérisée en disant que les alcools allemands sont, pour les trois quarts de la production, des alcools de pommes de terre, pour un quart des alcools de grain, tandis que les alcools français ne proviennent jamais de la pomme de terre et sont fournis :

|                                | Pour 100.  |
|--------------------------------|------------|
| Par les grains pour.....       | 38         |
| Par les betteraves.....        | 32         |
| Par les mélasses.....          | 25         |
| Par les vins et analogues..... | 5          |
| Total.....                     | <u>100</u> |



Lorsqu'on réfléchit à ces différences profondes dans l'allure de deux industries dont le but (production d'alcool et de drèches) est identique, dont les procédés sont analogues, et qu'on en recherche les causes, on est bientôt conduit à penser que la principale de ces causes réside dans les différences que présente, quant à son prix de revient, la matière alcoolisable offerte, par l'agriculture, à l'une et à l'autre.

Si les distillateurs allemands préfèrent la pomme de terre aux grains, c'est que la culture met à leur disposition, à bon marché, des tubercules riches en fécule; si les distillateurs français la négligent, au contraire, c'est que, dans notre pays, son rendement en tubercules et la teneur de ceux-ci en matière amy-lacée sont trop faibles pour que son emploi en distillerie soit possible.

En Allemagne, les rendements en poids de pommes de terre sont, dans certaines régions, très supérieurs aux rendements que nous obtenons en France; ces pommes de terre, d'autre part, sont plus riches que les nôtres en fécule, et le prix de vente, par suite, y est généralement plus élevé, d'où résulte, de deux façons, pour le cultivateur, une rémunération plus forte.

Sans aborder la question des frais de fabrication de l'alcool, sans discuter la valeur des drèches que laisse cette fabrication, en se tenant exclusivement sur le terrain du prix de revient de la matière alcoolisable et de son rendement, on peut, *a priori*, se rendre compte des conditions que la culture de la pomme de terre doit remplir, pour que l'application à la distillerie des tubercules qu'elle fournit puisse

marcher de pair avec l'application que cette industrie fait, en France, des grains et notamment du maïs.

On compte, en général, que les maïs riches à 63-65 pour 100 d'amidon rendent en flegmes (non rectifiés) 31 à 32 litres d'alcool à 100 degrés pour 100 kilogrammes de grains, au cours moyen de 13 francs, ce qui revient à dire que l'hectolitre d'alcool, considéré en puissance dans le grain du maïs, coûte au distillateur, à l'état de matière première, 40 à 41 francs. D'autre part, on admet que 100 kilogrammes de pommes de terre, de bonne qualité, rendent en flegmes semblables aux précédents, 10 à 11 litres d'alcool à 100°, d'où il résulte que, pour obtenir un hectolitre d'alcool à 100°, il faut compter sur le traitement de 900 kilogrammes à 1 000 kilogrammes de pommes de terre.

Ces 900 ou 1 000 kilogrammes de pommes de terre peuvent donc être regardés comme possédant une valeur égale à celle des quantités de maïs qui, en distillerie, fournissent un hectolitre d'alcool, une valeur de 40 à 41 francs par conséquent; soit, par 100 kilogrammes, une valeur de 4 fr. 10 à 4 fr. 50, suivant qualité. A la vérité, les drèches de pommes de terre sont moins abondantes et moins nutritives que les drèches de maïs; mais c'est être large certainement que d'accorder, pour ce fait, au prix de la pomme de terre, une réfaction de 0 fr. 50 par 100 kilogrammes. De telle sorte que, en fin de compte, c'est à 40 francs, à 36 francs tout au moins, qu'on est en droit de fixer le prix de revient de la tonne de pommes de terre lorsque les tubercules de celle-ci sont riches en fécule. Si à la qualité des tubercules vient alors se joindre un bon

rendement en poids, on peut considérer la culture de la pomme de terre comme fournissant des résultats qui, absolument satisfaisants pour le cultivateur, permettent à celui-ci d'approvisionner les distilleries établies dans son voisinage : 20 000 à 25 000 kilogrammes à l'hectare, au prix de 36 à 40 francs la tonne, lui assurent alors une recette de 800 à 900 francs. Ces hauts rendements en poids sont fréquents en Allemagne ; en France, au contraire, on ne les rencontre que dans des circonstances tout à fait exceptionnelles. En Allemagne, de même, les variétés cultivées atteignent couramment, en fécule anhydre, une richesse de 17, même de 18, et quelquefois de 19 pour 100 ; en France, c'est chose rare que la teneur des tubercules dépasse 13 à 14 pour 100.

La moyenne générale de la production de la pomme de terre en France ne dépasse pas le chiffre misérable de 7 700 à 8 000 kilogrammes à l'hectare. En Allemagne, d'après Guido Krafft<sup>1</sup>, le rendement moyen est de 13 300 kilogrammes et les récoltes de 23 000 à 25 000 kilogrammes ne seraient point une rareté<sup>2</sup>. Des différences aussi considérables ne semblent justifiées, comme le dit M. A. Girard, par aucune cause nécessaire : le sol et le climat de la France se prêtent aussi bien que celui de l'Allemagne à la culture de la pomme de terre : *a priori*, cette culture semble devoir donner, dans l'un et l'autre pays, des résultats aussi satisfaisants, et, s'il n'en est pas ainsi, il est permis d'admettre comme chose très probable, sinon démontrée

1. *Lehrbuch der Landwirtschaft*, 4<sup>e</sup> édition, 1885.

2. La statistique officielle de l'Allemagne, pour 1888 et 1889, n'indique qu'un rendement moyen de 8 000 kilogrammes. Je laisse à M. Krafft la responsabilité de son affirmation. L. G.

d'avance, que notre agriculture se trouve, au point de vue de la production de la pomme de terre, comme elle l'a été si longtemps, au point de vue de la production de la betterave, dans un état d'infériorité dû exclusivement à l'insuffisance des procédés qu'elle emploie.

En dehors de toutes les considérations théoriques qu'on peut invoquer pour soutenir la thèse à laquelle M. A. Girard a consacré cinq années de recherches des plus concluantes, les résultats obtenus par quelques cultivateurs émérites sont là pour affirmer ce que l'agriculture peut attendre de l'amélioration de ses méthodes. M. Dailly a récolté pendant la période quarantenaire qui s'étend de 1845 à 1885, à la ferme connue de tous les agronomes, de 30 000 à 32 000 kilogrammes de pommes de terre à l'hectare. L'habile directeur de l'École Mathieu de Dombasle, M. Thiry, a obtenu, dans un sol médiocre, de 1883 jusqu'à l'année dernière, entre 21 000 et 30 000 kilogrammes du même tubercule, avec la variété *Richter's imperator* importée à Tomblaine en 1883, et que les recherches de M. A. Girard nous montreront la meilleure, au double point de vue de la quantité et de la richesse en fécule<sup>1</sup>. Le problème est donc facilement résolvable. C'est à en déterminer les conditions exactes, à préciser par des essais de culture très bien conduits et complétés par l'étude de la composition du tubercule suivant la variété de semences, la fumure, l'espacement, etc., que M. A. Girard a consacré cinq années

1. Voir *Production agricole en France*, in-8, Berger-Levrault, 1885, et les comptes rendus de l'exploitation de Tomblaine.

de délicates expériences, tant dans les champs d'essais de Joinville-le-Pont et de Clichy-sous-Bois que dans son laboratoire.

L'année 1889, comparable à 1885 par son caractère général, est venue confirmer pleinement, et sur les points les plus divers du territoire français, les faits constatés de 1885 à 1888 par M. Aimé Girard dans ses expériences de Joinville-le-Pont : la question, aujourd'hui résolue, de la supériorité marquée de la *Richter's imperator* appelle toute l'attention des agriculteurs et des industriels français : je ne saurais trop engager les cultivateurs d'abord et tous ceux que leurs fonctions ou leur situation met en rapport avec ces derniers, à faire tout ce qu'ils pourront pour propager les faits si bien observés et décrits par M. Aimé Girard <sup>1</sup>.

Dans le champ d'expériences de l'Institut agronomique de Joinville-le-Pont, M. A. Girard a cultivé, en 1889, sur un hectare, la *Richter's imperator*; il a récolté, sur cette surface, 39 000 kilos de tubercules riches à 20,4 pour 100 de fécule, représentant, par conséquent, 7 956 kilogrammes de fécule anhydre, c'est-à-dire un poids de matière amylacée supérieur à la moyenne générale du poids de tubercules récoltés, en France, à l'hectare.

D'autre part, le Ministre de l'agriculture avait autorisé M. A. Girard à prélever, sur la récolte de la ferme, 6 000 kilos de plant sélectionné par ses soins, pour en confier la culture à une quarantaine d'agriculteurs répartis sur divers points de la France.

1. *Recherches sur la culture de la pomme de terre industrielle, avec planches héliographiques*, in-8, Gauthier-Villars, Paris.

Les résultats obtenus par les cultivateurs qui ont suivi exactement les indications de M. Girard ont confirmé et parfois dépassé ceux qu'il a lui-même constatés dans son champ d'expériences : les rendements fournis par la variété *Richter* ayant varié entre 32 000 kilogrammes et 44 000 kilogrammes à l'hectare, avec des richesses de 20,4 à 24,2 pour 100 en fécule anhydre, soit en moyenne un rendement, à l'hectare, de 36 000 kilogrammes de tubercules et de 7 900 kilogrammes de fécule anhydre.

Ceux de mes lecteurs qu'intéresserait particulièrement le détail des résultats obtenus les trouveront dans les communications que M. A. Girard a faites à l'Académie des sciences le 20 janvier 1890 et, quelques jours après, à la Société nationale d'agriculture.

Pour faire toucher du doigt l'importance considérable des résultats acquis désormais sur la valeur culturale de la variété *Richter's imperator*, je vais choisir un des départements les plus directement intéressés à la production de la pomme de terre riche en fécule, le département des Vosges, où la féculerie occupe un rang notable parmi les industries locales.

Prenant pour terme de comparaison la récolte de 1885 dans ce département, il me sera facile de montrer, en rapprochant les résultats obtenus dans l'arrondissement de Saint-Dié, en 1889, avec la variété que M. Aimé Girard y avait expédiée, l'immense progrès à réaliser et la révolution, le terme n'est pas exagéré, que la propagation de la *Richter* est appelée à produire dans les revenus agricoles de ce beau département. J'admettrai, dans les calculs qui vont suivre, une richesse de 15 pour 100 en fécule pour les

pommes de terre récoltées en 1885, taux assurément supérieur à leur richesse réelle.

Voici, d'après les documents officiels, les éléments principaux de la campagne de 1885 dans les Vosges, en ce qui concerne la pomme de terre.

La surface consacrée à cette culture était de 36 040 hectares, soit 6,56 pour 100 de la surface totale du territoire. Les Vosges, par rapport à leur étendue, occupent le premier rang des départements agricoles pour la culture de la pomme de terre, la Seine seule les primant avec une surface de 8,97 pour 100 de sa superficie consacrés à cette récolte (culture maraîchère). L'exemple paraît donc bien choisi encore à ce point de vue.

Ces 36 040 hectares ont produit 3 972 263 quintaux métriques de tubercules, ce qui correspond à 110 q. m. 31 à l'hectare; la valeur vénale de la récolte a été de 16 087 665 francs, à raison de 4 fr. 05 le quintal, soit un produit brut en argent de 446 fr. 75 à l'hectare.

La variété *Richter's imperator* cultivée en 1889, aux environs de Saint-Dié, a donné un rendement de 324 q. m. 25 à l'hectare qui, comptés au prix de 4 fr. 05 (cours de 1885), représentaient un produit brut de 1 301 fr. 06 à l'hectare, soit une plus-value, en faveur de cette variété, de 854 fr. 31. Supposons un instant que les 36 040 hectares cultivés en pommes de terre dans les Vosges soient plantés en *Richter's imperator*; la production totale s'élèverait à 11 568 212 quintaux métriques, valant, au prix de 4 fr. 05 le quintal, 46 831 259 francs, résultat en excédent de 7 millions 1/2 de quintaux et de près de 31 millions de francs sur l'état actuel.

Cette hypothèse montre quelle marge énorme les améliorations signalées et rendues faciles par les travaux de M. A. Girard laissent à l'agriculture vosgienne, pour l'une des branches principales de son domaine.

Mais là ne s'arrêtent pas les comparaisons à établir. J'ai dit plus haut qu'en admettant une richesse de 15 pour 100 de fécule dans la récolte moyenne de la pomme de terre, on restait certainement au-dessus de la réalité. A ce taux, la récolte de 1885 correspondrait à un poids de 595 839 quintaux métriques de fécule anhydre, chiffre assurément trop fort. Or, la variété *Richter's imperator* a donné, en 1889, dans les Vosges, 21,6 pour 100 de fécule, soit 6 939 kilogrammes de fécule anhydre, par hectare, contre 1 655 kilogrammes, chiffre maximum récolté, en 1885, sur la même surface.

Dans l'hypothèse d'une récolte, dans tout le département, identique à celle obtenue, en 1889, à Saint-Dié, la production totale de fécule anhydre se serait élevée à 2 498 734 kilogrammes, en excédent de près de 2 millions de quintaux sur la récolte de 1885.

Le poids des tubercules aurait donc augmenté dans le rapport de 6 à 25, c'est-à-dire plus que quadruplé.

L'un des buts principaux que M. Aimé Girard a eu en vue dans ses études expérimentales sur la culture de la pomme de terre a été de convaincre les agriculteurs français de la possibilité, pour eux, de fournir à la distillerie des produits indigènes remplaçant les grains exotiques et notamment le maïs, à l'instar de ce qui se passe en Allemagne. Ce but est des plus faciles à atteindre, comme on va le voir, si l'on envisage la culture de tout le territoire français. Mais,



sans sortir des Vosges pour l'instant, continuons le développement de l'hypothèse d'une culture de la variété *Richter* sur les 36 000 hectares de ce département. La distillerie et la féculerie consomment ensemble annuellement, au maximum, 2 300 000 quintaux métriques de maïs exotique; cette céréale renfermant en moyenne 64 pour 100 de son poids de fécule, la quantité totale de fécule employée à la fabrication de l'alcool s'élève à 1 472 000 quintaux métriques.

Les Vosges, arrivant à produire, en nombre rond, 2 millions  $1/2$  de quintaux de fécule de pomme de terre, c'est-à-dire une quantité de fécule égale à celle que fournissent 3 900 000 quintaux de maïs, quantité correspondant, à 160 000 quintaux près, à celle de l'importation totale du maïs exotique, pourraient donc, non seulement suffire à l'alimentation de toutes les distilleries et féculeries françaises de maïs, mais, de plus, le département disposerait encore de plus de 1 million de quintaux de fécule, c'est-à-dire de près du double de la quantité contenue actuellement dans toute sa récolte.

Quelles seraient, pour le cultivateur, les conséquences économiques de la substitution de la pomme de terre, riche en fécule, au maïs dans la fabrication de l'alcool, c'est le dernier point qui me reste à examiner. 1 000 kilogrammes de maïs renferment 640 kilogrammes de fécule; pour lui substituer la pomme de terre à 21,6 pour 100 de fécule, il faut sensiblement 3 000 kilogrammes de ce tubercule (exactement 2 963 kilogrammes).

Un hectare de pommes de terre *Richter's imperator* a produit à Saint-Dié, en 1889, 321 q. m. 25 de tuber-

cules correspondant à 6939 kilogrammes de fécule anhydre pouvant remplacer, dans la distillerie, 108 q. m. 42 de maïs exotique, dont le prix minimum est de 13 francs le quintal. La valeur équivalente de la pomme de terre est donc, dans ce cas, égale à 108 q. m. 42, à 13 francs l'un, soit 1 409 fr. 46. Le cultivateur ayant récolté 321 quintaux métriques à l'hectare aurait donc réalisé sur le produit brut de l'hectare une plus-value de 962 fr. 71, par rapport à la récolte de 1885.

Quelque réduction qu'on veuille faire subir aux chiffres que je viens de citer, réduction qui ne doit porter, d'ailleurs, que sur l'hypothèse de l'avènement brusque d'un progrès réalisable avec le temps, on ne saurait nier l'efficacité des moyens que propose M. Aimé Girard pour améliorer singulièrement la situation des planteurs de pommes de terre. On ne saurait méconnaître davantage l'extrême facilité que l'agriculture française a, dès à présent, si elle le veut, de produire de la fécule au prix que l'industrie la paye dans le maïs exotique, et, cela, en réalisant un bénéfice notable.

21 000 à 22 000 hectares (sur les 1 500 000 que l'on cultive en France!) pourraient, avec la variété *Richter's imperator*, alimenter toute la distillerie française, qui cesserait du même coup d'être tributaire de l'étranger. Il n'y aurait alors plus aucun prétexte à invoquer pour maintenir un droit à l'entrée sur une denrée que l'agriculture elle-même utiliserait pour l'alimentation de son bétail.

Les visiteurs qui se pressaient en février 1890 au concours agricole des Champs-Élysées ont pu constater la consommation considérable que les éleveurs

LA POMME DE TERRE RICHTER'S IMPERATOR. 135

français font du maïs pour l'alimentation de leurs animaux; dans la crèche de chacun de ces derniers, ils ont pu voir cette graine former la base de la nourriture du beau bétail qu'ils étaient venus visiter.

## XII

### CULTURE DE L'ORGE DE BRASSERIE

Une culture rémunératrice à relever dans notre pays. —  
L'orge de brasserie. — Note de M. E. Tisserand sur la  
culture de l'orge.

Dans les circonstances présentes, les cultivateurs ont intérêt à rechercher attentivement les cultures qui peuvent avantageusement être développées aux lieux et places d'autres, devenues, pour des motifs divers, moins rémunératrices que par le passé. L'agriculture, en effet, participe, de plus en plus, des conditions d'une industrie soumise à faire varier ses procédés avec les débouchés offerts à ses produits. Comme l'industrie, elle a intérêt à modifier, suivant les circonstances, l'importance relative de ses diverses productions, ce qui lui est parfois plus facile, la matière première mise en œuvre, la terre, se prêtant à des combinaisons variées plus facilement que l'outillage industriel. Notre préoccupation constante est d'encourager les cultivateurs à entrer aussi complètement que le permettent les ressources dont ils disposent, dans la voie des cultures rémunératrices, tantôt en leur signalant les fumures les plus économiques, d'autres fois la substitution d'une plante à une autre dans

l'assolement de leurs champs. C'est à cette dernière catégorie d'améliorations, que nous nous adresserons en consacrant ce chapitre à la culture de l'orge.

Cette céréale, que l'on cultive entre les limites géographiques les plus extrêmes, sert à la nourriture des animaux, à la fabrication des alcools et des eaux-de-vie et à la fabrication de la bière. Le développement considérable de la brasserie, la place chaque jour plus importante que la bière prend dans l'alimentation des populations européennes, doivent attirer l'attention des cultivateurs français sur la production de l'orge, demeurée pour ainsi dire stationnaire, depuis un quart de siècle, dans notre pays.

M. E. Tisserand a publié dans le Bulletin du Ministère de l'agriculture une note très intéressante qui fournit sur les avantages de la culture de l'orge, à l'heure actuelle, des indications statistiques et économiques de nature à déterminer les agriculteurs à accorder à cette céréale la place qu'elle mérite, dans leurs semailles de printemps. M'appuyant sur les données réunies dans cette notice par l'éminent directeur de l'agriculture, je voudrais montrer aux cultivateurs, principalement à ceux des régions crayeuses et calcaires, l'excellent parti qu'ils peuvent tirer de la culture de l'orge bien comprise et bien conduite.

Si nous examinons la situation présente de la culture de l'orge, nous constatons, d'après les relevés de M. Tisserand, un certain nombre de faits qu'il importe de rappeler comme introduction au progrès à réaliser chez nous.

On peut évaluer à 300 millions d'hectolitres la production annuelle de l'orge dans le monde entier. L'Europe, à elle seule, figure dans ce chiffre pour

230 à 235 millions d'hectolitres. Le Canada, le Chili, les États-Unis, les Indes, l'Australie, l'Égypte, la Tunisie, l'Algérie et le Japon produisent le reste, soit de 70 à 80 millions d'hectolitres.

La valeur de la production totale atteint environ 4 milliards de francs. Les pays qui, en Europe, produisent le plus d'orge sont : la Russie (47 millions d'hectolitres), l'Allemagne (34 millions), l'Angleterre (33 millions 1/2), l'Autriche-Hongrie (32 millions), l'Espagne (28 millions) et la France (18 millions). Viennent ensuite : le Danemark (7 millions 1/2), la Roumanie (7 millions), la Suède et la Norvège (près de 8 millions), la Bulgarie (5 millions 1/2), la Turquie d'Europe (5 millions), les Pays-Bas (1 600 000 hectolitres) et enfin la Belgique (1 million 1/2).

Hors d'Europe, au premier rang, l'Algérie, avec 22 millions d'hectolitres; les États-Unis (21 millions), le Canada (7 millions) et l'Égypte (10 millions). La France occupe donc le sixième rang dans l'ordre d'importance numérique de la production de l'orge; malheureusement elle ne vient qu'au neuvième rang, au point de vue des rendements, comme le montre le relevé suivant, d'après les derniers recensements (1885) :

| PAYS              | Rendement<br>moyen à l'hect. |
|-------------------|------------------------------|
| Hollande .....    | 37 <sup>h</sup> ,09          |
| Royaume-Uni ..... | 31 53                        |
| Danemark .....    | 28 63                        |
| Belgique .....    | 28 16                        |
| Canada .....      | 20 41                        |
| Allemagne .....   | 20 00                        |
| États-Unis .....  | 18 76                        |
| Hongrie .....     | 18 48                        |
| France .....      | 17 88                        |
| Autriche .....    | 16 97                        |
| Russie .....      | 7 33                         |

Comme on le voit, la France a beaucoup à faire pour améliorer sa culture d'orge, puisqu'elle n'a au-dessous d'elle que l'Autriche, qui la suit de près, et la Russie.

L'Algérie accuse un rendement de 14 hectolit. 84 à l'hectare, chiffre satisfaisant, eu égard à la sécheresse du climat et au système de culture extensive pratiqué encore dans notre colonie.

Si l'on se reporte à quarante ans en arrière, on constate que, loin d'avoir progressé, la surface cultivée en orge, dans notre pays, a diminué notablement, tandis que, sans avoir atteint le chiffre que l'on est en droit d'espérer d'une bonne culture, comme production à l'hectare, les rendements se sont sensiblement améliorés déjà.

En effet, en 1850, les surfaces emblavées en orge étaient de 1 488 000 hectares; en 1862, elles n'étaient plus que de 1 087 000 hectares, pour tomber à 995 000 hectares en 1882, et à 946 700 en 1886.

En tenant compte de la perte des territoires de l'Alsace et de la Lorraine, la culture de l'orge a perdu cent mille hectares, depuis 1862.

La production moyenne annuelle (de 1876 à 1886) est exactement celle de la période décennale 1834-1843, soit 18 400 000 hectolitres environ. Mais le rendement s'est amélioré par suite d'une meilleure culture; il était de 13 hectolit. 92 de 1830 à 1835; de 16 hectolitres de 1850 à 1857; il s'est élevé à 17 hectolit. 88 de 1877 à 1886.

Les tableaux statistiques et les cartes, qui accompagnent la note de M. E. Tisserand, indiquent les variations survenues dans chaque département et la répartition de la culture et des rendements de l'orge

à la date de 1882. J'y renverrai ceux de mes lecteurs qui voudraient des chiffres précis, pour un département donné.

L'Angleterre, l'Allemagne, le Danemark, les États-Unis et l'Autriche ont, au contraire de la France, augmenté leurs emblavures d'orge. L'accroissement le plus marqué a, naturellement, été celui des États-Unis, où la superficie consacrée à cette céréale a décuplé depuis 1839. En 1870, la superficieensemencée en orge était de 448 000 hectares; en 1883, elle montait à 961 000 hectares, soit un accroissement de 115 pour 100 en treize ans.

Notre colonie algérienne a fait, elle aussi, un pas considérable dans cette culture. En 1854, l'Algérie, avec 276 849 hectares emblavés, produisait 1 432 472 hectolitres d'orge. Actuellement, elle en récolte près de 22 millions d'hectolitres sur un million et demi d'hectares.

Si l'on jette un coup d'œil sur la mercuriale de l'orge pendant les vingt dernières années, on reconnaît que l'agriculture n'a pas trouvé un grand encouragement à développer cette culture en France; on constate, en effet, que le prix a été en diminuant notablement; de 1871 à 1878, le prix moyen de l'orge a été de 13 fr. 17 par hectolitre; de 1879 à 1887, il est tombé à 11 fr. 86.

D'un autre côté, l'inspection des tableaux de la douane montre que nos importations (pour la brasserie, très vraisemblablement) ont augmenté dans les vingt dernières années, tandis que nos exportations ont subi une importante réduction. L'augmentation moyenne annuelle des importations, pour la période de 1878 à 1887, a été de 141 017 quintaux, ou 76 pour



400, valant près de 10 millions de francs. Pendant les mêmes périodes, les exportations ont diminué presque dans la même proportion; 509 066 quintaux en moyenne par année, représentant une somme de près de 9 millions. La résultante est donc un déficit annuel de 18 à 19 millions de francs.

En présence de cette statistique générale de la culture de l'orge en France, M. E. Tisserand se demande pourquoi cette culture a périclité, pourquoi elle est restée stationnaire, quoique les bonnes terres à orge abondent en France. Il trouve la réponse à cette question dans trois ordres de faits : l'orge donne peu de paille; l'orge, pendant longtemps, avait une valeur qui dépassait à peine la moitié de celle du blé; enfin, on faisait peu de bière en France. Pour ces motifs, les cultivateurs français ont négligé l'orge et porté tous leurs soins sur le blé; ils ont préféré s'adonner à la culture de cette dernière céréale, parce qu'elle était plus rémunératrice. Mais, aujourd'hui, la situation, sous l'influence de nouveaux débouchés, tend à se modifier. Si le cultivateur veut soigner la culture de l'orge, faire usage de semences de choix, fumer convenablement le sol et s'efforcer d'obtenir des graines ayant les qualités exigées des brasseurs, nul doute qu'il ne trouve profit à développer la production de cette céréale.

Comme le dit M. E. Tisserand, les belles orges sont aujourd'hui de plus en plus recherchées; les orges inférieures seules sont délaissées et voient leur prix s'avilir : le prix des orges de moyenne qualité est de 70 à 76 pour 100 de celui du froment; les orges propres à la brasserie atteignent fréquemment, par quintal, presque le prix du blé. Comme, toutes choses

égales d'ailleurs (soins, travaux, fumures, etc.), le rendement de l'orge dépasse en moyenne, dans une culture soignée, d'un tiers, celui du blé il s'ensuit que cette céréale peut aujourd'hui donner de beaux bénéfices. Les améliorations à réaliser sont faciles : il faut semer les variétés les plus améliorées, appliquer au sol les engrais convenables, de façon à élever le rendement et à fournir au commerce les orges ayant les qualités de richesse et de finesse recherchées par la brasserie.

Combien j'applaudis aux vérités que M. E. Tisserand soumet aux réflexions des agriculteurs, quand il leur dit : L'agriculture ne doit jamais perdre de vue que, pas plus que les autres industries, elle ne peut se soustraire aux exigences croissantes du marché. A mesure que le cercle d'approvisionnement augmente de rayon, l'acheteur trouvant sur le marché la marchandise en plus grande abondance, devient plus difficile dans son choix ; il veut à son tour que la matière première qu'il achète lui permette d'obtenir plus de produits pour la même quantité de graines, et des produits plus estimés.

De là, la nécessité, pour l'agriculture moderne, non seulement de produire des quantités de plus en plus grandes, mais de s'attacher à développer la qualité des grains ; car, sur les marchés encombrés, la qualité seule non seulement est recherchée, mais se paye.

Ainsi, par exemple, le quintal d'orge de brasserie de qualité supérieure se vend toujours facilement 3 à 5 francs de plus que la même quantité d'orge ordinaire. En outre, il ne faut pas l'oublier, c'est à la qualité que s'attache la réputation d'une denrée, et, sur les marchés européens, celle-ci sera d'autant plus

recherchée et achetée qu'elle sera plus renommée : c'est ce qui fait que les orges de Bohême, d'Esclavonie et de Moravie sont toujours demandées et obtiennent les cours les plus élevés : on n'en produit jamais assez.

Ce que les soins, la sélection des semences, la bonne culture, les engrais judicieusement employés ont réalisé en Bohême et en Moravie, nous pouvons l'obtenir en France, en procédant des mêmes méthodes, de ces méthodes qui nous ont permis de relever notre production betteravière et nos cultures de froment.

Le succès de la culture de l'orge est d'autant mieux assuré en France que la consommation intérieure prend de plus en plus d'extension, par suite de l'accroissement de la fabrication de la bière. On estime qu'il faut 25 kilogrammes d'orge pour faire un hectolitre de bière ; la production actuelle de cette boisson atteint, si elle ne le dépasse, le chiffre de 40 millions d'hectolitres. La brasserie française emploie donc 2 500 000 quintaux d'orge. Mais ce n'est pas le seul débouché qui s'offre au cultivateur pour les orges de bonne qualité. Nous avons à nos portes quatre pays où la consommation de la bière exige des importations considérables d'orge, la production indigène ne pouvant suffire au développement de la brasserie. C'est, au premier rang, l'Angleterre, qui, pour soutenir sa production annuelle de 45 à 50 millions d'hectolitres de bière, est obligée de demander à l'étranger 7 millions de quintaux d'orge ; l'Allemagne importe tous les ans 5 millions de quintaux de cette céréale ; la Belgique 1 200 000 à 1 300 000 quintaux, et la Suisse 200 000.

Il n'est pas douteux que, si les cultivateurs français

se décidaient à produire de l'orge de première qualité pour la brasserie, une grande place leur appartiendrait dans l'importation de l'Angleterre et sans doute de l'Allemagne, malgré le droit à l'importation qui frappe l'orge à cette frontière. Nous sommes très loin d'occuper dans l'importation étrangère la place à laquelle nous pouvons aspirer, étant donnée la grande étendue du territoire français apte à fournir des orges de toute première qualité. Pour s'en convaincre, il suffit de jeter un coup d'œil sur la répartition des importations d'orge en Angleterre et en Allemagne d'après les chiffres officiels donnés par M. E. Tisserand.

En 1886, les importations d'orge en Angleterre se sont élevées à 7 138 540 quintaux métriques, d'une valeur de 85 millions de francs. Les principaux pays importateurs ont été les suivants :

|                       | Q. M.     |
|-----------------------|-----------|
| Russie .....          | 2.700.824 |
| Roumanie.....         | 1.173.144 |
| Allemagne.....        | 602.875   |
| France.....           | 516.664   |
| Algérie.....          | 168.099   |
| Autriche-Hongrie..... | 240.143   |
| Turquie.....          | 324.397   |
| Indes.....            | 100.000   |

L'administration de l'agriculture se préoccupe de cette situation; elle a appelé l'attention des Stations agronomiques et des professeurs départementaux sur l'urgence d'étudier et de signaler les variétés d'orges à propager, sur les fumures à employer, sur les procédés de culture à préconiser. Elle suscite les recherches par des encouragements et des subsides libéralement donnés aux champs d'expérience et de

démonstration. Mais cela ne suffit pas : c'est de l'initiative des cultivateurs surtout que doit venir le progrès. Comme je le répète souvent avec une conviction profonde, l'agriculture française doit avant tout, aujourd'hui, viser à obtenir des produits de première qualité : c'est par là qu'elle peut à la fois restreindre l'importation des matières premières de nos industries et étendre leur exportation chez nos voisins. L'orge de brasserie rentre tout à fait dans cette catégorie de récoltes dont la qualité supérieure assure la vente dans des conditions rémunératrices. Nous reviendrons, dans le chapitre suivant, sur les moyens cultureux qui permettent d'atteindre le but pour la production de l'orge.

## XIII

### NITRATE DE SOUDE ET PHOSPHATES

Une bonne fortune pour les cultivateurs. — Baisse considérable dans le prix du nitrate de soude. — Importance de la production du nitrate. — Résultats économiques de l'emploi du nitrate dans la culture des céréales. — Fumure des blés et autres récoltes.

L'agriculture est soumise à tant d'aléas, exposée à de si nombreuses vicissitudes, dues à des causes diverses, qu'elle doit s'empresser de saisir toutes les occasions qui se présentent d'améliorer sa situation. De tous les moyens à employer, le plus efficace est, sans contredit, celui que nous préconisons sans relâche depuis des années : l'accroissement des rendements du sol dans des conditions économiques. J'estime qu'on ne saurait trop s'efforcer de faire connaître aux cultivateurs la situation exceptionnellement favorable résultant d'un double fait : le relèvement du prix des céréales et de la paille et le bon marché absolument exceptionnel de l'une des matières fertilisantes les plus efficaces pour leur production, le nitrate de soude ou salpêtre de Chili.

La question mérite à coup sûr d'attirer l'attention

du monde agricole tout entier, cultivateurs, associations syndicales, organisateurs de champs de démonstration; c'est une véritable campagne que les agronomes et les économistes doivent mener dans l'intérêt du pays. Jamais moment n'aura été plus favorable pour mettre sous les yeux de nos paysans le profit qu'ils peuvent tirer de l'emploi des engrais, pour augmenter économiquement les rendements de leurs champs.

J'espère pouvoir facilement convaincre les lecteurs de ces Études qu'il s'agit, en effet, d'une avance au sol, promettant à ceux qui sauront le faire d'une manière intelligente une rémunération de 200 à 300 pour 100 du petit capital engagé dans l'opération.

Quelques indications préliminaires sur le nitrate de soude, son commerce et son influence sur les récoltes, feront toucher du doigt l'opportunité des mesures que je conseille et la réalité de ce profit, au premier abord invraisemblable, pour ceux qui ne sont pas au courant de la question.

Le nitrate de soude est, comme l'indique son nom, un composé d'acide nitrique (l'aliment azoté le plus actif des plantes) et de soude. Ce sel tire toute sa valeur de la forme sous laquelle il offre l'azote aux végétaux, la soude étant sans valeur nutritive pour ces derniers. A l'état de pureté, le nitrate renferme 16,47 pour 100 de son poids d'azote; à l'état commercial (95 pour 100 de pureté garantis par les vendeurs), il n'en contient que 15,65 pour 100. Il existe dans la province de Taracapa (Pérou), à Iquique, etc., des gisements inépuisables de nitrate accumulés dans le sol, par une série de réactions de l'eau de mer sur les détritux d'animaux, réactions connues depuis

quelques années à la suite des beaux travaux de MM. Müntz et Marcano que j'ai résumés dans ces Études <sup>1</sup>.

Le port d'Iquique est le centre principal du commerce du nitrate. En 1821, M. Mariano de Rivero fit connaître, en Europe, le salpêtre du Chili dont le célèbre minéralogiste Haüy déterminait les formes cristallines, tandis que Rivero en établissait la composition.

Les premières exportations de nitrate datent de 1827 à 1830; elles furent peu fructueuses, la valeur fertilisante de ce sel étant inconnue des cultivateurs. En 1831, on commença à l'employer en France; il se vendait alors 65 francs les 100 kilogrammes, prix qui faisait ressortir le kilogramme d'azote à 4 fr. 20.

De 1830 à 1834, l'importation du nitrate en Europe fut d'un peu plus de 3 000 tonnes par année; de 1830 à 1854, on expédia d'Iquique, en tout, 370 000 tonnes, ce qui correspond à une moyenne d'un peu moins de 15 000 tonnes par an. Depuis ce moment, la consommation a été constamment en croissant; elle s'est élevée, en Europe, à 600 000 tonnes l'année dernière, et les prévisions pour 1890 atteignent un peu plus de 800 000 tonnes.

Le prix du quintal a été en diminuant depuis l'origine, et de 65 francs, au début, il était descendu à 37 francs, en 1879, ce qui mettait le kilogramme d'azote à 2 fr. 35. La dernière période décennale se divise, sous le rapport du prix, en trois séries d'années, savoir :

1879-1882 : prix des 100 kilogrammes, 36 fr. 02, d'où le kilogramme d'azote, 2 fr. 32.

1. Voir *Études agronomiques*, 1<sup>re</sup> série, 1885-1886, p. 26 et suiv.



1883-1888 : prix des 100 kilogrammes, 25 fr. 11, d'où le kilogramme d'azote, 1 fr. 61.

1889 : prix des 100 kilogrammes, 19 fr. 25, d'où le kilogramme d'azote, 1 fr. 23.

C'est donc, de 1879 à 1889, une baisse de 1 fr. 09 par kilogramme d'azote, soit de 47 pour 100, qu'a subie la valeur vénale du nitrate. Cette diminution énorme s'explique tout naturellement par l'activité extraordinaire apportée au développement de l'extraction et de la purification du nitrate aux lieux d'origine. Plus de cinquante compagnies se sont formées avec des capitaux considérables pour exploiter les gisements du Pérou et du Chili; les travaux ont été poussés avec une telle énergie qu'à l'heure actuelle, la consommation totale de l'agriculture étant estimée, pour 1890, à 825 000 tonnes métriques, la production *possible* s'élèvera presque au double de ce chiffre, les prévisions indiquant 1 470 000 tonnes.

