

V/S
V
D

38.9.50

Jan

50.741

300

La Motoculture

Biblioteca USV

S. 55

Enrique Pizarro

1921
175

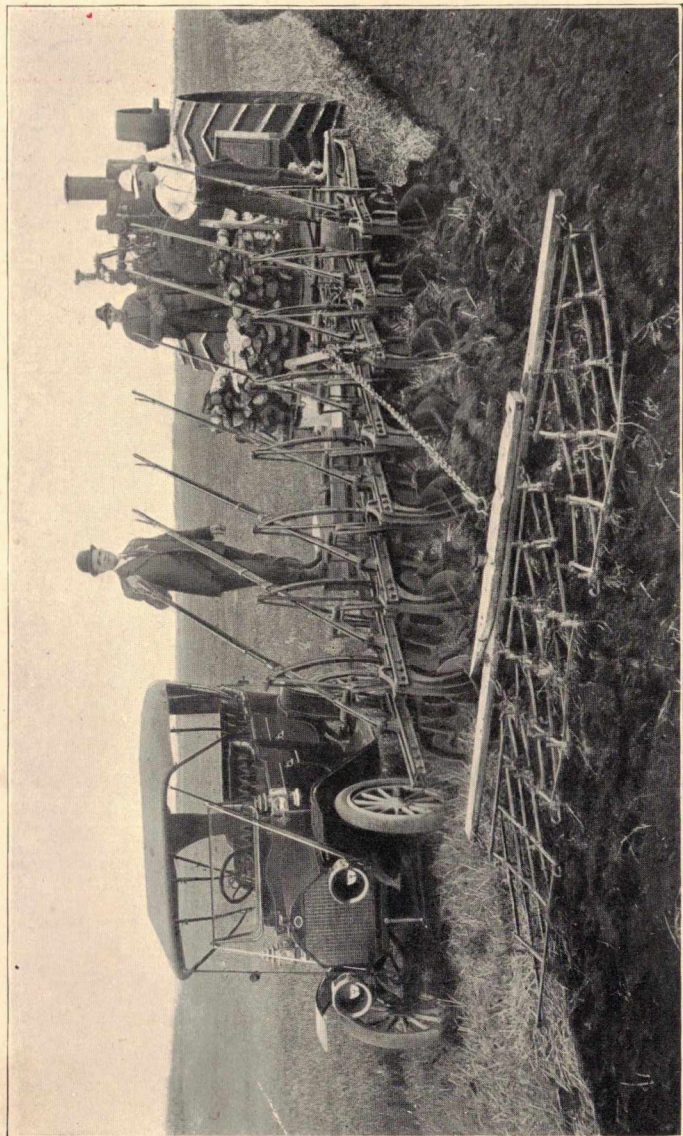
6

A LA MÊME LIBRAIRIE

CRÉPIN (J.). — **La Chèvre**, son histoire, son élevage pratique, ses bienfaits, ses services. Un vol. in-8° avec 14 planches hors texte.

Broché	7.50
Relié	10. »

Biblioteca USV IASI



MÉCANIQUE AMÉRICAINE

Les appareils à vapeur exigent le transport, dans les champs, d'approvisionnements d'eau, de houille ou de bois, rarement faciles.

(Cl. Cockshutt.)

sol

C. JULIEN

Vice-Consul de France Honoraire
Membre de la Société des Agriculteurs de France
et de la Société des Agriculteurs de Tunisie

6701
Biblioteca
Institutului Agronomic

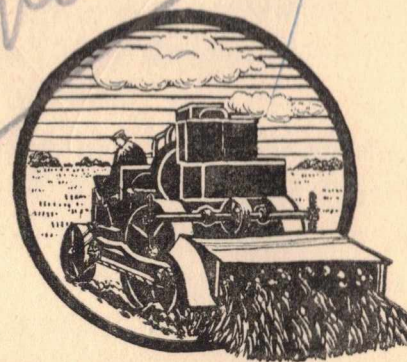
II - 1130

La Motoculture

TRAVAIL MÉCANIQUE DU SOL

PRINCIPES AGROLOGIQUES

OUTILLAGE — PRATIQUE AGRICOLE



USV Iasi

LIBRAIRIE HACHETTE & C^{IE}

PARIS, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 79 — 1912

Biblioteca USAMV Iasi



Y006701

AVANT-PROPOS



L'AGRICULTURE européenne est en pleine évolution; elle entre dans une phase d'activité intense et s'oriente vers de nouvelles méthodes. C'est qu'en effet, un mouvement économique très important s'est dessiné depuis la seconde moitié du XIX^e siècle.

Alors que nous craignons de manquer de blé, voici tout d'un coup que l'Amérique se révèle un grenier incomparable, un grenier où nous pouvons puiser sans compter tout le grain nécessaire à combler les déficits de nos récoltes. En même temps, les transports maritimes se perfectionnent, bientôt l'Angleterre et surtout l'Allemagne s'accoutument à recevoir régulièrement du froment des États-Unis.

Or, le surpeuplement général touche main-

tenant les Yankees, et leurs exportations en froment ont fléchi de 30 pour 100 pendant ces dix dernières années; elles sont en décroissance continue, si bien qu'il faut envisager le jour où les envois transatlantiques nord-américains prendront fin. D'un autre côté, les expéditions d'Argentine ne montent pas aussi rapidement qu'on l'espérait, et celles de Russie, très irrégulières, ne semblent pas assurer, à elles seules, les exigences du marché européen.

Un problème se pose donc, aigu, immédiat et vital : c'est, pour les nations du vieux monde, la nécessité de s'organiser dans le but de suffire aux besoins de la consommation indigène. Il faut que l'agriculture nourricière accroisse sa puissance de fécondité, il faut qu'elle extraie du sol le maximum de ce qu'elle peut produire, il faut qu'elle stimule et utilise tous les facteurs de rendement.

Pour résoudre ce problème, nous sommes scientifiquement bien préparés. Nous possédons des connaissances agronomiques très solides, nous sommes familiarisés avec l'emploi des

engrais chimiques, des engrais verts, nous n'ignorons pas la valeur du fumier et des amendements; et cependant, bien que nous soyons, théoriquement, très au courant du travail interne d'élaboration des éléments fertilisants du sol, nous avons, pour la plupart, négligé d'en appliquer intégralement les principes essentiels.

Toujours, immuablement, nous retournons nos terres à la charrue, toujours nous créons au fond du sillon une surface lissée, étanche, nuisible à la liaison du sol avec le sous-sol, toujours nous parsemons nos champs de mottes énormes. Nous semblons ignorer que ce travail primitif et défectueux ne fournit qu'un ameublissement tout à fait insuffisant, et ne nous permet d'obtenir par suite que des rendements médiocres.

Il est vrai qu'avec les moyens actuels de traction, bœufs ou chevaux, nous ne pouvons guère aboutir à un meilleur émiettement, à une plus complète aération de la surface; et l'on peut bien dire que les perfectionne-

ments excellents apportés, dans ces derniers temps, à la construction des charrues, ont atteint à peu près la limite de puissance d'action qu'on peut demander à la traction animale.

Seulement, nous avons aujourd'hui à notre disposition, avec le moteur sous toutes ses formes, vapeur, pétrole, benzol, essence, etc., une force mobile souple, puissante. Grâce à l'industrie mécanique, nous possédons la faculté de concevoir d'autres façons de préparer nos cultures, de découvrir de nouvelles formules; et l'ensemble de ces recherches devient désormais une véritable science, tellement on a réalisé ou entrevu déjà de conceptions neuves et nombreuses, une science qui va s'imposer à tous les agriculteurs clairvoyants, dont les données vont faire l'objet de débats professionnels et de discussions fécondes : c'est la Motoculture.

Jusqu'ici, la Motoculture était une expression vague, évoquant d'immenses steppes où deux ou trois locomobiles remorquent 5, 10, 15, 20 charrues; et cet outillage colossal ne satis-

faisait qu'une curiosité de chercheur ou d'érudit, sans qu'il pût jamais s'imposer à nos fermes d'Europe.

Mais actuellement, la désertion des campagnes d'une part, et la nécessité de tirer meilleur parti du sol de l'autre, donnent une allure toute différente à la Motoculture européenne. Elle doit, non point faire beaucoup de travail, mais le faire bien, très bien, parfaitement bien. Et alors, au lieu de chercher la voie du succès dans des modes plus ou moins ingénieux de remorque de la charrue traditionnelle, les constructeurs s'attachent dorénavant à imaginer des systèmes de trituration, d'émiettement, de pulvérisation complets de la terre. Ce travail arable, qui paraissait très suffisamment résolu par le soc et le versoir, et sur lequel l'attention du spécialiste n'avait pas cru devoir s'appesantir, devient la base directrice de la Motoculture moderne. Bien moins qu'une question de mécanique, c'est avant tout une question d'agrologie. Les appareils de l'avenir, ce seront des appareils qui favoriseront les activités nitri-

fiantes, qui créeront une bonne répartition, conservation, circulation des eaux, des appareils qui assureront la continuité de relation entre le sous-sol et le sol.

Ainsi donc le mécanicien n'a pas seulement à s'occuper de fondre et d'assembler des pièces de fer d'après les courbes d'un dessin théorique, mais il doit avant tout apprendre les raisons de la fertilité des terres, il doit suivre les mille phénomènes par lesquels les matières organiques sont décomposées et rendues assimilables aux végétaux; il doit créer des machines qui stimulent le mieux possible cette assimilation.

Déjà, beaucoup d'énergies intelligentes réalisent de plus en plus ce type idéal du constructeur agrologue, déjà des résultats heureux ont récompensé leurs efforts, et ce sont les rudes étapes de cette marche vers le progrès que je vais retracer.

Aussi, m'a-t-il paru comme absolument indispensable et fondamental, comme l'esprit même de la Motoculture moderne, de lier

l'histoire de ses ambitions, de son activité, de ses travaux, aux grandes théories de fécondité souterraine des forces de la terre sur lesquelles elle s'appuie. Ce que je résumerai en une phrase laconique, touchant à la fois l'ingénieur et l'homme des champs :

Pour l'agriculteur : bien connaître le sol, c'est bien travailler,

Pour le constructeur : bien connaître le sol, c'est bien construire.

Il faut lever les yeux au delà de notre petit horizon, voir de toutes parts l'humanité au travail, suivre ses progrès, profiter du labeur d'autrui et des perfectionnements acquis, proportionner nos efforts à leur utilité : toute autre conception, dans la lutte économique, est une perte de force, un gaspillage d'énergie, d'énergie individuelle, d'énergie nationale.

J'ai fait de très larges emprunts à nos maîtres en la science agricole, aux Müntz, Schlæsing, Debérain, Dombasle, Rissler, Rin-

gelmann, Wéry..., aux techniciens étrangers, les Strecker, Lawes, Hall, Campbell, Demtshinsky..., aux publications du « Franklin Institute », du « Dry farming Congress », de « l'Institut international agricole de Rome », du « Génie rural... » : que tous veuillent bien accueillir l'hommage de ma gratitude.

Qu'il me soit permis de saluer également ici les hautes personnalités étrangères et françaises, intéressées autant que moi, soit pour elles-mêmes soit pour leurs Gouvernements, aux mêmes problèmes, avec lesquelles j'ai eu l'honneur de collaborer en divers congrès :

MM. le prince d'Arenberg, Arzibachef, Batiouchkoff, baron Bonde, G. Bouckaert, sénateur Cauvin, R.-F. Collins, A.-H. Ferreira, E. Gaspart, Guardiola, Goni-Ibero, Klein, Lonay, marquis V. Ricci, Dr Timberg, député Zaccagnino, et d'autres que j'oublie. Ce sont les premiers membres de la phalange internationale qui, guidée par un admirable principe de mutualité supérieure, avait songé à mettre en commun, en une fédération de bonnes

volontés, les efforts et les résultats de tous les savants, de tous les techniciens, de tous les agriculteurs, de tous les constructeurs, pour atteindre plus vite le but désiré. Cet organisme merveilleux qui aurait pu rendre à l'agriculture mondiale les plus grands services, cette Fédération que des mains débiles n'ont pas su guider, aura du moins réussi à créer, entre hommes de travail et d'initiative, un lien de vive sympathie.

Que cette modeste étude, où j'ai résumé, traduit, copié — avec moins de savoir que de bonne volonté — beaucoup plus d'indications éparses que d'observations personnelles, soit bien accueillie des amis de la terre : c'est pour eux que j'écris, que je disperse ces idées.

Ma plus douce satisfaction serait de les voir tomber dans un sol fertile d'intelligences, qui ramèneraient doucement à la terre, à cette mère hospitalière, tant d'enfants qui l'ont désertée. Ces déracinés, qui doivent courir de par le

monde une vie hasardeuse, retrouveraient en nos campagnes la quiétude et le bonheur dans une superbe indépendance et un large bien-être.

La pratique des sports, les charmes de la vie au grand air, l'habitude de la mécanique automobile, le goût des expéditions coloniales sont d'heureux présages pour le succès éventuel de la Motoculture, la plus attirante des sciences, le plus passionnant des sports. La Motoculture ouvre à l'activité des fils de France, qui sauront prendre confiance en eux-mêmes et en les destinées de la Patrie, de larges et superbes horizons dans les vastes régions conquises par notre diplomatie et par nos armes, régions qui seront demain les pourvoyeuses alimentaires de l'Europe industrielle.

La Botanique agricole tend vers une amélioration continuelle de la plante cultivée : par sélection ou par croisement, elle obtient des organes végétatifs d'un développement plus rapide et d'un rendement plus élevé.



LABOUR AFRICAIN

A tirer la charrue, sous le grand soleil, la graisse et les muscles des bœufs se fondent et s'usent sans profit pour le colon.

La Chimie a fait surgir de ses laboratoires des applications merveilleuses pour le progrès agricole. Les travaux de Dumas, les découvertes de Liébig, les recherches de Boussingault et d'autres grands chimistes concernant l'alimentation générale des végétaux, ont amené l'agriculteur à la fertilisation des terres par les engrais : la puissance de réclame des grandes compagnies de produits chimiques le maintient dans cette voie. Les démonstrations de Gabriel Bertrand, de Loew, d'Aso, etc., ont donné la conception des engrais catalytiques, manganèse, bore, arsenic..., qui, à doses infinitésimales, semblent provoquer une suractivité de la végétation. Les remarquables expérimentations de Rissler ont montré la relation étroite qui existe entre la constitution d'une terre et les plantes qui s'y développent, fixant ainsi pour ces plantes les éléments nutritifs qui leur conviennent.

Et l'Académie des Sciences montrait récemment (M. G. Bonnier) comment certains acides organiques favorisent la germination des graines.

La Biologie, une science plus moderne, veut apprendre à l'Agriculteur à se passer des usines et à fabriquer lui-même dans son sol ses nitrates et ses produits azotés. Schlœsing, Müntz, Berthelot ont révélé le mécanisme de la nitrification, montré le rôle et l'action continue des microorganismes, des champignons, des algues dans les réactions accomplies au sein du sol. Ville a établi que la création d'une luzerne enrichit le sol en azote (Colson). Prillieux observe sur les racines des légumineuses (luzernes, trèfles, vesces, pois) des protubérances correspondant à de véritables colonies microbiennes. Hellriegel et Wilfarth démontrent que ce sont bien là des microbes ayant la propriété d'absorber l'azote de l'air, d'en vivre et de le rendre à la plante, soit par leurs déjections, soit par tout autre mécanisme. Bréal donne une forme saisissante à ces résultats en montrant la possibilité d'inoculer ces microbes aux racines qui en sont dépourvues. Winogradsky les isole. Et l'Institut de Beijerinck, dans son usine d'Eberfeld, cultive aujourd'hui ces ba-

cilles, les classe, les catalogue, les emmagasine dans des terres de bruyères, les vend à l'agriculteur (nitragine, alinite) pour les mélanger aux semences des légumineuses, de façon que les jeunes racines se trouvent dès l'origine au contact de ferments nitrificateurs. Ces légumineuses enrichissent à leur tour les terres en azote pour l'usage des autres plantes.

Des organismes vivants, les microbes nitrificateurs, se chargent de fixer dans le sol l'azote libre sous une forme partiellement nitrifiable : ils se substituent ainsi aux composés des gaz ammoniacque et azote, rendant inutile l'emploi des engrais chimiques azotés : l'agriculteur les fabriquera lui-même au sein de sa terre, merveilleuse usine.

Des groupements scientifiques agricoles, comme le « Franklin Institute » américain, étudient déjà le pouvoir nitrifiant relatif des divers terrains, fixant désormais, par une expérimentation préalable, la meilleure méthode de culture au colon qui débute sur des terres inconnues : quel horizon de travail ! Toutes ces

questions-là, tous ces problèmes, la Motoculture a le devoir de les aborder, de les connaître.

Mais ce n'est pas tout. Berthelot, en révélant le travail incessant de l'électricité atmosphérique silencieuse (Diffloth), a ouvert la voie à une science nouvelle, l'Électroculture, qui, sous les auspices de Thwaite, Loemstrom, Burtart, Basty, se flatte de stimuler la croissance des plantes par la puissance occulte de courants de haute tension et de haute fréquence.

Tandis que Georges Claude, notre aimable savant frigoriste, puise dans l'air et fait couler de ses appareils des torrents d'azote pur liquéfié (500 m³ à l'heure, nous dit M. d'Arsonval) capables d'engendrer des centaines de milliers de tonnes de sulfate d'ammoniaque, MM. Daniel Berthelot et Gaudechon découvrent que les rayons ultra violets réalisent rapidement et facilement à froid toutes les réactions de la nitrification.

La grande fée moderne, l'électricité, dont l'industrie semblait accaparer les bonnes grâces, accorde donc aujourd'hui les plus engageants

sourires à notre pauvre Cendrillon : l'agriculture.

Toutes les sciences, tour à tour, lui apportent ainsi l'hommage de riches présents, fruits de communs labeurs : la pauvre délaissée d'antan sera la reine de demain, car c'est elle dont la main bienfaisante est bonne et secourable à l'humanité, elle qui, dans les vastes horizons de lumière et de paix, offre le plus merveilleux champ d'expansion à l'activité humaine.

J'ai tenu à montrer la nature et l'ampleur du problème agricole : il appartient à une science plus modeste de contribuer à le résoudre, l'Agrologie, une science à laquelle on ne fait peut-être pas une part assez large ni dans l'éducation nationale ni dans la pratique agricole, une science bien française pourtant qui est en train de faire la fortune du Nouveau Monde par une application plus rationnelle des principes qu'elle édicte, une science qui attire aujourd'hui toute la sollicitude de l'Allemagne

populeuse et des nations qui sont obligées, pour nourrir leurs populations croissantes, de faire produire sur une surface de sol restreinte des récoltes toujours plus fortes.

L'agrologie est par excellence la science du sol : elle est la base même de toute agriculture rationnelle et doit être de même la base de la mécanique agricole. En industrie, le perfectionnement de l'outil de travail a été conduit au suprême degré; en agriculture, l'outil demeure presque le même depuis trente siècles, et les améliorations qu'il a subies n'ont servi qu'à rendre moins pénible l'effort de l'ouvrier sans améliorer la valeur du travail.

Il paraît donc indispensable, au moment où l'on appelle la mécanique industrielle à collaborer au travail du sol, de bien préciser au préalable l'idéal d'exécution vers lequel doit tendre ce travail. Le Congrès de Motoculture d'Amiens semblait avoir abordé ce souci en faisant poser par les ingénieurs et constructeurs aux agriculteurs et agronomes la question suivante :

« Dites-nous quel est l'état de préparation
« du sol qui vous convient le mieux pour que
« vos semailles vous donnent le maximum de
« résultats, et nous nous efforcerons de vous
« faire construire des appareils qui réaliseront
« vos désirs avec un minimum de frais. »

La question ainsi posée méritait une réponse catégorique : elle ne s'est pas dégagée des discussions, et les constructeurs continuent à construire et vanter les mérites de leur matériel, mérites qui se résument, je le répète, non pas en une amélioration mais en une simple augmentation du travail accompli.

Dans les lignes qui vont suivre, je me suis assigné le but de dégager quelques idées utiles. L'étude du sol arable, le rôle de l'eau et de l'air dans ce sol, les réactions qui doivent s'y accomplir pour assurer le plein développement des cultures, l'examen rapide des méthodes culturales modernes, serviront de base pour fixer un critérium d'appréciation pratique de l'outillage de culture.

Sans embarrasser mon exposé de descriptions techniques, de détails mécaniques, je ne ferai que caractériser les quelques types d'appareils de Motoculture connus, laissant à mes lecteurs le soin de tirer de mes indications des déductions conformes à leurs propres besoins, à leurs moyens. Ne visant pas à dresser une monographie de tous les appareils mécaniques agricoles, je ne dirai rien d'ailleurs des appareils de récolte, m'attachant uniquement aux appareils de culture, qui intéressent l'agrologie, science du travail du sol.

JULIEN.



André Guérin

1^{re} PARTIE

PRINCIPES AGRONOMIQUES

Biblioteca USV IASI



AU CANADA (Outillage Cockshutt.)

Les labours n'y sont jamais profonds. Des labours profonds en terres sèches assèchent encore davantage le sol, et subordonnent le résultat des semailles au hasard des pluies.

CHAPITRE I

LE SOL ARABLE



I — CONSTITUTION PHYSIQUE

LE sol arable est la couche de l'écorce terrestre qui fournit aux végétaux le support où ils sont fixés, le milieu nécessaire au développement de leurs racines. Quand on examine dans une tranchée une certaine épaisseur de terre arable (de 0 m. 50 à 2 mètres), on voit qu'elle forme une masse à peu près homogène, souvent très colorée (terres noires, terres rouges), grenue quand elle est sèche, plastique quand elle est humide.

Si l'on attaque cette masse avec un instrument agricole pour la réduire en miettes aussi fines que possible, ces miettes, même les plus fines, sont encore divisables : chacune est un agglomérat de matières diverses liées entre elles par une certaine cohésion.

Ces matières se séparent, s'isolent sous un lavage : l'argile trouble l'eau, se détache en fines molécules, le sable se dépose au fond avec les cristaux de calcaires, l'humus flotte en minces débris. Argile, sable, calcaire, humus sont les quatre éléments constitutifs de la terre arable.

Provenant de la désagrégation continue des roches calcaires, siliceuses, des bancs d'argile, des amas organiques, ils se retrouvent dans tous les sols, amenés au contact les uns des autres au cours des sédimentations géologiques, groupés en mélanges dont la diversité constitue toutes les variétés de terrains. Le travail de l'homme peut modifier ces mélanges par l'apport judicieux au terrain, en plus grande abondance, d'un de ces éléments (chaulage, marnage, fumures, amendements).

Le sable grossier, élément de division, de perméabilité, d'aération, prédomine dans les terres légères.

L'argile, élément de plasticité, d'agglutination, dans les terres fortes.

Le sable fin, élément de tassement, d'imperméabilité, dans les terres battantes qui s'éboulent sous la pluie.

Ces terres auraient donc de dangereux défauts que corrigent : l'humus, mortier organique d'une extrême souplesse, soudant entre elles les molécules de sable et donnant plus de cohésion aux terres légères ; les sels de chaux dissous, coagu-

lant les argiles colloïdales et donnant plus de porosité aux terres fortes.

Les terres franches réalisent un moyen équilibre entre tous ces éléments possédant chacun des propriétés si différentes, et se présentent à l'analyse comme un agrégat solide de fines particules en lesquelles sont associées des molécules de sable et d'humus cimentées par de l'argile coagulée.

Un grain de sable pris isolément est un corps solide; un grain d'argile aussi; un brin végétal est déjà composé de cellules; et le groupement attractif d'un grain de sable, de grains d'argile, de cellules de carbone dans un mortier colloïdal où la chaux, la potasse interviennent, n'est plus un corps unique, mais un agglomérat poreux, si petit, si menu qu'il soit.

SA TEXTURE

Dans un sol arable, les éléments constitutifs du sol ne sont donc pas isolés, mais naturellement groupés en particules de dimensions très diverses, souvent infimes, qui sont en contact les unes des autres, — comme des grains de semoule grossière dans un sac, — laissant entre elles des vides plus petits qu'elles, vides microscopiques communiquant entre eux dans toutes les directions autour des points de contact.

Une preuve qu'il en est bien ainsi, c'est que beaucoup de ces sols ont la propriété de se con-

tracter sous la sécheresse (crevasses), de façon à occuper un moindre volume pour une même masse de terre : et cette opération ne peut se faire qu'aux dépens de vides qui préexistent dans la structure normale d'un sol détritique.

Telle est la constitution intime, la texture du sol arable normal, texture qui détermine ses qualités physiques.

On conçoit bien : que cette masse *poreuse immobile et continue* soit *compressible* en tous sens, surtout quand elle est humide, jusqu'au point où les pores se bouchent; que des racines, dont la force de pénétration est énorme, puissent s'y mouler un passage; que cette masse soit susceptible, comme tous les corps poreux, de recueillir dans ses pores une certaine quantité d'eau (perméabilité, hygroscopicité); que cette eau forme dans la contexture solide des particules du sol, à travers les espaces microscopiques communiquant entre eux, un réseau liquide, *également continu*, et soumis de ce fait aux lois qui régissent le mouvement des liquides en des espaces capillaires (capillarité).

On conçoit aussi qu'une terre arable en ce dernier état (non cultivée) où les particules de terre et le réseau liquide occupent intégralement tout le volume de la masse, n'y laisse aucun passage ou que de faibles passages (par les racines mortes, les trous de vers...) à la pénétration de l'air.

On ne saurait trop préciser ces caractéristiques physiques du sol arable qui régissent les procédés culturaux auxquels sont liés les phénomènes de la végétation.

SES QUALITÉS

Il est nécessaire de rappeler ici les qualités physiques particulières que ces éléments communiquent aux terres.

L'humus, produit de désintégration dans le sol des déchets végétaux et matières organiques, jouit de la précieuse propriété d'absorber très vite et de retenir des quantités d'eau considérables : il transmet ce pouvoir aux terres qui le renferment en abondance (hygroscopicité). Or l'eau, nous le verrons, est un facteur essentiel de la fertilité des terres, et la condition première de leur productivité.

L'humus, de densité très faible par rapport aux autres éléments, rend aussi moins lourdes les terres où il abonde : on admet, comme densité moyenne d'une bonne terre arable, le chiffre de 1,2, soit un poids de 1 200 kil. au mètre cube.

1 hectare à 1 m. de prof., soit 10 000 m³, pèse donc 12 000 tonnes.

1	=	à 0 m. 50	=	5 000	—	6 000	—
1	=	à 0 m. 25	=	2 500	—	3 000	—

Les solutions de chaux, provenant de l'attaque des calcaires par les acides du sol, coagulent l'ar-

gile et maintiennent ainsi l'agrégat poreux en une forme définie. Si des afflux d'eau répétés entraînent ces solutions, les fines molécules d'argile (1 centième de millimètre !) se rapprochent, les petits espaces intersticiels se bouchent, même entre grains de sable, et la terre, au lieu de rester pulvérulente, se transforme en une masse plastique qui a chassé l'eau et l'air de ses pores. Un apport de chaux, et surtout un travail du sol souvent répété, sont indispensables à ces terres pour leur rendre partiellement les qualités physiques de la terre arable : la chaux rend les terres fortes plus filtrantes.

II. — *CONSTITUTION CHIMIQUE*

Le sol arable est aussi la couche de l'écorce terrestre qui fournit aux végétaux les réserves alimentaires nécessaires à leur existence.

La connaissance parfaite de la constitution chimique de cette couche doit être la base de toute entreprise agricole. Les espèces végétales ont des besoins divers ; les unes prospèrent sur les terrains où d'autres dépérissent : il est parfaitement irrationnel de vouloir contrarier ces lois naturelles, sauf toutefois quand la science agronomique met à notre disposition des moyens faciles et économiques de corriger les caprices de la nature.

ÉLÉMENTS MINÉRAUX

Est considérée comme une bonne terre arable propre aux céréales et aux grandes cultures, une terre franche qui renferme les principaux éléments : *acide phosphorique, azote total, potasse*, chacun d'eux dans les proportions de 1 à 2 millièmes, c'est-à-dire 1 à 2 grammes par kilogramme de terre, soit :

4 000 à 6 000 kilogr.	par hectare	à 0 m. 25	de profondeur.
6 000 à 12 000	—	—	0 m. 50 —
12 000 à 24 000	—	—	1 m. —

Il existe beaucoup de terres où ces proportions sont dépassées, qui renferment jusqu'à 5 à 6 millièmes d'acide phosphorique, soit plus de 30 000 kilogrammes par hectare sur profondeur 0 m. 50; d'autres, 10 à 15 millièmes de potasse, soit plus de 100 000 kilogrammes par hectare.

Beaucoup de terres aussi renferment ces éléments — ou l'un ou l'autre de ces éléments — en quantités moindres : l'acide phosphorique en particulier ne se trouve plus guère, dans les plaines de l'ancienne *Hirkia* qui fut le grenier de Rome, qu'à la dose de 0,5 à 0,7, ce qui représente encore de belles réserves. Il est curieux de constater à ce sujet, comme l'a fait M. Acquaviva, que des parties de terrains sans cesse labourées depuis plus de 1 000 ans révèlent à l'analyse une teneur de

0,68 et que d'autres parties de ces mêmes terrains, qui sont en friches probablement depuis toujours, ne donnent que 0,70.

Nous reparlerons de ces chiffres dans les rapports qu'ils ont avec les besoins alimentaires des cultures : l'azote, l'acide phosphorique, la potasse sont les trois éléments essentiels coopérant avec la chaux, la silice, etc., à la formation des récoltes. Les humus jouent là encore un rôle d'une extrême importance.

HUMUS

Chaque végétal qui se développe sur un sol y meurt et s'y décompose, l'enrichit de sa dépouille. Pendant sa vie, il a fixé dans ses tissus une certaine quantité de carbone, s'est assimilé de l'azote : après sa mort, ces éléments, soumis à l'action lente de l'oxygène atmosphérique et de ferments particuliers, donnent ces produits noirs et complexes désignés sous le nom d'humus, qui s'accumulent dans les terres abandonnées à la végétation spontanée, comme les terres vierges des colonies, les prairies naturelles des pampas d'Amérique.

La matière organique des terres arables située dans les couches supérieures est constamment en voie d'altération, d'oxydation, de décomposition, de combustion, pour y produire des *humus*.

Certains sols en renferment jusqu'à 80 millièmes, ce qui représente de 80 à 100 kilogrammes

par mètre cube (environ 250 tonnes par hectare), soit une provision de *carbone*, à la disposition des plantes, de 100 à 125 tonnes par hectare dans une épaisseur de 25 centimètres, et jusqu'à 200 tonnes dans une plus forte épaisseur.

Les racines puisent là le carbone organique nécessaire à la constitution de la plante, pour l'ajouter au carbone aérien que les feuilles assimilent à la lumière diurne dans l'action chlorophyllienne.

C'est également dans l'humus que les plantes n'ayant pas le pouvoir de tirer de l'air atmosphérique l'azote dont elles ont besoin vont chercher cet aliment précieux entre tous.

ANALYSE BIOLOGIQUE

La terre, a dit Berthelot, est quelque chose de vivant.

La terre arable n'est pas un support inactif et neutre, mais un milieu extrêmement actif où, sous l'influence de microorganismes, de ferments, s'élaborent les principes alimentaires et se fixent les éléments nutritifs.

Ces ferments, dont nous aurons à apprécier les rôles complexes, occupent les assises supérieures du sol, les mêmes assises que les humus. Ils sont fixés, comme d'invisibles ventouses, par la force d'adhésion capillaire sur les plus fines particules

de terre, formant des *colonies* sporadiques localisées dans les milieux les plus convenables, c'est-à-dire les plus riches en matières alimentaires.

Ces colonies, ardentes à la lutte, vivent sur ces matières une vie intense, qui cesse quand les matières s'épuisent : les microbes ne sont pas *migrateurs* et ne sauraient se déplacer seuls. Les travaux d'ameublissement du sol qui opèrent un *intime mélange* des particules terreuses *disséminent* les colonies microbiennes dans toute la masse cultivée, et provoquent leur suractivité. Nous verrons combien nous est utile cette énergie, mais nous savons déjà que nous en demeurons les maîtres.

Les ferments sont pour nous des collaborateurs précieux ; leur nombre est infini, comme leur bonne volonté : à notre intelligence d'en tirer profit.

Kaiser a confirmé que le nombre des microbes contenus dans un litre de terre arable varie beaucoup avec la profondeur : il est de 4 à 600 millions, de la surface à 0 m. 50 de profondeur, avec maximum autour de 0 m. 25 ; au delà de 0 m. 50, il décroît rapidement, devient 20 fois moindre à 1 m. et presque nul ensuite.

FERTILITÉ NATURELLE

Un sol arable normal se révèle à l'analyse avec les qualités physiques, chimiques, biologiques que



LABOURAGE AMÉRICAIN

Il provoque une oxydation rapide des humus et la destruction prématurée des matières organiques du sol arable.

Biblioteca USV LASI

je viens de rappeler : pour que ce sol soit fertile et assure le plein développement de la végétation qui lui est confiée, il faut encore que les matériaux nutritifs qu'il renferme soient assimilables.

Or, nous savons que la plante n'assimile les matières du sol que sous la forme de *solutions aqueuses*. Les deux conditions essentielles de la fertilité des terres sont, en effet : 1° la *présence de l'eau*; 2° la *solubilité* des matières nutritives.

La question de l'eau va faire l'objet d'une étude spéciale : je dirai quelques mots ici sur l'état de solubilité des matières chimiques du sol qui, très abondantes dans les sols de transports, d'alluvions détritiques, sous leurs formes brutes de matières azotées, de phosphates, de roches riches en alcalis, sont généralement insolubles dans l'eau et par tant inutilisables.

C'est le cas de l'*acide phosphorique*, dont une très faible part se présente sous une forme assimilable (soluble dans acide acétique). Il semble même que l'on ne soit pas très fixé sur la façon dont les phosphates naturels, et même les superphosphates, sont rendus assimilables : la présence ou l'addition dans le sol de sels susceptibles de libérer leur acide (sulfate de chaux, sulfure de carbone) ou d'acides organiques faibles (acides humiques) paraît influencer très énergiquement l'assimilation de l'acide phosphorique.

La *potasse* est, dans le sol, en partie soluble,

mais elle exige une énorme quantité d'eau pour se dissoudre, et cette quantité d'eau faisant toujours défaut, elle ne se trouve dissoute et directement utilisable qu'en infime proportion.

De l'azote total présent dans le sol, 2 pour 100 seulement se présentent sous la forme assimilable d'azote nitrique, de nitrate soluble à l'eau. Ce nitrate soluble est réparti dans toute l'épaisseur du sol, partout où sont les eaux : nous pouvons de suite en déduire qu'une terre est d'autant plus fertile qu'elle contient plus de nitrates, et d'autant plus féconde que les nitrates sont mieux maintenus à la disposition des racines. Nous entrevoyons ainsi toute l'importance de la nitrification des terres, et des procédés culturaux qui la régissent.

La présence des *humus* est un signe certain de fertilité : terres noires de Russie, d'Auvergne, du Rio, terres de bruyères... Cette matière noire ne se produit en abondance que dans les sols bien pourvus en potasse soluble.

D'autre part, l'humus, grâce à son énorme pouvoir d'absorption des liquides, grâce aussi aux acides organiques qu'il renferme, jouit de la précieuse propriété de mobiliser à doses élevées les solutions d'acide phosphorique. Il retient de même en son sein obscur les sels d'azote solubles qui auraient tendance à descendre trop profondément dans le sous-sol.

Ainsi s'établit le lien qui fait coopérer au profit

de la plante, dans un sol fertile, ses principaux éléments constitutifs aux mêmes fonctions alimentaires.

L'humus y apparaît réellement comme un élément actif qui apporte à l'agriculteur une collaboration énergique et bienfaisante : il est rationnel de lui faire jouer pleinement son rôle dans l'exploitation du sol, et toute méthode culturale qui le néglige est vouée à la ruine. L'humus étant d'ailleurs un produit de la végétation, nous avons toujours à notre portée des moyens faciles de le produire, soit en laissant nos terres en friches (végétation spontanée), soit en enfouissant des récoltes avant maturité (engrais vert), des déchets de récoltes (déchaumages), des fumiers...

Une terre qui contient de l'humus (humates, humophosphates), contient aussi de l'azote : elle est toujours fertile.



CHAPITRE II

L'EAU



L'EAU ET LE SOL

Le sol arable est l'habitat de la végétation her-
bacee; nos prairies naturelles, nos céréales,
nos grandes cultures industrielles, nos plantes
fourragères tirent de ce sol les matériaux néces-
saires à leur développement. Ces matériaux leur
sont fournis par les racines sous la forme de solu-
tions nutritives : *l'eau fait donc partie intégrante*
des sols qualifiés de fertiles. Nous chercherons à
dégager les conditions favorables à un maximum
de fertilité et nous déterminerons les minima au
delà desquels une terre arable est infertile.

En un sol de culture, l'eau ne se trouve jamais
à l'état pur. Qu'elle provienne d'irrigations ou de
chutes de pluie, elle s'acidule, elle se charge de
matières solubles dès qu'elle s'y infiltre, avec le

concours des sécrétions acides des racines, et ne s'y maintient qu'à l'état de solutions minérales très diluées qui, par un curieux équilibre chimique, conservent toujours à peu près le même titre (Schlœsing).

La plante va puiser en ces solutions tous les principes entrant dans sa constitution, sauf le carbone pris directement à l'acide carbonique de l'air par l'assimilation chlorophyllienne, principes que la terre végétale tient en réserve, grâce à son pouvoir absorbant.

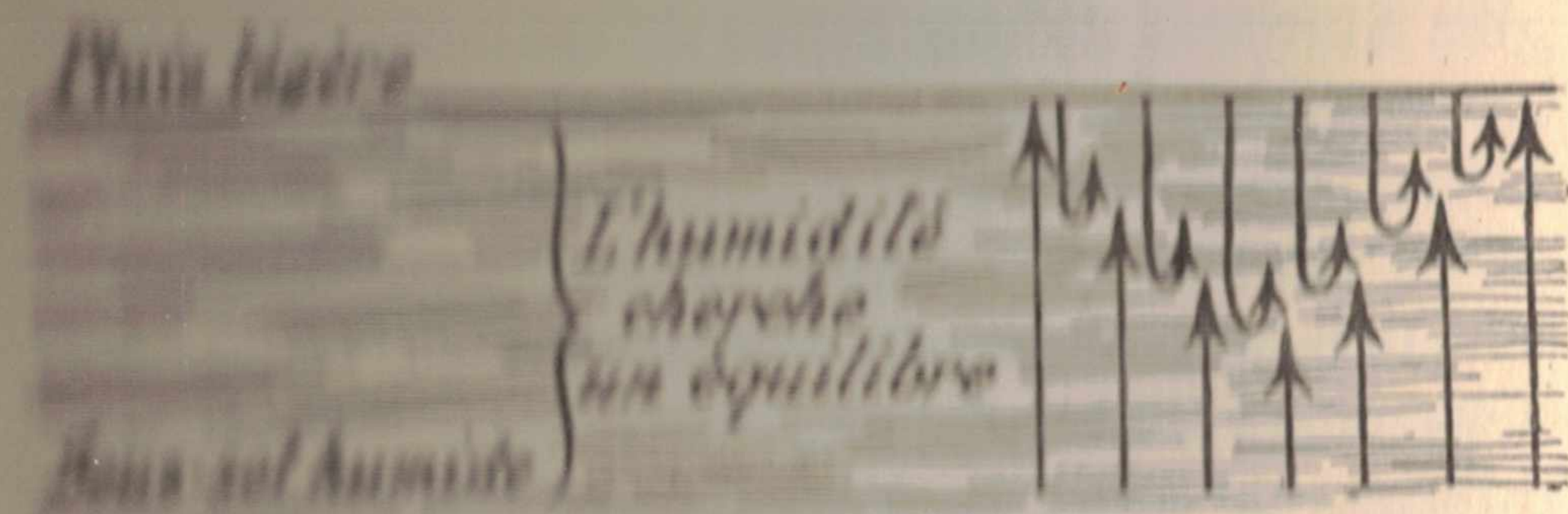
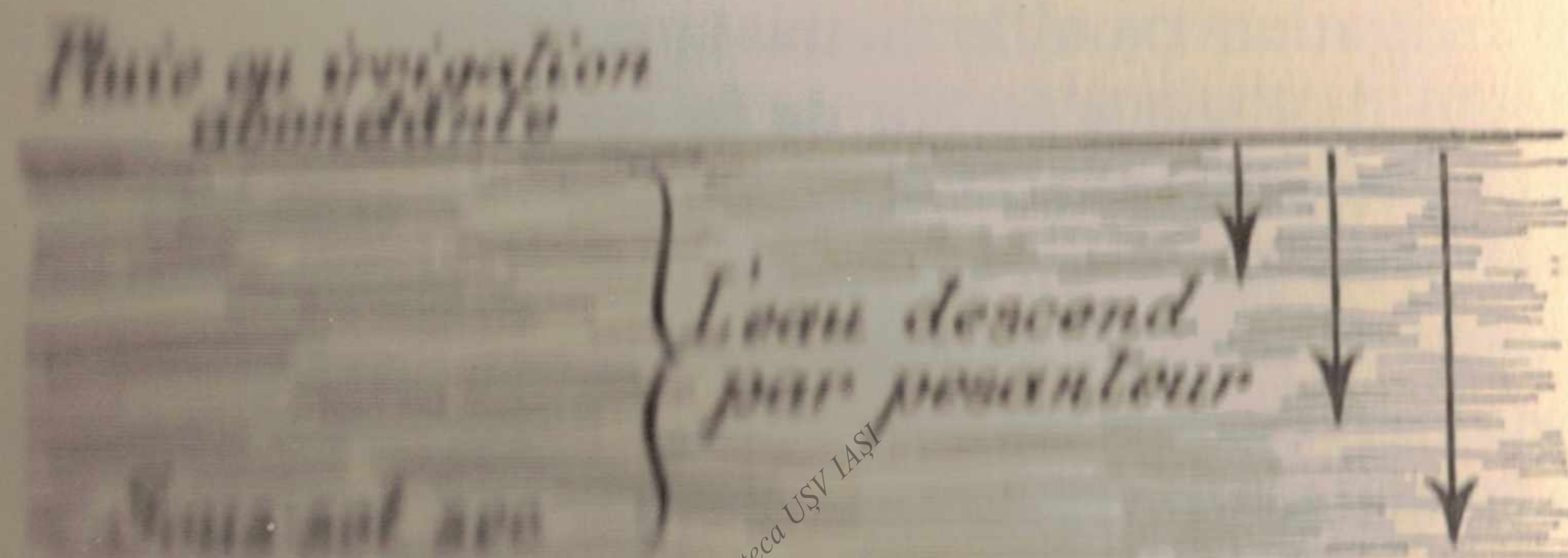
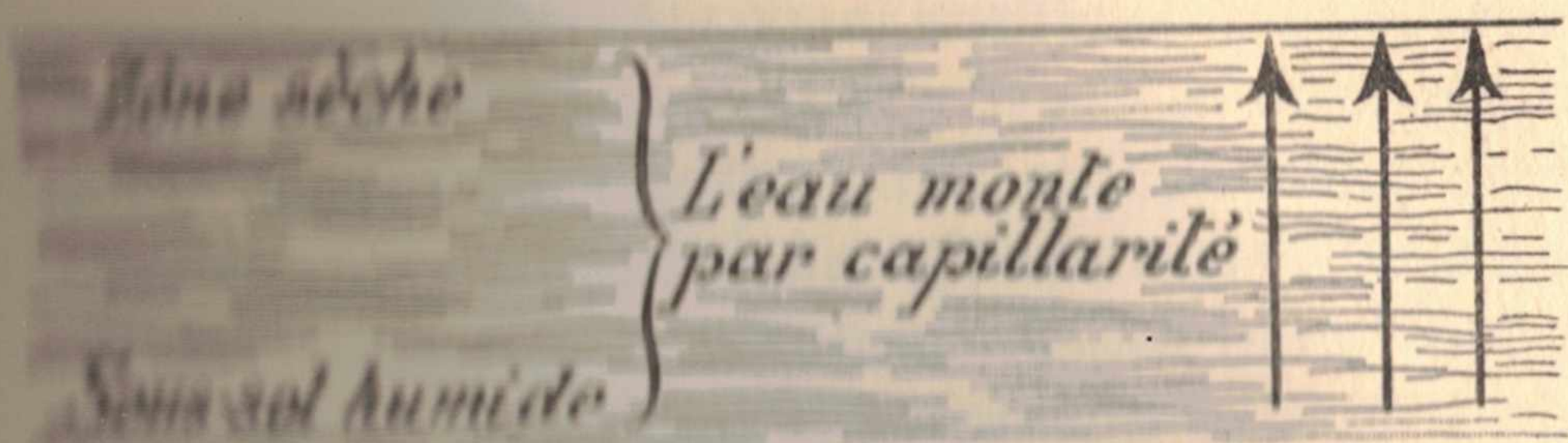
L'eau du sol peut être étudiée sous son état physique *de liquide*, dans ses rapports avec le sol, sous son état chimique de *solution nutritive*, dans ses rapports avec la plante.

I. — ÉTAT PHYSIQUE

CAPILLARITÉ

Dans un sol arable de texture normale, nous avons vu que l'eau n'a pour se loger que les vides laissés entre les particules terreuses, comme elle se loge dans une étoffe grossière, dans un buvard, entre les fibres. Tous ces vides communiquant entre eux, le réseau liquide forme, autour des particules terreuses, comme un tissu liquide exactement encastré dans le réseau solide.

En cet état, une tranche de sol, si épaisse qu'on



MOUVEMENTS DE L'EAU DANS UN SOL ARABLE COMPACT.

Les mouvements de l'eau dans un sol arable sont subordonnés à l'état physique de ce sol; les lois de la pesanteur régissent ces mouvements dans les espaces non capillaires; les lois de la capillarité les commandent dans les autres.

veuille la considérer, se comporte physiquement comme un morceau de sucre imbibé de liquide, de café par exemple. Si on place au-dessous de ce bloc de sucre humide un autre, sec, on ne tarde pas à voir le liquide coloré descendre et se répandre dans le bloc inférieur. C'est ce qui advient dans le sol lorsque, après une sécheresse qui a desséché profondément toute la masse, l'eau de pluie ou d'irrigation mouille toute la surface : un mouvement de l'eau s'établit de la couche humide vers la couche sèche. Si au-dessus du bloc imbibé de café, on place un morceau sec, le même phénomène se produit en sens inverse : le liquide coloré monte, comme le fait l'huile dans une mèche, comme le fait l'eau dans la terre de votre pot de fleurs quand vous le placez sur un récipient couvert d'eau, comme elle le fait encore dans les bougies filtrantes de nos filtres de ménage Chamberland : toujours, avec une puissance dont on ne se doute guère. Et c'est encore exactement ce qui se passe dans le sol, quand, la terre étant fortement imbibée, à grande profondeur, le soleil et le vent desséchant d'abord la surface, l'eau des couches inférieures remonte tout doucement pour s'évaporer à l'air, si bien que la terre s'assèche de plus en plus profond.

Si, en ce dernier état, une nouvelle pluie mouille la surface, l'eau s'infiltré encore ; si elle est très abondante, elle ira jusqu'à accroître la quantité

d'eau demeurée dans les couches inférieures ; mais si elle est faible au contraire, elle ne pourra que faire la moitié du chemin et le sol présenterait ainsi une zone presque sèche entre deux zones très humides. C'est là un équilibre instable qui oblige l'eau de la zone inférieure à remonter plus énergiquement vers la surface jusqu'au moment où l'équilibre normal est rétabli : voilà comment une petite pluie dessèche quelquefois la terre.

A ce moment, dans un terrain ne communiquant pas avec un réservoir d'eau inférieur (nappe souterraine), ce ne sont ni les couches les plus profondes ni les couches superficielles qui contiennent le plus d'eau, mais les couches intermédiaires.

Vingt fois, dans des terres diverses, j'ai effectué des mesurages pour vérifier sur ce point une certitude personnelle ; et cette constatation de M. de Gasparin, renouvelée par M. Risler, s'est trouvée toujours exactement vraie, sauf... cependant sur un sol forestier, en terre de bruyères où, trente jours après une pluie, la zone superficielle du sol (0 m. 25) renfermait encore en son sein un plus grand volume d'eau que les zones moyennes (0 m. 75).

TENSION SUPERFICIELLE

Tous ses mouvements de l'eau dans le sol sont réglés par les lois bien connues de la capillarité ; nous avons besoin de les examiner de plus près encore.

L'eau qui remplit les vides intersticiels entre les particules de terre, enrobe celles-ci comme une fine pellicule élastique. A mesure que la capillarité ramène à la surface l'eau qui s'évapore, la fine pellicule s'étire, s'amincit sur chacune des particules — créant entre elles des vides où peut circuler l'air — jusqu'au point de ténuité extrême où l'on dit que la terre est complètement sèche. La force qui la maintient adhérente à la particule de terre, et qui s'oppose même aux lois de la pesanteur cherchant à la détacher, est ce que l'on appelle *la tension superficielle*, tension d'autant plus forte que, dans un même volume de terre, la surface libre des particules est plus grande, donc, que les particules sont plus petites.

Quand la quantité de liquide augmente, la pellicule s'épaissit, les vides diminuent, la tension aussi; et à ce moment, la terre est toute prête à céder une partie de son eau, soit à l'évaporation de surface, soit aux racines intérieures.

Si la quantité de liquide baisse, la pellicule s'amincit, la surface liquide se contracte, les vides augmentent, la tension aussi; et il arrive que la terre ne cède plus rien ni à la plante ni à l'évaporation.

ÉVAPORATION

Dans une terre nue, presque toute l'eau du sol peut être attirée ainsi vers la surface par l'évapo-



TRACTION MÉCANIQUE

Le rendement des tracteurs et la qualité du labour ne dépendent pas de la force motrice, mais de l'état de la terre au moment du travail.

ration, qui, détruisant constamment l'équilibre de tension dans la couche supérieure du sol, oblige l'eau intérieure à remonter.

Les plantes ne prennent pas l'eau à la surface, mais la puisent plus ou moins profondément par leurs racines, qui provoquent également autour d'elles une rupture de l'équilibre de tension, appelant, aspirant l'eau de toutes directions des zones adjacentes : l'eau s'élève dans la tige et s'évapore par les feuilles ; la blessure faite à la tige, qui fait *pleurer* la plante, comme le font les sarments de la vigne taillée au printemps, en donne une jolie démonstration.

Dans une terre où les plantes sont assez espacées, l'évaporation se fait à la fois par la terre et par la plante.

On conçoit ainsi qu'un moyen quelconque empêchant l'eau de s'évaporer par la surface nue, la laisserait en totalité disponible pour la plante. Cette observation, nous le verrons, est du plus haut intérêt pour les régions où les eaux ne sont plus assez abondantes quand les plantes de culture en auraient besoin.

PAR LA PLANTE

Il me semble opportun de rappeler ici que l'ascension de l'eau dans la plante est solidaire de ces phénomènes.

Si on isole du sol avec soin une jeune tige de

blé, on constate que les radicelles sont garnies, chacune vers son extrémité, de poils très fins et très ténus qui adhèrent très fortement à la terre. La pointe de la radicelle qui s'insinue toujours plus avant dans le sol, semble dégarnie de ces poils, ainsi d'ailleurs que la partie la plus rapprochée de la tige.

Les racines poussent leurs plus fines radicelles dans les espaces les plus étroits; et ce sont ces poils absorbants, si frêles et si ténus, qui se faufilent dans les espaces capillaires, capillaires comme eux. Ainsi s'établit la jonction du système capillaire du sol au système capillaire de la plante : c'est une mince cellule protoplasmique formant l'extrémité du poil, qui fait la liaison.

Le liquide du sol, contenant des solutions nutritives diverses, passe ainsi dans la plante, par phénomène d'endosmose, en vertu des mêmes lois et forces de capillarité (non sans que cette cellule ait choisi, parmi ces solutions, celles que la plante désire). Il monte dans la tige, s'étale en minces couches dans les feuilles, où l'air extérieur l'évapore.

Tant que le liquide est abondant dans le sol, la plante se nourrit avec ardeur; mais quand il commence à manquer, quand les tubes capillaires de la plante, plus fins, donc plus puissants, aidés encore peut-être par une force osmotique particulière, ont presque vidé les espaces capillaires du sol, une lutte énergique s'établit à l'extrémité des poils pour

la possession de l'eau, entre les forces capillaires de la plante, agissant comme une pompe aspirante, et les forces adhésives qui retiennent plaquées contre les particules terreuses une pellicule liquide de plus en plus mince.

Il arrive un moment où la tension superficielle appliquée à maintenir cette couche est assez forte pour contrebalancer les efforts de la plante : et c'est alors que la plante souffre réellement du manque d'eau, puis de la sécheresse. Finalement, la plante peut cesser de vivre, si, toute l'eau étant évaporée dans ses cellules ou une partie de ses tubes capillaires, la matière minérale s'y trouve déposée au hasard, obstruant les canaux, bouchant les pores.

MOUVEMENTS DE L'EAU EN SOL CULTIVÉ

Tels sont les phénomènes physiques les plus importants qui régissent les mouvements de l'eau dans le sol et la plante ; nous n'aurons garde de les oublier quand, avec nos instruments de culture, nous viendrons rompre l'homogénéité de ce sol stable idéal que j'ai considéré jusqu'ici. Nous devons impérieusement nous rappeler, si nous désirons les provoquer, les utiliser, les commander, qu'ils ne se produisent que dans *un sol continu*, et que toutes les façons culturales, quel qu'en soit le but, doivent toujours *rétablir cette continuité* quand elles l'ont rompue.

Le travail du sol divise en effet la masse homo-

gène en fragments de différents volumes, suivant le degré d'ameublissement. Les mottes produites ont couramment de 1 millième de centimètre cube — ce qui n'est pas encore de la poussière — jusqu'à plusieurs décimètres cubes ! Les intervalles créés entre ces mottes sont dans les mêmes dimensions : d'autant plus étroits cependant que les mottes sont plus petites, l'ameublissement plus complet, le tassement plus fort. Beaucoup de ces intervalles ne sont pas des vides capillaires : les mouvements des liquides qui y circulent se trouvent soumis à des lois différentes.