La surproduction a donc fait descendre le nitrate de soude à un prix tout à fait inconnu jusqu'ici, ce dont l'agriculture serait coupable de ne pas profiter largement. Dans aucune matière fertilisante, en effet, l'azote n'est actuellement à un bon marché comparable à celui du nitrate : il coûte de 1 fr. 60 à 2 francs, dans tous les engrais azotés du commerce.

Les céréales, les pommes de terre, les betteraves et les racines analogues, navets, rutabagas, etc., sont les récoltes auxquelles le nitrate de soude convient le mieux comme source d'azote assimilable. Grâce aux très nombreuses expériences méthodiquement suivies, sur l'emploi en agriculture du nitrate de soude, soit seul, soit associé aux phosphates, nous sommes en mesure aujourd'hui de fixer presque

rigoureusement la plus-value obtenue, dans les terres de conditions moyennes, sous l'influence de cet engrais. C'est par centaines que les annales de l'agronomie ont enregistré, depuis une vingtaine d'années, des expériences culturales dans lesquelles fumures et récoltes ont été pesées, afin d'en déduire le rapport existant entre les quantités d'engrais employés et celles des produits récoltés.

Un engrais simple, c'est-à-dire n'apportant au sol qu'un seul élément nutritif de la végétation, comme le nitrate, par exemple, ne produit tout son effet utile qu'à la condition expresse que la terre à laquelle on le confie renferme, en proportion suffisante et à un état d'assimilabilité convenable, les autres aliments de la plante. Cette vérité, connue de tous les agronomes, ne doit jamais être perdue de vue par les cultivateurs. Il est une autre condition de succès dont trop de cultivateurs ne tiennent pas compte, je veux parler de la préparation du sol qui doit recevoir les engrais et la semence.

### De la préparation du sol.

De toutes les opérations desquelles dépendent les hauts rendements du sol, la première et non la moins importante est le nettoyage de la terre à laquelle on va confier les engrais, ensuite la semence.

Tous les végétaux, en effet, vivent de la même manière. Qu'elles soient utiles à l'homme, ou qu'elles ne lui servent de rien, les plantes dont les semences se rencontrent spontanément dans un champ et celles que nous y apportons consomment les mêmes aliments.

Toutes ont besoin de phosphate, de nitrates, de

sels de potasse, de magnésie, de chaux, etc. Les mauvaises herbes, aussi bien que le blé, l'avoine ou la pomme de terre, assimilent les substances nutritives contenues dans la terre ou dans la fumure. Il résulte de là, que tout ce qui sert à nourrir la mauvaise herbe est perdu pour les récoltes, sans compter la dépréciation qui frappe les pailles, s'il s'agit des céréales, lorsque les mauvaises herbes ont envahi nos champs.

Le nettoyage du sol s'impose donc, en premier lieu. Le déchaumage est une excellente pratique : il consiste à enlever à la houe à main, à la charrue ou au scarificateur, suivant l'importance de la culture, les chaumes des blés, des seigles, des colzas, etc., et à les enfouir immédiatement après la moisson, pour permettre aux graines des mauvaises herbes de germer.

Quand les plantes nuisibles, provenant de ces semences, auront acquis un certain développement, un labour qui les enterrera avant qu'elles aient pu fleurir et grainer, en débarrassera le cultivateur. Le déchaumage est bien préférable à un labour qu'on donnerait immédiatement après la moisson : l'opération doit être superficielle, en effet, afin que les graines, à peine recouvertes de terre, puissent germer à la première pluie. La charrue enfouirait beaucoup trop profondément les semences que le labour d'automne ramènerait à la surface, leur permettant ainsi de germer en même temps que le blé ou le seigle. Les mauvaises herbes envahiraient de nouveau la sole des céréales.

Si le champ à déchaumer est infesté par le chien-dent, l'agrostis, l'oseille sauvage et autres plantes vivaces à racines traçantes, il faut se garder d'aban-

donner sur le sol, après le déchaumage, ces maudites racines. Même exposées pendant longtemps à l'ardeur du soleil, après leur arrachage, elles ne meurent point et n'attendent qu'une pluie pour s'implanter de nouveau dans le sol. Il faut donc les enlever à l'aide du râteau à main ou à cheval, suivant la dimension du champ, les réunir en tas et les brûler.

En définitive, toutes les opérations qui auront pour résultat, tant avant la semaille qu'au cours de la végétation, de détruire les plantes étrangères à la récolte qu'on a en vue, feront bénéficier d'autant cette récolte des matériaux nutritifs du sol et des engrais qu'on confiera à la terre.

Le sol, étant bien propre, doit être préparé à recevoir la semence par des labours, hersages, etc., et par l'addition d'une fumure convenable.

Je n'ai point à parler ici des labours et autres opérations mécaniques propres à chaque culture et qui sont bien connues de mes lecteurs. Je me bornerai à insister sur l'utilité des labours répétés, au point de vue de l'action des engrais. Plus l'ameublissement et la division d'un sol qui a été bien fumé est considérable, plus la dissémination de l'engrais qui en est la conséquence est parfaite, plus grande sera la facilité qu'auront les plantes de développer leurs racines, organes essentiels de l'assimilation des matières fertilisantes et plus élevé, par conséquent, sera le rendement de la terre. Le nombre des labours dépendra d'un ensemble de conditions spéciales à chaque exploitation, telles que la constitution physique du sol et sa compacité, la nature de la récolte antérieure et de celle que l'on prépare, etc. Les connaissances pratiques du cultivateur le guideront, en

cela, mieux que ne pourraient le faire de courtes indications.

### Généralités sur la fumure du sol.

Les plantes, quelles qu'elles soient, ne peuvent vivre qu'à la condition de rencontrer dans le sol, indépendamment des aliments qu'elles puisent, par leurs feuilles, dans l'atmosphère, des quantités suffisantes de quelques substances minérales dont les deux plus importantes, vu leur rareté dans la plupart des sols, sont l'azote et l'acide phosphorique. La chaux, la magnésie et la potasse, beaucoup plus répandues que ces deux corps, dans les terres de la plupart des régions de la France, font rarement défaut. — Quand les principes fertilisants sont abondants dans le sol, à un état qui les rende aptes à nourrir la plante, le rendement de la terre s'élève tout de suite dans une très notable proportion. C'est ainsi, par exemple, que 200 kilogrammes de nitrate de soude, renfermant 31 kilogrammes environ d'azote, permettent, si les autres aliments existent dans la terre, en proportion convenable, d'obtenir 5 à 6 quintaux de froment de plus (avec la paille correspondante), que n'en produirait la même terre à laquelle on n'aurait pas donné de nitrate. Il en sera de même de l'emploi de 60 à 80 kilogrammes d'acide phosphorique, si le sol manque de ce principe à un état assimilable.

Que sont ces quelques kilogrammes d'azote et d'acide phosphorique, par rapport aux quantités des mêmes corps existant dans le champ où on les apporte? Relativement très peu de chose, car les terres très pauvres, presque stériles au point de vue

agricole, renferment rarement, à l'hectare, moins de 1200 à 1500 kilogrammes d'azote, et autant d'acide phosphorique, dans la couche de 20 centimètres où vivent les céréales, soit de 0 gr. 04 à 0 gr. 05 d'azote ou d'acide phosphorique, par 100 grammes de terre. Les terres de moyenne qualité en contiennent toujours, au moins, le double.

L'influence des faibles quantités d'azote et d'acide phosphorique *ajoutés*, est due uniquement à l'état d'assimilabilité où ces corps se trouvent dans les engrais employés (nitrate de soude et phosphates).

Un autre fait non moins important à noter, fait qui est acquis d'une façon absolument certaine par les très nombreuses expériences qu'on a instituées et suivies, tant en France qu'à l'étranger, c'est que les engrais azotés et le *nitrate de soude*, en particulier, ne donnent leur plein effet qu'à la condition que le sol offre, en même temps, à la plante les quantités d'acide phosphorique assimilable dont elle a besoin. — On ferait, souvent, presque *en pure perte*, une dépense de nitrate de soude, en l'épandant sur une terre dépourvue d'acide phosphorique, tandis qu'on accroit dans une proportion très notable, parfois dans le rapport de *un à quatre*, le rendement de certaines cultures, sous l'influence combinée du nitrate et de l'acide phosphorique.

Quelques chiffres empruntés aux quarante années de culture de Rothamsted vont mettre cette vérité en évidence. Sir J. Bennet Lawes et le docteur Gilbert cultivent méthodiquement, depuis près d'un demi-siècle, à la ferme expérimentale de Rothamsted, les principales plantes agricoles, dans le même sol diversement fumé. Voici, en ce qui regarde l'action du ni-

trate de soude, employé seul ou simultanément avec les phosphates, les moyennes des résultats tout à fait significatifs de trente années consécutives de culture de blé, seize années d'orge et neuf années d'avoine.

L'augmentation du rendement, à l'hectare, comparativement à un sol non fumé, en grain et en paille, par l'emploi de 100 kilogrammes de nitrate, additionné ou non de phosphate, a été la suivante :

| Blé.                |          |          |
|---------------------|----------|----------|
|                     | Grain.   | Paille.  |
| Avec phosphate..... | 217 kil. | 566 kil. |
| Sans phosphate..... | 101      | 269      |
|                     | <hr/>    | <hr/>    |
| Différence.....     | 116 kil. | 297 kil. |

| Orge.               |          |          |
|---------------------|----------|----------|
| Avec phosphate..... | 492 kil. | 662 kil. |
| Sans phosphate..... | 288      | 479      |
|                     | <hr/>    | <hr/>    |
| Différence.....     | 204 kil. | 183 kil. |

| Avoine.             |          |          |
|---------------------|----------|----------|
| Avec phosphate..... | 204 kil. | 369 kil. |
| Sans phosphate..... | 159      | 269      |
|                     | <hr/>    | <hr/>    |
| Différence.....     | 45 kil.  | 100 kil. |

De même pour les pommes de terre :

|                     |            |
|---------------------|------------|
| Avec phosphate..... | 1.250 kil. |
| Sans phosphate..... | 308        |
|                     | <hr/>      |
| Différence.....     | 942 kil.   |

Il résulte donc clairement de ces chiffres, qu'il importe, pour obtenir du nitrate de soude, le maximum de récolte qu'il peut donner, que le champ sur lequel on le répand contienne une quantité d'acide phosphorique suffisante pour assurer le développe-

ment complet de la végétation, à laquelle le nitrate donne rapidement une grande intensité.

Je reviendrai plus loin sur les proportions de phosphate à employer simultanément, pour les diverses récoltes, avec le nitrate de soude, afin d'assurer l'effet maximum de ce précieux fertilisant. Nous verrons à cette occasion que les excédents de rendement en grains, paille et tubercules que je viens de citer ont été, fréquemment, très notablement dépassés dans la pratique.

Commençons par passer rapidement en revue les exigences des récoltes, en nous attachant particulièrement aux céréales d'automne, puis nous indiquerons la nature et la composition des engrais qui leur conviennent. En terminant, nous rappellerons les soins à prendre pour l'épandage des engrais et leur incorporation au sol.

### Froment. — Seigle. — Méteil. — Leurs exigences.

Le petit tableau ci-dessous indique les quantités des trois principes fondamentaux des engrais commerciaux : azote, acide phosphorique et potasse, contenus dans 100 kilogrammes de blé, de seigle et de méteil et dans la paille correspondante <sup>1</sup>. Ce sont

1. Nous avons pris, comme base des calculs qui nous ont conduit aux chiffres ci-dessus, les données suivantes :

100 kilogr. de blé (grain) correspondant à 169 ou 172 kilogr. de paille.

100 kilogr. de seigle (grain) correspondant à 300 kilogr. de paille ;

100 kilogr. de méteil supposé, pour simplifier l'exemple, un



des chiffres *moyens*, susceptibles de varier, mais dans d'étroites limites seulement, avec les sols, les variétés cultivées et les autres circonstances.

Voici (en nombres ronds) les quantités d'azote, acide phosphorique et potasse contenues dans 100 kilogrammes de :

|                     | Blé et sa paille.  | Seigle et sa paille. | Méteil et sa paille. |
|---------------------|--------------------|----------------------|----------------------|
| Azote.....          | 2 <sup>k</sup> ,32 | 2 <sup>k</sup> ,96   | 2 <sup>k</sup> ,64   |
| Potasse.....        | 2 66               | 3 16                 | 2 91                 |
| Acide phosphorique. | 1 46               | 1 60                 | 1 53                 |

Pour fixer les idées, supposons une exploitation produisant, à l'hectare, 15 quintaux de chacune de ces céréales avec la paille correspondante, la récolte contiendra les quantités suivantes de chacun des trois principes fertilisants :

RÉCOLTE : 15 QUINTAUX MÉTRIQUES GRAIN  
ET PAILLE CORRESPONDANTE

| Aliments assimilés.  | Blé.                | Seigle.             | Méteil.             |
|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Azote .....          | 34 <sup>k</sup> ,80 | 44 <sup>k</sup> ,40 | 39 <sup>k</sup> ,60 |
| Potasse .....        | 39 90               | 47 40               | 43 63               |
| Acide phosphorique.. | 21 90               | 24                  | 22 95               |

Ces quelques chiffres donnent une idée des exigences des céréales d'hiver, idée qui se présentera sous une forme plus saisissante si nous transformons en *nitrate de soude*, *phosphate de chaux* et *chlorure de potassium* les poids d'azote, d'acide phosphorique et

mélange à parties égales de blé et de seigle, donnant 180 kilogr. de paille. Voir *l'Épuisement du sol par les récoltes*, in-12, Hachette.

de potasse, fixés par cette récolte de 15 quintaux à l'hectare :

| Nature de l'engrais.                                      | QUANTITÉ D'ENGRAIS EN NOMBRES RONDS |          |          |
|---|-------------------------------------|----------|----------|
|   | Blé.                                | Seigle.  | Méteil.  |
| Nitrate de soude.....                                     | 233 kil.                            | 284 kil. | 254 kil. |
| Chlorure de potassium<br>à 50 p. 100 <sup>1</sup> .....   | 80 —                                | 95 —     | 87 —     |
| Phosphate à 16 et 17<br>p. 100. Scories <sup>2</sup> .... | 132 —                               | 145 —    | 139 —    |
| Ou superphosphate à<br>12 p. 100 <sup>2</sup> .....       | 182 —                               | 200 —    | 191 —    |
| Ou phosphate minéral<br>à 22 p. 100 <sup>2</sup> .....    | 400 —                               | 410 —    | 405 —    |

Nous ferons remarquer, tout de suite, que les rapprochements entre les poids d'engrais représentant les quantités d'azote, d'acide phosphorique et de potasse contenus dans une récolte, ne sont pas ceux qu'il soit *suffisant* ou *nécessaire*, suivant les cas particuliers, d'introduire dans un hectare de terrain, pour obtenir une récolte de 15 quintaux de grain, avec la paille correspondante. Cela tient à ce que les conditions, en jeu dans la culture, tendent à rendre ces chiffres tantôt trop élevés, tantôt trop bas et c'est la pratique, c'est-à-dire l'expérience fondée sur les faits bien observés, qui nous servira à préciser les doses de phosphates, de sels de potasse et de nitrate à apporter par les engrais, pour amener le sol à une fertilité voisine de celle qui permet de récolter 15 quintaux de grain à l'hectare.

En effet, d'une part, la terre arable de qualité moyenne, bien labourée et propre, fournit aux

1. De potasse réelle.

2. D'acide phosphorique réel.

plantes une bonne partie des aliments qui leur sont nécessaires; de l'autre, la totalité des matières fertilisantes apportée par la fumure est loin d'être utilisée par les récoltes, même dans les conditions les plus favorables, c'est-à-dire lorsque les engrais sont aussi bien disséminés que possible dans la couche arable. Il résulte de ces deux conditions, qui agissent en sens contraire, que, dans les terres *riches*, les quantités d'azote, d'acide phosphorique et de potasse indiquées par la composition de la récolte étant, en majeure partie, fournies par la réserve du sol, l'engrais ne fera que compléter la fertilité naturelle de la terre et n'aura qu'à lui fournir un contingent de tel ou tel principe nutritif, inférieur aux exigences finales de la récolte. Dans les terres très pauvres, au contraire, les exigences des végétaux ne pourraient pas être satisfaites par l'apport des quantités d'engrais correspondantes à leur teneur en azote, potasse, etc., puisque la totalité de ces engrais n'est jamais, dans l'année, utilisée par la récolte. La fumure devra être plus élevée que ne l'indique la composition de la récolte. Enfin, en ce qui regarde le nitrate de soude, que les pluies entraînent si facilement dans le sous-sol, la couche arable n'ayant pas la faculté de la retenir, comme elle fait de l'acide phosphorique et de la potasse, la quantité à employer devra dépasser d'autant plus celle qu'indique la composition de la récolte, que le sol sera plus pauvre en azote, plus perméable et le climat plus humide.

Les indications données plus haut n'ont donc qu'une valeur relative. Cependant, elles peuvent utilement servir à des calculs sur l'épuisement, par les céréales d'hiver, d'un sol dont on connaîtrait la com-

position; mais, comme nous le disions à l'instant, c'est à des expériences culturales, répétées dans des terres de composition variable, expériences multipliées, au point de donner aux moyennes qui en résultent une valeur susceptible de généralisation, qu'il faut avoir recours pour fixer le dosage des engrais à appliquer à la culture du blé et du seigle d'hiver.

### De la valeur nutritive du nitrate pour les plantes.

L'azote nitrique qui forme l'élément actif du nitrate de soude est l'aliment azoté, *par excellence*, des végétaux.

C'est sous la forme d'acide nitrique, combiné avec la chaux, la magnésie et les autres bases, que les sols fertiles offrent aux plantes leur alimentation azotée. Il est démontré aujourd'hui que l'action fertilisante du fumier de ferme, comme celle des engrais organiques : cuir, corne, laine, plumes, sang desséché, débris de viande et, en général, de tous les détritux animaux, ne se manifeste qu'après la transformation en nitrates des matières azotées qui constituent la plus grande partie de leur valeur.

Le processus chimique qui donne naissance, dans les champs, aux nitrates dont se nourrissent nos récoltes, est le même, à l'intensité près du phénomène, que celui auquel les régions tropicales doivent les amas gigantesques de nitrates, aujourd'hui exploités pour le plus grand profit de l'agriculture. Dans nos terres, comme au Chili et au Pérou, un organisme

microscopique se charge, ainsi que l'ont établi les belles recherches de MM. Th. Schloësing, Müntz, Marcano et Winogradsky, de transformer les détritux azotés animaux en nitrate, avec cette différence, en faveur des régions tropicales des côtes de l'Océan, que le nitrate formé est à base de soude, beaucoup moins soluble que le nitrate de chaux ou de magnésie et s'accumule, en l'absence de pluies, pour former, à la longue, ces gisements colossaux, réserve de longtemps inépuisable à laquelle nous demandons aujourd'hui l'accroissement de nos récoltes.

Les résultats des expériences physiologiques, concernant le rôle des nitrates dans la végétation, ont été constamment confirmés par la pratique agricole. Depuis l'époque, déjà éloignée, à laquelle Boussingault a établi la valeur alimentaire du nitrate pour les plantes, toutes les recherches scientifiques et les résultats cultureux sont venus sanctionner les observations de l'éminent agronome. A l'heure qu'il est, la question est absolument résolue, et la supériorité des nitrates, sur les autres engrais azotés, est hors de conteste.

Les principaux avantages de l'emploi du nitrate dans la pratique agricole sont les suivants :

1° Le nitrate sert directement à l'alimentation de la plante. Ne devant subir aucune modification dans la terre, il agit donc plus rapidement que les autres engrais azotés d'origine organique, l'action de ces derniers étant subordonnée à leur nitrification préalable.

2° La rapidité avec laquelle le nitrate est absorbé par les végétaux, met promptement ceux-ci en état de résister, par leur vigueur et par leur développement, aux intempéries, à l'action des insectes nuisibles et aux parasites.

3° Dans les années à hiver rigoureux, le nitrate employé en couverture, sur les blés et les seigles, permet aux semailles d'automne de réparer le retard produit par des conditions climatériques défavorables.

4° Enfin, comme nous allons en donner la preuve, le nitrate accroît économiquement d'une manière très notable, le rendement de la plupart des cultures.

Nous commencerons par étudier son influence sur les céréales.

On possède aujourd'hui un assez grand nombre d'expériences méthodiquement conduites, pour fixer l'*excédent* de grain et de paille que le cultivateur peut attendre de l'emploi du nitrate, en sol suffisamment pourvu des autres aliments de ces plantes et notamment d'acide phosphorique.

Par expériences méthodiquement conduites, j'entends celles où les quantités de matières fertilisantes employées ont été exactement déterminées, ainsi que le poids et la qualité des récoltes obtenues et l'ensemble des conditions culturales.

L'*excédent* de grain et de paille représente le nombre de kilogrammes de ces produits récoltés *en plus*, par hectare, sous l'influence du nitrate, comparativement à la récolte d'un hectare de terre placé dans des conditions identiques de sol et de fumure, sauf une : l'addition de nitrate et de phosphate. Dans son intéressant travail sur l'influence du nitrate de soude, M. le docteur Stutzer, directeur de la Station agronomique de Bonn <sup>1</sup>. a réuni et discuté plusieurs centaines d'expériences culturales sur le blé,

1. *Le nitrate de soude, son importance et son emploi comme engrais*, in-12, Paris, 1887, Gauthier-Villars.

l'avoine, l'orge et le seigle. En écartant les résultats qui, pour un motif ou pour un autre, peuvent sembler douteux, M. Stutzer est arrivé, comme moyenne des essais, aux accroissements de rendements suivants :

100 kilogrammes de nitrate de soude à l'hectare, employés conjointement avec un engrais phosphaté, ont donné les excédents de récolte que voici :

|              | Grain.<br>— | Paille.<br>— |
|--------------|-------------|--------------|
| Froment..... | 270 kil.    | 574 kil.     |
| Seigle ..... | 281 —       | 540 —        |
| Orge.....    | 510 —       | 673 —        |
| Avoine.....  | 537 —       | 823 —        |

Ces excédents de rendements ont été dépassés dans certain cas <sup>1</sup>, mais il est prudent, dans les discussions de l'ordre qui nous occupe, d'écarter les chiffres extrêmes et de se baser sur des moyennes résultant du plus grand nombre de données comparables, parmi celles qui ont été recueillies.

Étant admis que les chiffres ci-dessus sont plutôt inférieurs que supérieurs aux résultats que l'on peut attendre en grande culture, dans un sol en bon état, de l'emploi du nitrate, nous les prendrons comme point de départ des calculs relatifs à la plus-value que le salpêtre du Chili, associé aux phosphates, permet d'espérer.

Suivant les sols, la quantité d'acide phosphorique a varié, avec la forme sous laquelle on l'a introduite,

1. La composition du sol, sa fécondité naturelle ou acquise, influent considérablement, cela va de soi, sur les résultats obtenus avec une fumure additionnelle : tout ce qui va suivre doit être regardé seulement comme une indication générale touchant la plus-value résultant de l'emploi de fumures.

de 30 à 80 kilogrammes à l'hectare et par 100 kilogrammes de nitrate employés. J'estime que, dans les terres de qualité moyenne, qui n'ont pas été délaissées par les cultivateurs et qui ont antérieurement reçu des fumures moyennes, l'addition à 100 kilogrammes de nitrate, de 60 kilogrammes d'acide phosphorique assimilable (dans les phosphates naturels, scories phosphatées, phosphate précipité) ou moitié de ce poids, soit 30 kilogrammes d'acide soluble dans l'eau (superphosphate) et plus aisément disséminable dans le sol par suite de cette solubilité, suffiront pour assurer le plein effet du salpêtre.

En doublant la dose de nitrate, on doublera celle du phosphate et c'est cette composition d'engrais que je prends pour base des calculs relatifs à la plus-value de la récolte : soit, à l'hectare, 200 kilogrammes de nitrate et 60 ou 120 kilogrammes d'acide phosphorique, suivant son état.

La dépense de fumure à l'hectare est facile à établir :

Le nitrate coûte actuellement, à Dunkerque, 19 fr. 25 les 100 kilogrammes à 95 pour 100 de pureté, garantie par les vendeurs <sup>1</sup>

Le sel pur contenant 16,47 pour 100 d'azote, le nitrate à 95 pour 100 de pureté, en renferme seulement 15,65 pour 100.

Au prix de 19 fr. 25 les 100 kilogrammes, le nitrate de soude offre l'azote à 1 fr. 236, soit 1 fr. 24 le kilogramme <sup>2</sup>.

1. Le 6 mars 1890, il était descendu à 18 fr. 70 les 100 kilogr. à la bourse de Lille, ce qui mettait le kilogr. d'azote à 1 fr. 19.

2. Dans le sulfate d'ammoniaque à 30 fr. 50 les 100 kilogr. (à 20 pour 100, cours actuel), l'azote coûte 1 fr. 50 le kilogr.,



L'acide phosphorique soluble dans l'eau (superphosphate) vaut de 0 fr. 57 à 0 fr. 72 le kilogramme. Dans les scories, l'acide insoluble à l'eau, mais, malgré cela, très assimilable, vaut de 0 fr. 23 à 0 fr. 27, et dans les phosphates naturels en poudre fine, également assimilables, le prix du kilogramme d'acide phosphorique varie de 0 fr. 22 à 0 fr. 26, suivant les marchés.

En vue de simplifier les calculs et pour éviter des mécomptes touchant le prix de l'acide phosphorique, je prendrai, comme prix moyen, 0 fr. 60 le kilogr. d'acide, dans les superphosphates, et 0 fr. 30, dans les phosphates insolubles, frais de transports compris, à la gare la plus voisine de l'exploitation. Dans les sols siliceux, silicéo-argileux et argileux, l'acide phosphorique insoluble (scories et phosphates naturels) donne des résultats, au moins égaux à ceux qu'on obtient avec le superphosphate. Dans les sols très calcaires, le superphosphate semble préférable aux phosphates insolubles, sans qu'on ait pu jusqu'ici expliquer clairement cette différence d'action.

Je suppose donc qu'un cultivateur qui veut fumer sa terre, en vue de la culture des céréales de printemps ou d'automne, lui applique les quantités suivantes d'engrais par hectare :

|                                   |             |
|-----------------------------------|-------------|
| Nitrate de soude.....             | 200 kilogr. |
| Acide phosphorique soluble.....   | 60 —        |
| Acide phosphorique insoluble..... | 120 —       |

et dans les autres engrais azotés moins rapidement assimilables, il se paye de 1 fr. 30 à 1 fr. 90 le kilog. (sang, cornes, cuir, etc.), prix qu'on s'explique difficilement.

La dépense résultant de l'achat de ces engrais sera, au cours moyen du marché de Lille, en 1889-90, de :

|  |            |
|--|------------|
| 200 kilogr. nitrate, à 19 fr. 25 les 100 kilogr. = | 38 fr. 50  |
| 60 kilogr. acide phosphorique, à 0 fr. 60, ou } =  | 36         |
| 120 kilogr. d'acide phosphorique à 0 fr. 30.. }    |            |
| Courtage, frais de transport, etc.....             | 3 50       |
| Total.....   | 78 francs. |

C'est une avance au sol, en argent, sous forme d'engrais, à 1<sup>er</sup> hectare de terre, de 78 francs.

Supposons que les excédents de récoltes produits par cette fumure correspondent aux moyennes relevées, pour l'ensemble des expériences faites dans des sols très divers, ils seront de :

| A l'hectare.  | Grain.     | Paille.     |
|---------------|------------|-------------|
| Froment ..... | 5 q. m. 40 | 11 q. m. 48 |
| Seigle.....   | 5 62       | 10 80       |
| Orge .....    | 10 20      | 13 46       |
| Avoine .....  | 10 74      | 16 46       |

Voyons, maintenant, quelle sera la plus-value, en argent, de ces excédents de récoltes.

D'après la mercuriale de la dernière semaine de février 1890, les prix moyens pour la France entière étaient les suivants :

|             | Le quintal. | Paille.             |
|-------------|-------------|---------------------|
| Blé.....    | 23 fr. 56   | 4 fr. 50            |
| Seigle..... | 16 15       | 4 50                |
| Orge.....   | 17 93       | 3 00 <sup>1</sup> . |
| Avoine..... | 19 24       | 3 00                |

1. La paille d'orge, peu abondante d'ailleurs sur les marchés, n'est pas cotée : nous lui donnons la valeur de la paille d'avoine, à laquelle elle est supérieure comme valeur nutritive.

D'après ces chiffres, la valeur vénale de l'excédent produit par l'addition de nitrate de soude et de phosphate, s'établit comme suit :

**Blé.**

|                                     |                          |            |
|-------------------------------------|--------------------------|------------|
| Grain.....                          | 5 q. m. 40 à 23 fr. 56 = | 127 fr. 22 |
| Paille.....                         | 11 48 à 4 50 =           | 51 66      |
| Valeur de l'excédent de récolte.... |                          | 178 fr. 88 |
| A déduire, prix de l'engrais.....   |                          | 78 00      |
| Bénéfice net.....                   |                          | 100 fr. 88 |

**Seigle.**

|                                     |                          |            |
|-------------------------------------|--------------------------|------------|
| Grain.....                          | 5 q. m. 62 à 16 fr. 15 = | 90 fr. 76  |
| Paille.....                         | 10 80 à 4 50 =           | 48 60      |
| Valeur de l'excédent de récolte.... |                          | 139 fr. 36 |
| A déduire, prix de fumure.....      |                          | 78 00      |
| Bénéfice net.....                   |                          | 61 fr. 36  |

**Orge.**

|                                     |                           |            |
|-------------------------------------|---------------------------|------------|
| Grain.....                          | 10 q. m. 20 à 17 fr. 93 = | 182 fr. 89 |
| Paille.....                         | 13 46 à 3 00 =            | 40 38      |
| Valeur de l'excédent de récolte.... |                           | 223 fr. 27 |
| A déduire, pour fumure.....         |                           | 78 00      |
| Bénéfice net.....                   |                           | 145 fr. 27 |

**Avoine.**

|                                     |                           |            |
|-------------------------------------|---------------------------|------------|
| Grain.....                          | 10 q. m. 74 à 19 fr. 24 = | 206 fr. 64 |
| Paille.....                         | 16 46 à 3 00 =            | 49 38      |
| Valeur de l'excédent de récolte.... |                           | 256 fr. 02 |
| A déduire, pour fumure.....         |                           | 78 00      |
| Bénéfice net.....                   |                           | 178 fr. 02 |

Le bénéfice produit, par l'avance d'une somme de 78 francs en engrais, sera donc, pour 1 hectare :

|  |                |
|--|----------------|
| De 100 fr. 88 pour le blé, soit de.... | 129,33 p. 100. |
| — 61 36 — le seigle, soit de..         | 78 66 —        |
| — 145 27 — l'orge, soit de....         | 186 24 —       |
| — 178 02 — l'avoine, soit de..         | 228 23 —       |

du capital engagé.

Le prix de revient du quintal de grain *excédent*, obtenu par l'emploi du nitrate associé au phosphate, peut se déduire de ces chiffres, par un calcul très simple, consistant à retrancher du prix de la fumure, la valeur de l'excédent de paille récoltée et à diviser le reste par le nombre de kilogrammes de grain produit. En effectuant ces deux opérations, on arrive aux résultats suivants :

## Blé.

78 fr. (fumure) — 51 fr. 66 (valeur de la paille), = 26 fr. 34

$$\frac{26 \text{ fr. } 34}{5 \text{ q. } 40} = 4 \text{ fr. } 87 \text{ le quintal d'excédent.}$$

Un calcul analogue donne, pour les autres céréales :

|             |          |
|-------------|----------|
| Seigle..... | 5 fr. 23 |
| Orge.....   | 3 69     |
| Avoine..... | 2 66     |

D'après cela, les excédents de rendements que la discussion des expériences sur les céréales a conduit M. Stutzer à indiquer comme moyennes des résultats, sont largement rémunérateurs et de nature à déterminer les cultivateurs soucieux de leurs intérêts à employer la fumure économique que nous leur recommandons.

Avant la semaille de l'orge et de l'avoine, le mélange de nitrate et de phosphate devra être répandu aussi uniformément que possible à la surface du sol, puis enfoui à une faible profondeur par un dernier labour. L'emploi du semoir d'engrais assure cette répartition mieux que l'épandage à la volée, mais il n'est pas indispensable. Si le temps était très pluvieux, au moment de la semaille, il serait préférable de n'employer que 100 ou 50 kilogrammes de nitrate, en

mélange avec le phosphate, et de réserver les 100 ou 150 autres kilogrammes pour les répandre lorsque l'avoine ou l'orge auront atteint la hauteur de 12 à 15 centimètres.

Quant aux cultures d'hiver, blé et seigle, l'addition du nitrate, à cette époque de l'année, est la seule qui doit être faite, les phosphates, pour agir sur la récolte, devant être incorporés au sol avant le dernier labour d'automne.

Pour ces dernières céréales, le cultivateur se contentera donc d'épandre également en couverture, en une ou de préférence en deux fois, surtout si le temps est pluvieux, 150 à 200 kilogrammes de nitrate de soude. Si ses champs sont suffisamment pourvus d'acide phosphorique, cette fumure complémentaire donnera son plein effet ; dans le cas contraire, l'augmentation de récolte résultant de l'application de 200 kilogrammes de nitrate (dépense, 40 francs environ) sera toujours rémunératrice, l'excédent de grain et paille récoltés devant égaler, au minimum, la moitié des poids indiqués plus haut, c'est-à-dire une valeur (argent) d'au moins 85 à 90 francs, par hectare.

#### Utilisation de l'azote du nitrate par les céréales. —

**Comparaison du nitrate au fumier de ferme, au point de vue de l'utilisation de l'azote.**

A quelle quantité d'azote nitrique ou de nitrate, ce qui revient au même, correspond un excédent de récolte de 100 kilogrammes de grain avec la paille correspondante? Telle est la question économique qu'il est facile de résoudre en partant des excédents moyens de rendement indiqués par M. Stutzer.

100 kilogrammes de nitrate, contenant 15 kilogr. 65 d'azote, ont donné un excédent de :

|               | Grain.   | Paille.  |
|---------------|----------|----------|
| Froment ..... | 270 kil. | 574 kil. |
| Seigle .....  | 281 —    | 540 —    |
| Orge .....    | 510 —    | 673 —    |
| Avoine .....  | 537 —    | 823 —    |

En divisant le poids d'azote (15 kilogr. 65) employé par l'excédent en grain obtenu, on obtient la quantité d'azote correspondant à une production d'un quintal de grain, avec sa paille, en plus qu'en l'absence du nitrate; on trouve ainsi :

|  | Azote.               | Nitrate de soude.     |
|--|----------------------|-----------------------|
| Pour 100 kil. blé et sa paille, une quantité d'azote de..... | 5 <sup>kl</sup> .796 | 37 <sup>kl</sup> .035 |
| Pour 100 kil. de seigle.....                                 | 5 ,569               | 35 ,590               |
| Pour 100 kil. d'orge.....                                    | 3 ,068               | 19 ,600               |
| Pour 100 kil. d'avoine.....                                  | 2 ,914               | 18 ,620               |

La première conséquence de ces résultats numériques serait que l'excédent de récoltes s'obtient, sur les céréales de printemps, avec une dépense d'engrais azotés, sensiblement moindre de moitié, de celle qu'exigent les céréales d'hiver. Ces chiffres montrent, en effet, que 6 kilogrammes d'azote, sous forme de nitrate, permettent d'obtenir un excédent de rendement (pour le blé et pour le seigle) d'un quintal de grains, plus sa paille, tandis que 3 kilogrammes d'azote nitrique suffiraient, en moyenne, pour produire le même excédent en grains et paille d'orge et d'avoine. La totalité de l'azote de l'engrais ne se retrouve pas, tant s'en faut, dans l'excédent de grains et de paille de la récolte. En effet, si l'on rapproche les quantités

totales d'azote contenues dans ces excédents de récolte, des poids d'azote nitrique qui ont aidé à les produire, on arrive aux constatations suivantes :

**Blé.**

| Q. m. p. 100.                    | Azote<br>contenu<br>dans<br>l'excédent<br>de récolte. | Azote<br>du<br>nitrate. | Azote<br>d'autres<br>provenances. |
|----------------------------------|---|-------------------------|-----------------------------------|
|                                  | Kil.  | Kil.                    | Kil.                              |
| Grain. 2,70 à 2,08 azote = 5,616 | } = 8,374   | 15,650                  | diff.: 7,279                      |
| Paille. 5,74 à 0,48 — = 2,735    |   |                         |                                   |

**Seigle.**

|                                  |           |        |              |
|----------------------------------|-----------|--------|--------------|
| Grain. 2,81 à 1,76 azote = 4,946 | } = 7,106 | 15,650 | diff.: 8,544 |
| Paille. 5,40 à 0,40 — = 2,160    |           |        |              |

**Orge.**

|                                  | Kil.       | Kil.   | Kil.         |
|----------------------------------|------------|--------|--------------|
| Grain. 5,40 à 1,60 azote = 8,160 | } = 12,467 | 15,650 | diff.: 3,183 |
| Paille. 6,73 à 0,64 — = 4,307    |            |        |              |

**Avoine.**

|                                  | Kil.       | Kil.   | Kil.         |
|----------------------------------|------------|--------|--------------|
| Grain. 5,37 à 1,76 azote = 9,451 | } = 14,060 | 15,650 | diff.: 1,590 |
| Paille. 8,23 à 0,56 — = 4,609    |            |        |              |

Il résulte de cette comparaison qu'en supposant que tout l'azote de l'excédent de récolte vienne du nitrate employé, ce qui n'est pas, l'utilisation maximum du nitrate par les récoltes serait la suivante pour les diverses céréales :

|             | Azote utilisé. | Azote perdu. |
|-------------|----------------|--------------|
| Blé.....    | 53,49          | 46,51 = 100  |
| Seigle..... | 45,40          | 54,60 = 100  |
| Orge.....   | 79,72          | 20,28 = 100  |
| Avoine..... | 89,84          | 10,16 = 100  |

Les céréales d'hiver (seigle et blé) se comporteraient donc très différemment des céréales de printemps

(orge et avoine), sous l'influence du nitrate. Ce n'est point ici le lieu de discuter les questions que soulèvent ces comparaisons *théoriques* que je me borne à signaler à l'attention des directeurs des Stations agronomiques, comme un intéressant sujet d'études.

Pourquoi, avec une quantité de nitrate moitié moindre — c'est le fait qui résume les nombreux essais de cultures rapportés par M. Stutzer, — l'avoine et l'orge donnent-elles un excédent moyen, en grain et paille, double de celui du blé et du seigle? Tel est le problème physiologique posé et dont la solution doit être cherchée expérimentalement.

Les chiffres indiqués par M. Stutzer, comme la moyenne des excédents obtenus, résultent en effet d'un grand nombre d'expériences, en sols différents; il y aurait donc lieu d'étudier la question dans des conditions de sol bien déterminées.

Un autre point de vue de la question étroitement lié aux faits que je viens de discuter, concerne la récupération, par la récolte, de l'azote donné, sous différentes formes, par la fumure, aux diverses céréales.

Quelle est la quantité d'azote des fumures retrouvée dans les récoltes, au bout d'une certaine période de culture de la même céréale? Quelle quantité d'azote des fumures, par contre, demeure inutilisée par les plantes? Comment se comportent comparativement le nitrate de soude, le sulfate d'ammoniaque et l'azote organique (fumier de ferme, tourteau, etc.), sous ce rapport?

De longues successions de la même plante sur le même sol, avec détermination de la composition des fumures et de celle des récoltes permettent seules de répondre à ces divers points d'interrogation.



Ces expériences ont été faites dans la ferme de Rothamsted, annexe de la Station agronomique fondée dans le Herts, par sir J. Bennet Lawes, vers 1840, et continuées sans interruption, par l'éminent agronome et son collaborateur de la première heure, le docteur Gilbert. Un résumé sommaire des résultats constatés à Rothamsted trouvera naturellement place ici.

Dans leurs recherches magistrales sur la culture des céréales, sir J. Bennet Lawes et le docteur Gilbert ont étudié la question de l'utilisation de l'azote par le blé, l'orge et l'avoine, sur des périodes assez longues (vingt années pour les deux premières récoltes et trois années seulement pour l'avoine), pour en pouvoir déduire des conclusions très importantes pour la pratique.

Connaissant, d'une part, la quantité d'azote contenue sous diverses formes, dans les fumures affectées, sans variations ni discontinuité, pendant vingt ans, à la même plante; ayant, de l'autre, déterminé par l'analyse, les quantités d'azote renfermées dans les récoltes, ces savants agronomes ont déduit, de la comparaison de ces deux données, les taux pour 100 d'azote de l'engrais récupéré par l'excédent de produits (grain et paille).

Je résume dans le tableau suivant les résultats de ces importantes recherches :

| ENGRAIS AZOTÉS<br>A L'HECTARE ET PAR AN<br>En sols pourvus de principes minéraux :<br>acide phosphorique, potasse, etc. | AZOTE p. 100<br>DANS L'ENGRAIS            |   |
|---|---|---|
|   | Récupéré<br>par l'excédent<br>de récolte. | Non récupéré<br>par l'excédent<br>de récolte. |
| <b>Blé.</b>   |   |   |
| Sels ammoniacaux..... = 45 k. 9 az.   | 32,4 p. 100.                              | 67,6 p. 100.                                  |
| — — ..... = 91 k. 9 az.   | 32,9 —                                    | 67,1 —  |
| — — ..... = 137 k. 8 az.  | 31,5 —                                    | 68,5 —  |
| — — ..... = 183 k. 7 az.  | 28,5 —                                    | 71,5 —  |
| Nitrate de soude..... = 92 k. » az.   | 43,3 —                                    | 54,7 —  |
| Fumier de ferme..... = 224 k. » az.   | 14,6 —                                    | 85,4 —  |
| <b>Orge.</b>  |   |   |
| Sels ammoniacaux..... = 45 k. 9 az.   | 48,1 —                                    | 51,9 —  |
| — — et nitrate.. = 91 k. 9 az.  | 49,8 —                                    | 50,2 —  |
| Tourteaux..... = 106 k. » az.   | 36,3 —                                    | 63,7 —  |
| Fumier de ferme..... = 224 k. » az.   | 10,7 —                                    | 89,3 —  |
| <b>Avoine.</b>  |   |   |
| Sels ammoniacaux..... = 91 k. 9 az.   | 51,9 —                                    | 48,1 —  |
| Nitrate de soude..... = 92 k. » az.   | 50,4 —                                    | 44,6 —  |

D'après cela, le blé, l'orge et l'avoine utilisent de 45 à 51 p. 100, soit la moitié, en nombre rond, de l'azote du nitrate. Les deux faits les plus intéressants qui ressortent de ce tableau concernent le fumier et le sulfate d'ammoniaque : 10 à 15 pour 100 seulement de l'azote du fumier de ferme se retrouvent dans l'excédent de la récolte obtenu, par rapport à un sol non fumé : la récupération de l'azote du sulfate d'ammoniaque dans la culture du blé s'élève à peine au tiers de la teneur de l'engrais, en ce principe, tandis que l'orge et l'avoine utilisent le sulfate d'ammoniaque presque aussi bien que le nitrate.

La première conclusion générale, qui se dégage de ces comparaisons, c'est que *l'azote soluble (nitrate ou sulfate) et en particulier celui du nitrate est l'aliment azoté le plus favorable à la production des céréales.*

Après l'azote soluble, vient l'azote des tourteaux de graines oléagineuses, dont l'utilisation (36 pour 100) dépasse dans la culture de l'orge, la proportion constatée pour le sulfate d'ammoniaque dans le cas du blé (28 à 30 pour 100); en dernier lieu, se place l'azote du fumier de ferme, la culture du blé durant vingt années consécutives n'ayant fixé que 14, 6 pour 100 de l'azote de fumier : celle de l'orge, moins encore, 10, 7 pour 100.

De ces dernières constatations, du plus haut intérêt économique, il résulte que le nitrate de soude est, au taux actuel de 19 fr. 25 les 100 kilogrammes, une source d'azote pour les végétaux, bien moins chère que le fumier de ferme.

Autrement dit, partout où le cultivateur ne pourra pas se procurer à un prix très bas, le fumier que son exploitation ne lui fournirait pas en quantité suffisante pour ses récoltes, il aura intérêt à lui substituer du nitrate de soude associé au phosphate et au besoin à la potasse, si la terre manque de cet élément, cas assez rare dans la plupart des régions de la France.

Pour s'en convaincre, il suffit de comparer la valeur du fumier, d'après sa richesse en azote, acide phosphorique et potasse, à celle des mêmes quantités de principes fertilisants achetés dans le commerce, en tenant compte de l'utilisation de l'azote par la récolte, constatée par sir J. Lawes et le docteur Gilbert.

D'après les prix actuels de l'azote dans le nitrate de

soude (1 fr. 24 le kilogr.), de l'acide phosphorique soluble (0 fr. 60 le kilogr.) et de la potasse (0 fr. 40 le kilogr.), la valeur du fumier en ces principes fertilisants, est la suivante :

Le très bon fumier de ferme, *moyennement consommé*, renferme (en moyenne) par tonne 1 000 kilogrammes :

|                           |        |   |   |          |   |           |
|---------------------------|--------|---|---|----------|---|-----------|
| Azote.....                | 5 kil. | » | à | 1 fr. 24 | = | 6 fr. 20  |
| Acide phosphorique.       | 2      | 6 | à | 0 60     | = | 1 56      |
| Potasse.....              | 6      | 3 | à | 0 40     | = | 2 52      |
| Valeur des 1.000 kil..... |        |   |   |          |   | 10 fr. 28 |

Le mélange minéral qui renferme les même quantités de principes fertilisants, serait le suivant :

|         |    |                                   |                                 |          |           |
|---------|----|-----------------------------------|---------------------------------|----------|-----------|
| 32 kil. | 65 | nitrate de soude à 15,65 p. 100   | Az. coûtant.                    | 6 fr. 20 |           |
| 21      | 08 | superphosphate à 12 p. 100        | acide phosphorique coûtant..... | 1 fr. 56 | } 1 56    |
| 32      | 05 | phosphate à 16 p. 100.....        |                                 | 1 56     |           |
| 12      | 06 | chlorure de potassium à 50 p. 100 | coûtant.                        | 2 52     |           |
|         |    |                                   |                                 |          | 10 fr. 28 |

Mais, en raison de la très grande inégalité d'utilisation de l'azote des deux fumures, plus de trois fois supérieure pour le nitrate (dans le rapport de 50 à 15 = 3,33), c'est une quantité plus que triple, c'est-à-dire 3 333 kilogrammes de fumier, qui équivaldrait à la fumure minérale pour les céréales. Il faudrait donc pour que l'équilibre se rétablisse, que le fumier de ferme ne coûtât que  $\frac{10 \text{ fr. } 33}{3,33}$  la tonne, soit 3 fr. 10.

Comme nous n'avons compté dans le calcul de la valeur du fumier, que ses trois principaux éléments, nous admettons une plus-value, sur ce prix de 3 fr. 10, de 2 fr. 90 pour la chaux, la magnésie, les matières

organiques, etc. Lors donc que le cultivateur, obligé d'acheter du fumier, ne pourra se le procurer au prix de 6 francs les 1 000 kilogrammes, il aura avantage à répartir le fumier produit dans son exploitation, sur une surface double ou triple, suivant le cas, de celle qu'il pourrait fumer à dose suffisante au fumier de ferme, s'il avait assez d'engrais, et à compléter ses fumures par l'emploi du nitrate de soude, du superphosphate et, au besoin, des sels potassiques.

Le rôle du fumier de ferme ne consistant pas uniquement dans un apport d'acide phosphorique, d'azote et de potasse, mais aussi dans la modification des propriétés physiques et chimiques de la terre, par l'introduction des matières organiques dans le sol, il est de beaucoup préférable de répandre le fumier de ferme, à moitié dose, sur 2 hectares par exemple, et de recourir pour le reste de la fumure, aux engrais minéraux, au lieu de fumer isolément un hectare au fumier de ferme et l'autre avec des engrais minéraux.

Le fumier de ferme est l'engrais fondamental : il apporte au sol, en même temps que les éléments minéraux indispensables à l'alimentation des plantes, la matière organique, qui en se transformant en humus, joue un rôle si utile, au point de vue de l'ameublissement de la couche arable.

Malheureusement, nous ne produisons pas, en France, à beaucoup près, la quantité de fumier nécessaire à l'entretien de la fertilité de nos terres et, de plus, nous perdons, par notre négligence, une bonne partie des matières fertilisantes contenues dans le fumier et le purin.

Cette insuffisance dans la production du fumier, il

nous faut la combler par l'emploi des engrais chimiques. (Voir chapitre XVI.)

Comparons donc le fumier à ces derniers, sous le rapport de sa teneur en azote, en acide phosphorique et en potasse.

La composition du fumier de ferme est éminemment variable, avec l'alimentation du bétail qui le produit et avec la nature de la litière.

Pour fixer les idées, nous prendrons comme terme de comparaison, un très riche fumier moyennement consommé. Nous serons certain, par là, d'avoir un terme de comparaison nous donnant toute sécurité pour le calcul des poids d'engrais chimiques à employer.

La comparaison peut s'établir ainsi qu'il suit, avec les engrais commerciaux :

1 000 kilogr. de fumier renfermant : Quantités correspondantes d'engrais commerciaux (en nombres ronds).

|                      |  |
|----------------------|--|
| Azote, 5 kil. 0..    | = 32 kil. nitrate de soude, à 15,6 p. 100. |
| Potasse, 6 kil. 3. { | = 43 kil. chlorure potassium, à 50 p. 100. |
|                      | = 53 kil. kaïnite, à 12 p. 100.            |
| Acide phospho- {     | = 15 kil. scories, à 16-17 p. 100.         |
| rique, 2 kil. 6. {   | = 22 kil. superphosphate, à 12 p. 100.     |
|                      | = 42 kil. phosphate minéral, 22 p. 100.    |

On peut considérer comme une *faible* fumure, 20 000 kilogrammes de fumier à l'hectare; comme une fumure *moyenne*, 40 000 kilogrammes et, comme une *forte* fumure, 60 000 kilogrammes.

Voyons, à titre de renseignement, quels poids d'engrais commerciaux il faudrait employer, si l'on voulait apporter au sol les quantités d'azote, d'acide phosphorique et de potasse contenus dans 60 tonnes de fumier de ferme. En appliquant les données que

nous venons de rappeler, on trouve les poids suivants, en nombres ronds :

Nitrate de soude, 1 920 kilogrammes.

Acide phosphorique, suivant l'état auquel on le considère : *a.* Scories de déphosphoration, 945 kilogrammes; *b.* Superphosphate, 1300 kilogrammes; *c.* Phosphate minéral en poudre, 710 kilogrammes.

Potasse; à l'état de chlorure, 756 kilogrammes. Kaïnite, 3 150 kilogrammes.

En réalité, par suite des différences très grandes que présentent, au point de vue de leur assimilabilité par les plantes, les mêmes principes fertilisants contenus dans le fumier et dans les engrais minéraux, la substitution ne doit pas se faire d'après les proportions indiquées par ce calcul arithmétique. Il y a lieu, en effet, de présenter à ce sujet quelques remarques importantes.

1° L'azote des nitrates, je viens de le prouver, est beaucoup mieux utilisé par les végétaux que celui du fumier, et l'expérience a montré qu'il suffit de donner à l'état de nitrate, le cinquième environ de la quantité d'azote que renferment 60 tonnes de fumier, pour obtenir un résultat au moins égal. (380 kilogrammes de nitrate de soude constituent pratiquement une très forte fumure azotée.)

2° La quantité de phosphate fourni à la terre, sous forme insoluble, doit, au contraire, être sensiblement égale à celle qu'apporterait le fumier de ferme. Parfois, une plus-value d'un tiers à moitié, suivant les sols, peut être attribuée au superphosphate comparé aux phosphates insolubles, dans les terres calcaires notamment : cela tient sans doute à la plus grande diffusibilité de l'acide phosphorique du superphos-

phate et, pour une part aussi, à la teneur de cet engrais en sulfate de chaux. Dans les sols argileux, silicéo-argileux, sablonneux ou tourbeux, les scories de déphosphoration et la plupart des phosphates de chaux naturels, réduits en poudre fine, ont une action fertilisante égale et parfois supérieure à celle des superphosphates, à poids égal d'acide phosphorique.

3° Si l'on excepte les sols tourbeux, extra-calcaires ou sableux, on peut, le plus souvent, s'abstenir de l'emploi des sels de potasse, le sol renfermant cette base en quantité suffisante. La magnésie manque plus fréquemment, dans les sols, qu'on ne le croit communément, aussi, pour certaines terres, l'emploi de la kaïnite renfermant 16 à 18 pour 100 de sulfate de magnésie, est-il recommandable, de préférence au chlorure de potassium, lorsqu'on a recours à un engrais potassique.

En tenant compte des remarques précédentes et en s'appuyant sur les expériences les mieux suivies et les plus concluantes, on peut indiquer approximativement les quantités d'acide phosphorique, d'azote et, le cas échéant, de potasse, à substituer à 60 000 kilogrammes de fumier de ferme.

60 000 kilogrammes de fumier de ferme peuvent être remplacés, dans la pratique agricole, au point de vue des principes fondamentaux (azote, acide phosphorique et potasse), par des quantités d'engrais chimiques correspondant aux taux suivants :

|                              |                            |
|------------------------------|----------------------------|
| Acide phosphorique réel..... | 125 kilogr. <sup>1</sup> . |
| Azote nitrique.....          | 60 —                       |
| Potasse réelle.....          | 60 —                       |

1. Beaucoup de fumiers de ferme, ainsi que nous l'avons dit, sont moins riches en azote, acide phosphorique et potasse, que celui dont j'indique plus haut la composition; le taux



Suivant les quantités de fumier de ferme dont on disposera, on fera varier proportionnellement les poids d'acide phosphorique, d'azote et de potasse que nous venons d'indiquer.

Le prix de la fumure chimique, remplaçant pratiquement 60 tonnes de fumier de ferme, s'élèvera au maximum à 170 francs par hectare <sup>1</sup>, il peut même être évalué à 160 francs en partant des cours moyens de chacun des principes qui entrent dans les engrais minéraux, savoir :

|  |                           |
|--|---------------------------|
| 125 kil. acide phosphorique à 0 fr. 30 le kil. | 37 fr. 50                 |
| 60 kil. azote nitrique à 1 fr. 60 le kil.....  | 96 00                     |
| 60 kil. potasse à 0 fr. 45 le kil.....         | 27 00                     |
| Total.....                                     | 160 fr. 50 <sup>2</sup> . |

Les deux tableaux ci-dessous résument les formules de fumures *équivalentes*, suivant qu'on emploiera, à l'hectare, 60, 40 ou 20 tonnes de fumier ou qu'on aura recours aux engrais chimiques seuls :

d'acide phosphorique tombe souvent au-dessous de 2 p. 100 et celui de l'azote 2,5 p. 100. 125 kilogr. d'acide phosphorique correspondent donc à la richesse d'un fumier moyen de bonne qualité. 60 kilogr. d'azote représentent largement le 1/5 de la teneur de 60 000 kilogr. de fumier moyen en azote et 60 kilogr. de potasse, plus du 1/5 de la teneur du fumier, en cette base.

1. Voir pages 183 et 184.

2. Ces prix sont au moins égaux, sinon supérieurs à ceux que la culture peut obtenir par l'intermédiaire des Syndicats. Ils correspondent à 24 fr. 96 les 100 kilogr. de nitrate de soude, 50 fr. les 1 000 kilogr. de scories de déphosphoration et 22 fr. 50 les 100 kilogr. de chlorure de potassium.

TABLEAU I

QUANTITÉS D'AZOTE, D'ACIDE PHOSPHORIQUE ET DE POTASSE  
REPLAÇANT LE FUMIER DE FERME

| FUMIER<br>DE FERME     | DANS LES ENGRAIS CHIMIQUES |                        |          |
|------------------------|----------------------------|------------------------|----------|
|                        | Azote.                     | Acide<br>phosphorique. | Potasse. |
| I. 60.000 kil .....    | Néant.                     | Néant.                 | Néant.   |
| II. 40.000 — .....     | 20 kil.                    | 42 kil.                | 20 kil.  |
| III. 20.000 — .....    | 40 —                       | 83 —                   | 40 —     |
| IV. Pas de fumier..... | 60 —                       | 125 —                  | 60 —     |

Suivant la nature des phosphates et des sels de potasse auxquels on donnera la préférence, il faudra employer les quantités indiquées ci-dessous :

TABLEAU II

QUANTITÉS (NOMBRES RONDS) DE PHOSPHATE, DE NITRATE ET DE SELS  
DE POTASSE A AJOUTER AU FUMIER DE FERME, PAR HECTARE <sup>1</sup>

| FUMIER<br>DE FERME | NITRATE<br>DE SOUDE | SCORIES | PHOSPHATE<br>MINÉRAL | SUPERPH. | KAÏNITE | CHLORURE<br>DE<br>POTASSIUM |
|--------------------|---------------------|---------|----------------------|----------|---------|-----------------------------|
| I. 60.000 k.....   | Néant.              | Néant.  | Néant.               | Néant.   | Néant.  | Néant.                      |
| II. 40.000 k.....  | 130 k.              | 255 k.  | 255 k.               | 230 k.   | 170 k.  | 40 k.                       |
| III. 20.000 k..... | 260                 | 510     | 510                  | 460      | 340     | 80                          |
| IV. Pas de fumier. | 330                 | 765     | 765                  | 690      | 510     | 120                         |

1. La dose d'acide phosphorique donné à l'hectare, à l'état de superphosphate, peut être d'un tiers inférieure à celle qu'apporteraient les scories de déphosphoration (28 kilogr. au lieu de 42 kilogr., et ainsi de suite). Il y a lieu, inversement, d'augmenter d'un tiers environ, par rapport aux scories, la

**Prix de revient de la fumure chimique d'un hectare de blé dans diverses conditions.**

Laissant de côté la valeur du fumier de ferme, que chacun de nos lecteurs pourra évaluer d'après les conditions de son exploitation, valeur qui dépendra surtout du mode de comptabilité adopté, je me contenterai d'indiquer la dépense correspondant à l'achat des engrais chimiques, dans les trois cas que j'ai envisagés plus haut : n° 4, forte fumure ; n° 3, fumure moyenne ; n° 2, faible fumure chimiques :

| Numéro 2.  | Fr. c. |
|--|--------|
| Nitrate de soude : 130 kil. à 24,96 les 100 kil. | 32,45  |
| Scories : 255 kil. à 50 fr. les 1000 kil.....    | 12,75  |
| Ou superphosphate : 230 kil. à 6 fr. 25          |        |
| les 100 kil.....                                 | 14,40  |
| Ou phosphate minéral : 255 kil. à                |        |
| 4 fr. 50 les 100 kil.....                        | 14,47  |
| Kaïnite : 170 kil. à 6 fr. 25 les 100 kil.       | 10,60  |
| ou chlorure potassium à 22 fr. 50 les            |        |
| 100 kil.....                                     | 9      |
| Soit.....  | 55,80  |

Avec superphosphate et chlorure, la fumure coûtera le même prix, 55 fr. 80.

Avec phosphate minéral et chlorure, 53 fr. seulement.

On ne dépensera donc pas 56 francs à l'hectare, pour l'addition d'engrais chimique à 40 000 kilogrammes de fumier.

quantité d'acide phosphorique donnée sous forme de phosphate minéral (56 kilogr. au lieu de 42 kilogr., et ainsi de suite). Aucune règle absolue ne peut être formulée à l'égard de ces équivalences ; les nombres que nous indiquons résultent d'expériences culturale, mais il pourront être modifiés utilement par les cultivateurs, suivant les conditions locales de leur exploitation (nature du sol, etc.).

La formule n° 3 coûterait le double, soit 112 francs à ajouter au prix de 20 000 kilogrammes de fumier, et la formule n° 4 (Pas de fumier : engrais chimique seul) reviendrait à 168 francs environ.

Ces chiffres peuvent servir de base aux calculs du cultivateur désireux d'employer les engrais chimiques, soit seuls, soit conjointement, ce qui est préférable, avec des quantités variables de fumier de ferme.

Rappelons encore que, dans la plupart des sols, on pourra faire l'économie des sels de potasse, ce qui ramènera la dépense, à l'hectare, à 160 francs, au maximum, pour une forte fumure en engrais chimiques substitués au fumier de ferme.

#### **Emploi du nitrate dans la culture des plantes sarclées. — Pommes de terre, betteraves, navets, turneps, etc.**

Si les céréales sont les plantes, dans la culture desquelles l'emploi du nitrate donne le maximum de rendement, les plantes sarclées, loin d'être indifférentes à ce mode d'alimentation, s'en trouvent très bien et peuvent, à son aide, donner des excédents de rendements très rémunérateurs.

Comme pour les céréales, si le sol est imparfaitement pourvu en phosphate, l'addition, au nitrate, de cette matière augmente très notablement le rendement.

La moyenne de 51 essais de culture de pommes de terre et de 17 essais de culture de betteraves à sucre avec le nitrate seul a permis à M. le docteur Stutzer

de constater les excédents de rendement suivants par 100 kilogrammes de nitrate de soude :

|                       |              |
|-----------------------|--------------|
| Pommes de terre ..... | 10 q. m. 12  |
| Betteraves .....      | 20        29 |

tandis qu'avec le phosphate, employé simultanément avec le nitrate, les excédents ont été de :

|                      |                          |
|----------------------|--------------------------|
| Pommes de terre..... | 12 q. m. 92 (18 essais). |
| Betteraves .....     | 24 — 16 (55 essais).     |

L'expérience a montré qu'il n'y a aucun avantage économique à dépasser, à l'hectare, une certaine dose de nitrate dans la fumure du sol destiné à la pomme de terre et à la betterave : 200 kilogrammes pour les premières et 300 kilogrammes pour les secondes, sont les doses moyennes qu'il convient d'employer. Le nitrate n'augmente pas la richesse en féculé des pommes de terre, cette dernière dépendant avant tout de la variété cultivée. Sous ce rapport, la *Richter's imperator* doit être conseillée, comme donnant, à la fois, le plus fort rendement en tubercules et la plus grande richesse de ces derniers en féculé <sup>1</sup>.

Le nitrate, qui accroît très sensiblement le poids de betteraves à sucre récolté à l'hectare, n'élève pas le taux du sucre dans cette racine : on a même prétendu qu'il le diminuait parfois dans des proportions notables, ce qui n'est pas exact. M. le professeur Marcker, qui a étudié expérimentalement la question dans de nombreux essais, faits dans six fermes différentes, est arrivé à cette conclusion qu'une fumure de

1. Voir, chapitre xi, l'analyse et la discussion des travaux de M. A. Girard.

400 kilogrammes de nitrate de soude à l'hectare (dose trop forte), comparativement à l'emploi de 200 kilogrammes du même sel, n'a provoqué qu'une diminution de 0.21 pour 100 dans le taux du sucre et un abaissement du degré de pureté de 0.38 pour 100 seulement, dans 71 essais entrepris sur de nombreuses variétés de betteraves sucrières. Le cultivateur n'a donc pas à redouter l'emploi du nitrate de soude pour la fumure de la betterave aux conditions suivantes :

1° Cultiver une bonne variété, riche en sucre;

2° Employer de la semence de première qualité et de provenance qui assure la pureté de la variété;

3° Joindre une fumure phosphatée à l'emploi du nitrate, de manière à ne pas retarder la maturation de la betterave;

4° Incorporer le nitrate au sol avant l'ensemencement et ne pas l'employer en couverture (ce qu'il faut également éviter de faire pour la pomme de terre);

5° Planter les betteraves à de faibles écartements et faire quatre ou cinq binages.

En suivant ces prescriptions, le cultivateur n'aura qu'à se louer de l'emploi du nitrate, à la dose de 250 à 350 kilogrammes au maximum, pour les betteraves, et de 200 à 250 kilogrammes pour les pommes de terre, dans des sols de richesse moyenne.

Du rapprochement de tous les essais comparables faits méthodiquement sur la betterave à sucre, sur la betterave fourragère et sur la pomme de terre, M. le docteur Stutzer a déduit les excédents de rendements, obtenus à l'hectare, avec 100 kilogrammes de nitrate de

soude associés aux quantités d'acide phosphorique que nous indiquons plus loin. Voici ces excédents :

|                      |          |    |
|----------------------|----------|----|
| Betteraves .....     | 48 q. m. | 52 |
| Pommes de terre..... | 15       | 94 |
| Navets, turneps..... | 49       | 86 |

Les deux premières cultures étant de beaucoup les plus importantes pour la France, je m'occuperai principalement d'elles dans les calculs qui vont suivre.

Procédant comme je l'ai fait pour les céréales, je prendrai pour base de ces calculs les prix moyens du quintal, pour la France entière, d'après la dernière Statistique agricole officielle (année 1888), parue récemment <sup>1</sup>.

La valeur moyenne du quintal a été la suivante :

|                             |       |    |
|-----------------------------|-------|----|
| Pommes de terre.....        | 5 fr. | 43 |
| Betteraves fourragères..... | 2     | 06 |
| Betteraves à sucre.....     | 2     | 23 |

POMMES DE TERRE

La dépense en engrais s'établit comme suit :

|  |           |
|--|-----------|
| 400 kil. nitrate de soude à 49 fr. 25..... | 49 fr. 25 |
| 15 kil. acide phosphorique à 0 fr. 60 ou   |           |
| 30 kil. à 0 fr. 30.....                    | 9 00      |
|  | <hr/>     |
|  | 28 fr. 25 |
| Majoration pour courtage, etc.....         | 1 75      |
|  | <hr/>     |
| Dépense totale de fumier.....              | 30 fr. 00 |

1. *Statistique agricole annuelle*, publiée par le Ministère de l'Agriculture, année 1888. Imprimerie nationale, 1889, in-4.

Excédent de rendement produit par cette fumure, comparativement au même sol non fumé :

|   |           |
|---|-----------|
| Pommes de terre, 15 q. m. 94, à 5 fr. 43..... | 86 fr. 55 |
| A déduire pour fumure.....                    | 30 00     |
| Bénéfice.....                                 | 56 fr. 55 |

Soit 188. 5 p. 100 de la dépense d'engrais.

L'emploi de 200 kilogr. de nitrate, additionnés de la quantité correspondante d'acide phosphorique (30 kilogr. à 60 kilogr. suivant l'état de ce dernier), doublerait le rendement et porterait le bénéfice à 110 francs environ à l'hectare.

#### BETTERAVES

La plus-value dans le rendement étant, pour les betteraves fourragères, au moins égale à celle que le nitrate donne avec la betterave sucrière, nous appliquerons le chiffre moyen de 48 quint. 52 aux deux récoltes.

Le compte de fumure s'établit alors comme suit :

|   |           |
|---|-----------|
| 100 kil. nitrate de soude.....                        | 49 fr. 25 |
| 30 kil. acide phosphorique <sup>1</sup> à 0 fr. 60 ou |           |
| 60 kil. à 0 fr. 30.....                               | 18 00     |
|   | <hr/>     |
|   | 37 fr. 25 |
| Faux frais, courtage, transport.....                  | 1 25      |
|   | <hr/>     |
| Dépense de fumure.....                                | 38 fr. 50 |

1. La quantité d'acide phosphorique, exigée par une récolte de pommes de terre, est sensiblement moindre de moitié de celle qu'enlève une récolte de betteraves.

La récolte moyenne, à l'hectare, en France est de 71 q. m. de pommes de terre, celle de la betterave à sucre étant de 270 q. m. (année 1888), ce qui correspond, d'après la richesse en acide phosphorique des deux plantes, à un prélèvement moyen de 25 kil. 3 pour la betterave et 11 kil. 360 pour la



Valeur des récoltes :

**Betteraves fourragères.**

|                                     |           |
|-------------------------------------|-----------|
| 48 q. 52 à 2 fr. 06 le quintal..... | 99 fr. 93 |
| Dépense de fumure.....              | 39 00     |
| Bénéfice.....                       | 60 fr. 93 |

Soit 154 p. 100 de la dépense.

**Betteraves sucrières.**

|                          |            |
|--------------------------|------------|
| 48 q. 52 à 2 fr. 23..... | 108 fr. 20 |
| Dépense de fumure.....   | 39 00      |
| Bénéfice.....            | 69 fr. 20  |

Soit 177 p. 100 de la dépense.

Dans les deux cas, la dépense sera donc largement rémunératrice, alors même que la moyenne indiquée pour les excédents de rendement, par M. Stutzer, s'abaisserait notablement, par suite de circonstances locales.

Le nitrate employé à la fumure des plantes-racines ne doit jamais être répandu à la surface du sol, après la levée des plantes; il doit être introduit dans le sol avec le dernier labour; l'épandage du nitrate en couverture a toujours donné de mauvais résultats dans la pratique.

**Du mode d'emploi du nitrate de soude.**

La condition essentielle à remplir, dans l'application de toutes les matières fertilisantes au sol, pour en assurer le maximum d'efficacité, est d'opérer aussi

pomme de terre (les feuilles et les fanes de ces plantes, demeurant sur le sol et retournant à la terre, ne sont pas comprises dans ce calcul).

parfaitement que possible sa dissémination dans la couche de terre où les plantes vont puiser leur alimentation. D'épaisseur variable, suivant la nature des récoltes, cette couche sera d'autant plus féconde que les matières fertilisantes y seront plus également distribuées. Il faut donc proscrire les procédés qui consistent à semer l'engrais, en rigoles, dans des trous, entre les lignes de plantes, etc. Le végétal se charge, par l'émission de ses racines, d'aller, dans tous les sens, chercher son alimentation, et plus l'épandage sera régulier, plus le mélange avec la couche arable sera intime, plus marqués seront les effets des engrais sur la végétation.

En grande culture, le but est plus complètement atteint par la distribution de l'engrais au semoir que par l'épandage à la volée. Un bon semoir, convenablement réglé, peut répandre uniformément, sur le sol, telle quantité d'engrais qu'aura fixée le cultivateur, d'après les besoins de sa terre.

Si l'on sème à la volée, seul système praticable pour les petites cultures, il est bon de faire l'opération en deux fois : on partagera l'engrais à distribuer en deux parties égales ; la première sera semée dans le sens de la longueur du champ, et la deuxième dans le sens de la largeur, perpendiculairement, par conséquent, à la direction suivie par le semeur dans la première opération. Un ouvrier intelligent corrigera, en augmentant ou diminuant, suivant le cas, la quantité d'engrais semée au second tour, les inégalités de la première répartition.

Il faut choisir, pour semer les engrais pulvérulents, une journée calme afin d'éviter l'inégale répartition qu'entraînerait l'action du vent.

Une pratique excellente consiste à mélanger, à l'engrais à semer à la volée, une certaine quantité de terre fine passée au tamis ou de plâtre (ce dernier est très utile si l'engrais est humide). On augmente ainsi le volume de la matière à distribuer sur une surface donnée et on en rend la répartition égale plus facile.

Toujours en vue d'assurer la plus grande homogénéité dans la répartition de l'engrais, il est préférable de faire à l'avance, sur l'aire d'une grange, le mélange des diverses substances qu'on veut employer, dans des proportions qu'on a fixées au préalable. Ce mélange sera rendu aussi intime que possible. Supposons, pour fixer les idées, qu'on veuille employer un mélange formé de 200 kilogrammes de nitrate de soude, 250 kilogrammes de superphosphate ou de phosphate minéral, scories, etc., et 400 kilogrammes de sels de potasse. On étendra sur le sol, par couches superposées, les trois sortes d'engrais sur une surface assez grande pour que le mélange ait 25 à 30 centimètres de hauteur, comme si l'on voulait préparer un compost; cela fait, à l'aide d'une pelle on coupera et recoupera en tous sens le tas formé, jusqu'à ce que le mélange paraisse tout à fait homogène, ce que la différence de couleur des engrais permettra de reconnaître aisément.

La terre fine, au cas où l'on en emploierait, sera introduite de la même manière. Cette préparation, qui demande des soins et un peu de temps, trouvera largement sa rémunération dans l'uniformité du mélange à semer.

**Achat des engrais. — Précautions à prendre. — Conditions à imposer aux vendeurs.**

La loi du 7 février 1888 et le règlement d'administration publique qui la complète, mettent désormais les agriculteurs à l'abri des fraudes éhontées dont le commerce des engrais a été trop longtemps l'objet. L'organisation de nombreux syndicats agricoles et la multiplication des Stations agronomiques et des Laboratoires agricoles offrent, en outre, toutes facilités aux cultivateurs de se soustraire à la fraude, d'acheter, aux meilleures conditions, des engrais de composition bien définie et d'en faire vérifier la valeur et la richesse par l'analyse.

Les cultivateurs qui seront les dupes des négociants malhonnêtes ne devront donc, à l'avenir, s'en prendre qu'à eux-mêmes, à leur crédulité dans les paroles des commis voyageurs en engrais, dont je leur conseille de repousser les offres, presque toujours dolosives pour l'acheteur. Le cultivateur, suivant l'importance des achats de matières fertilisantes qu'il se propose de faire, peut procéder de deux manières différentes. S'agit-il de quantités telles qu'elles puissent être expédiées à la gare la plus voisine de l'exploitation, par wagon complet, il pourra s'adresser directement aux maisons honnêtes, et il n'en manque pas, qui font le commerce de gros du nitrate, des phosphates, etc. Il lui sera facile de se procurer les adresses de ces maisons, notamment auprès du professeur départemental, des directeurs des Stations et des Laboratoires agricoles. Pour de petites quantités, au contraire, la voie la plus sûre est l'intermédiaire des syndicats agricoles.