Dans les espaces non capillaires, les lois de *la pesanteur* seules les régissent : les liquides descendent dans le sol par leur propre poids, atténué par le frottement d'adhésion. Ils ne sauraient en remonter, du moins sous cette forme.

Dans les espaces capillaires, au contraire, les liquides pénètrent par infiltration, d'autant plus difficilement que les espaces sont plus petits et que les terrains sont plus secs. Ces espaces contiennent alors de l'air qui s'oppose à la descente du liquide, et celui-ci glisse sur la surface, comme si elle était huilée.

Ceci explique pourquoi *un sol poudreux*, à base d'argile surtout, s'imbibe très difficilement. Si les terres fortes de cultures en pays chauds ne se crevassaient point, elles n'arriveraient pas à s'humecter.

En revanche, dans ces espaces capillaires, les liquides du sous-sol ont tendance à s'élever, d'autant plus haut et plus abondamment que ces espaces sont plus nombreux dans un même cube de terre. Plus les particules terreuses sont fines, plus les terres sont tassées, mieux s'élève l'eau du sous-sol, très lentement d'ailleurs. Et si une couche à structure grossière succède à une couche à structure très fine, l'eau monte par celle-ci, mais demeure à la base de celle-là.

Nos voyageurs des déserts africains le savent bien, quand, pour s'abreuver, creusant à la main une nappe de sable supportée par une couche argileuse, ils trouvent au-dessous de celle-ci une eau fraîche et abondante. Et la fragile coloquinte des déserts le sait aussi, elle qui, pour cueillir cette eau, pousse au fond de la nappe de sable et promène sur la couche d'argile des racines qui atteignent plusieurs centaines de mètres de longueur!

Les gaz, plus fluides que les liquides, et soumis aux lois de la dilatation, d'autant plus légers qu'ils sont plus chauds, d'autant plus lourds qu'ils sont plus froids, peuvent descendre et monter librement dans les espaces non capillaires, soit par l'effet de ces lois, soit en étant aspirés ou refoulés tour à tour par la respiration des êtres vivants qui peuplent en nombre infini les sols cultivés.

L'air en particulier descend dans ces intervalles, se charge de vapeur d'eau prise aux liquides, devient ainsi plus léger, remonte à la surface, évapore son eau, et toujours recommence : il assèche terriblement les terres ouvertes, crevassées.

Les gaz, qui ont la propriété de passer à travers les fines membranes, doivent bien circuler aussi dans les tubes capillaires, soit quand ils sont vides de liquides, soit, comme des index, dans les colonnes même de liquides ascendants, index aptes à se dilater et capables de hâter l'ascension. Mais ils ne sauraient descendre dans ces espaces capillaires, quand ces espaces sont gorgés de liquides.

Il faut donc, sans aucun doute, qu'il y ait dans toute l'épaisseur d'un sol arable cultivé, à la fois des vides capillaires et d'autres non : ces derniers, pour laisser pénétrer en abondance l'eau dans la masse, et l'air à sa suite ; les autres pour mobiliser une partie de ces liquides (l'imbibition de la terre le réalise) et les empêcher de descendre trop bas ; mais surtout pour les remonter quand la zone supérieure s'assèche et que les plantes en ont besoin.

On voit ainsi que le rétablissement de communications capillaires entre le sol attaqué par les instruments de culture et la zone sous-jacente est d'autant plus indispensable que les provisions d'eau sont moindres, et que la consommation d'eau est plus forte. Tous les procédés culturaux

des pays secs doivent graviter autour de cette impérieuse obligation.

Les principes étant bien dégagés, nous verrons plus tard par quels moyens peut s'obtenir le plus aisément cette structure idéale du sol arable lui donnant à la fois *une perméabilité* suffisante et un *pouvoir intense de capillarité*.

II. — EAU ALIMENTAIRE

Toute quantité d'eau qui tombe sur le sol sans y pénétrer profondément, toute humidité qui s'évapore du sol par une autre voie que la plante est absolument nulle et d'aucun intérêt. Seule est intéressante celle qui demeure en un juste équilibre dans la terre, à la disposition des racines, sans être trop abondante pour obstruer les conduits qui leur amènent l'air, sans disparaître non plus au delà des zones où l'action capillaire serait impuissante à l'atteindre et la remonter.

On dit qu'une terre arable normale peut absorber assez rapidement une quantité d'eau égale à la moitié de son poids; soit pour 1 hectare à 1 mètre de profondeur pesant 12000 tonnes, environ 6000 mètres cubes d'eau équivalant à une pluie de 600 millimètres! Même après les plus grandes pluies (qui dépassent rarement quelques dizaines de millimètres par jour!) nos sols, que nous con-

sidérons pratiquement comme saturés, ne renferment cependant qu'une fraction de *leur possibilité*, de leur *capacité hydraulique*. La terre arable est donc susceptible de contenir, *quand la pluie ou l'irrigation la lui fournit*, une quantité d'eau aussi forte que peut le désirer l'agriculteur. Il sait d'ailleurs qu'une bonne terre franche est en excellent état de fraîcheur quand elle renferme en eau 10 à 15 pour 100 de son poids, ou 30 à 50 pour 100 de son eau de saturation; il sait aussi que la végétation commence à pâtir dès que cette proportion descend au-dessous de 10 pour 100, et qu'elle cesse à 6 ou 7 pour 100; une terre est considérée comme sèche et infertile quand elle ne contient plus que 6 à 700 mètres cubes d'eau par hectare équivalant à une pluie de 60 à 70 millimètres.

Ces chiffres, au surplus, sont très relatifs : il faut, avant tout, que le sol renferme en eau la quantité *nécessaire pour satisfaire aux besoins des plantes*, et cela *en temps opportun*. Nous avons donc à déterminer ici l'importance de ces besoins.

BESOINS DES PLANTES

Ces besoins sont eux-mêmes *fonction* de l'importance de la végétation que supporte le sol, et partant, des récoltes. Je rappellerai plus tard les rapports étroits des récoltes diverses avec les terrains qui les supportent : je me borne ici, pour

serrer de plus près la discussion, à prendre comme exemple une culture de blé.

On a démontré que le poids total de la matière sèche composant une récolte normale de blé est formé comme suit :

Grains :	22,8 pour 100
Balles :	4 —
Paille :	57,7 —
Chaumes et racines :	15,5 —

Ces chiffres sont fournis par de nombreuses observations anglaises : ils tiennent compte de la totalité de la matière sèche formée, ce que ne font pas les auteurs qui comparent seulement les poids de grain et de paille recueillis. Des mesurages personnels me permettent de croire que les proportions de $1/4$ pour le poids du grain et $3/4$ pour celui des déchets, sont suffisamment exactes.

Cela veut dire qu'une récolte de blé de 15 quintaux à l'hectare représente un poids total en matière sèche, de 60 quintaux ou 6 tonnes.

Une récolte de 15 qu. représente	6 tonnes matière sèche
— de 7 qu. 5	3 — —
— de 30 qu.	12 — —

Ce sont ces chiffres de 3, 6, 12 tonnes qui vont me servir de base de raisonnement :

Nous voulons savoir quelle est la quantité d'eau que les plantes de ces récoltes ont dû capter et

puiser dans le sol, sous forme de *solutions nutritives*, pour déposer dans leurs tissus (épis, tiges, feuilles, racines) ces quantités différentes de matière sèche finale.

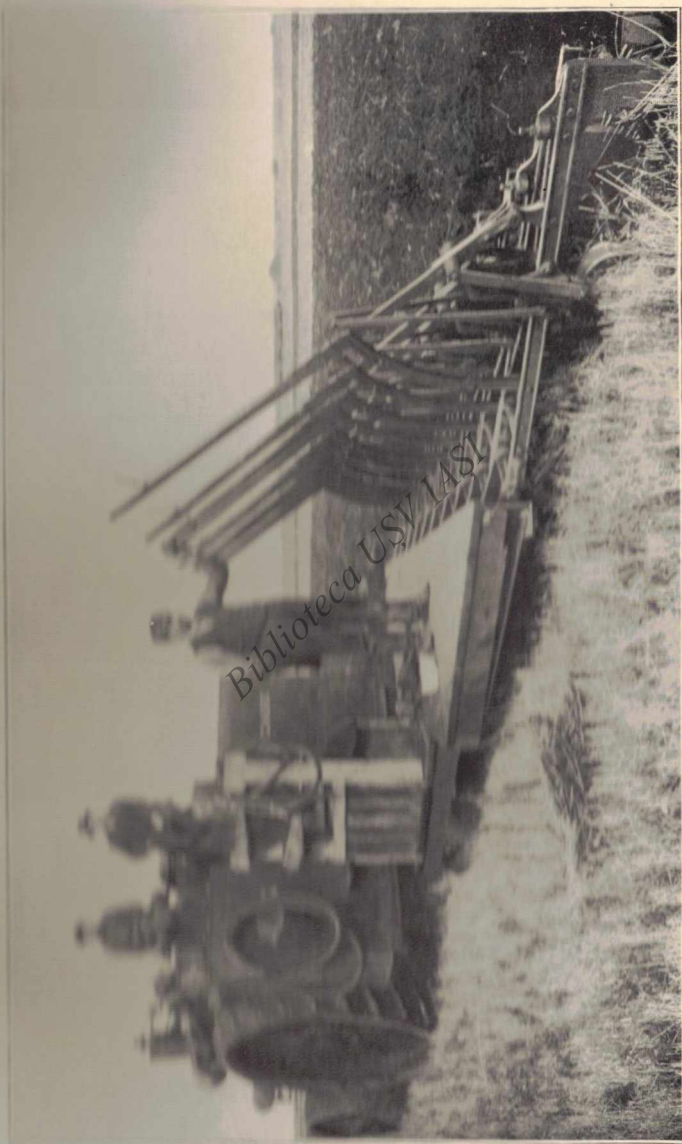
Les expérimentateurs (et ils sont légion) varient passablement dans leurs mesurages.

Hall indique, comme moyenne de plus de dix années d'observations à Rothamsted (Angleterre), le chiffre de... 1476 mètres cubes d'eau évaporée par hectare de blé au cours de sa végétation; — Rissler, 2471; — Bellenoux, 1980; — Wolny, environ 2000; — Dehérain avait dit 1500 mètres cubes.

Les moyennes d'observations, rapportées toutes à la même récolte, fixant la quantité d'eau évaporée par la plante pour former 1 kilogramme de matière sèche, oscillent entre 285 et 322 litres. On admet souvent qu'il faut 300 kilogrammes d'eau pour former 1 kilogramme de matière sèche; je pense que le chiffre de 310 kilogrammes ou litres, que j'ai moi-même observé, se rapproche davantage de la généralité des cas, surtout en climats secs : sous cette réserve, j'adopte cependant 300.

En appliquant cette donnée aux chiffres de base établis pour nos récoltes, nous voyons qu'elles ont dû prélever respectivement dans le sol :

Pour 7 qu. 5 de grains :	900 m ³ d'eau,	de haut. totale 90 mm.
15 qu. —	1 800 m ³	— 100 mm.
30 qu. —	5 600 m ³	— 360 mm.



TRACTEUR LOURD

Dans les meilleures conditions (terrains plats et secs) ce tracteur n'exerce pas un effort de traction supérieur à 25 % de sa tare.

(Cl. Cockshutt.)

Nous avons besoin de nous recueillir quelques instants devant ce tableau suggestif qui montre lumineusement combien étroites sont les relations qui existent entre les quantités de récolte que nous demandons à une terre et les réserves d'eau que cette terre doit contenir pour pouvoir nous les donner.

1° Ces chiffres de rendements de 30, 15, 7,5 quintaux à l'hectare, je ne les ai pas choisis au hasard : ils représentent pour le colon des idées vivantes. Le premier est le rêve qu'on voudrait réaliser, qui soulève les énergies, provoque les initiatives; c'est le but à atteindre. Le second, qui semble ici être une moyenne, est presque un maximum que l'on serait heureux de toujours obtenir. Le troisième, hélas! est encore le plus réel, le plus fréquent, celui qui fait que l'agriculteur vivote et quelquefois désespère.

2° Les quantités d'eau transpirées par ces récoltes sont des *minima*, en ce sens qu'elles représentent seulement le cube de liquide *efficace* qui a dû passer dans les plantes de blé, de la germination du grain à la maturité de l'épi. Ces minima ne font naturellement pas état des quantités d'eau *évaporées directement* par le sol, quantités qui sont d'autant plus grandes que la récolte est plus faible et *couvre* moins bien la terre. Ils ne font pas état non plus des quantités d'eau évaporées dans le champ par les *plantes parasites* qui

salissent le blé, d'autant plus nombreuses aussi que le blé est moins dense. Enfin, s'ils indiquent la quantité d'eau évaporée durant le cycle de huit mois que dure la végétation des récoltes, ils n'ont pas de rapport avec celle que le sol a pu évacuer *en dehors de ce cycle*, pendant les quatre autres mois de l'année, mois d'été, chauds et secs.

En un mot, ces minima indiquent seulement que les 900, les 1800, les 3600 mètres cubes de liquide étaient réellement dans le sol; mais on ne saurait en déduire que des quantités d'eau égales fournies par les pluies ou les irrigations, seront toujours suffisantes pour assurer d'égales récoltes. Ils ne sont qu'une *fraction inconnue de la quantité d'eau totale* fournie au terrain; et dont une partie — partie excessivement forte suivant l'état superficiel du sol — a d'ailleurs préalablement disparu *par ruissellement* sans y pénétrer.

Est-il au pouvoir de l'agriculteur de faire varier l'importance de cette fraction efficace, de l'augmenter, d'atténuer les causes qui voudraient la restreindre? Ou bien l'éventualité des récoltes demeure-t-elle indissolublement liée au *hasard* des précipitations atmosphériques? Gros problème à résoudre, dont nous allons essayer de dégager les facteurs.

RUISSELLEMENT

Une goutte d'eau, tombant de haut sur une surface solide, s'aplatit, éclabousse en fines gouttelettes qui roulent vers la déclivité de la surface, où elles s'unissent. Ainsi fait la pluie tombant sur un sol dur; cependant, comme il y a loin du point de sa chute au fond de la déclivité, une partie, happée au passage par les bouches capillaires qui s'ouvrent à la surface du sol, y pénètre, les humecte, mais ne peut descendre là sans comprimer l'air remplissant les canaux.

Elle court toujours, rencontre une crevasse, l'emplit, reprend sa course, se loge au passage dans les trous de vers, de taupes, de fourmis et insectes de toutes espèces, dans les vides laissés par les racines mortes ou disparues. Par tous ces chemins détournés, elle pénètre dans les profondeurs, d'où, prenant à revers les colonnes d'air des espaces capillaires, les expulse et finit par s'épancher dans toute la masse solide.

Il a fallu pour cela beaucoup de temps, et les pluies sont souvent de courte durée : une bonne partie de l'eau n'a pas trouvé à se loger; elle a couru en vain jusqu'au fossé, puis jusqu'à la rivière, jusqu'à la mer, d'où elle ne reviendra plus que par la voie des airs pour recommencer son inutile course.

Quelle est la quantité d'eau qui s'en est allée

ainsi? Elle dépend beaucoup de la sécheresse, de la compacité, de la pente du terrain et surtout de la violence de la pluie. Plus grande est la quantité d'eau tombée dans le minimum de temps et plus sèche est la terre, plus fort est le volume d'eau entraîné par le ruissellement. Ce sont les pays secs, où les pluies sont aussi plus violentes, qui en souffrent le plus, eux qui auraient si grand intérêt à l'éviter.

J'ai des centaines d'indications : chaque pays, chaque station agronomique, chaque terrain donne les siennes! Je n'ai retenu que celles relatives à des terrains de culture de faible pente, et à des pluies abondantes de durée supérieure à 60 minutes : elles font varier de 63 à 27 pour 100 les proportions d'eau qui, prélevées par le ruissellement, sont de nul profit pour les terrains sur lesquels elles tombent. Ces chiffres me paraissent très forts; je n'ose faire une moyenne, qui serait de 45 pour 100 : ce qui voudrait dire que la moitié seulement des eaux tombées du ciel sur un sol arable nu y pénètrent. Et pourtant, l'agriculteur qui en a besoin, aurait bien voulu les arrêter toutes au passage. Il n'avait pour cela qu'à préparer pour leur chute un lit plus moelleux.

La goutte d'eau qui tombe sur une éponge, sur une étoffe, sur un buvard, éclabousse peut-être,

mais de suite se fond, pénètre; ainsi fait la pluie tombant sur un sol ameubli (inutile de répéter désormais que, par sol arable, on entend toujours une terre franche, donc un sol normal, qui n'est pas un bloc d'argile ni un tas de sable).

Le sol ameubli, en effet, offre à l'eau une surface sur laquelle elle ne peut rouler, où les vides non capillaires abondent; elle s'y engouffre, s'y perd dans la trame des réseaux terreux, en imbibe les pores; et comme l'ameublissement du sol a fait foisonner la terre (d'autant plus, qu'il est plus complet) le volume de l'eau absorbée, donc immobilisée, est considérable. La terre, ameublie à seulement 10 centimètres saturée à 40 pour 100 de son poids, aura recueilli, avant qu'une goutte d'eau ne s'échappe, près de 480 mètres cubes à l'hectare, soit une hauteur de 48 millimètres.

La pluie pourrait cesser avant. Si elle continue, tant mieux; car, au-dessous de cette couche ameublie, dans la masse *continue* de terre arable qui lui fait suite, la capillarité naturelle a dû maintenir une certaine humidité en suspension, et dès que le contact s'opère entre l'eau qui s'infiltre dans la couche ameublie et celle qui demeurerait là, une attirance très forte se fait de haut en bas, en vertu du principe physique qui veut qu'entre deux corps poreux, inégalement humides, un mouvement de liquide s'opère de l'un vers l'autre jusqu'à un équilibre d'égale saturation. Ainsi, le plus sûr

moyen de recueillir l'eau des pluies et de la faire pénétrer jusque dans les sous-sols (nous verrons ensuite comment l'y conserver) consiste à *recevoir* ces pluies sur une surface ameublie.

L'intérêt de ces déductions réside en leurs applications pratiques :

Pour que les pluies d'été, tout au moins les premières pluies d'automne, *si précieuses pour la germination des semences*, ne soient pas perdues, il faut qu'elles tombent sur un sol *préalablement ameubli*.

On peut donc considérer comme néfastes, en pays secs, les errements qui font attendre à l'agriculteur les premières pluies d'automne pour labourer les champs à ensemer. A ce moment, les terres demeurées en friches tout le long de l'été, tassées et compressées par les troupeaux en pâturage, ont subi une évaporation intense, alimentée par la capillarité, qui les a vidées très profondément. Pleines d'air dans leurs espaces capillaires, dépourvues à la surface de vides naturels que le piétinement des bêtes a obturés, elles seraient en cet état totalement imperméables à l'eau (terres fortes) si leurs crevasses ne s'en gorgeaient sous la pluie (corrigeant ainsi une petite part du mal immense qu'elles ont fait en activant l'évaporation) et si la contraction de l'air

enfermé dans le sol, subitement refroidi par la pluie, ne laissait pas un peu de place à la pénétration superficielle du liquide.

De même, pour recueillir les pluies plus abondantes d'automne et d'hiver sur des champsensemencés au printemps, il faut encore les recevoir sur des terres ameublies, si on veut éviter d'en laisser perdre de 23 à 67 pour 100 par le ruissellement.

Au printemps, dans un même champ dont une partie a été labourée à l'automne, l'eau est bien plus abondante dans cette partie que dans celle non labourée. J'ai effectué des mesurages qui me l'ont toujours confirmé : Je vais citer ceux de M. de Kerpely, directeur de l'Académie royale hongroise, exécutés à la date du 10 mars dernier.

1° En terre non labourée dès l'automne :

Profondeur : 10 à 40 centim. — Humidité 9 pour 100.

— 40 à 100 — — 3 —

2° En même terre labourée à l'automne :

Profondeur : 10 à 100 centim. — Humidité 14 à 15 pour 100.

Je cite aussi des chiffres fournis par la direction de l'Agriculture de Tunisie (M. Mallet), mesurages effectués le 3 juillet sur 2 parcelles contiguës :

HUMIDITÉ pour 100

Profondeur	Jachère labourée	Jachère inculte
0 cent. 20	13,7	11,2
20 cent. 40	13,7	11,06
40 cent. 60	11,8	9,5
60 cent. 80	11,7	5,2
Moyennes. . .	12,7	9,2

M. de Kerpely prouve encore que, le 6 mars, au commencement du printemps, une autre terre labourée dès l'automne contenait, de plus que la terre non labourée, à une profondeur de 1 mètre, 672 000 litres par hectare, soit une hauteur d'eau de 67 mm. 2.

Ce sont là des chiffres officiels précis et contrôlés : toute leur importance se révèle, si on se rappelle que la terre a 7 ou 6 pour cent d'humidité ne cède plus rien à la plante. Donc, une terre non labourée (même si elle renferme des cultures espacées : vigne, arbres, coton bisannuel...) n'a plus au printemps de *disponible* que 2 à 3 pour 100 d'eau. On peut hésiter à lui confier des semailles de printemps, car si cette saison est chaude, et si la pluie ne vient pas, nulles semailles ne sauraient y prospérer, et les végétaux qu'elle porte périront.

Au contraire, la même terre labourée en automne, sur laquelle les mêmes pluies sont tombées, a pour l'été 6 à 9 pour 100 de disponible, soit près de

1000 mètres cubes à l'hectare, constituant une réserve de 100 millimètres : pour peu que s'y ajoutent quelques pluies de printemps, il y a là de quoi conduire une moyenne récolte à maturité.

Pour que les terres de culture soient en état d'absorber, d'emmagasiner en leur sein des quantités d'eau maxima (pluies ou irrigations) de façon à en laisser perdre le minimum par ruissellement, il est donc *indispensable que ces terres soient préalablement ameublies*.

Le maître observateur Dehérain l'a d'ailleurs écrit depuis longtemps : « Quand on ameublir la couche superficielle par labour ou déchaumage, on favorise la pénétration de l'eau, non seulement dans cette couche superficielle, mais aussi dans la terre sous-jacente. »

Ces eaux étant ainsi recueillies dans le sol, avant de rechercher s'il existe un moyen de les y maintenir, nous devons signaler les causes qui tendent à les en faire disparaître.

INFILTRATION PROFONDE

Je ne parlerai que pour mémoire de la perte d'eau par infiltration profonde, dans les couches inférieures du sous-sol, en terres arables de trop faible épaisseur.

Par sous-sol, j'entends ici la couche terrestre qui, n'ayant plus les qualités physiques du sol

arable qu'elle supporte, se rattache cependant assez intimement à lui. Plus compacte et plus dense que lui si elle est à base d'argile, plus perméable quand elle se trouve à base de sable ou de gravier, elle est toujours très pauvre en humus, mais souvent assez riche en matières minérales. Elle joue donc un rôle dominant en cultures arbustives ou forestières, mais n'a pas grande action sur l'évolution des cultures herbacées, dont les racines ne descendent guère au delà de 1 m. 50.

En pays secs ou climats chauds, il doit cependant participer, jusqu'à de grandes profondeurs, au rôle de régulateur d'humidité : soit comme récepteur, emmagasinant les eaux de pluies ou d'irrigations qui s'infiltrant jusqu'à lui; soit comme réservoir alimentaire, maintenant dans la trame de ses espaces capillaires les solutions aqueuses, que les forces de la capillarité et les exigences de l'évaporation remontent lentement à la surface.

Il n'est donc pas indifférent, quand on étudie un terrain en vue de son exploitation agricole, de le scruter jusqu'en ses plus basses assises : il fournit de précieuses indications à l'agriculteur, dont la motoculture peut tirer profit.

Si des terres de culture laissaient filtrer trop aisément leurs eaux dans le sous-sol, une augmentation de la dose d'humus qu'elles contiennent serait sans doute utile pour les retenir. Ce sont des améliorations agricoles faciles, dont je ne puis



« FLOW SOLE »

La compression continue du sol, par des machines lourdes, a des conséquences agrolologiques néfastes pour le rendement des terres.

me préoccuper ici. J'admets donc comme négligeable la quantité d'eau, tombée sur un sol arable normal, qui lui est soustraite ainsi. Il n'en est pas de même de celle qui, cheminant en sens inverse, remonte dans l'air d'où elle était venue.

TRANSPIRATION DE VÉGÉTAUX

En prenant une récolte de blé comme base de démonstration, nous avons indiqué que ses plantes évaporent une quantité d'eau totale équivalente à environ 300 fois leur poids, ramenées en l'état de matière sèche. Tous les végétaux ne s'en tiennent pas aux mêmes besoins; les uns ont plus d'appétit ou sont plus assoiffés; certains sont de vrais ivrognes, qui font une effrayante consommation de liquide, et ce ne sont pas toujours les meilleurs qui boivent le moins.

Les plantes qui ne se servent pas de l'eau, comme véhicule, pour accumuler dans le grain (céréales) des matières dont nous tirerons profit, se contentent de l'amasser dans leurs tissus, pour former la plus grosse masse possible d'hydrates de carbone (Bayer) qui nous sont utiles (betteraves, tubercules, fourrages divers...). Certaines graminées, fort prévoyantes, se munissent même, en pays secs, vers le collet de leurs racines, de bulbes qui ne sont peut-être que des réserves d'eau.

Il nous appartient à nous, agriculteurs, de con-

naître et satisfaire les besoins des plantes que nous utilisons (nous le faisons bien pour ceux des animaux que nous avons domestiqués, et avons rendus incapables, par là, de se suffire à eux-mêmes !); mais nous n'aimons pas, quand nous préparons au blé, par exemple, une table bien garnie, c'est-à-dire un sol dans lequel il trouvera sa nourriture et sa boisson, nous n'aimons pas que des plantes importunes viennent s'asseoir à sa table. Ces plantes gloutonnes ne nous donneront à la moisson que des ennuis; à la récolte, que de la poussière.

J'ai ébauché, mais pas achevé, l'étude des plantes parasites de nos récoltes, pour déterminer les quantités de liquides et de matières nutritives qu'elles leur enlèvent: je ne me servirai donc pas de mes chiffres, et je ne fais qu'attirer, sur ce point particulier, l'attention des chercheurs. Il me paraît cependant opportun d'indiquer ici, pour fournir des termes de comparaison, les exigences des plantes que nous connaissons.

MM. Rissler et Wéry (expériences de Colèves) ont estimé qu'une même surface de 1 mètre carré, évaporerait, durant toute la végétation :

304 litres, étant couverte en blé.			
338	—	—	avoine.
418	—	—	avoine.
214	—	—	fèves.
186	—	—	trèfle.

Et Schleiden, botaniste allemand, répétant ses expériences sur des semis en caisse, comme l'a fait après lui Wollny, à Munich, avec ses lysimètres, a trouvé :

328 litres, sur terre recouverte d'un mélange de trèfle et d'avoine.

Hall indique, comme moyenne, des chiffres comparatifs beaucoup plus bas :

147 litres pour.	blé.
119 —	orge.
151 —	avoine.
90 —	foin et graminées.
130 —	trèfle.
359 —	betteraves.
134 —	potatoes.
119 —	fèves.

D'autre part, notre Encyclopédie agricole expose que la consommation moyenne par jour des récoltes, sous climat européen, exprimée en millimètres d'eau, serait (y compris l'évaporation directe par les terres qui les portent) :

pour l'avoine	3 mm. 5
le blé.	2 mm. 75
les fèves	3 mm.
l'orge	3 mm. 4
luzerne, maïs, fourrages,	
prairies jusqu'à	7 mm.
trèfle rouge	3 mm.
lupin jaune.	2 mm.
vigne.	1 mm.

Ces chiffres ne disent pas grand'chose et ne doivent servir qu'à exprimer des *rapports approximatifs* entre les quantités d'eau nécessaires aux divers végétaux; reste encore à savoir s'ils se réfèrent tous à des conditions comparables entre elles.

Il serait fort nécessaire d'arriver à coordonner cet amas de chiffres: chose facile si les expérimentateurs, éliminant au préalable toutes les causes susceptibles de laisser l'eau s'échapper par une autre voie que les plantes étudiées, suivaient minutieusement les cultures durant toute leur évolution et rapportaient tous, tous les résultats à la même quantité de matière sèche, séchée à la même température.

En l'état actuel de la question, étudiée pourtant par Lawes et Gilbert, Hellriegel, Wollny, King, Rissler et d'autres encore, nous n'avons que des approximations. Ainsi, les chiffres donnés comme quantités d'eau nécessaires aux récoltes pour former un kilogramme de matière sèche varient:

pour le blé de.	225 à 338 litres.
l'orge	262 à 774 —
l'avoine.	376 à 665 —
le trèfle	249 à 453 —
les pois	235 à 477 —

Ce sont là des imprécisions désespérantes que de nouvelles recherches feront disparaître. Elles sont cependant assez suggestives pour nous

indiquer que tous les végétaux herbacés font une énorme consommation d'eau; et que ceux qui viennent se mêler à nos cultures, partager avec elles l'eau que nous avons emmagasinée pour elles dans le sol, y prélèvent à nos dépens un trop large tribut.

La nécessité de *sarcler* nos cultures apparaît ici impérieuse; de même que celle — si nous désirons conserver une certaine humidité dans nos champs en friche — de ne pas les laisser se couvrir d'une végétation inutile et dangereuse.

Nous allons voir au surplus que des champs en friche, même s'ils sont nus, des chaumes par exemple, sont incapables de conserver les réserves d'eau qu'on a pu leur confier. Avant de le démontrer, je crois utile de rappeler que des influences extérieures, indépendantes du sol et de la plante, ont une action certaine pour accroître ou ralentir l'évaporation.

INFLUENCES ATMOSPHÉRIQUES

Le chevelu des racines et les faisceaux capillaires de la tige, qui lui font suite, remplissent exactement, dans le sol, le rôle de la mèche à brûler, qui puise l'huile dans son récipient et l'élève à hauteur de la flamme. Si la flamme est activée par un chalumeau, l'huile monte plus vite et la mèche vide le récipient.

Tout est normal quand la plante n'évapore pas

plus qu'elle ne reçoit. Malheureusement ses feuilles sont, comme le chalumeau, de véritables prodiges qui, à la moindre journée plus lumineuse que de coutume, pour lutter contre le soleil, jettent à l'air plus de liquide qu'elles n'en reçoivent. Le résultat est pitoyable, car bientôt elles se fanent, courbent la tête. Les racines font alors, en attendant que vienne la nuit réparatrice, des efforts désespérés pour tirer de la terre de quoi étancher la soif des cellules altérées : quelquefois en vain.

Plus le soleil est chaud, plus le ciel est lumineux, plus l'air est sec, plus la plante dévore d'eau. Elle ne peut tirer cette eau que du sol — il faut donc tout faire pour que le sol en ait toujours à lui céder.

Si cette eau n'est pas un apport immédiat et factice d'une pluie ou de l'irrigation ; si elle est puisée dans le sol où elle ne se trouve qu'en solutions nutritives, les matériaux qu'elle apporte continuant à se déposer dans la plante, la *construction* de celle-ci est plus rapide — comme dans une bâtisse où les maçons à l'ouvrage se feraient plus actifs : la plante emmagasine davantage de produits, arrive plus tôt à son plein développement. En pays chauds, en effet, les mêmes récoltes, quoique semées plus tard, mûrissent des semaines plus tôt : la production des primeurs, même en céréales, est le résultat de cette évaporation intense qui provoque une fructification précoce.

Serait-il exact que la quantité d'eau absolument indispensable à une même plante soit une *constante*, quel que soit le climat sous lequel elle se développe sur un sol identique? Et que l'action du climat se bornerait à hâter l'accumulation des matériaux pour raccourcir le cycle de la végétation? Ce serait curieux à démontrer.

Quoi qu'il en soit, il faut tenir compte de divers facteurs locaux dont le rôle n'est pas négligeable :

1° *L'altitude*. — L'évaporation décroît à mesure que le niveau s'élève; elle est donc moindre sur les plateaux que dans les plaines basses;

2° *L'état hygrométrique de l'air*. — L'évaporation est moindre dans l'air saturé d'humidité, comme sur les rives des grands fleuves lents, les côtes des océans, les régions maritimes;

3° *Le régime des vents*. — Les vents violents, chauds ou froids, exercent une action mécanique, activant d'une façon désordonnée l'évaporation, comme ceux qui soufflent dans les steppes russes, sur les plateaux américains, de nos régions désertiques africaines;

4° *La température* de l'air extérieur, et par conséquent celle du sol, qui lui est sensiblement égale et en suit de près les fluctuations.

Chaque point mériterait une étude approfondie; je ne fais que souligner la nécessité d'en tenir compte, quand on veut comparer des rendements, généraliser des résultats, propager des méthodes.

Ceci dit, passons à l'examen de la plus énergique cause de ruine pour les réserves internes de nos sols agricoles : l'évaporation de surface.

TRANSPIRATION DU SOL

Elle est d'autant plus intense à la surface d'un sol que la capillarité est plus active dans ce sol, et que les masses de terre dans lesquelles s'exercent des actions capillaires offrent une périphérie plus grande. L'évaporation d'un sol nu est aussi considérable que celle d'une même surface liquide, *davantage peut-être.*

M. Diffloth cite le chiffre de 74 tonnes par hectare, à 0 m. 90 de profondeur, durant un mois de mai; soit 74 000 litres ou 7 mm. 4 de hauteur totale : c'est beaucoup pour certains climats, c'est bien peu pour d'autres.

M. de Kerpely ayant effectué des mesurages le 29 mars sur deux parcelles identiques, dont une *incultivée* depuis le 8 février, trouva que cette dernière, sur une épaisseur de 1 mètre, avait *évaporé de plus que l'autre* une quantité d'eau de 1 190 hectolitres, correspondant à 210 000 litres par hectare ou 21 millimètres de hauteur totale.

Wollny indique que, dans des mêmes conditions de temps, de surface et d'exposition,

un pré évapore	1 200 à 1 800 mm.
une surface liquide.	600 à 1 050 mm.

un terrain marécageux	639 mm.
une terre arable	600 mm.

M. de Kerpely, dans sa conférence à la Société Nationale des Agriculteurs Hongrois, résumant le résultat de plus de 2 000 essais, annonce que le 30 septembre, une terre nue avait évaporé par hectare à 0 m. 60 de profondeur, — *de plus que la même surface en terre cultivée*, — une quantité d'eau de 433 000 litres par hectare, soit une hauteur de 43 millimètres.

King relate que la différence de perte journalière d'humidité entre un sol nu compact, et le même sol superficiellement ameubli peut dépasser 7 tonnes par hectare, soit 70 millimètres de hauteur totale en trois mois.

J'ai effectué moi-même, en Afrique, de nombreux mesurages, par des procédés un peu primitifs : je les donne donc sous réserves, en attendant de pouvoir les contrôler. Dans une caisse blindée de zinc, de 1 mètre cube, profonde de 0 m. 50, offrant une face ouverte de 2 mètres carrés, j'insérai une tranche intacte de sol arable de mêmes dimensions, pesant 1 430 kilos, et contenant une proportion d'humidité initiale de 7,3 pour 100, soit 103 litres. La caisse étant replacée très exactement dans l'intérieur du même sol, je fis lentement absorber par arrosages superficiels, à ce bloc de terre, dans la nuit du 6 septembre, 100 litres d'eau.

Le 14 septembre, après huit jours dont deux de sirocco, la terre ne renfermait plus que 6,5 pour 100 d'eau, ayant donc évaporé les 100 litres, plus $1/9$ de l'humidité initiale, soit en tout 111 litres. Reportés à l'hectare, ces chiffres indiqueraient une évaporation, en huit jours, par ce sol nu, de 557500 litres, correspondant à une hauteur de 55 millimètres.

Ayant fait absorber à nouveau ces 111 litres au bloc (qui y mit d'ailleurs beaucoup de mauvaise volonté), je fus tout étonné de les voir disparaître presque complètement (107 litres) en quarante-huit heures de vent violent consécutif au sirocco.

Je m'obstinaï, et fis ingurgiter lentement à la masse 207 litres de liquide. Le résultat fut stupéfiant; en cinq jours, l'humidité totale baissa de 14 pour 100 : 198 litres, équivalant à une hauteur de 99 millimètres, soit 19 millimètres par jour !

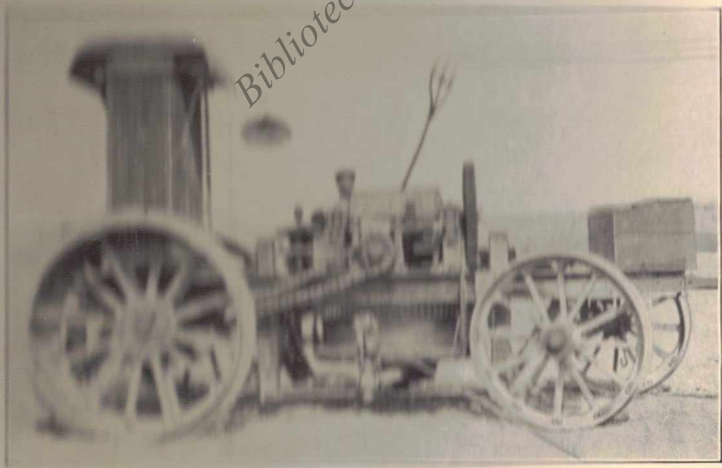
Encore une fois, j'ai peur de tous ces chiffres, qui ne s'écartent pas trop cependant d'autres essais : s'ils étaient vrais dans la nature en un sol normal, on comprendrait quelle part énorme, dans l'eau des pluies ou des irrigations que la terre absorbe, s'en va, s'échappe en vapeur, sans aucun profit pour les cultures. Une pluie de 20 millimètres ne résisterait pas à deux jours de soleil; une pluie d'été de 100 millimètres en aurait pour moins d'une semaine à s'en aller en buée.

Dehérain a relaté ses expériences, effectuées à



APPAREILLAGÉ ÉLECTRIQUE SIEMENS

La bouille blanche, par plus que la bouille noire, ne fournit de force motrice



TRÉUIL ÉLECTRIQUE CAILLOUX-FILLET (Tunisie)

Le prix de revient du labour électrique dépend autant de l'organisation que du matériel.

Grignon, où une terre forte non ameublie et tassée a perdu les $\frac{4}{5}$ de l'eau qu'elle a reçue; j'ai pu constater d'autre part, qu'en une seule journée une même terre nue évapore 9,3 fois plus d'eau en juillet qu'en février. Il n'y a donc guère de doute possible.

CREVASSES. — LABOURS GROSSIERS

Les chiffres obtenus, parallèlement, sur un même bloc de terre évidé tout autour, mais laissé en place sur son sol naturel, à côté de l'autre, furent pour moi plus stupéfiants encore.

Les 100 litres d'eau, que je m'en fis évaporer en même temps qu'au voisin, avaient disparu, non pas après huit jours, mais en soixante heures une première fois, en trente-six heures une deuxième.

Je ne pus malheureusement pas exécuter proprement l'expérience des 200 litres, car un angle du bloc s'éboula, rendant tout mesurage suspect.

Malgré toutes les réserves avec lesquelles je relate ces essais, après en avoir éliminé beaucoup d'autres, un fait certain demeure : les crevasses qui, dans nos terres fortes africaines, atteignent parfois 2 et 3 mètres de profondeur, doivent avoir un effet de dessiccation inouï, en stimulant l'évaporation.

La capillarité s'exerce en effet vers toutes les parois libres, qu'elles soient verticales ou horizontales : l'équilibre interne est constamment rompu,

la tension superficielle augmente sur toutes les particules terreuses des parois, et la trame liquide est attirée de tous côtés au dehors, avec une énergie d'autant plus grande que la surface des parois est plus considérable.

C'est ce qui se passe encore quand un labour grossier (j'y reviendrai) provoque non seulement des crevasses, mais une division de la masse arable en mottes plus ou moins épaisses. Le fond du sillon, si profond qu'il soit, offre en cet état, à l'évaporation, à peu près la même surface que le sol initial : son action s'accélère en outre dans les mottes, baignées d'air de toutes parts. Labourer un champ de cette façon et le laisser ainsi pendant quelques heures : il n'y a pas de meilleur moyen de le vider de l'humidité qui se cachait en son sein.

Tout se résume, en somme, en cette affirmation qu'un sol, nu, ou partiellement nu, surtout crevassé, évapore, sans aucun *profit pour la végétation*, une fraction extrêmement considérable de l'eau amassée par les pluies ou les irrigations. Un sol couvert de céréales semble assez bien protégé; mais, dès que les moissons le découvrent, il s'assèche très vite.

En pays chauds surtout, malgré des pluies totales annuelles de 500, 700, 1 000 millimètres, le sol nu se vide donc chaque année, en quelques semaines d'été (bien heureux s'il ne le fait pas plus tôt,) de

toute l'eau qu'il pourrait enfermer, rendant toute culture intercalaire impossible.

Une évaporation intempestive, alimentée par la puissance physique de la capillarité : telle est la vraie, la seule grande cause qui empêche nos récoltes de se nourrir, de se développer normalement ; telle est donc l'ennemie à combattre. Nous en trouverons les moyens dans les raisons mêmes qui la provoquent : en brisant la puissance de la capillarité.

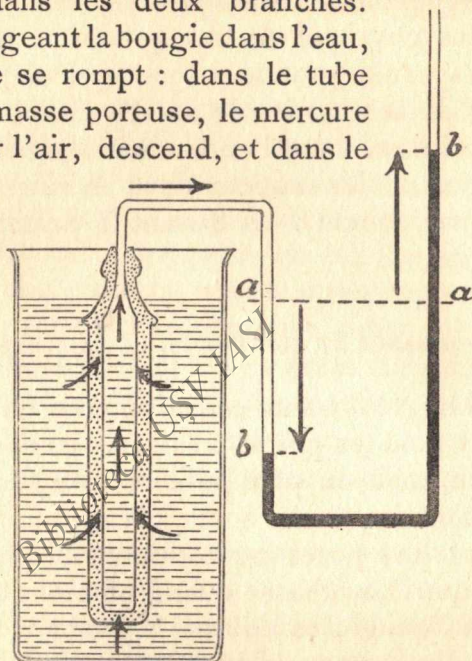
PUISSANCE ET RUPTURE DE LA CAPILLARITÉ

Une bougie filtrante est, en somme, une bouteille allongée dont les parois très épaisses sont non pas en verre, mais en pâte *porreuse, compacte et continue* dont les pores sont plus ou moins fins. A l'état sec, ces pores ne contiennent que de l'air, de l'air que l'eau chasse quand on plonge la bougie dans un liquide : ce liquide, traversant les parois, s'accumule dans le vide interne, et si ce vide se prolonge au dehors par un tube, l'eau s'y élève et s'écoule.

Cette force qui, d'un pore à l'autre, dans l'épaisseur de la pâte, fait cheminer l'eau du dehors au dedans, est d'une puissance dont on ne se doute guère, mais bien facile à démontrer. Adaptons au sommet de la bougie, prise à l'état sec, un tube recourbé, à deux branches verticales (tube mano-

métrique) contenant soit un liquide coloré, soit du mercure : le liquide est en équilibre normal, au même niveau, dans les deux branches.

En plongeant la bougie dans l'eau, l'équilibre se rompt : dans le tube relié à la masse poreuse, le mercure chassé par l'air, descend, et dans le



CAPILLARITÉ.

La force capillaire, qui fait passer l'eau à travers les parois poreuses du filtre, refoule l'air interne dans la branche fermée du tube manométrique; cet air se comprime d'abord, puis repousse la colonne de mercure et la contraint à monter (*a b*) dans la branche ouverte.

tube ouvert, il monte, monte, jusqu'au moment où le poids de la colonne de mercure déplacé réussit à faire équilibre à la force capillaire.

L'ascension mercurielle peut atteindre 2 mètres de hauteur correspondant au poids d'une colonne d'eau de 25 mètres ou une pression de 2,5 kilos



CAPILLARITÉ.

La force capillaire, qui attire le liquide du récipient dans la masse poreuse du sucre et l'oblige à y cheminer de segments en segments par leurs seuls points de contact, ne peut pas s'exercer à travers les vides non capillaires, et se trouve ralentie ou même arrêtée quand la masse poreuse cesse d'être continue.

par centimètre carré (Francisque Grenet) : elle ne dépend que de la finesse des pores de la masse compacte,

Cette expérience est du domaine industriel : elle se renouvelle en agriculture. Hales, dès 1725, l'avait effectuée sur une souche de vigne taillée en pleine sève et bien ajustée à un tube vertical, dans lequel l'eau monta jusqu'à une hauteur de 7 mètres. Mohr la répéta en 1840, par une colonne de mercure; et Neubauer, plus tard, obtint des ascensions mercurielles de 49 à 112 centimètres !

Telle est la puissance de la capillarité; telle est la nature de la force qui régit les mouvements des liquides dans les plantes, dans les terres; telle est la cause qui remonte de la profondeur de nos sols arables, pour l'évaporer à l'air, l'eau qu'ils abritent : contre une force pareille, ils sont impuissants à se défendre; notre intelligence doit y suppléer.

Un ennemi à combattre a toujours quelque part un défaut dans sa cuirasse : le moindre défaut dans la *continuité* de la masse poreuse annihile sa puissance.

Schlœsing (c'est un nom derrière lequel on aime à s'abriter) fit, il y a bien longtemps, pour le démontrer une expérience célèbre : nous allons la renouveler, amplifiée.

Prenant un pain de sucre, qui est également une masse poreuse, et le tronçonnant en 4 parts, faisons en sorte qu'en plaçant les unes sur les autres les sections ainsi obtenues, on puisse arriver au résultat suivant : laisser entre les deux premières

de nombreux points de contact, n'en laisser qu'un au centre entre la 2^e et la 3^e, broyer la 4^e sous forme de sucre granulé et coiffer de cette poudre le tronçon qui précède.

Si le pain est placé par sa base au contact d'un liquide, celui-ci monte, par capillarité, dans le tronçon inférieur, en couches régulières. Pour passer dans le 2^e, il ne peut franchir les vides, doit chercher les points de contact : il les atteint et, après quelques hésitations, passe, chemine en couches qui s'élargissent comme des ondes autour des points de liaison, ondes d'autant plus nombreuses que ces points de liaison sont plus nombreux. Finalement, avec beaucoup de patience, tout le 2^e tronçon réussit à s'humecter ; mais impossible au liquide de passer au 3^e à travers le vide. Trouvant au centre un point de contact, un seul *pont* mettant en communication leurs réseaux capillaires, il s'y engage, pourtant, avec une ardeur toujours plus faible. Peut-être ce 3^e tronçon réussira-t-il à s'imbiber ; mais à la base de la calotte poudreuse, le liquide s'arrête, ne passe pas ; le charme est rompu, la capillarité aussi ; les communications ne se font plus, et la poudre reste longtemps blanche et virginale au-dessus de la masse grise. L'échange ne se fait plus ; l'air circule dans les espaces intergranulaires ; la *cohésion* a cessé entre les fractions de la même matière, la densité de l'une devient moindre, et la capillarité doit en faire la conquête

grain par grain, granule par granule : la trame liquide, qui montait de la base, en s'étirant dans la charpente poreuse solide des tronçons, ne sait plus comment se rattacher à cette poussière sans cohésion qui la recouvre.

Si, à ce moment, on peut comprimer sur sa base cette poussière, la tasser, lui rendre une partie de sa compacité, la *capillarité* reprend ses droits : subordonnée à la *continuité*, elle se rétablit par les moyens contraires à ceux qui l'interrompent.

L'expérience est très curieuse avec des liquides colorés ; mais il est prudent, pour éviter un éboulement prématuré, de l'effectuer par sections.

Toute la technique agricole de la capillarité tient en ces deux démonstrations : certes, la terre arable est loin d'être aussi homogène que le bloc de sucre ou la pâte poreuse de la bougie ; mais, tout en faisant une large part aux difficultés que provoque ce manque d'homogénéité, il est indéniable que sa structure physique, sa texture, l'astreint à ne pas trop s'écarter de ces lois.

Précisons :

1° Il est indéniable que nos terres arables, à l'état compact, sont susceptibles de s'imbiber de bas en haut, de laisser monter les liquides internes vers leur surface ;

2° Si nous rompons cette surface en grosses

mottes, le liquide qui monte du sol est arrêté à la base de la rupture : il ne peut plus s'élever dans les mottes, qu'en très faible portion, par les points de contact des mottes avec cette base (et encore?);

3^e Si nous divisons ces mottes en fragments, nous augmentons les points de contact et rendons plus facile l'ascension des liquides; mais elle sera toujours très lente, d'autant plus lente en se rapprochant de la surface que la pression d'un fragment sur l'autre est moindre à mesure que la masse supportée diminue;

4^e Il suffit d'un tassement, naturel ou provoqué, pour multiplier davantage les points de contacts, restreindre les vides, réduire à la masse plus de cohésion, augmenter la compacité, rétablir la continuité, rendre à l'action capillaire le milieu qui lui convient;

5^e Il doit suffire, au contraire, de maintenir, vers la surface, une nappe bien ameublie, de faible épaisseur pour que *faible soit son poids*, si l'on désire y arrêter la capillarité dans sa course ascendante.

Concluons :

L'action capillaire n'a lieu que dans une masse assez compacte; en travaillant notre sol, nous rompons à la fois la continuité de la masse et l'action capillaire. Comme la capillarité nous est cependant utile, comme nous avons besoin qu'elle nous élève l'eau depuis le sous-sol jusqu'aux racines de nos

plantes, nous devons donner à notre sol travaillé, dans une certaine épaisseur, une structure assez dense, qui n'arrête pas l'eau au fond de notre sillon et lui permette de s'élever dans la masse ameublie.

Nous ne voulons pas, d'autre part, la laisser s'échapper à la surface; et pour limiter sa course, puisque nous connaissons les moyens de l'arrêter, nous allons lui créer là un obstacle difficile à franchir : il n'y a rien de plus difficile à franchir pour la capillarité qu'un vide non capillaire! Et nous aurons bien soin d'entretenir cet obstacle en son état utile, car des causes extérieures (la pluie qui tasse, la circulation qui comprime...) se feraient volontiers complices de notre ennemie, l'évaporation.

Et l'évaporation aura fort à faire pour nous voler l'eau sous la couche protectrice : nous savons bien que lorsqu'un sol est couvert seulement de feuillages, de pailis, elle ne peut plus l'entraîner. Nous ferons même peut-être restituer à l'air une petite part de ce qu'il nous a soustrait; car nous savons aussi que la rosée, qui dépose ses perles à l'envers des feuilles et des mottes du labour, est le résultat d'une condensation de vapeur.

M. Prillieux nous dit même qu'à la faveur des nuits lumineuses des pays chauds, une élévation du degré hygrométrique de l'air s'y produit, consécutif à un refroidissement général de l'atmosphère, et que l'air de la couche de terre ameublie reprend



TRACTEUR LÉGER

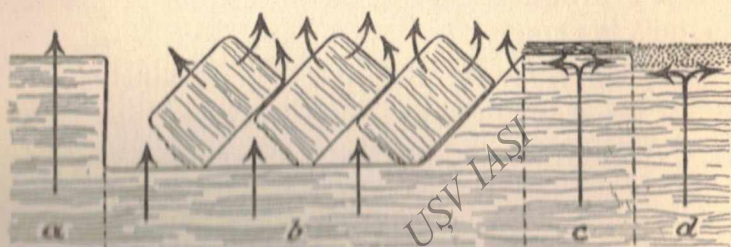
La puissance des tracteurs est fonction de leur poids : plus légers, ils réduisent la largeur ou la profondeur du travail.

(Cliché Husch.)

volontiers à l'atmosphère humide de très fortes doses de vapeur d'eau.

Appliquons :

Connaissant la texture physique du sol, la manière d'acheminer en son sein les eaux tombant à sa surface, les lois générales qui président aux mouvements des liquides dans le sol, la façon dont



L'ÉVAPORATION DES TERRES.

- a) Dans une terre compacte, la capillarité alimente l'évaporation ;
- b) Dans une terre mottueuse à mottes compactes, la surface d'évaporation augmente ;
- c) Une terre compacte recouverte d'un *paillis* ou d'une *couche de feuilles* demeure fraîche parce que l'évaporation y est moins intense ;
- d) Une terre binée et bien ameublie à la surface demeure fraîche, la couche ameublie jouant le même rôle que le paillis.

ces mouvements se continuent dans les plantes ; possédant enfin les moyens d'accélérer ces mouvements ou de les interrompre, nous avons désormais, semble-t-il, le pouvoir de les subordonner aux besoins d'eau de nos cultures : nous pouvons ainsi dégager l'éventualité des récoltes du seul hasard des précipitations atmosphériques.

Nous devons pour cela :

1° Par un ameublissement superficiel, mettre notre sol en état de recueillir et absorber la plus grande quantité d'eau ;

2° Par la création d'une structure interne particulière dans l'épaisseur du sol que nous pouvons travailler, assurer la reprise de cette eau au sous-sol et provoquer son ascension jusqu'à la plante, jusqu'à la semence ;

3° Tolérer seules, sur le sol, à l'exclusion des parasites, les seules plantes en lesquelles nous désirons voir passer le liquide.

Nous fermerons ainsi le cycle merveilleux de la goutte d'eau qui, condensée dans l'air, pure et cristalline, tombe du ciel sur la terre, s'y infiltre profondément, se charge de matières nutritives utiles à la plante, s'élève dans le sol pour les lui porter, rencontre la myriade de lèvres des radicales qui la happent avec avidité, s'engage dans les racines, dans la tige, dans les feuilles, de cellule en cellule, déposant en cours de route tout son bagage alimentaire, tant et si bien qu'elle n'est plus au sommet qu'une buée que le vent saisit au passage, emporte dans les larges espaces, d'où elle reviendra goutte pure et cristalline ou fleur de neige immaculée. Nous pouvons bien poétiser son rôle utilitaire : dans la nature, tout est poème, mais aucun rôle n'est superflu.

GÉNÉRALISATION

Au point où nous en sommes, et pour le but que nous nous sommes fixé, nous pourrions nous contenter d'aborder l'examen des moyens mis à notre disposition par la mécanique agricole pour réaliser dans nos sols de culture les desiderata exprimés, qui sont la conséquence logique des rôles physiques respectifs et inséparables, de la terre arable et de l'eau. Mais nous avons la prétention d'aller plus loin et de démontrer que tous les phénomènes chimiques et biologiques qui président à l'évolution des plantes — de la germination à la récolte — se rattachent aux mêmes obligations, aboutissent aux mêmes desiderata. La nutrition chimique des végétaux, la formation dans le sol de la matière alimentaire, la libre expansion des colonies microbiennes qui collaborent à cette formation, toutes sont sous la dépendance étroite de l'état physique du sol et du mouvement des liquides internes; toutes aussi sont *fonction* du but final des cultures : les *récoltes*.

De ces questions, la Motoculture ne saurait donc se désintéresser : nous les aborderons, en nous excusant encore de cette incursion dans un domaine réservé aux techniciens, où nous allons nous permettre de glaner des idées et des chiffres.

Auparavant, il serait nécessaire peut-être, pour bien fixer la portée générale des théories dégagées

dans les pages qui précèdent, de les rattacher aux conditions naturelles de la pluviométrie.

Nous savons lier la plante au sol, l'eau à la terre et, par la terre, à la plante : c'est en notre pouvoir ; mais ce que nous ne pouvons pas, c'est de modifier les liens de nature qui unissent les régions terrestres aux espaces célestes et déterminent leur température, leur état hygrométrique, leurs conditions climatiques... Nos cultures demeureront toujours dans une subordination certaine à ces causes qui nous dépassent : il nous suffira de les connaître, de bien les connaître pour régler nos travaux en conformité de leurs exigences et limiter nos efforts aux possibilités de réussite.

Je dis cela non pour philosopher, mais pour mettre en garde ceux qui m'écoutent contre un optimisme exagéré, qui les pousserait à des entreprises trop hasardeuses. Ceci dit, nous pouvons affirmer que le régime interne des eaux, libéré désormais dans une large part des sujétions extérieures, régit réellement, dans un sol arable normal, la productivité des terres. Connaissant les exigences minima de nos récoltes, il suffira de n'exiger du sol que ce qu'il pourra leur donner, de coordonner nos méthodes culturales, nos assolements avec ses disponibilités.

Je ne veux pas poser de chiffres, laissant à chacun dans son pays, dans son milieu, le soin de le faire ; mais je le conseille à tous les agriculteurs

qui raisonnent et je précise à leur intention une ébauche de méthode d'investigation.

Pour une récolte considérée (du blé, par exemple) dans un pays à régime pluviométrique connu, établir loyalement, en pourcentage du nombre de millimètres représentant la hauteur totale des pluies tombées l'année précédente (1^{er} octobre au 30 septembre) :

- 1^o La perte initiale de ces pluies
par ruissellement 5 à 50 pour 100
- 2^o La perte par infiltration trop
profonde 2 à 5 pour 100
- 3^o L'évaporation directe par la sur-
face du sol, de la germination
à la récolte 5 à 20 pour 100
- 4^o L'évaporation par les plantes
parasites de la récolte 2 à 15 pour 100
- 5^o L'évaporation par le sol nu (ou
par une récolte intercalaire)
entre la maturité (avant la
moisson) et le 30 septembre . 5 à 75 pour 100

Totaliser ces chiffres : si petits qu'on les fasse, le total paraîtra effrayant.

Le comparer à la quantité d'eau consommée utilement par la récolte exportée, quantité à calculer sur les bases minima déjà indiquées (360 millimètres pour 30 quintaux de grains : 180 millimètres pour 15 quintaux ; 90 millimètres pour 7 quintaux 50).

On s'apercevra bien souvent ainsi que la part de liquide utilisée par la récolte de blé n'est qu'une petite fraction (surtout en pays chauds) de la pluie tombée; et l'on songera que l'on avait tort, grand tort, d'escompter une plus abondante récolte : le sol ne pouvait plus la donner, car il n'avait plus en son sein les liquides indispensables à l'élaboration des matériaux.

La cause explicative de nos déboires (j'en ai fait moi-même de tristes expériences) doit être parmi les causes perturbatrices que je viens d'énumérer. Si nous savons nous en convaincre, nous n'écarterons pas les moyens d'y remédier.



CHAPITRE III

LA PLANTE



GERMINATION

UNE graine confiée au sol ne germe que si le milieu remplit certaines conditions d'*humidité*, de *température*, d'*aération*.

L'humidité, elle doit la prélever sur le sol qui l'entoure, s'il veut bien lui en céder. Ce sol doit donc être avec elle en contact très intime, pour que s'opère, toujours en vertu du même principe physique, un déplacement de liquide des pores humides de la terre vers les pores plus secs de la graine.

En absorbant ce liquide, la graine augmente de volume, se gonfle, digère ses réserves, avec lesquelles elle crée les premiers tissus des nouveaux organes : racines, tiges, feuilles, qui vont lui permettre de vivre aux dépens du milieu qui l'entoure.

La période de germination cesse : celle d'assi-

plus : entre les deux, il en est un particulièrement favorable.

Ces choses-là sont connues : je ne ferai que résumer les observations de Rothamsted, longues et méticuleuses (Hall) :

Blé	Minima	5°	Optima	28°	Maxima	42°
Orge . . .	—	5°	—	28°	—	37°
Avoine . .	—	5°	—	28°	—	36°
Maïs . . .	—	9°	—	33°	—	46°
Fèves . .	—	9°	—	33°	—	46°
Melons . .	—	18°	—	33°	—	43°

Pour les résumer pratiquement, on peut dire que la germination ne se fait guère au-dessous de 10°, atteint son plein développement vers 25/28 pour les céréales, 30/33 pour les légumineuses, et cesse au delà de 40°.

Il faut encore à la plante, pendant et après la germination, une certaine chaleur, que l'on évalue, pour le blé (Garola), entre 2000 et 4000 degrés, du semis à la maturité, ainsi répartis :

- Environ 150° pour la levée;
- 945° pour former les feuilles;
- 235° pour former les épis et les fleurs;
- 810° pour mûrir l'épi.

La semence étant placée à 4 centimètres de profondeur, M. Diffloth estime qu'il faut à la



LE SOU ET LE SOU
Le sou qui est tiré par des animaux ou un tracteur, produit des mottes,
déchirer la terre, l'ameublir.



Le disque produit un ameublissement direct quand il ne découpe que des bandes
de faible largeur. — (Clebs Sanderson.)

plante 130" pour la levée, 100 de plus pour former la seconde feuille, et 100 encore pour former la troisième, soit 330" avant le sommeil hivernal : ces chiffres indiquent combien sont privilégiés les pays de soleil et combien sont avantageuses les semences hâtives en pays plus froids.

Il lui faut enfin le plus de lumière possible, puisque la lumière lui donne le précieux pouvoir de puiser dans l'air — où il ne coûte rien — le carbone devant entrer dans la composition de ses tissus.

Ce carbone qui remplit ici le rôle de ciment, de mortier tenant la plante debout, lui donnant sa structure, ses formes, ses organes respiratoires les feuilles, s'en ira plus tard dans le sol pour y créer l'humus. Les forêts vierges modernes et les formidables végétations préhistoriques ont ainsi déposé dans le sol d'immenses couches de carbone accumulé : ce sont des rayons de soleil qui dorment là, du soleil qui, seul dans l'univers, engendre la force et perpétue la vie.

Pour toutes les cultures usuelles, et pour toutes les raisons favorables à la germination, les pays tempérés semblent donc privilégiés et le sont d'autant plus qu'ils se rapprochent davantage des zones de grand soleil ; les maxima, au delà desquels la germination ne se fait plus, indiquent cepen-

dant qu'il est une limite à l'expansion de nos cultures. La France, redisons-le, est bien placée : on calcule les milliers de calories que, par heure et par mètre carré, la terre reçoit du soleil dans un ciel pur ; avec son Afrique, elle a du soleil à revendre sur tous les marchés d'Europe.

NUTRITION

La plante, ayant germé, se développe et n'a plus qu'un souci, qu'un but : créer un fruit apte à la reproduire. Pour assurer ainsi, en vertu d'une loi naturelle, la propagation de l'espèce, elle accumule en ce fruit des réserves utiles. Les hommes s'emparent de ces réserves, qu'ils appellent *récoltes* ; et l'industrie agricole, au fond, n'est qu'une exploitation intelligente de ces réserves. De même qu'elle entasse, dans l'anatomie des animaux d'élevage, des graisses et des tissus, elle doit tendre à accumuler dans les épis de céréales, dans les tubercules, dans certaines racines, les matières azotées, les albuminoïdes, les glucoses, également utiles à l'alimentation humaine.

Que sont ces matières ?

L'analyse répond pour chaque culture ; mais le sujet est tellement vaste que je dois le limiter au blé, déjà choisi. Aussi bien, je ne veux dégager qu'une chose : le lien chimique qui rattache la plante au sol, et subordonne la nutrition

du végétal à l'état physique de la terre qui le porte.

Nous verrons d'ailleurs ainsi, dans quelles conditions s'opère cette migration de matériaux, du sol dans la plante; nous constaterons qu'elle n'est pas uniforme au cours de la végétation, et nous déterminerons l'époque des plus grands besoins.

Cela nous rattache étroitement au chapitre de l'eau : le chapitre de l'eau, en agriculture, ne finit jamais.

De nombreux mesurages ont été effectués pour déterminer quelles sont les quantités de matières nutritives diverses que les plantes de nos récoltes puisent dans le sol. Les uns se rapportent à la surface (par hectare), les autres au poids (par 1 000 kilos de récolte); certains sont précis, d'autres non.

Strecker écrit qu'une récolte de blé enlève, par hectare, à la terre :

Azote.	45 à 75 kilogrammes.	
Acide phosphorique . . .	20 à 35	—
Potasse.	25 à 40	—

Un autre auteur nous dit : une récolte de 1 000 kilos de grain (blé) exporte du sol (récolte totale) :

	Grains	Pailles	Balles	Totaux
Azote	20,8	3,2	7,2	32,2
Acide phosphorique . .	7,9	2,2	4,0	14,1
Potasse	5,3	6,3	8,5	20,1

soit, par unité de quintal de grain :

Azote	3 kil. 22
Acide phosphorique	1 kil. 41
Potasse	2 kil. 01

En ramenant de même, à cette unité, les indications fournies, j'ai obtenu les données successives suivantes :

	Azote	Acide phosphor.	Potasse
Bellenoux	3,22	1,41	2,01
Garola	3,15	0,70	1,00
Diffloth	3,09	2,37	4,75
S. Strakosch	3	1,50	2,70
Lawes	3	1,46	1,5
Dehérain	3,06	1,46	0,78

Ces chiffres, assez constants pour l'azote, varient du simple au double pour les deux autres éléments. Ne sachant quelle confiance méritent certains d'entre eux (ceux de Dehérain sont pour-

tant les plus anciens, et ceux de Siegfried Strassch (les plus récents), je prends leurs moyennes :

Azote : 3,32 Acide phosphor. : 1,48 Potasse : 2,12

pour les appliquer à nos trois récoltes de base.

Celle de 7,5 quintaux de grains a donc exporté du sol :

Azote : $7,5 \times 3,32 = 24$ kil. 15

Acide phosphorique : $7,5 \times 1,48 = 11$ kil. 10

Potasse : $7,5 \times 2,12 = 15$ kil. 9

Celle de 15 quintaux :

Azote 48,3 Acide phosphorique 22,2 Potasse 31,8

Celle de 30 quintaux :

Azote 96,6 Acide phosphorique 44,4 Potasse 63,6

Si nous rapportons ces chiffres, d'éléments minéraux exportés, aux quantités d'eau tirées du sol, qui ont servi à les véhiculer et se sont évaporées pour constituer le poids correspondant de matière sèche totale, nous trouvons que ces éléments devaient s'y trouver en solutions ayant les titres suivants :

Azote : : 26 milligr. 8 par litre, soit 26 gr. 8 par mètre cube

Acide phosph. : 12 milligr. 3 — 12 gr. 3 —

Potasse : : 17 milligr. 6 — 17 gr. 6 —

Une terre arable, dans laquelle le liquide interne aurait exactement cette composition, pourrait donc assurer, par hectare :

- a) Une récolte de 30 quintaux de blé, si elle en a disponibles, 3 600 mètres cubes;
- b) Une récolte de 15 quintaux, si elle en a disponibles, 1 800 mètres cubes;
- c) Une récolte de 7,5 quintaux seulement pour 900 mètres cubes.

Ces chiffres démontrent lumineusement que l'eau est, dans un sol arable, le facteur essentiel de sa productivité. Ils le démontrent d'autant mieux si l'on se rappelle qu'une terre normale moyenne contient à l'hectare, à l'analyse, de 12 000 à 14 000 kilos de chacun de ces éléments chimiques, et que la plus forte de ces récoltes — 30 quintaux — n'en exporte que de 25 à 100 kilos.

Ils provoquent cependant une interrogation. Est-il bien vrai que ces solutions minérales se sont trouvées dans le sol exactement à ce titre? A titre plus élevé, les plantes auraient eu moins de liquide à évaporer; à titre plus faible, les plantes auraient dû, par contre, transpirer davantage.

La nature doit sans doute parer à ces inégalités, par des manipulations occultes dont elle a le secret; mais rien n'empêche de concevoir que la plante puisse utiliser, pendant quelque temps, une solution à faible dose, quitte à exiger ensuite une solution plus concentrée; ce qui doit réaliser un équilibre final et l'empêcher de s'écarter de la loi empirique édictée : « évaporer une moyenne de 300 kilos d'eau pour engendrer un kilo de matière sèche. »

ÉPOQUE DES BESOINS

Et cette supposition concorde très bien avec des faits connus, démontrant que les besoins en eau de la plante ne sont pas identiques par journée de croissance, varient de la germination à la maturité, atteignent un maximum vers la floraison. Nous allons toucher ici à la vie très intime de la plante (qui a pour nous trop d'inconnu) : mais notre indiscretion ne sera pas sans profit.

L'analyse a démontré que les jeunes plantes et leurs racines sont d'une extraordinaire richesse en matières azotées : le fait est connu des éleveurs, qui mettent au pâturage sur les jeunes prairies les animaux à nourrir plus abondamment.

Il en est de même pour la jeune plante de blé, qui entraîne de l'azote dans ses tissus, par ses racines, la plus grosse part de l'azote formé ou retenu dans le sol au moment de la germination (ce qui démontre, en passant, l'avantage de semer des céréales dans un sol où la matière azotée est *préalablement accumulée*).

Les feuilles, durant la végétation, élaborent, emmagasinent les matériaux qui doivent servir à la formation éventuelle de la graine, matériaux qu'elles transmettent en quelques jours à l'épi, et de l'épi au grain à la floraison. Tout l'azote, l'acide phosphorique, la potasse, accumulés successivement dans les feuilles les plus hautes et la partie

la plus élevée de la tige, émigrent dans l'épi. C'est à ce moment, dans le *dernier mois de sa vie*, que la plante crée de la richesse : la future récolte du laboureur.

Des conditions extérieures défavorables viennent quelquefois compromettre cette ultime opération. Pour qu'elle s'accomplisse bien, il faut que les feuilles du bas ne se dessèchent pas trop vite, qu'elles s'épuisent lentement, cédant aux organes supérieurs plus actifs les solutions concentrées qu'elles détiennent.

Une pluie abondante est aussi mal venue qu'un coup de chaleur en ce moment, si, tombant sur le sol, elle ne peut s'y vaporiser assez vite sans y pénétrer et aller diluer ses solutions, forçant ainsi les plantes à agrandir les feuilles pour les évaporer, provoquant une inopportune activité, paralysant momentanément les actions internes utiles. (Soulignons ici la nécessité de combattre l'échaudage en pays chauds, et de pallier partout les dangers des pluies tardives.)

L'analyse, qui révèle ces particularités, est bien d'accord avec l'observation. Les agronomes enseignent que l'absorption des liquides nourriciers suit une marche plus rapide du tallage à la floraison; que le travail radiculaire est, dans cette période, trois fois plus fort qu'avant, dix fois plus fort qu'après.

Haberlandt, Vasque, Von Holmel, Guittard et d'autres, nous ont démontré que les céréales évaporent normalement, au soleil, cinq fois plus d'eau vers leur maturité qu'à leur jeune âge (les blés surtout, l'orge un peu moins); que cette évaporation, vers la maturité, se fait presque uniquement par l'épi et les plus hautes feuilles; qu'elle est d'ailleurs dix fois plus forte sous un soleil brillant et chaud (Afrique) que sous un ciel couvert, et jusqu'à cent fois plus forte au soleil qu'à l'obscurité de la nuit.

Conclusion principale. Les solutions nutritives de la plante devraient préexister dans le sol, avant la floraison, avant l'étalement si possible; toute pluie venant après est inutile et dangereuse. Pour que ces solutions préexistent, il faut que les eaux soient emmagasinées en temps et quantités utiles; plus elles y précéderont l'heure des besoins de la plante, plus riches elles seront et plus aisément elles pourront satisfaire à ces besoins.

Une bonne préparation et un entretien convenable du terrain, favorisant la pénétration des eaux, la circulation des gaz, la dissolution des matériaux, réalisent ces desiderata. Et cette préparation idéale est sans doute la même qui, assurant à la fois, dans la couche arable où évoluent les racines, la perméabilité et la capillarité, y main-

tient en contact permanent les éléments gazeux et liquides.

NITRIFICATION

En parlant de l'état physique du sol, de ses constituants chimiques, du pouvoir absorbant des terres, de leur analyse biologique, nous avons surpris le rôle complexe des humus. Ce rôle a trop de rapports avec une culture rationnelle, donc avec la *Motoculture*, pour que nous puissions négliger d'en parler davantage. Mais pour ne pas interrompre le cours logique de nos recherches actuelles, — qui tendent seulement à préciser les principes du meilleur travail agricole en vue de guider la construction de son outillage, — nous ne le ferons que plus tard, en parlant de l'application même de ces principes dans les méthodes culturales.

Venant de rappeler comment se nourrit la plante, je dois cependant dire ici quel est l'état du sol particulièrement apte à lui fournir le plus important de ses éléments : l'azote, produit de l'humus au contact de l'air, sous les auspices des microbes, que nous avons entrevus si nombreux dans un sol arable.

Les matières organiques enfouies dans le sol deviennent, par leur décomposition, productrices d'ammoniaque, qui fournit la source d'azote où puisent toutes les végétations. Et ce sont des êtres



TRACTEUR-TREUIL BAJAC

Cette machine s'arrête tous les 200 mètres pour donner toute sa force au treuil, qui tire sur le câble remorquant la charrue.

infinitiment petits qui se chargent de ce rôle, rôle admirable qui fait retourner dans le cycle vital les substances inertes des déchets organiques.

Des espèces microbiennes parfaitement connues et isolées, les *ferments nitreux*, vivant dans les sols arables, arrêtent l'ammoniaque à mesure qu'il se dégage et le déposent dans le sol sous la forme de *nitrites*.

Ces nitrites sont presque insolubles, et, en cet état, peu utiles aux plantes; mais d'autres familles de ferments, les ferments *nitriques* ou *nitrobactéries*, se donnent la mission de les transformer en nitrates solubles et facilement assimilables par les racines.

Dans toute l'épaisseur de la couche arable, ce petit monde, qui représente des milliards d'êtres vivants par mètre cube de terre, travaille sans relâche dès que les conditions extérieures lui sont favorables.

Ces conditions essentielles sont :

1° La présence, dans le sol, d'une abondante matière azotée en décomposition fournissant un aliment initial aux ferments nitreux, générateurs d'ammoniaque; 1

2° Une certaine humidité, atteinte dès qu'une terre arable renferme en elle une centaine de litres d'eau par mètre cube; 2

3° La présence dans cette terre d'une légère quantité de *potasse* ou de *chaux*, avec lesquelles 3

se combine l'acide nitrique, aussitôt formé, pour constituer le composé instable qu'est le nitrate, et que les eaux internes n'auront plus qu'à dissoudre pour l'incorporer aux solutions alimentaires contenant déjà la *potasse* et l'acide phosphorique;

4° Une température pouvant varier de 10° à 50°, mais qui n'est pleinement favorable qu'autour de 35°, la production des nitrates étant dix fois plus forte à 37° qu'à 14° (printemps pluvieux et chauds, automnes humides et pas encore refroidis);

5° La libre circulation de l'air atmosphérique dans le sol, air dont le ferment nitrique doit prendre l'oxygène pour vivre et se développer.

Ce besoin d'air pour le ferment nitrique est tellement fort que ce ferment cesse d'exister dans les terres trop compactes ou gorgées d'eau; et qu'il vit, dans une terre saine, seulement jusqu'à une faible profondeur ne dépassant guère 25 centimètres.

Il ne peut pas vivre non plus dans les grosses mottes de nos labours, où l'air ne pénètre qu'autant que l'eau s'en retire et réciproquement : de façon telle que les deux conditions nécessaires à la vie du ferment — et de toute la vie végétale — ne s'y trouvent jamais simultanément réalisées.

Les méthodes culturales doivent avoir pour base de réaliser toujours ces conditions *optima*, aptes à

veiller et maintenir l'activité de ces précieux collaborateurs, les *ferments*, qui demeurent inertes dans les terres trop froides, les terres trop sèches, les terres trop fermées, les terres trop chaudes.

De ces cinq conditions, il en est quatre dont les cultivateurs demeurent les maîtres. Ils peuvent : par un chaulage opportun ou une addition de potasse, apporter la base salifiable dans les terres privées de calcaire, et par des fumures ou un enlaidissement de végétaux et déchets, reconstituer en permanence la matière azotée nitrifiable. Ils peuvent aussi, par un travail convenable du sol, y favoriser la pénétration de l'air (et de la chaleur à sa suite), tout en y assurant l'humidité indispensable.

Beldingh a écrit, depuis longtemps, que la *trituration* intime du sol a pour résultat de répartir mieux les organismes qui favorisent la nitrification. Muntz et Grandeau l'ont confirmé; et Dehérain insiste sur l'opportunité de cette *trituration*, en disant qu'elle procure à la fois l'aération du sol, la dissémination des germes et l'humidité favorable, faisant ainsi de la terre *ce quelque chose de vivant* dont parle Berthelot. Mathieu de Dombasle, notre agronome novateur, avait écrit déjà : « Pour créer dans le sol un milieu favorable à l'ascension de l'eau, il faut que le sol soit bien *pulvérisé*, et non en mottes. Quand une terre est bien ameublie, les cultivateurs disent que cette terre est bien préparée et fine comme de la cendre. »

Tull et Evelyn, les agronomes anglais du XVIII^e siècle, avaient eux-mêmes démontré « que la seule division des molécules de la terre suffit à la rendre fertile », et préconisé de nombreux labours, avant les semailles et dans les cultures, pour « créer et tenir les molécules dans un état de division ». Ils ajoutaient : « Dans les trop grands espaces, les racines traversent les cavités sans en tirer aucune nourriture. Quand on est parvenu à broyer les petites mottes, les racines se glissent entre les molécules en éprouvant une certaine résistance utile (analogue à celle que rencontre le ver de terre). »

Le rêve de Tull et la base de son système cultural étaient d'avoir « des terres à grains semblables à ceux du sol de nos jardins potagers ». L'agronome allemand Thaer écrivait ensuite, vers 1814 : « Il est nécessaire que la couche végétale soit pulvérisée au point qu'il ne reste plus de mottes. Les racines chevelues des plantes ne pénètrent point dans ces mottes, elles ne font que s'étendre tout autour : par conséquent, ces mottes de terre ne leur donnent guère plus d'aliment que si elles fussent des pierres. »

Mettons en notre mémoire ces mots de *trituration*, de *pulvérisation*, de *granulation* du sol, et souvenons-nous sous quels auspices ils sont entrés dans la technique agricole : ils vont former le pivot des nouvelles méthodes culturales, dites scienti-

riques, et servir d'idéal de réalisation à la nouvelle mécanique agricole.

Je m'en voudrais de ne pas citer également ici : le professeur Spörzon, l'éminent directeur de l'Académie agricole hongroise de Magyaravar, qui a démontré par de nombreux essais pratiques les avantages considérables, pour les semailles et la végétation, d'un travail de fine division du sol ;

Le professeur Rümker, de Breslau, qui a écrit : « Le but final du labour est de produire la structure granulée et la fermentation du sol » ;

Le professeur Alexandre Annay, directeur de l'École royale belge de mécanique agricole, qui écrit dans le *Génie Rural* : « Rien de plus idéal comme préparation qu'une bonne couche arable émiettée, granulée, légèrement tassée. M. Mitcherlich place le premier facteur de la fertilité des terres dans l'étendue de la surface des granules ou grains du sol, capables de se couvrir d'eau, de solutions salines, de colonies de microbes et de poils radicellaires des végétaux cultivés » ;

Enfin, le professeur Strecker, un des techniciens les plus remarquables de la Société nationale allemande d'agriculture, qui, tout récemment, à propos d'une étude sur les méthodes américaines, a nettement formulé : qu'une structure grumeleuse, émiet-tée, capable de régulariser les fonctions de l'eau dans le sol, doit être considérée comme la quintessence du travail agricole.

Aussi bien, notre conviction sur ce point sera faite si nous voulons nous rappeler comment travaillent nos jardiniers, qui piochent, ameublissent, triturent sans aucune cesse, préparant à leurs semailles des planches finement granulées, où la terre, bien pourvue en débris organiques, nitrifie énergiquement et produit avec intensité.

En agriculture, comme sur bien d'autres terrains, c'est le bon La Fontaine qui a toujours raison :

- « Bêchez votre champ dès qu'il aura fait l'oût,
- « Creusez, fouillez, bêchez, ne laissez nulle place
- « Où la main ne passe et ne repasse. »

Pourrions-nous travailler toutes nos terres arables comme des terres de jardin ? Nos immenses plaines à céréales de l'Afrique ou de l'Argentine comme les carrés de l'horticulteur de Versailles ? Ce serait désirable, et la science mécanique doit nous en fournir économiquement les moyens. Les ingénieurs qui ont construit des machines pour perforer des montagnes (G. d'Avigny), creuser des canaux, draguer le fond des mers, pénétrer vers le centre de la terre, seraient-ils impuissants à réaliser ce désir ? Le problème ne paraît pas insoluble.



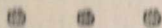
3^e PARTIE

OUTILLAGE

Biblioteca USV IASI

CHAPITRE I

TRAVAIL DU SOL



1. — RÉSISTANCE DE L'OUTIL

COMMENT se présente à nous une tranche de terre arable? Je la répète : ce n'est pas un corps solide homogène et impondérable, mais une masse continue de fines particules hétérogènes, accolées les unes aux autres, qui sont elles-mêmes des agglomérats, minuscules et poreux, des éléments constitutifs de la terre arable. Cette masse peut enclorre en son sein, à l'état isolé, toutes sortes de choses étrangères, des minéraux, des végétaux, des animaux, qui jouent parfois leur rôle dans son évolution. Elle contient aussi des liquides aqueux, logés dans les vides internes, dans les espaces intersticiels, entre les particules et jusque dans leurs pores. Ces liquides y circulent, soit par l'action de la pesanteur dans les vides non capillaires, soit par

la capillarité dans les autres ; suivant qu'ils sont plus ou moins abondants dans la masse solide, les qualités de cette dernière se modifient sous l'outil qui l'attaque.

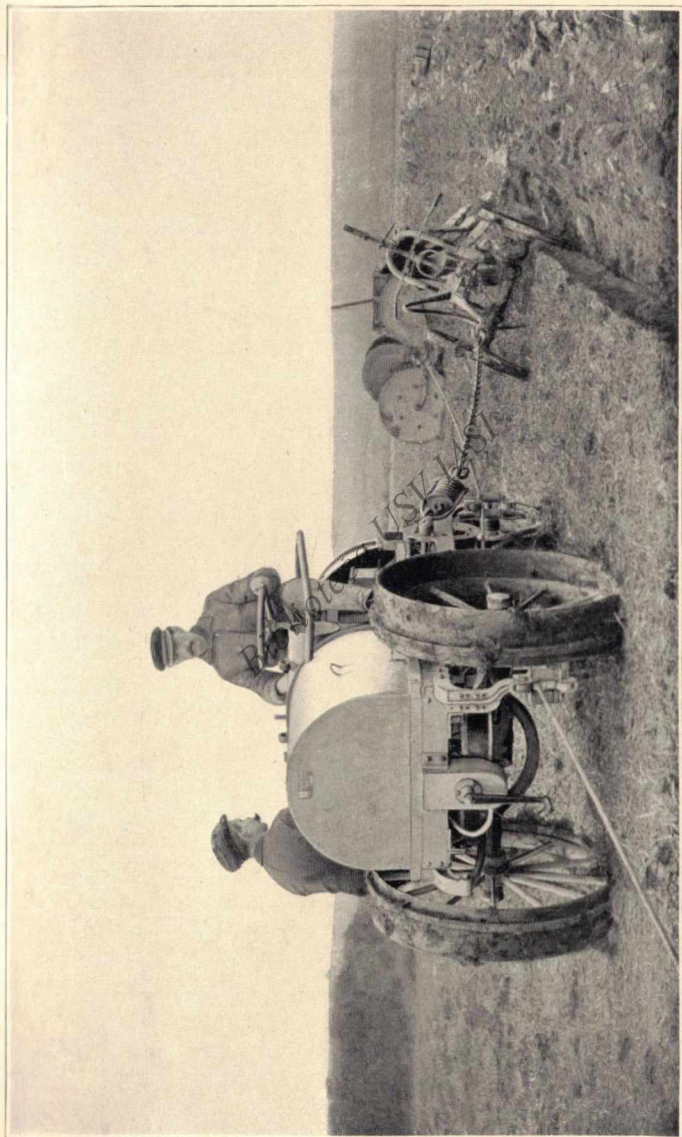
Par nos outils usuels, le travail peut se définir ainsi : *fabriquer des mottes pour les briser ensuite.*

Si la couche est très humide, n'importe quel outil y pénètre dans tous les sens. Un outil plat et tranchant, comme la houe ou la bêche plate, entre profondément : l'épaisseur de la lame règle la facilité de pénétration ; et le frottement de ses surfaces, qui est en rapport avec ses dimensions, limite seul la profondeur.

Ce frottement est l'effet d'une adhérence subite, des particules terreuses entraînées, contre la lame, surtout si elle est rugueuse : il est du même ordre que celui qui s'applique aux parois du coutre, du soc ou du versoir de la charrue attaquant la terre horizontalement.

Malgré sa facilité de pénétration, si, dans sa course, l'outil rencontre un corps dur, une pierre, la résistance de ce corps absorbe l'effort : si cet effort est plus grand que la résistance, l'outil passe quand même, en déviant si son mouvement n'est pas *rigide*, en brisant l'obstacle s'il ne peut l'éviter, ou en se brisant lui-même.

Aussi, dans un sol arable contenant des pierres, même s'il est très humide, on ne se sert guère de la houe ni de la bêche plate, mais de la houe et de



TRACTEUR-TOUEUR ARION

Se hâte sur un câble amarré aux deux bouts du champ. N'est pas automobile et doit être amené par des animaux.

la bêche à dents. On n'a pas de quoi changer la forme du soc ni du coutre de la charrue : on se contente de les remplacer quand ils ont trop souffert. Elle découpe dans ce sol mou des bandes plastiques et à peu près continues.

A l'état de sécheresse naturelle extrême, la couche arable est comme une éponge dont le tissu se serait pétrifié. Les fines particules initiales n'ont guère varié de forme ; dans leurs pores est toujours une mince pellicule d'eau, incapable de s'échapper ; les particules se sont serrées les unes contre les autres, agrandissant les vides externes, provoquant même des fissures (crevasses).

Elle offre une grande résistance à la pression : la houe et la bêche plate ont la plus grande peine à s'y planter de haut en bas et n'y parviennent généralement point. La houe à dents et la bêche à dents y réussissent un peu mieux, d'autant mieux que leurs dents sont moins nombreuses et plus fines : un clou y pénètre assez bien, ses dimensions se rapprochant de l'ordre de grandeur des éléments attaqués, s'insinue plus aisément entre les particules, les écartant de son chemin, les compressant dans les vides latéraux ; mais ce clou, s'il est trop mince, de même que les dents de la houe si elles sont trop fines, sont incapables d'arracher la motte compacte et se ploient sous l'effort.

Le coutre et le soc, attaquant la terre dans un autre sens, y réussissent un peu mieux, avec de pénibles efforts. Ils provoquent sur la courbure du versoir des ruptures successives dans la bande de terre découpée : car si la terre sèche offre une grande résistance à la compression, elle n'en offre pas beaucoup à la rupture ni à la traction. Sa texture même l'explique.

Ainsi, dans les deux cas, que les terres soient très sèches ou très humides, le travail de division de la couche arable en *mottes* est difficile. Il est cependant un point, entre ces deux états, où la terre est assez fraîche pour offrir une facilité de pénétration aux outils, et assez sèche pour cesser d'être plastique (quand elle contient 8 à 10 pour 100 d'eau) : les mottes alors produites s'effritent à mesure dans le sillon.

On peut dire que les particules individuelles formant la couche arable dans toute son épaisseur sont simplement posées les unes sur les autres et peuvent se détacher aisément : le travail en est alors facile pour tous outils, et le laboureur dit que « la terre se laboure à la main ».

C'est l'heure idéale que l'agriculteur intelligent attend : mais elle dure peu et risque fort de lui échapper, tout au moins pour la plus grosse part de son domaine s'il est très étendu.

Nul ne s'astreint à posséder tout l'outillage et les attelages qui seraient nécessaires pour exécuter intégralement ses labours dans cette courte durée. On laboure *quand on peut*, renforçant les attelages si les terres sont trop sèches ou trop collantes, crevant, éventrant le sol malgré tout.

Voilà comment nous travaillons. Bien entendu, pour diviser ces mottes, ameublir, tasser, niveler, nous mettons ensuite dessus toute une cavalerie traînant des herbes à dents, des croskills à dents, des scarificateurs à dents, des griffons, des disques tranchants, des rouleaux écrasants et autres instruments de haute lutte qui constituent l'arsenal du gros cultivateur. Certains, une fois l'affreux labour accompli, attendent béatement que des auxiliaires gratuits, les agents atmosphériques, gel, dégel, chaleur, pluie viennent achever l'ouvrage. Nous verrons aux semailles la répercussion de ces dangereux errements.

Tull, pour réaliser son rêve d'ameublissement par la charrue, avait imaginé une charrue à quatre coutres situés en avant du soc, en des plans parallèles et écartés l'un de l'autre de 5 centimètres... « coupant la terre en quatre bandes de 2 pouces de largeur, de façon telle, que le soc ouvrant un sillon de 7 à 8 pouces de largeur totale, la terre est jetée sur le côté, bien divisée, et non plus en grosses mottes plates comme il arrive avec les charrues ordinaires, et qu'en recroisant ces bandes

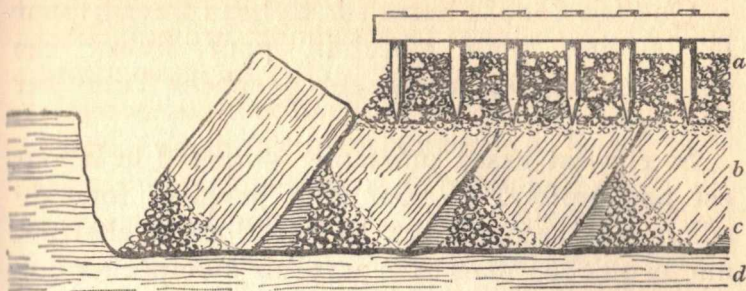
par un second labour, la terre devient meuble. »

Le petit cultivateur, celui qui travaille à la bêche, déchiquette aussi chaque motte sur place, à mesure qu'il la produit, si bien qu'au bout du champ, son travail est fini et mieux fait : mais l'ameublement de surface, réalisé par nos grandes charrues, n'est qu'un leurre : il ne faut pas *regarder les dessous* !

II. — LABOURS

Le labour a pour but, écrit M. Ringelmann, « de retourner le sol, d'en exposer les parties profondes aux agents atmosphériques, de l'ameublir sur une certaine épaisseur... » ; et un labour est considéré comme excellent quand la surface du terrain exposée à l'air est la plus grande possible, ce résultat étant obtenu « quand la largeur étant 1,41 fois la profondeur, la bande de terre est inclinée à 45° ».

Dombasle avait dit : « Dans tous les labours à tranches larges et minces, les tranches sont nécessairement retournées à plat, et juxtaposées entre elles à peu près comme des planches qui forment un plancher. Dans les labours profonds, on préfère, avec raison, les placer sous un certain angle en évitant de les retourner complètement, parce que la herse a beaucoup plus d'action sur les tranches lorsqu'elles présentent ainsi à son action un de leurs angles. »

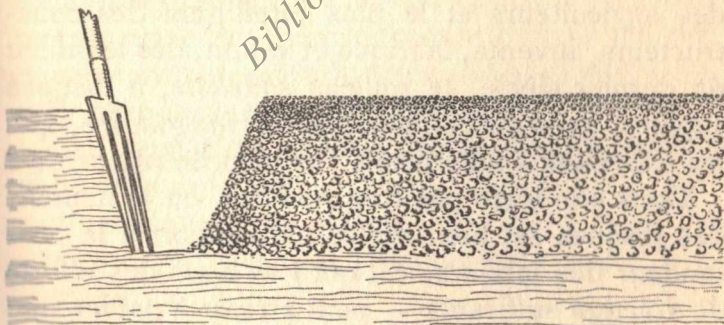


TRAVAIL A LA CHARRUE.

Dans une terre humide ou sèche :

- a) Partie supérieure du guéret ameublie par hersage et roulage;
- b) Les parties basse des mottes demeurent non ameublées;
- c) Vides et cavernes;
- d) Le "plow-sole".

La couche supérieure ameublie se trouve isolée de la couche sous-jacente.



TRAVAIL DU JARDINIER.

Labour finement ameubli jusqu'au fond du sillon, tel que le réalisent les jardiniers par travail manuel. La couche ameublie demeure au contact intime avec la couche sous-jacente. La continuité se rétablit, de l'une à l'autre, par un tassement naturel dans la masse travaillée, progressif du sommet à la base.

Que fait donc la herse sur ce beau travail, pour le détruire, pour ameubler, pour diviser ces superbes bandes mollement penchées l'une sur l'autre ?

Si elle est assez puissante — quand le labour est peu profond — pour aller jusqu'au fond du sillon, elle recommence le travail de la charrue, mieux qu'elle ; mais sans parvenir à empêcher que des quartiers de mottes plus ou moins gros ne demeurent au fond du guéret, mottes qui constituent des corps compacts dans une couche ameublie, laissant entre eux des vides empêchant cette couche d'entrer en contact avec le sous-sol.

Pour lutter contre eux, les atteindre, les briser, Mathieu de Dombasle, qui était à la fois le meilleur des agriculteurs et le plus intelligent des constructeurs, inventa, fabriqua et vendit, dès le milieu du dernier siècle, le rouleau *squelette*, à disques séparés, avec couronne à *profil triangulaire*, que les « farmers » américains viennent de *réinventer*.

Dans une terre pas trop revêche, où la hauteur des disques est bien réglée par rapport à la profondeur des labours, cet outil — sous des efforts de traction suffisants — peut arriver à pallier une partie de leurs défauts.

Mais dans un labour où la herse, où le rouleau *squelette* ne peuvent pas atteindre au fond, il demeure, à la surface du sous-sol, entre les angles des mottes si géométriquement inclinées, de vraies

cavernes, qui ne disparaîtront plus ou ne se combleront que par un apport de boues sous les eaux d'infiltration.

La couche superficielle ameublie aura bon aspect à l'œil, ressemblera vaguement à la structure idéale, *triturée*, *granulée*, *grumelée*, *émiettée*, que nous recommandent toutes les sommités de la science agricole moderne : nous lui confierons nos engrais, nos semailles, plaçant ainsi la végétation future dans un vrai jardin *suspendu*.

Mais que devient la *continuité*, entre cette couche et son sous-sol ? Comment se rétablit la *capillarité*, qui doit monter du sous-sol les réserves d'eau, les solutions nutritives ? Les piliers qui soutiennent la voûte ne sauraient y suffire : quand les vivres de la couche seront épuisés, les racines ne trouveront, au-dessous, que le vide ou des quartiers de mottes *impénétrables*. La végétation, très belle jusque-là, pâtira désormais.

Nos déceptions agricoles n'ont, le plus souvent, nulle autre origine.

III. — LA CHARRUE

Ce n'est pas tout. Le sep et le talon de la charrue, comme l'écrit M. G. d'Avigny dans le *Génie Rural*, *glissent* sur la raie et en *tassent* le fond. Avec les charrues à mancherons, le laboureur s'appuie dessus ; « le frottement du sep est quel-

quefois si grand que les chevaux s'arrêtent d'eux-mêmes », et quand la charrue tend à sortir de la raie, « il faut faire un grand effort pour la maintenir » qui s'applique, par le versoir, sur la bande découpée.

Si bien qu'après le labour, la surface du sous-sol *que nos yeux ne voient pas*, enfouie sous les mottes, demeure *lissée, polie*, ce qui l'isole encore de la couche travaillée ; et dans cette couche, surtout en terrain argileux, beaucoup de mottes présentent au soleil des surfaces brillantes comme des miroirs (on dit alors que le labour *cire*) qui prennent en séchant la dureté de la brique.

M. Guerrapain, professeur d'agriculture, a signalé au dernier Congrès international de Mécanique agricole « que le rendement du sol est favorablement influencé quand il est soustrait au piétinement des attelages » ; et le plus intéressant ouvrage d'agriculture du XVIII^e siècle avait déjà dit, « considérant la nécessité d'ameublir les terres pour qu'elles s'imprègnent aisément des rosées, des pluies, de l'air..., que les chevaux avec leurs pieds y font plus de mal que la herse ne fait de bien ».

Ne croyez pas que cela ne se passe ainsi qu'avec les charrues à mancherons. Les lourds appareils polysocs, à leviers, que traînent tous les tracteurs européens ou américains, produisent les mêmes résultats.

Le département d'agriculture de l'Etat de Kansas (et il n'est pas le seul), où les attelages de chevaux et de bœufs voisinent avec les attelages mécaniques, a récemment constaté, dans une de ses publications officielles, « qu'il se forme, à la profondeur de 10 pouces (25 centimètres) au-dessous de la couche qu'on retourne depuis des années, une croûte dure de sol « plow-sole » que la pluie ne peut plus traverser » (ni les racines d'ailleurs). Et le remède homérique employé, sur des milliers et des milliers d'hectares, est de faire exploser cette couche interne durcie, de déchi-queter cette immense brique à la dynamite !

Vraiment, la charrue nous fait du beau travail ! Une marque est-elle meilleure que l'autre ? La bonne charrue est plus rare encore que le bon laboureur qui, prenant sa terre à point, pour la travailler aisément, sait atténuer les défauts de l'outil, s'arrêter dès que l'ouvrage devient mauvais.

Au fait, on peut se demander comment ce diable d'outil a pu se créer et persister ? Dès que l'homme s'aperçut de ce que les grains enfouis germent mieux, le premier outil dont il se servit pour gratter le sol eut sans doute la forme de sa hache en silex, pioche à dent d'animal, ou crochet naturel en bois durci, qu'il manœuvrait à bout de bras, par le manche : *c'était fatigant !*

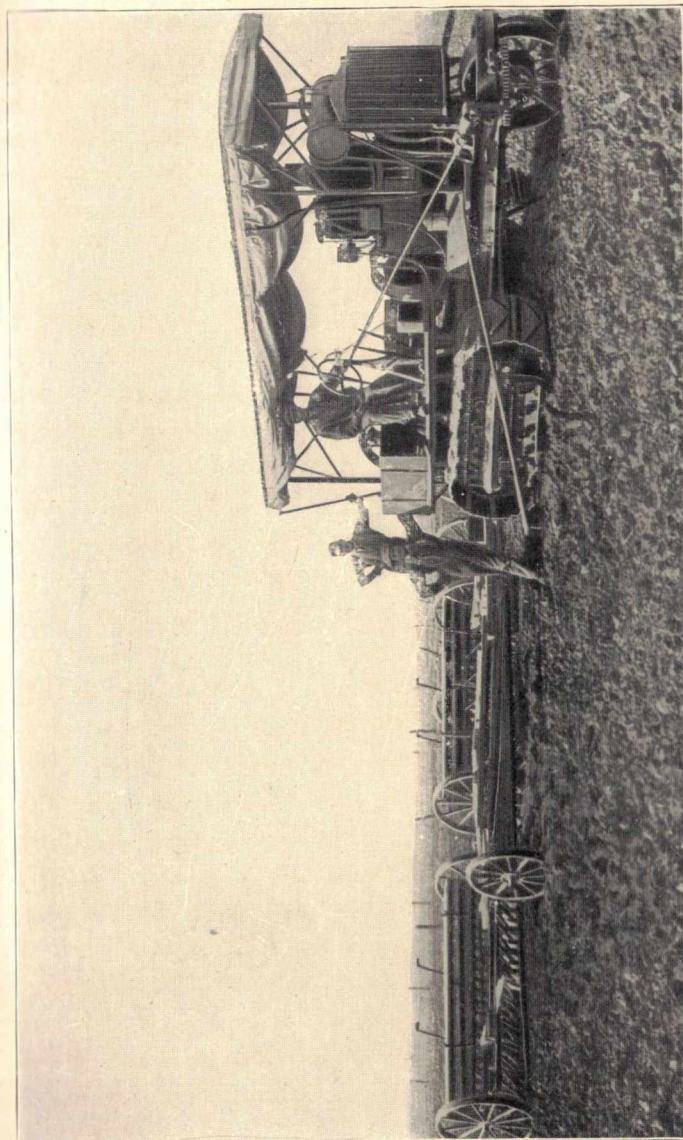
Aussi, à défaut d'esclaves, n'eut-il rien de plus pressé que de domestiquer une de ces bonnes bêtes vivant autour de lui, de tourner sa pioche à l'envers, le gros bout en avant, et de faire tirer sur ce gros bout la brute à tête baissée; tandis que lui, portant haut la tête, se contentait de maintenir d'aplomb l'appareil, appuyant de la main pour enfoncer la pointe et augmenter le travail accompli.

Son égoïsme naturel était satisfait: les à-coups et les résistances, il ne les sentait plus; l'animal domestique, bête muette, dans ses épaules meurtries les supportait désormais.

L'agriculture asiatique, égyptienne, athénienne ou romaine (d'après les descriptions que nous en ont fait Virgile et Pline) n'a connu qu'une espèce de charrue, en des formes multiples, qui s'est perpétuée en l'*araire méditerranéenne* et n'est « redevable qu'à la fertilité du sol et à la bonté du terrain des récoltes abondantes qu'elle a produites ».

Tout ce que l'homme a fait depuis pour perfectionner l'outil de labour, coin ou rabot, n'a eu qu'un but: accroître le travail fait, quitte à le corriger quand il est mauvais par des travaux accessoires (hersage, roulage, etc.).

L'humanité a vécu ainsi de longs siècles, perpétuant d'ailleurs, en ses replis cachés, l'outil en sa forme primitive: celui dont se servent les indigènes de nos vallées africaines ressemble étrangement à



TRACTEUR-CHENILLE HOLF

Pour accroître l'adhérence, les roues motrices sont remplacées par des jantes articulées comme le ventre annelé d'une chenille.

son ancêtre de la préhistoire ! Une excuse pour eux, c'est qu'ils sont logiques et ne mettent l'instrument au travail que dans une terre préalablement assouplie par la pluie. Ces errements les maintiennent sous la dépendance capricieuse des forces naturelles ; mais beaucoup de nos agriculteurs, qui se croient des esprits forts, n'ont pas de bien meilleurs résultats malgré leurs belles charues d'acier, luisantes comme des armes de guerre. Si la force animale n'est pas assez forte pour les tirer, ils appellent la vapeur à la rescousse, voulant malgré tout briser les résistances d'un sol revêché.

Je ne veux pas aborder l'étude du rendement mécanique dans un pareil travail, du gaspillage de force et d'énergie qu'il nécessite. De Gasparin, Schübler, Ringelmann et d'autres ont épuisé la question, en concluant à ce que la résistance opposée à l'outil, subordonnée à la forme des pièces travaillantes, à son poids, à la densité de la terre, paraît sensiblement proportionnelle à la section travaillée (G. Coupan), et qu'on l'évalue en moyenne à 50 kilogr. par décimètre carré de section.

M. Henry Sagnier, membre du Conseil supérieur de l'Agriculture, estime que les meilleures charrues, travaillant entre 15 et 20 centimètres, dépensent un effort de 3 à 5 kilogrammètres par litre de terre entamée : les calculs de M. Ringelmann (qui a écrit que les travaux de culture d'un

hectare nécessitent une quantité d'énergie pouvant varier dans le rapport de 1 à 8 et passer de 7 millions à 55 millions de kilogrammètres), porteraient ce chiffre au delà de 7 ; tandis que ceux de Gasparin et Grandvoinnet le fixeraient, pour le travail de la bêche, et pour une profondeur presque double (25/32 centimètres), entre 1 et 2 kilogrammètres.

Mauvais travail, gaspillage de force : tel apparaîtrait le bilan usuel de la charrue. J'en parle en paysan, et la juge par son ouvrage, qui, malgré l'avis de Caton « ne change pas ton soc », n'a jamais été jugé excellent. A preuve, ce qu'en écrivait au siècle dernier Mathieu de Dombasle :

« Le labour est la principale des opérations par lesquelles on amène la surface du sol à cet état d'ameublissement qui convient à la germination des grains et à la végétation des plantes, en même temps qu'on détruit les végétaux naturels au terrain...

« *Le plus parfait des labours est celui qui s'exécute à la bêche ; mais cette opération est du domaine de l'horticulture. Cette supériorité dépend de deux circonstances : que le sol y est remué à une plus grande profondeur (jusqu'à 25 centimètres) et qu'il est mieux divisé, la bêche ne coupant à chaque fois qu'une faible largeur.*

« Tout travail de labourage doit tendre à se rapprocher de ce résultat ; le labour sera *d'autant*

plus parfait qu'il ressemblera davantage au travail de la bêche.

« Sous le rapport de la profondeur, les labours à la charrue peuvent égaler les labours à la bêche ; *mais il n'en est pas de même de la seconde condition* qui consiste dans la grande division de la terre dans le sens de la largeur des tranches.

« Pour que la tranche soit convenablement renversée par le versoir, et *aussi pour faire le plus possible de travail*, on prend généralement 20 à 25 centimètres et même jusqu'à 30 centimètres de large.

« C'est dans cette largeur des bandes de terre que réside réellement *l'infériorité du travail de la charrue* par rapport à celui de la bêche : c'est une circonstance qui résulte de la *nature de l'instrument*. *On a cherché à y remédier, mais sans succès.* »

L'éminent agronome, accentuant ainsi ce que l'abbé Rozier avait dit, avant la Révolution, dans son Dictionnaire universel d'agriculture, prononce là un véritable réquisitoire contre la charrue.

Rozier écrivait : « Si l'on pouvait faire autant d'ouvrage avec la bêche qu'on en fait avec la charrue, il n'y a pas de doute qu'on ne dût préférer cet instrument de culture à toute autre, parce qu'il n'y en a point qui remue aussi profondément la terre. S'il pouvait être employé dans des terrains étendus, avec le même avantage qu'on en retire

dans les jardins, la charrue deviendrait fort inutile. Mais ayant beaucoup de terre à cultiver et peu d'hommes eu égard à l'étendue immense des terres labourables, la plus grande partie resterait sans culture. »

Et Liébaut encore voulait avant lui « une charrue qui fouille, remue et divise la terre comme il faut ».

Les techniciens modernes ne sont pas moins affirmatifs : le secrétaire général de la Fédération internationale de Motoculture écrit : « La bêche convient pour l'homme, la charrue pour les animaux ; un troisième type d'outil sera nécessaire dès que l'on cherchera à employer le moteur mécanique. Il me semble que cela va tellement de soi qu'on ne devrait pas avoir besoin d'insister davantage. »

Le bêchage en vérité, est un moyen rationnel d'utiliser les forces musculaires de l'homme au travail du sol. Le labour aussi n'est qu'un *moyen* d'y employer les animaux de trait, les forces de traction, mécaniques ou animales. Si les animaux pouvaient manier une bêche, nul doute que l'agriculteur ne préférât les faire bêcher, car le travail à la bêche rapproche davantage du *but* : préparer un terrain de semence ou l'entretenir. Pourquoi s'obstiner en effet à vouloir, par la charrue, avec d'énormes efforts, soulever la terre en blocs, que d'autres instruments sont obligés de rompre

ensuite et de déchiqeter pour atteindre ce but?

Dehérain, le maître autorisé, avait déjà conclu, très humoristique : « C'est aux ingénieurs à se mettre à l'œuvre, c'est à eux qu'il appartient d'imaginer un instrument qui divise, remue, secoue, aère le sol tout autrement que ne le font encore nos charrues et nos herses, qui certainement, dans cinquante ans d'ici, seront reléguées dans les magasins de curiosités, à côté des pieux durcis au feu des sauvages ou des araires des Gaulois. »

IV. — ÉVOLUTION LOGIQUE DE L'OUTIL PRINCIPES

En s'engageant dans une voie qui tendrait à la réalisation économique du travail de la bêche et à l'abandon (sauf exceptions) du travail à la charrue, la mécanique moderne suivrait donc une inspiration logique et rationnelle, conforme à la vérité scientifique et à la pratique agricole.