Les avantages qu'offrent les syndicats agricoles au point de vue de l'achat des engrais sont nombreux ; voici les plus importants :

1° Sécurité absolue en ce qui regarde la qualité, le titre et le prix des matières fertilisantes, les syndicats basant tous leurs marchés, passés le plus souvent par voie d'adjudication, sur la richesse réelle, garantie conformément aux prescriptions de la loi du 7 février 1888, en matières fertilisantes, à un état déterminé, dans l'engrais livré. Le cultivateur n'a donc pas à faire faire l'analyse du produit qui lui est vendu, le syndicat n'acceptant la marchandise achetée par lui qu'après vérification de sa composition ;

2° Diminution notable dans le prix des engrais et dans les frais de transport, le syndicat obtenant des conditions meilleures du vendeur à raison de l'importance de ses commandes, et le transport ayant lieu aux tarifs réduits, par wagons complets ;

3° Simplification dans le règlement du prix des livraisons, qui se solde au siège du syndicat, ce qui évite au cultivateur les formalités de traites, d'envois d'argent aux vendeurs, etc.

En outre, le petit cultivateur trouvera dans le bureau du syndicat, un concours parfois très utile pour le choix des engrais qu'il veut acheter, la quantité qu'il doit employer à l'hectare d'après la nature de sa terre, etc.

On ne saurait trop engager les cultivateurs à s'affilier au syndicat de leur canton ou de leur arrondissement, l'association étant l'un des leviers les plus puissants dont la petite culture puisse se servir pour améliorer les conditions fondamentales de tout progrès

et de tout bénéfique, c'est-à-dire l'emploi de fumures complémentaires et un bon choix de semences.

Quel que soit le mode choisi pour l'achat des engrais, il devra toujours avoir pour base la garantie écrite du vendeur indiquant :

1° La richesse en chacun des principes fertilisants (azote, acide phosphorique, potasse) rapportée aux 100 kilogrammes d'engrais ;

2° L'état sous lequel l'engrais renferme ces trois corps : azote organique, nitrique ou ammoniacal, acide phosphorique soluble ou insoluble, potasse à l'état de sulfate, chlorure ou carbonate ;

3° L'origine ou l'état naturel de l'engrais ; phosphate minéral, phosphate d'os, scories de déphosphoration, etc. Nous conseillons au cultivateur d'acheter les matières premières de ses fumures (nitrate de soude, phosphates, etc.), et de faire lui-même, à la ferme, les mélanges à répandre sur ses terres. Entre autres avantages, ce mode d'achat rend la vérification du titre et de la pureté des engrais beaucoup plus facile que si l'on a affaire à un mélange expédié de l'usine. Les cultivateurs affiliés à un syndicat agricole éviteront beaucoup d'ennuis et de contestations et l'on ne saurait trop les engager à faire partie du syndicat le plus voisin de leur résidence.

#### **Établissement du champ de démonstration de la valeur fertilisante de nitrate de soude associé aux phosphates.**

Rien ne peut remplacer, pour l'édification des cultivateurs sur le profit que leur donnerait l'application judicieuse des engrais, la vue d'un champ, convena-

blement traité et fumé, situé à côté d'une parcelle de même étendue, cultivée et fumée suivant la routine du paysan de la localité. Les associations et les syndicats agricoles, les grands propriétaires doivent prendre l'initiative de la création de champs de démonstration pour lesquels ils sont certains de rencontrer le concours pécuniaire du gouvernement, s'ils lui font appel en se conformant aux règles qui ont été posées par le Ministère de l'agriculture.

La première observation sur laquelle je ne saurais trop insister est la définition exacte du but que doivent se proposer les organisateurs d'un *champ de démonstration*.

Il règne à ce sujet une confusion déplorable, dans l'esprit de beaucoup d'hommes animés des meilleures intentions. Cette confusion a pour conséquence de fausser entièrement l'institution excellente à laquelle le Ministère de l'agriculture attache, à juste titre, une grande importance au point de vue du progrès de notre agriculture : elle conduit finalement à un résultat diamétralement opposé à celui que poursuivent les organisateurs de ces champs.

La distinction la plus tranchée existe entre les *champs d'expériences* et les *champs de démonstration*. Le premier a pour objet l'étude expérimentale de divers modes de fumure, de diverses méthodes de culture, de différentes semences appliqués à une plante quelconque de grande culture. Les tâtonnements, les divergences dans les résultats, les succès même sont autant de conditions inséparables de l'*expérimentation*; ils portent avec eux leurs enseignements, mais ne sauraient être placés sous les yeux des cultivateurs, sans commentaires.

Les champs de démonstration, au contraire, ne doivent laisser aux résultats qu'on en attend, d'autres aléas que l'influence des conditions climatologiques de l'année qui échappent entièrement à l'action de l'homme. Ils ont pour but de *démontrer* les résultats acquis dans les champs d'expériences ou dans la pratique agricole la mieux entendue de la région. C'est donc uniquement la reproduction de faits acquis par l'expérience, et par la pratique intelligente, concernant le choix de telle ou telle variété de graine prolifique, s'il s'agit de semences, de telle ou telle matière fertilisante, la plus avantageuse pour une récolte donnée, s'il s'agit d'engrais, que les champs de démonstration ont pour objet unique de mettre sous les yeux des cultivateurs du pays.

A part les cas de force majeure, les résultats des champs de démonstration doivent *toujours être bons*; ceux qu'on obtient dans les champs d'expériences peuvent être bons, médiocres ou mauvais, puisqu'ils ont pour objet l'étude d'un procédé, d'une semence ou d'un engrais nouveau; ils seront toujours instructifs.

C'est pour avoir trop souvent confondu *démonstration* avec *expérience* que l'on a fait fausse route.

L'insuccès d'un champ de *démonstration* mal compris porte le plus grand préjudice à la propagation des vérités qu'il s'agissait de démontrer à son aide. On doit donc instituer un champ de démonstration uniquement en vue de mettre en évidence les résultats acquis et non pour résoudre tel ou tel problème agronomique. Aux directeurs des Stations agronomiques appartient l'organisation et la direction de champs d'expériences; aux professeurs départementaux, aux praticiens émérites d'une région, la créa-



tion de champs de démonstration où ils appliqueront les procédés, les semences et les engrais dont la valeur leur est connue *à l'avance*.

C'est dans cet ordre d'idées qu'il y a lieu d'instituer le plus grand nombre de champs de démonstration de la valeur agricole du nitrate de soude associé ou non, suivant l'état du terrain, aux phosphates et à la potasse.

Les principales règles à suivre pour la création de ces champs de démonstration me paraissent être les suivantes :

Choix d'un terrain situé dans un lieu fréquenté, d'un accès facile. — Division du terrain (1 hectare au maximum suffit) en deux parties égales, d'orientation identique, séparées par un sentier de 0 m. 80 à 1 mètre. — Mise en état de l'une des parcelles par les procédés de culture reconnus les meilleurs dans la localité d'après la nature du terrain; culture de la deuxième parcelle à la mode des paysans du pays.

Fumure de l'une des parcelles suivant la méthode des paysans, comme nature d'engrais et comme quantité de fumure.

Fumure de l'autre parcelle avec le mélange de nitrate et de phosphate qu'on aura fixé, 200 kilogrammes de nitrate, par exemple, et 60 kilogrammes d'acide phosphorique ou avec l'un des mélanges indiqués à la fin de ce chapitre.

Ensemencement de la terre, le même jour avec la même semence, dans les deux parcelles.

En opérant ainsi, on aura modifié deux conditions : la mise en état du sol et la fumure de la terre. Si l'on dispose d'un espace double de terrain, on pourra répéter la démonstration, en ne faisant va-

rier qu'une seule condition, la fumure; il suffira, pour cela, de donner la même culture aux deux parcelles.

L'objectif qu'on ne doit pas perdre de vue est d'assurer le résultat de la démonstration qu'on se propose; il ne s'agit donc nullement de faire une expérience, mais de *montrer* l'effet d'une fumure préalablement *expérimentée*.

Les insuccès auxquels ont conduit, d'une part, la falsification des engrais minéraux; de l'autre, leur emploi défectueux, ont eu la plus fâcheuse influence; ils ont jeté, sur une pratique excellente en soi, une défaveur qu'il est très difficile de détruire dans l'esprit des petits cultivateurs que le résultat final seul a frappé.

On retomberait dans le même danger en instituant des *champs d'expériences* au lieu et à la place de *champs de démonstration*, le succès, c'est-à-dire l'accroissement de récolte, dans l'espèce, étant la condition *sine qua non*, pour porter la conviction dans l'esprit de nos laborieux paysans, qui n'ont ni le loisir ni l'instruction suffisante pour discuter les résultats d'une expérience, mais que le doublement d'un rendement de la récolte ne saurait laisser de convaincre rapidement.

#### **Des quantités de fumure à employer pour les diverses récoltes.**

Les quantités de fumure à appliquer au sol dépendent à la fois de l'état de celui-ci, c'est-à-dire de sa richesse naturelle ou acquise en matières fertili-

santes, par des fumures antérieures et des exigences spéciales de la récolte que l'on a en vue.

On ne peut donc fixer d'une manière rigoureuse *a priori*, sans connaître la composition chimique et les qualités du sol, les quantités d'azote, d'acide phosphorique, de potasse, etc., à y introduire. Les indications que nous avons données dans ce chapitre et celles qui vont suivre devront donc être modifiées d'après les circonstances locales, le cultivateur se guidant principalement sur les récoltes antérieures et sur la connaissance qu'il a de la fertilité de sa terre.

Je rappellerai que, dans la plupart des sols français, les engrais potassiques n'ont pas donné jusqu'ici de résultats très marqués, ce qui tient, sans doute, à la richesse relativement grande de ces sols en potasse, par suite de leur origine géologique.

Les cultivateurs dont le sol serait très pauvre en acide phosphorique ou en potasse pourront, avec profit, doubler les quantités de phosphate et de sels potassiques que j'indique; ils n'ont pas, en effet, à redouter que l'acide phosphorique et la potasse, inutilisés par la première récolte, soient donnés en pure perte au sol. Incorporés à ce dernier, en vertu du pouvoir absorbant de la terre arable, qui les met à l'abri de l'entraînement par les eaux de pluie, les excédents d'acide phosphorique et de potasse resteront à la disposition des récoltes ultérieures et seront avantageusement disséminés dans la couche arable par les labours: Il n'en est pas de même pour le nitrate; le cultivateur n'a pas intérêt à dépasser, pour ce dernier, les quantités que la récolte, à laquelle il l'applique, peut utiliser. Le pouvoir absorbant du

sol ne s'exerce pas sur le nitrate : la pluie entraîne facilement ce sel dans le sous-sol, et ce que la végétation n'a pas employé, dans le cours de son développement, est à peu près perdu.

Sous ces réserves, voici les quantités de principes fertilisants qui constituent une bonne fumure *moyenne* à l'hectare :

1° CÉRÉALES. — *Blé, orge, avoine* (dépense à l'hectare, environ 80 francs).

|                         |          |
|-------------------------|----------|
| Acide phosphorique..... | 100 kil. |
| Azote nitrique.....     | 30 —     |
| Potasse.....            | 30 —     |

Ces quantités correspondent : à 600 kilogrammes environ de scories ou de phosphate naturel à 16-18 pour 100 d'acide phosphorique réel, à 200 kilogrammes de nitrate et à 250 kilogrammes de kaïnite<sup>1</sup> qui contient 23 à 24 pour 100 de sulfate de potasse, soit 12 à 13 pour 100 de potasse réelle.

2° PLANTES SARCLÉES. — *Pommes de terre, betteraves, navets, carottes, choux-raves, etc.* (dépense à l'hectare, environ 90 francs).

|                         |          |
|-------------------------|----------|
| Acide phosphorique..... | 120 kil. |
| Azote nitrique.....     | 40 —     |

Correspondant à :

|                           |          |
|---------------------------|----------|
| Scories ou phosphate..... | 700 kil. |
| Nitrate de soude.....     | 250 —    |

1. La kaïnite de Stassfurt, mélange de sulfate de potasse, de sulfate de magnésie et de chlorure de sodium, est la source la plus économique de potasse. Cette dernière substance ne revient pas, dans cet engrais, à plus de 0 fr. 20 à 0 fr. 25 le kilogramme. La kaïnite coûte, prise à Stassfurt, 2 francs environ les 100 kilogrammes.

Si le sol exige de la potasse, on la lui donnera, de préférence, à la dose de 50 kilogrammes environ, en introduisant l'engrais dans le sol à la récolte qui précédera la plantation des pommes de terre et des betteraves. On a remarqué souvent que l'emploi des sels potassiques, au moment même de la plantation, diminue la qualité de la betterave et de la pomme de terre.

3<sup>o</sup> PLANTES LÉGUMINEUSES. — *Pois, fèves, lentilles, luzerne, trèfle* (dépense à l'hectare, environ 40 francs).

Acide phosphorique. 100 kilogr. (600 kilogr. scories ou phosphate).  
Potasse..... 50 kilogr. (400 kilogr. de kaïnite).

La fumure azotée est inutile pour les légumineuses. (Voir chapitres II et III.)

4<sup>o</sup> PRAIRIES NATURELLES. — Au bas prix actuel du nitrate, il peut y avoir avantage à en répandre 400 kilogrammes à l'hectare à la volée au printemps. Mais les deux matières fertilisantes par excellence, pour les prairies, et notamment pour celles qui sont déjà anciennes, sont les phosphates et les sels de potasse (kaïnite).

Une fumure annuelle à l'automne ou à la fin de l'hiver, de 600 à 700 kilogrammes de scories de déphosphoration et de 400 à 500 kilogrammes de kaïnite, est tout à fait rémunératrice, dans la plupart des cas (dépense à l'hectare, 40 à 45 francs).

C'est une erreur absolue, beaucoup trop répandue encore chez certains cultivateurs de considérer comme inutile de fumer les prairies. L'alimentation du bétail sera d'autant meilleure et les rendements en foin d'autant plus élevés que les prés seront mieux entretenus et fumés.

Il est de nombreux cas où l'emploi du mélange de phosphate et de kaïnite indiqué ci-dessus a plus que doublé le rendement des prairies, en améliorant, en outre, très sensiblement la valeur nutritive du foin récolté.

NOTA. — Il va sans dire que les quantités d'engrais indiquées ci-dessus devront être modifiées, si l'on emploie conjointement le fumier de ferme. On pourra, suivant les quantités disponibles de ce dernier, diminuer d'un quart à moitié la fumure minérale.

A l'heure qu'il est, le déficit entre les poids d'azote, d'acide phosphorique et de potasse exportés par les récoltes des 24 millions d'hectares sous charrue, en France, et les poids des mêmes matières restituées à nos terres, par le fumier de ferme, peut être évalué aux énormes quantités suivantes :

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Azote.....              | 272.400 tonnes métriques <sup>1</sup> . |   |
| Acide phosphorique..... | 148.800                                 | — |
| Potasse.....            | 377.000                                 | — |

Pour que la fertilité du sol *se maintienne* il faut donc que ces énormes quantités d'azote, d'acide phosphorique et de potasse soient annuellement mises à la disposition des plantes, soit par le sol lui-même, par suite de la désagrégation des minéraux qu'il renferme, soit par la fumure. Pour que la fécondité de la terre française *augmente*, il est de toute nécessité de restituer, sur la plus large échelle possible, les matières fertilisantes exportées par les récoltes.

1. Voir chapitre XVIII et, pour les éléments de cette évaluation, *l'Épuisement du sol et les récoltes*, Petite Encyclopédie agricole, chez Hachette et C<sup>o</sup>, in-12; prix : 1 fr. 25; Paris, 1889.

Le bon marché du nitrate de soude, de l'acide phosphorique, dans les scories et dans les phosphates naturels, de la potasse dans la kaïnite, nous en offre le moyen.

L'essentiel pour atteindre le but est donc de convaincre le cultivateur, en mettant sous ses yeux, par les champs de démonstration, la preuve manifeste de l'influence, sur les récoltes, de l'emploi de ces engrais, qu'il y a pour lui *nécessité* et *profit* tout à la fois, dans l'application judicieuse des engrais, du nitrate et du phosphate principalement.

Les déficits en principes fertilisants que je viens de rappeler correspondent aux tonnages suivants :

|   | T. m.     |
|---|-----------|
| Nitrate de soude (à 13,65 d'azote).....         | 1.756.000 |
| Phosph. ou scories (à 22 p. 100 d'ac. phosph.). | 676.000   |

Si l'on songe qu'il se consomme en totalité, *dans le monde entier*, annuellement 600 000 tonnes de nitrate et le double peut-être de phosphate, on voit quelle marge énorme offre, au progrès agricole, l'emploi des matières fertilisantes que les siècles ont accumulées dans le sein de la terre, pour le plus grand profit des générations qui sauront les utiliser.

### Résumé et conclusions.

1° Le sol doit être débarrassé avant les labours d'hiver des mauvaises herbes et notamment des plantes vivaces à racines traçantes (chiendent et autres) qu'on brûlera.

2° Une forte fumure phosphatée est indispensable

pour assurer le bénéfice de l'emploi du nitrate de soude au printemps. Les phosphates doivent être disséminés aussi complètement que possible dans la terre, par les labours, avant les semailles. L'emploi du semoir d'engrais est particulièrement favorable à une bonne distribution des phosphates et autres matières pulvérulentes.

3° L'emploi du nitrate de soude, *très rémunérateur*, en sol bien préparé et enrichi en phosphate, donne souvent des mécomptes dans les terres sales et dans les sols pauvres en acide phosphorique.

4° Le nitrate ne doit pas être répandu avant l'hiver. Si le sol était jugé trop pauvre en azote pour assurer la levée des céréales et leur développement jusqu'au printemps, c'est aux engrais organiques azotés, fumier de ferme, sang desséché, poudrettes, tourteaux, etc., et, dans certains sols, au sulfate d'ammoniaque qu'il faudrait avoir recours.

5° A l'inverse du nitrate de soude, le sulfate d'ammoniaque ne doit pas être employé en couverture.

6° Une fumure phosphatée convenable, complétée par l'épandage de nitrate de soude au printemps, assure, à moins de conditions climatologiques défavorables, un accroissement minimum de rendement de grain et la paille correspondante d'un *quintal* par 6 kilogrammes d'azote (38 à 40 kilogrammes de nitrate de soude). Le nitrate permet donc, à la dose de 250 à 300 kilogrammes à l'hectare, en *sol phosphaté*, d'obtenir de 6 à 8 *quintaux* de froment ou de seigle, de plus que n'en aurait donné le même champ, sans nitrate.

Ces 6 à 8 quintaux représentent une augmentation



de récolte d'une valeur de 150 à 200 francs au moins, sans compter la paille, pour une dépense de 60 à 75 francs à l'hectare.

Chaque quintal de grain, récolté en excédent, grâce à l'action du nitrate de soude, ne revient donc pas à 10 francs, valeur de la paille non déduite.

## XIV

### PRIX, MODE D'ACHAT ET FALSIFICATION DU NITRATE

Le cours du nitrate de soude. — Action des syndicats agricoles. — Falsification du nitrate. — Influence du nitrate dans la culture de l'orge.

A l'occasion de l'étude qu'on vient de lire sur l'emploi du nitrate, étude qui a paru en grande partie dans mes Revues du *Temps*, j'ai reçu un nombre considérable de lettres de cultivateurs. Les questions et demandes de renseignements que m'adressaient mes correspondants touchent à des points importants : ce qui m'engage à résumer les réponses que je leur ai adressées.

Le plus grand nombre de mes correspondants me signalait l'écart, parfois énorme, entre le prix du nitrate de soude que j'ai indiqué et celui qu'en demandent les négociants auxquels ils se sont adressés. J'aborderai donc tout d'abord cette question, qui prime les autres, puisque c'est la baisse énorme survenue dans le prix du nitrate qui m'a conduit à recommander aux cultivateurs, pour leurs fumures de printemps, l'emploi, sur une grande échelle, de cet engrais.

A la date du 4 mars 1890, les 100 kilogrammes de

nitrate de soude étaient cotés 49 fr. 25 à la bourse de Lille, régulateur de ce marché pour la France; huit jours après, le prix tombait à 48 fr. 70; le 14 mars, on cotait, à la même bourse, tout disponible, 49 francs; fin mars, 48 fr. 99; avril, 48 fr. 75 à 48 fr. 90. On parlait même de lots importants traités à 48 fr. 60 sur avril et 48 fr. 80 sur mars. En novembre 1890, les prix du nitrate n'avaient pas sensiblement varié; il est encore à la bourse de Lille de 48 fr. 75 à 49 francs les 100 kil. pris sur bateau à Dunkerque.

Ces cours naturellement s'entendent pour des quantités que le cultivateur isolé ne peut pas acheter, mais dont certains syndicats d'agriculteurs, comptant de nombreux adhérents, peuvent avoir le placement; aussi, ai-je eu soin de majorer le prix de 49 fr. 25 qui a servi de base à mon calcul sur la valeur de l'accroissement de récolte en blé, par l'emploi du nitrate de soude, en couverture. J'ai admis une dépense de 78 francs à l'hectare pour achat de 200 kilogrammes de nitrate et 60 kilogrammes ou 120 kilogrammes d'acide phosphorique, suivant son état. L'acide phosphorique étant compté à raison de 0 fr. 30 ou 0 fr. 60 le kilogramme suivant sa forme, c'est-à-dire au maximum du prix de revient de cette matière fertilisante rendue sur place, il reste donc pour achat des 200 kilogrammes de nitrate : à 78 francs — 36 francs, soit 42 francs, ce qui porte à 24 francs la valeur des 100 kilogrammes de nitrate de soude pour l'acheteur. Le cours du mois de mars sur le marché de Paris était de 20 fr. 25 les 100 kilogrammes<sup>1</sup>; mon évaluation est

1. Voir mercuriale du *Journal d'agriculture pratique* du 14 mars 1890.

donc, à tout le moins, égale à la valeur vénale du nitrate pris par quantités moyennes. Cela étant, je n'ai qu'une seule réponse à faire à ceux de mes correspondants qui me parlent de 24 francs et même de 27 francs les 100 kilogrammes; suivant exigences des vendeurs. Adressez-vous, leur dirai-je, soit au syndicat le plus proche de votre domicile, soit à des maisons vendant au cours, à de faibles écarts près. Les journaux spéciaux d'agriculture, les professeurs départementaux vous renseigneront et vous fourniront, ce qu'il ne m'est pas possible de faire, l'adresse des négociants auxquels vous pouvez accorder votre confiance.

L'association des intéressés est, au cas particulier, le moyen le plus sûr et le plus simple à opposer aux demandes exagérées des intermédiaires; en groupant un nombre de demandes d'achat suffisantes, pour faire venir le nitrate par wagon complet au siège d'un syndicat agricole, il est facile aux cultivateurs d'éviter une majoration de 50 à 80 francs par tonne, sur une matière valant, au lieu d'arrivée, 188 à 193 francs seulement. Cet écart de 26 à 40 pour 100, *ad valorem*, ne saurait être accepté.

Divers cultivateurs, des points les plus éloignés les uns des autres, continuent à me signaler les exigences de certains vendeurs qui maintiennent les prix de 26 à 27 francs les 100 kilogrammes, prix absolument exagérés et inadmissibles, en présence du cours des marchés de Lille et de Dunkerque.

Dans la semaine du 21 au 28 mars, on a coté le nitrate disponible de 18 fr. 75 à 18 fr. 60 les 100 kilogrammes à la bourse de Lille. Un fort lot a même été vendu à 18 fr. 50. A Anvers, les cotes pour avril sont

PRIX, MODE D'ACHAT ET FALSIFIC. DU NITRATE. 209

18 fr. 60; pour mai, 18 fr. 50; à Liverpool, 18 fr. 40 à 18 fr. 70; à Hambourg, 18 fr. 70.

Sur la place de Paris, en mars 1890, les prix variaient de 19 fr. 75 à 20 fr. 50 les 100 kilogrammes, par fortes parties.

Il est, d'après cela, absolument inadmissible d'accorder aux intermédiaires, sur n'importe quel point de la France, un écart de 7 à 9 francs par 100 kilogrammes, soit de 70 à 90 francs par tonne, pour frais de transport, de courtage et bénéfices. Cet écart représente, en effet, entre le prix du gros et celui du détail une différence de 33 à 50 pour 100 de la valeur de la marchandise. J'engage donc mes correspondants et les cultivateurs qui se trouveraient en présence d'exigences aussi exorbitantes à s'adresser aux négociants en gros de Lille et de Dunkerque ou à des maisons de Paris, dont ils trouveront les adresses dans les journaux d'agriculture, ou mieux encore, comme je le leur ai recommandé, aux syndicats agricoles les plus voisins de leur exploitation. Le kilogramme d'azote ne devrait pas être payé, par le cultivateur, plus de 1 fr. 30 à 1 fr. 35, dans le nitrate rendu à la ferme, prix qui correspondent à 20 fr. 30 ou 21 fr. les 100 kilogrammes de nitrate à 15, 6 pour 100 d'azote.

Je ne saurais insister assez sur la nécessité absolue de ne faire aucun achat de nitrate sans exiger du vendeur la garantie sur la facture du taux pour 100 d'azote contenu dans l'engrais livré. Un exemple tout récent va montrer l'importance de cette précaution. Un acheteur a expédié en avril dernier à mon laboratoire un échantillon de nitrate de très bel aspect. Blanc, en petits cristaux d'apparence très homogène, l'échan-

tillon qui m'était soumis renfermait 25 pour 100 de sable blanc aussi brillant et de même grosseur que les cristaux de nitrate auxquels il était mélangé. A l'œil, il eût été presque impossible de distinguer le sable des cristaux de nitrate. Le mélange qui m'était soumis avait été vendu comme nitrate pur, commercialement parlant; l'analyse a démontré qu'il renfermait seulement 11,62 pour 100 d'azote, correspondant à 70,55 pour 100 de nitrate pur. J'ignore le prix auquel ce mélange frauduleux a été vendu à l'acheteur qui m'a consulté : sa valeur réelle, au cours du jour, était de 15 francs environ les 100 kilogrammes. Je sais que fréquemment des courtiers peu scrupuleux offrent aux cultivateurs du nitrate à 0 fr. 25 ou à 0 fr. 50 au-dessous du cours; ceux qui se laissent aller par cette diminution courent grande chance d'être trompés et de subir une perte bien autrement considérable que le bénéfice offert par le courtier. Nul doute que ces commis voyageurs ne cherchent à placer du nitrate frelaté, comme celui que j'ai eu à analyser. La conclusion de ce qui précède est que les cultivateurs ne doivent contracter aucun marché sans la garantie écrite de la teneur en azote.

Autre question. J'ai recommandé, en m'appuyant sur l'ensemble de nombreux résultats obtenus en Angleterre, en France et en Allemagne, l'emploi du nitrate de soude en couverture pour la culture de l'orge. A ce propos, après avoir indiqué les chiffres d'excédents de récolte que j'ai empruntés à M. Stutzer, un organe spécial de la brasserie <sup>1</sup> accompagne cette

1. *Revue industrielle de la brasserie et de la malterie*, n° du 26 mars.

citation de réflexions que je vais reproduire, faisant toutes réserves à leur endroit, mais désireux de provoquer une vérification sérieuse des allégations qu'elles contiennent :

C'est parfait pour l'agriculture, et M. Grandeau est dans son rôle en encourageant les syndicats agricoles à employer le nitrate de soude.

Mais l'effet désastreux produit en brasserie par l'orge cultivée par le nitrate de soude, va conduire les brasseurs et malteurs à former une ligue pour la proscription du nitrate de soude.

Il sera même bon à l'avenir que dans les marchés d'orge destinée à la brasserie, l'acheteur se fasse garantir par le vendeur que l'orge n'a pas reçu de nitrate.

Voici, en effet, les résultats produits en brasserie, d'après la *Chemiker Zeitung* :

« Un des plus grands brasseurs de Heilbronn a acheté 1 000 quintaux d'orge. Celle-ci provenait d'un grand domaine qui avait la réputation d'être cultivé par une méthode rationnelle d'exploitation agricole et de ne livrer que des grains d'excellente qualité, bien nettoyés et purifiés.

« L'orge, à la vue, était, du reste, de très belle qualité marchande; cependant le premier brassin ne donna pas de bière utilisable.

L'orge fut envoyée à Hohenheim, pour être examinée et analysée, et le chimiste reconnut bientôt que le grain était trop riche en protéine et par conséquent impropre à une bonne fabrication de la bière. D'où venait cette richesse en matière azotée? On l'attribuait à un excès de fumure en nitrate; renseignements pris, cette supposition fut confirmée et on reconnut que le domaine qui avait produit l'orge employait le nitrate de soude en fortes proportions.

« Le brasseur fut obligé de revendre son grain à la distillerie avec une forte perte. Ce cas n'est, du reste, ni isolé ni surprenant. »

Ce phénomène s'explique parfaitement quand on sait

que les matières azotées sont produites en abondance dans l'orge par l'emploi du nitrate et que les matières azotées sont la source de beaucoup d'accidents en brasserie.

L'effet désastreux du nitrate de soude sur la qualité de l'orge pour brasserie est-il aussi avéré que semblerait le faire croire cette note? Je ne le pense pas; je n'ai pu vérifier dans le texte original l'assertion de la *Chemiker Zeitung*. Mais, dans tous les cas, je ne crois pas que le phénomène en question, s'il existe, soit dû à l'excès de matières azotées produites dans l'orge, sous l'influence de la fumure nitratée. On ne possède guère qu'une quinzaine d'analyses comparatives de graines de céréales (blé, seigle et orge), crues dans les sols fumés au nitrate et dans les mêmes terres sans addition de nitrate. Ces analyses ont montré un léger excédent (0,96 à 1 pour 100 de protéine au plus) dans les graines venant du sol nitraté. J'ai grand'peine à croire que cette légère variation dans le taux des substances azotées rende ces orges impropres à la fabrication de la bière. N'y a-t-il pas eu d'autres causes d'accident dans les brassins de Heilbronn? C'est là ce que je ne saurais dire et ce qui ne me semble pas établi.

La question pouvant avoir une grande importance pour les régions où l'on cultive l'orge pour la brasserie, il me semble qu'elle doit être élucidée d'une façon certaine et la chose est facile à faire. Voici comment l'expérience pourrait être conduite par les cultivateurs qui s'adonnent spécialement à la culture de l'orge pour brasserie. Deux champs contigus traités et fumés de la même manière, sauf que l'un des deux recevrait 200 à 250 kilogrammes de nitrate



de soude en couverture, tandis que l'autre serait fumé au fumier de ferme, seraient ensemencés en orge de choix. L'orge des deux récoltes serait livrée séparément à un malteur, et le malt obtenu servirait à la confection de deux brassins de bière dont on constaterait la qualité.

Ce serait, je crois, aller un peu vite que de proscrire d'ores et déjà l'emploi du nitrate de soude dans la culture de l'orge destinée à la brasserie, et quelques expériences du genre de celles que je viens d'indiquer me paraissent devoir précéder la ligue contre le nitrate que le rédacteur de la *Revue universelle* prêche aux brasseurs.

Il est certain qu'on ne doit jamais, *a priori*, nier la possibilité d'un fait de l'ordre de celui que le brasseur de Heilbronn dit avoir constaté, mais encore faut-il s'entourer de toutes les précautions commandées par la plus simple prudence, avant de tirer d'un fait, anormal en apparence, une conclusion aussi générale que celle qui consisterait à bannir le nitrate de soude de la fumure de l'orge.

Loin d'admettre que cette généralisation soit juste, je pense, au contraire, qu'étudié sous ses diverses faces, l'accident de la brasserie de Heilbronn aurait trouvé une tout autre explication. En effet, il est clairement démontré aujourd'hui que la source la plus importante, numériquement parlant, sinon la seule, de l'azote des céréales, c'est le nitrate que renferment les sols fertiles. Quand nous mettons dans nos terres du fumier de ferme, du sang desséché, de la poudrette, du cuir ou de la laine torréfiée, en un mot des substances riches en matières organiques azotées, ces dernières n'agissent sur nos récoltes

qu'après avoir subi des modifications chimiques dont le résultat final est la transformation d'une partie de leur azote en acide nitrique combiné aux bases, c'est-à-dire en *nitrites*. Tant que ces transformations ne sont pas effectuées, ce qui demande un temps plus ou moins long, suivant la température, l'état d'aération ou d'humidité du sol, etc., ces engrais organiques demeurent sans action sur la végétation, en tant que source d'azote assimilable. C'est même cette lenteur d'action qui fait rechercher les engrais organiques dans certaines cultures, celle de la vigne ou des arbres fruitiers, par exemple. Lorsque ces engrais agissent, c'est que leurs matières azotées ont nitrifié et sont, par là, devenues aptes à être assimilées par la plante.

Que faisons-nous donc quand nous semons à la volée sur nos champs de blé, d'orge ou d'avoine, 200 à 250 kilogrammes de nitrate de soude? Nous supprimons le temps nécessaire pour la nitrification des matières azotées des fumures organiques dont je viens de parler; nous apportons du nitrate *tout formé* aux racines des céréales, au lieu de la matière première destinée à fournir ce nitrate, après un temps plus ou moins long. Mais, dans le fond, nous n'avons rien changé au mode d'alimentation de nos céréales. Dans un cas comme dans l'autre, elles ont utilisé, à l'état de nitrate, l'azote nécessaire à leur développement, avec cette seule différence que l'emploi du nitrate en couverture nous permet d'offrir une alimentation toute préparée à nos récoltes, à l'époque précise où leurs besoins en aliments sont les plus grands. C'est, en effet, avec la chaleur et la lumière solaire des mois d'avril et de mai que la végétation

des céréales va atteindre son maximum d'intensité ; c'est à cette époque qu'il importe de mettre à la disposition de la plante la plus grande somme possible d'aliments immédiatement assimilables. Voilà le but et le résultat de l'emploi du nitrate en couverture.

Par cette pratique excellente, on produit encore un autre effet non moins favorable à l'accroissement de la récolte : non seulement les céréales sur lesquelles on répand du nitrate en couverture, bénéficient immédiatement, pour leur développement, de l'azote assimilable qu'il leur apporte, mais la vigueur de végétation qui en résulte, au bout de très peu de jours, a encore pour résultat d'exagérer, si je puis ainsi dire, l'activité vitale de la plante et de lui permettre d'assimiler, plus rapidement qu'elle ne l'eût fait sans cela, les autres matériaux nutritifs disponibles du sol. L'emploi du nitrate concourt donc, doublement, à accroître la production de substance vivante dans un champ : par l'apport direct d'azote assimilable, d'une part, et par la vigueur presque instantanée qu'elle donne à la plante, de l'autre.

On voit, d'après cela, que l'addition du nitrate au sol ne change en rien le mode fondamental de nutrition de l'orge, pas plus que celui des autres plantes ; elle ne fait qu'en hâter et en accroître le développement. On a peine, dès lors, à s'expliquer qu'une trentaine de kilogrammes d'azote, à l'état de nitrate, répandus à la surface d'un hectare sur de l'orge, transforme les propriétés des graines qu'on récoltera au point de les rendre impropres à la fabrication de la bière ; je fais donc, pour ma part, les réserves les plus complètes jusqu'à démonstration rigoureuse de

cette allégation, en ce qui regarde l'action du nitrate de soude sur la qualité du malt. Mais, je le répète, aucune négation absolue n'est de mise dans les questions de cet ordre, avant que l'expérience méthodiquement conduite ait prononcé. C'est pour cela que je désire vivement voir instituer, dès ce printemps, par les intéressés, agriculteurs et brasseurs, des essais comparatifs de culture d'orge et de fabrication de malt, avec et sans le concours du nitrate de soude.

## XV

### CULTURE RÉMUNÉRATRICE DU BLÉ

La culture rémunératrice du blé dans la Dordogne. — Lettres de M. Pozzi-Escot. — Résultats économiques de l'emploi de l'acide phosphorique et du nitrate de soude dans la production des céréales.

Depuis quelques années, je mène, avec la conviction de défendre une cause dont le succès importe au premier chef à la prospérité nationale, une campagne de propagande en faveur de la production économique intensive du sol.

La thèse, bien connue de mes lecteurs, se résume en ceci : il faut chercher le relèvement de l'agriculture française dans l'accroissement économique des rendements du sol, c'est-à-dire dans *la diminution du prix de revient des denrées agricoles*, et non dans les mesures douanières, dont le principal avantage est d'apporter quelques millions dans les caisses de l'État.