De cette vérité et de cette pratique se déduisent en effet les principes directifs suivants, dégagés ici de toutes les pages qui précèdent :

1° L'eau fait partie intégrante d'un sol arable normal : ses mouvements y sont réglés par l'état physique de ce sol;

2° La vie végétale est subordonnée à ces mouvements : les plantes ont des besoins d'eau

minima variables avec chaque espèce, mais suffisamment uniformes pour tous pays;

3° Il est possible de satisfaire à ces besoins par une préparation rationnelle du sol avant les semailles et par un entretien superficiel durant la végétation;

4° Cette préparation implique la nécessité absolue de rétablir la capillarité entre le sous-sol non attaqué et la couche travaillée;

5° Cet entretien comporte l'obligation de rompre cette capillarité au-dessous de la surface pour protéger le sol interne contre une évaporation néfaste;

6° Les faits, la logique, la science, consacrent la supériorité certaine d'un travail de la terre en structure finement ameublie, pour recueillir les eaux de pluie, les emmagasiner dans le sol, les y maintenir à l'état de solutions chimiques, les fournir aux plantes au fur et à mesure de leurs besoins alimentaires.

L'examen ultérieur des méthodes culturales consacrera d'une façon éclatante la justesse de ces principes, qui donnent une direction raisonnée à l'évolution nécessaire de l'outil de travail.

La mécanique agricole peut s'engager sans crainte dans cette voie, fertile en résultats : les progrès accumulés de la métallurgie, les perfectionnements continus des appareils producteurs de force, les besoins croissants de la consommation, la nécessité de la mise en valeur des terres nou-

velles, le développement de l'idéal social tendant à la substitution de la force mécanique à la force musculaire, la conception humanitaire que la force motrice de l'ouvrier n'est pas en ses bras mais en son cerveau, tout lui commande d'agir et lui permet d'escompter le succès.

L'OUTIL

La mécanique comporte deux éléments : l'outil, la force. Quelques mots sur l'outil. Bêche, pioche, ou tout autre, un but lui est assigné : *fabriquer de la terre ameublie*; un moyen lui est indiqué, *ne couper à chaque fois qu'une faible largeur* (Dombasle).

Quant au *nombre de fois* successives, c'est affaire à la force qui anime l'outil : plus il est grand dans un même espace de temps, plus l'avancement est rapide, plus le rendement s'accroît.

En l'espèce, il est bien certain que la bêche, actionnée à bras d'homme, a une limite naturelle de rendement dans la force même accumulée en ces bras : ainsi se limite son emploi. Mais si, par un moyen quelconque, les coups de bêche peuvent être donnés dix fois, cent fois plus vite (aussi vite, par exemple, que les animaux fouisseurs creusant leur terrier), il est incontestable, — même s'ils prennent à chaque fois une largeur toujours moindre, qui réalisera un travail toujours meilleur, — il

est incontestable que le rendement croîtra dans des proportions telles, qu'il atteindra en *quantité* celui de la charrue, tout en le dépassant toujours en *qualité*.

Ainsi se pose, à mon humble avis, le vrai problème de l'outil en motoculture.

Que sera cette bêche à marche accélérée? Aura-t-elle la forme d'une pioche usuelle à tranchant de houe, à lame rigide, à dents multiples, à pointe unique...? Nous n'avons qu'à nous reporter à nos précédentes constatations sur la façon dont les terres, dans la plus grande généralité des cas, se laissent attaquer par l'outil : il faudra, logiquement, qu'on nous donne un outil de profil et de force adéquats au travail exigé.

Ce travail peut se décomposer en deux mouvements : l'un, de haut en bas, mouvement de *pénétration* dans la couche arable ; l'autre, mouvement de retrait, d'*arrachement*. Or, nous savons que la terre se laisse facilement pénétrer par une pointe et que, d'autre part, elle n'offre pas non plus de résistance à la traction. N'est-ce pas là, n'est-ce pas dans cette voie qu'une réalisation pleinement rationnelle doit être cherchée?

Le problème se trouve posé avec une précision qui ne semble pas être de mise en mécanique agricole, où l'on a pris l'habitude, sous prétexte qu'on s'adresse à des hommes de la terre, de se contenter de fâcheux à peu près : j'ai cependant la cer-

titude de ne pas m'écarter beaucoup de la bonne voie.

Une preuve en est dans le succès remporté par la *charrue à disques* en Europe, et surtout en Amérique où elle est née.

La charrue à disques, ou plutôt la herse à disques, avait justement la mission, dans l'esprit de ses inventeurs, de réaliser un émiettement *direct* et plus parfait de la couche attaquée, en ne prenant à chaque fois qu'une *petite largeur* de cette couche. Et toutes les fois que le laboureur qui la conduit s'en tient à ce programme, elle donne toujours les meilleurs résultats.

Le malheur, et c'est aussi la raison pour laquelle on la discute en Europe, c'est qu'on la dévie de son but initial, en voulant lui faire produire, comme à la charrue à socs, *beaucoup de travail* : l'obligeant, pour cela, à tailler à chaque fois une *plus grande largeur*. La charrue à disques n'a pas été faite pour cela : si on l'y oblige, elle n'y réussit qu'en terres parfaitement souples et bien à point, où la charrue banale opère aussi bien.

Il est évident que la charrue à disques, à traction animale, travaillant normalement en terrain difficile, et n'y découpant à chaque sillon qu'une largeur deux ou trois fois moindre que la charrue, ne couvrira pas dans sa journée la même surface, ses

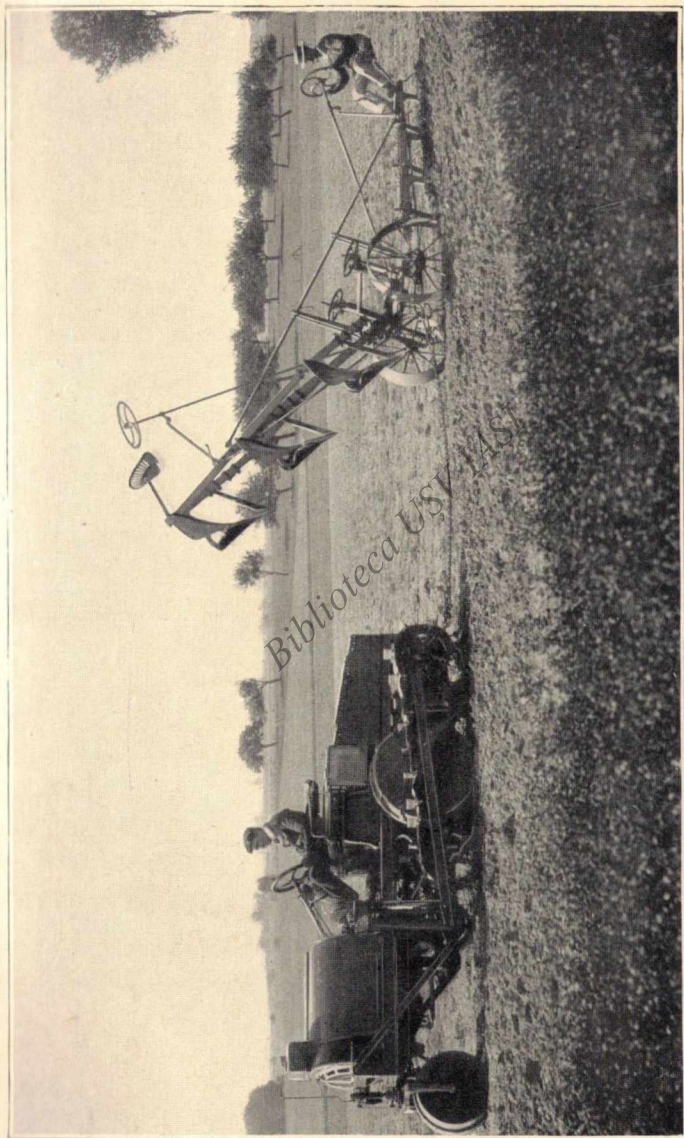
attelages ne pouvant aller deux ou trois fois plus vite. Mais, et ceci est tout à fait hors de doute, le travail effectué ne sera pas comparable comme qualité : des amis et moi avons obtenu ainsi des rendements passant du simple au double ! Vaut-il mieux travailler beaucoup et mal que peu et bien ?

Le disque reprend d'ailleurs nettement la supériorité si on l'emploie au travail de surface : pour les déchaumages, par exemple, ou pour la constitution de la couche isolante superficielle, — dans une épaisseur de quelques centimètres, — où le soc travaille déplorablement.

Le disque, malheureusement, qui possède la précieuse qualité de produire une terre mieux ameublie, a le grand défaut de tout outil rigide : ne pas savoir, dans le sol, éviter un obstacle, ne pas pouvoir le vaincre sans en souffrir ; et c'est là la plus sérieuse raison qui en limite l'emploi.

Existe-t-il, dans le travail de la terre, un outil qui réalise pleinement ce desideratum ? On peut répondre non ; mais on peut dire aussi que si l'homme ne le possède point, les grands animaux fouisseurs auxquels j'ai déjà fait allusion (rien ne vaut les exemples de la nature) le détiennent : ce sont leurs griffes, montées au bout de leurs pattes.

Ces griffes, à pointes multiples, indépendantes et individuellement flexibles, sont placées à l'extrémité d'un jeu de leviers reliés par des articulations qui finit à l'épaule, gouverné par des muscles,



TRACTEUR A GRANDE ADHÉRENCE LEFEBVRE

Ce tracteur ajoute, à l'adhérence des roues motrices, celle d'une série de palettes, montées sur chaîne sans fin, qui s'ancrent dans le sol.

actionné par des nerfs que commande le cerveau : il n'est pas comme souplesse (et peut-être aussi comme puissance) de plus merveilleux outil mécanique ; il n'en est pas non plus qui, pour le travail du sol, réalise mieux l'idéal d'émiettement, de granulation, tant désiré.

L'intelligence humaine doit renoncer sans doute à créer quelque chose d'aussi parfait ; mais il ne lui est pas interdit de s'en rapprocher : et j'exprime ici, humblement, ma plus large confiance en l'intelligence humaine.

Qu'on me pardonne de mêler à ma causerie une petite pointe de philosophie ; elle n'exclut pas mon souci de demeurer pratique : c'est pourquoi, reprenant l'outil de travail, nous allons aborder l'examen rapide de la force qui doit l'animer.

LA FORCE MOTRICE

Encore un brin de logique. Le mouvement, assez complexe, qu'exécute la bêche travaillant au bras de l'ouvrier, se résout en un mouvement alternatif : c'est le mouvement du piston dans les machines à vapeur, dans les pompes, dans les moteurs ; c'est celui de la scie à cadres, de la lime plate, du rabot...

Or, la loi du progrès fait : que la turbine à vapeur remplace la machine à pistons, que le moteur à explosions aura à lutter demain contre la

turbine à combustion, que les pompes rotatives actionnées directement comme des volants ou des dynamos remplacent les pompes à pistons, que les scies circulaires ou scies à ruban se substituent aux scies verticales, que la lime plate fait place à la lime ronde, que le *rabot* s'éclipse devant la *fraise*... le mouvement circulaire et continu se substitue presque partout au mouvement alternatif. Pourquoi? Parce que ce mouvement rotatif donne mécaniquement une meilleure utilisation de la force produite.

Et pour suivre cette loi de progrès, loi générale, il sera bon que notre outil, bêche, pioche, pointe ou griffe, soit commandé par un mouvement circulaire.

Quelle force motrice lui appliquer? *La plus économique possible pour l'agriculture et la mieux adaptée aux conditions de son travail* : l'agriculture demande une force motrice économique répondant aux exigences de la saine pratique agricole.

Dans ce domaine, elle n'aura pas à créer, mais simplement à adapter : l'industrie l'a précédée dans cette voie; c'est à sa collaboration qu'elle doit faire appel. L'industrie a mûri le problème des forces et, de par le monde, trouve chaque jour de nouvelles solutions. Elle seule est bien outillée pour opérer une adaptation convenable répondant à des exigences très diverses. C'est à nous de bien lui préciser ce que nous exigeons d'elle et de la

placer dans des conditions de fabrication avantageuses pour elle et économiques pour nous.

Vapeur, huile minérale, électricité, doivent pouvoir être utilisées tour à tour comme sources de force pour actionner les nouveaux outils, ainsi qu'elles le sont pour l'outillage actuel. Il est pourtant certain que la tendance, mieux encore en agriculture qu'en industrie, est d'employer des appareils moteurs qui, sous le *moindre volume* et le *plus faible poids*, donnent le maximum de force.

Je me garderai bien d'entreprendre ici une discussion pour la recherche du meilleur moteur agricole. Cette question a été *longuement* traitée soit par des techniciens isolés pour l'infinie variété des appareils construits, soit par chaque maison de construction pour les siens en particulier.

Pour indiquer la tendance générale, je m'en tiens aux paroles prononcées par M. Ringelmann, rapporteur général du dernier Congrès international de Mécanique agricole : « Les perfectionnements apportés aux moteurs des automobiles, qui sont légers par suite de leur grande vitesse angulaire, ne cessent d'appeler l'attention des ingénieurs que la culture mécanique du sol intéresse. Non seulement le matériel peut être léger, mais l'alimentation du moteur ne nécessite que de faibles transports de combustible liquide dans les champs et d'une petite quantité d'eau pour remplacer celle perdue par le radiateur. »

On ne saurait mieux souligner l'intérêt que présente, pour l'agriculture, l'adaptation à son nouvel outillage du *moteur léger*.

Or, le poids des moteurs que livre aujourd'hui l'industrie varie de 2 à 100 kilogrammes par cheval de force : le type aéroplane étant au bas de l'échelle, le type industriel au sommet. Le type automobile se tient autour de 10 kilogrammes par HP, mais l'agriculture n'en use pas beaucoup jusqu'ici.

Nous en avons sous les yeux des exemples abondants, dans l'outillage moteur employé sous la forme d'appareils de traction, pour remplacer l'animal qui tirait la charrue, traînait les herses, etc., etc.

Ceci nous conduit à dire que la question d'outillage mécanique, en motoculture, se présente aujourd'hui sous deux formules très différentes : l'une, conservant l'ancien outil de culture, la charrue, mais en lui appliquant une plus grande force de traction que la force animale, capable d'augmenter la *quantité de travail* sans en modifier la qualité ; l'autre, répudiant nettement la charrue, pour lui substituer un outil capable d'améliorer profondément la *qualité du travail*.



CHAPITRE II

OUTILLAGE MÉCANIQUE



I. — CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

J E n'ai pas l'intention de décrire tout l'outillage moderne : mon étude est plutôt une esquisse de principes qu'une œuvre de documentation. Il serait sans doute intéressant d'établir la genèse de l'application des forces mécaniques aux travaux de l'agriculture, suivre l'évolution des appareils et de leurs divers organes : c'est un travail encyclopédique qui exige des connaissances mécaniques toutes particulières et une documentation industrielle impeccable.

Un Américain, M. W. Hamilton, a présenté à la dernière réunion de l'*American Society of Agricultural Engineers*, tenue à Ames (Iowa, Et.-Unis) un long mémoire historique et critique sur la culture mécanique, faisant remonter à David Ramsey

et Tomas Wildrose, en 1618, le premier brevet pour invention de charrue sans traction animale : il y a de cela près de trois siècles !

D'autre part, MM. Ellis et Edward Rumely viennent de publier un ouvrage très complet et du plus vif intérêt, sur l'origine, la puissance, la valeur comparative des forces diverses employées par l'agriculture aux divers travaux de culture exécutés par la charrue : *Power and the Plow* (Doubleday, Page and Company, New-York).

Je parlerai donc moi-même beaucoup moins du passé que du présent, beaucoup moins du présent que de l'avenir ; car ce sont encore ici des principes directeurs que nous allons essayer de dégager, pour pouvoir coordonner enfin : le travail physiologique que la nature accomplit dans le sol, avec le travail mécanique qui est notre œuvre ; ils doivent tendre tous deux à restreindre nos efforts et en accroître les résultats.

Pour cela, reprenant la formule du Congrès d'Amiens, je viens maintenant dire ici aux ingénieurs et constructeurs, au nom des agriculteurs :

« L'état de préparation du sol qui convient le mieux, pour que nos semailles nous donnent le maximum de résultats, est une préparation en structure finement ameublie, de la base au sommet de la couche attaquée, évitant avec soin toute cause de discontinuité entre cette couche et le sous-sol qui la porte. Construisez-nous des ap-

pareils qui réalisent nos désirs avec un minimum de frais. »

Dans l'examen consciencieux, qui va suivre, des catégories d'appareils caractéristiques de l'outillage moderne, je ne perdrai pas de vue ces prémices : je prie instamment mes lecteurs, si je les oubliais, d'y suppléer par leur propre mémoire.

De cette façon, les appareils ne défileront pas devant leurs yeux en une cavalcade stupide, comme le sont presque toutes les exhibitions publiques, qui laissent l'agriculteur ahuri, indécis, sans réussir à le convaincre.

J'estime, au surplus, qu'il doit voir réellement les machines au travail, dans le milieu où elles doivent opérer, en de vraies démonstrations pratiques dont il connaît lui-même ou fixe les conditions. Dombasle, qui a donné tant de bons conseils au cultivateur, disait : « L'influence des instruments est plus puissante que celle des livres, car les livres ne provoquent que des idées, tandis que les instruments portent à la fois en eux-mêmes les idées et les faits. C'est surtout par l'exemple qu'il est possible d'agir sur les cultivateurs, qui ont toujours le temps de voir mais n'ont jamais celui de lire. »

Je ne décrirai donc point les instruments en leurs

détails mécaniques. Les dessins et croquis qui illustrent le texte — pris dans les catalogues mêmes des fabricants — ne sont là qu'un aide-mémoire, toute idée de réclame en étant exclue.

Pour permettre à chacun de ne pas s'en tenir à ma seule appréciation, pour provoquer ses réflexions, faciliter ses calculs, voici une méthode simple, apte à préciser le contrôle des données — toujours trop vagues — fournies par le marchand sur le rendement réel — *en travail fait* — de sa machine :

Un homme travaillant à la bêche à 0 m. 25 de profondeur fait de 40 à 50 mètres cubes par jour ; un attelage de bœufs qui, labourant à une profondeur de 10 centimètres, couvre 1 hectare en 10 heures de travail, remue un cube de terre total de 10 000 m³ × 0 m. 10, soit 1 000 mètres cubes ou 100 mètres cubes à l'heure ; et, à la seconde,

$$\frac{100\,000 \text{ litres}}{3\,600 \text{ secondes}} = 27 \text{ litres.}$$

Si l'attelage comporte 6 bœufs, nous pouvons en conclure que chaque bœuf produit en moyenne : 4,5 *litres par seconde*.

Si ces bœufs ont été nourris, dans leur journée, avec 40 kilogrammes de grains, nous pouvons dire aussi que l'attelage produit $\frac{1\,000 \text{ m}^3}{40} = 25 \text{ m}^3$ de terre remuée par kilogramme de grain, consommé en nourriture par les animaux moteurs.

Cette méthode de calcul, nous pouvons la reporter très exactement dans le domaine mécanique, en remplaçant bœuf par cheval, pardon, par cheval-vapeur HP, — attelage, par force nominale en HP; — la nourriture, par les différents combustibles (en poids ou en volume).

En fournissant à l'agriculteur ces deux indications :

a) Volume de terre travaillée par l'unité de force dans *l'unité de temps* (rapport de vitesse);

b) Volume de terre travaillée par la force totale avec *l'unité de combustible* (rapport de consommation), l'agriculteur, sachant la force, le poids, le prix, la solidité de l'appareil, et pouvant évaluer à son goût la *valeur pratique* du travail exécuté (valeur incontestablement variable du labourage brut à la terre ameublie), aura en mains des éléments sérieux d'appréciation, des bases de discussion.

Je vais me placer, au surplus, dans les conditions réelles de la vie agricole, celles d'une exploitation rationnelle où se pratiquent à la fois :

1° La culture intensive des céréales et de certaines plantes industrielles;

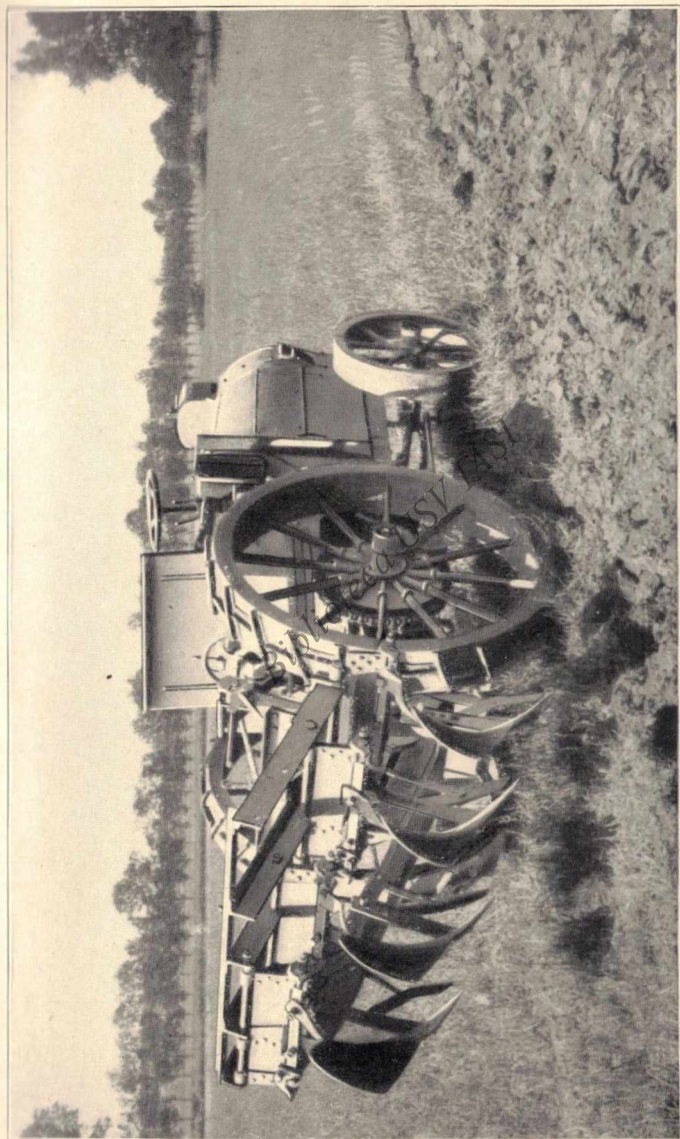
2° La production fourragère, en vue de l'élevage pour la viande de boucherie.

Je tiens à bien marquer ici que l'introduction de

la mécanique en agriculture ne doit pas avoir pour résultat d'en exclure l'élevage, mais de l'aiguiller au contraire dans une voie plus normale et plus rémunératrice.

On commet une très grave erreur économique — qui ne résiste pas à un calcul sérieux — de croire que l'on peut avoir à l'étable de la force motrice gratuite : les meilleurs économistes des jeunes Amériques et de l'Australie, où l'élevage a pris une si colossale extension, en ont fait des démonstrations pratiques lumineuses. J'engage nos compatriotes africains à bien réfléchir sur cette question et comprendre que la viande est aussi nécessaire que le pain pour l'alimentation des peuples : l'élevage est inséparable d'une agriculture rationnelle.

Il y aura donc toujours à la ferme, en dehors des moutons ou des porcs, des bœufs; mais leur graisse, leur chair, ont trop de valeur pour servir, comme combustibles, à tirer des charrues. Il y aura toujours aussi, quand faire se pourra, des mulets et des chevaux, de beaux mulets et de beaux chevaux, bien nourris par de bons fourrages, qui feront de bonnes bêtes, payées bien cher par une infinité de clients : l'armée, le commerce d'exportation, les industries de transports, sans en exclure les gens de goût, amoureux de la vie au grand air, qui préféreront toujours, pour des promenades, le cheval à une limousine.



AUTO-CHARRUE A SOCS PERCUTANTS LINARD-HUBERT

Cette machine fait travailler la charrue, comme un burin, par à-coups répétés et successifs provoqués par un jeu de bielles.

Ce long préambule était nécessaire pour bien éclairer la question.

II. — OUTILLAGE NÉGLIGEANT LA QUALITÉ DU TRAVAIL

Ce sont des appareils de *traction* en lesquels la force mécanique est substituée à la force animale. A ce titre, ils doivent pouvoir être employés, sur les champs, à tous les travaux où l'animal remplissait son rôle : si certains de ces travaux leur sont interdits, obligeant l'agriculteur à posséder à la fois des animaux de trait et des appareils de traction, il doit en tenir compte dans ses calculs d'ensemble.

Ces travaux essentiels sont :

- 1° Labours et déchaumages ;
- 2° Façons ameublissantes, semailles, hersages, roulages ;
- 3° Façons culturales : binages, buttages ;
- 4° Moissons ;
- 5° Fauchage, fanage ;
- 6° Transports de produits.

Ce tableau est le crible auquel l'agriculteur doit passer toutes les données de tout constructeur de machines qui vient lui offrir ses appareils : ce n'est pas à l'agriculture à se plier aux conditions de l'industrie ; elle ne doit que lui préciser ses

besoins réels, et lui demander de tendre à les satisfaire.

Toute solution autre n'est faite que de compromis, d'approximations, qui sont la source de grosses désillusions.

En 1849, les deux Anglais, Barrett et Exall, de Reoding, employèrent une machine à vapeur fixe à labourer un champ de 24 hectares, en tirant sur la charrue par un câble long de 1 400 mètres, qui subit de fréquentes ruptures : ce système était peu pratique. L'exposition anglaise de 1851 montra réellement les premières machines utilisables.

Howard et John Fowler furent les premiers, je crois, sous les auspices de la Société royale d'agriculture d'Angleterre, à mettre au travail régulier, dans les champs, des *charrues à vapeur*.

Fowler, qui a couvert le monde de ses machines, en continue la construction et justifie l'intérêt de ses appareils par les principales considérations suivantes, extraites de ses catalogues :

« 1° Le maximum de travail se fait dans le minimum de temps, et ceci a grande importance lorsque l'on considère que la période disponible pour les labours est très limitée ;

« 2° Lorsque le matériel est au repos, il ne coûte rien d'entretien et ne demande aucun soin ;

« 3° Les machines peuvent être aussi utilisées comme tracteurs pour transports sur route ;

« 4° Il est un fait reconnu, c'est que dans les terres labourées depuis plusieurs années avec des animaux, il se forme, en raison du *piétinement des bêtes*, une *couche dure* au-dessous de la terre meuble qui *empêche* les racines de pénétrer dans le sous-sol... ;

« 5° Avec une terre *pulvérisée* à une grande profondeur, et une *excellente préparation de la surface*, les effets désastreux de grande sécheresse ou de pluies continuelles sont considérablement modifiés. »

Il faut à la maison Fowler un courage qui lui fait honneur, pour émettre dans ses catalogues cette dernière idée, car la charrue, nous l'avons vu hélas ! est inapte à créer cette pulvérisation intime qui est l'idéal cultural. La consécration de cet idéal par une pareille firme industrielle est une précieuse indication que nos recherches nous mènent dans la bonne voie.

Le paragraphe 4 relate également une vérité, déjà démontrée, qui serait la *négation même* de l'emploi des machines au lieu et place des chevaux. Il est trop certain que des machines lourdes à traction directe, courant dans les champs, auront des effets de même ordre, d'autant plus dangereux qu'elles seront plus lourdes : un attelage vigoureux exerce sur le sol une certaine pression, mais qui n'égale point, certes, celle d'une machine pesant de 5 à 25 tonnes.

Dès l'origine de la charrue automobile, Fowler a vu nettement les inconvénients *agricoles* des machines à traction directe, et son observation demeure comme la *tache originelle* de tous les tracteurs, même de ceux pesant moins de 5 tonnes. Il les a d'ailleurs corrigés de suite par un artifice qui a fait sa fortune, et qui consiste à laisser la machine sur les lisières du champ, à en placer une à chaque extrémité, à les joindre par un câble d'acier qui, seul avec sa charrue basculante, se promène dans le champ, tiré alternativement par chaque machine et enroulé sur son treuil.

Et depuis 60 ans, le labourage par câble, entré avec la vapeur dans le domaine de la pratique, est employé, soit avec double treuil, comme je viens de le dire, soit en remplaçant, par économie, l'une des deux machines par un *chariot d'ancrage* portant une simple poulie de renvoi : la machine motrice fonctionnant à la vapeur, au pétrole ou à l'électricité.

Ainsi se sont créées, dès le début, deux grandes classes dans les appareils de traction : l'une, à *traction directe*, marquée d'une tare de naissance à laquelle viennent s'en ajouter d'autres ; l'autre, à *traction par câble*, qui a pour elle l'inconvénient d'être coûteuse, mais au moins le mérite d'être logique.

TREUILS A VAPEUR

Tous les systèmes à vapeur se rapprochent du Fowler : il nous servira de type de démonstration.

Les deux machines — automotrices, pour se mouvoir d'elles-mêmes sur les côtés du champ à labourer — doivent être placées l'une de l'autre aussi loin que les dimensions et la configuration du champ le permettent (300 à 500 m.) : si cette distance est réduite, le travail fait l'est aussi.

Elles sont construites pour des puissances de 60 à 300 HP, et peuvent être adaptées à l'utilisation de tous combustibles, solides et liquides. Mais pour assurer leur travail économique et efficace, il est indispensable que tous leurs détails, et ceux aussi des instruments qu'elles doivent actionner, dépendent les uns des autres et satisfassent aux conditions de sol, de climat, de main-d'œuvre, dans lesquelles le matériel doit travailler. On n'achète pas un Fowler au hasard : on le fait fabriquer sur mesure.

Quant au rendement, plus l'étendue à labourer est *grande* et plus on peut labourer de jours dans l'année, plus le prix de revient par hectare est réduit.

Pour donner une conception pratique de leur emploi, je ne saurais mieux faire que de citer les clauses mêmes des contrats d'entreprise de labourage par ces appareils, contrats qui s'appliquent

à partir d'un minimum de 40 à 50 hectares de labours sur la même ferme.

Notons d'abord que le cultivateur doit amener gratuitement aux machines l'eau et le combustible, ce dernier à raison de 10 kilogrammes environ par hectare et par centimètre de profondeur de labour; il doit assurer, en outre, le transport de toutes pièces de rechange, payer un manœuvre, deux si l'entrepreneur le juge utile. A ces charges contractuelles s'ajoutent celles auxquelles s'astreint souvent l'agriculteur: héberger gratuitement le personnel de l'entreprise.

Il ne lui reste plus qu'à payer la somme forfaitaire convenue par hectare, qui est, en France, de :

50 francs pour un labour à la charrue, à 30/35 centim. de prof.

35 — — — 15/20 —

15 — — — 8/10 —

En ajoutant à ces chiffres les frais accessoires ci-dessus, la dépense réelle pour un labour (un seul) atteint respectivement :

65, 45 et 22 francs l'hectare.

Ce sont là des prix minima. Une société coopérative, fondée dans le Soissonnais (20 actions de 5000 francs et engagement de chaque sociétaire pour 25 hectares annuels pendant 10 ans), qui a acquis — pour 100 000 francs — un matériel Fowler

(2 routières de 180 HP chacune pesant 25 tonnes), pratique les tarifs suivants :

80 francs pour labour défonçage à 40/55 centimètres

70 — — — 25/30 —

45 — — — 12/15 —

20 — — — de déchaumage

Tout hersage superficiel pratiqué par les mêmes moyens est décompté 5 francs l'hectare par *passage* de herse ou de rouleau.

Le propriétaire du champ demeurant astreint à toutes les autres charges accessoires, il n'obtient pas un sol moyennement préparé et ameubli à moins de :

100 francs l'hectare pour labour de 50 centimètres

85 — — — 28 —

65 — — — 20 —

Quelques autres exemples : dans la Vienne, des labourages à vapeur ont été effectués au prix forfaitaire de 110 francs l'hectare, pour un labour de 35 centimètres, suivi d'un hersage mécanique à 27 francs à l'hectare : ensemble 137 francs. Dans la vallée du Nil, un gros producteur anglais de coton — sur domaine de 620 hectares — estime à 175 francs à l'hectare les travaux préparatoires usuels par outillage Fowler (rapport consulaire). En revanche, dans le canton de Leeds, le prix s'abaisse à 51 francs pour labour de 25 cm. 5 :

le prix du combustible joue évidemment un rôle dans le prix de revient du labour.

N'oublions pas, d'ailleurs, que ce labour ne vaut que par le choix de l'heure à laquelle il est effectué : si la terre est bien à point, il doit être bon, et la structure émiettée peut y exister ; si, au contraire, la terre est trop sèche ou trop humide, le sol demeure caverneux, et quel que soit le travail superficiel, le labour ne vaut rien. Tous les labours à la charrue provoquent cette observation : je ne la renouvellerai pas.

Quelles sont, pour ces appareils, les possibilités de rendement en surface ?

La Société de Soissons a labouré, en 5 mois, 450 hectares (chiffres fournis par M. J. Bénard à notre Société nationale d'agriculture) : soit 3 hectares par jour en moyenne, et environ 4,25 hectares par journée de travail.

Dans les conditions usuelles (et pour résumer une vingtaine d'indications étrangères précises), on ne peut guère compter labourer et herser plus de :

20 hectares	par semaine	en labour profond	30/50 centimètres
35	—	—	moyen 12/25 —
60	—	—	scarifiage et déchaumage.

Avant d'examiner l'aptitude de cet outillage à exécuter les autres travaux de la ferme (voir le tableau), je dois, faisant application de la méthode

indiquée, fixer les unités de base de rendement pour ces appareils. Je le fais en prenant les chiffres de M. Bénard (4,25 hectares par jour de 10 heures, avec force 180 HP, — je devrais prendre 360 HP —), et puisqu'il n'indique pas la profondeur moyenne des 450 hectares, je la fixe moi-même au maximum, soit 50 centimètres.

Dans ces conditions de raisonnement qui favorisent les appareils du simple au double :

a) Le volume de terre travaillée par cheval et par seconde a été de : $HP'' = \frac{42\,500 \text{ mètres carrés} \times 0 \text{ m. } 50}{180 \text{ HP} \times 10 \text{ h.} \times 60' \times 60'} = 3 \text{ lit. } 2$

b) Le volume de terre travaillée par kilogramme de combustible (houille, à raison de 10 kilogrammes par hectare et par centimètre de profondeur) a été :

Volume = $\frac{42\,500 \text{ mètres carrés} \times 0 \text{ m. } 50}{4 \text{ h. } 25 \times 10 \text{ h.} \times 0 \text{ m. } 50} = 10 \text{ mètres cubes.}$

Telles sont les conditions pratiques, *de rendements maxima*, du système à câbles, pour les labours et façons ameublissantes.

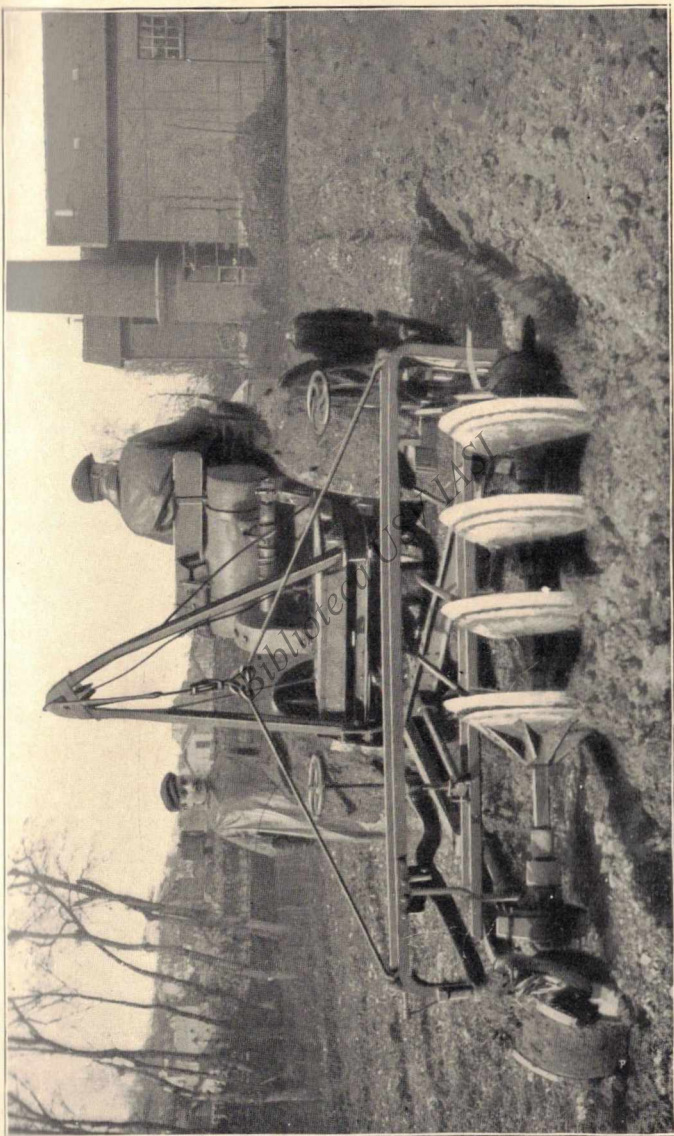
Peut-il exécuter ensuite les binages? Non, pour de multiples raisons que chacun devine, et dont la principale est qu'il serait ridicule de vouloir atteler une bineuse, ne prenant pas plus de 5 à 6 chevaux de force, si grande qu'on la fasse, à une machine en développant 180.

Le fauchage se trouve exclu de même, et la moisson probablement aussi.

Reste l'usage « transports en remorque » ; il n'est possible que sur routes, et là, devient fort dangereux pour elles : un joujou de 25 tonnes ne s'y promène pas impunément.

Ainsi se limite l'usage — onéreux — de ces appareils. Pour réduire leur prix d'achat (frais de première mise), on a voulu supprimer l'une des machines, installer sur l'autre un treuil à double effet, qui enroule ou déroule une *double longueur* de câble maintenu au bout du sillon par un *chariot d'ancrage*. Ce serait presque bon si ce nouvel outil ne devenait pas une cause de graves ennuis : j'en parle ici une fois pour toutes, le pétrole et l'électricité ayant voulu aussi recourir à son secours. On en a construit de toutes les formes (Fowler, Siemens, Bajac, Fillet, Siltz) : y en a-t-il un seul qui donne satisfaction ? Les uns l'ont voulu léger pour le déplacer, le désancrer aisément : il ne résistait plus à la traction ; les autres l'ont fait lourd, et il faut un attelage pour le déplacer. Le plus simple serait un chariot ordinaire à quatre roues basses chargé lourdement, au travail, par de la terre, après sa mise en marche sur deux bouts de fer H à larges ailes posés sur le sol et y pénétrant sous la pression des roues.

Il convient de signaler ici un défaut général de tous les systèmes de traction par câble mobile : le frottement du câble sur le sol, qui exige un effort de traction supplémentaire de 1 à 2 kilo-



LABOUREUSE A DISQUES LANDRIN

Pour que le labour soit complet, chaque disque ne doit découper qu'une faible largeur, en rapport avec l'inclinaison de son axe.

grammes par mètre courant de câble, et qui soustrait ainsi au moteur une bonne part de sa force utile.

TREUILS A MOTEURS

Pour remédier à la *massivité* des appareils à vapeur, — *massivité* qui offre pourtant l'avantage de bien les asseoir au bout des champs pour vaincre la résistance du plus fort travail, — on a voulu leur substituer des treuils actionnés par moteurs à explosions : pétrole, essence, alcool, benzol.

Tout le monde sait que la souplesse, l'élasticité de la vapeur est contestée à ces moteurs : le reproche ne porte plus guère pour une construction soignée, et si l'habitude est prise de ne pas les faire travailler à pleine charge. Les vitesses de rotation y sont montées pratiquement, depuis une dizaine d'années, de 250 à 1500 tours et au delà, ce qui permet une réduction extrême de volume et de poids.

Pour un treuil de labour, cette réduction de poids ne peut pas aller bien loin vers l'extrême, car la puissance de travail d'un treuil est fonction de son poids, puisque cette puissance dépend de la *surface de section* de la bande travaillée.

Il ne semble donc pas, *a priori*, qu'il y ait un avantage certain à abandonner la vapeur pour le pétrole. Cet avantage serait moins irréal dans les

pays où le pétrole est à très bas prix, le pétrole pouvant d'ailleurs y être employé au chauffage de chaudières pour produire la vapeur.

Ces considérations générales émises, je dois signaler que la maison Bajac, de Liancourt, a construit et présenté un treuil à benzol, à double effet, monté sur châssis automobile, avec ancrage automatique, actionné par moteur monocylindrique de 8-10 HP donnant au travail 4 HP en puissance utile (nous sommes bien loin des 180 HP de Fowler).

Ce treuil, d'après les chiffres fournis au Congrès de mécanique agricole par M. G. Coupan, préparateur à l'Institut agronomique, — chiffres se rapportant à un essai de 31 minutes, — travaillerait, à une profondeur de 19 centimètres, sur les bases de rendement suivantes :

- a) 4 à 5 litres de terre travaillée par cheval-seconde;
b) 40 m³ 4 — — par litre d'essence.

Comprenant la faiblesse de ce treuil léger, M. Bajac l'a très adroitement corrigée en supprimant à la fois la moitié du câble, la poulie de renvoi et tout ancrage.

Pour cela, la charrue-balance au travail est tirée directement par un seul treuil disposant de 200 mètres de câble : la charrue suit le câble, qui s'enroule et s'arrête auprès du tracteur. Celui-ci, très mobile, se déplace en avant le long du sillon,

déroule à nouveau tout son câble, abaisse sur ses roues d'arrière un système de blocage (cales suspendues) qui interdit le recul pendant que le treuil reprend sa rotation pour tirer sur la charrue, tout l'effort du moteur s'y trouvant appliqué.

Le cycle s'achève et se recommence en ligne droite tous les 180 ou 200 mètres, laissant aux lisières du champ des bandes de 10-12 mètres, pour permettre au tracteur de virer en cercle (les Fowler reculent droit) et venir se replacer dans la direction opposée, en avant de la charrue.

L'appareil, qui procède du type Castelin bien mûri, porte un moteur au benzol de 30 HP, pèse 3 400 kilogrammes, coûte 25 000 francs.

D'un rapport fait par M. Ringelmann à la S. E. I. N., il aurait fourni les résultats constatés suivants :

1° Labour 90 ares (terrain argilo-siliceux), profondeur 30-35, en 7 heures de travail continu, avec consommation de 40 litres de benzol;

2° Labour 175 ares (trèfle sur terrain argilo-calcaire), profondeur 18, en 7 heures de travail continu, avec consommation de 42 litres de benzol.

De ces chiffres qui, je l'espère, sont confirmés par la pratique, je déduis les bases de rendement suivantes :

- a) Volume de terre travaillée par cheval-seconde, en litres,
4,1 à 4,5;

- b) Volume de terre travaillée par litre combustible, 76 à 81 mètres cubes.

L'emploi de cet appareil, propre aux labours, peut-il se généraliser aux autres travaux de la ferme (crible)?

Hersages ou semailles : non; son poids lui interdit de se promener, même par bonds, dans un champ labouré.

Binages : très douteux, toujours à cause du poids.

Moissons, fauchages : oui, comme tracteur tirant 2 ou 3 machines couplées.

Transports : très bien (1/2 tonne en charge directe, 1 tonne 1/2 en traction), même sur rampe, par bonds, en s'aidant du treuil.

Des constructeurs proposent de vrais camions pour transports agricoles, montés pour servir, à l'arrêt, comme treuils de labour. L'idée est assez pratique, à la condition d'employer ces camions par paires (prix de 12 000 à 20 000 francs par pièce) pour éviter, comme le Fowler, poulie de renvoi et chariot d'ancrage : ils paraîtraient plutôt destinés aux exploitations où les transports jouent le plus grand rôle.

TREUILS ÉLECTRIQUES

M. l'ingénieur Silbernagel écrivait, à l'issue du Congrès d'Amiens, que « le moteur électrique,

plus encore que le moteur à combustion, ne saurait donner un rendement intéressant que si l'outil qu'il doit commander est fait *pour être actionné par un moteur électrique* », et se demandait si les agriculteurs consentiraient jamais à une combinaison du moteur avec la charrue actuelle, c'est-à-dire avec « *un outil inventé et construit pour être actionné par des bœufs* ».

L'électricité rend à la ferme tant de services qu'il semble tout naturel de vouloir l'associer aux travaux de labours, et c'est à commander des treuils de traction qu'elle s'est employée jusqu'ici.

Sur ces treuils, le moteur électrique a pris la place des autres : mais l'électricité n'est pas encore une chose qui se puisse mettre en bidons, comme le pétrole, pour alimenter le moteur. Il faut donc, soit amener la force électrique d'une grande station hydraulique lointaine, soit créer à la ferme une petite station centrale, hydraulique ou non, ramifiant ses lignes sur le domaine; soit disposer, sur ce terrain même, d'une usine ambulante d'électricité (groupe électrogène).

Le premier système est de plus grande envergure, et sa réalisation pratique serait du plus haut intérêt dans les pays de *houille blanche* s'ils étaient aussi des pays de grande culture.

Le second est mieux à la portée des initiatives isolées, et c'est celui qui fournit aujourd'hui le plus de références : les eaux courantes des cam-

pagnes, qui cascadaient sur les grandes roues des moulins, s'engouffrent sous des turbines à basse pression, pour créer de petites stations électriques, qui font de l'éclairage ou de la mouture la nuit et peuvent faire du labourage le jour. D'autres fois aussi, ces stations puisent leur force en des machines fixes ou demi-fixes, à vapeur surchauffée, ou en des moteurs à gaz pauvre utilisant des déchets végétaux, pailles, sarments, feuillages...

Le troisième a plus de souplesse encore et permet son utilisation sur n'importe quel point du globe, car le groupe électrogène ambulant peut être alimenté avec tous combustibles.

On voit déjà, par là, que les sources d'électricité — qui sont, en somme : la chute des colonnes liquides dans les turbines hydrauliques, la vaporisation de l'eau dans les chaudières, l'explosion d'un gaz ou d'un mélange carburant dans les moteurs, — comportent toutes une double transformation de l'énergie initiale : dans l'appareil moteur d'abord, dans la dynamo génératrice ensuite. De là, après transport en des fils conducteurs, passage en des transformateurs ou des rhéostats, réception en des moteurs électriques commandant les treuils, une partie seulement de la force engendrée est finalement appliquée au crochet des charrues.

Une étude de ces questions nécessiterait un volume : d'autres l'ont faite ou la feront. La seule chose qui nous importe, à nous agriculteurs, c'est

le *prix de revient* final de l'énergie, mesurée au soc, quelle qu'en soit l'origine, et déduction faite de toutes pertes en lignes et chutes de voltages.

Il ne m'a pas été possible de dégager des chiffres assez précis, contrôlés par la pratique, des données fournies par les installations de labourage que j'ai visitées.

Dans nombre d'entre elles, le prix de revient réel dépasse 0 fr. 50 et même 0 fr. 75 le kilowatt-heure, tandis que le calcul et le raisonnement indiquent qu'il devrait osciller entre 0 fr. 10 et 0 fr. 15 le kilowatt-heure pour rendre le travail de labourage électrique plus économique que le labourage à vapeur.

La garantie que nous devons donc exiger des constructeurs de matériel qui nous proposent leur outillage, ou des industriels qui nous offrent du courant, consiste à leur faire préciser ce prix de revient en leur fournissant toutes les indications utiles, de lieux et de distances, pour l'établir.

Le catalogue *Treuil*s légers de labourage électrique système *Fillet* indique, pour une installation à gaz pauvre de 75 HP, brûlant 400 grammes d'anthracite par cheval et par heure, comportant 2 treuils de 4000 kilogrammes et coûtant, — la partie électrique seule, — 70000 francs, une puissance de travail de :

1 hect. 5 par 10 heures de travail, sur profondeur 0 m. 50			
6 hectares	—	—	0 m. 20

Sur ces données, le rendement unitaire s'établit comme suit :

- a) Volume de terre travaillée par cheval-seconde = 3 à 4,4 litres;
- b) Volume de terre par kilogramme d'anthracite, 25 à 40 mètres cubes.

M. Ringelmann a signalé l'installation de M. Lebert, près d'Arcachon, où une turbine de 50 HP actionne des treuils de labour pesant 4500 kilogrammes, qui exécutent un travail moyen de :

990 mètres carrés à l'heure, sur une profondeur 30/40 centim.

Le rendement unitaire pratique serait simplement là de 2 à 3 litres de terre travaillée par cheval-seconde.

Pour les appareils de la Société électrotechnique italienne, des renseignements recueillis auprès des propriétaires en ayant fait usage, les moyennes de rendement oscillent entre 3,3 litres et 4,7 litres.

Le treuil lourd Siemens-Schuckert, pesant 14500 kilogrammes, aurait une puissance de travail de 7 à 9 hectares par journée de 14 heures. Sa consommation d'énergie électrique serait de 56 à 96 kilowatts-heure par hectare selon la consistance du terrain et la profondeur du labour.

Je n'ai pas de données contrôlées pour les appareils Borsig ni pour ceux de la Compagnie générale d'électricité allemande : leurs bases de rendement pratique ne doivent pas s'écarter beaucoup des précédentes.

Toute question de prix du travail étant réservée, l'aptitude de la force électrique à collaborer — par traction — aux travaux de labours et aux façons ameublissantes, même aux semailles, est donc bien certaine : mais elle est négative pour les façons culturales, douteuse pour les moissons, et nulle pour les transports. L'électricité, sous d'autres formes et pour d'autres usages, trouve en revanche à la ferme d'innombrables applications, toujours réalisables dès qu'on y dispose de force motrice pouvant actionner une génératrice de courant.

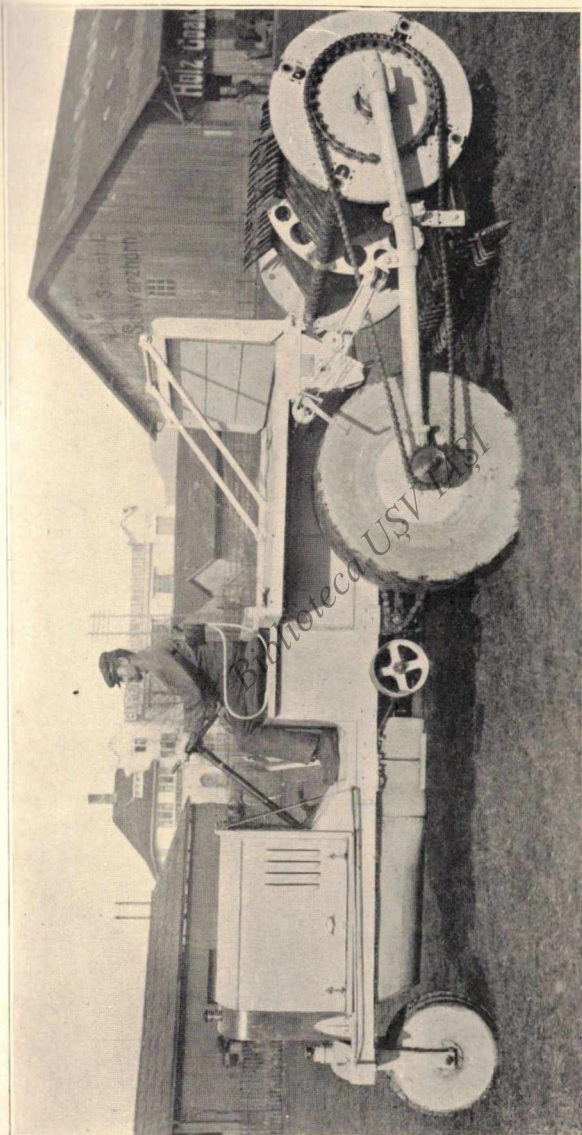
TRACTION DIRECTE

Fowler, qui voulait supprimer, sur le sol au labour, les piétinements des bêtes de trait, les considérant à juste titre comme dangereux, n'avait pas osé, ni lui ni Howard, préconiser la *charrue à vapeur*, qu'il avait pourtant inventée. Il a continué à construire des appareils de traction, lui et bien d'autres, sous le nom de *machines routières*, ce qui semble indiquer qu'elles ne devraient rouler

que sur route mais pas dans les champs de culture.

On les y emploie cependant, et les Américains, dans leur ardeur combative à défoncer la prairie, les Pampas, non seulement ne se sont pas arrêtés aux scrupules de Fowler, mais ont appelé à la rescousse le plus lourd moteur à pétrole pour fabriquer des tracteurs dont le poids a dépassé 20 tonnes. Et ce matériel formidable, après avoir défoncé la prairie, a malheureusement continué à la travailler. Nous savons aujourd'hui avec quel croissant insuccès ! Cette tare originelle du tracteur lourd, son poids, coûte depuis dix ans des milliards à l'Amérique. Quand on songe que les États-Unis et le Canada produisent annuellement (1909) 750000000 de quintaux de maïs et 215000000 de quintaux de blé, et que les statistiques de beaucoup d'États révèlent une diminution de plus de 20 pour 100 en récoltes dans le rendement des terres ! Dans ces États, le tracteur et la charrue, joints à d'autres causes, ont tué la fertilité naturelle des terres. Il faut toute la ténacité du fermier américain et l'énergie des conseillers qui le dirigent, pour corriger ces désastres.

Le tracteur lourd (de 5 à 25 tonnes), associé à la charrue, comporte déjà, au point de vue agricole, les plus grands inconvénients, auxquels s'ajoutent ceux d'ordre mécanique.



PIOCHEUSE KENIG SAINT-GEORGES

La pioche, actionnée à bras d'homme, est un bon outil de travail pour ameublir le sol : on a voulu ici réaliser mécaniquement les mêmes mouvements et obtenir les mêmes résultats.

Dans la traction par câble, telle que nous venons de la voir, une fois l'appareil mis en place, le moteur emploie tout son effort à actionner le treuil, qui tire sur la charrue : il suffit que la force du moteur et le poids du treuil fassent équilibre à la résistance, opposée par le sol à la marche de la charrue, pour que cette dernière abatte de l'ouvrage.

Dans la traction directe au contraire, le moteur doit assurer, simultanément, la *translation* de la machine sur le sol et *l'avancement* de la charrue dans la terre. Ce sont deux fonctions bien distinctes, mais cependant solidaires, en ce sens que si la première absorbe une trop grande part de la force du moteur le reste ne suffit plus à assurer la seconde : les roues patinent, n'avancent plus ; il faut dégager les socs, *réduire le travail* pour diminuer la résistance.