Pour étayer la démonstration de cette vérité, notamment en ce qui regarde les céréales et, en particulier, la production du blé, j'ai, depuis cinq années, rapporté en détail, dans ces Études, les résultats

des cultures expérimentales de l'école de Tomblaine. Nous avons montré, à l'évidence, mon collaborateur M. Thiry et moi, que, dans des sols de très médiocre qualité, il est possible de produire du blé *avec grand profit*, à la condition d'associer, dans cette culture, trois conditions fondamentales, faciles à remplir, savoir : 1° une fumure convenable; 2° un bon choix de semences; 3° la semaille en lignes. Nos expériences, poursuivies, dès l'origine, sur une surface de plusieurs hectares, ont prouvé qu'en sol siliceux pauvre, l'emploi de 120 à 150 kilogrammes d'acide phosphorique à l'automne, complété par l'épandage de 200 à 250 kilogrammes de nitrate de soude au printemps, assure une augmentation de rendement, sur la récolte moyenne du pays, de 8 à 10 quintaux de blé et la paille correspondante, pour une dépense totale de fumure de 100 à 150 francs à l'hectare, ce qui constitue une opération tout à fait rémunératrice.

J'ai résumé dans le chapitre précédent les indications relatives à la préparation et à la fumure du sol, en vue de la culture des céréales d'hiver, dans l'espoir de provoquer, comme les années précédentes, parmi les agriculteurs soucieux du progrès, des expériences sur la culture rationnelle du blé dont les résultats ne sauraient être douteux.

Rien ne peut remplacer la démonstration matérielle des faits acquis par l'expérimentation méthodique : la description des procédés à mettre en œuvre, les chiffres relatifs aux dépenses et aux profits d'un essai, ne valent pas, à beaucoup près, la vue d'un beau champ de blé, pour porter la conviction dans l'esprit de nos paysans. Je fais donc un chaleureux appel aux propriétaires éclairés, aux

sociétés agricoles, aux professeurs départementaux, en les conviant à organiser sur le plus grand nombre possible de points, des champs de démonstration de culture de blé et de seigle. Ces champs ne seront point des champs d'expériences, rien ne devra y être laissé au hasard : ils auront pour but unique de mettre sous les yeux des cultivateurs les méthodes et les fumures qui, dans la région même, ont jusqu'ici donné les rendements *rémunérateurs* les plus élevés. Mais je puis affirmer, sans crainte d'être démenti par l'expérience, que l'emploi du phosphate de chaux et du nitrate de soude donnera partout d'excellents résultats.

J'ai reçu d'un agriculteur distingué de la Dordogne une longue lettre qui m'a causé un vif plaisir, par la confirmation complète qu'elle m'apporte des bons résultats obtenus, dans le midi comme dans l'est de la France, par l'emploi d'une bonne semence, clair-semée, dans un sol amélioré par l'acide phosphorique et le nitrate de soude. L'auteur de cette lettre, M. Pozzi-Escot, a cultivé consécutivement depuis trois années, dans les mêmes champs peu fertiles jusque-là, du froment et de l'avoine, et je ne puis mieux faire ressortir l'avantage des méthodes que je préconise qu'en mettant cette intéressante lettre sous les yeux de mes lecteurs :

Mont-de-Nérac, par Bergerac, août 1890.

Monsieur,

J'ai suivi, dès le début, avec un puissant intérêt, la campagne que vous avez entreprise dans vos belles *Études agronomiques*, en faveur de la culture rémunératrice du blé en France; non pas tant que la question me touchât per-

sonnellement, puisque je m'occupe surtout de viticulture, que parce qu'il se trouvait précisément que ce que vous établissiez avec tant de force : qu'il est possible, sans protection douanière, de produire avec bénéfice, en France, des céréales, à condition de les cultiver intensivement, mais à cette condition seulement, s'applique absolument aussi à la culture de la vigne et à ses conditions nouvelles.

Vous veniez ainsi confirmer, avec toute l'autorité qui s'attache à votre nom, une thèse qui m'était chère et dont je m'efforce de démontrer la vérité, autour de moi, par les résultats de mon vignoble.

Rien, vous le comprenez, ne pouvait m'intéresser davantage.

J'avais déjà employé les scories dans mes vignes, en remplacement du phosphate précipité, depuis que vous les aviez signalées comme source économique d'acide phosphorique et je m'en étais fort bien trouvé. En 1888 donc, me trouvant avoir une pièce de vigne détruite par le phylloxera, de 80 ares environ, que je ne voulais pas replanter encore, je résolus d'y essayer la culture des céréales, avec les scories et le nitrate de soude.

J'ai cultivé sur cette terre, en 1888 et 1889, du blé et de l'avoine, sans autre fumure que 1 000 kilogrammes de scories 16 à 20 pour 100 et 250 kilogrammes de nitrate de soude, à l'hectare.

Cette terre, en coteau élevé, très sec, silicéo-argileux, de qualité à peine moyenne, et qui de temps immémorial portait de la vigne sans avoir jamais reçu de fumure, ensemencée après un seul labour, m'a donné un rendement supérieur à celui obtenu dans les meilleures terres à blé de la riche plaine de Bergerac, avec la culture du pays.

Je n'ai pas, malheureusement, le chiffre exact du rendement de ces premières expériences, mais je suis, je vous l'affirme, au-dessous de la vérité, en l'estimant d'un quart supérieur à la moyenne la plus élevée du pays. Les variétés ensemencées étaient le blé barbu et l'avoine noire du pays.

Je voulus aussi, l'an dernier, faire un essai de culture



en ligne à grand espacement, suivant la méthode du major Hallett; je semai donc, en ligne, à la main, sur une étendue de 2 ares environ, les variétés de blé suivantes que je m'étais procurées dans la maison Vilmorin : Shireff square-head; Dattel-Hickling-Hallett's pedigree rouge, et, comme point de comparaison, blé barbu du pays.

Le semis fut fait le 8 octobre 1888, à 25 centimètres, en tout sens. Au labour précédant la semaille, j'avais répandu, à la volée, des scories à la dose de 1 000 kilogrammes. En mars, je semai 150 kilogrammes seulement de nitrate de soude. Comme le semis avait été fait dans un jardin fumé de longue date, je craignais de provoquer la verse en mettant une plus forte quantité de nitrate.

Le semis leva bien, talla énormément, et au moment de la floraison, ces blés étaient aussi fournis que ceux semés à la méthode ordinaire. Chose remarquable, la variété du pays le cédait à peine aux variétés améliorées comme développement de nombre des tiges par pied.

Les résultats de cette expérience promettaient donc d'être très intéressants; malheureusement un très violent orage, dans les derniers jours de juin 1889, occasionna la verse complète de mon petit champ; les oiseaux se jetèrent dessus, dévorèrent les épis et il me fut impossible d'obtenir un chiffre de rendement de quelque exactitude.

Néanmoins, encouragé par les résultats du semis clair en ligne que j'avais pu apprécier jusqu'à un certain point, malgré l'accident survenu à mon champ d'expérience, je résolus de semer encore en blé, pour la troisième fois consécutive, ma pièce de vigne arrachée.

N'ayant pas de semoir à ma disposition et ne pouvant songer à semer à la main une étendue aussi considérable, je cherchai à obtenir d'une autre façon à peu près le résultat du semis en ligne, et voici comment j'y parvins : au lieu de labourer en billons, suivant la coutume locale, je fis labourer à plat, en planches et je fis répandre la semence très clair et seulement dans le sens du labour, au lieu de la jeter, comme cela se pratique habituellement, de côté, en lui faisant décrire une parabole, puis on hersa en long.

De cette façon, l'aspect de mes blés, après la levée, était

presque celui de blés semés au semoir en ligne. L'écartement des pieds sur la ligne n'était pas aussi régulier, cela va de soi, mais la distance entre les lignes ne laissait rien à désirer, celles-ci correspondant à chaque trait de charrue.

On employa 150 litres seulement de semence à l'hectare; la semaille fut faite le 7 octobre 1889. Le blé semé était de la variété Kissengland et m'avait été vendu par le Syndicat libre des agriculteurs de la Dordogne.

Comme les années précédentes, la terre avait reçu 1 000 kilogrammes de scories à l'hectare, et je fis répandre au printemps (fin mars) 200 kilogrammes nitrate de soude à l'hectare. On donna un hersage après. Les blés furent également esherbés et sarclés à la main, travail rendu facile et peu coûteux par le semis très clair et en ligne.

Ces blés qui, au début, paraissaient surtout aux yeux des agriculteurs mes voisins ridiculement clairsemés, ont tallé énormément après l'épandage du nitrate et ont pris un développement absolument inattendu.

Grâce à l'influence des scories, sans doute aussi à leur espacement, ils n'ont pas versé, bien que leur hauteur atteignit, *en moyenne*, 1 m. 65; beaucoup de tiges avaient jusqu'à 1 m. 80. J'ai trouvé des pailles d'un diamètre de 6 millimètres. J'ai compté sur certains pieds jusqu'à 17 tiges, mais la moyenne était de 8 à 12 par pied.

Chaque pied en portait plusieurs de 40 à 41 centimètres de long, comptant 55 à 60 grains; il y avait un grand nombre d'épis beaucoup plus grands, de 12 à 14 centimètres, comptant jusqu'à 78 grains.

J'ai voulu avoir un point de comparaison; j'ai donc cherché dans le blé le mieux réussi que j'ai pu trouver dans la plaine de Bergerac, le plus bel épi que l'on y pût voir; il mesurait 8 centimètres et comptait 39 grains. La hauteur du blé était à peine de 1 m. 40 et c'était pourtant un champ exceptionnellement beau!

J'ai fini hier de battre ce blé. Le rendement a été, pour 80 ares 64 centiares :

Grains, 1 968 kilogrammes; paille, 4 950 kilogrammes; ce qui correspond aux rendements suivants, à l'hectare :

Grains, 2 440 kilogrammes; paille, 6 138 kilogrammes.

Ce dernier chiffre surtout m'a vivement frappé. La production de la paille est toujours insuffisante, par ici. Plus de la moitié des fermes achètent pour litière des bruyères et des ajoncs fournis par la partie boisée du nord de l'arrondissement, et la dépense occasionnée, de ce chef, à la culture ne laisse pas d'être considérable, ces litières étant vendues un prix relativement élevé, soit de 12 à 14 francs les 1 000 kilogrammes. Le prix de la paille atteint souvent 3 francs les 100 kilogrammes et ne descend jamais au-dessous de 4 francs le quintal, sur le marché de Bergerac, où sa vente est toujours assurée. Il y a donc pour le cultivateur un intérêt de premier ordre à obtenir avec un rendement en grains élevé, une production de paille aussi considérable que celle que j'ai obtenue, susceptible d'accroître dans une très notable mesure le revenu net de son exploitation.

Le blé pèse 81 kilogrammes l'hectolitre.

Les rendements que je viens d'avoir l'honneur de vous faire connaître sont absolument exceptionnels pour ma région; je vous affirme qu'ils ne sont jamais atteints dans nos meilleures terres à blé, avec les plus grosses fumures au fumier de ferme, qui est seul employé ici. Pour moi, il est manifeste qu'ils sont attribuables surtout à l'apport d'acide phosphorique et de nitrate fait à la terre, et, pour une bonne part aussi, au semis très clair que j'ai pratiqué.

Dans une autre parcelle contiguë de 44 ares, que j'ai achetée en septembre dernier. vieille vigne phylloxérée arrachée depuis quatre ans et absolument inculte, j'ai obtenu un résultat qui confirme absolument le premier.

J'ai ensemencé cette parcelle, après un labour suivi d'un hersage, c'est-à-dire dans les plus mauvaises conditions, avec de l'avoine noire du pays. Au moment du labour, j'ai fait répandre des scories à raison de 1 000 kilogrammes et, fin mars, du nitrate à raison de 250 kilogrammes. Les semailles ont été faites tardivement, fin octobre. La récolte, sur 44 ares, a été de 875 kilogrammes de grain et de 2 000 kilogrammes de paille.

Là encore, l'action des scories et du nitrate est prépondérante dans le résultat obtenu.

En effet, en 1887 et 1888, le propriétaire de cette parcelle l'avait, avant moi, ensemencée d'avoine; celle-ci *n'avait même pas pu épier et n'avait pas été récoltée*, n'en valant pas la peine.

Voici, enfin, un détail bien typique pour qui connaît le paysan et son instinctive horreur pour les pratiques nouvelles : mon laboureur, qui est en même temps propriétaire d'un petit lopin de terre, après s'être bien rendu compte des résultats obtenus sur ces deux parcelles, est venu me prier de lui céder ce qu'il lui faudra de semence de blé Kissengland, et de faire venir pour lui, cette année, avec les miens, quelques sacs de ces *sels noirs et blancs* que j'avais employés.

Nos paysans appellent *sels* tous les engrais chimiques et mon homme voulait désigner ainsi les scories et le nitrate.

En voilà un converti à la cause des engrais chimiques et des semences améliorées!

J'ai l'intention d'ensemencer encore une quatrième fois, en blé, la même pièce de terre.

En procédant comme cette année, je veux, de plus, recommencer mon expérience de semis à la main, en ligne, à grand espacement. Dans ce but, j'ai trié moi-même, avant la moisson, 300 des plus beaux épis dont aucun n'a moins de 12 centimètres de long; je compte ne prendre sur chacun d'eux que les plus beaux grains et j'espère arriver ainsi à des résultats curieux. — Si ce nouvel essai peut présenter pour vous quelque intérêt, je serai heureux de vous en communiquer les résultats.

J'espère, monsieur, que vous excuserez cette bien longue lettre et me pardonnerez la liberté que j'ai prise de vous entretenir de mes essais; il m'a semblé, je l'avoue, que vous ne sauriez en vouloir, même à un parfait inconnu, de vous apporter ce qui lui paraît être un argument de plus à l'appui de la cause d'un intérêt si véritablement national que vous avez prise en main.

Veillez agréer, etc.

P. Pozzi-Escot.

La lettre si instructive qu'on vient de lire, lettre que son auteur a bien voulu compléter à ma demande par une série de renseignements précis sur la culture du blé dans la Dordogne, nous donne les éléments les plus précieux de la démonstration que nous poursuivons. Rappelons d'abord les conditions générales de l'expérience de Mont-de-Nérac. On vient de voir que M. Pozzi-Escot a obtenu cette année, sur une pièce de vigne détruite par le phylloxera et qui, de temps immémorial, n'avait reçu aucune fumure, 24 q. n° 40 de blé et 61 q. m. 38 de paille. Le grain pesait 81 kilogrammes l'hectolitre, la récolte était donc de 30 hectolitres à l'hectare, soit plus du double du rendement moyen des bonnes terres de la Dordogne. M. Pozzi-Escot n'ayant employé, grâce au procédé ingénieux de semailles décrit longuement dans sa lettre, que 150 litres de semence, a donc récolté 20 fois la semence; alors que le rapport moyen du grain récolté au grain semé est de 7 fois seulement pour la France entière. Avec quelle dépense en engrais a été obtenue cette récolte? Tel est le point sur lequel on ne saurait trop insister. Le sol de la vigne, en question, qui a porté trois récoltes successives de blé (1888-1890) a reçu, comme fumure, à l'automne 1 800 kilogrammes de scories de déphosphoration, soit 180 kilogrammes environ d'acide phosphorique réel et, au printemps, 200 kilogrammes de nitrate de soude en couverture, soit 31 à 32 kilogrammes d'azote.

Les scories de déphosphoration ont coûté à M. Pozzi-Escot, répandues sur le sol, 7 francs les 100 kilogrammes, soit à l'hectare 70 francs. Le nitrate de soude a coûté, épandage compris, 25 francs les 100

kilogrammes, soit, pour l'hectare en question, 50 francs. Le prix total de la fumure d'un hectare s'est donc élevé à 120 francs. La valeur de la récolte est d'environ 855 francs, savoir :

|  |            |
|--|------------|
| 24 q. m. 40 grain à 25 fr. le quintal..... | 610 fr. 00 |
| 61 — 38 paille à 4 fr. le quintal.....     | 245 — 52   |

Il conviendrait en outre de tenir compte de l'économie réalisée sur la semence, M. Pozzi-Escot n'ayant employé que 150 litres à l'hectare, alors que la culture du pays en emploie 225 litres, au moins.

Il n'est point besoin, je crois, d'entrer en aucun détail sur les calculs si complexes et toujours hypothétiques des prix de revient, pour pouvoir affirmer de la façon la plus catégorique qu'une récolte de blé produisant une somme de 855 francs à l'hectare est très rémunératrice et qu'aucun droit, dit protecteur, ne peut exercer, sur les bénéfices du cultivateur, une influence comparable, même de bien loin, à l'action de la fumure.

Trois causes faciles à saisir et non moins aisées à mettre en jeu, dans toutes les régions, ont concouru aux résultats constatés à Mont-de-Nérac : 1° l'addition de phosphate au sol ; 2° l'apport de nitrate ; 3° le semis clair qui a pour effet de permettre, dans un sol abondamment fumé, un tallage et un développement considérables des épis. Si, à ces trois conditions, on en ajoute une quatrième, la précocité de la semaille, on peut être certain d'obtenir, avec des conditions climatologiques favorables, des rendements voisins de ceux que me signale M. Pozzi-Escot. « Les terres de la qualité de celles où j'ai cultivé des céréales, m'écrivit cet agriculteur distingué, ne se pourraient

affirmer à aucun prix, personne n'en voudrait; c'est par centaines que se comptent, sur nos coteaux, les hectares de terres semblables, abandonnées à la plus complète inculture depuis que la vigne, leur richesse naguère, a été détruite par le phylloxera. » On voit de quel progrès pour le département de la Dordogne, où des communes entières laissent incultes les coteaux des anciens vignobles, l'exemple donné par M. Pozzi-Escot pourrait être le point de départ.

J'ai eu maintes fois l'occasion de signaler l'appauvrissement progressif du sol français, pris dans son ensemble, en acide phosphorique et en azote exportés par les récoltes et non restitués par les fumures. Deux chiffres peuvent donner l'idée de cet appauvrissement; une seule récolte moyenne enlève au sol en une année 300 000 tonnes d'acide phosphorique et 600 000 tonnes d'azote; le fumier de ferme, produit annuellement, restituerait seulement 328 000 tonnes d'azote et 151 000 tonnes d'acide phosphorique, d'où un déficit annuel d'environ 272 500 tonnes d'azote et de 149 000 tonnes d'acide phosphorique, ce qui correspond, par hectare moyen de sol en culture, à un déficit de 11 kilogr. 23 d'azote et de 6 kilogr. 13 d'acide phosphorique. Pour que la fertilité du sol se maintienne, il faudrait que la désagrégation des matériaux qui le composent pût mettre à la disposition des plantes de nouvelles quantités de ces éléments, au moins égales au chiffre de leur exportation, ce qui est, généralement, très loin d'arriver.

Il résulte, de là, un dilemme d'où l'on ne peut sortir : ou l'apport direct d'acide phosphorique et d'azote par les engrais commerciaux viendra combler le déficit, ou les rendements diminueront et, tout au moins,

resteront stationnaires. Les documents sur la Dordogne, que je dois à l'obligeance de M. Pozzi-Escot, mettent en relief d'une façon saisissante l'influence d'une restitution insuffisante des principes nutritifs des plantes sur les rendements du sol. On lira avec intérêt les passages suivants de la lettre de mon correspondant :

« Le rendement des céréales a sensiblement baissé dans cette région depuis une trentaine d'années. J'ai, comme point de comparaison, les notes de culture de mon grand-père s'appliquant à deux métairies de 40 hectares environ chacune, situées sur la rive gauche de la Dordogne, dans la partie la plus fertile de la plaine de Bergerac.

« De 1837 à 1852, le rendement moyen de ces deux métairies était de 17 hectolitres de blé à l'hectare : il a atteint certaines années 23 hectolitres, et parfois est descendu à 12. J'ai eu occasion de suivre de près le rendement de ces mêmes propriétés, sous une autre administration, de 1870 à 1884. Pendant cette période, le rendement moyen n'a été que de 15 hectolitres, le plus élevé atteignant 19 hectolitres et le plus faible tombant à 9 hectolitres. Depuis une dizaine d'années, le rendement moyen de ma région me paraît être de 14 hectolitres environ pour le froment, de 25 hectolitres pour l'avoine, le maximum atteint étant rarement de 18 hectolitres pour le blé. Pour l'avoine, les deux limites extrêmes vont de 30 hectolitres, très exceptionnellement, à 15 hectolitres. Le poids de la paille ne dépasse pas 2 000 kilogrammes à l'hectare, en moyenne. On emploie 225 litres de semence à l'hectare. On sème trop tard, du 15 octobre au 15 novembre et presque jamais sur fumure



récente et quelle fumure! 20 000 à 25 000 kilogrammes de mauvais fumier, mal fait, pailleux et lavé par les pluies passent pour un maximum que peu de cultivateurs se permettent. Les instruments perfectionnés, semoir, scarificateurs, etc., font défaut, pas un seul des grands propriétaires ne se décidant à les introduire dans leur exploitation. Le gros bétail est rare; en moyenne, il n'atteint pas une tête pour 3 hectares dans la plaine et beaucoup moins dans le reste du pays. »

Dans de semblables conditions, il n'y a pas lieu, n'est-ce pas? de s'étonner de la diminution des rendements moyens.

De 17 hectolitres, en 1840, le rendement moyen en blé est tombé à 14 hectolitres, soit une diminution de 3 hectolitres par hectare, plus d'un sixième.

Les résultats des cultures de M. Pozzi-Escot sont donc extrêmement frappants: avec une dépense de 120 francs à l'hectare, il a plus que doublé depuis trois ans, sur un sol inerte, le rendement moyen de la région. Quel bon exemple donné! Et combien il est à souhaiter qu'il rencontre de nombreux imitateurs!

M. Pozzi-Escot me signale, dans une de ses lettres, la situation fâcheuse faite à l'agriculture de sa région par les tarifs de chemin de fer applicables au transport des engrais. Cette partie de la correspondance, qui confirme et accentue des remarques que j'ai eu déjà l'occasion de soumettre à l'attention des pouvoirs publics, est très intéressante. « Nous sommes ici, m'écrivit-il, très mal placés pour obtenir les scories à bon compte; les ports depuis les centres de production sont extrêmement onéreux. Les scories que j'emploie sont de provenance anglaise, arrivant à Bor-

deaux par vapeur. Elles me reviennent moins cher que celles de Mont-Saint-Martin ou du Creusot. »

Les tarifs élevés de transport, d'une part, et les intermédiaires entre le producteur et le vendeur d'engrais, de l'autre, influent, cela n'est pas douteux, d'une façon bien lourde sur le prix que le cultivateur doit payer les matières fertilisantes et, dans ce temps où l'on fait tant de bruit de la *protection* due à l'agriculture, les questions complexes que soulève la situation à laquelle mon correspondant fait allusion mériteraient à coup sûr d'être étudiées de près et résolues par qui de droit.

En attendant, et ce sera ma conclusion, que les cultivateurs sèment clair, le plus tôt possible, une semence de bonne qualité, sur un sol auquel ils auront donné 120 à 180 kilogrammes d'acide phosphorique à l'hectare, qu'ils épandent en mars et avril 200 kilogrammes de nitrate de soude, et je leur promets une récolte largement rémunératrice.

## XVI

### LA RÉCOLTE FRANÇAISE EN CÉRÉALES DE 1890

La dernière récolte du blé en France. — Progrès accomplis.  
— Avenir de la culture du blé. — La récolte en 1900.

La production du blé est tellement importante pour la France, où cette culture occupe 7 millions et demi d'hectares; le rendement général est, d'autre part, si inférieur à ce qu'il devrait être, que mes lecteurs me pardonneront l'insistance avec laquelle je reviens sur cette culture.

C'est un sujet d'ailleurs dont la discussion ne sera épuisée que le jour où notre pays, arrivé à s'affranchir de l'étranger par la production du blé nécessaire à son alimentation, deviendra exportateur à son tour. Cet objectif, qui, à beaucoup de gens, semble encore une chimère, sera facilement atteint le jour où la classe aisée des propriétaires français se décidera à donner l'exemple et à vaincre la routine du paysan, en lui faisant toucher du doigt la possibilité d'accroître économiquement les rendements actuels.

Je serais mal venu à nier le progrès considérable de ces dernières années; je ne puis méconnaître le mouvement très marqué dans la voie de l'accroissement des rendements du sol dont mes nombreux correspondants m'attestent l'importance en me signalant

les bons effets des méthodes de fumure dont je me suis fait le propagateur ardent. Mais s'il n'est pas douteux que, la nécessité aidant, bon nombre de propriétaires ont réussi à relever le rendement de leurs terres et concouru par là à améliorer le rendement moyen de la France, il n'est pas moins certain qu'il reste beaucoup encore à faire et que la situation appelle le concours de tous les bons vouloirs. Il y a progrès réel dans la culture des céréales depuis quelques années, mais ce n'est point assez. Il faut que la masse des propriétaires aisés, qui détiennent près de la moitié du territoire agricole de la France, se décide à entrer résolument dans la voie des améliorations et consente à faire à la terre les avances indispensables pour atteindre le but. Cette détermination deviendra générale le jour où ceux qui doivent la prendre auront acquis la conviction qu'il ne s'agit point d'entreprises hasardeuses, mais bien, au contraire, d'opérations largement rémunératrices, si l'on sait bien les conduire. Nous sommes loin encore du moment où cette vérité sera devenue banale, aussi ne nous laisserons-nous point de revenir sur ce sujet, qui est la base la plus sûre du relèvement de la première de nos industries.

Le *Journal officiel* du 17 septembre 1890 a publié l'évaluation approximative, par régions agricoles, de la récolte du froment, du méteil et du seigle.

En 1889-1890, la surface ensemencée en céréales d'hiver : froment, seigle et méteil. s'est élevée aux chiffres suivants :

|              |                            |
|--------------|----------------------------|
| Froment..... | 7.146.878 hectares.        |
| Seigle ..... | 1.643.356 —                |
| Méteil ..... | 313.621 —                  |
| Total.....   | <u>9.104.055 hectares.</u> |

## LA RÉCOLTE FRANÇAISE EN CÉRÉALES DE 1890. 233

Cette production se répartit comme suit :

|              | En<br>hectolitres. | En<br>quintaux. | Poids<br>moyen<br>de l'hectolitre. |
|--------------|--------------------|-----------------|------------------------------------|
|              | Hectolitres.       | Q. m.           | Kil.                               |
| Froment..... | 119.436.872        | 91.767.272      | 76,83                              |
| Seigle.....  | 25.913.368         | 18.716.197      | 72,23                              |
| Méteil.....  | 5.161.547          | 3.853.121       | 74,61                              |
| Total.....   | 150.514.787        | 114.336.590     |                                    |

De ces chiffres, on déduit, pour le rendement moyen, à l'hectare, en hectolitres et en quintaux, de chacune des céréales d'hiver les nombres suivants :

### Rendement moyen à l'hectare.

|              | Hectolitres. | Quint. métriq. |
|--------------|--------------|----------------|
| Froment..... | 16,3         | 12,8           |
| Seigle.....  | 15,7         | 11,4           |
| Méteil.....  | 16,5         | 12,2           |

Le rendement moyen du sol français en céréales a donc dépassé, cette année, 16 hectolitres (soit 12 quint. mét.) à l'hectare, celui du froment (16 h. 3), présentant un excédent de  $\frac{3}{4}$  d'hectolitre environ sur le rendement moyen de la dernière période décennale.

Ce coup d'œil d'ensemble sur la dernière récolte ne suffit pas pour marquer le progrès réalisé dans la culture des céréales et, moins encore, pour montrer ce que, sans être taxé d'optimisme, l'on peut attendre pour l'avenir de la généralisation des procédés cultureux qui ont conduit à l'accroissement moyen du rendement que nous venons d'indiquer.

La France est divisée en dix régions agricoles, suivant lesquelles les statistiques officielles du Ministère de l'agriculture groupent, chaque année, le relevé des récoltes. Dans chacune de ces régions, le rende-

ment moyen du blé varie dans des limites assez larges, comme l'indique le classement suivant des régions d'après ce rendement :

|  | Rend. en hectol. à l'hectare. |
|--|-------------------------------|
| 2 <sup>e</sup> région (Nord) <sup>1</sup> .....        | 22,1                          |
| 5 <sup>e</sup> région (Centre) <sup>2</sup> .....      | 18,1                          |
| 10 <sup>e</sup> région (Corse) <sup>3</sup> .....      | 17,1                          |
| 7 <sup>e</sup> région (Sud-Ouest) <sup>4</sup> .....   | 16,5                          |
| 3 <sup>e</sup> région (Nord-Est) <sup>5</sup> .....    | 16,0                          |
| 1 <sup>re</sup> région (Nord-Ouest) <sup>6</sup> ..... | 15,9                          |
| 6 <sup>e</sup> région (Est) <sup>7</sup> .....         | 15,4                          |
| 4 <sup>e</sup> région (Ouest) <sup>8</sup> .....       | 14,7                          |
| 9 <sup>e</sup> région (Sud-Est) <sup>9</sup> .....     | 13,8                          |
| 8 <sup>e</sup> région (Sud) <sup>10</sup> .....        | <u>13,3</u>                   |
| Moyenne générale.....                                  | 16,3                          |

L'écart maximum d'une région à l'autre est de 8 hect. 8, atteignant plus de 50 pour 100 du rendement

1. 2<sup>e</sup> région. — Nord, Pas-de-Calais, Somme, Seine-Inférieure, Oise, Aisne, Eure, Eure-et-Loir, Seine-et-Oise, Seine, Seine-et-Marne.

2. 5<sup>e</sup> région. — Loir-et-Cher, Loiret, Yonne, Indre, Cher, Nièvre, Creuse, Allier, Puy-de-Dôme.

3. 10<sup>e</sup> région. — Corse.

4. 7<sup>e</sup> région. — Gironde, Dordogne, Lot-et-Garonne, Landes, Gers, Basses-Pyrénées, Hautes-Pyrénées, Haute-Garonne, Ariège.

5. 3<sup>e</sup> région. — Nord, Est, Ardennes, Marne, Aube, Haute-Marne, Meuse, Meurthe-et-Moselle, Vosges, Belfort.

6. 1<sup>re</sup> région. — Finistère, Côtes-du-Nord, Morbihan, Ille-et-Vilaine, Manche, Calvados, Orne, Mayenne, Sarthe.

7. 6<sup>e</sup> région. — Côte-d'Or, Haute-Saône, Doubs, Jura, Saône-et-Loire, Loire, Rhône, Ain, Haute-Savoie, Savoie, Isère.

8. 4<sup>e</sup> région. — Loire-Inférieure, Maine-et-Loire, Indre-et-Loire, Vendée, Charente-Inférieure, Deux-Sèvres, Charente, Vienne, Haute-Vienne.

9. 9<sup>e</sup> région. — Haute-Loire, Ardèche, Drôme, Gard, Vaucluse, Basses-Alpes, Hautes-Alpes, Bouches-du-Rhône, Var, Alpes-Maritimes.

10. 8<sup>e</sup> région. — Corrèze, Cantal, Lot, Aveyron, Lozère, Tarn-et-Garonne, Tarn, Hérault, Aude, Pyrénées-Orientales.

moyen de la France. Sans entrer dans aucun détail sur les causes générales ou locales auxquelles sont dues ces variations considérables d'une région à l'autre, examen qui dépasserait de beaucoup le cadre de ces Études, je voudrais, par quelques comparaisons très nettes, montrer que la fumure du sol est, toutes choses égales d'ailleurs, le facteur prépondérant de ces écarts. Cette démonstration sera facile, grâce aux expériences précises que je puis invoquer pour lui servir de base.

Considérons trois départements fort éloignés les uns des autres et très différents sous le rapport de la nature du sol et du climat, savoir : les départements du Nord, de Meurthe-et-Moselle et de la Dordogne. Les rendements moyens en blé, à l'hectare, ont été, en 1890, les suivants, d'après l'évaluation de la direction de l'agriculture :

|                         |                             |
|-------------------------|-----------------------------|
| Nord.....               | 27,0 hectol. ou 20,78 q. m. |
| Dordogne.....           | 16,0 — ou 12,00 —           |
| Meurthe-et-Moselle..... | 15,5 — ou 11,6 —            |

Il est de notoriété publique, dans le monde agricole, que les terres du département du Nord occupent le premier rang, sous le double rapport de la fumure intensive et des bonnes méthodes culturales; aussi les rendements de 35 à 40 hectolitres ne sont-ils pas rares dans beaucoup d'exploitations, ce qui explique la prédominance du rendement moyen sur celui de tous les autres départements. Je n'insiste donc pas et j'arrive à la Dordogne et à Meurthe-et-Moselle, que l'on peut citer comme exemples de ce qu'il faut attendre de la généralisation des fumures rationnelles dont nous avons si souvent entretenu nos lecteurs.

La culture de blé de M. Pozzi-Escot à Bergerac, en

sol des plus pauvres, lui a donné 24 q. 40 de grain et 61 quintaux de paille à l'hectare, par l'emploi de 80 kilogrammes d'acide phosphorique et de 250 kilogrammes de nitrate de soude, soit pour une dépense d'environ 125 francs d'engrais à l'hectare. M. Pozzi-Escot a donc obtenu un rendement plus que double de celui de son département pour la dernière récolte.

Les cultures de l'école Mathieu de Dombasle, en Meurthe-et-Moselle, n'ont pas donné de moins remarquables résultats, comme on en va juger. Le directeur de l'école de Tomblaine a obtenu cette année, sur l'exploitation qu'il dirige avec tant de succès, les résultats que je vais résumer.

En 1889-1890, comme les années précédentes, les cultures expérimentales de blé à l'école Dombasle se répartissent en deux groupes : 1° grande culture : 6 hectares ensemencés en trois variétés; 2° champ d'expériences institué il y a quatre ans pour l'étude spéciale de la valeur comparée de diverses sortes d'engrais phosphatés : surface, 30 ares.

M. Thiry a, en outre, cultivé sur une petite échelle quarante-six variétés de blé. Jetons successivement un coup d'œil sur les résultats de ces deux séries d'expériences.

I. *Culture en grand.* — Les six hectares consacrés au froment se répartissent en 1889-1890 de la manière suivante :

|                          | Hect. | RENDEMENT<br>EN GRAINS A L'HECTARE |           |
|--------------------------|-------|------------------------------------|-----------|
|                          |       | Hectol.                            | Quintaux. |
| Blé blanc de Cambridge.. | 1,79  | 33,25                              | 24,95     |
| Blé Lamed.....           | 1,64  | 32,86                              | 24,64     |
| Blé Nursery.....         | 2,77  | 31,93                              | 23,94     |
| Total et moyenne..       | 6,20  | 32,68                              | 24,18     |



Le rendement moyen de Meurthe-et-Moselle, dont la plupart des terrains emblavés sont de qualité foncière supérieure au sol de l'école de Tomblainc qui portait des céréales, était, cette année, de 15 hectolitres ou 12 quintaux métriques environ. On voit que M. Thiry a, comme M. Pozzi-Escot dans la Dordogne, obtenu, en grande culture, des rendements doubles de la récolte moyenne du département.

II. *Comparaison des fumures phosphatées.* — Le champ d'expériences a été installé en 1887, en sol pauvre, dont j'ai donné autrefois la composition<sup>1</sup>, et il a successivement porté : blé, avoine, betteraves, et, cette année, blé.

Chacune des parcelles a une superficie de six ares. Les céréales ont toutes reçu, au printemps, même quantité de nitrate de soude : 150 kilogrammes à l'hectare, y compris la parcelle témoin. Cinq parcelles ont reçu à l'automne 100 kilogrammes d'acide phosphorique, sous les diverses formes indiquées plus loin ; la parcelle témoin n'a pas eu de fumure phosphatée. Portant des céréales pour la troisième fois, en quatre ans, ce champ d'expériences a produit les quantités suivantes de grain et de paille (rapportées à l'hectare) :

| NATURE DES PHOSPHATES                   | RENDEMENT A L'HECTARE |       |         |
|---|-----------------------|-------|---------|
|   | Grains.               |       | Paille. |
| Plus 150 kil. de nitrate.               | Quintaux.             | Hect. | Q. m.   |
| A l'hectare.                            |                       |       |         |
| 1. Scories de déphosphoration.....      | 36,20                 | 47,3  | 70,7    |
| 2. Superphosphate de chaux.....         | 33,00                 | 43,1  | 77,0    |
| 3. Phosphate de la Somme.....           | 29,07                 | 37,9  | 72,93   |
| 4. Thermophosphate.....                 | 26,60                 | 34,7  | 62,40   |
| 5. Phosphate en 1887; rien depuis....   | 20,83                 | 27,1  | 50,17   |
| 6. Parcelle témoin (pas de phosphates). | 16,95                 | 22,0  | 39,00   |

1. Voir *Études agronomiques*, 3<sup>e</sup> série, 1888-1889.

Ces résultats sont d'autant plus intéressants qu'ils confirment sur tous les points, en les accentuant, ceux que nous avons obtenus en 1887 et en 1888, pour la culture de l'avoine et du blé dans le même champ.

Il ne sera pas inutile, je pense, de faire ressortir ici quelques-unes des conclusions qu'autorisent ces trois années de récoltes de céréales dans le même champ.