La première dépend de deux conditions essentielles : le poids de la machine et l'état du sol sur lequel elle se déplace. Plus la machine est lourde et moins le sol est dur, plus elle s'y enfonce et plus la force qu'elle absorbe s'accroît. En donnant aux roues des dimensions qui atteignent jusqu'à 2 m. 60 de diamètre et 1 m. 20 de largeur d'empâtement, on leur fournit sur le sol plus de points de contact, atténuant ainsi sa résistance au roulement.

De nombreux mesurages ont été effectués pour

déterminer cette résistance, qui s'appelle en mécanique le *frottement de roulement*, analogue à un couple qui s'oppose à la rotation. Des formules précises (Général Morin, John Macneill) font connaître que sa puissance varie de 1 à 10 sur un même chemin horizontal, pour un même véhicule, selon que ce chemin est pavé ou couvert de gravier et sable. Belford estimant que la résistance moyenne est, sur pavage, de $1/30$ de la charge, cette résistance passe par toutes les proportions intermédiaires entre $1/30$ et $10/30$, soit $1/3$ ou 33 pour 100 de la charge, suivant que le véhicule roule sur belle route cylindrée, sur terre dure, ou sur sable et gravier correspondant à la terre arable cultivée (champ de pommes de terre ou betteraves).

Il apparaît nettement ainsi — et ces bases mécaniques sont irréfutables — que l'état du sol dans lequel on veut faire travailler un tracteur est le *facteur essentiel* du rendement de cet appareil; et pour qu'un tracteur réussisse à exécuter dans un champ un travail utile, il faut un concours de circonstances, d'autant plus rare en agriculture que le champ à surface dure et compacte y est une *anomalie*, anomalie qu'un agriculteur ne devrait jamais tolérer, surtout en pays secs.

Dans la pratique usuelle, un tracteur de poids α , se déplaçant sur chaumes (je ne reviendrai plus sur l'effet désastreux de compression du sol) exige, pour avancer, que le moteur fournisse aux jantes

de ses roues un effort minimum de $0,20 x$; sur un terrain frais, un champ sur lequel viennent d'être arrachées les betteraves ou les pommes de terre, ou sur un champ antérieurement déchaumé, cet effort nécessaire va jusqu'à $0,30$ et $0,35 x$. Donc, suivant l'état du sol, l'homogénéité de la résistance et l'efficacité de l'adhésion, il oscille, pour la vitesse de $0\text{ m. }50$ à la seconde, entre $1,5$ à 3 chevaux HP par tonne du poids, et varie proportionnellement à la vitesse demandée.

Si on tient compte ensuite des forces perdues dans le mécanisme (bon rendement : 70 à 75 pour 100 et beaucoup plus généralement : 50 pour 100), employées dans les virages, on conclut que la force disponible au crochet de la charrue pour un *travail utile*, n'est qu'une fraction assez faible de la force totale appliquée aux roues motrices, et surtout de la force nominale du moteur : cette fraction, dans les meilleures marques, ne passe pas 30 à 33 pour 100 en travail normal.

On n'osera guère demander à un tracteur d'exercer au crochet d'attelage un effort beaucoup supérieur au $1/4$ de son poids, tandis qu'on peut demander à un treuil de tirer un poids égal à sa tare.

Les tracteurs les mieux établis ont un moteur d'une force voisine de 5 chevaux par tonne de leur poids, soit $35-40$ HP pour un tracteur de 8 tonnes. Ce tracteur, en travail usuel, ne peut

donc appliquer au crochet de traction qu'un effort de $\frac{8000}{4} = 2000$ kilogrammes, soit 250 kilogrammes par tonne de tare; et ce chiffre, qui ne s'élève jamais beaucoup, peut descendre très bas, jusqu'au point où le frottement de roulement absorbe la totalité de la force du moteur.

Tout ceci, largement confirmé par l'expérience, indique bien que si le tracteur lourd peut être, mécaniquement, employé aux labours, il ne saurait l'être que sur des terres sèches et dures ou aux dépens de la *profondeur* sur les autres.

Il est presque impossible de fixer, en ces conditions trop peu générales, les bases de rendement des tracteurs. J'ai réuni 27 mesurages effectués par la Royal Society de Londres, qui donneraient les moyennes suivantes :

- a) Volume de terre labourée par cheval-seconde, en litres = 5,1
- b) — — — par litre essence = 31 m³ 5

Au Congrès de mécanique agricole de Paris, M. Ringelmann a conclu que, par litre d'essence, les tracteurs labourent de 30 à 33 mètres cubes de terre.

Enfin, au Concours de Roubaix, la Compagnie internationale de machines agricoles, qui se flatte d'avoir en Amérique les plus hautes récom-

penses, présentait un tracteur dit de 25 HP, de construction allemande ou américaine, pesant 7500 kilogrammes, qui a labouré *sur terres particulièrement sèches et dures*, le premier jour, 185 ares 19, à 12 centimètres de profondeur; le deuxième jour, 97 ares 35, à 18-22 centimètres de profondeur.

Ces chiffres, contrôlés par l'Automobile-Club de France, fournissent les bases suivantes de rendement :

- a) Volume de terre labourée par cheval-seconde, en litres = 8
b) — — — par litre d'essence = 32 à 43 m³ 4

TRACTEURS

Je ne saurais aborder une étude descriptive de toutes les marques de tracteurs, qui nécessiterait des volumes, ni même discuter ici les chiffres qu'elles fournissent sur la puissance de travail des divers appareils : fidèle à ma méthode, je répète qu'il faut voir pour savoir. Je renvoie volontiers ceux de mes lecteurs qui n'ont pas le temps de voir mais seul celui de lire, à l'ouvrage le plus récent (je le cite parce qu'il est le dernier), écrit à Chicago (Illinois), au mois de juillet 1911 (texte allemand), par M. F. Matenaers, édité par Parey, à Berlin : *Das Motorpflügen*.

L'auteur y fait l'historique de l'emploi de la force mécanique aux travaux de culture dans les

divers États de l'Amérique du Nord, en démontre les avantages économiques par opposition à la force animale, décrit les plus nouvelles marques de tracteurs : le tracteur à essence « August », de 25 HP, qui se dit capable de labourer 8 à 10 hectares de prairie par jour; le tracteur Rumely « Oil Pull » (Indiana), à carburateur spécial brûlant pétrole, alcool, dont le type « E » (?) pèse 11 800 kilogrammes; le « Hart-Parr » (Iowa), de 45 HP; l'« Universel » (Minnesota), de 18 HP, pesant 4 600 kilogrammes; l'« auto-charrue », de L. Boenker (Missouri), pesant 1 800 kilogrammes et vendue 1 500 dollars; etc.

Matenaers conclut, par quelques exemples adroitement choisis, à la nécessité pour les fermes américaines d'avoir désormais à leur disposition des charrues tirées mécaniquement, dont l'emploi — et ses exemples le démontrent — *fait gagner au fermier du temps, de l'argent et des chevaux*. Ceux qui en ont « ne pourraient plus s'en passer », dit-il, et ceux qui n'en ont pas encore sont convaincus de leur utilité par les résultats obtenus, « le prix de revient du labour devenant 7 fr. 35 par hectare au lieu de 16 fr. 80 par l'ancien système » (ferme Oak-Dene, Indiana).

Les autres fermiers, cités en exemple par Matenaers, appartenant aux contrées appelées « ceinture de maïs » (Iowa, Illinois, Kansas, Nebraska, Missouri), insistent sur le fait : qu'une machine est

« mise en marche en quelques minutes »; qu'ils n'ont plus « à s'occuper des chevaux la journée terminée; que les chevaux se fatiguent beaucoup et ralentissent quand il fait chaud, tandis que les moteurs marchent mieux au contraire »; et qu'enfin, avec le personnel voulu, « une machine peut marcher au besoin 24 heures par jour, sauf quelques petits arrêts, et tout faire ainsi en temps opportun ».

Je cite ces indications, car elles sont d'ordre général, pour expliquer à la fois : l'extraordinaire développement de la mécanique agricole en Amérique, — puissamment aidée, trop peut-être, par les banques; le peu d'exigences qu'ont montrées les fermiers, — moins savants qu'on ne le dit, — sur la qualité du matériel, dont ils avaient au surplus un pressant besoin; la surprise, qu'ils manifestent aujourd'hui, sur les résultats tardivement provoqués par un usage intempestif de ce matériel « tracteur et charrue », en l'absence surtout d'une saine méthode culturale.

Cette surprise, correctif désagréable d'avantages qu'on croyait définitifs, déjà signalée depuis des années par les statistiques officielles relatant la diminution du rendement des terres américaines, a été magistralement soulignée l'an passé par A. Burness Greig, l'organisateur du grand Con-

cours et Congrès de Winnipeg *pour moteurs légers agricoles*, dans son compte rendu, compte rendu qu'il faut lire aussi et méditer (*Farm Implementation News*).

Dix des plus grands constructeurs avaient mis au Concours (6 journées d'épreuves) 20 machines développant des forces variables de 15,5 à 135,8 chevaux et pesant de 3 000 à 25 000 kilogrammes.

Devant cette colossale exposition de force brutale, Burness Greig — qui, en se faisant le promoteur du Concours, avait le désir de « favoriser l'extension du travail mécanique chez les petits agriculteurs » — a dû constater, comme conclusion des épreuves :

1° Qu'elles n'apportent pas la solution désirée, c'est-à-dire un petit appareil d'un usage plus général pour l'agriculture, répondant aux besoins et aux moyens des agriculteurs;

2° Que les résultats obtenus ne répondent point à la nécessité, pour l'agriculteur, d'avoir des appareils propres à pénétrer dans les terres cultivées ou humides, et à développer des vitesses suffisantes pour la pulvérisation du sol;

3° Que la force motrice en agriculture doit avoir un rôle bien plus important à remplir que de défricher, celui *d'aider à maintenir la fertilité des vieilles terres de culture*.

Et Greig, avec un grand sens pratique de ces

questions (il est fils, je crois, d'un associé de Fowler), a conclu à peu près en ces termes :

« Réduisez vos grandes surfaces de culture et cultivez plus intensément les petites, puisque tous ceux qui s'intéressent aux questions agricoles ont constaté que la production des vieilles terres se trouve en décroissance alarmante ces dernières années. Pour y remédier, on nous prescrit de tous côtés des jachères d'été, des sarclages, des binages, des labours profonds, des labours de surface : c'est-à-dire du travail, du travail pour lequel la force mécanique est nécessaire et beaucoup. Le Concours, avec ses appareils, nous a-t-il montré la possibilité d'accomplir ces travaux si importants ? La réponse est énergiquement *non*, rien ! Si seulement nous avions employé ces six journées de concours à faire préparer des terres propres à la semaille, du labour jusqu'au passage des semailles, nous aurions pu montrer aux paysans, à la fois l'endurance des moteurs et la possibilité ou l'impossibilité de leur emploi pour tous les travaux de culture. »

Je n'ajoute rien à ces commentaires qui, exprimés dans de telles circonstances, sont vraiment, pour les gens qui veulent voir et raisonner, la condamnation irrémédiable de ces appareils anormaux que sont, en agriculture, les tracteurs, appareils de fortune qui, à défaut d'autres, ont cependant rendu à l'Amérique de grands services

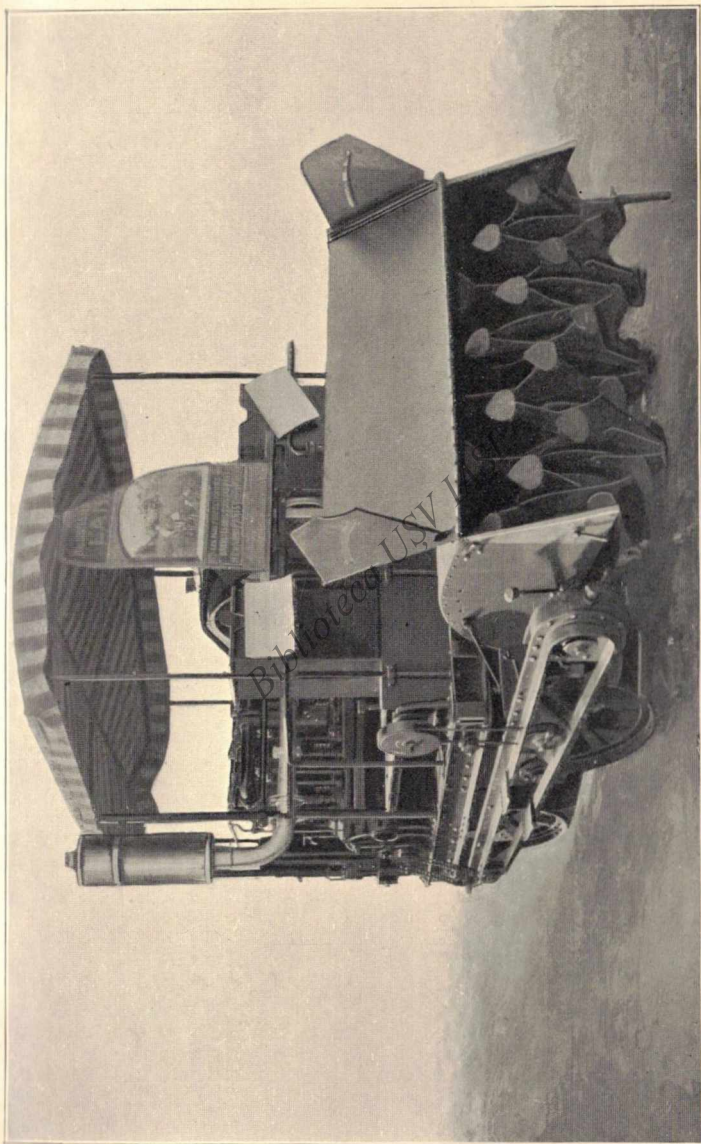
pour le défrichement rapide de ses prairies et la mise en valeur de son sol.

TRACTEURS LÉGERS

Le tracteur, qui peut être un outil des plus intéressants pour transports industriels ou militaires et quelques usages particuliers, se présente donc à l'agriculteur, dans ses champs de culture, comme un outil à la fois dangereux et de mauvais rendement mécanique.

Son poids en étant la cause essentielle, on a voulu le réduire (2 à 5 tonnes), créer ainsi des *tracteurs légers* qui, naturellement, manquent d'adhérence sur le sol pour exercer au labour un effort utile. Soit pour diminuer dans les tracteurs lourds le taux de la force absorbée, en rapport de la tare, par la translation; soit pour donner de l'adhérence aux tracteurs légers, les constructeurs ont augmenté artificiellement, aux roues, le frottement de roulement, et inventé pour cela toutes sortes de dispositions ingénieuses; je vais en signaler quelques-unes :

Les frères Holt, de Stockton (Californie), faisant application d'un système en usage dans l'artillerie anglaise pour le transport en montagne des grandes pièces de défense des côtes, ont créé le *Tracteur chenille*, dans lequel les roues porteuses font place à une sorte de jante articulée, à aspérités externes,



LABOUREUSE ROTATIVE KOSZEGI-LANZ

Cette machine lourde, à outils rigides, produit cependant un ameublissement différent de celui de la charrue.

qui s'appuie sur le sol, non plus comme la roue par un seul point de tangence, mais comme le ventre d'une chenille, par une longue bande rampante.

Les tracteurs usuels touchent le sol par une surface au plus égale au $\frac{1}{5}$ ou au $\frac{1}{4}$ de la projection horizontale de leurs roues : Holt, par sa *chaîne roulante*, qui a 2 m. 50 de longueur totale et environ 0 m. 30 de largeur de semelle, prétend obtenir ainsi une surface tractive équivalente à celle d'une roue de 184 pieds de diamètre. En réalité, et le calcul en est facile, la chaîne, qui touche le sol sur un mètre de sa longueur, n'est en plein contact efficace que sur $\frac{3}{4}$ de mètre, donc sur 20 décimètres carrés environ par chaîne, 40 à 45 pour les deux. Cette surface de contact serait à peu près la même pour 4 roues de 2 m. 50 de diamètre et 0 m. 50 de largeur.

Ce tracteur, à moteur de 44 HP (60 HP en 1911), pesant 7 600 kilogrammes (8 600 en 1911), opérant bien difficilement les virages, coûtant 5 000 dollars, paraît offrir, surtout en terrain sableux, l'avantage d'une moindre résistance de roulement.

Les nombreuses références que fournit le constructeur sur sa puissance de rendement sont tellement variables (4 hectares, 8 à 14 hectares par jour pour une même profondeur 16-18 centimètres) qu'il est fort difficile de la préciser. Un mesurage

sérieusement fait, — de novembre à mars 1910, en Colorado, — portant sur un labour de 282 hectares exécuté en 1760 heures, sur terres moyennes, à profondeur 25-28, indiquerait un rendement pratique moyen de 3 litres de terre labourée par cheval-seconde; d'autres références permettraient de compter 7 à 8 litres.

Quant à sa production de travail par litre d'essence consommée au moteur, elle oscille entre 65 et 80 mètres cubes : chiffres qui semblent pouvoir être acceptés, car ils sont égaux à ceux fournis par les meilleurs tracteurs ordinaires, aux essais de Winnipeg, sur des terrains à ces derniers particulièrement favorables.

Un inventeur français, *Edmond Lefebvre*, qui ignorait probablement l'appareil de Holt, a réalisé beaucoup plus heureusement une idée analogue en plaçant extérieurement à ses roues motrices (qu'il conserve pour rouler sur route) deux fortes chaînes Galle, tendues entre pignons, dont chaque maillon est armé, dans un plan perpendiculaire au sens de la marche, d'une palette. Lorsque, dans le champ, le frottement de roulement des roues motrices ne suffit plus à vaincre la résistance de la charrue au travail, le conducteur baisse par l'avant le châssis des chaînes d'adhérence : les palettes s'ancrent successivement dans le sol, comme des lames de

bêches sur lesquelles se hale le tracteur, multipliant la surface d'adhérence en proportion de leur nombre et de leur surface propre, qui peut atteindre un ou plusieurs décimètres carrés.

Le tracteur Lefebvre, type 2 500 kilogrammes, moteur 24 HP, arrive à disposer au crochet de traction d'un effort de 1 100 à 1 200 kilogrammes, soit près de 50 pour 100 de la tare. Cet appareil, susceptible d'améliorations dans sa construction, semble présenter une solution très heureuse.

Sa puissance de travail qui, en son état actuel, évoluerait de 2 à 5 hectares par jour pour profondeurs de 12 à 20 centimètres, fournit les bases de rendement mécanique suivantes, déduites d'expériences faites il y a quelques jours et de chiffres contrôlés par l'Automobile-Club de France :

- a) Volume de terre labourée par cheval-seconde = 6 et 7 litres
b) — — — par litre benzol = 22 m³ et 37 m³ 6

Le *tracteur Stock* prend tout à fait la forme d'une charrue polysocs qui serait automobile. Ses roues motrices sont de grand diamètre, étroites de jantes, mais munies sur toute leur circonférence de larges palettes fixes de près de 3 décimètres carrés de surface qui, sous le poids du tracteur, — 4 500 kilogrammes, — pénètrent dans le sol vers le point de tangence, dans un plan perpendiculaire à celui de la marche. Une forte adhérence en résulte, propice à un plus grand effort de traction,

quand la palette peut s'encastrent entièrement dans le sol : il est compréhensible cependant que si une des palettes n'entre point (terre dure, obstacle...), l'appareil est déséquilibré et marche un peu comme sur des béquilles plus ou moins fragiles. Il semble mieux convenir aux terres humides de l'Allemagne du Nord, pour lesquelles il a été créé : pourtant, en terrain collant, les roues doivent aisément s'embourber, s'alourdir de terre. Grâce à ses palettes, le tracteur Stock aboutit à un résultat très appréciable, celui de limiter son poids à environ 100 kilogrammes par HP de force, tandis que les grands tracteurs ordinaires pèsent 200 kilogrammes par HP et que les petits tracteurs à adhérence normale arrivent à peser jusqu'à 300 kilogrammes par HP.

Son faible poids, en terrain facile, lui donne sans conteste, l'avantage de pouvoir faire beaucoup de travail, mais la rigidité de l'attache des socs crée le danger qu'une résistance imprévue, sous la vitesse assez grande, ne produise un choc néfaste.

L'appareil, qui manquait l'an dernier de marche arrière et de changement de vitesse, en sera désormais pourvu. Son prix est de 17 000 marks, soit 21 250 francs. Sa puissance de travail varie de 2,7 hectares à 6 et 7 hectares (10 heures) suivant la nature du sol et la profondeur.

Sur ces données (essais de Berlin sur terre dure

et sable), les unités de rendement mécanique sont :

- a) Volume de terre labourée par cheval-seconde, en litres
= 3,9 à 8;
- b) Volume de terre labourée par litre d'essence = 30 à
70 mètres cubes.

MM. *Siltz* et *Petit*, dans le but de réduire davantage encore le poids du tracteur tirant la charrue, travaillent, préparent un matériel où le tracteur léger se donne artificiellement de l'adhérence en se halant sur un câble fixe, amarré à deux chariots d'ancrage mobiles aux bouts du sillon. Ce tracteur n'est plus automobile dès qu'il est isolé du câble et doit être conduit sur le lieu du travail par un attelage d'animaux. Les deux chariots d'ancrage sont montés légèrement, sur 4 roues, dont 2 latérales garnies de joues amovibles en tôle s'ancrant dans le sol perpendiculairement à l'effort de traction.

Le tracteur *Siltz* et *Petit* n'est donc qu'une nouvelle édition des appareils dits « de touage », appareils toueurs (une vingtaine de brevets) dont la machine automobile *Deutz* était jusqu'ici le plus intéressant.

Le tracteur *Landrin* obtient également une adhérence artificielle de ses roues motrices par un jeu de palettes qui viennent s'ancrer dans le

sol au contact de la jante. Mais un dispositif ingénieux rend ces palettes, montées autour d'un excentrique, mobiles dans l'épaisseur de la jante, s'effaçant à l'intérieur ou émergeant au dehors suivant les besoins : sur route, elles ne viennent pas au contact du sol ; au travail, elles s'y enfouissent. Ce dispositif procure un double avantage : une adhérence suffisante, un nettoyage incessant des palettes par leur va-et-vient dans les rainures, mouvement qui les empêche de se garnir de terre et d'alourdir l'appareil.

Ce tracteur est, en réalité, une laboureuse à disques, les disques de son châssis de labourage étant mis en rotation directe, non par la translation de l'appareil, comme dans les attelages de char-rués à disques, mais par un arbre de commande actionné par le moteur.

Ce dernier est de 20-24 ou 36-40 HP de force. En ordre de marche, la machine pèse et coûte respectivement : 3 300 kilogrammes, 20 000 francs, et 5 000 kilogrammes, 40 000 francs.

Sa puissance de travail serait de 2 à 3 hectares par jour à la profondeur de 20 centimètres. Les derniers essais publics auxquels elle a pris part sous le contrôle de l'Automobile-Club de France, permettent de lui attribuer les bases de rendement suivantes :

- a) Volume de terre ameublie par cheval-seconde, en litres
= 5 à 6,4 ;

- b) Volume de terre ameublie par litre benzol = 12 à 15 mètres cubes.

Il est très possible que son rendement, par rapport au combustible consommé, puisse être accru. L'appareil paraît donc d'autant mieux propre aux labours qu'il peut rendre inutile un hersage consécutif, mais à la condition expresse que chaque disque ne découpe qu'une bande de faible largeur, sans quoi une bande non travaillée demeure entre chaque sillon. Comme, pour ne faire découper à chaque disque qu'une faible largeur, il faut en augmenter le nombre, on peut se demander si le frottement de tous ces disques dans la terre ne va pas provoquer une énorme consommation de force motrice : c'est l'interrogation que provoque le principe même de cet appareil. Il est apte aux déchaumages superficiels, quand les disques sont très rapprochés ou leur arbre très incliné, beaucoup mieux que la charrue à socs; mais son poids lui interdit de participer aux semailles, aux binages et façons culturales ultérieures. Comme simple tracteur, il peut tirer des moissonneuses et rendre quelques menus services.

Si nous nous rappelons ici ce qui a été dit sur l'emploi du disque comme outil de travail, nous pouvons estimer que la laboureuse Landrin, susceptible de produire un *émiettement* très avancé du sol labouré, est, à ce point de vue, l'appareil le

plus rationnel que nous ayons examiné jusqu'ici, sous réserve pourtant que le disque ne convient pas aux terres pierreuses et que la poussée oblique qu'il exerce doit rendre la conduite en direction assez délicate. Cet appareil de motoculture, abandonnant l'ancien outil de travail, la charrue à socs (mais ayant trop de tendances à vouloir encore travailler comme lui : reproche que mérite l'appareil Landrin, comme toutes les autres laboureuses à disques : *Cook*, de Iowa; *Kemna*, de Breslau; *Heinrich Kerrinnes*, *Selma von der Heide*...) est susceptible de produire un labour de bien meilleure qualité. Il va nous servir de transition pour aborder l'examen de l'outillage nouveau, qui se préoccupe avant tout de la *qualité du travail*.

Je crois avoir suffisamment précisé, par des exemples et des calculs puisés à des sources publiques et connues (catalogues ou documents officiels), les caractéristiques de chaque *type* d'appareils ayant déjà subi des épreuves ou fourni des preuves. Je ne puis que mentionner, parmi d'autres que j'ai vus aux expositions : la locomotive-charrue *Deutz*, la charrue automotrice à disque *Gilbert*, le moteur-laboureur universel *Pfaffe*, le tracteur *Pöhl*, le tracteur-laboureur *Harpstrite*, l'auto-charrue *Wallis*, le tracteur *Benedetti*, la charrue automobile à socs *percutants Linard-*

Hubert, le tracteur *Case* ; j'en oublie, sans aucun doute, tant est féconde l'imagination des chercheurs, qui, s'écartant parfois un peu trop de la logique mécanique, produisent des appareils de musée très curieux, mais que les résultats pratiques se refusent à consacrer. Telles semblent être les conceptions récentes de *Paul Suppelt*, de Budapesth, avec sa hâveuse ; de *Klauss*, de Zürich, avec sa piocheuse ; de *Darby*, avec sa nouvelle labourieuse à socs montés sur chaînes sans fin ; de *Paul Lepehne*, avec sa labourieuse à chaîne garnie de griffes ; de *Goldschmitt*, de Copenhague ; de *Claude Delin*, avec sa pointe de soc rotative ; de *Wortmann*... Beaucoup s'en tiennent d'ailleurs à la sacro-sainte charrue ; je lui ai fait une part assez large jusqu'ici, dans mon énumération d'appareils, pour avoir le droit désormais de parler de ceux qui l'abandonnent.

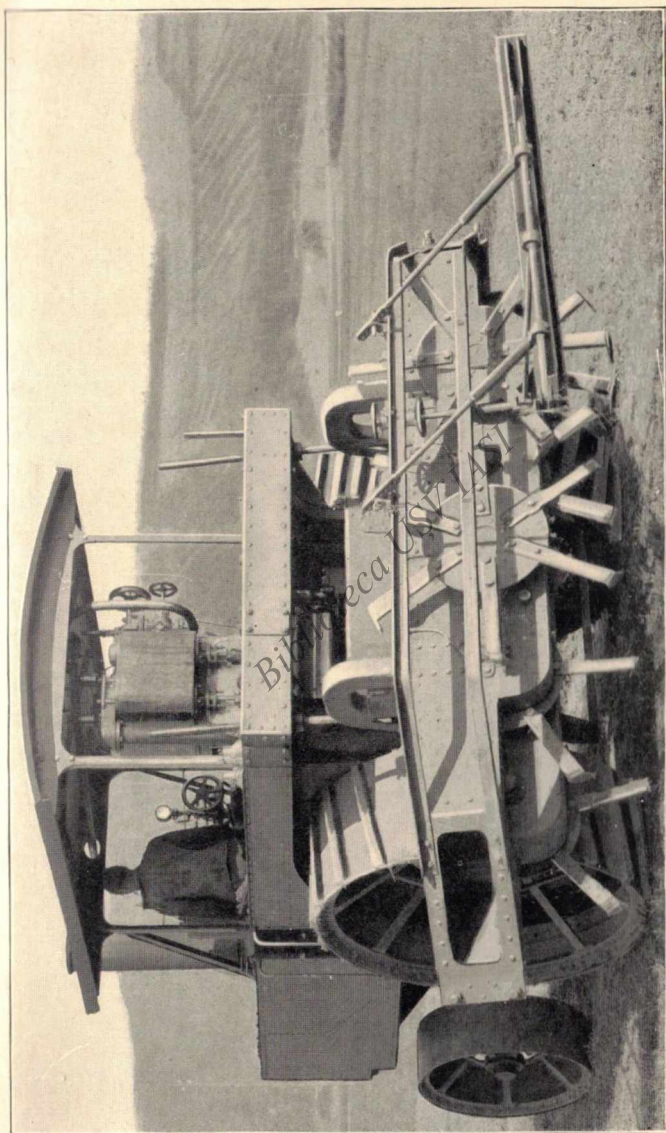
III. — OUTILLAGE AMÉLIORANT LA QUALITÉ DU TRAVAIL

Après l'étude rapide que nous avons faite de la nature physique du sol, du rôle de l'eau dans ce sol, des travaux cultureux qui facilitent ce rôle, des résistances qu'oppose la terre aux outils de travail, de la variabilité de cette résistance, suivant la forme de l'outil ; après exposé succinct de l'idéal théorique à réaliser pour la préparation du sol,

des malfaçons usuelles qui sont le fait de la charrue et de tout l'outillage mécanique qui en perpétue l'usage, de l'inaptitude de cet outillage à satisfaire aux principaux besoins d'une exploitation agricole rationnelle, il nous reste enfin à examiner ici quelle solution apporte, au problème de la motoculture, l'outillage mécanique qui, *abandonnant* la charrue, se *préoccupe avant tout de la qualité du travail*.

De même que je n'ai pas voulu faire un historique complet du matériel de traction dans son évolution, je m'abstiendrai d'exposer en détail tous les efforts qui ont été faits depuis plus d'un demi-siècle pour créer des outils de culture basés sur les nouveaux principes, principes que M. le prof. Alex. Lonay résume en ces mots : « *Mettre le sol directement et sans autres opérations complémentaires dans l'état de granulation voulu.* »

Je ne ferai que citer : les *roues défocneuses*, exposées en 1850 à Londres par les deux Français *Guibal* et *Thénard*; la *bêcheuse* mécanique de *Darby*, née en Angleterre vers 1865, qui attaque le sol par d'énormes bêches à dents; celle de *Cooper*, qui vit encore aujourd'hui, avec ses quatre *fourches* marchant à 180 coups à la minute, pesant 8 tonnes et coûtant 16 000 francs; la machine à *tarauds* verticaux, puis à *champignons* rotatifs, présentée en 1900 par *Darby* à l'exposition de *York*; la locomobile à *disques piocheurs* de



LABOUREUSE BOGHOS NUBAR PACHA

Les disques piocheurs alternés, à bras rigides, tournent à 300 tours par minute dans des plans perpendiculaires au sens de la marche.

Boghos Nubar Pacha, que j'ai vu fonctionner dans les plaines du Nil...

Tous ces appareils se ressemblent par la multitude des rouages, la rigidité des outils, la lenteur du mouvement qui les anime, la force individuelle de ces outils. De leur examen rapide en leurs détails se dégage une tendance marquée vers la réalisation de l'appareil rotatif : cette tendance conduit, d'une part, à la *piocheuse Kœnig* et à la conception plus fantaisiste que raisonnée de *Riester-Picard*, suivant celles de *Xavier Charmes* et de *Ferhmann* ; d'autre part, à la *fraiseuse Ganz* et toutes celles qui l'ont suivie, *Mechwart*, *Lorenz*, *Langlet*, *Quellenec*, *Bradley*, *Koszegi*, *Tripp*, *Meyenburg*.

Cette série d'appareils automobiles nouveaux qui, délaissant la vapeur, puisent leur force dans le plus moderne moteur à combustion, utilisent, comme caractéristique générale, le mouvement circulaire d'un axe situé à l'arrière dans un plan perpendiculaire au sens de la marche. Sur cet axe, indépendant du mouvement des roues porteuses, qui tourne de 50 à 250 tours, suivant les appareils, sont montés les outils de travail *articulés*, *rigides* ou *élastiques* : nous allons dégager les caractères essentiels du dernier *type* de chaque série d'appareils.

OUTILS ARTICULÉS

La *piocheuse* Kœnig Saint-Georges, qui s'est présentée au Concours agricole de Paris en 1909 et n'a pas donné beaucoup de ses nouvelles depuis, est un lourd camion ou tracteur automobile (4 000 ou 6 000 kilogrammes) à deux roues motrices basses et une petite roue directrice : il porte en arrière deux longerons, articulés à un arbre logé dans l'essieu creux ; ces longerons, suspendus au châssis par des vis de relevage, soutiennent un tambour monté à leurs extrémités.

Ce tambour, de 2 m. 20 de longueur, porte quatre séries d'outils, articulés sur 4 arbres latéraux équidistants, parallèles à l'axe du tambour. Les outils, au nombre de 100, sont des sortes de pioches, de forme, de profil, de montage ingénieux, auxquelles on a voulu laisser une certaine indépendance sans les astreindre à un mouvement trop rigide.

Le tambour peut se lever ou baisser pour régler la profondeur du labour ; il est actionné directement du moteur par l'intermédiaire d'une chaîne tendue sur un pignon calé sur l'arbre-essieu. Il tourne dans le sens de la marche, à la vitesse de 25-80 tours, donnant aux pioches une impulsion centrifuge, accrue par l'accélération de pesanteur, dont la résultante est calculée pour qu'elles viennent frapper la terre, arracher une motte, l'entraîner en arrière et l'abandonner.

Les mottes sont plus fines et la terre est plus ameublie si chaque coup de pioche ne détache qu'une faible largeur : elles sont d'autant plus grosses, pour une même vitesse de rotation, que le véhicule avance plus vite.

Il apparaît nettement ici que la vitesse de rotation de ce tambour qui constitue une masse tour-nante considérable, ne saurait être poussée très loin et que la vitesse d'avancement lui demeure subordonnée, sous le risque d'espacer trop les coups de pioche et de rendre impossible ou mal-propre le travail.

La puissance de travail de cet appareil, fort ingénieux, coûtant 25 000 francs, actionné par moteur de 28 HP, devait être, dans l'esprit des inventeurs, de 1/5 d'hectare par heure de travail, selon profondeurs de 25 à 5 centimètres.

Il a fait à Zürich, en terre souple favorable, 4 hectares en 10 heures à 20-25.

Des renseignements contrôlés fournis au Congrès de mécanique agricole (essais de Nangis), il résulte que ses bases de rendement seraient :

- a) Volume de terre ameublie par HP" = 4 à 6 litres ;
- b) — — — par litre essence = 50 à 80 mètres cubes.

La terre travaillée présente l'aspect d'un labour

soigneusement ameubli dans toute l'épaisseur de la couche, donc de qualité bien supérieure à celui de la charrue, même après hersages.

Son utilisation aux façons culturales s'arrête là : il pourrait cependant remorquer derrière son tambour piocheur une semeuse légère, mais ne saurait effectuer ni binages, ni façons superficielles sur labours antérieurs ou champs cultivés. Il procède à cet égard un peu trop du tracteur, son roulement pouvant absorber la moitié et plus de sa force motrice.

Il pourrait, en revanche, traîner des moissonneuses et, sur route, comme camion ou tracteur, rendre quelques services pour transports : l'appareil, qui se dit « universel », ne l'est qu'à des points de vue fort secondaires pour l'agriculture.

OUTILS RIGIDES

Les industries travaillant le bois ou le fer ont, depuis bien longtemps, substitué le merveilleux petit outil qui s'appelle la *fraise*, aux limes, burins ou rabots.

Toute sa puissance de travail réside en son extrême vitesse de rotation et le grand nombre de ses pièces travaillantes ; et son principe d'attaque, par ses aspérités coupantes, consiste à ne détacher à chaque contact qu'un *copeau de très faible épaisseur*. Ce sont là des mots qui nous

reviennent de loin, ce sont ceux de Dombasle conseillant, pour ameublir la terre, *de ne couper à chaque fois qu'une faible largeur*. Il était donc logique de chercher à remplacer, dans le travail de la terre, l'*antique rabot* qu'est la charrue par une fraise ou un jeu de fraises.

Des difficultés surgissaient pourtant. A l'atelier, l'appareil fraiseur est généralement fixe : on lui apporte, on présente à la fraise le morceau de bois ou de fer à entailler ; au champ, il ne peut plus en être ainsi : c'est à la fraise à se déplacer, à suivre les ondulations de la surface. Cette surface à travailler est relativement immense et doit être attaquée avec une fraise de grandes dimensions : que la fraise soit plus longue et tourne plus vite, qu'elle soit courte et tourne plus doucement, son poids en sera toujours lourd, nécessitant un fort moteur pour l'actionner, un lourd véhicule pour la convoyer.

Telles étaient les premières fraises, surtout les fraises à *vapeur* : le moteur à pétrole, à grande vitesse de rotation, a permis d'alléger ainsi quelque peu le poids de l'ensemble : telle est la nouvelle fraise Koszegi, inventée en Hongrie et fabriquée désormais par divers constructeurs.

La fraise Koszegi, montée et actionnée à l'arrière du véhicule, à peu près comme la piocheuse

Koenig, est formée essentiellement d'un arbre très robuste sur lequel sont montés des disques bas renforcés, portant chacun, aux extrémités d'un triangle équilatéral externe, une sorte de lame de pioche plate, rigidement fixée au disque dans un plan perpendiculaire. Les disques sont suffisamment rapprochés, les lames assez larges et en positions alternées, pour que la ligne d'attaque du sol soit régulière dans toute la longueur de la fraise.

C'est bien une véritable fraise : longue de 1 m. 85, de position réglable en profondeur, actionnée par un moteur de 70 HP, type marine, à quatre temps, qui peut appliquer à sa chaîne de commande toute la force que lui laisse disponible le roulement de l'appareil.

Ce poids, 7 500 kilogrammes, le même que celui des tracteurs Rumely ou C. I. M. A., produit les mêmes inconvénients pour le tassement du sol, pour le rendement en travail, provoque la même perte inutile d'énergie, dépensée à pousser le véhicule dans le champ et non à ameublir du terrain. Aux derniers essais de Berlin, dans une terre légère sablonneuse, le moteur paraissait à bout de forces sans que le travail fût plus considérable, parce que la translation de ce lourd véhicule, monté d'ailleurs sur trois roues larges mais de faible diamètre, absorbait la plus grande part de force motrice ; et la fraise ne tournait plus qu'à 60-80 tours, au lieu de 120.

Au surplus, un appareil de ce genre, à *fraise* rigide et lourde tournant à grande vitesse, *ne peut pas être léger*; et même une fraise rigide ne pesant que 100 kilogrammes serait bien trop lourde. En effet, et c'est là qu'apparaît le plus grand défaut de la fraise rigide, si la masse tournante qu'elle représente, à la vitesse de 120-200 tours, est subitement arrêtée dans sa course par un obstacle, il se produit un choc mécanique violent, une énorme accumulation d'énergie à ce point de contact, où se concentre tout l'effort du moteur, tout l'élan de la fraise, choc qui se répercute dans l'ensemble de l'appareil : lames travaillantes, arbre de commande, pignons, chaînes, transmissions, volant, moteur, châssis.

« Malgré sa facilité de pénétration, avons-nous déjà dit à l'étude des *résistances*, si, dans sa course, l'outil rencontre un corps dur, une pierre encastrée dans la terre compacte, la résistance de ce corps absorbe l'effort : si cet effort est plus grand que la résistance, l'outil passe quand même, en *déviant* si son mouvement n'est pas *rigide*, en *brisant* l'obstacle s'il ne peut l'éviter, ou en se brisant lui-même. »

Il en est bien ainsi pour la fraise Koszegi, comme pour toutes les fraises rigides qui l'ont précédée et qui la suivront, comme pour les disques piocheurs rigides de Boghos Nubar Pacha et le hérisson Quellenec qui en dérive.

Pour empêcher qu'un obstacle, un corps dur (une petite pierre suffit), obstacle qu'elle ne peut pas éviter, l'arrête, l'ébrèche ou la fasse sursauter, il faut que la fraise soit lourde et que tout soit lourd et puissant autour d'elle. C'est la condition *sine qua non* de son emploi : elle n'est pas sans risques pour l'agriculteur, isolé dans ses champs ou sur des terres lointaines.

En outre, si, dans les inégalités de terrains, le véhicule est mal équilibré, la fraise lourde s'enfonce subitement et profondément par son propre poids, occasionnant ainsi au moteur des variations de charges qui lui sont sensibles. Il faut donc qu'elle ait à sa disposition, dans son moteur, comme les tracteurs, une force à peu près double de ses besoins normaux, pour vaincre les petites résistances si variées et imprévues dans les terres de culture. Double raison pour justifier son poids.

La puissance journalière de travail de cet appareil Koszegi, dont le prix est de 32 000 francs, serait, d'après le constructeur Lanz, de : 10 hectares pour déchaumages à 5-8 centimètres ; 7 à 4 hectares pour labour 20-30 centimètres.

Il a fourni à Berlin, en terre légère, environ 6 000 mètres carrés en une heure de marche. Comme consommation, le constructeur garantit 280 grammes de benzine à 720 par cheval-heure.

De ces indications, on peut conclure que les bases de rendement de la fraiseuse Koszegi sont :

- a) Volume de terre ameublie par HP" = 4 à 5 litres;
b) — — — par litre benzine = 40 à 50 mètres cubes.

Il est nécessaire de signaler que, dans un sol convenable, l'ameublissement réalisé est complet : en sol dur et avec un avancement un peu forcé, le choc des lames, martelant la terre, produit, en même temps que des petites mottes, une assez forte quantité de poudre poussiéreuse ; je ne pense pas que cette poudre soit un danger dans les terres argileuses, mais son absence serait sans doute préférable. En sol humide, le poids de l'appareil est un obstacle à son emploi, comme à l'emploi de l'appareil Quellenec. Est-il apte aux façons culturales autres que les labours ?

Aux déchaumages ? Peut-être, si on ne craint pas de comprimer le sol et si les outils travaillants sont assez rapprochés l'un de l'autre sur l'axe du tambour, faute de quoi ils ne font que tracer en surface des lignes parallèles.

Aux binages et façons ameublissantes superficielles ? Non, à cause de son poids qui lui interdit de circuler en terres antérieurement travaillées ; à cause aussi de sa puissance, qui rendrait ridicule

l'emploi de 70 HP à un travail qui en demande au maximum 2 ou 3.

Aux moissons et fauchages, comme tracteur? Peut-être, mais avec les mêmes réserves que pour les déchaumages.

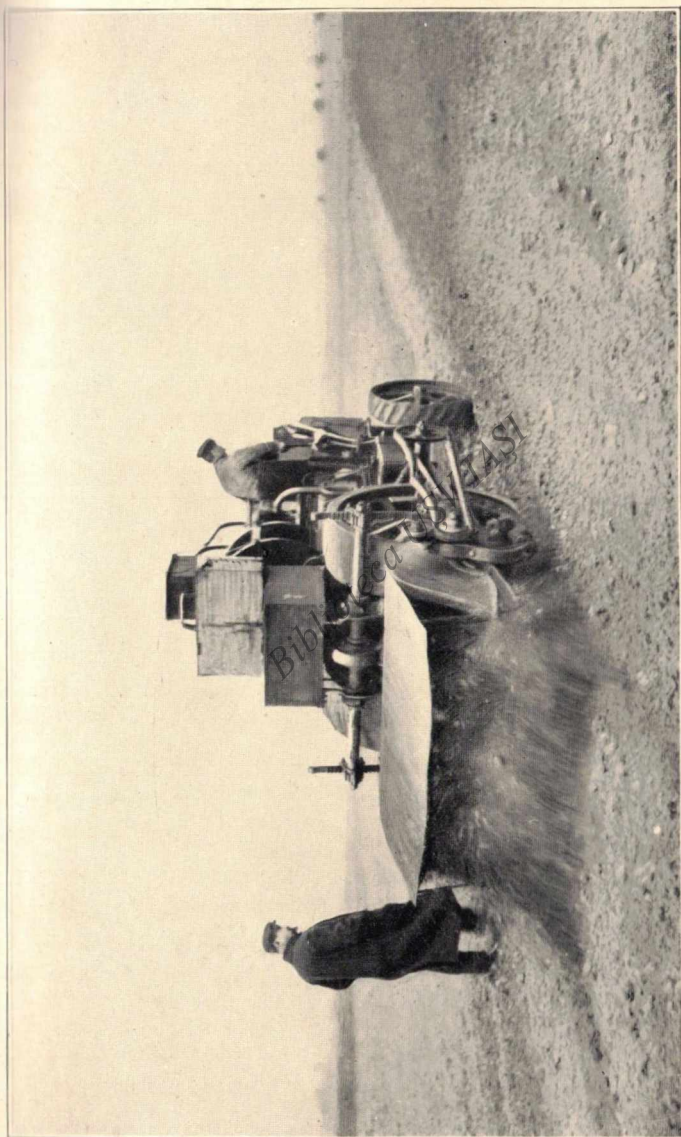
Aux transports sur routes? Le faible diamètre de ses roues n'y est pas favorable, et l'appareil, à cet usage, ne peut pas égaler les grands tracteurs.

Ces observations s'appliquent très exactement à tous les appareils rotatifs à outils rigides, quelle que soit l'ingéniosité dépensée par certains inventeurs mécaniciens à perfectionner l'outil travaillant.

Outils Élastiques

Puisque, dans les *fraiseuses*, la rigidité de la fraise et de ses lames travaillantes est vraiment le vice initial qui engendre les défauts subséquents de ces appareils : *poids considérable, prix élevé, inaptitude à beaucoup de travaux*, il était de toute logique de chercher à remplacer les *outils rigides* par des *outils élastiques*, tout en conservant, pour les commander, le mouvement rotatif si intéressant de la fraise.

Cette conception serait d'autant plus juste qu'elle tiendrait compte d'un facteur oublié : la *non homogénéité* des sols de culture. Les terres, nous l'avons vu, ne sont pas des matières comme



LABOUREUSE VERMOND-QUELLENEC

Le « *hérisson* » est formé de disques solidaires, rotatifs, armés de dents rigides, qui ameublissent le sol quand il est sec.

le bois et le fer, ayant à peu près toujours la même densité, la même texture, mais des agglomérats hétérogènes de matières et de matériaux, qui en modifient à chaque pas la consistance physique. A la réflexion, il apparaît très évident qu'une fraise ne travaille pas là dans un milieu convenable, où elle ne sait pas éviter un obstacle, ni le vaincre sans en souffrir.

Et la logique, qui nous avait amenés, dans notre examen de la résistance du sol, à considérer les griffes de l'animal fouisseur comme l'outil idéal que la nature offre à notre méditation, nous confirme ici que c'est vraiment là la direction d'une solution opportune. Pourrait-on mettre, sur l'arbre de la fraise, à la place des lames rigides, des séries de pattes pourvues de leurs griffes?

C'est ce qu'a pensé l'ingénieur suisse Konrad de Meyenburg qui, dans une série de brevets, présente un appareil pour ameublir le sol où les... « outils, fixés sur axe rotatif, sont caractérisés par *des tiges et des griffes* en simple fil d'acier, se repliant *indépendamment et élastiquement* en arrière et vers l'axe, les griffes grattantes réduisant le sol en miettes par leur effort traînant ».

La réalisation mécanique d'une pareille conception apparaît de prime abord difficile; mais si elle peut être exécutée d'une façon pratique, c'est une ère nouvelle qu'elle ouvre à l'agriculture, et je suis heureux de présenter ici, dès son aurore,

mes hommages émus à la haute intelligence de l'inventeur.

C'est au Congrès d'Amiens que je l'entendis émettre ses théories intéressantes, issues d'observations et d'expériences, sur la façon dont la terre se laissait facilement désagréger par des *outils qui cherchent le chemin de la plus petite résistance*. Un esprit d'agriculteur, d'homme de la terre, en saisit la justesse : glisser derrière les particules terreuses une pointe aiguisée, non rigide, indépendante, et les arracher par traction avec un minimum d'effort, paraît un jeu facile ; ce jeu est *impossible* à l'outil *massif*, qui provoque des compressions, des chocs, des frottements, des adhérences de surfaces, en lesquels s'épuisent ses efforts.

En son état actuel de démonstration (Novembre 1911), il se présente sous une forme dégingandée et peu élégante, qui donne une impression de faiblesse quand on a dans les yeux les silhouettes des formidables outils qui ont défilé jusqu'ici :

Au centre, deux grandes roues motrices creuses, en tôle emboutie, callées sur cadres, sans essieu ; le vide entre elles ;

A l'avant, deux petites roues légères unies au bâti par un cadre de direction en tubes creux ;

Entre les deux, un bâti, à hauteur des grandes

roues, qui porte tout le mécanisme : moteur 12-15 HP pesant 150 kilogrammes à pétrole ordinaire, puissant refroidisseur de 3 mètres carrés par HP, embrayages, boîte de vitesses;

A l'arrière, suspendue élastiquement, la fraise, 2 m. 20 de large, pesant 200 kilogrammes, commandée par chaîne protégée et couverte d'un capot.

L'ensemble pèse 1 200 kilogrammes (pas 12 000!) en ordre de marche.

L'appareil type commercial à construire sur ces données — et dont on m'a montré les plans — sera plus élégant, plus simple encore et plus puissant.

Des essais de travail, sur terrain argilo-calcaire, auxquels j'ai eu l'honneur d'assister et qui avaient été suivis la veille par le professeur autrichien Rezek et le professeur allemand Holldack, m'ont démontré que l'appareil fonctionnait aisément aux vitesses suivantes (largeur de travail 2 m. 15) :

1 m. 30 à la seconde pour déchaumage. . .	5/7 centimètres
0 m. 65 — pour labour léger. . .	10 —
0 m. 33 — —	15 —
0 m. 20 — —	18/20 —
0 m. 12 — —	22/25 —

avec une consommation de combustible de 8 à 10 litres par heure de travail.

De tous ces chiffres, qui paraissent devoir

demeurer des minima par un apport supplémentaire de quelques chevaux de force, même si l'appareil s'alourdit de 300 à 500 kilogrammes, on peut déduire que les bases de rendement de cette nouvelle machine, susceptible de travailler de 10 hectares à 1 hectare par jour, sont, suivant les terres :

- a) Volume de terre finement ameublie par HP'' = 5 à 10 litres;
 b) — — — par litre essence = 30
 à 90 mètres cubes.

Elle se classe ainsi dans des conditions de rendement au moins égales à celles de tous autres systèmes, avec cette première et précieuse supériorité *sur tous*, que le travail qu'elle opère dans le sol est vraiment un travail idéal, dont la réalisation est attendue de tous les praticiens, de tous les théoriciens, de tous les agriculteurs.

Le rapporteur général du Congrès de mécanique agricole, M. Max Ringelmann, de l'Institut agronomique de France, écrivait il y a quelques mois dans un de ses rapports, en comparant le travail du sol, en horticulture et en agriculture :

« La perfection du travail manuel se traduit par une augmentation de produit... mais on ne trouverait pas la main-d'œuvre nécessaire : pour donner chaque année un seul labour à la bêche à nos 26 millions d'hectares soumis actuellement à la charrue, il nous faudrait plus d'un milliard de

journées d'ouvriers! Toute la population de la France ne suffirait pas pour cultiver le pays par les procédés manuels de l'horticulture. L'agriculteur est donc obligé de *sacrifier la qualité de l'ouvrage* pour en effectuer la quantité nécessaire. »

En écrivant cela, M. Ringelmann ne se doutait pas qu'il allait naître, en mécanique agricole, un matériel nouveau d'*agriculture* réalisant économiquement, dans toute sa perfection, le travail manuel de la bêche.

Je voudrais bien ne pas en faire que des éloges, mais vraiment, si cette invention tient ce qu'elle promet (et elle le peut, car elle émane de conceptions justes et rationnelles), je ne saurais m'en empêcher, même en cette étude critique. Je répète au surplus à mes frères en agriculture qu'ils ont le devoir de voir et de se convaincre par eux-mêmes, mon propre travail n'ayant qu'un but : jalonner la route et guider leurs recherches.

Je résume à leur intention les résultats d'expériences consacrés par les meilleurs experts :

1° *La machine réalise dans le sol travaillé, — et en un seul passage, — une structure finement ameublie, dans toute l'épaisseur de la couche, qui dispense de tous hersages et autres façons ameublissantes ;*

2° Elle produit, à la volonté de l'agriculteur, cette couche ameublie à toutes les profondeurs réglables de 1 à 25 centimètres;

3° Elle opère dans tous les sols, même caillouteux, et sans dommages pour elle;

4° Par une adaptation facile de ses organes, elle peut être construite en type spécial plus puissant, travaillant aisément soit sur une plus grande largeur, soit sur une plus grande profondeur (25 à 40);

5° Elle peut être construite de même en type spécial plus léger, plus étroit, travaillant sur 0 m. 70 ou 0 m. 75 de large, toujours automobile et guidable à la main (binages en lignes, viticulture, horticulture, petite culture);

6° Travaillant un sol recouvert d'une couche normale de fumier de ferme, elle réalise un enfouissement de ce fumier tel qu'il se trouve divisé et intimement incorporé, de la base au sommet, dans toute l'épaisseur du labour. Le mélange est tel que si on fait repasser la machine au rebours (et sa légèreté le lui permet), le fumier n'est plus ramené à la surface;

7° Travaillant sur un champ recouvert de chaumes ou de plantes vertes, elle les déchiquette et les incorpore au sol;

8° Dans un champ de vieille luzerne, elle déchiquette une partie des racines et en incorpore les débris à la terre; la partie qui n'est pas arra-

chée se trouve peignée et couchée au fond de la couche ameublie;

9° Elle est capable de repasser sur un labour antérieur, soit sur son propre labour (jachères d'été, par exemple), soit sur un grand labour à la charrue ou à la défonceuse; d'y travailler sur toute sa largeur sans comprimer la terre sur son passage, et d'y constituer, à l'épaisseur que l'on désire (de 2 à 20 cent.), une couche superficielle très finement ameublie;

10° La machine est apte à passer dans des cultures en lignes, pour tous usages et en particulier pour le binage : soit par la fraise, sur laquelle des séries de griffes peuvent s'espacer et laisser entre elles des vides opportuns; soit à fraise relevée, comme simple tracteur de bineuses ordinaires.