1° L'emploi de l'acide phosphorique, à la dose de 400 kilogrammes à l'hectare, concurremment avec le nitrate de soude (au printemps, 150 kilogrammes à l'hectare), a donné un excédent de récolte sur le rendement moyen du département de Meurthe-et-Moselle qui a varié, avec la nature du phosphate employé, de 49 hectolitres (parcelle 4) à 34 hectol. 8 (parcelle 1), soit dans la proportion de 1 à 2.2 et de 1 à 3; la récolte a donc doublé et triplé de poids sous l'influence des engrais appropriés.

2° Comme je l'ai tant de fois signalé, dans les sols silicéo-argileux, les scories de déphosphoration donnent des rendements en grains au moins égaux et souvent supérieurs à ceux que fournissent les superphosphates. La supériorité des scories sur le phosphate soluble (à même dose d'acide phosphorique) a continué à s'accuser cette année, comme lors des cultures de blé et d'avoine en 1887 et 1888.

3° Les phosphates minéraux en poudre fine permettent d'obtenir, avec le concours du nitrate, des rendements très rémunérateurs : 35 à 38 hectolitres en sols silicéo-argileux. (Parcelles 3 et 4.)

4° Il y a grand intérêt économique pour le cultivateur à renouveler les fumures phosphatées. En effet, la parcelle 5 qui, depuis 1887, n'a pas reçu de nou-

velle dose d'acide phosphorique, a vu son rendement en grains tomber cette année à 27 hectolitres.

5° Enfin, l'emploi du nitrate de soude seul, dans un sol relativement pauvre en phosphate, donne, comme je l'ai, à plusieurs reprises, indiqué, un rendement très inférieur à celui que procure l'emploi simultané de phosphate et de nitrate. La parcelle témoin a reçu, comme les autres, en 1887, 1888 et 1890, du nitrate de soude à la dose de 150 kilogrammes à l'hectare, mais aucune fumure phosphatée; son rendement, en excédent de 7 hectolitres environ sur la moyenne du département, est cependant resté très inférieur à celui des parcelles phosphatées qui ont produit de 13 à 26 hectolitres de grains de plus que le témoin. C'est donc une condition *sine qua non* de l'emploi fructueux du nitrate, que la présence dans le sol d'une quantité suffisante de phosphate assimilable.

En présence de ces résultats, en constatant qu'une culture soignée et une fumure rationnelle qui n'entraînent pas à une dépense d'engrais de plus de 100 à 125 francs à l'hectare permettent d'obtenir jusqu'à 47 hectolitres de blé, dans des terres médiocres d'un département dont le rendement moyen n'atteint pas le tiers de ce chiffre, soit 16 hectolitres, il est impossible de n'être pas rempli de confiance dans l'avenir de l'agriculture française. Personne, je pense, n'oserait regarder comme empreinte d'un optimisme exagéré l'assertion de M. E. Tisserand, au congrès du commerce, lorsque, parlant de la culture du siècle prochain, il assignait à la production du blé en France le chiffre de 140 millions d'hectolitres, soit une moyenne de 20 hectolitres à l'hectare. Je serais bien

plutôt tenté de considérer ce rendement comme le minimum qu'il nous est permis d'espérer, d'ici à vingt ans, dans nos terres de moyenne qualité; une bonne préparation mécanique du sol, l'emploi de 100 à 120 kilogrammes d'acide phosphorique et de 150 à 200 kilogrammes de nitrate à l'hectare, une semaille très précoce, claire, en ligne, avec une semence de bonne qualité, permettraient, dans la presque totalité de nos terres à blé, d'atteindre aisément un rendement de 20 à 25 hectolitres. Le point capital est de faire pénétrer, dans l'esprit du petit cultivateur, la conviction sur la réalité de cette assertion. Les efforts de tous doivent tendre à propager cette démonstration dans chacune de nos communes par des preuves tangibles, c'est-à-dire par des champs de blé établis dans toutes les conditions qui assurent le succès. Le gouvernement de la République a imprimé une impulsion considérable au progrès agricole par la réorganisation de l'enseignement, le développement des Stations agronomiques et expérimentales, la création de chaires départementales, l'organisation de champs de démonstration, etc. Nul doute qu'une très grande part du progrès marqué dans le rendement du sol ne revienne à l'impulsion donnée par cet ensemble de mesures et d'institutions concourant simultanément à la vulgarisation des connaissances scientifiques et techniques, qui sont la base primordiale de tout progrès agricole.

Que les pouvoirs publics continuent à regarder comme la dépense la plus productive celle qui permet de vulgariser les connaissances agricoles et de les faire pénétrer jusqu'au cœur du dernier de nos hameaux, et les prévisions de M. E. Tisserand seront

largement dépassées à la fin de la prochaine période décennale.

Que sont les quelques millions dépensés par l'État dans cette direction, comparativement au résultat que cette dépense permettrait d'atteindre? Rien ou presque rien! L'augmentation dans le rendement moyen d'un hectolitre de blé à l'hectare représente pour l'agriculture française *140 millions de francs*. Le rendement de la France passant de 15 à 20 hectolitres, c'est *700 millions* de francs dont s'accroîtrait le revenu agricole de la France! Quel sacrifice ne doit pas s'imposer le budget national pour arriver à un pareil résultat!

## XVII

### LE PROGRÈS AGRICOLE ET LES TARIFS DE DOUANE

L'accroissement des rendements du sol et les tarifs douaniers.  
— Culture intensive de la pomme de terre. — Récoltes de l'école Mathieu de Dombasle. — La propagande de la variété Richter's imperator. — Le mouvement imprimé à cette culture par les travaux de M. Aimé Girard.

Nous venons de montrer, à propos des résultats de la dernière récolte de blé, à côté du progrès accompli depuis dix ans, le progrès bien plus notable encore qu'on peut attendre, pour la fin de la période décennale actuelle, de la vulgarisation de l'emploi des engrais commerciaux, devenus les auxiliaires indispensables du fumier de ferme, dont la quantité disponible est absolument insuffisante pour conduire à un accroissement de rendement du sol français.

Les cultures expérimentales de l'école de Tomblaine ont, comme les années précédentes, servi de base à cette démonstration. Le directeur de cette école a récolté, sur 6 hectares de terre médiocre, 24 q. mét. 18, soit 32 hectol. 68 de froment à l'hectare, et certaines parcelles, consacrées aux expériences sur l'action des phosphates, nous ont donné

jusqu'à 36 q. mét. 2, soit plus de 47 hectolitres de grains à l'hectare, tandis que le rendement moyen du département de Meurthe-et-Moselle n'a pas atteint 12 quintaux métriques.

Chaque année, la récolte des terres convenablement fumées et traitées, tant à l'école de Tomblaine que sur de très nombreux points de la France, où des cultivateurs intelligents appliquent les bonnes méthodes de culture et de fumure que nous nous efforçons de propager, chaque année, dis-je, m'apporte la confirmation complète de deux vérités devenues pour moi des axiomes : 1° la certitude que, dans presque tous les sols de notre territoire, le rendement peut, à coup sûr, être économiquement augmenté dans une très notable proportion, avec grand bénéfice net pour le cultivateur ; 2° qu'aucune protection douanière n'équivaudra jamais, pour le producteur, au profit en argent qu'il peut demander à l'emploi judicieux des matières fertilisantes et aux bonnes méthodes culturales. Quel que soit le sort réservé par le Parlement aux tarifs réclamés par les agriculteurs et qui sont soumis aux délibérations des Chambres, la vérité fondamentale que je voudrais faire pénétrer dans l'esprit de tous nos cultivateurs, c'est qu'ils ont, d'ores et déjà, entre les mains, le moyen le plus sûr, sans attendre les résultats de l'application de tarifs douaniers, d'augmenter leurs profits. Ce moyen consiste à diminuer le prix de revient des produits récoltés dans leurs champs, par l'accroissement du rendement de ces derniers. Pour bien des années encore, c'est-à-dire jusqu'au jour où la France sera arrivée à obtenir de son sol la totalité du pain et de la viande nécessaires à une alimentation abon-

dante de sa population, cette vérité demeurera indiscutable. Si, en augmentant de moitié, en doublant ou triplant les rendements de certaines récoltes, comme j'en donnerai tout à l'heure des exemples, nous arrivons à diminuer dans une proportion presque parallèle les prix de revient des aliments de l'homme et des animaux et celui de certains produits agricoles nécessaires à l'industrie, nous aurons réalisé un bien autre progrès, économiquement et financièrement parlant, que celui qui pourrait résulter du relèvement des prix, aléatoire et toujours minime, qu'il est raisonnablement possible de demander à des droits à l'entrée.

Tout en suivant avec un grand intérêt l'étude à laquelle le Parlement va soumettre cette arme à deux tranchants qui s'appelle les tarifs douaniers, arme qu'un usage excessif ou maladroit peut retourner contre nous, par voie de représailles ou de simple réciprocité, attachons-nous donc au point capital, indépendant, de son essence, de toutes les combinaisons économiques : *l'accroissement de la production du sol dont l'abaissement du prix de revient est la conséquence nécessaire....* Je l'ai bien des fois dit et écrit, parce que c'est ma conviction intime, le libre-échange pas plus que la protection ne sauraient être considérés comme des dogmes qu'on doive admettre ou rejeter sans tenir compte des milieux, des aspirations des populations, etc. Il peut y avoir des avantages passagers, parfois des nécessités, politiques ou autres, à apporter des restrictions à la liberté des échanges, mais ce dont il importe de convaincre le producteur, c'est qu'il s'agit tout au plus de palliatifs à des crises momentanées, et, en aucune façon, de



progrès réel, durable, devant, par la seule vertu d'un tarif douanier, amener l'aisance ou la richesse dans nos exploitations rurales.

C'est l'accroissement économique des rendements en blé, en denrées alimentaires de toute nature, en bétail, sur une surface donnée de terrain, qui seul peut enrichir réellement et d'une façon permanente l'agriculteur français.

Arrivons à faire que nous puissions, grâce à la production indigène à bon marché du blé, de la viande, etc., nous suffire à nous-mêmes, et l'aisance pénétrera chez nos producteurs. En tout cas, ne perdons pas de vue que, loin de nous dispenser d'efforts constants et de plus en plus énergiques, pour tirer économiquement du sol, le maximum de produits qu'il peut fournir. les mesures douanières réclamées, d'une façon plus ou moins consciente par la majorité des cultivateurs, doivent avoir pour effet non d'endormir notre activité dans une quiétude dangereuse, mais seulement d'allonger le délai dans lequel nous devons arriver à cette production maxima.

Que les tarifs douaniers, relevant le courage abattu par la période de mauvaises récoltes que nous avons traversée, il y a cinq ou six ans, soient envisagés à ce point de vue, qu'ils servent à enrayer, le cas échéant, la baisse de certains produits agricoles, soit; mais que les cultivateurs se gardent de les considérer comme une panacée contre les maux dont ils se plaignent, qu'ils s'attachent à accroître leurs rendements : là est le vrai remède, là est le salut de l'agriculture du vieux continent.

Les réflexions qui précèdent se présentent sous ma plume à propos des rendements obtenus cette année,

à Tomblaine, dans la culture des pommes de terre et des betteraves fourragères, et des résultats généraux de la campagne si féconde que mène, avec tant d'intelligence et de zèle, M. Aimé Girard, professeur à l'Institut agronomique, en vue de la substitution en France de la pomme de terre Richter aux variétés généralement cultivées en France, et qui sont de valeur prolifique et de qualité très inférieures à celles de cette dernière. Les premières expériences de M. Aimé Girard, que nous avons fait connaître dans un chapitre précédent <sup>1</sup>, ont reçu dans le monde agricole l'accueil qu'elles méritent : un mouvement des plus accentués s'est produit en faveur de la variété préconisée par le savant professeur de l'Institut agronomique. Ce mouvement se propage chez les cultivateurs de toutes les régions de la France, à la disposition desquels M. A. Girard s'est libéralement mis pour leur fournir, avec la semence récoltée dans les champs d'expériences de Joinville-le-Pont, toutes les données nécessaires à la réussite des cultures.

Les résultats obtenus cette année à l'école Mathieu de Dombasle, rapprochés des quelques indications que M. A. Girard m'a données, en attendant la publication du relevé général des essais faits, à son instigation, par plusieurs centaines d'expérimentateurs en 1890, vont me servir à montrer une fois de plus, que la culture rationnelle des pommes de terre et des betteraves fourragères conduit, comme celle des céréales, à des rendements doubles, triples et même quintuples de ceux dont la culture ordinaire est obligée de se contenter.

1. Voir chapitre XI, p. 429 et suiv.

Nous trouverons en outre, dans les discussions des résultats des cultures expérimentales de Tomblaine, matière à des enseignements importants sur plusieurs points fondamentaux relatifs aux conditions de fertilité de la terre arable.

Les plantes sarclées : pommes de terre, betteraves fourragères et betteraves à sucre, ont occupé dans l'exploitation de l'école Dombasle, en 1890, une superficie totale de 6 hectares 60 ares, répartie comme suit, d'après la nature de la plante et l'objet spécial des expériences :

|  | Hect. | Ares. | Cent. |
|--|-------|-------|-------|
| Pommes de terre (en grande culture)..    | 2     | 40    | »     |
| Pommes de terre (culture de variétés).   | »     | 41    | »     |
| Betteraves fourragères (grande culture). | 3     | »     | »     |
| — (culture de variétés).....             | »     | 6     | »     |
| — (cases de végétation).....             | »     | 1     | 25    |
| — à sucre (grande culture).....          |       | 94    | »     |
| — (cases de végétation).. .....          |       | 1     | 25    |
| — (culture de variétés).....             |       | 6     |       |
| Total .....                              | 6     | 59    | 50    |

Soit près de 7 hectares, surface plus que suffisante pour permettre de tirer de ces essais des conclusions susceptibles de généralisation.

Nous examinerons successivement la culture de la pomme de terre et celle de la betterave, en rapprochant, pour la première de ces plantes, les résultats obtenus à Tomblaine de ceux des essais provoqués par M. A. Girard dans les diverses régions de la France. Rappelons d'abord que le rendement moyen de la pomme de terre varie, en France, entre 7 500 et 8 300 kilos à l'hectare, suivant les années, et notons que cette culture, qui a pris tant d'extension en surface, a fait très peu de progrès sous le rapport du rendement.

D'après la *Statistique* de M. E. Tisserand, le rendement moyen était, à l'hectare :

|              |              |
|--------------|--------------|
| En 1840..... | 7.500 kilos. |
| En 1862..... | 8.300 —      |
| En 1882..... | 7.500 —      |

En Meurthe-et-Moselle, il est de 8 000 kilos environ. Ce terme de comparaison nous permettra tout à l'heure d'intéressants rapprochements.

La pièce de terre plantée, en 1890, en pommes de terre, à l'école de Tomblaine, mesurait 2 hect. 40. Elle avait porté de l'avoine l'an dernier. Acquisée par l'école Dombasle en 1889, elle n'avait pas reçu de fumure depuis trois ans. Le sol léger est presque entièrement dépourvu de calcaire. M. H. Thiry l'a amendé et fumé de la façon suivante, en vue de la plantation de pommes de terre, à l'hectare :

|  |              |
|--|--------------|
| Chaux maigre (fonds de fours à chaux)..... | 5.590 kilos. |
| Boues de ville.....                        | 55.900 —     |
| Scories de déphosphoration.....            | 1.500 —      |
| Nitrate de soude.....                      | 400 —        |

L'analyse des boues de ville de Nancy et celle des scories et du nitrate, faites dans mon laboratoire, m'ont servi à calculer les quantités d'azote, d'acide phosphorique et de potasse contenues dans cette fumure. J'ai trouvé que le sol a reçu les quantités suivantes de chacun de ces principes fertilisants (par hectare) :

|                            | Azote.             | Ac. phosph. | Potasse. |
|----------------------------|--------------------|-------------|----------|
|                            | Kil.               | Kil.        | Kil.     |
| Dans les boues de ville... | 279.5 <sup>1</sup> | 139.7       | 587      |
| Dans les scories.....      |                    | 134.0       | »        |
| Dans le nitrate.....       | 62.4               | »           | »        |
| Totaux.....                | 341.9              | 273.7       | 587      |

1. Entièrement à l'état d'azote organique.

Afin de décider si ces doses considérables d'azote organique, d'acide phosphorique et de potasse pouvaient être avantageusement augmentées, M. Thiry a répandu, en outre, sur treize des sillons de la pièce, qui en comptait quinze, des phosphates du Cambrésis, de la Somme, du superphosphate, du phosphate précipité et des scories riches à 17 pour 100, à raison de 50 kilogrammes de chacun de ces engrais, par sillon. Une surface égale à celle de chacun des sillons phosphatés fut laissée, comme témoin, sans nouvelle addition de phosphate. Les six premiers sillons de la pièce reçurent, en outre, 200 kilogrammes de chlorure de potassium (à l'hectare).

Les variétés de pommes de terre plantées furent : *Magnum Bonum*, *Wormlington Sidley* et *Richter's imperator*.

La récolte totale s'est élevée, pour chacune de ces variétés, aux chiffres suivants :

|                       |                                      |
|-----------------------|--------------------------------------|
| Magnum Bonum.....     | 21.510 kil. à 14,1 p. 100 de fécule. |
| Wormlington Sidley.   | 28.650 — à 17,1 —                    |
| Richter's imperator.. | 29.817 — à 17,7 —                    |

Comme il y avait lieu de s'y attendre, l'addition de phosphate et de potasse, à la fumure déjà si riche en ces substances, d'après ce que nous avons dit plus haut, ne devait pas élever beaucoup les rendements. Cependant, certaines parcelles phosphatées ont donné une plus-value de rendement encore appréciable. Les scories ont fourni (avec la Richter) 31 600 kilogrammes à l'hectare et 31 300 avec le phosphate précipité.

Deux faits importants se dégagent des résultats que je viens de rapporter sommairement : 1° dans des terres médiocres, mais amendées par la chaux et lar-

gement fumées, le rendement à l'hectare a été, de deux fois et demi à près de quatre fois, supérieur au rendement moyen de la région; 2<sup>o</sup> l'influence prépondérante de cet accroissement de rendement, après la fumure, est le choix de la semence, puisque, dans des conditions identiques de fumure, la Richter's imperator a fourni jusqu'à 31 600 kilogrammes à l'hectare, tandis que le Magnum Bonum n'en donnait que 21 500 kilogrammes, soit les deux tiers seulement.

Pour la pomme de terre, comme pour les céréales, il est donc facile de doubler et tripler le rendement par l'emploi d'une semence de choix dans un sol naturellement médiocre, mais bien amendé et fumé.

J'ajouterai tout de suite que, dans tout l'est de la France, les pluies ont beaucoup nui en 1890 à la récolte de pommes de terre. Les rendements en Richter's imperator obtenus à Tomblaine les années précédentes ont été très supérieurs à ceux de la dernière campagne.

De l'ensemble des documents que M. A. Girard a reçus des nombreux cultivateurs qui ont expérimenté cette année, en suivant ses indications, la culture de la Richter's imperator, se dégageront des renseignements précieux dont l'agriculture et l'industrie tireront grand profit. En attendant leur publication, je puis, d'après la communication verbale que M. A. Girard a bien voulu me faire, indiquer, à grands traits, les extrêmes des rendements obtenus en 1890, suivant les régions agricoles de France.

Laissant de côté les rendements vraiment extraordinaires obtenus dans des terres maraichères, rendements qui ont atteint 52 000, 54 000 et jusqu'à 73 000

kilogrammes à l'hectare, on peut grouper les écarts de rendement des sols moyens, convenablement fumés, dans les limites suivantes :

|                        |                        |
|------------------------|------------------------|
| Région de l'Ouest..... | 36.000 à 45.000 kilos. |
| Région du Centre.....  | 34.000 à 45.000 —      |
| Région du Nord.....    | 31.000 à 42.000 —      |
| Région de l'Est.....   | 26.000 à 34.000 —      |
| Région du Sud.....     | 10.000 à 20.000 —      |

Les pluies et les maladies (phytospora) dans l'Est, la sécheresse extrême dans le Sud, ont abaissé très notablement les rendements dans ces deux régions. Mais cela n'empêche pas que le rendement minimum (10 000 kilogrammes) a encore été d'un cinquième supérieur au rendement moyen de la France et de l'Allemagne (8 000 kilogrammes), tandis que les maxima ont atteint, en grande culture, près de six fois le rendement moyen (45 000 kilogrammes) et, dans des terres de jardin, égalé plus de neuf fois (73 000 kilogrammes) ce même rendement. Ces quelques rapprochements suffisent pour mettre en relief le service considérable dont la France agricole est redevable à M. A. Girard pour la propagation dans la grande culture de la variété de pomme de terre Richter's imperator.

Les hauts rendements obtenus économiquement : tout l'avenir est là, et l'agriculture française est certainement dans la bonne voie en s'appuyant sur l'expérimentation scientifique.

## XVIII

### L'ÉPUISEMENT DU SOL FRANÇAIS ET LA RESTITUTION PAR LES ENGRAIS DU COMMERCE

Quantités d'azote, d'acide phosphorique et de potasse exportées chaque année par les récoltes. — Statistique de la consommation des engrais commerciaux dans le monde. — Faible consommation de la France. — Les engrais commerciaux doivent entrer en franchise de droits.

Le rapport suivant que j'ai eu l'honneur de présenter au Conseil supérieur de l'agriculture au nom de la première sous-commission, rapport dont les conclusions ont été adoptées à l'unanimité, renferme quelques indications sur la consommation et la production des engrais minéraux, qui me paraissent un complément utile des chapitres consacrés à la fumure du sol.

En voici le texte :

« Messieurs,

« Vous avez renvoyé à votre première sous-commission les questions relatives aux engrais. Deux points, en particulier, étaient soumis à son examen :

« 1° Y a-t-il lieu d'établir des droits, à l'entrée, sur



les engrais dits chimiques? et, dans le cas de l'affirmative, quelle serait la quotité de ces droits?

« 2° Doit-on frapper d'un droit de sortie, à l'exportation, les phosphates naturels français?

« Votre sous-commission a été unanime, après discussion, pour répondre négativement à ces deux questions : elle m'a fait l'honneur de me charger de résumer ses délibérations et de vous exposer les motifs qui l'ont déterminée à prendre cette double décision.

« Le facteur prédominant des récoltes est, à coup sûr, toutes choses égales d'ailleurs, l'engrais que reçoit le sol. A quel degré, dans l'état actuel de l'agriculture française, a lieu la restitution, par la fumure naturelle, des matériaux enlevés annuellement par les récoltes? Quelles sont les ressources principales auxquelles peut s'adresser le cultivateur pour effectuer cette restitution et pour accroître la fécondité de ses champs? Tels sont les deux points fondamentaux à examiner, avant d'aborder les questions relatives au régime douanier, en ce qui regarde les engrais.

« Trois substances constituent, à elles seules, presque tous les engrais du commerce; ce sont : le phosphate de chaux, l'azote à divers états et les sels de potasse, les autres matériaux nécessaires au développement des plantes étant, presque sans exception, fournis gratuitement à ces dernières par l'atmosphère et par le sol. L'expérience a montré que l'acide phosphorique et l'azote ont, pour le cultivateur français, une importance beaucoup plus grande que la potasse, cette base se rencontrant en quantité insuffisante dans nos terres, seulement dans des cas assez restreints (craie, sables purs ou tourbe).

« La première chose à constater est le prélèvement annuel des récoltes en acide phosphorique, en azote et en potasse.

« Si complexe que puisse paraître la solution de la question ainsi posée, il est possible d'y trouver une réponse dans la comparaison de quelques chiffres que je demande au Conseil la permission de faire passer rapidement sous ses yeux.

« Le travail si précieux et si bien ordonné que nous devons à M. E. Tisserand sur la statistique agricole de la France servira de point de départ à l'établissement de ces chiffres.

« La surface cultivée de la France comprend, dans ses grandes lignes, une étendue de 24 262 500 hectares, ainsi répartis (vignes, pâturages et forêts non compris) :

|  | Hectares.  |
|--|------------|
| Céréales.....                                  | 14.772.000 |
| Pommes de terre et betteraves fourragères..... | 1.750.000  |
| Prairies naturelles et artificielles.....      | 7.304.000  |
| Plantes industrielles.....                     | 436.500    |
| Total.....                                     | 24.262.500 |

« Si l'on applique aux produits d'une bonne année moyenne les résultats fournis par l'analyse chimique de chacune des récoltes, et qu'on totalise les poids d'acide phosphorique, d'azote et de potasse qu'elles renferment, on trouve que les quantités des trois principes fertilisants par excellence s'élèvent respectivement, et *par an*, aux chiffres approximatifs suivants :

|                         | Tonnes métriques. |
|-------------------------|-------------------|
| Azote.....              | 600.000           |
| Acide phosphorique..... | 300.000           |
| Potasse.....            | 755.000           |

« En divisant chacun de ces nombres par celui des hectares en culture, le prélèvement, en chacun de ces principes, représenterait une moyenne, par hectare et par an, de :

|                          | Kilogrammes. |
|--------------------------|--------------|
| Azote .....              | 25,5         |
| Acide phosphorique ..... | 12,7         |
| Potasse.....             | 31,4         |

« Telle est, en grande moyenne, la quantité de principes fertilisants emportés chaque année par une récolte, sur un hectare.

« De quelles ressources dispose la culture française pour opérer cette restitution sans recourir aux engrais chimiques?

« Il est aisé de l'établir.

« L'enquête, magistralement résumée par M. E. Tisserand, a montré que la production totale du fumier de ferme s'élève annuellement en France à 84 millions de tonnes métriques.

« En appliquant, à ce poids, la composition moyenne du fumier frais, on trouve que les 84 millions de tonnes renferment, en nombres ronds :

|                         | Tonnes. |
|-------------------------|---------|
| Azote .....             | 327.600 |
| Acide phosphorique..... | 151.200 |
| Potasse.....            | 378.000 |

« En supposant, ce qui malheureusement est loin d'être, qu'aucune quantité de fumier ne reste inutilisée, et en admettant que la totalité de cet engrais retourne aux 24 millions d'hectares considérés, ce qui n'est point davantage exact (les vignes et les cultures maraîchères n'étant point comprises dans notre évaluation), il est facile de mesurer approxima-

tivement le déficit *minimum* subi annuellement par le sol français en azote, acide phosphorique et potasse :

|                         | Tonnes. |
|-------------------------|---------|
| Azote.....              | 272.400 |
| Acide phosphorique..... | 148.800 |
| Potasse.....            | 377.000 |

« Soit, par hectare moyen :

|                         |                     |
|-------------------------|---------------------|
| Azote.....              | 11 <sup>k</sup> ,23 |
| Acide phosphorique..... | 6 13                |
| Potasse.....            | 15 56               |

« La quantité de fumier produite annuellement en France est donc absolument insuffisante pour restituer aux sols en culture les principes enlevés par les récoltes, et cette insuffisance est d'environ 50 pour 100. Pour la combler, le cultivateur doit s'adresser aux engrais chimiques dont l'emploi seul lui permet de maintenir la fertilité de ses terres et, *a fortiori*, de l'augmenter.

« A quelles quantités d'engrais chimiques correspondent les tonnages d'azote, d'acide phosphorique et de potasse exportés chaque année de nos exploitations rurales par les récoltes? Les voici :

« *Azote.* — Les 272 400 tonnes manquantes représentent 1 756 000 tonnes de nitrate de soude ou 1 362 000 tonnes de sulfate d'ammoniaque.

« *Acide phosphorique.* — Les 148 800 tonnes manquantes représentent 1 240 000 tonnes de superphosphate à 12 pour 100, ou 676 000 tonnes de phosphate minéral à 22 pour 100 (48 pour 100 de phosphate pur).

« *Potasse.* — Les 377 000 tonnes correspondent à

754 000 tonnes de chlorure à 50 pour 100, ou à 2 217 000 tonnes de kaïnite (sulfate double de potasse et de magnésie à 17 pour 100 de potasse).

« Tels sont les chiffres énormes d'engrais chimiques ou d'engrais minéraux naturels nécessaires pour combler le vide laissé par l'insuffisance du fumier de ferme dans l'entretien de nos terres.

« Où le cultivateur peut-il se les procurer ?

« Pour l'azote, la source la plus abondante et la plus économique est incontestablement le nitrate de soude, dont l'extraction annuelle ne suffirait pas, à beaucoup près, aux besoins de la seule agriculture française, si celle-ci lui demandait de couvrir son déficit en azote <sup>1</sup>.

« Le Chili et le Pérou sont les seuls pays producteurs de nitrate, sur une échelle considérable.

« Le sulfate d'ammoniaque, dont la production indigène est tout à fait insuffisante, nous vient principalement d'Angleterre (crud ammoniac, ammoniac sulfat) <sup>2</sup>.

« Les sels de potasse (notamment le chlorure et la kaïnite) nous sont fournis par l'Allemagne, l'industrie

1. L'extraction annuelle du nitrate de soude monte à 800 000 tonnes métriques environ.

2. On peut évaluer la production totale, en Europe, du sulfate d'ammoniaque aux chiffres suivants :

|                            | Tonnes. |
|----------------------------|---------|
| Angleterre .....           | 132.000 |
| France .....               | 20.000  |
| Belgique .....             | 5.000   |
| Allemagne .....            | 15.000  |
| Autres pays d'Europe ..... | 15.000  |

Total . . . . . 187.000

française ne pouvant pas suffire à la consommation de ces sels, si restreinte encore qu'elle soit <sup>1</sup>.

« Restent les phosphates. De nombreux et importants gisements de phosphates naturels existent dans beaucoup de régions de la France. Malheureusement, grâce à l'ignorance et à l'insouciance d'un trop grand nombre de cultivateurs, une proportion énorme (75 pour 100 des phosphates riches extraits dans la Somme, par exemple) des quantités de phosphates extraits du sol français est achetée par la Belgique ou l'Angleterre et nous revient, en partie, sous forme de superphosphate.

« D'après le document qui nous a été transmis par la Chambre syndicale de la grande industrie chimique, la production totale de la France en engrais manufacturés (dont les trois quarts au moins sont des superphosphates) serait évaluée comme suit, pour 1889 :

|                                      | Tonnes. |
|--------------------------------------|---------|
| Production totale de la France ..... | 250.000 |
| Importation .....                    | 167.000 |
| Total.....                           | 417.000 |
| Exportation à déduire.....           | 98.000  |
| Différence.....                      | 319.000 |

1. D'après le relevé officiel du syndicat des ventes de Stassfurt, l'exportation des sels de potasse de ces mines s'est élevée, en 1889, aux chiffres suivants :

|                                      | Tonnes. |
|--------------------------------------|---------|
| Chlorure de potassium.....           | 123.748 |
| Sulfate de potasse.....              | 6.221   |
| Sulfate de potasse et de magnésie... | 9.886   |
| Sels divers de potasse pour engrais. | 2.238   |
| Kiésérite en roches .....            | 31.824  |

La France a reçu de Stassfurt, en 1889, 10 700 tonnes de chlorure de potassium. L'agriculture allemande seule a consommé, dans la même année, 200 000 tonnes de kainite.

« Soit le quart, à peine, de la quantité de superphosphate qui serait nécessaire à la fertilisation de la France. (Voir le nota de la page 262.)

« Les scories de déphosphoration de la fonte, engrais phosphaté de premier ordre, représentent une production annuelle pour l'Europe de 700 000 tonnes environ, dont les neuf dixièmes sont produits en Allemagne, Autriche, Luxembourg et Angleterre <sup>1</sup>.

« En résumé, la France ne produit pas, à beaucoup près, les quantités d'engrais chimiques nécessaires à sa consommation, tout à fait hors de proportion avec ce qu'elle devrait être, consommation qu'on ne saurait trop chercher à développer.

« Votre première sous-commission a été unanime à

1. La production des scories phosphatées s'est élevée, pour l'Allemagne seule, en 1889, à 430 000 tonnes.

En 1889, l'Europe a produit 274 552 tonnes d'acier basique (procédé Thomas-Gilchrist). La proportion des scories phosphatées à l'acier produit est presque rigoureusement égale à 30 pour 100 du poids du métal. La quantité de scories produites en 1889 a donc dépassé 750 000 tonnes.

Voici, d'ailleurs, par pays, la répartition de la production de l'acier Gilchrist pour l'année dernière, avec l'indication des quantités correspondantes de scories phosphatées.

|                            | EN TONNES MÉTRIQUES |          |
|----------------------------|---------------------|----------|
|                            | Acier.              | Scories. |
| Allemagne .....            | 1.481.642           | 493.527  |
| Luxembourg .....           |                     |          |
| Autriche .....             |                     |          |
| Angleterre .....           | 493.919             | 164.636  |
| France .....               | 222.392             | 74.130   |
| Belgique et autres pays... | 76.599              | 25.533   |
| Totaux.....                | 2.274.552           | 757.826  |

L'Allemagne et l'Angleterre ont, à elles seules, consommé pour la fumure des terres, près des deux tiers des scories phosphatées produites en 1889.

repousser un droit quelconque sur les engrais chimiques ou sur les matières premières destinées à leur fabrication. Elle a pensé que ce serait aller à l'encontre du but que poursuit le Conseil, dont les préoccupations tendent à aider au relèvement de la première de nos industries. Si elle avait un vœu à exprimer dans cette direction, elle demanderait une réduction dans les frais de transport, par voie ferrée, des engrais et matières premières de leur fabrication.

« Tout en déplorant l'exportation croissante des phosphates naturels, dont on ne saurait rendre responsables les propriétaires et exploitants des gisements français, qui n'en trouvent pas le débit dans nos exploitations agricoles, votre sous-commission s'est prononcée unanimement contre l'établissement d'un droit à la sortie, peu en accord avec la liberté qu'elle réclame pour le commerce des engrais.

« Bien que les raisons invoquées dans la note de la Chambre syndicale de la grande industrie chimique n'aient pas paru de nature à modifier la décision de votre première sous-commission, concernant le rejet d'un droit à l'entrée sur les engrais fabriqués, elle doit vous les faire connaître sommairement.

« La Chambre syndicale commence par constater que « le commerce des engrais est très prospère, tant à « l'intérieur qu'à l'exportation, par suite de l'augmen-  
« tation constante et progressive de la consomma-  
« tion ». Puis elle ajoute : « L'industrie de la fabrication  
« des engrais traverse, au contraire, depuis trois ans,  
« une crise très pénible amenée par la nécessité d'ac-  
« croître constamment son outillage pour faire face  
« aux besoins croissants de la consommation, coin-  
« cidant, dit-elle, avec l'impossibilité d'obtenir des



« prix rémunérateurs à cause de l'introduction des produits étrangers, recherchés par les syndicats agricoles pour leur bas prix ».

« Finalement, elle demande un droit de 0 fr. 50 par 100 kilogrammes d'acide sulfurique et un droit uniforme de 1 franc par 100 kilogrammes sur tous les engrais manufacturés, « tant sur les superphosphates que sur les produits plus ou moins complexes dont ils peuvent ou non faire partie ».

« Sans nous arrêter à cet aveu d'un fait au moins anormal (une industrie travaillant à des prix qui ont cessé d'être rémunérateurs et qui cependant augmente chaque jour son matériel pour suffire aux demandes de la consommation), votre première sous-commission persiste dans son refus de proposer un droit à l'entrée sur les engrais.

« Pourquoi d'ailleurs exempter le sulfate d'ammoniaque, comme le demande la Chambre syndicale elle-même, alors que le superphosphate et l'acide sulfurique se verraient imposés? Comment refuser aux producteurs français de sulfate d'ammoniaque la protection douanière qu'on accorderait aux intermédiaires qui l'emploient et le vendent?

« Pourquoi laisser entrer en franchise, conformément encore au vœu de la Chambre syndicale, les sels de potasse d'Allemagne qui font concurrence aux salins du Nord et aux produits des marais salants du Midi, si l'on taxe à l'entrée les superphosphates et les mélanges divers d'engrais?

« De semblables anomalies ne manqueraient pas de soulever de vives réclamations de la part des intéressés. Elles auraient, en outre, pour résultat, d'élever le prix des engrais.

« Votre première sous-commission avait d'ailleurs à s'occuper uniquement des intérêts de l'agriculture, et non à discuter la situation des fabricants d'acide sulfurique qu'il appartient au Conseil supérieur de l'industrie d'examiner. Aussi a-t-elle pensé que les observations de la Chambre syndicale de l'industrie chimique ne pouvaient en rien modifier son opinion,

« Faire, dans la mesure qui lui appartient, que les matières fertilisantes soient mises au meilleur marché à la disposition des cultivateurs; aider, par tous les moyens possibles, à la propagation des engrais chimiques, dont l'emploi peut seul permettre l'accroissement notable des rendements du sol, tel nous a semblé devoir être le véritable rôle du Conseil supérieur, défenseur des intérêts de l'agriculture.