On devine et on espère qu'une machine qui, en son état actuel, réalise déjà de telles prouesses, sera très aisément mise à point pour les buts suivants :

1° Opérer directement les semailles, même sur jachères, en créant une légère couche granulée de quelques centimètres, au fond de laquelle un semoir en lignes adapté déposera le grain, dans un habitat convenable (tous les agriculteurs des pays secs comprendront l'intérêt de cette possibilité);

2° Effectuer des épandages d'engrais ou de

grains à la volée en même temps que les labours ou les binages.

Elle peut en outre aider aux moissons comme tracteur, en tirant derrière elle une ou deux moissonneuses-lieuses. Elle peut traîner même des charrues (charrues-billonneuses, par exemple), des rouleaux ; mais l'inventeur envisage la possibilité de la pourvoir éventuellement d'outils interchangeables, qui en feront à volonté soit une faucheuse, soit une moissonneuse et, mieux encore, une moissonneuse-batteuse ; l'idée réalisée prête à de tels développements que rien de cela ne paraît impossible. Remarquez bien que la machine est construite — comme beaucoup d'appareils examinés jusqu'ici — pour actionner, quand elle est au repos, tout l'outillage de la ferme : batteuses, ventilateurs, moulins, pompes, dynamos...

L'appareil Meyenburg n'est donc plus une simple *fraiseuse*, et nous ne pouvons pas lui conserver ce nom. Il condense en lui-même des fonctions jusqu'ici distinctes, d'outil *automobile*, *laboureur*, *émetteur*, *bineur*, *butteur*. Il se complètera demain, car sa légèreté lui permet toutes les audaces, de tous les accessoires interchangeables pour *semer* et *récolter* : c'est un vrai cultivateur mécanique, un moto-cultivateur ; nous l'appelons ici d'un nom nouveau qui le suivra désormais, le *Motoculteur* Meyenburg.

Au Congrès d'Amiens, M. P. Ménager, agri-

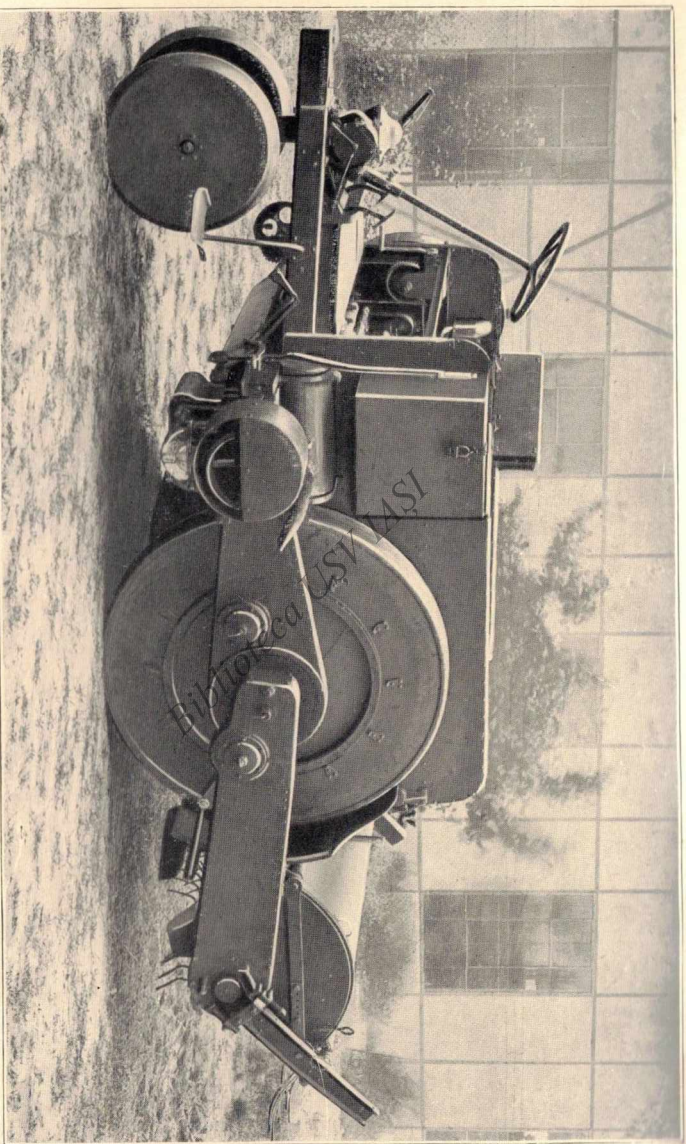
culteur de l'Eure, résuma d'une façon saisissante les avantages qu'on attend de la mécanique agricole : « Rapidité et économie d'exécution, mélange et pulvérisation plus intimes de la couche arable, qui répartiront plus également dans la masse les ferments organisés, en même temps qu'ils rendront le sol plus perméable aux racines des plantes, et qu'ils faciliteront l'accès de la chaleur, de l'humidité... »

Notre agriculture, métropolitaine et coloniale, sera donc vivement intéressée par cette invention.

Il ne semble pas cependant, — telle qu'elle se présente aujourd'hui, — qu'on puisse compter sur elle pour le défrichement des sols vierges remplis de souches ou de roches. Un défonçage préalable, suivi d'un nettoyage à la main, placera le terrain propre dans les meilleures conditions pour le nouvel outil.

Je doute qu'il puisse être aisément aménagé, comme l'inventeur le prétend, en outil *bon à tout faire* (ce qui exigerait des qualités contradictoires); mais, pour moi, la *qualité exceptionnelle* du labour qu'il exécute, la valeur pratique de ce labour, suffit à elle seule à lui mériter de l'univers agricole la plus vive attention.





LE MOTOCULTEUR

Machine légère, à outils rotatifs flexibles et interchangeables pour labours ordinaires et travaux superficiels rapides.

(Cliché de la Motoculture Française, 47, boulevard Haussmann, Paris.)

3^e PARTIE

PRATIQUE AGRICOLE

Biblioteca URM LAȘI

CHAPITRE I

PRÉPARATION DU SOL



NOUS avons, dans une première partie de notre étude, dégagé de l'examen du sol de culture et des actions ou réactions qui s'y accomplissent, les principes qui donnent une direction raisonnée à l'évolution de l'outillage de travail. Nous avons, dans une seconde partie, procédé à l'examen critique des divers types d'appareils et montré la logique des derniers venus, fruits de cette évolution. Il nous reste à montrer comment s'appliquent les principes et s'utilise l'outillage nouveau, dans les méthodes culturales modernes, pour coordonner, dans le sol, l'œuvre de l'agriculture avec celle de la nature, notre travail mécanique avec le travail physiologique qu'elle y accomplit.

I. — PRÉPARATION AUX SEMAILLES

Le but essentiel du labour est de créer, dans la terre, un habitat convenable aux végétaux, favorisant la germination, la nutrition de la plante, assurant son développement maximum et sa fructification la plus intense.

C'est donc, en somme, le résultat final, c'est-à-dire l'importance de la récolte, qui fixe, *a posteriori*, la valeur des labours effectués. Interrogeons nos récoltes : elles vont nous dire si vraiment la plante qui nous les donne a germé et évolué dans un habitat convenable. Nous pourrions nous adresser à tous les végétaux que nous cultivons : je me contenterai ici de reprendre le blé, qui m'a déjà servi de plante de démonstration.

Une récolte de 7,5 quintaux à l'hectare correspond à une production de 75 grammes de grains par mètre carré de surface. On admet que 1 kilogramme de blé comporte 25 000 grains, et que 100 grains pèsent 4 grammes : nos 75 grammes représentent ainsi 1 875 grains. On admet aussi que les épis donnent jusqu'à 40 grains et rarement moins de 25 : notre mètre carré portait donc tout au plus 75 épis. Or, par le tallage (dont nous parlerons plus loin), une plante de blé, provenant d'un seul grain de semence, comporte rarement moins de 3 épis : nos 75 grammes peuvent très normalement provenir de 25 plantes, issues cha-

cune d'un seul grain, d'un *seul*. Nous en concluons que *25 grains seulement*, parmi ceux que nous avons semés sur notre champ, par mètre carré de surface, ont accompli le cycle complet, de la germination à la maturité.

Quel était donc le nombre de grains que nos semailles avaient confiés au sol, préparé pour les recevoir? Un calcul facile va nous le dire. Dans certaines régions de l'Allemagne, de l'Angleterre, du Canada et même de la France, on sème de 2 quintaux à 2,5 à l'hectare; au sud de la Russie, en Hongrie, en Argentine, de 2 quintaux à 1,5; on sème en Afrique, comme dans les États de l'Union, rarement moins de 1 quintal (sauf exceptions individuelles). Sur cette dernière base, 1 quintal représentant le poids de 250000 grains, nous avonsensemencé dans notre champ, par mètre carré de surface, 250 grains, dont nous ne retrouvons plus que 25!

Que sont devenus les 225 autres? Perdus à jamais. Et vous aurez beau triturer les chiffres, dire par exemple qu'il n'y a pas eu de tallage, que les 75 épis provenaient chacun d'une seule plante, et les 75 plantes de 75 grains : il n'en manquerait pas moins 175 à l'appel!

Les faits matériels sont là, irréfutables :

en semant 1 quintal à l'hectare, nous jetons 250 grains par m²

—	2	—	—	—	500	—
—	2,5	—	—	—	625	—

Or, 25 plantes provenant de 25 grains donnent normalement
7,5 quintaux à l'hectare de récolte ;

50 plantes, provenant de 50 grains, 15 quintaux ;

100 — — — 100 — 30 —

Vous aurez beau interroger vos chaumes, les compter sur des centaines, sur des milliers de mètres carrés comme je l'ai fait moi-même, comme je l'ai fait faire à d'aimables correspondants (que je dois remercier ici) sur tous les points du monde, vous ne retrouverez dans le sol (en cultures extensives), ni 625, ni 500, ni même 250 plantes par mètre carré de surface ; vous aurez de la peine à en trouver 100 (sauf aux dépens du tallage, cette précieuse faculté de la céréale qu'il faudrait au contraire exalter), et vous descendrez souvent au-dessous de 50. Seuls, les Chinois, dans la culture du riz, obtiennent presque autant de plantes *et 5 à 10 fois plus d'épis* qu'ils ne sèment de grains ! C'est nous qui sommes les barbares !

Ainsi, avec nos procédés actuels de culture, nous jetons dans la terre, en pure perte, 90 pour 100 de nos semences, disons 75 pour 100 dans les cas les plus favorables : cette constatation, qui paraît fantastique, mérite qu'on s'y arrête, si on calcule qu'elle représente, pour la France seule, une perte annuelle, stupide, irréparable, de plus de 200 millions, somme suffisante pour gager un emprunt de 4 à 5 milliards ! Remarquez bien qu'il en est ainsi

dans les divers continents, pour des centaines de millions d'hectares de céréales :

Le blé occupe environ.	100 000 000 hectares
Le maïs —	60 000 000 —
L'avoine —	55 000 000 —
Le seigle —	44 000 000 —
L'orge —	27 000 000 —

Sans tenir compte du lin, et des 2 000 000 d'hectares ensemencés en graines de betteraves. La moyenne de rendement annuel, à l'hectare, en quintaux, des terres à blé, dans l'univers, est, d'après les documents officiels (Statistique publiée par l'Institut international d'agriculture de Rome) :

	Pour 1909	Pour 1910	Pour 1911
Autriche	13,4	12,9	13,2
Hongrie.	9,55	13	14
Roumanie.	9,50	15,5	13,5
Russie.	8,39	7,5	4,7
Canada	14,42	10,9	13,5
États-Unis	10,63	9,4	8,4
Australie	8,00	8,7	7
Argentine.	7,20	7,5	6,7
France	13,75	10,5	13,8
Algérie	7,01	7,7	7,4
Tunisie	6,20	2,4	4,7

Que sont devenues, dans nos champs, les semences que nous perdons si allègrement ! Toutes

n'ont pas germé : $1/2$ ou 1 pour 100, par absence de qualités germinatrices. Une part est dévorée à la surface par les oiseaux : inconvénient des semailles à la volée. Une autre part est détruite par les insectes, soit avant, soit après germination. Une part enfin, non la moindre, s'est perdue, égarée dans les cavernes du labour ou dans un milieu rebelle. Après germination, les faibles radicales, les tigelles, insuffisamment armées encore pour la lutte, demeurent isolées, sans soutien, poussant dans le vide, se butant contre des parois lisses, dures ou sèches, se noyant dans des poches d'eau, ne trouvant jamais à leur portée le nid ouaté, confortable, indispensable à tous les organismes vivants qui viennent d'éclore. Le germe s'éteint; des plantules s'étioilent, avant même d'avoir pu pousser les bras au dehors pour faire appel à l'air, au soleil; certaines, qui se sont développées, ne tardent pas à souffrir atrocement, dans une lutte acharnée pour la recherche des solutions nutritives et des matériaux alimentaires, matériaux mal répartis dans un sol mal préparé : et ces pauvres plantes, poussées au hasard, meurent, faute de soins, anémiques ou devenues malades, comme des enfants en bas âge.

Celles qui demeurent jusqu'au bout, jusqu'à la moisson, ont de belles teintes franches. Parmi les chaumes qu'elles nous laissent, certains sont très vigoureux et formés de plusieurs tiges portant

chacune un épi; d'autres, à tige unique, sont plus malingres : tous proviennent pourtant de la même semence. Pourquoi ces différences?

Fouillons doucement la terre qui les porte, et nous constaterons que les plantes à plusieurs épis, les plus vigoureuses, ont tout simplement poussé dans un coin de sol bien ameubli, bien rattaché au sous-sol qui le porte. Nous verrons que pas une plante n'a pu vivre au-dessus d'une motte durcie ou d'une caverne; et dans tout le champ il en est ainsi, à tel point que nos semailles à la volée ont donné l'illusion de semailles en lignes, les seules plantes bien développées étant celles qui ont poussé dans les intervalles des sillons, entre les mottes, où la terre ameublie provenant du hersage s'est accumulée. Voilà le mal : voilà la cause de bien des déceptions dans nos grandes exploitations africaines, déceptions que les petits agriculteurs de France ignorent, eux qui ne labourent jamais leur terre que si elle est *bien à point* et qui l'ameublissent toujours très soigneusement. Le paysan français, par les petits soins multipliés dont il entoure ses cultures, maintient notre petite France — petite par rapport à l'immensité des plaines américaines, russes ou asiatiques — au quatrième rang (Russie, États-Unis, Inde, France) comme productrice de blé : « Vastes propriétaires, écrivait l'abbé Rozier, cultivez comme lui, cultivez moins, cultivez mieux. »

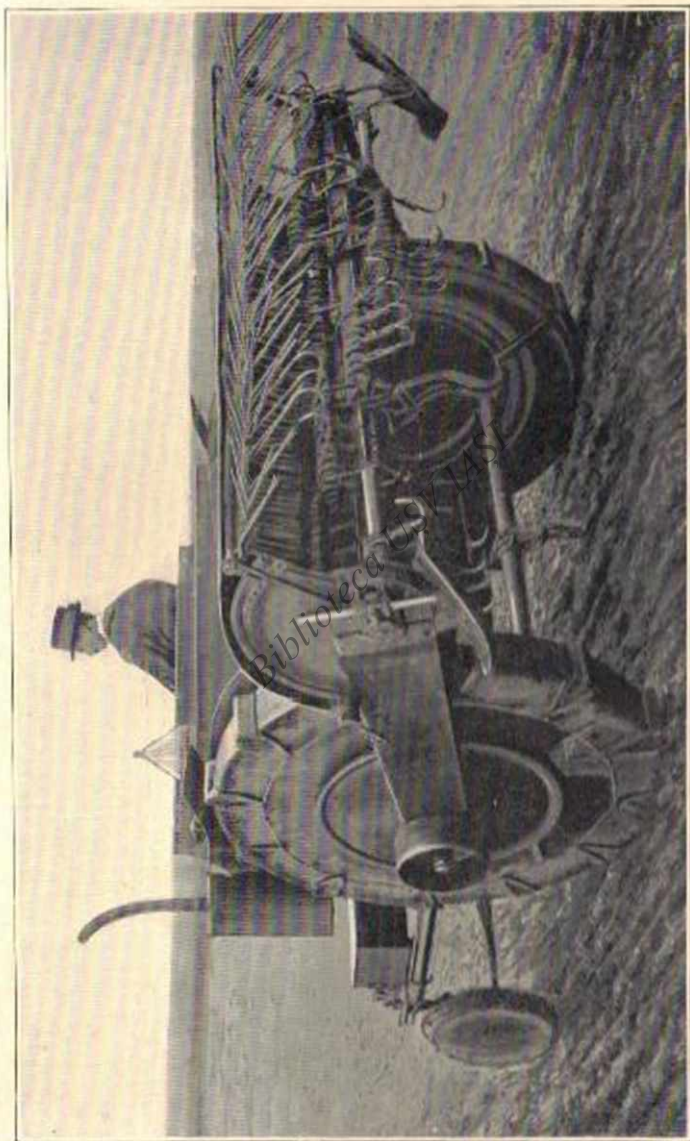
Pour avoir de belles récoltes, point n'est besoin de gaspiller les semences; et le praticien qui vient nous en fournir une preuve éclatante, est l'homme le plus universellement connu en horticulture : Vilmorin.

M. de Vilmorin exprime comme suit le résultat de ses expériences, sur blé d'automne, en bonne terre, dans quatre parcelles égales contiguës, *identiquement bien préparées*, sur lesquelles il fit semer respectivement 180 litres, 90, 60 et 30 litres :

« ... Il s'est trouvé qu'à la récolte, le rendement en paille et en grain allait croissant depuis la parcelle la plus serrée jusqu'à la plus claire; et non seulement le rendement de la dernière (la plus claire) était plus *considérable*, mais le grain en était encore le *plus beau* et le plus lourd à volume égal : il ne s'était produit de verse que sur la partie semée serrée. »

Ainsi, sur une terre bien préparée, on peut non seulement réduire et économiser les semences dans le rapport de 180 à 30, c'est-à-dire de 80 pour 100, mais obtenir une récolte plus belle, comme quantité et comme qualité!

Ces chiffres se passent de commentaires. Ceux de nos lecteurs qui seraient tentés d'en douter n'ont qu'à demander au grand professeur hongrois Sporzon, de Magyoravar, les résultats obtenus, dans la pratique agricole courante, sur des terrains très ordinaires, préparés en structure granulée par



FRAISE A GRIFFES FLEXIBLES

Les griffes élastiques du motoculteur arrachent la terre en petites mottes et l'ameublissent à toute profondeur.

la fraiseuse Koszegi : blé, maïs, orge, avoine, y donnent de splendides récoltes, sur semailles réduites en quantité de 50 à 75 pour 100.

Je n'insiste pas davantage sur ce point, dont tout agriculteur comprend l'intérêt : il sait bien, quand il fait des semis sur couches, que 95 pour 100 de ses graines lèvent et donnent une plante. Quand il sème ses betteraves, il s'efforce de les placer sur une couche finement ameublie de 15 à 20 centimètres. S'il peut en faire autant avec son blé, 99 pour 100 des grains germeront pour donner une plante, et chaque plante tallera pour donner plusieurs épis.

« La culture de la betterave industrielle, particulièrement développée dans le Nord, écrit M. Hitier, éminent praticien, a entraîné l'amélioration de toutes les productions végétales de la ferme : le blé y est confié à un sol *parfaitement travaillé*, enrichi d'engrais, débarrassé de mauvaises herbes. Le rendement en blé de ces fermes à betteraves oscille autour de 32 quintaux à l'hectare, tandis que les rendements d'autres régions, moins bien partagées d'ailleurs au point de vue climatérique ou fertilité du sol, descendent au-dessous de 15 quintaux à l'hectare, et même de 10 quintaux. »

Donner aux graines et aux plantes un habitat convenable importe plus que le choix des semences et l'apport des engrais : et M. Schribaux a bien

raison d'écrire « *qu'une bonne préparation du sol est le premier progrès à réaliser* » : la mécanique agricole nouvelle en fournit les moyens.

II. — PROFONDEUR DES LABOURS

A quelle profondeur est-il utile de travailler un champ? Cette question peut recevoir autant de réponses qu'il existe de professeurs d'agriculture. Un livre qui paraît au moment où j'écris ces lignes (R. Dumont), s'appuyant sur l'aphorisme de Lecouteux : « Il vaut mieux doubler la profondeur de son sol que d'en doubler la surface », se fait le champion de la culture profonde. L'auteur justifie sa thèse en disant que « ces labours *permettent l'emmagasinement* des eaux pluviales et assurent un parfait *émiettement* du sol, grâce à la gelée » (le livre n'est donc pas écrit pour les pays où il ne gèle point!).

M. Dumont conclut comme suit :

« Beaucoup de sols français peuvent être approfondis sans inconvénient. Dans bon nombre d'exploitations, on doit passer graduellement et avec le temps par les labours moyens. De 0 m. 12 à 0 m. 15, qui est la moyenne des labours pour les cultivateurs routiniers, on passera progressivement à 0 m. 18, 0 m. 20, 0 m. 22 et 0 m. 25. Cette question de l'approfondissement des labours ordinaires prime toutes les autres... »

Il me paraît que pour juger de l'utilité pratique des labours profonds, le mieux serait de les envisager dans leurs divers rapports avec la nutrition des plantes : je vais essayer de dégager quelques facteurs du problème.

On entend dire souvent que la profondeur des labours limite la longueur des racines : cela n'est vrai que si elle atteint un banc de roche ou d'argile ; en terre arable, c'est toujours faux.

Les racines des céréales, de blé en particulier, s'enfoncent le plus souvent au delà de 1 mètre : de Gasparin avait écrit 2 mètres, Rissler a trouvé 1 m. 10, Lawes 0 m. 90, Schubert 2 m. 30, Yvan, dans les Indes, 3 m. 80, Garola, dans la Beauce, 0 m. 50, Perkins, en Colorado, 2 m. 20 ; j'ai moi-même, en Afrique (Medjerdah, Segui), suivi des centaines de racines de blé au delà de 2 m. 50, d'orge à 0 m. 85, d'avoine à 1 m. 30, de maïs à 3 m. 10, de pommes de terre à 2 m. 05, de betteraves à 1 m. 40. Dans les terres noires de la Limagne, qui ont 2 mètres d'épaisseur, les racines de blé s'enfoncent verticalement, les traversent et arrivent jusqu'à la couche de sable, toujours mouillée, car elle repose sur un lit d'argile (Dehéraïn).

Or, la profondeur réelle des labours pour céréales, dans les grandes régions culturales, varie

de 8-10 centimètres à 30-35 centimètres. Les plus grands agriculteurs du Canada m'affirment ne jamais dépasser — après un défrichement initial de 20-25 centimètres — des profondeurs de 12-15 centimètres pour la culture du blé; de bons colons de Tunisie voudraient bien lui en fournir 40. J'ai vu en Hongrie du maïs se contenter de 14 centimètres, tandis qu'on lui en donne régulièrement 30 dans la vallée de la Garonne. J'ai admiré de belles récoltes de seigle en Allemagne sur un sol labouré à 8-10 et trouvé de pitoyables récoltes d'avoine en Belgique sur des labours de 30-35. Campbell, le prototype des « farmers » scientifiques américains, fixe la profondeur utile des labours à 15-12-8 centimètres : à peu près celle de la culture arabe. Qu'est la vérité? où est la raison?

J'ai dégagé, au printemps, des plantes de blé en culture indigène, sur terres fortes argilo-calcaires qui n'ont jamais été profondément travaillées, et constaté que les racines avaient déjà, presque toutes, gagné en profondeur plus de 35 centimètres : 4 fois la profondeur du labour superficiel qui les porte!

Toutes ces constatations contradictoires semblent dire : que la profondeur à laquelle s'enfoncent les racines de nos cultures herbacées — en terres arables — est tout à fait indépendante de la profondeur à laquelle nous travaillons. Les végétations spontanées se voient-elles assigner dans

le sol, par un labour, une limite à l'activité de leurs racines? Tout autre, que la profondeur du labour, est sans doute le facteur qui intervient : ne serait-ce pas la qualité du labour? qualité assurant la continuité du sol travaillé avec les couches sous-jacentes, maintenant à la fois dans toute la masse la perméabilité (aux liquides et aux gaz pour les acheminer vers le bas) et la capillarité (aux solutions nutritives pour les remonter à la surface), évitant de créer aux racines des obstacles internes, qu'elles ne sauraient vaincre et qui normalement n'y existent pas.

« La terre des prés fertiles, des bois anciens, disait le physicien toscan Fabroni, est toujours, sans aucun travail humain, meuble et légère. Cette souplesse, cette légèreté qu'on s'efforce en vain d'imiter par le labour, dépend du nouveau terreau qui se forme chaque année à la chute des feuilles; le grand nombre de plantes, qui y végètent et pénètrent la terre, contribue beaucoup à la rendre très souple, puisqu'elles agissent comme autant de petits coins et la divisent beaucoup mieux que des labours répétés. »

Ce physicien était en même temps le meilleur des agriculteurs de son siècle : il doit avoir vu juste. L'eau doit jouer là un grand rôle : l'état de fraîcheur qui rend le sol favorable à la pénétration des instruments de culture doit vraisemblablement le maintenir aussi favorable à la pénétration des

racines, car les radicelles, les racines sont, en leur extrême souplesse, de puissants instruments de pénétration. Quand la fraîcheur du sol disparaît et cesse de permettre l'intrusion facile de l'outil, il y a bien des raisons pour que le rôle des racines devienne aussi plus difficile. Un travail d'ameublissement superficiel, permanent, serait-il capable de maintenir toujours le sol en cet état propice de fraîcheur et de souplesse que Fabroni trouva « dans la terre des prés fertiles, des bois anciens » ?

Je pose la question sans vouloir y répondre : elle est d'une telle importance pour les pays secs, qu'une réponse affirmative aurait une immense portée pratique. La justification des labours profonds par la nécessité de les subordonner aux dimensions des racines, paraît donc fort aléatoire : on conçoit mieux l'utilité d'une différence, dans la profondeur de l'ameublissement, pour satisfaire aux exigences des plantes qui doivent loger leurs réserves en terre (betteraves, oignons, tubercules...), exigences inconnues des plantes qui nous donnent des récoltes aériennes.

Est-il vrai que le labour profond permet seul de recueillir dans le sol les eaux de pluie ? Est-il vrai que l'eau emmagasinée dans l'épaisseur du labour constitue l'unique provision dont pourra disposer la plante ?

La réponse à ces questions se dégage des principes mêmes précédemment établis : le plus sûr moyen de recueillir l'eau des pluies, de la faire pénétrer jusque dans le sous-sol et de l'y conserver, consiste à recevoir ces pluies (en particulier les pluies automnales et les pluies printanières) sur des terres incessamment ameublies. Quant à l'épaisseur de l'ameublissement, il importe assez peu, si la parole de Dehérain est exacte :

« Quand on ameublit la couche superficielle par labour de déchaumage, on favorise la pénétration de l'eau non seulement dans cette couche superficielle, mais aussi dans la terre sous-jacente. »

Ou cette terre est perméable (terre arable), et l'eau ne saurait demeurer au-dessus sans s'y infiltrer ; ou elle ne l'est pas (roche ou argile), et l'eau doit séjourner au-dessus quel que soit le labour.

Cela indique nettement que la quantité d'eau emmagasinée dans l'épaisseur d'un labour n'a rien de commun avec la capacité d'un sol de culture, ni avec les besoins d'eau des plantes qu'il porte.

Reprenons nos calculs : nous avons, en effet, constaté qu'une récolte de 30 quintaux de grains à l'hectare devait prélever, pour son compte personnel, 3 600 mètres cubes d'eau (représentant une hauteur totale de 360 m/m.). Nous avons démontré que c'est là la quantité d'eau *passée* par les racines, mais nous avons bien souligné que, selon l'état d'entretien permanent de la surface du champ

(comme *propreté* pour éviter les plantes parasites, comme *ameublissement* pour éviter l'évaporation directe par la terre), la quantité d'eau totale consommée par cette superficie de 1 hectare au cours de l'année a pu varier dans d'énormes proportions. Nous avons fourni les éléments pour en faire le calcul dans chaque cas particulier, en chaque pays : nous pouvons dire ici que dans les *meilleures conditions* de la pratique courante actuelle, un champ capable de livrer aux cultures qu'il alimente 3 600 mètres cubes d'eau a dû en recevoir au moins le double, soit 7 200 mètres cubes (720 m/m.). Quelle serait donc la profondeur du labour capable d'emmagasinier en son sein cette masse d'eau?

Il n'est donc nullement vrai d'enseigner que la profondeur d'un labour règle la quantité d'eau que la terre peut mettre en réserve (à ce compte-là, les sols forestiers devraient toujours être secs, tandis qu'il n'en est pas de plus frais) : les lois physiques qui président aux mouvements des liquides dans les terres arables nous ont avertis *a priori* de la fausseté de cette conception. Et M. de Kerpely a toute raison de dire : la couche supérieure ameublie par labour d'automne reçoit l'eau très facilement, comme dans un réservoir provisoire d'où l'eau descend petit à petit dans les couches inférieures et y forme la réserve proprement dite. Je signale ici, à ce propos, l'étude de

M. John A. Widtsoe, directeur du collège d'agriculture de l'Utah et président du *Dry Farming Congress*, qui vient d'être traduit très récemment par M^{lle} Anne-Marie Bernard.

La profondeur du labour joue certainement un grand rôle dans la *mobilisation*, au profit de la plante, des aliments nutritifs du sol; mais il est certain que la *qualité du travail* exerce là une action toute prépondérante.

Nous avons vu qu'une terre franche ordinaire renferme de 3 000 à 6 000 kilogrammes d'acide phosphorique par hectare à 0 m. 25 de profondeur, et qu'une récolte moyenne n'en exporte que de 20 à 25 kilogrammes. Une culture de blé trouve donc aisément, à portée de ses racines, l'acide phosphorique dont elle a besoin, aussi bien que la potasse et l'azote: l'essentiel est que la préparation du sol et la méthode de travail les lui rendent assimilables, sans l'obliger à les chercher plus loin.

Bréal a démontré que les racines d'une plante déterminée prennent un développement d'autant plus grand, que le sol où elles pénètrent est plus pauvre en aliments. Pagnoul a prouvé que le rapport entre la partie aérienne d'une plante et sa partie souterraine (racines) peut varier de 47 à 130 pour 100.

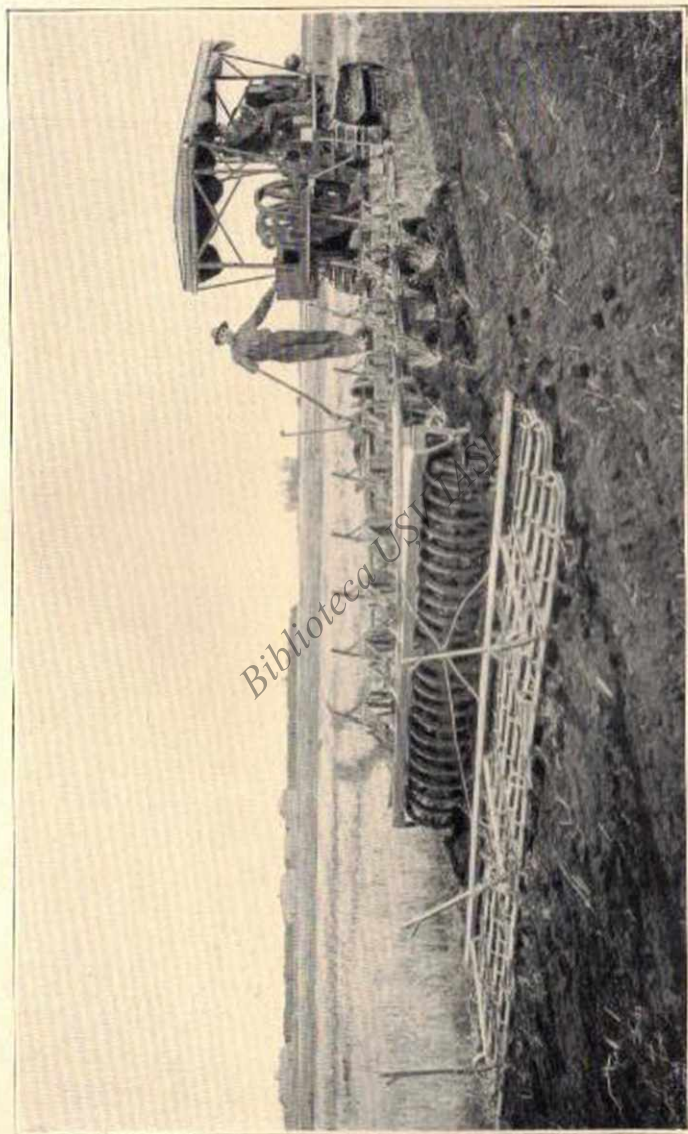
La racine ne se promène pas pour son bon

plaisir dans le sol : les forces qu'elle dépense dans sa course sont des forces perdues (sauf si nous lui avons donné cette mission spéciale de pénétrer et d'ouvrir le sol le plus profondément possible); les aliments qu'elle accumule dans ses tissus feront défaut à la plante (sauf si nous désirons qu'ils profitent à la culture suivante).

Le développement exagéré du système racinaire paraît être le résultat de l'obligation, en laquelle nos plantes se trouvent, d'employer, pour élaborer une même quantité de matière sèche, une quantité d'eau plus forte que celle qu'elles dépenseraient si elles étaient bien nourries. Une déduction s'impose : il y a le plus grand intérêt, non seulement à remonter du sous-sol le liquide nourricier à hauteur des jeunes racines, mais à l'y amener aux tiges les plus élevés possibles pour chaque élément chimique.

Or, quel est le titre des solutions nutritives que l'on trouve à l'état naturel dans un sol arable ? La question est du plus haut intérêt, mais je ne trouve, pour y répondre, que des chiffres d'une extrême discordance : je m'en excuse, n'ayant pas le loisir d'en chercher ailleurs de plus précis.

Schlœsing a montré (C. R. Académie des sciences) que les titres variaient beaucoup avec la dose d'humidité dans le sol arable, passant, pour l'azote, de 15 grammes à 573 grammes par mètre cube d'eau considérée; pour la potasse, de



LE DÉCHAUMAGE.

Le déchaumage doit suivre immédiatement la moisson : il exige un ameublissement intense mais peu profond.

(Cliché Cockburn.)

2 grammes à 15 gr. 6 ; pour l'acide phosphorique, de 0 gr. 2 à 2 gr. 8.

Il serait très dangereux de faire des moyennes pour en déduire les quantités de ces solutions que les plantes de blé ont dû évaporer afin de déposer dans leurs tissus l'équivalent des récoltes correspondantes. Ainsi, pour l'acide phosphorique, une solution titrant 1 gr. 5 par mètre cube comporterait, pour déposer 1 kilogramme d'acide phosphorique, une évaporation de 666 mètres cubes. Sur cette base, une récolte de 7 quintaux 5 de grain — exigeant 8 kilogrammes d'acide phosphorique — devrait disposer, par hectare, d'une hauteur d'eau de 532 millimètres ; une récolte de 15 quintaux, de 1 064 millimètres ; une récolte de 30 quintaux, de 2 064 millimètres.

Je n'ai pas besoin d'insister sur l'in vraisemblance de ces chiffres : nous savons que notre récolte de 7 quintaux 5 a pu se suffire avec 90 millimètres, notre récolte de 15 quintaux avec 180 millimètres, et notre récolte de 30 quintaux avec 360 millimètres.

Ce serait bien pire encore si on voulait s'en rapporter aux eaux de drainage qui, à Grignon, ont donné seulement 4 gr. 96 et 2 gr. 4 de potasse par mètre cube ; et cela, en des terres qui, à l'analyse, avaient pourtant révélé en leur sein 14 000 kilogrammes de potasse attaquable à l'hectare.

En azote, Dehérain a trouvé, par contre, suc-

cessivement, du 8 décembre au 3 mars, dans une jachère nue :

183 grammes par mètre cube d'eau considérée.

157	—	—	—
11	—	—	—
9	—	—	—
78	—	—	—
116	—	—	—

soit une moyenne de 100 grammes par mètre cube. A ce taux, nos récoltes types auraient eu seulement à évaporer, pour leur alimentation en azote : 25 millimètres pour la récolte de 7 quintaux 5 de grain, exigeant 25 kilogrammes d'azote ; 50 millimètres et 100 millimètres, pour les récoltes de 15 et 30 quintaux.

Pour conclure nous ne pouvons pas encore établir une relation — qui pourtant doit être certaine — entre le titre des solutions que nous surprenons dans le sol et les exigences des récoltes relatives aux minéraux dissous. En cet état de la question, et surtout si nos terres ne disposent que de provisions d'eau annuelles restreintes, il paraît indispensable d'y amener ces solutions aux titres les plus élevés, en favorisant la dissolution des matériaux. La préparation du sol en structure granulée est encore, à n'en pas douter, celle qui favorise les oxydations et dissolutions internes, et régularise le mouvement ascensionnel des solutions nutritives.

III. — DE L'UTILITÉ DES MOTTES DANS LES LABOURS

C'est une question qu'il paraît utile de préciser ici, certains théoriciens se mettant volontiers à la remorque des agriculteurs routiniers qui croient indispensable de produire et de conserver des mottes dans leurs labours.

En pays froids, quand les semailles d'automne s'effectuent sur des terres motteuses, trop difficiles à ameublir par les roulages et hersages, il demeure, à la surface, des mottes variant de grosseur. Les semoirs en lignes fonctionnent difficilement dans ces champs, que l'on ensemeince plus volontiers à la volée. Une part des grains germe ainsi trop près de la surface, et il est très heureux que des mottes y soient demeurées, mottes qui gèlent pendant l'hiver, s'effritent au printemps, sous le premier roulage, et viennent chausser le pied de ces pauvres plantes dénudées et mourant l'une après l'autre de froid.

Ce n'est là qu'un procédé de fortune. Partout où les semailles d'automne s'effectuent sur des terres bien ameublies, partout où la bonne préparation du sol permet d'ensemencer au semoir en lignes, qui place les graines à la profondeur convenable, il n'est point question de conserver des mottes inutiles : le seul regret de l'agriculteur est de ne pouvoir parfois s'en débarrasser.

Il est toujours mauvais d'effectuer des semailles sur des terres insuffisamment ameublies, au printemps comme à l'automne. Et c'est pourquoi les agriculteurs de certaines régions, pour parer à ce danger, s'empressent d'ouvrir leurs terres en grosses mottes avant les froidures d'hiver. Le gel les saisit quand elles sont imbibées d'eau : comme l'eau, en se congelant, augmente de volume, la masse est disloquée et se désagrège, s'émiette au dégel printanier. La terre se trouve ainsi finement ameublie, prête à recevoir rapidement dès les premiers beaux jours les semences diverses qu'on veut lui confier.

Le gel n'a pas d'autre action que cette action physique, dont l'intensité et l'efficacité demeurent soumises à tous les hasards d'une climatologie inconstante. S'il ne pénètre la motte jusqu'au cœur, s'il ne l'attaque qu'en surface, le dégel laisse demeurer un noyau compact et inerte que la herse de printemps ramènera au-dessus ou que le roulage enfoncera dans la terre comme un caillou.

Le gel et le dégel ont-ils un autre effet, d'ordre physiologique par exemple ? Il semble bien qu'on peut répondre catégoriquement : non. En effet, aucun rôle physiologique ne se conçoit sans une profonde aération de la masse. Or, ces gros labours d'automne qui découpent la terre en bandes ou en blocs épais, tout en lissant les parois des

mottes et le fond du sillon, sont bien loin de l'aérer : l'aération ne commence qu'au dégel, quand la masse se désagrège ; et alors, elle n'a lieu et ne peut avoir lieu que dans l'épaisseur même de la terre en dégel, à l'exclusion absolue de la couche sous-jacente.

L'air ne pénètre ainsi que l'épaisseur de terre ameublie par le dégel : et c'est pourquoi, dans ces pays, on ne rêve que labours profonds, car cette épaisseur limite étroitement le cube de terre arable qu'on met à la disposition de la plante pour y puiser ses éléments nutritifs.

C'est là seulement, dans cette couche ameublie, que des actions et réactions chimico-biologiques vont se produire au printemps, quand la nature se réveille, quand la terre est en mal d'amour, et que les myriades d'êtres atomiques qui la peuplent s'éveillent du sommeil hivernal. Pendant l'hiver, aucun de ces microbes ne travaille : dans ces mottes froides, gorgées d'eau, la nitrification est nulle, aussi nulle, nous le savons, qu'en des mottes brûlantes séchées par le soleil d'été.

L'utilité des mottes dans nos labours nous apparaît ainsi fort limitée : elle est limitée par l'impuissance de la charrue à produire un travail plus convenable. Et la meilleure preuve nous en est donnée par nos champs semés à l'automne.

Dans ces champs, que nous avons tâché d'ameublir aussi bien que possible avant de leur confier

nos semences, — et n'oublions pas que les semailles d'automne représentent les 9/10 des ensemencements annuels, — les grains ont germé avant l'hiver, avant que le sol ne devienne trop humide ou trop refroidi. Les plantes ont poussé, ce qui veut dire qu'elles ont trouvé dans le sol, encore vivant, les éléments nutritifs, hydrocarbonés et azote, dont elles avaient besoin. Puis la bise venue, la vie s'est arrêtée dans le sol, et la plante elle-même a sommeillé jusqu'à l'heure du réveil printanier. A ce réveil, sans que le laboureur intervienne par un nouveau travail quelconque, la végétation s'est reprise à vivre : la terre du champ ameubli et ensemencé dès l'automne, du champ qui a supporté, en cet état d'ameublissement, toutes les intempéries hivernales, se présente donc, au printemps, dans les meilleures conditions physiques exigées. Sa masse est assez poreuse pour demeurer perméable à l'eau et à l'air : c'est tout ce qu'il faut pour que la chaleur du soleil y propage la vie.

Si, dans ce champ, nous faisons, par le raisonnement, abstraction de la végétation ; si, après avoir subi à l'automne toutes les préparations pour recevoir les semailles, une partie de cette terre avait été oubliée et avait dû passer l'hiver sans semences, elle n'en aurait pas moins, au printemps, toutes ces qualités : et c'est exactement en cet état qu'elle se présentera si, au lieu d'être, dès l'au-

tomne, labourée par la charrue, elle l'est par un de ces instruments qui ne produisent pas de mottes et préparent d'un seul coup la terre en structure granulée, ameublie, qui la rendent poreuse à l'extrême, en émulsionnant, en incorporant de l'air à toutes ses parcelles, en même temps qu'ils y incorporent les fumures d'hiver.

Cette masse pourra se tasser quelque peu pendant le repos hivernal, sous les neiges ou la pluie, comme se tasse une éponge à mesure qu'on la compresse, mais *sans perdre jamais sa porosité*. Et quand le printemps sera venu, il suffira de décaper très légèrement la surface du sol pour placer les graines, semis, betteraves ou céréales de printemps, dans un milieu idéal poreux et continu, où une vie intense ne tardera pas à se développer.

IV. — LABOURS D'ENTRETIEN

Les travaux de préparation du sol comportent à la fois des labours de défonçage (rares), des labours d'ameublissement (pour toutes semailles), des labours légers (pour l'entretien des cultures).

Ces labours légers, qui sont des déchaumages ou des binages, ont des buts très divers :

1° Créer et entretenir à la surface du sol la couche légère, protectrice contre l'évaporation, favorable à l'infiltration des eaux, propice à la circulation de l'air;

2° Débarrasser le sol nu (jachères) ou les champs en culture de toutes plantes parasites gênant les plantes cultivées et salissant les récoltes.

La nécessité de ces travaux d'entretien, qu'ils s'appliquent à des jachères ou à des cultures, n'est point douteuse pour aucun agriculteur sérieux : la difficulté de les réaliser, de les répéter en temps opportun, était jusqu'ici le seul empêchement à leur extension pratique. Une terre de culture, sous aucune latitude, mais surtout en régions asséchées par les vents ou le soleil, ne devrait jamais demeurer incultivée.

Grandeau a écrit qu'une terre ameublie à sa surface perd une quantité bien moindre d'eau par évaporation qu'une surface tassée au niveau du sol. King a reconnu que la différence de perte journalière d'humidité entre un sol biné et un sol non travaillé peut atteindre 7500 litres par hectare. Des expérimentateurs plus récents ont trouvé en Russie jusqu'à 24300 litres par jour.

Qu'il me soit permis, pour bien montrer que la question n'est pas nouvelle, de rappeler avec quelle insistance Virgile, dans ses *Géorgiques*, insistait déjà sur les avantages des labours superficiels *afin d'empêcher l'évaporation de l'humidité* nécessaire à la végétation, condamnant impitoyablement les labours faits pendant la chaleur comme *étant très nuisibles* à la fertilité. Virgile prétendait au surplus, — et cela pourrait faire réfléchir nos mo-

dernes agronomes, — que les principes et la pratique de la culture doivent être établis et fondés sur une connaissance particulière de la nature du sol, « des différentes qualités des terres relativement à la nourriture qu'elles sont capables de fournir à la végétation ». Varron et Palladius adoptèrent et confirmèrent les théories de Virgile : on peut donc dire qu'elles sont vieilles comme le monde ; et pourtant nous sommes en train de les réinventer.

Des expériences très récentes de MM. de Kerpely et Fechtig (Académie hongroise de Debreczen), je détache quelques autres exemples :

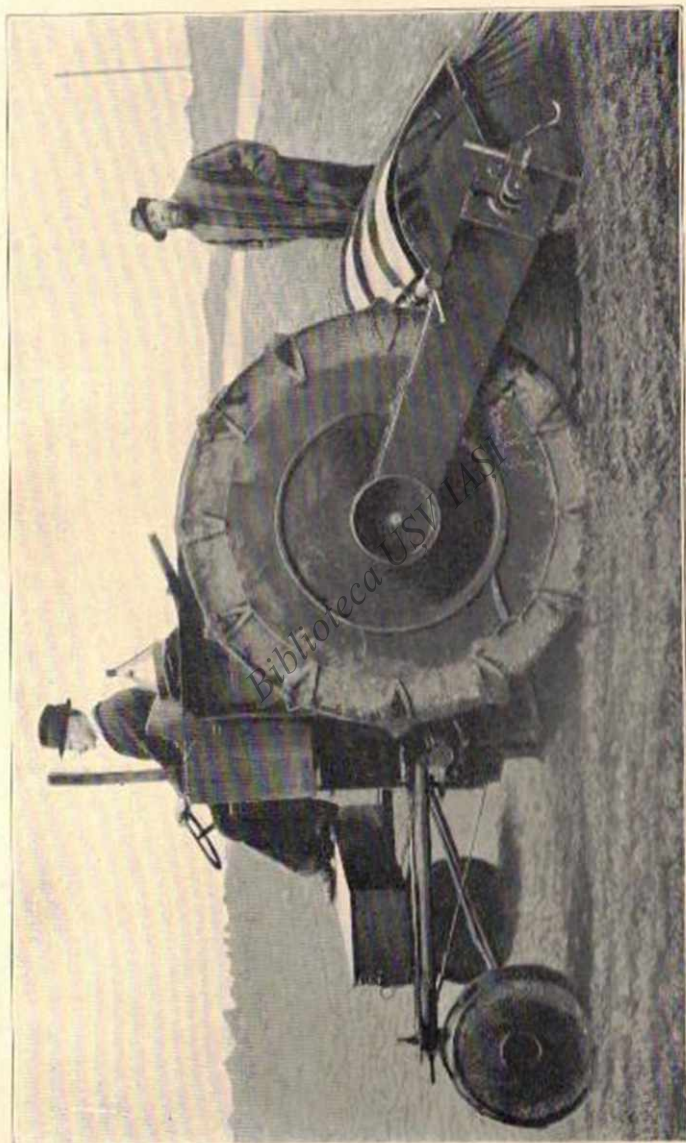
1° Un champ de chaumes fut en partie, le 7 avril, déchaumé et finement ameubli (à la herse à disques avec croisement à la herse ordinaire). Au 5 mai (un mois après), la même surface de la partie non ameublie renfermait 11200 litres de *moins que l'autre* : quantité équivalente à une chute de pluie de 10 m/m. 2, dont aurait seule bénéficié la partie ameublie.

2° Après une pluie abondante, « nous trouvâmes 770 hectolitres d'eau en plus dans la partie d'un champ de chaumes laissé incultivé, tandis que dans la partie finement déchaumée (disques et herses) nous en trouvâmes 1190 hectolitres de plus : et, chose particulièrement remarquable, cette dernière quantité descendit en deux jours jusqu'à 60 centimètres de profondeur dans le champ à surface

ameublie, tandis que, dans le champ intact, nous ne trouvâmes, au bout de ces deux jours, presque aucune trace de cette pluie au-dessous de 20 centimètres. »

3° En déchaumant (toujours avec disques, suivis de la herse), *immédiatement derrière la moissonneuse*, partie d'un champ de seigle, il leur fut facile, 11 jours après, — en plein été — de reprendre la terre pour un labour plus profond : elle s'était conservée fraîche, et le travail en fut aisé. Sur la partie du même champ non déchaumée, 11 jours après la moisson, la charrue ne pouvait presque plus travailler, et l'ameublissement fut fort pénible : il n'y avait plus que 9 pour 100 d'eau dans cette terre, tandis qu'il en demeurait 13 pour 100 dans la précédente. La récolte de foin de Moha qui suivit, marqua pratiquement ces constatations : la partie *uniformément ameublie* derrière la moissonneuse rapporta 2680 kilogrammes de foin de Moha, l'autre 1950 seulement.

Je pourrais multiplier ces citations et ces exemples : tous font concorder admirablement la théorie et la pratique, et il n'est pas aujourd'hui un colon attentif qui ne cherche à les appliquer. Avec les moyens dont il dispose, cela ne lui est pas toujours possible ; et tous les praticiens, tous les hommes d'initiative qui ont écrit sur ces questions constatent avec regret *l'insuffisance des atte-*



UN APPAREIL ROTATIF LÉGER
Les appareils rotatifs légers, sur champs cultivés, disposent de 70 à 80 % de leur force pour le travail utile de la frisure.

lages dont dispose l'agriculture. Les constructions mécaniques nouvelles, que je me suis fait un devoir de signaler, répondent encore à ce besoin : *rendre possible la lutte contre la sécheresse*, ne sera pas le moindre de leurs services. Je reviendrai sur cette question en parlant des méthodes culturales nouvelles, et en particulier du *dry farming*, qui n'est qu'une application extensive de principes qui nous sont connus depuis longtemps, et que la moitié des paysans de France mettent en pratique depuis des siècles.

Si ces déchaumages, ces labours superficiels sur sol nu, sont indispensables pour maîtriser dans le sol l'eau qui voudrait s'en échapper, ils sont bien plus utiles encore dans les cultures qui poussent, qui grandissent, qui donneront plus tard des récoltes. C'est pourquoi l'axiome séculaire *deux binages valent un arrosage* est si bien appliqué dans toutes les zones méridionales de la France, où les eaux sont rares (pluies ou irrigations) et les vents desséchants fort nuisibles.

Il n'y a pas, dans ces pays et dans tous ceux qui leur ressemblent, de cultures industrielles rémunératrices (pommes de terre, betteraves, chanvre, coton, fèves, maïs, melons,...) sans une large application de ces principes.

Il apparaît tout de suite que ces labours d'en-

tretien, ces binages — que l'horticulteur, le petit cultivateur exécute à la pioche ou à la fourche recourbée — ne peuvent pratiquement se faire, en grande culture, que dans des cultures en lignes. Si la pratique est bonne pour les plantes industrielles, — et tous les agriculteurs des grandes régions betteravières le confirment, — elle ne saurait être mauvaise pour les céréales, pour le blé en particulier : c'est ce qu'ont pensé nos plus intelligents agriculteurs africains ; et je suis heureux de saluer ici très amicalement le souvenir de M. Ryff, de la belle région sétifienne, et M. Bourdiol, de l'Oranais, dont j'ai suivi depuis des années les expériences.

Ces expériences sont trop intéressantes (je le montrerai à l'examen des méthodes culturales) pour que je résiste au plaisir de résumer ici ce qu'en écrit M. Hitier, de l'Institut Agronomique et secrétaire général de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale :

« Dès 1898, M. Ryff, à la suite d'expériences faites dans le champ du Comice agricole de Sétif, préconisait la culture à grand écartement pour permettre les binages. Il sème au semoir deux lignes de céréales espacées de 0 m. 20 et séparées par des vides de 0 m. 70 à 0 m. 80. Cet espace vide est entretenu propre et meuble par un ou deux binages exécutés en mars, avril et mai. Cette grande surface de terre, inculte et propre, assure

aux doubles lignes d'à côté l'humidité nécessaire qu'un espace plus restreint n'aurait pu leur procurer. Après la moisson, ces doubles lignes sont labourées, et l'espace de 70 à 80 centimètres, qui était resté en jachère binée, est ensemencé à son tour par une double ligne. C'est l'assolement biennal. Une moitié du terrain produit, et l'autre moitié reste en jachère. Mais au lieu d'avoir la moitié en jachère d'un côté et la moitié en culture d'un autre, la jachère se trouve entre les doubles lignes de céréales et contribue à assurer l'humidité nécessaire à ces dernières. Cette culture à grand écartement, permettant les binages, assure, en toute année, une récolte moyenne et ne coûte pas plus cher que la culture ordinaire.

« Sans connaître en rien les expériences faites à Sétif par M. Ryff, M. Bourdiol, à Rivoli, arriva à la même solution : pour conserver l'humidité du sol, il eut recours à des binages continus et appliqua sa méthode à la culture en grand des céréales.

« Son genre de labour divise le champ en bandes incultivées, d'une largeur moyenne fixée par l'expérience, de 0 m. 80 à 0 m. 90, séparées par des raies de 0 m. 15 à 0 m. 20 qui sont seules ensemencées. Dès que les lignes des céréales sont bien visibles et que le sol le permet, on fait un labour léger ou binage interlinéaire. Ce binage est répété sans faute après chaque pluie, dès que

la croûte superficielle se dessèche et se fendille. Les binages ne doivent être faits ni trop tôt ni trop tard après les pluies, pour leur permettre de produire le maximum d'effet utile. Ils seront répétés jusqu'à la maturité, sauf si l'état des récoltes pendantes ne permet pas à ce moment le passage des outils et des animaux; puis deux fois au moins pendant l'été, après la moisson faite. Les binages d'été, très importants, ne doivent jamais et sous aucun prétexte être négligés. La deuxième année de cette méthode culturale, on peut, dès le commencement d'octobre, commencer les semailles en ensemençant cette fois le milieu des bandes interlinéaires de la culture précédente. Et ainsi de suite.

« Quand on aperçoit pour la première fois un champ de céréales exploité selon cette pratique culturale, qui est nouvelle, du moins quant à son application à la grande culture, deux particularités frappent immédiatement le visiteur :

« 1° La faible superficie du sol occupé par les plantes;

« 2° La vigueur prodigieuse de la végétation.

« Par cette méthode, somme toute, l'humidité absorbée et retenue aussi longtemps que possible, la nitrification abondante et les transformations chimiques favorisées au maximum par un milieu chaud, et *humide même en été*, profitent tant aux récoltes en terre qu'à celles qui suivront. »

Nous appellerons désormais cette méthode de culture, la *méthode algérienne*, pour bien montrer qu'elle a reçu chez nous son application vraiment pratique; mais ceci dit, et pour donner à César ce qui revient à César, je demande pardon à M. Hittier de rappeler ici que l'inventeur du système, et celui qui en a fait en Europe une première application, avant même le pasteur Smith (1849), fut l'Anglais Jethro Tull¹. Vers 1680, Lucatello, voulant imiter la culture des Chinois (qui sont toujours nos maîtres dans l'art de faire rendre à une céréale (le riz) le maximum de récolte pour un minimum de semence), inventa ou modifia un de leurs semoirs dont le plan, déposé aux archives de la Royal Society de Londres, servit à Tull, cinquante ans après, à préciser et à appliquer sa nouvelle méthode culturale.

Tull était persuadé qu'on ne peut mettre les racines dans une position convenable que par une bonne culture de préparation « écartant les molécules les unes des autres », et par des labours fréquents successifs, « tenant les molécules dans un état de division tandis que les plantes croissent ».

Peu satisfait de la manière ordinaire d'ensemencer les terres, « persuadé qu'une partie de la semence est enterrée trop profondément ou pas assez, et pas distribuée régulièrement, il invente

1. *An Essay on the Principles of Vegetation and Tillage*, Printed for A. Millar, London, 1751.

un semoir qui fait des sillons, où les grains sont placés à une distance convenable les uns des autres et enterrés à la profondeur qu'on a jugée à propos. Il forme des planches dans lesquelles on sème 3 ou 4 rangées de grains, en laissant entre les planches une plate-bande non semée pour pouvoir cultiver les plantes à mesure qu'elles croissent. La largeur de cet espace est de 5 à 6 pieds pour le froment. »

« Tull fait toujours donner un dernier labour dans le temps que le grain commence à se former dans l'épi, persuadé que c'est le moment où il a besoin d'une plus grande quantité de substance, dont il serait privé sans le secours de labours de culture (binages).

« Sa méthode de culture est la plus propre pour détruire les mauvaises herbes et pour faire produire aux plantes des grains d'une bonne qualité. »

« Lorsque la moisson est faite, les plates-bandes sont changées en planches pour être ensemencées tout de suite : ayant reçu plusieurs labours de culture pendant la végétation, la terre se trouve suffisamment remuée pour être en état de recevoir la semence. La place qui a été moissonnée sert de plate-bande, et l'année suivante elle est ensemencée : de cette manière, la terre est un an sur deux en jachère ; quoiqu'elle ne soit pas entièrement ensemencée, puisqu'il y a plus de la moitié qui reste vide, *elle produit autant que si elle était remplie.* »

M. Bourdiol reconnaîtra pleinement là la base de son système; ses théories sont plus complètes et mieux justifiées par les conditions mêmes du climat africain : je ne crois pas me tromper en leur prédisant le plus grand avenir; celles de Tull étaient inopportunes dans son pays, et elles sont demeurées étouffées sous les brumes d'Irlande.

La méthode algérienne pose en outre, et semble résoudre, un problème cultural qu'il n'est pas inutile de souligner ici : *l'inutilité relative des labours profonds.*

M. Bourdiol, qui se contente d'entretenir la jachère dans ses interlignes de 0 m. 80 à 1 m. 20, sème directement chaque année, sur cette jachère, sans perdre son temps, son argent et ses peines à la rompre par un labour général.

Il a constaté par la pratique, qu'entre parcelles identiques, recevant les mêmes quantités d'eau et de fumures, dont les unes sont fortement labourées à la charrue et les autres simplement entretenues ameublées, le rendement des récoltes est à peu près le même et généralement meilleur sur les parcelles non labourées.

Ce fait est d'ailleurs connu dans toutes les cultures en sols sableux, même tropicales, où les indigènes se contentent de gratter la surface et la remuer sans cesse.

Il est aussi la confirmation pratique des expériences de Dehérain à Grignon, desquelles il résulte qu'en période de *semailles tardives*, sur un sol difficile à préparer, les récoltes sont d'autant plus abondantes et mieux assurées que le sol est le moins profondément attaqué et le plus finement ameubli.

Ces constatations de la méthode culturale algérienne heurtent notre routine, nos habitudes irraisonnées; mais elles ne surprendront point Milton Withney ni ses collaborateurs du Bureau des sols, ni même Campbell et ses adeptes : pour eux tous, la *qualité du labour* a une importance tout autre que sa profondeur, et cette conception, que j'énonce timidement moi-même, paraît être une vérité agrolologique incontestable.

Je n'insiste pas davantage sur ce grave problème de la préparation du sol : je voudrais avoir toute la science de nos maîtres pour étudier à fond les questions qu'il provoque, et que je n'ai su qu'ébaucher. Une certitude bien nette se dégage de ces recherches; les phénomènes essentiels de la physiologie végétale sont intimement liés à l'état particulier du support naturel dans lequel ils s'effectuent : le sol.

La graine qu'on lui confie veut trouver en son sein un confort sans lequel elle refuse d'éclore,

sans lequel elle ne donne la vie qu'à une plante malingre, chétive. Dès que le germe est éclos, comme des lèvres d'enfant vont au sein de la mère, les racines qui poussent cherchent leur vie dans le sein de leur mère nourricière, la terre. Et à mesure que la plante grandit, les racines s'allongent par la turgescence de leurs cellules, pour accomplir, en de merveilleux phénomènes d'osmose, leur rôle de pourvoyeuses alimentaires.

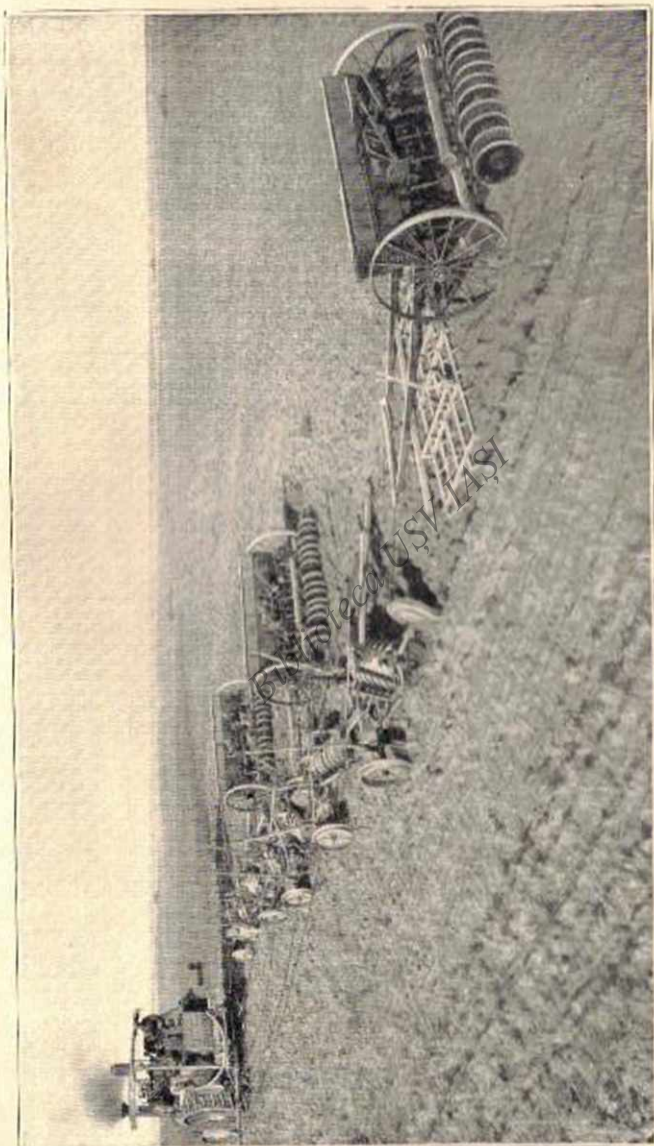
Il est donc nécessaire que le milieu dans lequel elles opèrent soit bien adapté à leurs fonctions : vigoureuses et combatives, elles ne se rebutent pas devant quelques difficultés, et vont parfois bien loin puiser les solutions nutritives sur lesquelles, pour chaque plante, l'action protoplasmique s'exerce le plus volontiers. Mais, quelque riches que soient les approvisionnements, si, pour les atteindre, le chemin est trop difficile, s'il est coupé d'obstacles, tels que des parois comprimées, des mottes trop dures, des vides trop grands, des poches pleines d'eau, la pauvre racine fait de vains efforts, se détourne, s'arrête, repart, épuise son énergie et ne peut plus fournir à la plante les aliments dont elle a besoin : la plante souffre, monte mal en tige, fleurit à regret et, finalement, le grain attendu ne se forme point, la récolte promise ne vient pas.

Si la germination de la graine se fait au contraire en milieu adéquat, en un point idéal de la couche travaillée : d'où les radicelles, comme des vers

de terre, puissent s'insinuer vers l'intérieur sans jamais perdre le contact des particules terreuses, à travers lesquelles l'eau et l'air circulent et propagent la vie; d'où les tigelles émergent aisément au dehors, à travers la couche superficielle ameublie, qui les couvre et les protège comme un vêtement léger, la plante grandit, vigoureuse et saine, fructifie avec abondance.

Les liens qui unissent le sol à la plante sont ainsi des plus intimes : plus que le choix des semences, plus que l'apport des engrais, la bonne préparation du sol pour les semailles et son entretien durant la végétation, contribuent à réaliser les espérances des agriculteurs. Faciliter les fonctions des racines, les faire travailler dans un habitat convenable, doit être le plus sûr moyen de rendre la plante féconde et productrice.





COMBINAISON AMÉRICAINE

Les appareils lourds ne pouvant repasser sur un champ cultivé cherchent à tirer à la fois tout un arsenal. Gare aux virages !

(Cliché Pare), Berlin.)

CHAPITRE II

RECONSTITUTION DES RÉSERVES ALIMENTAIRES



I. — LES RICHESSES DU SOL

CATON, l'homme si attaché au *soc*, avait dit : « Une bonne culture consiste, premièrement à bien labourer, secondement à bien labourer, troisièmement à *fumer* ». Caton, Columelle, et Virgile lui-même, se permettaient déjà, en ces temps lointains, de recommander la culture des fèves, des lupins, de la vesce, conseillant de *les enterrer avec la charrue avant qu'ils ne soient parvenus à maturité*; et Virgile était persuadé que le froment vient avec succès après ces sortes de cultures, capables de bonifier la terre, loin « de l'épuiser comme feraient d'autres espèces ».

La méthode de bonifier les terres par l'art des engrais, des fumures, disait l'abbé Rozier, est presque aussi ancienne que l'art de cultiver. Pline

(17^e livre, chap. 9) dit que, selon Homère, le vieux roi Laertes fumait son champ lui-même. Augias, roi d'Elide, employa en Grèce cette pratique. L'histoire de Chine nous apprend que Yu, le premier empereur des Yao, recommandait déjà les fumiers, dans son ouvrage sur l'agriculture.

Ces antiques théories, qui se sont perpétuées dans la pratique agricole, sont capables de faire sourire aujourd'hui les théoriciens qui prétendent prendre tout à la terre sans jamais rien lui restituer; qui exigent d'elle des récoltes, sans jamais reconstituer en son sein les éléments d'épargne qui lui sont soustraits. Cette thèse est tellement contraire à l'esprit de prévoyance de l'agriculteur français, que je me refuse résolument à l'exposer. Sur ce terrain, j'en resterai donc aux traditions, laissant aux techniciens le soin de propager les nouvelles doctrines.

Les Romains s'étaient déjà plaints de ce que leurs terres *vieillissaient* : elles sont encore fertiles aujourd'hui, ce qui démontre bien pourtant que la simple nature exerce là une action bienfaisante. Tremellius, comparait une terre nouvelle défrichée à *une jeune femme qui cesse d'enfanter à mesure qu'elle avance en âge*. Columelle s'éleva fortement contre cette opinion, disant qu'une terre ne cesse jamais de produire pour cause de vieillesse ni d'épuisement, mais parce qu'elle est *négligée*.

Les Américains, comme les Romains colonisa-

teurs, se plaignent aujourd'hui de ce que leurs terres aussi, — bien jeunes pourtant, — vieillissent et s'épuisent : si Columelle revenait, il leur dirait sans doute qu'ils les travaillent mal, qu'ils les négligent, qu'ils en ont pris trop vite ce qu'elles avaient de disponible sans leur permettre de reconstituer des réserves. Fabroni leur ferait remarquer les dangers d'ouvrir si brutalement au soleil les terres vierges, de trop les labourer, ce qui *décompose trop vite le terreau* ; il leur démontrerait que les engrais minéraux ont le défaut de durcir et de resserrer le terrain, tandis que les « engrais du règne végétal » sont destinés, par la nature même, à réparer la perte de terreau qui se décompose : il leur conseillerait « de multiplier dans leurs terres les végétaux qui se décomposent par la putréfaction, et de diriger leurs soins à former beaucoup de terreau ».

Et c'est bien ainsi, je crois, que la question se pose : chez les Américains, comme en tous pays neufs, l'oxydation trop rapide de l'humus que contenaient les terres vierges, l'absence d'une saine méthode de reconstitution de ces humus, — humus dont nous avons indiqué le rôle exceptionnel en agriculture — sont les causes réelles de déboires, de désillusions. Comme l'humus est une production de la vie, a dit Thaer, de même aussi il en est la condition. La valeur du sol s'élève avec la proportion d'humus qu'il contient.

C'est donc là une question que je ne pouvais pas manquer d'aborder ici, bien des gens, à courte vue, ne se faisant pas faute de dire que l'exploitation intensive du sol doit fatalement ruiner les terres.

« S'il réussit à augmenter la masse des matières alimentaires que produit son domaine, a écrit Dehétrain, le cultivateur sert à la fois l'intérêt général et sa propre fortune, car la prospérité agricole est bien mieux assurée par l'accroissement de rendement que par l'élévation des prix. »

Augmenter le rendement des récoltes signifie : prélever dans les réserves du sol une quantité plus grande d'éléments nutritifs. Comme les chiffres sont très éloquentes en leur simplicité, nous allons à nouveau nous en servir : aussi bien n'est-ce là qu'une question d'arithmétique.

Nos récoltes de blé exportent du sol, avons-nous dit :

	Azote	Acide phos.	Potasse
Pour produire 7,5 quintaux de grains.	24 k. 15	11 k. 10	15 k. 9
— 15 — —	48 k. 3	22 k. 2	31 k. 8
— 30 — —	96 k. 6	44 k. 4	63 k. 6

Au cours normal des engrais pendant ces dernières années, leur prix de revient sur les champs,

dans nos fermes africaines et sans doute aussi en beaucoup d'autres, met :

Le kilogr. d'azote, à environ.	Fr. 2. »
— d'acide phosphorique, à environ. —	» .60
— de potasse	— » .60

Une récolte de 30 quintaux de grains exporte donc du sol, en ces éléments minéraux, une valeur de :

Azote.	$96,6 \times 2 =$	Fr. 193.20
Acide phosphorique.	$44,4 \times 0,6 =$	— 26.64
Potasse.	$63,6 \times 0,6 =$	— 38.16

Ces chiffres seraient proportionnellement réduits pour des récoltes de 15 et 7,5 quintaux ; mais leur rapport resterait le même. Ils indiquent :

1° Que nos récoltes de blé consomment un de ces éléments, l'azote, en quantité double ;

2° Que la quantité d'azote ainsi exportée vaut au moins 7 fois la valeur de l'acide phosphorique et 5 fois la valeur de la potasse.

3° Qu'il représente à lui seul 75 pour 100 de la valeur totale des éléments nécessaires à la constitution des récoltes.

Cet élément est celui qui, de toute évidence, doit nous préoccuper le plus : nous devons avoir le souci de connaître ses origines et de savoir quel est le fournisseur qui peut nous le livrer à meilleur compte : sans m'occuper des engrais azotés miné-

raux du commerce (nitrates divers, sulfate d'ammoniaque, cyanamide), je veux simplement indiquer ici les sources naturelles d'azote, connues, dont l'agriculteur demeure le maître.

II. — SOURCES NATURELLES D'AZOTE

AZOTE ATMOSPHERIQUE

A la faveur des orages et des éclairs, il se forme dans l'air, sous l'influence de la foudre, des combinaisons d'acide nitrique et d'ammoniaque, que les pluies annuelles épandent sur le sol.

Une hauteur de pluie de 500 millimètres apporte, d'après Dehérain, 10 à 15 kilogrammes d'azote par hectare et par an. Les mesurages de Way, Lawes et Gilbert ont prouvé que les chutes de pluies ou de neiges ont fourni aux terres de Rothamsted — durant des années — une moyenne de 8 kil., 8 d'azote, par hectare et par an. Les analyses effectuées de 1892 à 1899 à Tunis (Malet) ont confirmé que les pluies de fin d'été et d'automne sont particulièrement riches en ammoniaque et azote nitrique, et révélé des teneurs de 0 milligr., 4 à 0 milligr., 9 par litre en ammoniaque, 2 milligr., 2 à 3 milligr., 8 par litre en acide nitrique, ce qui équivaut à 10 kilogrammes par hectare et par an pour une hauteur de pluies de 300 millimètres, et à 15 kilogrammes pour une hauteur de pluies de 450 millimètres.

En comparant ces chiffres avec ceux qui représentent les quantités d'azote consommées par nos récoltes, on voit que les précipitations atmosphériques nous livrent à peu près la moitié de l'azote total exporté par une production de 7 à 8 quintaux de blé.

Cette source d'azote n'est donc pas aussi négligeable que certains auteurs le disent ; c'est une fourniture *gratuite*, qui exige de notre part un seul effort : maintenir la surface de nos terres en état tel, que l'eau de pluie puisse s'y infiltrer, sans se perdre aux hasards du ruissellement.

Certaines eaux d'irrigation sont elles-mêmes très chargées en azote : des fleuves américains en ont donné jusqu'à 3 gr., 7 par mètre cube, et Müntz en a trouvé 1 gr., 188 dans les eaux du Rhône, 0 gr., 435 dans celles de la Durance.

AZOTE ORGANIQUE

Si nous voulions exposer cette question à fond, ceci ne serait pas le sous-titre d'un simple chapitre, mais celui d'un ou de plusieurs volumes, car nous abordons là le vaste problème de la nitrification et de toute la microbiologie agricole. Les travaux récents de Miguel, Fraenkel, Koch, Adametz, Nobbe et Hilltner, Holde, Kramer, Gerlach, Vogel, de Freudenreich, Maggiora, Egunöw, Löhnis, Krüger et Schneidewind, Caron, Moore

et de tant d'autres, précisent, développent, complètent l'œuvre merveilleuse des Liebig, Boussingault, Schlœsing, Müntz et de tous les savants déjà cités dans mes premières pages.

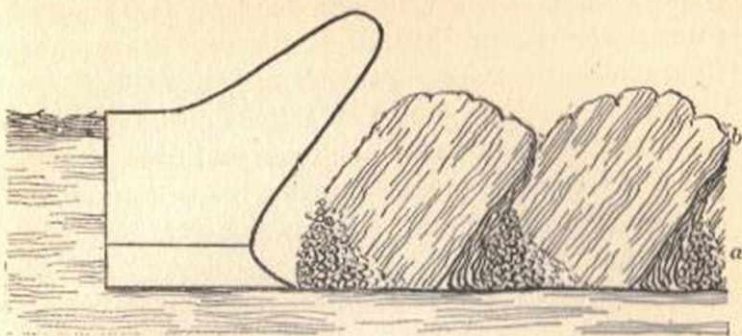
Ces recherches de la science intéressent au plus haut point notre agriculture pratique. Je n'en tirerai ici que de courtes conclusions, se rattachant au rôle de la motoculture dans ses rapports avec la nitrification.

FUMIERS, ENGRAIS VERTS, RÉSIDUS DE RÉCOLTES.

Dans les sols qui ne reçoivent que des fumures organiques, fumiers de fermes ou plantes enfouies en vert, dans les champs où l'unique fumure est due à la décomposition des racines et détritiques des végétaux des précédentes récoltes, l'azote existe sous des formes impropres à son assimilation par la plante qui pousse, et ne devient alimentaire qu'après transformation en acide nitrique. Il est donc de toute nécessité que les phénomènes complexes qu'on désigne d'un mot — la nitrification — s'accomplissent, pour rendre l'azote apte à l'alimentation du végétal.

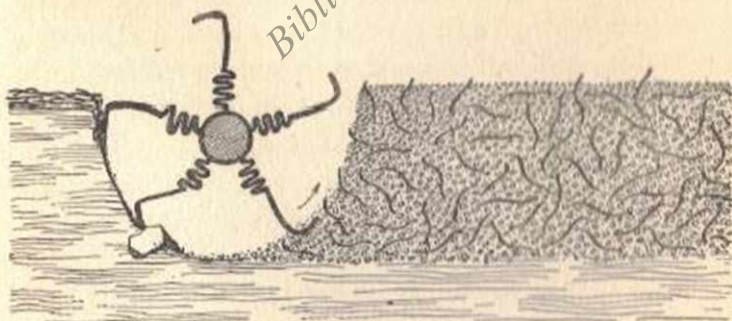
Nous connaissons dans leurs traits essentiels (Grandeau) les conditions de la nitrification, qui sont :

a) *La présence dans le sol de microbes nitrifiants.* Presque tous les sols en contiennent;



L'ENFOUISSEMENT DU FUMIER PAR LA CHARRUE.

- a) La couche de fumier est fractionnée par paquets entre les mottes à chaque sillon.
 b) Mais elle n'est pas répartie dans l'intérieur des mottes.



L'ENFOUISSEMENT DU FUMIER TEL QUE LE RÉALISENT
 LE JARDINIER ET LES NOUVEAUX APPAREILS DE MOTOCULTURE.

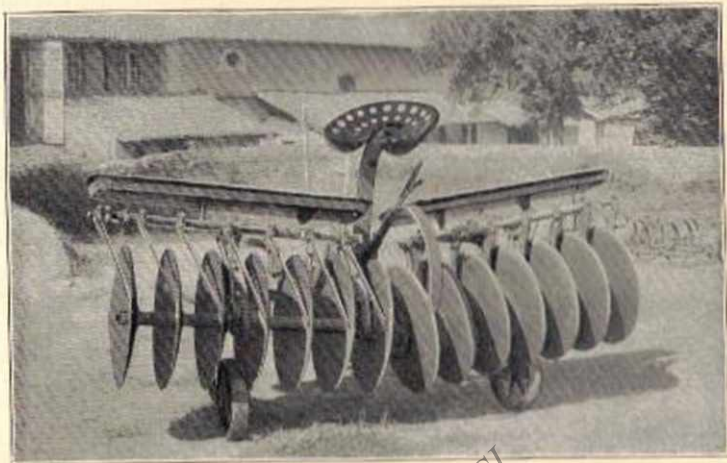
Chaque brin de fumier devient un centre de nitrification.

Müntz et Aubin ont constaté leur présence même dans les lieux déserts. Müntz les considère comme intervenant partout dans la formation des humus : toutes les pratiques agricoles qui rendent les terres fertiles favorisent leur vitalité.

b) *La présence, dans la terre, d'une base (chaux, magnésie ou potasse).* Sauf de rares exceptions — que des amendements peuvent corriger — ces bases, la chaux surtout, existent dans tous les terrains fertiles, en quantités largement suffisantes. Leur rôle est de capter l'acide nitrique au fur et à mesure que les fonctions microbiennes le produisent et de le fixer sous la forme de nitrates, de nitrate de chaux, qui est l'aliment azoté véritable des végétaux que nous cultivons.

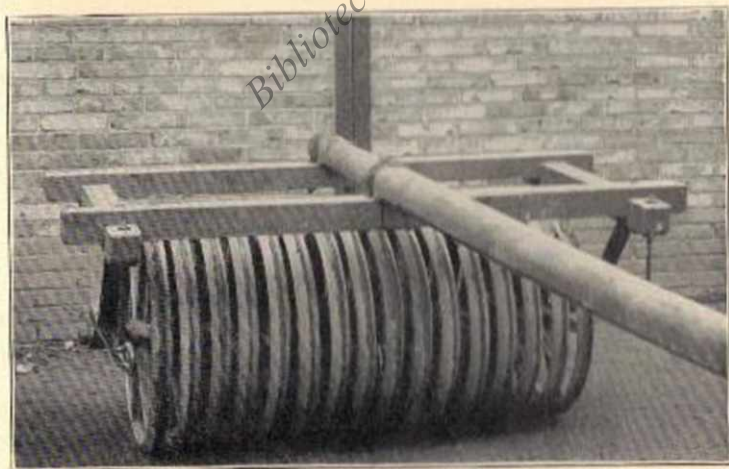
c) *Une certaine température et un degré d'humidité convenable :* conditions que nous avons antérieurement précisées, et qui sont pleinement réalisées, à l'exclusion des hivers très froids et des étés très chauds, pendant les longs printemps chauds et les automnes humides.

Comme ces nitrates sont très solubles, et risquent d'être entraînés en profondeur, par des eaux surabondantes, hors de portée des jeunes racines, les semailles gagnent à être précoces pour que les plantes retiennent ces solutions azotées et en profitent. Chacun sait que les jeunes herbes de printemps sont, pour l'élevage, considérées comme très riches en matières azotées.



HERSE A DISQUES

Cette herse exige des disques très rapprochés pour ameublir régulièrement toute la surface (Doering.)



Une forme du fameux rouleau américain compresseur de sous-sol, qui n'est autre que le vieux rouleau squelette de Dombasle.

d) *Une aération suffisante du sol.* Les microbes, comme tous les êtres vivants, respirent de l'oxygène, rejettent de l'acide carbonique : c'est donc dans un sol finement divisé et profondément aéré que les fermentations sont le plus actives. Mieux les fumiers et déchets organiques sont mélangés, incorporés aux particules terreuses — au lieu d'être comprimés en couches épaisses entre de grosses mottes, — mieux se multiplient les colonies microbiennes, plus intense se fait la nitrification. Plus souvent un sol arable est aéré, secoué, remué (se rappeler les célèbres expériences de Berthelot, même sur terres stérilisées), mieux naît et se développe la vie microbienne.

L'azote des matières organiques passe à l'état d'ammoniaque, puis d'acide nitreux, et enfin d'acide nitrique, qui ne sachant demeurer à l'état libre dans le sol, devient nitrate, ce précieux nitrate que nous livrent à si haut prix les usines de produits chimiques ou les nitrières du Chili. Qu'a-t-il fallu pour le produire ? Un travail convenable du sol, adapté à une saine méthode culturale.

Réflexions. — Les considérations qui précèdent provoquent quelques réflexions :

1° Enfouir avant l'été des herbes en vert, qui auront mobilisé dans le sol tous les nitrates de printemps, est l'enrichir d'une grosse quantité de matière facilement décomposable et assimilable : les moutardes, les vesces enfouies en vert, donnent

un apport de 150 à 200 kilogrammes d'azote par hectare. Une récolte avec engrais verts (Kayser) équivaut à celle obtenue avec un apport de nitrate de soude : Müntz en a fait la démonstration sur du maïs ;

2° Irriguer ou rendre humide une terre asséchée par l'été, mobilise les nitrates, qui, sans eau, y demeurent inertes et sans emploi ;

3° Laisser nue une terre jusqu'au début de l'hiver, l'ensemencer tardivement, expose à une perte certaine des nitrates d'automne, acheminés en profondeur par les premières pluies, si elles sont trop abondantes. Effectuer des cultures dérobées à végétation rapide, semées après la moisson et enfouies à l'automne ou au printemps suivant, est un moyen certain de s'emparer des nitrates formés et de les utiliser au profit d'une culture subséquente.

La nitrification, écrit Dehérain, cause de prospérité quand elle se produit en temps opportun, devient ruineuse quand elle se continue sur une terre dépouillée de ses récoltes : pendant une arrière-saison humide, une terre fertile perd, par entraînement dans les eaux souterraines, autant d'azote qu'il en existe dans 200 à 300 kilogrammes de nitrate de soude. Un hectare de terre nue, en arrière-saison, perd aisément plus de 20 kilogrammes d'azote ; il n'en perd que 0,4 avec une culture d'avoine dérobée, 0,51 avec des pois, 1,10

avec du trèfle ; mais il en perd 14,5 avec du maïs fourrager, qui est plutôt épuisant. Toutes les plantes ne présentent donc pas le même intérêt comme engrais verts, et nous devons rappeler ici le rôle merveilleux des légumineuses.

III. — LES LÉGUMINEUSES

Notre grand savant Georges Ville avait reconnu qu'une récolte de luzerne, qui exporte de grandes quantités d'azote, laisse pourtant la terre plus riche en cet élément. Hellriegel montra que dans une terre stérilisée au feu, les légumineuses n'émettent d'abord que des tiges grêles, des feuilles étroites, et qu'il suffit d'y ajouter de la terre de luzerne pour que les plantes deviennent plus vigoureuses : ces plantes avaient *faim d'azote*. C'est le rôle des bactéries, si bien étudiées par Prillieux et Bréal, qui forment des colonies dans les nodosités garnissant les racines des luzernes et autres légumineuses, de puiser abondamment, *dans l'air de l'atmosphère s'infiltrant jusqu'aux racines*, l'azote nécessaire pour apaiser cette faim.

Ces colonies microbiennes, qui vivent là sans doute en parasitisme, empruntent à la plante une part des hydrocelluloses qu'elle élabore, lui cédant en retour ce précieux azote, en un état assez mal défini encore, propre à une assimilation rapide : elles en cèdent à discrétion, si bien qu'après une

culture de légumineuses, le sol se trouve largement enrichi en azote, azote que les graminées (ne vivant, il est probable, que des matières azotées du sol et non de l'azote de l'air comme les légumineuses) auront la faculté d'utiliser.

Les légumineuses sont ainsi notre meilleur fournisseur d'azote, d'azote qui ne leur coûte rien, car elles le puisent dans l'atmosphère, tout comme les machines de Georges Claude, les appareils de Linde, les formidables installations de Norvège et d'ailleurs qui décomposent l'air sous l'arc voltaïque : des infiniment petits mettent là leur infinie puissance à la disposition de l'agriculteur. Que lui coûte-t-il d'en user ? C'est toujours le même refrain : une bonne préparation du sol, qui favorise la création et l'expansion de ces colonies microbiennes ; une saine méthode culturale, qui fasse aux légumineuses une large place dans les assolements. Depuis Virgile, bien d'autres l'ont dit ; je ne fais très modestement que le répéter.

« Pour recueillir beaucoup de céréales, écrivait Léonce de Lavergne dans son *Économie rurale de l'Angleterre*, il vaut mieux réduire qu'étendre la surface emblavée : en consacrant la plus grande place aux cultures fourragères, on n'obtient pas seulement un grand produit en viande, lait et beurre, mais encore un plus grand produit de blé. »

« La France, ajoute aujourd'hui M. Hitier, pays

de blé, a le plus grand intérêt, pour maintenir et augmenter la production du blé sur son sol, à développer en même temps, le plus possible, les cultures fourragères et à entretenir par conséquent un cheptel de plus en plus nombreux. »

Voyez comme quoi ces déductions se lient : l'agriculture rationnelle conduit tout droit à l'élevage, et la motoculture vient l'affermir dans cette voie.

En plus des fumiers, des plantes enfouies en vert et surtout des légumineuses, il est une autre source d'azote organique non négligeable : *le résidu des récoltes* :

On a calculé que 1 hectare de vieille luzerne laisse dans le sol jusqu'à 37 000 kilogrammes de racines (ce qui représente 300 kilogrammes d'azote ou 50 000 kilogrammes de fumier). Les vieux herbages laissent environ 50 000 kilogrammes de déchets, et les vieilles prairies jusqu'à 150 000 kilogrammes dans une épaisseur de 20 centimètres (ce qui explique la richesse des défrichements de la prairie américaine).

Boussingault avait estimé le résidu sec laissé à la surface après les récoltes à :

518 kilogr.	pour le blé,	représentant 2 kg. 1 d'azote.
650 —	pour l'avoine	— 2 kg. 6 —
1.647 —	pour le trèfle	— 27 kg. 9 —

Müntz et Girard, complétant ces données par l'adjonction du poids des racines, poussent ces chiffres à :

1 500	kilogrammes	pour le blé ;
1 637	—	pour l'avoine ;
2 264	—	pour le trèfle.

Si on ajoute encore le poids des feuillages se détachant à l'état sec au cours de la végétation, on voit quel rôle, dans la reconstitution des humus, peuvent jouer ces fumures accessoires enfouies chaque année par de bons déchaumages.

Ce rôle serait même d'une exceptionnelle importance en cultures de céréales, dans les pays où la paille a fort peu de valeur, si l'épi seul était coupé à la récolte, — comme au temps des Gaulois, — les tiges demeurant en place pour être immédiatement triturées, incorporées au sol. Une récolte de 15 quintaux de grain laisserait ainsi, plus de 4 000 kilogrammes de déchets organiques à l'hectare, auxquels un enfouissement rapide conserverait toute leur valeur. C'est d'ailleurs une pratique courante en certains pays d'Amérique, patrie des Espigaderas.

Il me semble intéressant de rappeler ici à ce propos les chiffres de Dehérain, indiquant la teneur en principes fertilisants (azote, acide phosphorique, potasse) par 1 000 kilogr. de chacune des parties (paille et grain) de nos récoltes usuelles :

		Azote	Acide phos.	Potasse
		Kilogrammes	Kilogrammes	Kilogrammes
Blé	paille.	4,8	3,04	5,00
	grain.	21,04	8,94	5,50
Orge	paille.	4,8	1,9	0,3
	grain.	15,2	7,2	4,8
Avoine	paille.	4,00	2,8	9,7
	grain.	19,2	5,5	4,2
Maïs	tiges	4,8	3,8	16,6
	grain.	16,00	5,5	3,3
Fèverolles	tiges sèches	16,3	4,1	20,00
	grains	40,6	11,6	12,00
Trèfle rouge	foin.	20,00	5,6	19,5
Luzerne.	foin.	20,00	5,1	15,2
Vesces	foin.	22,7	6,2	20,00

J'en déduis ceci pour la question particulière qui nous occupe : une récolte de blé qui laisserait par hectare 40 quintaux de déchets, y compris les *balles* qui entourent le grain et qui sont très riches en acide phosphorique, permettrait de restituer au sol, au déchaumage : 19 kil., 2 d'azote, 12 kil., 16 d'acide phosphorique et 20 kilogrammes de potasse.

Quant aux récoltes de légumineuses (plantes améliorantes), Bréal en établit le bilan comme suit :

1° Les racines et déchets de luzernes laissent par hectare 85 kilogrammes d'azote;

2° Le sol, au lieu de fournir de son azote, s'est enrichi lui-même, sous l'influence des colonies microbiennes, de 246 kilogrammes d'azote, ce qui produit un gain total de 331 kilogrammes d'azote, au profit de la récolte de céréales qui doit suivre.

Ces chiffres prennent toute leur valeur si on se rappelle qu'une tonne de bon fumier représente : 5 kilogrammes d'azote, 3 kilogrammes d'acide phosphorique et 5 kilogrammes de potasse.

IV. — COOPÉRATION DES DIVERS ÉLÉMENTS

Dans la reconstitution des réserves alimentaires en nos sols de culture, notre premier souci doit aller vers l'azote, mais sans nous amener à nous désintéresser des autres éléments. Nous devons, à ce sujet, élucider un point qui demeure trop incertain dans l'esprit de beaucoup d'agriculteurs.

Les éléments azote, acide phosphorique, potasse jouent dans un sol normal, grâce aux humus, des rôles solidaires : nous avons dit déjà que l'humus fait coopérer, au profit de la plante, dans un sol fertile, ces principaux éléments aux mêmes fonctions alimentaires. Et si les exigences des cultures en l'un de ces éléments sont satisfaites — parce qu'il se trouve dans le sol ou y est apporté en plus grande abondance, — son action sera malgré tout *négative si l'un des autres éléments fait défaut.*

« Il est indispensable, écrit Grandeau, que le

sol renferme, en quantité proportionnelle à la récolte que peut produire sa teneur en azote assimilable, les autres éléments fertilisants, notamment l'acide phosphorique et la potasse, nécessaires à la constitution de cette récolte.

« On ne saurait trop insister sur ce fait qu'on n'obtient d'un engrais l'excédent de récolte qu'il peut fournir, comparativement à la récolte du même sol non fumé, qu'à la condition rigoureuse que chacun des principes assimilables, nécessaires pour produire cet excédent, existe en quantité suffisante dans le sol. Le poids d'une récolte est, en effet, forcément limité par l'assimilation de l'aliment *mis en moindre quantité* à la disposition du végétal. C'est la loi du *minimum*, formulée par J. de Liebig et confirmée par tous les expérimentateurs qui lui ont succédé. »

Pour préciser cette condition, permettez-moi de prendre un exemple. Notre récolte de 30 quintaux de blé à l'hectare renferme, dans sa matière sèche totale, environ :

Azote.	96 kg. 6
Acide phosphorique.	44 kg. 4
Potasse	63 kg. 6

Supposons que, par suite d'une insuffisance du sol en acide phosphorique assimilable, ou pour toute autre raison (sécheresse, pluies excessives...), le blé n'ait pu employer pour son déve-

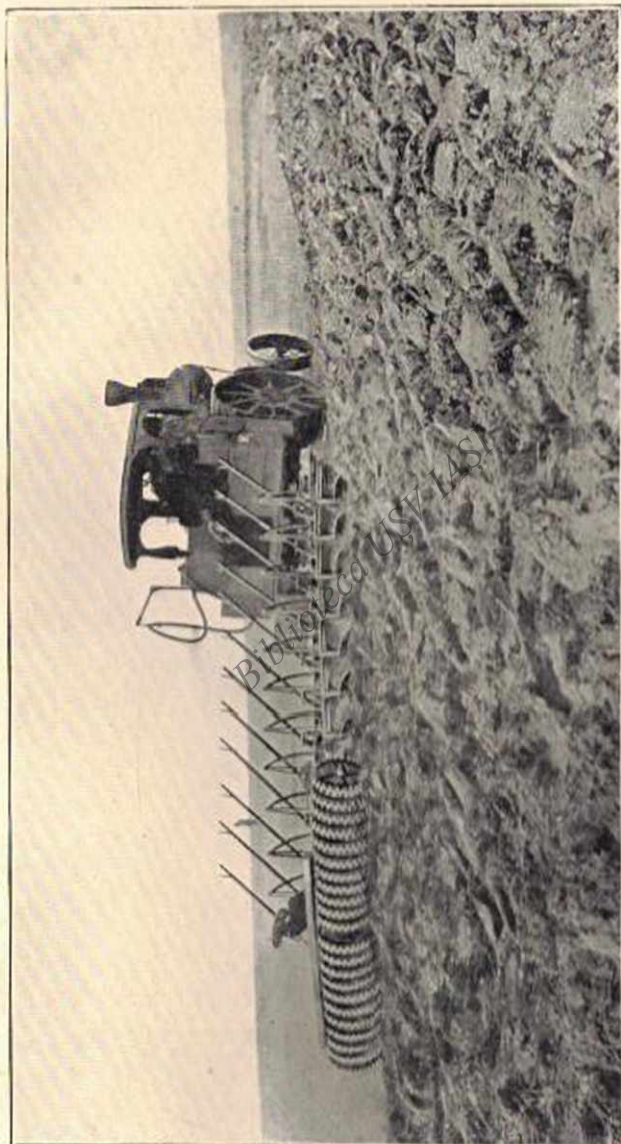
loppement, que 11 kil., 10 d'acide phosphorique, quantité correspondant à une récolte de 7,5 quintaux de grain : quelles que soient les disponibilités du sol en azote et potasse, la récolte ne pourra excéder ce chiffre de 7,5 quintaux de grain, et n'utilisera que les quantités de potasse et d'azote correspondant à ce rendement.

« Le *maximum* de production végétale est donc limité, dans ce cas, par la quantité *minimum* d'acide phosphorique qui lui a été offerte. Il en serait de même des autres aliments de la plante : d'où résulte la nécessité d'un abondant approvisionnement de la terre en toutes les substances nutritives du végétal qu'on cultive, si l'on veut obtenir la récolte la plus élevée. »

Par là s'expliquent bien des insuccès dans l'emploi des fumures minérales.

L'acide phosphorique et la potasse, nous l'avons vu, ne se trouvent guère dans le sol à l'état soluble et, contrairement à l'azote, n'en disparaissent donc que par les récoltes. Une récolte de blé de 15 quintaux enlève au sol, répétons-le, 22 kil., 2 d'acide phosphorique et 31 kil., 8 de potasse.

Or, nous avons dit qu'une terre franche normale renferme par hectare, à 1 mètre de profondeur, 12 000 à 24 000 kilogrammes de chacun de ces deux éléments; 6 000 à 12 000 à 0 m. 50 de profondeur; 3 000 à 6 000 à 0 m. 25 : beaucoup de terres privilégiées en renferment d'ailleurs des



LABOURS DANGEREUX

Même quand ils paraissent ameublis en surface, ces labours ne le sont pas encore au fond du sillon, où des cavernes et des mottes inertes persistent toujours.

proportions trois ou quatre fois plus grandes.

De la comparaison de ces chiffres et de ceux qui précèdent sont nées, sans doute, les théories nouvelles visant à démontrer que tous les principes de fertilité préexistent dans le sol, et qu'il suffit de trouver les moyens pratiques de les y mobiliser : on nous parle alors de toxines, d'antitoxines, de stimulants, d'engrais catalytiques, que sais-je encore? Pour nous, qui raisonnons plus simplement, il nous importerait surtout aujourd'hui de savoir comment sont rendus disponibles ces matériaux, sans inutile gaspillage; et si nous accroissons la masse de nos humus et nos provisions d'azote, par quels moyens nous pourrions fournir à nos cultures, en exécution de la loi de Liebig, les quantités correspondantes d'acide phosphorique et de potasse.

Ce problème est la clef de nos opérations culturales : une solution nette et précise aurait une inestimable valeur, car elle nous rendrait maîtres de nos rendements. Je ne la trouve, hélas! nulle part..., sauf à recommander l'emploi des engrais phosphatés et potassiques. Mais cette solution ne me satisfait point : je suis persuadé que la préparation du sol doit encore jouer là un très grand rôle.

La *Revue de Chimie pure et appliquée* a publié, sous signature Pouget et Chouchak, des études concernant l'acide phosphorique, ce curieux acide

qui constitue la base des nucléines ou matière phosphorée des graines, et qui a la propriété de demeurer dissous dans le sol en présence de la chaux, avec laquelle il forme peut-être une nouvelle combinaison organique : j'en extrais ce qui suit, pour indiquer la position de la question.

« On sait, disent les expérimentateurs, que les eaux du sol ne contiennent que de minimes quantités d'acide phosphorique; M. Schloësing fils a montré qu'elles jouent un grand rôle dans la nutrition phosphatée des végétaux, et qu'il importe, dans l'étude de la fertilité du sol, de tenir compte de la dose d'acide phosphorique, soluble dans l'eau, qu'il contient : les rendements des récoltes étant en relation très nette avec les doses d'acide phosphorique soluble à l'eau.

« D'autre part, une opinion émise par les agronomes du Bureau des Sols des États-Unis est en contradiction formelle avec ces affirmations : pour eux, la composition et la concentration des eaux du sol sont sensiblement les mêmes pour toutes les terres, et plus que suffisantes pour tous les besoins des végétaux. En se basant sur ces considérations, ils assurent que les engrais ne jouent en général aucun rôle dans la nutrition des plantes, qu'ils se comportent seulement comme des anti-

toxiques, neutralisant les toxines excrétées par les végétaux.

« Nous avons nous-même démontré que la fatigue des terres pour la luzerne est due à la présence des toxines, mais il nous paraissait impossible de nier le rôle nutritif des engrais, et d'admettre, après les expériences de Schlœsing, que la concentration des eaux du sol en acide phosphorique (qui est loin d'être constante pour toutes les terres) fut sans influence sur la végétation. »

« Nos expériences, ajoutent MM. Pouget et Chouchak, nous ont conduits à considérer dans le sol deux sortes de composés phosphatés : les uns très solubles dans l'eau, les autres beaucoup moins.

« Pour nous, ces deux sortes sont toutes deux assimilables et interviennent simultanément dans la nutrition, puisqu'elles concourent toutes deux à donner à l'eau du sol sa concentration.

« Il est facile de concevoir cependant que la première sorte doit avoir une action prépondérante au début de la végétation : car au fur et à mesure que l'acide phosphorique contenu dans la dissolution est absorbé par la plante, il s'en dissout une nouvelle quantité. Dans cette dissolution, chacune des deux formes intervient avec son coefficient de solubilité : c'est donc la première qui se dissout en plus forte proportion, et cela se pour-

suivra ainsi tant qu'elle ne sera pas épuisée

« Dans la plupart de nos terres, les quantités d'acide phosphorique correspondant à la première sorte sont petites, et cet épuisement se trouve réalisé bien avant que les plantes n'aient atteint leur complet développement; à partir de ce moment, c'est la seconde forme qui intervient seule. La concentration ne dépend plus alors que de la constitution minéralogique du sol, tandis que la concentration initiale dépendait de la *condition* du sol : l'un de nous a constaté en effet, soulignent les auteurs, *que le travail du sol pendant l'année de jachère augmentait la quantité d'acide phosphorique soluble à l'eau qu'il contient.*

« Il est d'ailleurs facile de se rendre compte que la dissolution de l'acide phosphorique dans l'eau du sol peut être rapide : le contact entre l'eau et la terre se fait en effet par une très grande surface, car l'eau imbibe les particules de terre, *recouvre les éléments fins d'une gaine* d'eau d'épaisseur très faible, et on sait qu'une substance se dissout d'autant plus facilement dans un liquide, que sa surface de contact avec lui est plus grande. Il faut, au contraire (Schlœsing, Mitscherlich...), beaucoup plus de temps lorsqu'on met une grande quantité de terre. »

Et les expérimentateurs concluent, s'appuyant d'ailleurs sur Schlœsing et Artus, en France, Facke et Mitscherlich, en Allemagne, de Sigmond,

en Hongrie, Zakarow en Russie : « La composition et la concentration des eaux du sol, contrairement aux hypothèses américaines, sont loin d'être les mêmes pour toutes les terres.

« L'existence des toxines ne saurait cependant être mise en doute aujourd'hui; c'est une cause de stérilité du même ordre que celles qu'on a l'habitude d'envisager, telles que celles produites par le sel, les carbonates alcalins, le sulfure de fer. Mais cette cause de stérilité est plus facile à faire disparaître : *le travail du sol, en provoquant l'aération, la jachère, les assolements* suffisent généralement. Les engrais peuvent aussi, dans certains cas, jouer le rôle d'antitoxiques, comme le prouvent certaines expériences du Bureau des Sols; mais leur action nutritive est loin d'être négligeable, et est le plus souvent prépondérante dans la pratique. »

Les déductions de M. Pouget n'indiquent qu'une certitude, conforme aux déductions des agronomes américains, celle qu'*un travail énergique et une aération intense du sol provoquent un enrichissement des solutions nutritives.*

En l'état actuel de cette discussion théorique, que Milton Withney et ses collaborateurs s'efforcent d'éclaircir, l'agriculteur n'a que cette première déduction certaine à retenir. Ses procédés culturaux doivent donc tendre à faire en sorte que ces solutions nutritives enrichies se créent ou préexistent dans la terre du champ *avant l'heure*

où la plante qu'il porte va en avoir besoin.

Serait-il vrai d'ailleurs, comme notre botaniste de Candolle en avait émis l'hypothèse, que les végétaux — par analogie avec le règne animal — chassent hors de leur corps, par les racines, de véritables excréments au contact desquels ils ne sauraient vivre? Serait-il vrai, comme certains expérimentateurs ont cru le prouver, que le blé en particulier secrète par ses racines de vrais poisons, qui se déposent dans le champ et y demeurent nuisibles aux plantes de même famille si l'alternance des cultures ne vient pas servir d'antidote?

Serait-il vrai encore, comme MM. Schreiner et Schorey ont voulu le prouver, que tous les sols renferment des matières complexes, vagues colloïdes indéterminées jusqu'ici, produisant, à l'égard des plantes, des troubles analogues à ceux que provoquent certains microbes quand ils envahissent des organismes malades?

Toutes ces curieuses recherches, qui vont fouiller, dans les profondeurs du sol arable, jusqu'aux sources de la vie végétale, devraient-elles nous amener un jour à faire vraiment de notre agriculture une simple industrie *extractive*? Nous ne pouvons nous empêcher de souligner ici combien l'*aération intensive* des terres doit modifier ces milieux pathogènes où s'étalent les toxines : l'air, le grand air des champs, convoyeur d'oxygène, d'azote, de principes radio-actifs assainit tous les milieux

où il pénètre, y exalte les fonctions utiles à la vie.

J'arrête là mes recherches, laissant à de plus compétents que moi le soin de résoudre pratiquement le problème posé. Mais pour bien montrer l'intérêt que j'attache à cette double question de la reconstitution et de la mobilisation des réserves dans nos sols de culture, je vais transcrire ici, à titre documentaire, une partie des chiffres de Siegfried Strakosch indiquant les rapports qui existent entre la valeur marchande théorique des récoltes diverses et le prix des éléments nutritifs que ces récoltes prélèvent dans les terres. Ces éléments sont la matière première de l'industrie agricole, le sol étant considéré comme une immense manufacture.

Ce qui se dégage le plus vivement du tableau de la page suivante, et du graphique qui l'accompagne et le synthétise, c'est que certaines plantes, parmi celles que nous cultivons, coûtent peu à nos sols de culture, par rapport à la valeur des récoltes qu'elles leur font produire : remarquons que ces plantes sont des *légumineuses*.

D'autres, au contraire, mobilisent et prélèvent dans nos sols une valeur énorme de produits, par rapport à la valeur des récoltes qu'elles nous livrent : elles sont *épuisantes*.

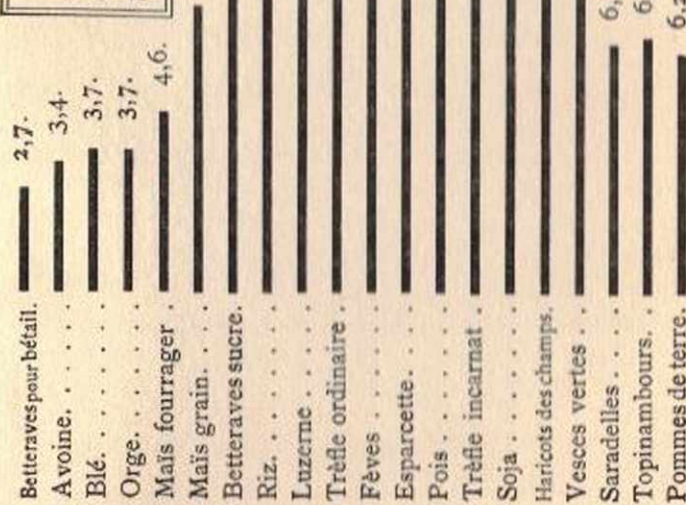
Nos méthodes d'assolements doivent s'inspirer de ces considérations pour faire régner au sein de nos terres, entre nos cultures successives, une juste harmonie.

Nature des récoltes	Leur poids moyen en quintaux	A Leur valeur commerciale brute en francs	Quantités en kilogrammes des éléments qu'elles ont exportés du sol par hectare			B Valeur globale de ces éléments exportés du sol en francs	Rapport entre A et B
			Azote	Acide phos.	Potasse		
Blé	grain. . . 21	435	62,7	32,08	56,74	118	3,7
	paille. . . 53						
Orge	grain. . . 30	560	84,8	34,41	44,60	151	3,7
	paille. . . 44						
Avoine . . .	grain. . . 24	445	67,50	27,08	76,80	128	3,4
	paille. . . 39						
Pois. . . .	grain. . . 26	517	0	32,60	56,83	23	22,4
	déchets . 31						
Fèves . . .	grain. . . 34	700	0	52,50	137,80	48	14,5
	déchets . 41						
Maïs	grain. . . 45	1.550	106,50	50,05	127,00	206	7,5
	déchets . 80						
Riz	grain. . . 30	612	29,40	18,20	31,50	57	10,70
	paille. . . 35						
Soja	grain. . . 28	803	0	50,32	70,49	32	25,0
	tiges. . . 7						
Betteraves sucre	tiges. . . 35	1.551	77,00	35,21	160,16	163	9,5
	feuilles . 7						
Betteraves bétail	tiges. . . 50	775	129,00	51,35	295,61	278	2,7
	feuilles . 13						
Maïs fourrager . . .	50	930	95,00	52,00	184,00	202	4,6
Trèfle ordinaire . . .	14	275	0	25,60	51,10	20	13,7
Trèfle incarnat . . .	20	393	0	15,80	52,00	17	23,1
Espartette	26	547	0	26,60	75,60	25	21,8
Luzerne	32	640	0	52,10	144,60	50	12,8

Biblioteca USV IASI

Pour une valeur de 1 franc, d'éléments
nutritifs prélevés dans les réserves du sol,
nos diverses cultures nous donnent, respec-
tivement, à la récolte, un produit valant,

en francs :





LABOURS NOUVEAUX

Le motoculteur incorpore et mélange intimement à la masse le fumier ou les amendements répandus à la surface.