« En conséquence, la première sous-commission a l'honneur de vous proposer :

« 1<sup>o</sup> L'entrée en franchise des matières fertilisantes brutes ou manufacturées <sup>1</sup>;

« 2<sup>o</sup> La libre sortie des mêmes matières. »

NOTA. — Nous avons dit plus haut, d'après la note présentée par la Chambre syndicale de la grande industrie chimique, que l'importation des engrais chimiques se serait élevée à 167 000 tonnes en 1889. Depuis la lecture de ce rapport au Conseil supérieur de l'agriculture, nous avons reçu communication du rapport de M. A. Girard au Conseil des douanes (2<sup>e</sup> section). Il nous paraît utile de faire connaître la partie de ce travail relative au chiffre

1. Je ferai d'ailleurs remarquer que toutes les matières fertilisantes dont il s'agit ont été plus ou moins manufacturées. L'extraction du phosphates du sol, leur broyage, tamisage, en constituent autant d'opérations comparables au traitement par l'acide sulfurique des phosphates naturels, par exemple.  
— L. G.

réel de l'importation des superphosphates. M. Aimé Girard s'exprime comme suit :

« La fabrication française des produits chimiques d'une part, d'une autre la fabrication anglaise, et surtout la fabrication belge, concourent toutes trois à l'approvisionnement du marché français en superphosphates.

« En 1887 et 1888, l'importation de ces produits et des analogues (phospho-guanos, etc.) s'était élevée à 87 636 et 87 666 tonnes; en 1889, elle a atteint le chiffre de 127 781 tonnes; ce chiffre est important à signaler; récemment, en effet, un rapport a été publié par un manufacturier, d'une grande compétence pourtant, qui, appliquant à l'importation des superphosphates le chiffre total des engrais autres en général, et sans faire le décompte des fumiers, terreaux, déchets de laine, etc., que cette rubrique enveloppe, a indûment porté le chiffre de l'importation des engrais chimiques à 167 000 tonnes.

« A l'augmentation de 40 000 tonnes environ que le chiffre réel de 127 781 tonnes indique en faveur de 1889 vient s'ajouter, d'autre part, une augmentation au moins égale, sinon supérieure, dans la quantité de produits analogues fabriqués en France; c'est, en effet, non pas à 250 000 tonnes comme on a cru pouvoir, récemment, le déduire de renseignements incomplets, mais à 400 000 tonnes environ que s'élève actuellement en France la fabrication des superphosphates et des produits analogues.

« On le peut établir à l'aide de chiffres exacts.

« La fabrication française de produits chimiques a, en 1889, brûlé environ 235 000 tonnes de pyrites, dont 39 594 d'importation étrangère.

« D'autre part, on peut, des quantités de sel consommées par celles de nos usines qui suivent encore le procédé de Le Blanc, conclure que, sur cette masse de pyrites, 65 000 tonnes ont été utilisées pour la fabrication de la soude.

« En dehors de cette fabrication, 80 000 tonnes peuvent être attribuées à la fabrication de l'acide sulfurique destiné aux besoins des arts ou à l'exportation.

« De telle sorte qu'en fin de compte 90 000 tonnes sont restées disponibles pour la production de l'acide sulfu-

rique destiné à la transformation des phosphates naturels en superphosphates.

« Or, en moyenne, on compte qu'une tonne de pyrites rendant un peu plus d'une tonne d'acide sulfurique à 66 degrés Baumé fournit, en réagissant sur les phosphates naturels, quatre tonnes de superphosphate au moins.

D'où, pour la fabrication nationale, un chiffre de 400 000 tonnes de superphosphates ou analogues.

« Si, à ces 400 000 tonnes, on ajoute les 127 000 tonnes d'importation, c'est au chiffre de 527 000 tonnes qu'on voit s'élever le poids des superphosphates qui, en 1889, se sont présentés sur le marché français.

« L'exportation, d'ailleurs, n'a pas sensiblement diminué l'importance de ce chiffre ; c'est, en effet, à 15 000 tonnes seulement que cette exportation paraît s'être élevée en 1889.

« D'où résulte que la masse de superphosphates offerte à nos cultivateurs s'est élevée, pour la dernière campagne, à 512 000 tonnes environ. »

## XIX

### L'INDUSTRIE DES ENGRAIS ET LA RÉPRESSION DES FRAUDES

Progrès dans l'industrie et le commerce des engrais. — Une nouvelle forme de la fraude dans le commerce des matières fertilisantes — La loi du 4 février 1888 et les syndicats agricoles.

L'influence prépondérante d'une bonne fumure sur les rendements du sol est suffisamment démontrée, je l'espère, par les nombreux exemples que j'ai eu l'occasion d'invoquer dans le cours de ces Études. Aucun de ceux qui me font l'honneur de suivre la campagne que je poursuis en vue de faire pénétrer, dans l'esprit des cultivateurs, la nécessité d'accroître la fertilité de leurs terres par l'apport de fumures complémentaires, n'ignore que la production des engrais de la ferme est tout à fait insuffisante, dans la plupart des cas, pour obtenir de grosses récoltes. Le rôle indispensable des matières fertilisantes, autres que le fumier d'étable, dans l'agriculture moderne, a été surabondamment établi par l'ensemble des spécimens de récolte et par les données qui les accompagnaient, dans les galeries de la der-

nière Exposition universelle. Tous les efforts doivent donc tendre aujourd'hui à généraliser l'emploi des engrais commerciaux et à convaincre les cultivateurs de l'intérêt de premier ordre qu'ils ont à y recourir.

Deux lois essentiellement protectrices de l'agriculture, dans le sens étroit du mot, ont marqué la dernière législature : la loi du 21 mars 1884, sur les syndicats professionnels, et celle du 4 février 1888, concernant la répression des fraudes dans le commerce des engrais. Toutes deux concourent directement à affranchir les agriculteurs et surtout les petits cultivateurs, les plus nombreux et les plus intéressants, des exactions auxquelles ils étaient jusqu'ici exposés par les agissements de certains négociants éhontés. Le facteur prédominant de l'accroissement des rendements résidant dans l'apport au sol des matières fertilisantes et l'insuffisance des quantités de fumier de ferme dont l'agriculture dispose étant incontestable, le commerce des engrais industriels a pris dans les transactions agricoles une place considérable dont l'importance ira croissant. L'Exposition universelle de 1889 a révélé, dans cette branche de l'industrie agricole, des progrès tout aussi remarquables et de même ordre que ceux dont les cultivateurs nous ont rendus témoins. Autrefois, à part un nombre très restreint d'exceptions, les matières fertilisantes envoyées dans les expositions y figuraient sous des noms pompeux que n'accompagnaient aucune indication sur la composition et sur la valeur réelle de ces substances. On peut dire, sans crainte d'être démenti par les gens compétents, que la fraude étalait alors ses produits dans nos concours régionaux, aux diverses expositions agricoles, cherchant à séduire

le cultivateur par l'annonce, sans aucune justification à l'appui, de rendements extraordinaires obtenus par quelques kilogrammes de poudres merveilleuses dont on se gardait bien de faire connaître la composition. L'audace des fraudeurs n'avait d'égale que la crédulité de certains acheteurs et le discrédit qui a frappé si longtemps les engrais industriels doit, pour une large part, être attribué à la tromperie dont le cultivateur a été tant de fois la dupe. On avait été conduit par cet état de choses à refuser de classer et de récompenser les engrais commerciaux dans la plupart des concours, les jurys n'ayant aucun moyen d'en apprécier la valeur et la richesse.

En 1889, au quai d'Orsay, la situation était tout autre. Le progrès scientifique et agricole, peut-être aussi les prescriptions de la loi de 1888 aidant, l'industrie des engrais était représentée par des expositions de produits de composition définie par l'analyse qui les accompagnait. Des indications précises sur l'origine des matières premières employées à la fabrication, sur la teneur des engrais garantis par le vendeur, en principes fertilisants, souvent même sur les résultats obtenus dans des exploitations rurales dont on faisait connaître le nom, permettaient aux agriculteurs une appréciation raisonnée de la valeur des produits exposés. Il a été facile de constater, à côté du développement considérable et des progrès de fabrication de l'industrie des engrais commerciaux, l'existence de nombreuses maisons offrant au cultivateur toutes les garanties d'honorabilité, de sécurité dans les transactions, de nature à lui inspirer une entière confiance dans les produits qui lui sont offerts. De ce côté donc, le pro-

blème est résolu, le consommateur n'a guère que l'embaras du choix pour l'achat des engrais.

Il est certain de pouvoir se procurer, à des prix basés sur la composition réelle des matières que lui offre le vendeur, les phosphates, les engrais azotés et les sels de potasse qu'exigent ses cultures. Mais ici se présente, pour beaucoup de cultivateurs, une difficulté résultant de la faiblesse des quantités dont ils ont besoin. L'achat direct aux usines devient presque impossible, en raison du prix élevé du transport depuis le lieu de production jusqu'à l'exploitation rurale. En attendant que les compagnies de chemins de fer appliquent aux engrais les tarifs réduits consentis par elles pour le transport du charbon de terre, par exemple, l'achat de petites quantités de matières fertilisantes à une distance considérable de leur centre d'extraction ou de fabrication est très onéreux. Heureusement l'application de la loi de 1884, sur l'organisation des syndicats, peut compenser, dans une mesure notable, la cherté des transports; les achats faits par wagons complets permettent aux syndicats agricoles d'obtenir des négociants une réduction très appréciable sur les prix de vente.

Il est d'autant plus urgent d'inciter les cultivateurs à la formation de syndicats, que, malgré la loi contre la fraude des engrais, malgré le développement si remarquable du commerce honnête que l'Exposition de 1889 a mis en relief, la bande noire qui exploite nos campagnes est loin d'avoir déposé les armes. En attendant que, mieux connue des intéressés, la loi du 4 février 1888 les protège efficacement contre les fraudeurs, nous ne nous laisserons pas de signaler les agissements éhontés de cette association de malfai-



teurs et de dévoiler les moyens que leur a suggérés la sévérité de la loi pour éviter de tomber sous son application. On ne saurait trop, dans l'intérêt de nos petits cultivateurs, mettre, comme l'on dit, les points sur les i et leur dévoiler les dangers qu'ils courent, alors qu'il leur serait si facile de les éviter.

L'article 3 de la loi du 4 février 1888 édicte les peines qu'encourent les vendeurs qui n'auront pas fait connaître, soit dans le contrat, soit dans le double de commission remis à l'acheteur au moment de la vente, soit dans la facture remise au moment de la livraison, la provenance naturelle ou accidentelle de l'engrais ou de l'amendement vendu et sa teneur en principes fertilisants. L'article 4 stipule que « la teneur en principes fertilisants sera exprimée par les poids d'azote, d'acide phosphorique et de potasse contenus dans 100 kilogrammes de marchandise facturée telle qu'elle est livrée, avec l'indication de la nature ou de l'état de combinaison de ces corps, suivant les prescriptions du règlement d'administration publique prévu par l'article 6 de la même loi ». Le législateur ajoute : « Toutefois, lorsque la vente aura été faite avec stipulation du règlement du prix d'après l'analyse à faire, sur un échantillon prélevé au moment de la livraison, l'indication préalable de la teneur exacte ne sera pas obligatoire, mais mention devra être faite du prix du kilogramme de l'azote, de l'acide phosphorique et de la potasse contenus dans l'engrais tel qu'il est livré, et de l'état de combinaison dans lequel se trouvent ces principes fertilisants ».

On serait tenté de croire que le cultivateur est désormais à l'abri de toute tromperie sur la valeur

des engrais que le commerce lui offre. Il n'en est rien ou, du moins, il faudrait, pour qu'il en fût ainsi, que le paysan renoncât à donner sa confiance aux fripons de plus en plus audacieux qui, parcourant nos campagnes à l'époque des cultures d'hiver et de printemps, ont trouvé dans la promulgation de la loi elle-même le point de départ de tromperies, plus éhontées encore que celles qui faisaient jusqu'ici leur fortune. La chose vaut la peine d'être expliquée.

J'ai déjà dit comment, en ce qui regarde la disproportion de la valeur de l'engrais avec son prix de vente, les fraudeurs se mettent habilement hors des atteintes de la loi. L'engrais le plus répandu par l'association de fripons, dont j'ai à maintes reprises signalé les agissements, est un mélange de substances inertes, terre, sable, etc., avec une petite quantité de sulfate d'ammoniaque ou de nitrate de soude additionnée de superphosphate ou de phosphate minéral. L'engrais, vendu sur garantie de titre, renferme 4 à 4 1/2 pour 100 d'azote, 9 à 10 pour 100 d'acide phosphorique et, quelquefois, 2 à 3 pour 100 de potasse. Vendu à sa valeur, d'après cette composition, il devrait être payé de 7 à 8 fr. les 100 kilogrammes *au maximum*. C'est entre 23 et 28 fr. les 100 kilogrammes, suivant la crédulité des dupes, qu'il est coté aux acheteurs. Ceux-ci, ignorant la valeur vénale des principes fertilisants, ayant accepté par écrit les conditions dolosives des commis voyageurs, n'ont aucun recours contre le vendeur, lorsqu'ils viennent à apprendre, par un homme du métier, le vol dont ils sont l'objet. On leur a promis un certain titre en matière fertilisante, pour un prix d'achat ferme; ce titre existe, aucun tribunal ne peut déclarer nul le marché.

Ce procédé de vente, si fructueux et si déloyal qu'il soit, a paru à certains négociants pouvoir être remplacé par une pratique infiniment plus lucrative encore et par suite beaucoup plus défavorable pour l'acheteur. La loi de 1888 n'a visé que les engrais; elle a omis les matières insecticides ou soi-disant telles; de là ce nouveau commerce dont une des nombreuses victimes s'est tout récemment adressée à moi, dans l'espoir qu'il me serait possible de la tirer des griffes de son vendeur, ce qui malheureusement ne peut se faire.

Au lieu de se contenter, comme ses confrères dont je viens de parler, de vendre 23 francs ou 28 francs le quintal d'un engrais valant au plus 8 francs, le vendeur en question débite sous le nom d'insecticide, en ajoutant *verbalement* pour tenter l'acheteur ignorant, que son produit est à la fois un engrais puissant, ce fraudeur, dis-je, débite une poudre inerte additionnée de goudron de houille. Le malheureux acheteur qui m'a consulté sait à peine signer son nom; plût au ciel qu'il n'eût même pas poussé son instruction jusque-là! Cela ne l'a pas empêché de contracter un marché en bonne forme de 5 000 kilogrammes d'insecticide à 29 francs les 100 kilogrammes, soit au total 1 450 francs, payables en une traite à date fixe. Comme ses émules, le vendeur avait déclaré à l'acheteur, pauvre diable de cabaretier de village, qu'il s'agissait d'un dépôt et non d'une vente à prix ferme, que le paiement s'effectuerait au fur et à mesure des ventes, etc., etc. Six mois se sont passés sans qu'un sac de cette substance inerte ait trouvé son placement. L'échéance est arrivée plus vite que la vente et finalement l'huissier s'en est mêlé. C'est

alors seulement que le cabaretier s'est adressé à moi, affolé par les menaces de l'huissier et me déclarant que l'obligation de payer la traite souscrite par lui entraînerait sa ruine. Malgré toute la compassion que m'inspirait la situation de ce malheureux, convaincu comme je le suis de la manœuvre dolosive, de l'absence totale de valeur de la poudre goudronnée, je n'ai pu que déconseiller le procès que le cabaretier voulait intenter. La vente a été consentie librement, l'engagement de payer à date fixe la somme de 1 450 francs ne comporte aucune restriction, il s'agit d'un marché ferme et non d'un dépôt; enfin, le vendeur n'a garanti aucune teneur en principes utiles, pas même en goudron. Dans ces conditions, aucun tribunal ne pourrait donner gain de cause à l'acheteur contre le vendeur. Un procès n'aurait d'autre résultat pour l'acquéreur que d'accroître son désastre en ajoutant à la somme qu'il doit payer les frais d'avocat et de justice. Au moins faut-il tâcher que l'exemple serve à préserver d'autres artisans ou cultivateurs de pareilles mésaventures.

Rien de plus simple que d'éviter semblables mécomptes. Les petits négociants, les ouvriers de nos campagnes, n'ont qu'à repousser impitoyablement, comme je les en adjure chaque fois que l'occasion s'en présente, les commis voyageurs en engrais industriels et autres drogues de mauvais aloi. Quant aux cultivateurs, après avoir fait de même, ils n'ont qu'à s'adresser au syndicat agricole de leur commune ou de leur canton <sup>1</sup>, certains qu'ils sont de recevoir, par

1. Au 1<sup>er</sup> janvier 1890, on comptait en France plus de 1 500 syndicats agricoles.

son intermédiaire, les engrais et les semences appropriés à leur sol et vendus dans des conditions de sécurité absolue pour eux.

Les syndicats agricoles achètent en gros, par adjudication ou à l'amiable, à des maisons d'une honorabilité certaine, les matières premières fertilisantes ou les engrais composés. Les achats portant sur des quantités considérables se font à des conditions de prix que ne saurait obtenir un cultivateur qui a besoin de quelques sacs d'engrais seulement. De plus, l'envoi au siège du syndicat s'effectue par wagon complet, c'est-à-dire dans des conditions économiques que l'association peut seule réaliser. Enfin, tous les engrais achetés sur titre, condition conforme à la loi de 1888 et que les syndicats imposent à leurs vendeurs, sont payés à leur valeur réelle.

Les cultivateurs auxquels la faible étendue de leur exploitation ne permet pas de s'adresser directement à une usine située loin d'eux ne peuvent donc mieux faire que de s'affilier au syndicat le plus proche; ils sont impardonnables de ne pas agir ainsi, car le jour où il sera entré dans les mœurs des paysans de recourir à l'association pour l'achat des matières fertilisantes, les fraudeurs disparaîtront, au grand profit de l'agriculture française. En attendant, il appartient aux propriétaires, aux fermiers et grands cultivateurs de chacune des communes de France de provoquer la création de syndicats, là où cette institution n'existe pas encore, de faire connaître par tous les moyens possibles de publicité l'existence des syndicats les plus voisins et de signaler énergiquement aux cultivateurs les dangers que font courir à leur bourse les agissements de la bande noire qui cause chaque

année tant de pertes à la petite culture et, ce qui est pis encore, jette un discrédit des plus regrettables sur les engrais commerciaux, agent indispensable aujourd'hui de l'accroissement des rendements de nos sols.

L. J. J. N.

Reverie. his  
marées br  
Mesures à p  
lignes.

An mome  
que menac  
par l'é

beaucoup de

he. surtout

Bill Mac Kint

il n'est pas

mes des pro

la prétenti

croissantes

des pouvoi

les substan

prime à n

mique, et

que nous

sur les me

## XX

### LES VIANDES DE CHICAGO L'ACTINOMYCOSE ET LA SANTÉ PUBLIQUE

Découverte, historique, caractères de cette maladie. — L'actinomyces bovis. — Les viandes de Chicago et le bill Edmunds. Mesures à prendre contre l'introduction des viandes infectieuses.

Au moment où la folie protectionniste de l'Amérique menace tout le commerce européen, non seulement par l'établissement de droits d'entrée qui, dans beaucoup de cas, équivaudront à la prohibition absolue, surtout à raison des formalités imposées par le bill Mac Kinley et par les prescriptions du bill Edmunds, il n'est pas sans intérêt d'examiner de près quelques-uns des produits que les États-Unis ont, en revanche, la prétention de nous envoyer en quantités toujours croissantes. Il importe surtout d'appeler l'attention des pouvoirs publics et celle des consommateurs sur les substances alimentaires. La question d'hygiène prime à nos yeux, de beaucoup, la question économique, et c'est au point de vue de la santé publique que nous voudrions présenter quelques observations sur les mesures récentes prises par le Parlement amé-

ricain touchant l'importation des viandes américaines (bill Edmunds). Des renseignements que j'ai pu recueillir tout récemment, tant dans un séjour en Suisse que dans les publications anglaises, ont attiré mon attention sur une maladie fréquente du bétail, depuis longtemps connue dans ses manifestations extérieures qui l'ont fait confondre avec la scrofule ou la tuberculose, et dont la véritable cause a été découverte il y a peu d'années seulement. Cette maladie est endémique en Amérique où on la désigne sous le nom de « Lump gan » (loupe de la ganache), elle est commune en Allemagne et dans plusieurs centres de la Grande-Bretagne. D'après un travail de M. Mandereau, vétérinaire inspecteur du service sanitaire à Besançon (mémoire couronné, en 1887, par l'Académie de médecine), on en rencontre des cas assez nombreux dans l'est de la France. Pour tous ces motifs, il importe donc d'appeler l'attention sur cette maladie, dont le nom scientifique est *actinomyose* (je dirai tout à l'heure l'origine de cette dénomination). Elle est transmissible à l'homme, chez lequel elle produit des accidents de la dernière gravité, mortels si l'on n'intervient pas à temps, et qui présentent des caractères analogues à ceux des affections cancéreuses, avec lesquelles on l'a probablement souvent confondue, bien qu'elle n'ait, par son étiologie, aucun rapport avec cette affection.

L'actinomyose est une maladie commune chez le bétail et notamment chez le bœuf; elle sévit avec intensité au Texas et dans les régions marécageuses; c'est dans les mêmes conditions de sol qu'on la rencontre en Allemagne et en Angleterre et très probablement en France. Sa véritable étiologie et ses caractères



tères spécifiques sont connus depuis 1875. Mais c'est tout récemment seulement qu'on a constaté sa transmissibilité de l'animal à l'homme et les dangers que présente la consommation des viandes *actinomycosées*. Les faits qui concernent cette maladie étant très peu connus des agriculteurs, j'ai pensé qu'il serait utile de présenter un résumé de son histoire aussi complet que possible. J'entrerai donc ici en quelques détails sur sa découverte, ses causes et ses effets, et sur le peu que nous savons des moyens préventifs et curatifs à lui opposer.

Je commencerai par indiquer les sources bibliographiques auxquelles j'ai puisé pour compléter les renseignements que j'ai recueillis dans un voyage récent en Suisse, sur deux cas d'actinomycose chez l'homme et, par correspondance, sur le développement de cette maladie aux États-Unis et en Angleterre.

MM. Cornil et Babès, dans leur ouvrage magistral sur les *Bactéries*<sup>1</sup>, ont consacré à l'actinomycose chez

1. *Les Bactéries et leur rôle dans l'étiologie, l'anatomie et l'histologie pathologiques des maladies infectieuses*, 3<sup>e</sup> édition, avec 385 figures en noir et en couleurs et 12 planches hors texte. 2 vol. gr. in-8; Paris, Félix Alcan, 1890.

Toutes les maladies bactériennes du bétail y sont décrites et figurées d'après les travaux les plus récents. Cet ouvrage, tout en s'adressant plus particulièrement aux médecins et aux vétérinaires, qui ne sauraient rester étrangers à cette branche aussi importante que neuve de leur art, présente le plus grand intérêt pour toutes les personnes qu'intéressent les nombreux problèmes soulevés par l'étiologie, les caractères et la propagation des maladies infectieuses. Sa place est marquée dans leur bibliothèque et dans celle de nos Écoles de médecine, de vétérinaire et d'agriculture. Les importants travaux personnels de MM. Cornil et Babès donnent à leur œuvre un caractère original qui ajoute un grand prix à l'érudition dont témoigne chacune des études qu'elle renferme. Il n'existe, à l'heure qu'il est, aucun livre présentant l'état actuel de la science bacté-

l'homme et chez les animaux un chapitre qui n'existait pas dans les éditions précédentes, chapitre auquel j'emprunterai des indications très précises sur l'histoire de la découverte et les caractères de la maladie, notamment chez l'homme.

Les rapports annuels de M. G. T. Brown du Collège royal vétérinaire, publiés par le *Journal de la Société royale d'agriculture d'Angleterre* <sup>1</sup>, nous fournissent sur l'actinomycose, l'histoire de son développement et ses causes chez le bétail, d'intéressants renseignements. Les figures empruntées à ce recueil et reproduites plus loin ont été mises à notre disposition par M. E. Clarke, secrétaire de la Société royale, auquel nous adressons nos remerciements pour cette communication.

Enfin les documents relatifs à l'extension de la maladie dans les districts de Chicago et dans les États avoisinants sont empruntés à une correspondance très intéressante de M. Max Leclerc adressée de Chicago au *Journal des Débats*, en octobre 1890.

J'ai tenu à citer, tout d'abord, l'origine des sources auxquelles j'ai puisé, afin de donner aux indications

logique d'une façon aussi complète et aussi claire à la fois. Je m'empresse de signaler la perfection d'exécution des nombreuses figures et planches en couleurs qui sont le complément indispensable du texte d'un ouvrage de ce genre. L'éditeur a donné à l'œuvre de MM. Cornil et Babès tout ce qu'un auteur peut souhaiter, sous le double point de vue de la typographie et des illustrations.

1. Annual Report of the Royal Veterinary College. On the Investigations conducted in 1888 and 1889 for the Royal agricultural Society, by Professor G. T. Brown C. B. Principal of the College. (*Journal of the Royal Agricultural Society of England*, 2<sup>e</sup> série, t. XXV, p. 309 et suiv., 1889, et 3<sup>e</sup> série, t. I, p. 185 et suiv., mars 1890.)

qui vont suivre tout le degré de confiance qu'elles méritent en raison de la compétence, du savoir et de l'honorabilité des auteurs auxquels j'ai fait des emprunts.

Langenbeck et, plus tard, Lebert ont donné les premières observations anatomo-pathologiques de l'actinomycose chez l'homme, mais sans rattacher la maladie à sa véritable cause. C'est seulement depuis que l'existence de l'actinomycose a été constatée chez un certain nombre d'animaux, notamment dans l'espèce bovine, qu'on a commencé à rechercher la maladie chez l'homme.

En 1868, Sebastiano Rivolta, étudiant le sarcome de la mâchoire du bœuf, trouva, dans l'organe malade, des bâtonnets courts auxquels il n'attacha d'abord aucune signification. Sept ans plus tard, reprenant cette étude, il démontra la nature parasitaire de l'affection.

En 1875, Perroncito fait connaître, nous disent MM. Cornil et Babès, l'histoire presque complète de l'actinomycose. Il décrit sa structure exacte, sa forme radiée, les rapports qu'affectent les cellules périphériques avec les gonidies et lui donne le nom de production cryptogamique. C'est à propos de l'ostéo-sarcome du maxillaire du bœuf que Perroncito, comme Rivolta, entreprit ses recherches.

En 1877, Bollinger publie sur l'actinomycose du bœuf un mémoire dans lequel il établit que le parasite existe non seulement dans la tumeur suppurée, mais encore dans les ganglions périphériques; il montre, en outre, que l'actinomycose n'est pas une affection localisée simplement au cou, mais qu'elle peut envahir l'estomac. Enfin c'est lui qui baptise

du nom d'*actinomyces bovis* le parasite de la maladie. Ce nom est formé des mots  $\alpha\kappa\tau\iota\nu$ , rayon, et  $\mu\omega\chi\eta\varsigma$ , champignon, rappelant que le parasite a une forme rayonnée.

L'actinomycose est donc une maladie caractérisée essentiellement par la présence constante dans les organes qu'elle atteint d'une bactérie, dont l'évolution affecte la forme d'étoiles composées de massues s'irradiant du centre à la circonférence, à la façon d'un bouquet, comme le montrent les figures 2 et 3



Fig. 2. — Actinomyces chez l'homme.  
Préparation provenant de la tumeur thoracique d'un jeune garçon.

sur lesquelles nous reviendrons plus loin. De là, le nom composé qu'on lui a donné <sup>1</sup>. La langue est un des organes les plus fréquemment atteints; elle devient dure comme du bois et elle est le siège de néoplasmes diffus, mais les parties osseuses, notamment les maxillaires, ont été aussi fréquemment trouvées atteintes.

L'attention des observateurs, définitivement éveillée

1. L'*actinomyces bovis* est considérée par les bactériologistes comme appartenant au groupe des champignons scissipares (schizomycètes, genre cladothrix).

de ce côté, l'étude de l'actinomycose commence à faire des progrès sérieux. Un premier mémoire publié par Israël en 1878 et basé sur trois observations, montre les lésions anatomo-pathologiques qu'on rencontre ordinairement chez l'homme. Ponfick, en 1879, à propos d'un nouveau cas, rapprocha son observation de celles publiées par Israël et reconnut l'identité des parasites trouvés chez l'homme et chez le bœuf. Les observations se sont multipliées depuis; on en a publié environ une cinquantaine chez l'homme :



Fig. 3. — Actinomyces chez le bœuf.  
Préparation provenant du mésentère du veau, deux mois après l'inoculation à l'aide du pus de la tumeur de l'homme.

on n'a observé qu'un seul cas en France depuis celui qu'a rapporté Lebert. J'ai dit plus haut que l'an dernier deux cas, suivis de guérison par ablation de la tumeur, ont été constatés à Lausanne. Je renverrai à l'ouvrage de MM. Cornil et Babès (t. II, p. 330 et suiv.) ceux de nos lecteurs qui désireraient sur la marche de la maladie et la désorganisation qu'elle produit, dans l'organisme qui en est atteint, des renseignements plus complets. Je me bornerai à rappeler d'après ces savants que Firket reconnaît à cette affection trois formes spéciales : forme maxillaire et

cervicale, s'étendant progressivement à tous les organes essentiels, cœur, poumon, rate, etc.; forme néoplasique limitée qui me paraît être, d'après les enseignements incomplets que j'ai eus, la forme dont étaient atteints les malades de Lausanne; enfin forme thoracique débutant par une pneumonie ou une pleurésie et se terminant par la suppuration. MM. Cornil et Babès décrivent, en outre, trois autres formes attestant que tous les organes peuvent être atteints par le parasite infectant, bien que la voie d'introduction de l'actinomyces la plus fréquente paraisse être la bouche, auquel cas les ganglions sous-maxillaires sont les premiers atteints.

Johne a réussi à transmettre la maladie d'un bœuf à un autre bœuf par la voie sous-cutanée. Au bout de deux mois, il a obtenu des lésions locales; Ponfick a eu trois succès dont un avec infection à distance, à la suite d'inoculations péritonéales et sous-cutanées pratiquées sur un veau. Israël a transmis la maladie de l'homme au lapin par voie péritonéale. Le cas d'inoculation de l'homme au bœuf dont nous allons parler confirme l'identité de l'actinomycose chez l'homme et chez les animaux de l'espèce bovine. Commençons par rappeler les faits qui ont provoqué cette inoculation.

Au mois de juin 1887, rapporte M. G. Brown, vétérinaire de King's College, un membre de la Société royale d'Angleterre signala au comité directeur de cette association une maladie qui, chaque année, sévissait sur son troupeau de Norfolk. L'affection était décrite comme une forme du mal connu sous le nom de goitre (*went*).

De temps immémorial, les tumeurs de la ganache

et d'autres parties du corps dans l'espèce bovine avaient été regardées comme un signe manifeste de tuberculose. Dans le cas qui motivait la demande d'examen par un homme de l'art, formulée par l'agriculteur de Norfolk, on soupçonna avoir affaire à la maladie nouvellement étudiée, l'actinomyose. A ce moment, le professeur Crookshank, du King's College, s'occupait de recherches concernant cette affection chez l'homme. On appela son attention sur la maladie signalée dans le Norfolk; le Dr Crookshank visita la ferme où elle sévissait. On envoya à King's College quelques-uns des animaux atteints, et la supposition qu'il s'agissait d'actinomyose fut complètement confirmée.

La véritable nature d'origine cryptogamique de la maladie reconnue pour la première fois par Perroncito fut confirmée par le Dr Fleming, en 1882. Dans son mémoire, ce praticien décrivait cette affection d'après les cas observés en Allemagne par des hommes qui font autorité dans la science vétérinaire, et signalait aux consommateurs le danger qu'on court de contracter la maladie en mangeant la chair d'animaux qui en sont atteints. A dater de la publication du Dr Fleming, on commença en Angleterre à suspecter les goîtres du bœuf comme étant une forme de l'actinomyose. Mais c'est en 1888 seulement, à la suite des faits constatés dans le Norfolk, que la question fit un pas considérable. Un jeune homme présentant une tumeur thoracique d'actinomyose fournit l'occasion de démontrer directement la transmissibilité de cette maladie de l'homme à l'animal. Un veau fut inoculé au Collège royal vétérinaire de la Grande-Bretagne à l'aide d'un peu de matière morbide provenant de la

tumeur du malade : deux mois après, lorsque l'animal fut abattu, on constata dans les tissus de ce veau la présence d'un champignon absolument identique à celui qui existait dans la tumeur de l'homme.

Les rayons de l'actinomycose de l'homme sont moins prédominants que ceux de la bactérie du bœuf, mais la comparaison des figures 2 et 3, pages 280 et 281, ne laisse aucun doute sur l'identité des deux organismes.

Depuis ce moment, les recherches entreprises, en Angleterre notamment, ont révélé la très large place qu'occupe l'actinomycose dans les maladies du bétail goitreux. Dans presque tous les districts marécageux de l'Angleterre, un nombre plus ou moins considérable de bœufs est atteint chaque année par cette maladie.

En 1888 (Rapport de G. Brown), on a amené à l'hôpital vétérinaire du Royal College, treize animaux atteints d'actinomycose.

En 1889, de nombreux cas d'actinomycose ont été constatés dans les divers mois de l'année; dans quelques cas, les animaux étaient, en outre, tuberculeux. L'aire de distribution de la maladie paraît très étendue, principalement dans les régions marécageuses et dans les vallées traversées par des rivières. Quatorze cas ont été constatés chez les bœufs amenés en 1889 à l'hôpital vétérinaire de King's College. Enfin, fait de la plus haute importance et sur lequel nous aurons à revenir plus tard, M. G. Brown<sup>1</sup> signale à la date de mars 1890 l'arrivée, sur les côtes anglaises, de bœufs américains atteints de cette terrible maladie.

1. P. 186, t. I, 3<sup>e</sup> série.



« Il y a peu de temps, dit-il, dans un chargement de bœufs américains, quarante bœufs ont été trouvés atteints d'actinomycose à un état avancé; quelques-uns d'entre eux portaient immédiatement dans l'angle de la mâchoire inférieure une tumeur (*went*) d'un énorme volume. »

Il est probable que le parasite qui cause la maladie se développe abondamment dans tous les sols suffisamment humides. Il a été, point important, démontré que l'actinomycose n'a aucun rapport avec la scrofule ni avec la tuberculose, dont les goitres ont été si longtemps considérés, dans l'espèce bovine, comme une caractéristique. Mais l'actinomycose est une affection au moins aussi grave que la tuberculose, surtout lorsqu'elle se développe dans les organes importants. Dans certains cas, l'actinomycose affecte l'aspect de cancers, de squirres, de polypes, d'ostéo-sarcomes, noms sous lesquels on l'a fréquemment désignée avant la découverte de Perroncito. L'examen microscopique *seul* permet de la différencier nettement du cancer ou des tumeurs tuberculeuses.

On est peu avancé encore sur le traitement de la maladie. Quand le mal est localisé (goitre, etc.), on emploie avec succès l'application de caustiques divers. Le même traitement réussit dans quelques cas où le mal affecte la langue, les lèvres et le palais. Mais lorsque les parties profondes sont envahies, il n'y a actuellement aucun remède connu. J'ai eu occasion de voir en Suisse, au mois d'octobre dernier, un malade radicalement guéri de l'actinomycose par l'ablation complète de la tumeur volumineuse qu'il portait au cou.

Le traitement préventif dans un troupeau, lorsqu'on

soupçonne un ou plusieurs animaux atteints d'actinomyose, consiste à isoler immédiatement, du reste du troupeau l'animal chez lequel se manifestent les premiers symptômes du mal. La bactérie, origine du mal, s'élimine par l'intestin ; il en résulte que les déjections infestent le pâturage ; il est donc nécessaire de s'opposer au transport des animaux suspects.

La question de la transmission de la maladie de l'animal à l'homme, sans avoir été résolue expérimentalement, comme la transmission de l'actinomyose de l'homme à l'animal par l'inoculation, ne semble pas douteuse, et la consommation de la chair des animaux atteints par cette affection est très probable. L'homme peut-il contracter par contact, blessures, par les voies respiratoires, etc., la maladie existant chez un bœuf ou une vache ? C'est très probable ; en tous cas, la consommation de viande crue salée ou séchée est certainement un mode de contamination très redoutable pour l'homme.

L'Académie de médecine, dans le rapport sur le travail de M. Mandereau, s'est prononcée contre l'innocuité des viandes actinomycosées dans l'alimentation de l'homme. Cette manière de voir est des plus sages. Nous aurons à y revenir en parlant des accidents survenus récemment à Chicago.

La figure 4, extraite du rapport de M. G. Brown, montre l'état épouvantable d'étérité auquel arrivent les animaux, dans la dernière période de la maladie.

M. G. Brown, en ce qui touche la question de la consommation de la viande actinomycosée par l'homme, dit qu'on ne peut encore se prononcer

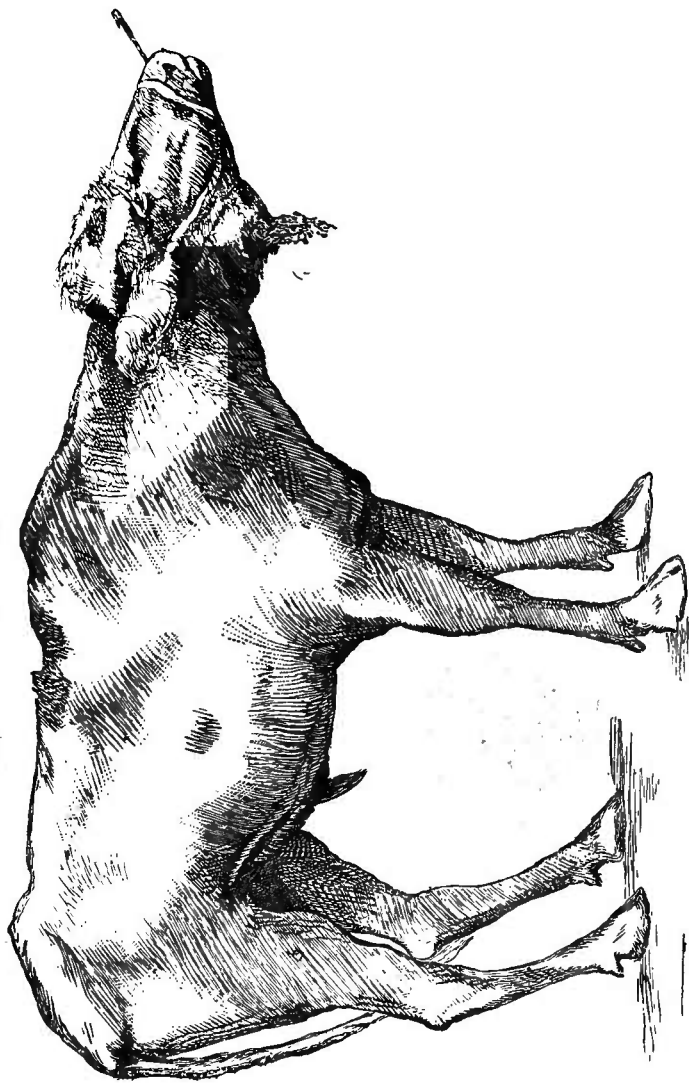


Fig. 4. — Dessin d'après nature d'un veau atteint d'actinomycose, tumeur du cou. — Collège vétérinaire de Londres.

catégoriquement; que, suivant lui, l'actinomycose chez l'homme est beaucoup plus fréquente qu'on ne l'a soupçonné jusqu'ici, car elle peut être confondue aisément avec d'autres affections (j'ajouterai sauf examen microscopique). M. G. Brown pense que, lorsque l'affection est purement locale chez le bœuf, la viande peut ne pas être infectieuse, mais il faut toujours la faire consommer cuite. Il insiste sur l'importance que la question présente pour la santé publique.

Nous allons voir les conséquences à déduire de ce que nous venons de dire, en ce qui regarde l'importation en Europe des viandes de Chicago.

Nous venons de faire connaître les traits généraux de la maladie produite par la bactérie que l'on désigne sous le nom d'*actinomyces bovis*. Cette maladie, nous l'avons dit, transmissible de l'animal à l'homme par diverses voies, n'a été observée jusqu'ici en France que deux fois chez l'homme; en Allemagne, elle est fréquente et les médecins qui visitent les services hospitaliers des grandes villes de ce pays, de Berlin notamment, ont souvent l'occasion d'y rencontrer des malades atteints d'actinomycose. En Amérique, comme nous allons le voir, elle a fait à Chicago de nombreuses victimes, en concurrence avec les autres maladies infectieuses provoquées par la consommation de viandes malsaines.

On sait qu'il existe au Texas une maladie endémique chez le bœuf, la *fièvre du Texas*, affection analogue, mais non identique, à la peste bovine, caractérisée par la fièvre accompagnée de frisson, par une incurvation du dos, de l'ictère, de l'hématurie, des diarrhées hémorragiques. Les animaux meurent au

bout de dix jours, en moyenne. C'est principalement la litière souillée par les bêtes malades qui paraît être l'origine de la contagion. Comme l'actinomycose, la fièvre du Texas sévit et se propage chez le bétail principalement dans les contrées basses et humides.

La viande provenant des animaux atteints soit d'actinomycose généralisée, soit de fièvre du Texas et autres affections microbiennes, ne saurait être consommée sans danger par l'homme. Ce qui se passe à Chicago même, d'après le récit d'un témoin oculaire, ne laisse aucun doute à ce sujet. La lettre adressée, en septembre dernier, de cette ville au *Journal des Débats*, par M. Max Leclerc, son correspondant distingué, va nous le prouver.

Je mettrai d'abord textuellement sous les yeux de nos lecteurs la partie de cette intéressante correspondance qui a trait au sujet qui nous occupe. Après avoir présenté un tableau saisissant de la situation faite aux fermiers américains par le renchérissement de tous les objets de première nécessité, sous l'influence de la protection douanière, coïncidant avec l'avisement du prix des denrées agricoles, M. Max Leclerc s'exprime ainsi :

Le bœuf conservé commence à nous arriver (en France) en quantités rapidement croissantes : de 300 000 francs en 1880, les importations, en France, de cet article passent à 1 653 000 francs en 1889. Or, nous verrons que, sous cette forme, on introduit chez nous des viandes malsaines.

Le bétail sur pied, qui s'était jusqu'ici presque exclusivement dirigé vers l'Angleterre et l'Allemagne, se dirige sur nos ports depuis quelques mois : de 16 929 dollars en 1885, le chiffre monte à 582 775 dollars en 1889. Le prix du bétail et le fret sont tombés si bas que l'importateur

gagne, à coup sûr, 20 francs par tête de bétail importée en France. D'autre part, sommes-nous sûrs de rester à l'abri de la fièvre du Texas, de l'*actinomycosis*, qui font de terribles ravages en ces pays-ci ?

Les Américains eux-mêmes nous ont donné l'éveil. Ils ont jugé à propos de se protéger. Ferons-nous moins qu'eux ? L'histoire est tout à fait instructive et vaut la peine d'être contée.

En septembre 1888, le chef du bureau de l'inspection des denrées à Pittsburg, en Pensylvanie, publiait, au retour d'une visite aux abattoirs de Chicago, un rapport qui fit beaucoup de bruit. Les animaux, disait-il, arrivent après cinq ou six jours de voyage ; on les tue le jour même ; ils ne sont soumis à aucune inspection, et des animaux atteints de maladies infectieuses — il en compte soixante dans une seule section — sont abattus et mis en vente sans souci des conséquences ; saine ou malsaine, la viande est envoyée aux wagons réfrigérants pour être distribuée et vendue sur les différents marchés de la région, ou bien livrée aux chaudières des maisons de conserves pour être cuite, mise en boîtes, et expédiée à l'étranger.

Huit des États de l'Union, tous ceux qui sont desservis par les abattoirs de Chicago, prennent la balle au bond et décident de s'entendre, afin d'organiser une action commune, en vue de protéger les populations contre la viande contaminée. Les délégués des huit États tiennent une conférence le 12 et le 13 mars 1889 à Saint-Louis-du-Missouri ; il y est décidé qu'un projet de loi identique sera soumis aux législatures de chacun des huit États ; d'après ce projet de loi, aucune viande abattue ne pourra être mise en vente dans les limites de l'État, si l'animal n'a été préalablement examiné, sur pied, par les inspecteurs de l'État. C'était un coup droit aux abattoirs de Chicago et leur ruine si la loi était votée et appliquée.

L'Europe n'est pas, semble-t-il, le seul pays où les mesures sanitaires servent à protéger la bourse plus souvent encore que la santé des intéressés. En l'espèce, les États de l'Union nous ont donné entre eux le spectacle piquant de la lutte qui se déroule entre l'Union et l'Europe.

Au fond de cette affaire d'hygiène publique, il y avait la vieille querelle de la protection et du libre-échange.

En 1881, les abattoirs de Chicago sacrifiaient 575 924 bêtes à cornes : en 1887, 1 963 051 ; en sept ans, le chiffre était quadruplé ; Chicago fournissait de viande un énorme marché de plus de 10 millions de bouches. Ce gigantesque développement était dû surtout à l'action d'un syndicat, d'un *trust*, les *big four*, les « Quatre Géants » : MM. Armour, Swift, Nelson Morris et Hammond. Ce syndicat commença à mettre la main sur tous les marchés qui en valaient la peine, détruisant la concurrence, en établissant à côté des bouchers rebelles des boucheries rivales à bas prix. Les débouchés ainsi monopolisés, les *big four* étaient maîtres du marché du bétail ; les éleveurs ont dû en passer par les conditions léonines que leur imposaient les « Quatre Géants ». Quand les éleveurs ont voulu se révolter, abattre et vendre eux-mêmes leur viande, ils se sont vu refuser les wagons réfrigérants engagés par contrat aux « Quatre Géants ». Le syndicat est parvenu de la sorte à payer à l'éleveur 11 dollars, l'animal qui se vendait 35 dollars en 1882. Il est inutile d'ajouter que le consommateur n'a nullement profité de la baisse des prix. Il est clair que ces huit États, où l'élevage se pratique, ont voulu, en se coalisant, défendre leurs éleveurs autant que protéger la santé de leurs citoyens.

La loi préparée en commun par les huit États fut successivement votée par leurs législatures. Les « Quatre Géants » n'ont pas pour cela reculé d'un pouce. Flanqués de leurs hommes de loi, ils attendaient les rebelles de pied ferme. Un de leurs agents, qui avait continué de se faire envoyer de la viande de Chicago dans l'un des États coalisés, fut arrêté en faveur de la loi nouvelle. Il demanda aussitôt sa mise en liberté et s'adresse non pas aux tribunaux de l'État, mais à la Cour fédérale de circuit. La Cour acquitte le délinquant et le remet en liberté.

Le juge fédéral Nelson déclare, dans sa décision, que la loi du Minnesota sur l'inspection du bétail est nulle et de nul effet, parce qu'elle viole la clause de la Constitution fédérale en vertu de laquelle le Congrès seul a le pouvoir de régler les relations commerciales d'État à État. — Et

les « Quatre Géants » continuent d'inonder de leurs viandes douteuses les États de l'Union, des monts Alleghany aux montagnes Rocheuses et de faire de gigantesques profits.

A cette querelle de famille, les étrangers ont au moins appris qu'il est utile d'avoir l'œil ouvert sur les envois de Chicago ; et ils se croient autorisés à en conclure que les Américains auraient mauvaise grâce à se plaindre désormais des mesures sanitaires prises en Europe. Comment le sénateur Edmunds, lorsqu'il a rédigé et le Congrès, lorsqu'il a voté, le bill sur l'inspection des viandes qui donne au président le pouvoir exorbitant de suspendre, par mesure de représailles, toutes les importations d'un pays européen, comment ne se sont-ils pas souvenus que les gens de Pensylvanie, de l'Ohio, de l'Indiana, du Michigan, du Minnesota, du Nebraska, du Colorado, du Kansas avaient réduit d'avance leurs arguments ou leurs prétextes à néant ?

Il y a mieux encore : Chicago est divisée contre elle-même. Tout récemment, il y a trois semaines à peine, le directeur du service sanitaire de la ville refusait à un exportateur qui voulait envoyer des boyaux à saucisses en Allemagne un certificat attestant l'absence d'épizooties dans la région : de là, colère des exportateurs. Les faits cependant sont indéniables : les employés du service de santé constataient que les vaches laitières d'un quartier de la ville voisin des abattoirs mouraient en masse sans cause apparente.

L'enquête a établi que la fièvre du Texas s'était introduite dans ce quartier avec les fumiers venant des parcs appartenant aux abattoirs. D'autre part, la loi de l'Illinois, très favorable naturellement aux « Quatre Géants », autorise les abatteurs à introduire dans la ville les bêtes atteintes d'*actinomycoïsis* pour y être abattues et détruites. Il y a danger et danger imminent non seulement pour le bétail sain, mais pour les personnes, car cette maladie se communique aux individus. Enfin, les animaux atteints de cette terrible et répugnante maladie ne sont pas toujours détruits et on nous les expédie sous forme de conserves, ou bien on les vend aux bouchers de la ville. Un médecin de



Chicago écrivait récemment au directeur de la santé : « L'année dernière, des milliers de bêtes atteintes de cette redoutable maladie, l'*actinomycosis*, ont quitté les parcs et ont été abattues, et la viande a été mise en vente pour la consommation. Ni vous ni le public, ni moi ne saurons jamais le nombre de personnes qui sont mortes avant leur temps pour avoir mangé de ces viandes malsaines. »

N'oublions pas que les envois de conserves de bœuf et de bétail sur pied des États-Unis en France augmentent rapidement et que nous avons à prendre nos précautions. Mais M. Edmunds a prévu le cas; il va au-devant de nos désirs et de nos craintes; il institue l'inspection des viandes destinées à l'exportation, ou plutôt il écrit dix lignes sur le sujet et les fait voter par le Congrès; cela fait, il nous menace des peines les plus sévères si nous ne nous résignons pas à recevoir, les yeux fermés, les caisses revêtues de l'estampille américaine. En admettant qu'un gouvernement européen quelconque soit disposé à accorder une valeur probante à l'inspection passée par les employés du gouvernement américain, ce qui n'est guère probable étant données les idées assez arriérées ou du moins très peu américaines qui dominant tout le droit européen, l'inspection qu'a inventée le sénateur Edmunds est-elle sérieuse, peut-elle l'être ou le devenir? Assurément non; et cela est trop clair.

La loi institue deux inspecteurs à Chicago : ils auront beau être deux excellents républicains, avoir rendu les plus grands services au parti que représente au pouvoir le général Harrison; ils auront beau être doués de tous les talents que suppose un traitement de 35 000 francs, ils ne pourront multiplier leurs yeux ni centupler les heures du jour. Il arrive aux abattoirs de Chicago plus de 10 000 bœufs et plus de 20 000 porcs par jour en moyenne; c'est donc à raison d'un travail ininterrompu de dix heures par jour, 1 000 bœufs et 2 000 porcs, par heure, que les deux inspecteurs verront défiler devant eux. On peut donc dire sans crainte de se tromper que les certificats délivrés par ces deux hauts fonctionnaires seront pour les bœufs à mille lieues et pour les porcs à deux mille lieues de la certitude. Et c'est cependant sur un argument de cette

force que le Congrès de Washington se fonde pour nous menacer de fermer demain les ports américains à notre commerce.

On pourrait penser qu'un état de choses pareil à celui que révèle cette correspondance a provoqué de la part du gouvernement américain des mesures destinées à rassurer le public des consommateurs de viande de Chicago ; il ne paraît pas qu'il en soit ainsi, et à la date du 30 octobre 1890, aucun document officiel sur ce sujet, aucun article spécial dans les journaux agricoles n'avaient été publiés aux États-Unis.

En revanche, le bill Edmunds, qui mérite une citation et une discussion spéciales, promulguait les plus exorbitantes mesures que puisse prendre un État civilisé à l'endroit d'autres États civilisés.

Le *Meat inspection bill* édicte, en ce qui regarde les denrées alimentaires, leur inspection en Amérique et l'obligation, pour les autres nations, de consommer, sans discussion, les viandes que les États-Unis auront déclarées saines, des prétentions qu'il est bon de porter textuellement à la connaissance du public. Un résumé de ce bill paraîtrait peut-être une véritable charge d'atelier, il faut citer les textes.

Le bill Edmunds porte pour titre :

*Acte établissant l'inspection des viandes destinées à l'exportation, prohibant l'importation des produits alimentaires et des boissons falsifiées et autorisant le président à publier des ordonnances dans certains cas et pour d'autres effets.*

L'article 1<sup>er</sup> du bill instituant l'inspection des viandes destinées à l'exportation (deux vétérinaires pour inspecter 30 000 animaux par jour, ne l'oublions

pas) nous fait connaître que le visa des inspecteurs des viandes, nommés par le gouvernement, devra suffire à prouver aux pays étrangers, recevant des viandes, que celles-ci sont saines. Les articles 2 à 5 doivent être cités en entier :

Par ordre du Sénat et de la Chambre des représentants des États-Unis d'Amérique réunis en Congrès :

Art. 2. — Il est interdit d'importer aux États-Unis des produits alimentaires falsifiés ou malsains, ou des vins, des spiritueux ou des bières falsifiées ou mélangées avec des substances chimiques dangereuses ou vénéneuses ou avec d'autres ingrédients nuisibles à la santé.

Toute personne, propriétaire ou agent du propriétaire, expéditeur ou consignataire du propriétaire, qui, sciemment, importera aux États-Unis des produits alimentaires ou boissons falsifiés, et toute personne qui sera d'accord avec celle-ci pour violer la loi, sera coupable de délit et passible de poursuites devant la cour du district des États-Unis dans lequel l'importation a eu lieu; après déclaration de culpabilité, elle sera punie d'une amende maximum de 1 000 dollars (5 180 francs) *par chaque envoi* séparé et pourra être condamnée à un emprisonnement maximum d'un an ou aux deux peines ensemble, à la discrétion de la cour.

Art. 3. — Tout produit destiné à la consommation de l'homme (boissons ou aliments) qui sera importé aux États-Unis contrairement aux dispositions de ce même article, sera confisqué au bénéfice des États-Unis et il sera intenté des poursuites, conformément aux dispositions du chapitre 18 du titre XIII des statuts révisés des États-Unis. Les produits confisqués pourront être détruits ou être restitués à l'importateur après remboursement de tous les frais et charges, à condition de les réexporter des États-Unis sous réserve d'observer les règlements établis par le secrétaire de la Trésorerie. Le secrétaire de la Trésorerie *pourra* faire inspecter et examiner les produits importés pour constater si leur importation n'est pas contraire à la loi.

Art. 4. — Quand le président aura de sérieux motifs de croire qu'un pays étranger importe ou va importer aux États-Unis des produits alimentaires ou des boissons qui, destinés à la consommation de l'homme, sont falsifiés au point d'être dangereux pour la santé et le bien-être des habitants des États-Unis, il peut suspendre l'importation desdits produits originaires du pays dont il s'agit pendant tout le temps qu'il croira nécessaire pour empêcher l'entrée de ces produits. Pendant toute la période fixée, il sera illégal d'importer aux États-Unis aucun des articles originaires des pays indiqués dans l'ordonnance et dont l'importation aura été suspendue.

Art. 5. — Quand le président aura la conviction que d'injustes restrictions (*discriminations*) sont apportées par un État étranger à l'importation ou à la vente, dans ledit État, de produits des États-Unis, il peut ordonner que *tels produits de cet État qu'il lui plaira de désigner* ne seront pas admis à l'importation dans les États-Unis.

Cet ordre, publié sous forme d'ordonnance, désignera la date à laquelle cette mesure sera mise en vigueur, et, à partir de cette date, l'importation des produits dénommés dans ladite ordonnance sera illégale. Le président peut abroger, modifier, abolir ou prolonger son ordonnance selon qu'il le juge nécessaire dans l'intérêt public.

Malgré sa netteté apparente, la lettre exorbitante de ce bill, ratifié par le président des États-Unis et rendu, un instant, rétroactif, car il était applicable à dater du 30 août 1890, ne saurait se passer de commentaire.

Essayons de traduire, en termes clairs et sans ambages, la situation faite, dans l'avenir, par ce bill aux producteurs européens de denrées et de boissons alimentaires, et au commerce général de tout pays du continent dont les consommateurs se refuseraient à se laisser empoisonner par les viandes malsaines de Chicago.

L'article 2 porte qu'une amende de 5 180 francs et une année de prison seront infligés à tout expéditeur ou consignataire de denrées alimentaires falsifiées et nuisibles à la santé.

La pénalité paraît élevée, c'est incontestable, mais le principe est excellent et nous demanderons tout à l'heure d'en faire l'application chez nous aux produits infectieux que l'Amérique pourrait nous envoyer. Mais qui sera juge de la falsification et de l'insalubrité des produits importés aux États-Unis? Le bill aurait dû prescrire l'organisation d'un service spécial pour l'examen sérieux de tous les produits alimentaires à l'entrée des ports américains. Il n'en fait rien et se contente de dire que le secrétaire de la Trésorerie *pourra* faire inspecter ces produits. C'est donc le bon plaisir de ce haut fonctionnaire qui règlera l'admission du produit ou l'envoi de l'expéditeur ou de ses consignataires devant la juridiction chargée de le condamner à 5 180 francs d'amende, à un an de prison, sans compter la confiscation de ses marchandises au profit de la Confédération!

L'article 4 élève l'arbitraire à la hauteur d'une institution, comme dirait M. Prudhomme. Quand le président des États-Unis aura des motifs de croire qu'un pays étranger *va* importer des produits alimentaires falsifiés, il pourra suspendre, par une simple ordonnance, les transactions commerciales de ce pays avec les États-Unis! C'est à ne pas y croire; il nous eût paru plus sincère de la part du Parlement américain de réunir le bill Mac Kinley et le bill Edmunds en les réduisant à deux articles ainsi conçus :

« Art. 1. — A dater de ce jour, est prohibée toute importation de matières analogues ou identiques à

celles que peuvent produire le sol ou l'industrie des États-Unis. »

« Art. 2. — Les nations étrangères seront tenues de consommer les yeux fermés toutes les denrées qu'il *plaira* aux États-Unis de leur envoyer. »

L'article 5 est tout bonnement merveilleux dans le fond et dans sa rédaction : il sera difficile, je crois, de jamais faire mieux et plus hypocritement, à la fois, en matière de protectionnisme; en bon français cet article signifie : « Moi, président des États-Unis, après m'être réservé de m'opposer, sans débat contradictoire et sans vérification obligatoire et sérieuse des denrées que vous, producteurs français, anglais ou allemands, voulez introduire chez moi; après vous avoir frappé d'une amende monstrueuse et d'emprisonnement; quand je croirai, sans preuve à l'appui, que *vous avez l'intention* d'introduire des denrées falsifiées aux États-Unis, je décide, sous peine de voir votre pays rayé du nombre des nations importatrices, que vous consommerez les viandes malsaines de Chicago, viandes déclarées saines par nos *deux* inspecteurs dont la garantie est hors de discussion, puisque les 30 000 animaux abattus chaque jour auront été soumis à leur examen. Si, en outre, j'ai la *conviction* (il ne s'agit pas de preuves faites par une inspection régulière et sérieuse des viandes américaines à leur arrivée en Europe, mais d'une impression) que vous êtes assez *injustes* pour apporter des restrictions à l'entrée chez vous et à la vente des viandes empoisonnées, je prohiberai, moi, président des États-Unis, pour le temps qu'il me *plaira* de fixer, l'entrée de tous vos produits sur le sol de la Confédération! »

Aux réflexions que me suggère cette incroyable

législation, il n'est pas inutile d'ajouter celle que renferme la correspondance d'Amérique du journal *l'Europe*, du 20 novembre dernier. L'auteur anonyme de cette correspondance que j'ai l'honneur de connaître, et pour lequel j'ai beaucoup d'estime à tous égards, habite New York depuis sa naissance, bien qu'il soit demeuré citoyen français. Dans un article sur le tarif douanier des États-Unis, il s'exprime comme suit à propos du bill Edmunds :

« Ainsi, vous voilà bien avertis. Ayez l'audace de croire que certaines viandes américaines ne sont pas saines, quoi qu'en disent les *deux* inspecteurs nommés à Chicago pour examiner les *trente mille* têtes de bétail qui y passent par jour, osez les refuser et le président pourra dire, du jour au lendemain : Les rubans français, ou les soieries, ou les vins, ou les tableaux, n'entreront plus aux États-Unis !

« Prenez non pas mon ours, mais mes viandes — ou la mort ! C'est parfaitement illégal, car le Congrès, quoique autorisé à réglementer le commerce, n'a pas le droit de *déléguer* le pouvoir qu'il a reçu, de réunir dans une même main, celle du président, l'exécutif et le législatif. Mais qu'importe une illégalité de plus ou de moins ? Que fera le négociant importateur, s'il est atteint ? Un procès au gouvernement ? Mais ce procès, nous en avons de nombreux exemples, dure vingt-cinq ou cinquante ans ; et en attendant l'importateur sera ruiné peut-être. »

Quelle réponse l'Europe fera-t-elle aux prétentions inouïes du bill Edmunds ? Je l'ignore ; mais j'espère que la France, aussi soucieuse de la santé de sa population que les Yankees peuvent l'être pour la leur, organisera une vérification sérieuse des denrées ali-

mentaires et notamment des viandes de Chicago, à leur arrivée dans nos ports; que, sans hésiter, elle s'opposera, en se fondant, non sur le bon plaisir d'un homme, mais sur l'insalubrité des produits démontrée scientifiquement, à toute introduction d'animaux et de produits animaux atteints de maladies infectieuses et contagieuses.

C'est le moins que nous puissions faire en présence de l'incroyable législation que le Parlement des États-Unis vient de voter dans une forme aussi arbitraire que jésuitique.

FIN



## TABLE DES MATIÈRES

---

|                   |         |
|-------------------|---------|
| AVANT-PROPOS..... | v à xiv |
|-------------------|---------|

### I

#### LES PLANTES AMÉLIORANTES ET LA DÉCOUVERTE D'HELLRIEGEL ET WILFARTH

|  |   |
|--|---|
| Les plantes améliorantes. — L'azote des légumineuses. —<br>Rôle des micro-organismes dans la nutrition des végé-<br>taux de cette famille. — Expériences et recherches de<br>MM. Hellriegel et Wilfarth..... | 1 |
|--|---|

### II

#### LES MICROBES BIENFAISANTS

|   |    |
|---|----|
| Expériences de MM. Hellriegel et Wilfarth sur la nutrition<br>des légumineuses. — L'inoculation de microbes chez<br>les plantes. — Application culturale de ces recherches à<br>la fertilisation des terres stériles par l'introduction de<br>microbes. — Expériences du docteur Salfeld..... | 11 |
|---|----|

### III

#### LES ENGRAIS VERTS

|  |    |
|--|----|
| La fumure verte. — Les plantes améliorantes. — Expé-<br>riences de M. Ach. Müntz sur les engrais verts. — Expli-<br>cation de leur efficacité..... | 21 |
|--|----|

## IV

## CULTURES EN VUE DE L'ENGRAIS VERT

- Lupins, seradelle, trèfle, moutarde, etc. — Les cultures à faire en vue de l'engrais vert, suivant les conditions de l'exploitation..... 30

## V

## LES ORGANISMES DE LA NITRIFICATION

- La nitromonade. — La découverte de M. Winogradski. — Rôle d'une cellule végétale dans l'alimentation du monde..... 39

## VI

## LE FERMENT AMMONIACAL DU SOL

- La décomposition des engrais organiques dans le sol. — Découverte d'un ferment ammoniacal par M. Ach. Müntz. — Résumé des faits récemment acquis sur la nutrition azotée des plantes..... 49

## VII

LA VÉRITABLE SOURCE DES ALIMENTS DES PLANTES  
POUVOIR ABSORBANT DU SOL POUR LES ENGRAIS

- Comment les végétaux empruntent au sol leurs aliments minéraux. — Insuffisance totale des solutions de matières fertilisantes existant dans les terres. — Expériences de M. Th. Schloësing. — Discussion..... 59

## VIII

## L'HORTICULTURE D'APPARTEMENT

- Élevage des plantes dans des solutions nutritives. — Fumure des fleurs et plantes d'agrément..... 78

## IX

## LES DROITS D'ENTRÉE SUR LE MAÏS ET L'AGRICULTURE

- Le projet d'établissement d'un droit sur le maïs étranger à l'entrée. — Position de la question. — Valeur et rôle du maïs dans l'alimentation des animaux de la ferme. — Comparaison de l'avoine et du maïs dans l'alimentation du cheval de service et de trait..... 98

## X

## LE MAÏS DANS L'ALIMENTATION DU CHEVAL

- Alimentation du cheval de service. — Établissement de la ration. — Types de ration à l'avoine et au maïs. — De la préparation du maïs, de l'avoine, du foin, etc., pour l'alimentation du cheval..... 107

## XI

## LA POMME DE TERRE RICHTER'S IMPERATOR. — SON IMPORTANCE ÉCONOMIQUE. — TRAVAUX DE M. AIMÉ GIRARD.

- La culture de la pomme de terre en France. — Résultats des études expérimentales de M. Aimé Girard sur la culture de la pomme de terre industrielle. — Le département des Vosges. — Distilleries de maïs et de pommes de terre..... 117

## XII

## CULTURE DE L'ORGE DE BRASSERIE

- Une culture rémunératrice à relever dans notre pays. — L'orge de brasserie. — Note de M. E. Tisserand sur la culture de l'orge..... 136

## XIII

## NITRATE DE SOUDE ET PHOSPHATES

- Une bonne fortune pour les cultivateurs. — Baisse considérable dans le prix du nitrate de soude. — Importance de la production du nitrate. — Résultats économiques de l'emploi du nitrate, dans la culture des céréales. — Fumures des blés et autres récoltes..... 146

## XIV

## PRIX, MODE D'ACHAT ET FALSIFICATION DU NITRATE

- Le cours du nitrate de soude. — Action des syndicats agricoles. — Falsification du nitrate. — Influence du nitrate dans la culture de l'orge..... 206

## XV

## CULTURE RÉMUNÉRATRICE DU BLÉ

- La culture rémunératrice du blé dans la Dordogne. — Lettres de M. Pozzi-Escot. — Résultats économiques de l'emploi de l'acide phosphorique et du nitrate de soude dans la production des céréales..... 217

## XVI

## LA RÉCOLTE FRANÇAISE EN CÉRÉALES DE 1890

La dernière récolte du blé en France. — Progrès accomplis. — Avenir de la culture du blé. — La récolte en 1900. 231

## XVII

## LE PROGRÈS AGRICOLE ET LES TARIFS DE DOUANE

L'accroissement des rendements du sol et les tarifs douaniers. — Culture intensive de la pomme de terre. — Récoltes de l'école Mathieu de Dombasle. — La propagande de la variété Richter's imperator. — Le mouvement imprimé à cette culture par les travaux de M. Aimé Girard..... 242

## XVIII

L'ÉPUISEMENT DU SOL FRANÇAIS ET LA RESTITUTION  
PAR LES ENGRAIS DU COMMERCE

Quantités d'azote, d'acide phosphorique et de potasse exportées chaque année par les récoltes. — Statistique de la consommation des engrais commerciaux dans le monde. — Faible consommation de la France. — Les engrais commerciaux doivent entrer en franchise de droits..... 252

## XIX

## L'INDUSTRIE DES ENGRAIS ET LA RÉPRESSION DES FRAUDES

Progrès dans l'industrie et le commerce des engrais. — Une nouvelle forme de la fraude dans le commerce des matières fertilisantes. — La loi du 4 février 1888 et les syndicats agricoles..... 265

## XX

## LES VIANDES DE CHICAGO. — L'ACTINOMYCOSE ET LA SANTÉ PUBLIQUE

Découverte, historique et caractères de cette maladie. — L'actinomyces bovis. — Les viandes de Chicago et le bill Edmunds. — Mesures à prendre contre l'introduction des viandes infectieuses..... 275

1904

Evénement accou-  
rébraté en 1904. 21

DE MOUEN

Evénement dou-  
teux. — Ré-  
sultat de la grande  
mouvement  
de M. Aime 22

DE MOUEN

Evénement de  
— 23  
Evénement dans le  
— Les  
franchise de 23

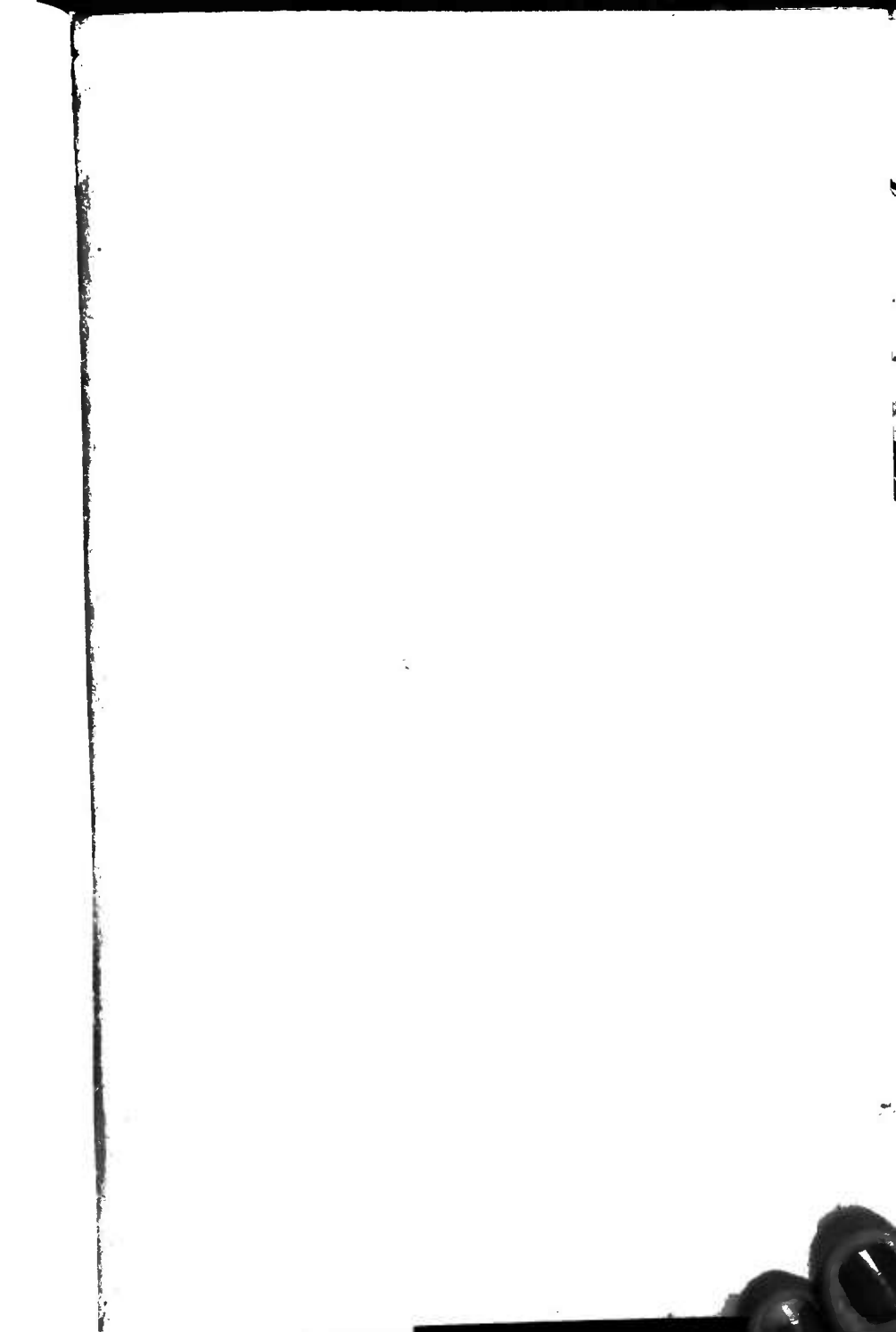
DES PRACIS

Evénement —  
Evénement des  
Evénement et les 26

LA SANTE PUBLIQUE

maladie. —  
Evénement et le  
l'introduc- 27

133169











## ORIENTAÇÕES PARA O USO

Esta é uma cópia digital de um documento (ou parte dele) que pertence a um dos acervos que fazem parte da Biblioteca Digital de Obras Raras e Especiais da USP. Trata-se de uma referência a um documento original. Neste sentido, procuramos manter a integridade e a autenticidade da fonte, não realizando alterações no ambiente digital – com exceção de ajustes de cor, contraste e definição.

**1. Você apenas deve utilizar esta obra para fins não comerciais.** Os livros, textos e imagens que publicamos na Biblioteca Digital de Obras Raras e Especiais da USP são de domínio público, no entanto, é proibido o uso comercial das nossas imagens.

**2. Atribuição.** Quando utilizar este documento em outro contexto, você deve dar crédito ao autor (ou autores), à Biblioteca Digital de Obras Raras e Especiais da USP e ao acervo original, da forma como aparece na ficha catalográfica (metadados) do repositório digital. Pedimos que você não republique este conteúdo na rede mundial de computadores (internet) sem a nossa expressa autorização.

**3. Direitos do autor.** No Brasil, os direitos do autor são regulados pela Lei n.º 9.610, de 19 de Fevereiro de 1998. Os direitos do autor estão também respaldados na Convenção de Berna, de 1971. Sabemos das dificuldades existentes para a verificação se uma obra realmente encontra-se em domínio público. Neste sentido, se você acreditar que algum documento publicado na Biblioteca Digital de Obras Raras e Especiais da USP esteja violando direitos autorais de tradução, versão, exibição, reprodução ou quaisquer outros, solicitamos que nos informe imediatamente ([dtsibi@usp.br](mailto:dtsibi@usp.br)).