CHAPITRE III

LES JACHÈRES



I. — JACHÈRES NUES ET TRAVAILLÉES

DEHÉRAIN écrivait : « Pour que les réserves du sol deviennent utilisables, il faut qu'elles se transforment, et cette transformation ne se produit que si la terre est aérée et humide.

« La terre n'est bien aérée qu'autant qu'elle est bien ameublie par les instruments ; mais le travail des terres argileuses n'est pas toujours possible ; sèches ou trop humides, elles sont inabordables ; si même on les laboure quand elles ne sont pas convenablement égouttées, on les transforme en grosses mottes irréductibles par les herses ou les rouleaux et s'aérant mal. Or, il est bien plus facile de trouver le moment opportun pour labourer quand la terre est découverte, que lorsque le travail se place dans la période de courte durée qui sépare une récolte

de la suivante. Nos pères avaient peu d'engrais ; il leur fallait tirer du sol tous les éléments des végétaux, et la nécessité de très bien exécuter les travaux militait déjà en faveur de la jachère nue. Mais ce n'est pas là, cependant, la cause qui justifie complètement leur manière d'agir : pour que les métamorphoses qui amènent l'azote du sol à être utilisable puissent se produire, il faut que la terre soit humide ; or, *on n'est sûr de lui conserver l'humidité nécessaire que si on la maintient nue, privée de végétaux.* »

« N'est-il pas admirable que par simple empirisme, à force d'observations longuement répétées, nos pères aient su réaliser la formation des agents de fertilisation les plus précieux, dont ils ignoraient profondément l'existence, et qu'ils aient pallié leur manque d'engrais ? Il a fallu que les avantages de laisser la terre ~~nue~~ fussent bien visibles, pour que partout on consentît à la travailler pendant une année entière sans lui demander de récolte. On voulait qu'elle se reposât : en réalité, le travail intérieur y était au maximum puisque, sans le savoir, on y réalisait les conditions nécessaires à l'activité des ferments, qui amènent l'azote à la forme essentiellement assimilable des nitrates. »

Liger, dans sa *Maison rustique*, recommandait d'améliorer les terres par le repos, « afin de leur faire recouvrer les sels que les végétaux ont consommés ».

L'action caractéristique de la jachère n'est donc pas une action modératrice, mais, tout au contraire, une exaltation des fonctions assimilatrices : nitrification plus intense et mobilisation plus active des éléments nutritifs. Son résultat est de placer ainsi la culture qui la suit dans un milieu plus riche en aliments plus digestibles : la jachère fait là fonction de maître d'hôtel, préparant aux jeunes plantes, avec les provisions qu'elle va prendre à l'office des réserves ou qu'elle emprunte à l'atmosphère, une table bien garnie. Quels efforts ce résultat nécessite-t-il de l'agriculteur ? *Maintenir sa terre divisée, aérée, binée, sarclée, vide de toutes plantes parasites.*

En cet état, elle peut offrir, — par suite de l'extrême solubilité des nitrates produits — un sérieux danger de déperdition de cet aliment azoté dans les pays où les époques de grandes pluies concordent avec des saisons déjà ou encore chaudes. Aussi, dans ces pays, la jachère nue semble contre-indiquée : on doit lui préférer la jachère cultivée, dont la végétation retiendra les nitrates formés.

Mais voilà, une culture suivie d'une jachère cultivée, ce sont, en réalité, deux récoltes prélevées sur les réserves du sol ; et la fonction améliorante de la jachère disparaîtrait tout à fait si la *culture de jachère n'était pas une légumineuse*, une de ces plantes précieuses qui ne demandent presque rien

au sol, vivent de l'air à la surface et enrichissent la terre de leurs déchets.

La jachère ainsi comprise, comportant à la fois une aération intensive du sol et la rétention des nitrates par une légumineuse, doit être à la fois un merveilleux instrument de production et de régénération. J'en ai la confirmation formelle par l'expérience, cette pratique étant une habitude culturelle dans une exploitation qui me touche de près, où, sitôt après la moisson, les champs sont couverts d'une culture dérobée, en lignes alternes et binées sans cesse, de choux et pois, betteraves repiquées et haricots nains. Bien mieux, dans cette même exploitation étaient poursuivis des essais de fixation d'une orge nouvelle de printemps : pour mieux surveiller ces cultures, elles étaient effectuées en lignes. Une année, par suite d'une erreur, les lignes furent trop largement espacées sur 2 hectares : pour corriger cette faute, l'orge ayant levé, on ajouta dans les interlignes de ces 2 hectares une ligne de fèves. Chose surprenante, mais logique, les lignes d'orge de ces 2 hectares (inclus au milieu de 6 autres) gagnèrent en beauté et en rendement final, malgré la présence des fèves (je devrais dire : à cause de la présence des fèves).

L'emploi des légumineuses dans la jachère, que nos meilleurs cultivateurs ne négligent point, fut d'ailleurs la base de l'agriculture romaine. Virgile

conseillait d'ensemencer le sol, pendant son année de jachère, en « lupins, fèves, vesces ou autres légumes », parce que ces plantes, loin de fatiguer la terre, « l'ameublissent et l'améliorent ». Et Columelle, allant plus loin encore, en arrivait à dire qu'il valait mieux ne pas récolter ces légumineuses, et les enfouir dans le sol avant maturité, perdant ainsi toute une année de jachère, mais cette perte étant largement compensée par le surplus de la récolte qui suit. Nous ne pourrions, sur ce sujet, rien dire de mieux que les Romains.

EN PAYS SECS

Une terre en friches s'améliorerait pendant son repos, augmentant ses réserves d'humus soit par les détritiques de la végétation spontanée qui la couvre, soit par les déchets des animaux pâturent à sa surface, si, d'une part, la nitrification, même atténuée, ne s'y exerçait en pure perte, et si, d'autre part, les réserves d'eau qu'elle contient ne s'épuisaient par une évaporation plus intensive. A la lumière des principes que nous avons dégagés, ceci n'a besoin d'aucune démonstration : il me suffit de rappeler que sur une terre en friche, la végétation spontanée et la compacité du sol se solidarisent pour exalter l'action capillaire, qui provoque une évaporation désordonnée.

En pays de culture, des terres en friches ne

doivent donc pas exister : elles ne sont de mise qu'en pays d'élevage vagabond, soit parce que leur valeur culturale est nulle, soit parce que les pluies y sont assez abondantes et régulières pour compenser les effets désastreux de l'évaporation. Mais en pays secs, faire pâturer des troupeaux sur des terres en friche et travailler ensuite ces terres paraît être une erreur : le troupeau enlève ces herbes qui, enfouies, pouvaient reconstituer un peu d'humus ; et chose plus grave, il comprime le sol, en interdit l'aération, en provoque le durcissement, — exactement le contraire de ce que fait la jachère.

Ceci montre combien le régime d'une exploitation agricole doit varier suivant les pays, pour s'y mettre en concordance avec des conditions locales qu'il est toujours désastreux de négliger. Le régime des eaux régit la fertilité des terres, avons-nous répété et démontré : il est donc naturel de lui donner la première place dans nos préoccupations, surtout dans les pays à pluviométrie inconstante.

Éviter la déperdition des eaux du sol est un des rôles, et non des moindres, qui incombent à la jachère : elle le remplit doublement, en supprimant les plantes parasites (sarclage), en maintenant à la surface des terres une couche ameublie (binage). Ce rôle n'a plus rien de mystérieux pour nous, éclairés que nous sommes par l'étude préalable des

principes physiques de la capillarité, des causes qui la favorisent, des moyens qui la gênent. Toute opération culturale, toute cause voulue, ou accidentelle, qui provoque un tassement de la terre cultivée et renforce sa compacité (roulage, piétinement, action des pluies battantes, etc...) excite la capillarité : pour en limiter les effets, pour arrêter la capillarité en un point du sol où elle ne soit point nuisible (et elle n'est nuisible qu'en alimentant sans profit l'évaporation), il suffit au contraire de rompre la continuité de la masse auprès de la surface, à quelques centimètres, par un émiettement complet, intense et uniforme du sol, qui recouvre le champ d'une couche homogène, légère, sans compacité; de maintenir cette couche, de la rétablir chaque fois que des causes adverses la suppriment.

Si nous nous rappelons ici que la présence de cette couche ameublie, grumeleuse, agissant comme un paillis protecteur, comme une couverture, maintient au-dessous d'elle le sol en un état de fraîcheur, qui le rend et le conserve propice à un labour plus profond; si nous nous souvenons encore de ce que cette même couche, agissant comme une éponge, toujours assoiffée, facilite en outre d'une façon inouïe la pénétration des eaux atmosphériques dans le sol en vue de leur mise en réserve, à tel point qu'elle capte même la vapeur d'eau atmosphérique à défaut de pluie, nous

devrons bien conclure : que les fonctions multiples de la jachère, les services qu'elle peut nous rendre sont d'une importance telle, que toute méthode culturale qui la néglige est vouée à l'incertitude, à la ruine. La jachère, tout à la fois, règle la nitrification et commande l'économie du régime des eaux.

II. — DRY FARMING

En rappelant les besoins en eau de nos cultures, Dehérain écrivait, il y a vingt ans :

« ... On comprend pourquoi le cultivateur ouvre sa terre à l'automne pour que l'eau y pénètre, comment il la roule au printemps pour y mettre en jeu la capillarité, pourquoi il la brise au contraire en été pour rompre cette capillarité et empêcher la déperdition de l'eau emmagasinée pendant l'hiver. »

En écrivant cela, Dehérain ne songeait pas que l'Amérique se ferait plus tard une réclame personnelle de ses idées. Nos agronomes de Grignon n'y songeaient guère non plus, pendant leurs expériences de 1895 à 1898, au cours desquelles ils ont établi « qu'une terre bien ameublie restant en jachère nue pendant toute une année, emmagasinait bien les eaux dans son sol, en perdait très peu par l'évaporation et, finalement, bien approvisionnée en humidité, assurait l'année suivante une récolte plus abondante. »

Notre vieux *Manuel d'Agriculture algérienne*, de Rivière, nous avait appris :

« ... Pendant l'année de jachère, le sol est aéré et subit l'action du soleil et du gel, la nitrification se produit : grâce à son ameublissement, il absorbe sans en rien perdre toute l'eau du ciel, qui, au lieu de ruisseler à la surface pour gagner les oueds, s'emmagasine dans le sous-sol et s'y conserve en grande partie, grâce aux nombreuses façons culturales qui s'opposent à son évaporation. L'utilité des réserves d'eau dans le sous-sol est d'autant plus grande, que la céréale, au cours de sa végétation, ne reçoit souvent qu'une quantité de pluie qui serait insuffisante pour son développement. Quelquefois même, il arrive que pendant tout le cours de sa végétation, il ne pleut pas, et cependant, dans les bonnes terres préparées comme il est indiqué ci-dessus, la récolte, sans être abondante sans doute, est assurée. Ajoutons que ces labours ont pour effet de détruire les mauvaises herbes qui infesteraient les céréales. »

Et Dombasle, à propos de l'utilité du déchaumage suivant immédiatement la moisson, avait déjà écrit en 1830 :

« Les terres ainsi traitées conservent l'humidité beaucoup plus tard que celles qui n'ont pas reçu ces cultures ; et pour les terres gélisses en particulier, leur surface se convertit dans ce cas en une couche de terre pulvérulente *qui est la couverture*

la plus efficace contre l'évaporation de l'humidité intérieure. »

En recommandant l'utilité de *hersages énergiques des céréales* au printemps, Dombasle disait :

« C'est dans le cas de continuité de la sécheresse qu'il importe le plus que les plantes soient environnées d'une terre meuble et pulvérulente à sa surface : rien alors ne *soutient mieux* la végétation que de remuer fréquemment la surface du sol par de nouveaux binages, tandis que si on laisse se former sur la terre une croûte dure, les plantes souffrent de la sécheresse. » Il ajoutait encore que, « pour conserver dans le sol une humidité favorable, il faut faire suivre tout labour d'un *hersage immédiat* » et qu'on pouvait, d'un labour de printemps, par quelques hersages, conduire le sol ainsi préparé et entretenu, jusqu'aux semailles.

Le succès qu'ont fait les fermiers américains, les hongrois, les russes à ces théories, en démontrent l'intérêt : nous aurions mauvaise grâce à en revendiquer le monopole, que détient désormais, au delà des mers, le pavillon étoilé. La verve de Lejeaux, un des plus intelligents et le mieux documenté de nos agronomes économistes, nous venge de cette petite injustice : j'engage mes lecteurs à lire ses conférences aux Études algériennes et ses études dans la *Revue des Sciences* et la *Science au XX^e siècle*; ils ne trouveront nulle part mieux exposées et appréciées les théories du *dry far-*



ÉVAPORATION

En pays secs, les terres crevassées et labourées grossières perdent, par évaporation, toute l'humidité accumulée.



L'eau qui s'évapore à l'air sans passer par les racines des plantes est une richesse naturelle qui se perd.

ming : je leur signale aussi l'étude de M. Hitier, l'éminent professeur de l'Institut Agronomique, dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*.

Les colons américains, jetés, par la fièvre des conquêtes culturelles, sur des champs mal pourvus en humidité, ont eu le mérite d'unir leurs efforts en se documentant réciproquement sur leurs échecs, leurs résultats. Ils continuent à le faire : cette année-ci, à Lethbridge-Alberta (Canada). On doit les en féliciter chaleureusement, et saluer, parmi nos frères canadiens penchés comme nous sur le sillon, les hommes (Widtsoe, Worst, John Burns...), qui président à ces congrès ou les organisent, s'efforçant à en dégager, au profit de tous, des idées générales et des méthodes. Et c'est ainsi que l'un deux, W. Campbell, de Lincoln (Nébraska), a élaboré un ensemble d'indications pratiques pour la culture en terres sèches non irrigables.

Ce n'est pas une méthode nouvelle, dit le professeur allemand Strecker; et il a bien raison : l'émotion qu'elle a provoquée en certains pays n'est justifiée que par l'insuffisante documentation de ceux qui s'en sont fait les pontifes. Elle a cependant un mérite, celui d'avoir montré combien il est difficile, dans un champ labouré à la charrue, de rétablir,

entre le sous-sol et l'épaisseur cultivée, cette *continuité* indispensable à la remontée des solutions nutritives vers la plante.

Campbell a bien compris que le labour à grosses mottes est un non sens, et il a cherché, par tous les moyens, à briser, à émietter ces mottes dans toute l'épaisseur du guéret, pour pouvoir redonner au sol, déchiré par la charrue, le tassement uniforme et la continuité nécessaire. Cette idée l'a amené à deux décisions utiles :

1° Avant de labourer profondément un champ, créer à sa surface une couche ameublie, qui, — en dehors de son avantage d'éviter l'évaporation — sera, par le labour, *retournée au fond du sillon*, et servira ainsi de trait d'union entre le sous-sol et la motte;

2° Briser cette motte, l'émietter autant que cela sera possible.

Voilà l'œuvre originale de Campbell : nous en comprenons toute la portée si nous songeons qu'il n'a encore, pour la réaliser, que nos malheureux instruments usuels. Pour créer sa couche superficielle, en terres nues et sèches, sur déchaumages, c'est relativement facile : il se sert de la herse à disques, avec recroisement par la herse ordinaire. Mais pour ameublir les mottes fabriquées par la charrue, pour créer sa *structure normale*, il n'a rien, ou plutôt il a l'arsenal formidable des herses, des rouleaux, des crosskills, qu'il fait suivre de

son fameux rouleau *sub soil packer*. Je ne voudrais pas faire de la peine à Campbell, mais je suis forcé de lui dire ici que son invention d'hier nous est connue depuis près d'un siècle, et que le *rouleau squelette* de notre agronome et constructeur Dombasle a été tiré à plus de 100 000 exemplaires.

Le but de ce roulage serait (je dis serait, car ce but est difficilement atteint), d'abord, de diviser la motte, d'ameubler ensuite, de comprimer légèrement la partie basse du guéret, tout en conservant au-dessus, en surface, une épaisseur plus meuble. Campbell voudrait créer ainsi une couche idéale, finement ameublie, mais dans laquelle la partie basse rattachée au sous-sol serait assez compacte pour permettre le rétablissement de la capillarité, tandis que la partie haute demeurerait assez légère pour être un obstacle à cette même capillarité; et c'est exactement entre les deux zones, même un peu dans la première, qu'il voudrait placer ses semences. Ces idées sont raisonnables et logiques; ce sont les moyens qu'il propose pour les réaliser qui ne le sont point : je suis sûr que Campbell et tous ceux qui le suivent sauront tirer profit des instruments nouveaux que la mécanique européenne met à leur disposition.

Quelles sont, en effet, les façons culturales essentielles que comporte la méthode?

1° Un déchaumage, aussi rapide que possible derrière la moissonneuse, pour créer sur 5 ou

6 centimètres de profondeur, la couche « mulch » finement ameublie (Patulla, Fabroni et Duhamel du Monceau avaient chacun dans les siècles passés, recommandé ce labour *immédiat* avec une extraordinaire insistance);

2° Un hersage immédiat de tous labours, pour éviter le dessèchement des mottes (soulignons l'erreur néfaste de ceux qui, dans les pays où les pluies d'été sont rares ou nulles, exécutent ou préconisent des labours de printemps sans exiger que le labour soit suivi — une heure d'intervalle est déjà de trop — d'un ou de plusieurs hersages);

3° Un entretien permanent de la couche « mulch », même sur labours profonds, et sur les jachères, pour amasser dans le sol une provision de pluie, durant deux années au besoin.

Et cela, déchaumage, hersage, entretien, nul appareil au monde ne pouvait le faire économiquement avant les nouveaux appareils rotatifs.

4° Des labours plus profonds, qui, dans toute l'épaisseur du guéret, soient complètement ameublis, supprimant les mottes internes, les obstacles qu'elles présentent, les vides qu'elles protègent : nul autre appareil encore ne pouvait faire tout cela aussi sûrement, aussi simplement, laissant au tassement naturel de la couche (aidé par un roulage si c'est utile) le soin d'y produire cette compression idéale, progressive de la surface vers le sous-sol.

III. — MÉTHODES ALGÉRIENNES

Campbell devient presque déraisonnable, au contraire, lorsqu'il nous recommande, quand nos cultures semées à la volée sont levées, qu'elles poussent, qu'elles grandissent, de continuer à les herser à outrance, après chaque pluie, pour empêcher la compacité du sol et éviter sa transpiration.

Nos agriculteurs ont l'habitude de herser les céréales au printemps, quand les pailles ont 10 à 15 centimètres et même plus ; mais, s'il pleut aux mois de mai ou de juin, qu'une croûte se forme, que la terre durcisse, qu'elle évapore, leur recommander de promener dans leurs champs des *attelages de herses*, si hautes que soient les dents, cela, non, non, un agriculteur ne peut pas le faire. J'en connais qui ont manqué de respect à des professeurs assez obstinés pour propager ce conseil. Campbell, sans doute, n'a dû le donner que pour les pays où les pluies cessent de choir avant que les blés ne montent en tiges. Nous savons bien, d'ailleurs, que les courbes de pluviométrie dans l'Amérique du Nord ont, en même saison, des allures très diverses, suivant les zones géographiques.

Les Chinois qui étaient, il y a plusieurs milliers d'années, et sont encore aujourd'hui, en agriculture, plus forts que les Américains, — en ce sens

qu'ils font rendre à un minimum de surface des maxima de récoltes dont nous n'avons aucune idée, — n'auraient jamais consenti à patauger avec des animaux dans un champ couvert de riz : c'est pourquoi ils le cultivent en lignes. C'est aussi pourquoi Duhamel, considérant comme indispensables, parmi les travaux d'entretien, un labourage précédant l'épiaison, un autre suivant la floraison, souhaitait qu'on pût *trouver la manière de faire passer un cultivateur entre des rangées de froment, car ces plantes y deviendraient bien plus vigoureuses*. C'est pourquoi aussi de bons agriculteurs d'Algérie et d'ailleurs sèment leurs blés en lignes espacées, fort espacées même, qui permettent tous les hersages interlinéaires possibles, et conservent admirablement les avantages si précieux de la jachère, sans exclure la régénération des réserves nutritives et la reconstitution des humus.

J'ai assez longuement exposé le principe de cette méthode à propos des labours d'entretien pour ne faire que rappeler ici ses autres avantages.

La culture rationnelle en terres sèches comporte une suite de préceptes formant comme une chaîne ininterrompue : si un anneau vient à manquer, la chaîne est cassée et ne sert plus à rien. En l'espèce,

s'il est une époque du cycle végétal où la couche protectrice superficielle ne puisse pas être maintenue ou rétablie, le bénéfice des efforts antérieurs est totalement perdu : ceci arrive fatalement aux récoltes de blé qui ne peuvent plus être binées, hersées, après leur montée en tiges. Si les pluies tombent alors, la terre se tasse vite autour des racines, durcit, évapore avec la plus grande énergie, se crevasse même : en quelques jours, le sol se vide, si bien qu'à la floraison, à l'instant où les migrations de matières nutritives doivent se faire de la tige au grain, l'eau qui doit les véhiculer peut venir à manquer.

C'est pourtant l'instant solennel où la plante accumule ses réserves, *où la fortune du paysan se crée* ; en quelques heures, si l'eau fait défaut, tout est perdu : les solutions, trop concentrées, cristallisent dans les tissus, bouchent les pores et rien ne passe plus, les épis demeurent vides, les grains chétifs, avortés.

La méthode algérienne corrige cet aléa redoutable, en laissant toujours possible le binage interlinéaire, de telle façon que pas une goutte d'eau ne puisse s'échapper du sol sans passer par la plante.

Et ceci est tellement vrai que M. Bourdiol me signalait, il y a trois ans (non sans inquiétude d'ailleurs), que ses blés, dont il avait compté faire des primeurs, *mûrissaient 15 jours après les*

autres (il récolte aisément 18-20 quintaux à l'hectare sur 130 hectares) : la *certitude* de la récolte et son *abondance* ne lui font sans doute pas regretter ce retard, peut-être facile à corriger.

Pour bien montrer l'évolution de la plante de blé dans les derniers mois de sa vie, dans le court espace de temps où elle crée pour nous de la richesse, je vais transcrire ci-dessous des chiffres indiquant son poids comparé et sa composition, — en ses trois parties : épi, feuillages, tige, — aux trois stades précédant l'heure de la moisson, l'heure où le cycle se ferme, où la plante perd la graine et reconstruit la graine.

Qu'il me soit permis de souligner en passant combien il est avantageux de moissonner très vite, — ne serait-ce que pour avancer l'heure des déchaumages, — avant même que les tiges soient complètement sèches, quand l'ongle s'imprime encore dans la substance du grain comme dans un morceau de cire.

A ce moment, dit Novacki, le blé pèse 5 kilogrammes de plus par hectolitre que celui récolté tardivement quand les plantes sont sèches et cassantes : il est plus fin, plus brillant, *a plus de main*, donne une mouture plus blanche et moins de son.

Une récolte de blé pèse le poids (poids considéré à l'état sec) et contient les éléments suivants :

POIDS EN KILOGRAMMES

	A l'épialson	A la floraison	A la maturité
Épis.	250	917	2.540
Feuilles et partie haute des tiges	1.761	2.590	1.822
Tiges et nœuds.	981	2.546	2.081
TOTAUX.	2.992	6.053	6.443

AZOTE

Épis.	9,05	17,10	51,33
Feuilles.	45,00	53,00	19,00
Tiges	14,20	25,60	8,60
TOTAUX.	68,25	95,70	78,93

ACIDE PHOSPHORIQUE

Épis.	2,43	4,53	10,88
Feuilles.	6,04	9,37	1,72
Tiges	3,10	7,40	4,60
TOTAUX.	11,57	21,30	17,20

POTASSE

Épis.	4,43	4,25	13,79
Feuilles.	11,91	14,91	2,33
Tiges	7,00	13,00	8,60
TOTAUX.	23,34	32,16	24,72

Pour rendre plus palpables encore ces indications, je les présente disposées en un autre tableau :

Dans une récolte de blé, les plantes, — en chacune de leurs parties essentielles : épis, feuilles, tiges — pèsent les poids (poids considéré à l'état sec), et contiennent les éléments suivants :

ÉPIS

	A l'épaison	A la floraison	A la maturité
Poids en kilogrammes.	250	917	2.540
Azote	9,05	17,10	51,33
Acide phosphorique . .	2,43	4,53	10,88
Potasse	4,43	4,25	13,79

FEUILLES ET PARTIE HAUTE DES TIGES

Poids en kilogrammes.	1.761	2.590	1.822
Azote	45	53	19
Acide phosphorique . .	6,04	9,37	1,72
Potasse	11,91	14,91	2,33

TIGES ET NŒUDS

Poids en kilogrammes.	981	2.546	2.081
Azote	14,20	25,60	8,60
Acide phosphorique . .	3,10	7,40	4,60
Potasse	7	13	8,60

La méthode algérienne présente un autre avantage : celui d'assurer une aération permanente des plantes dans leurs parties basses, et d'y éviter ainsi les coups de chaleur, que provoque le sirocco ou le brouillard.



LA ROUTINE

Dans un champ motteux, les semailles en lignes, ou poquets, provoquent une énorme perte de semences.



LE PROGRÈS

Dans une terre intensément ameublie, les grandes semailles de l'agriculteur équivalent aux semis du jardinier.

Dans un champ de blé semé à la volée, quand la végétation déjà haute figure au-dessus du sol un tapis épais, un thermomètre placé au-dessous, arrive à marquer des différences de 4 à 7 degrés (plaine de la Medjerdah) avec la température dans les interlignes. Une terre protégée contre le rayonnement par la végétation est plus chaude qu'une terre nue : l'air chargé de vapeur d'eau à hauteur des feuilles retient les radiations de chaleur émises par la terre. Les plantes en bordure du champ ne souffrent guère : mais, dans l'intérieur, la base des tiges est enclose comme en une *étuve*. Il arrive que la tige jaunit prématurément, ce qui veut dire qu'elle est *échaudée*, lignifiée, morte, et que les solutions nutritives montant du sol ne pourront plus guère la traverser.

Pendant que la végétation se développe, les plantes du blé supportent mal une température supérieure à 40°, surtout si leurs racines ne trouvent pas à absorber toute l'eau dont elles ont besoin.

La culture en lignes largement espacées (70 à 80 centimètres) doit éviter ce danger, les lignes étant elles-mêmes de faible épaisseur (10-15 centimètres) et orientées pour subir l'aération la plus intense : le vent qui glisse dans les interlignes accomplit une œuvre utile d'assainissement. La lumière aussi, nous l'avons vu, joue un rôle dans l'élaboration de la matière végétale, pour rendre

forts et résistants les tissus fibreux et cellulaires : la lumière diffuse, qui pénètre seule au fond de l'étuve, sous le manteau de verdure, n'a plus aucune action ; les tiges y pâlisent, prédisposées à la *verse*. Les végétaux aiment à se baigner dans la lumière, et profitent toujours du plus grand éclaircissement. La plante développe toute sa beauté quand on lui donne du soleil et de l'eau.

La culture en lignes espacées, la plus rationnelle et certainement la plus scientifique, pour nos colonies africaines (sans doute aussi pour de larges portions des Amériques et d'ailleurs), permet donc de régler à volonté dans le sol, le jeu de la capillarité, d'assurer au suprême degré l'économie stricte des eaux et leur utilisation intégrale : elle dégage ainsi, dans une large mesure, l'agriculteur, d'une subordination obsédante aux caprices de la climatologie. Peut-être, — aidée par le nouvel outillage que la motoculture lui apporte, — va-t-elle permettre, à l'élite de nos agriculteurs coloniaux, des tours de force dans la mise en valeur de régions réputées stériles.

Il ne semble pas, *a priori*, qu'aucune de nos plantes de grande culture ait, en eau, des exigences telles, qu'elles ne puissent être satisfaites même en des pays fort lointains. Je cite, à ce sujet,

les chiffres de Hall, indiquant la hauteur d'eau qu'elles évaporent par hectare :

	Poids total de la récolte en tonnes	Proportion d'eau contenue pour 100	Poids en matière sèche en tonnes	Hauteur d'eau éaporée en m/m
Blé	6	18	4,92	155
Orge	5	17	3,98	125
Avoine	6	16	5,04	158
Foin de graminée . . .	3,6	16	3,02	95
Foin de trèfle.	5	16	4,03	127
Betteraves	72	84	8,64	272
Pomme de terre	18	72	4,49	141
Fèves	5	17	3,98	125

J'aurais voulu donner des indications pour le coton, le sula, le bersim, le soja et d'autres grandes plantes industrielles et fourragères coloniales. Je suis persuadé que les nouvelles méthodes culturales, bien raisonnées, *pourvues d'un outillage rationnel*, nous réservent, dans ce domaine, de grandes surprises. Il n'est pas jusqu'au *reboisement*, — par des oliviers surtout, — de nos immenses territoires du Nord africain, qui ne puisse peut-être tirer un profit de cette adaptation des moyens mécaniques d'exécution aux besoins théoriques des méthodes.

Les trombes d'eau qui roulent sur ces terres africaines, en des fleuves aux berges trop larges, aux

estuaires imprécis; qui se fondent sans profit, au soleil, dans la durée de leurs course, ne pourront-elles pas être épandues, enfermées, captées, domptées dans le réseau des particules terreuses du sol, dont on les empêchera de s'échapper?

Ceci peut n'être qu'un rêve; mais il me semble bien, — que l'eau tombe du ciel sur une terre ou qu'elle y soit répandue par irrigation, — que le problème est le même et la solution identique. Je dois donc dire ici quelques mots de l'irrigation, et généraliser ainsi cet éternel problème de l'eau en agriculture.

L'eau d'irrigation est une eau de complément. Les cultures irriguées sont d'ailleurs si diverses que tout agriculteur règle l'importance de ces cultures sur la masse d'eau dont il dispose.

On admet qu'il faut donner au sol, quand il en a besoin, à peu près 1 litre par seconde et par hectare en écoulement continu : ce qui correspond, pour 20 jours pleins d'irrigation pendant l'année, à un apport de 1 700 mètres cubes par hectare ou 170 millimètres d'épaisseur totale; et pour 10 jours pleins, à 850 mètres cubes ou 85 millimètres d'épaisseur totale. Ce modeste apport, donné à point, venant s'ajouter aux eaux atmosphériques, peut largement compenser les irrégularités de la nature et suffire bien des fois à assurer des récoltes diffi-

ciles, étendant ainsi le domaine de nos cultures en pays secs.

En beaucoup de régions, on sait déjà tirer un merveilleux parti de cette eau de complément : on en use avec parcimonie et on supplée à son insuffisance par un travail superficiel du sol dont la pratique, devançant la théorie, consacre la valeur par le vieil axiome populaire : *deux binages valent un arrosage*.

Je ne m'étendrai pas sur cette question, mais je dois à la motoculture de faire entrevoir ici quel gaspillage de richesses commettent les gouvernements qui, dans les pays de grande colonisation, négligent les questions d'hydraulique agricole. Ces questions essentielles, primordiales, devraient avoir le pas, dans l'organisation économique des pays neufs, sur les questions de chemins de fer, car elles seules sont capables de développer sûrement la richesse foncière, sur laquelle les États peuvent asseoir leur crédit en vue des grands travaux d'intérêt public.

Un homme politique espagnol, dont j'ai le regret d'oublier le nom, a développé ce thème au Congrès de Madrid. Il signalait que l'État avait cru bien faire de prendre l'initiative de créer ou de garantir financièrement des entreprises d'irrigation ; il expliquait que le revenu des terres nouvelles ainsi irriguées s'était accru en moyenne de 200 francs à l'hectare ; et il démontrait, clair comme le jour, que

l'État, tout en augmentant la fortune publique, récupérerait, par la simple augmentation du chiffre des impôts perçus sur ces terrains, plusieurs fois la valeur de sa garantie. Et cela serait réalisable à peu près partout.

Quand on songe que 30 jours d'arrosage par an peuvent mettre dans un sol arable plus de 2500 mètres cubes d'eau; que cette eau peut être suffisante pour assurer une récolte de 15 à 20 quintaux de blé à l'hectare; que 100000 hectares exigent seulement 250 millions de mètres cubes, et que des fleuves, de nombreux fleuves africains, emportent à la mer, dans leurs crues, cette quantité en un jour, on voit quelle immense fortune est ainsi gaspillée, quelle coupable négligence commettent les administrateurs à courtes vues qui ignorent, ou dédaignent, ces questions d'organisation économique, d'outillage national.

Des efforts énormes sont faits à l'étranger. Les États-Unis ont gagné, dans l'Ouest américain, près de 4 millions d'hectares à l'irrigation. L'Argentine, qui ensemeince 11 millions d'hectares en blé, lin, avoine et maïs, aura dans quelques années plus de 3 millions d'hectares irrigués. Le Pérou, le Brésil suivent le mouvement. Plus près de nous, le Nil, le Danube, le Tibre, l'Euphrate déversent leurs eaux toujours plus loin dans les plaines brûlantes. Les Colonies françaises négligent trop ce grand problème : la Tunisie, par exemple, qui

devrait être le jardin potager de l'Europe (où les questions d'hydraulique agricole relèvent, — pour le plus grand malheur de la colonie et des finances publiques, — non pas du Service agricole mais des Travaux publics), les eaux de rivières continuent à dévaler en torrents désastreux vers les lits des fleuves, et, par ceux-ci, vers la mer. Les Romains pourtant les arrêtaient en cours de route : elles étaient la fortune de l'Ifrikia, qui, bien pourvue en routes, se passa de chemins de fer.

IV. — PROCÉDÉS DEMTSCHINSKY, BUTTAGE, *ET* ROLLAGE

La nécessité de placer la végétation dans un *sol continu*, où les labours ne laissent à l'intérieur ni blocs inertes ni surfaces comprimées, ni vides, ni cavernes, dans une couche de terre *ameublie et rattachée au sous-sol*, résulte clairement des effets du roulage sur un labour à la charrue.

Le travail qu'accomplit Campbell avec notre rouleau squelette, qu'il appelle *compresseur de sous-sol*, le travail qu'exécutent au printemps nos agriculteurs quand ils roulent leurs champs avec de longs cylindres lisses ou cannelés ; l'observation, souvent faite, qu'un chariot traversant un champ semé de blé y marque pour toujours la trace de ses roues, car la végétation se fait plus intense le long de ces traces : tout cela concorde admirablement

pour démontrer les précieux avantages d'un sol où, grâce à la *continuité* de la couche, les fonctions capillaires s'exercent uniformément, à partir de l'instant où les semences lui sont confiées.

De nombreuses expériences consacrent que le nombre de grains qui y germent augmente de plus de 50 pour 100 ; que les plantes sont plus nombreuses, plus vigoureuses, les épis plus lourds, les rendements plus élevés.

Aussi a-t-on voulu construire des appareils semeurs tels, que la graine, et la graine seule, se trouve comprimée, au sein des particules de terre qui l'entourent, par un petit disque lourd, de quelques centimètres d'épaisseur, roulant derrière chaque bec du semoir.

Ceci est bien, mais insuffisant, en ce sens que vous aurez beau compresser la graine contre les particules terreuses, vous aurez beau — ce qui vaut mieux — la placer librement, sans la comprimer, au-dessous d'une légère couche ameublie, si l'humidité indispensable à la germination ne peut pas remonter du sous-sol, si la couche germinatrice aussi uniformément ameublie qu'elle soit se trouve suspendue au-dessus des abîmes ou des résistances internes du labour, la plantule pourra germer, mais elle aura de la peine à vivre.

On a fait mieux encore : on a voulu *butter* la base des plantes pour y faire naître de plus nombreuses racines, soit autour du collet, soit autour du

premier nœud aérien de la tige. Comme ce *buttage* s'accomplit avec de la terre meuble, les résultats sont quelquefois merveilleux, par la simple raison qu'on place ces nouvelles racines dans une situation meilleure que le système radiculaire original. Buttage et *dry farming* combinés peuvent se prêter à des applications culturelles raisonnées.

Je considère toutes ces tentatives, isolées et intelligentes, comme une consécration pratique de la *nécessité d'un sol continu*, et de la *difficulté* de réaliser cette continuité dans un sol labouré avec l'antique charrue. Je m'abstiendrai donc de parler des méthodes si suggestives de Demtschinsky, de Jäger et d'autres : mais je m'étendrai assez longuement sur un des résultats qu'elles visent toutes, en cultures de céréales ou de maïs ; « provoquer le tallage, faire produire aux plantes beaucoup de tuyaux, comme disait déjà Duhamel de Monceau, faire porter un épi à chaque tuyau, faire que chaque épi soit entièrement rempli de grains bien nourris ».

La culture en lignes espacées, telle que la pratique la méthode algérienne, paraît la plus apte à exalter cette faculté précieuse de la céréale, dont nous ne savons guère profiter.

« Les radicules qui sortent du grain au moment de la germination, écrivait Dombasle, ne servent que pendant peu de temps à nourrir la plante.

Lorsque la tige est sortie de terre, il s'y forme bientôt, peu au-dessous de la surface du sol, et à *quelque profondeur que le grain ait germé*, un nœud dont partent ce qu'on appelle les *racines coronales*, qui sont les véritables racines de la plante et qui doivent désormais pourvoir à sa nourriture.

« C'est de ce nœud, placé ainsi à la surface du sol, que partent latéralement de nouveaux germes ou bourgeons, qui constituent les *talles*. Chaque *talle* est une plante complète, car elle se pourvoit de feuilles et de racines, et on peut la séparer du pied principal, en l'éclatant, pour la repiquer ailleurs.

« Ces talles sont destinées à produire chacune une tige; elles sont d'autant plus nombreuses sur le même pied que le sol est plus riche, que *le pied est le plus éloigné de ses voisins*, et que les talles elles-mêmes ont eu plus de temps pour se développer et se multiplier.

« On trouve souvent des pieds isolés de froment ou d'orge qui, provenant d'un seul grain, se composent de 30 ou 40 talles et beaucoup plus. Si on arrache cette touffe pour séparer toutes les talles, on peut en former autant de nouveaux pieds, qui talleront à leur tour s'ils sont placés dans des circonstances favorables, car le *tallement* continue (voyez le chiendent) tant que le sol qui entoure la plante peut lui fournir plus d'aliments qu'elle n'en



L'AUTO-CULTIVATEUR.
Appareil automobile rotatif léger, à griffes élastiques, pour la petite culture et les cultures en lignes.

a besoin pour la formation des tiges et des épis qu'elle peut produire dans son état actuel.

« Le tallement des céréales d'automne se continue au printemps, et rien ne le favorise davantage que les cultures que l'on donne autour des plantes par des binages et des hersages.

« On aime que les plantes tallent pendant longtemps et fortifient leurs racines, sans s'élever trop promptement en tuyaux, comme cela arrive quand la température est prématurément chaude et sèche.

« Dans les plantes vigoureuses, et en circonstances favorables, les talles, montrant des feuilles larges et vert foncé, s'écartent du pied principal, en formant sur le sol une rosette très prononcée. Les tiges s'élèvent ensuite en prenant une hauteur uniforme, et au moment où les épis paraissent, ils se tiennent à la même hauteur, en formant une surface unie dans toute l'étendue du champ. Le cultivateur dit alors avec orgueil : on croirait qu'un jardinier a tondu la récolte au ciseau ; c'est là indice des plus certains d'une abondante récolte. »

Je ne connais rien de plus précis, et de mieux vu, que cette description, rien de plus sensible au cœur de l'homme de la terre que cette marche harmonieuse de la plante vers sa fructification.

Cette image gracieuse a sa valeur pratique. Une abondante récolte, 30 quintaux à l'hectare, par exemple, peut provenir aisément, avons-nous dit, de 300 épis au mètre carré, 300 épis portés par

300 tiges. Sans tallage aucun, ces 300 tiges devraient provenir de 300 plantes, donc de 300 grains.

Or, par le tallage, un grain donne naissance à une plante qui produit volontiers, je ne répète pas 40 et plus, — mais 10, 6, 3 talles : donc, autant d'épis. Si nous préparons nos terrains de semailles en dispositions favorables au tallage, telles que chaque plante puisse fournir 10 talles, 30 grains de semences suffiraient au mètre carré; 50 grains pour 6 talles et *100 grains pour 3 talles* : ce minimum-là, on devrait l'atteindre partout.

En culture algérienne, les lignes étant espacées de 75 centimètres et épaisses de 15, il comporterait l'emploi de 90 grains de semence au mètre courant. Je suis persuadé que des agriculteurs sérieux pourront descendre *beaucoup plus bas* : j'en connais déjà qui se feraient un scrupule de semer plus de 20 kilogrammes de blé à l'hectare, et qui récoltent pourtant régulièrement de 16 à 20 quintaux.

Plus claire est la semence — à la condition que le milieu lui soit favorable, — plus belle est la récolte. Chacun sait que les racines de graminées se font dans le sol une concurrence acharnée : il y a le plus grand intérêt à ce que la plante puisse germer et se développer dans un certain isolement avec de l'espace libre autour d'elle, dans le sol et dans l'atmosphère.

« Le blé est si complaisant et si généreux pour

se reproduire, écrit Bellenoux, qu'on se contente généralement de le cultiver avec des procédés barbares, basés sur la routine insouciante et l'ignorance séculaire. »

Ces paroles sont quelque peu méchantes, mais je les cite volontiers pour stimuler le zèle des chercheurs, des expérimentateurs, des praticiens remarquables qui, comme certains de nos colons africains, comme les bons fermiers d'Amérique, ont courageusement frayé le chemin du progrès agricole : ce n'est pas de l'enseignement de certains pédagogues officiels, hélas ! qu'il faut l'attendre.

Biblioteca UȘV Iași



4° PARTIE

LA MOTOCULTURE
AU POINT DE VUE
ÉCONOMIQUE ET SOCIAL

*LA MOTOCULTURE AU POINT DE VUE
ÉCONOMIQUE ET SOCIAL*

CE modeste travail s'achève ici. En jetant un coup d'œil en arrière, j'en aperçois toute l'imperfection : j'ai voulu le limiter à un exposé succinct et rapide de questions diverses, qui sont toutes solidaires. Je ne puis me flatter d'y être arrivé, et je m'en excuse : le sujet était trop vaste pour moi. Mes frères en agriculture me sauront gré cependant, je l'espère, d'avoir dégagé quelques facteurs intéressants du problème agricole moderne, le plus passionnant de tous les problèmes économiques et sociaux puisqu'il régit l'alimentation et la vie même des peuples.

Dégagée de toute préoccupation mercantile, mon étude ne peut se concréter en un tableau final de chiffres faisant ressortir les avantages de tels ou tels appareils : il devrait entrer dans mes calculs tant d'éléments difficiles à chiffrer, tant de considérations non négligeables, qu'ils pourraient apparaître erronés ou suspects. Chaque agriculteur intelligent n'aura pas de peine à y suppléer pour son cas particulier et suivant les données de son propre milieu.

Mais ce que je puis me permettre de dire ici, c'est, à un point de vue plus général, l'intérêt que présente le développement de l'outillage mécanique agricole.

La motoculture semblait à certains ne devoir profiter et servir qu'à la grande culture, et de bons esprits n'étaient pas loin d'en déduire que *la seule* solution, pour la moyenne et la petite culture, était dans une organisation mutualiste plus intense, visant à l'achat et à la mise en commun du lourd et coûteux outillage mécanique seul connu jusqu'ici.

Je crois avoir démontré et prouvé que la motoculture a déplacé ce point de vue social, en se mettant à la portée de la moyenne et de la petite culture. A l'effort individualiste s'ouvrent ainsi de nouveaux horizons, le rôle de la mutualité n'en serait point amoindri si elle s'appliquait à organiser, au profit du petit et du moyen cultivateur, le *crédit* dont ils ont besoin pour tirer hâtivement tout le profit possible du nouvel outillage.

Cette question de l'application, de la collaboration des moyens mécaniques aux travaux de la terre, est aujourd'hui une de celles que tout homme d'initiative doit connaître et dont nul Gouvernement ne peut se désintéresser.

M. Max Ringelmann, dans son rapport préliminaire au Congrès de mécanique agricole, écrivait :

« Les ouvriers ruraux désertent les champs pour les villes qui, selon une très heureuse expression

de Cheysson, jouent le rôle de pompes aspirantes; l'ouvrier quitte volontiers les campagnes avec des rêves d'âge d'or pour s'engouffrer dans la ville, y traîner le plus souvent son existence d'une façon misérable en échange de quelques satisfactions aléatoires. »

Et il ajoutait, en quelques phrases d'un pessimisme douloureux :

« Ce n'est que quand elle sera réduite à la pauvreté et à la misère, aussi bien physique que morale, que la masse des travailleurs fera retour aux campagnes... On ne rencontre plus dans beaucoup de villages que des intermits de séjours, des infirmes et des assistés... »

Ce mal de l'agriculture, qui provoque ces sinistres réflexions, est plus profond qu'on ne le croit en dehors d'elle : de toutes les régions de France, les professeurs d'agriculture, les notabilités du monde agricole l'ont souligné avec un ensemble qui ne laisse aucun doute. Le compte rendu des rapports déposés au Congrès répète à chacun d'eux le même refrain :

« Le manque de bras (et dans les colonies l'insuffisance des bêtes de trait) pour l'exécution des travaux de la terre pousse l'agriculteur à y suppléer par l'emploi de machines agricoles de plus en plus perfectionnées. »

M. Coupan disait avec raison : « Un agriculteur consentirait sans doute à payer ses façons cultu-

rales un peu plus cher si on lui fournissait un matériel permettant d'opérer plus vite et d'être moins à la merci des ouvriers ruraux. »

M. Sourisseau, docteur ès sciences et professeur de génie rural, écrit dans une brochure qu'il m'a aimablement adressée :

« Ce mouvement s'explique, parce que l'agriculteur ne trouve pas les ouvriers qui lui sont nécessaires; les campagnes se désertent de plus en plus, malgré tout ce qui est fait pour enrayer cet abandon. Les causes sont bien connues. D'abord, le goût de moins en moins prononcé des ruraux pour les travaux pénibles des champs, ensuite, l'idée fausse que le travail du sol rabaisse l'homme qui s'y livre, et enfin l'amour du changement avec l'espoir trompeur d'un gain plus élevé à la ville.

« Devant ce dépeuplement des campagnes que rien, jusqu'à ce jour, n'a pu arrêter, le problème de l'emploi des machines à l'agriculture s'est posé de plus en plus avec force. L'ouvrier agricole, de ce fait, devient donc de plus en plus un conducteur de machines : on peut dire que les travaux très pénibles de l'exploitation tendent à disparaître rapidement, et par là aussi, l'une des raisons de dépeuplement des campagnes.

« Il n'y a qu'à continuer dans cette voie, à substituer à la conduite des animaux attelés à la charrue celle d'une laboureuse automobile, et la profession prendra encore davantage de prestige...



MOTOCULTURE ET PASTORAGE

Les terrains accidentés, peu propres à la culture mécanique, doivent servir de vergers ou de pâturages.



Le lait et les viandes de boucherie sont aussi utiles que le pain pour l'alimentation des peuples : l'élevage est le complément rationnel de la motoculture.

« Ce retour de l'ouvrier, de la ville aux champs, pour se faire machiniste agricole, est un fait considérable. Faites de même de votre bouvier un conducteur de labourieuse automobile, et il ne pensera plus à vous quitter; il s'appliquera à son métier, et petit à petit ses idées d'exode s'évanouiront. La chose est parfaitement possible. La plupart des conducteurs d'automobile exerçaient antérieurement un métier n'ayant aucun rapport avec le deuxième. L'un était valet de chambre, l'autre cordonnier, celui-là boulanger. En quelques jours, ils sont devenus aptes à nettoyer leur moteur, refaire un joint, remettre un segment de piston, ... et conduire sur route. On peut donc faire aussi facilement un mécanicien de son bouvier.

« Ainsi, la motoculture semble appelée à résoudre le grave problème de la main d'œuvre rurale. »

C'est là, sans doute, ce qu'a entrevu le Congrès en votant le vœu suivant, comme conclusion à l'exposé de Jules Tardy prévoyant une organisation nouvelle du travail rural.

« Qu'on étudie la création d'un enseignement pratique de mécanique agricole destiné à former des moniteurs (mécaniciens ruraux) aptes au réglage, à la mise en route et à la réparation des machines. »

La question de la culture mécanique est donc, sans conteste, du plus haut intérêt national : notre grande Société des Agriculteurs de France n'a

cessé de s'en préoccuper; et notre Société nationale d'Agriculture, où des hommes éminents tels que MM. Pluchet et Bénard suivent ou provoquent les plus utiles expériences, vient d'en consacrer l'actualité par la parole officielle de son président. M. Linder disait, ces jours derniers (*Journal officiel*), en séance solennelle, après avoir répété que les ouvriers continuent à désertir les champs pour la ville.

« Comment remédier à une situation si préjudiciable à l'agriculture et aux intérêts essentiels du pays? L'expérience et la force des choses ont démontré que la solution ne pouvait être trouvée que dans le remplacement du travail à bras dans les campagnes par le travail mécanique agricole. L'importance de cette mécanique s'est fait sentir promptement. Elle est allée grandissant d'année en année, grâce à des perfectionnements incessants *qui constituent presque une révolution.* »

Ces paroles se passent de commentaires : à l'auditoire de savants et de praticiens qui les écoutait, notre dévoué ministre de l'Agriculture, Jules Pams, que j'ai le plus vif plaisir à saluer ici après l'avoir rencontré dans notre *bled* africain, a fait un appel chaleureux pour que s'établisse une union étroite et féconde entre toutes les forces nationales, pour le plus grand bien de l'agriculture.

L'agriculture mécanique, la motoculture, sera demain la préoccupation de tous les hommes d'État,

de tous les sociologues. Sa portée dépasse d'ailleurs notre horizon national et s'étend à toutes les nations voisines comme aux pays lointains.

La culture mécanique, supprimant pour l'ouvrier l'effort musculaire continu, si pénible, surtout dans les pays de colonisation, sera partout la bienvenue. Les planteurs de canne à sucre, de café, d'arachides, de tabac, de manioc, d'arbres à caoutchouc, etc., tout comme les cultivateurs de céréales, de coton, de riz, de soja et de toutes nos plantes industrielles, voudront utiliser le nouvel outillage, permettant d'exécuter, plus vite et en temps opportun, les travaux nécessaires. Cet outillage, les indigènes sont partout aptes à le conduire : nègres ou jaunes, bédouins ou malgaches seront là, après quelques semaines d'apprentissage, de précieux collaborateurs.

La motoculture réalisera ainsi, dans toute son ampleur, l'idéal de la colonisation : mettre en valeur des terres nouvelles, pour la plus large expansion des forces économiques de la métropole, le plus ample profit du colon, le plus grand bien de l'indigène et le plus sûr progrès de la civilisation.



TABLE DES GRAVURES



	Pages
MÉCANIQUE AMÉRICAINE	FRONTISPICE
Les appareils à vapeur exigent le transport, dans les champs, d'approvisionnements d'eau, de houille ou de bois, rarement faciles.	
LABOUR AFRICAIN	10
A tirer la charrue, sous le grand soleil, la graisse et les muscles des bœufs se fondent et s'usent sans profit pour le colon.	
AU CANADA (Outillage Cockshutt).	20
Les labours n'y sont jamais profonds. Des labours profonds en terres sèches assèchent encore davantage le sol, et suppriment le résultat des semailles au hasard des pluies.	
LABOURAGE AMÉRICAIN	30
Il provoque une oxydation rapide des humus et la destruction prématurée des matières organiques du sol arable.	
TRACTION MÉCANIQUE	40
Le rendement des tracteurs et la qualité du labour ne dépendent pas de la force motrice, mais de l'état de la terre au moment du travail.	
TRACTEUR LOURD	50
Dans les meilleures conditions (terrains plats et secs) ce tracteur n'exerce pas un effort de traction supérieur à 25 % de sa tare.	
« PLOW SOLE »	60
La compression continue du sol, par des machines lourdes, a des conséquences agrolologiques néfastes pour le rendement des terres.	

	Pages
APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE SIEMENS	70
La houille blanche, pas plus que la houille noire, ne fournit de force motrice gratuite.	
TREUIL ÉLECTRIQUE CAILLOUX-FILLET (Tunisie).	70
Le prix de revient du labour électrique dépend autant de l'organisation que du matériel.	
TRACTEUR LÉGER	80
La puissance des tracteurs est fonction de leur poids : plus légers, ils réduisent la largeur ou la profondeur du travail.	
LE SOC ET LE DISQUE.	90
Le soc, qu'il soit tiré par des animaux ou un tracteur, produit des mottes, déchire la terre, sans l'ameublir.	
Le disque produit un ameublissement direct quand il ne découpe que des bandes de faible largeur.	
TRACTEUR-TREUIL BAJAC.	100
Cette machine s'arrête tous les 200 mètres pour donner toute sa force au treuil, qui tire sur le câble remorquant la charrue.	
TRACTEUR-TOUEUR ARION	110
Se hâle sur un câble amarré aux deux bouts du champ. N'est pas automobile et doit être amené par des animaux.	
TRACTEUR-CHENILLE HOLF.	120
Pour accroître l'adhérence, les roues motrices sont remplacées par des jantes articulées comme le ventre annelé d'une chenille.	
TRACTEUR A GRANDE ADHÉRENCE LEFEBVRE.	130
Ce tracteur ajoute, à l'adhérence des roues motrices, celle d'une série de palettes, montées sur chaîne sans fin, qui s'ancrent dans le sol.	
AUTO-CHARRUE A SOCS PERCUTANTS LINARD-HUBERT.	140
Cette machine fait travailler la charrue, comme un burin, par à-coups répétés et successifs provoqués par un jeu de bielles.	
LABOUREUSE A DISQUES LANDRIN.	150
Pour que le labour soit complet, chaque disque ne doit découper qu'une faible largeur, en rapport avec l'inclinaison de son axe.	

TABLE DES GRAVURES

317

Pages

PIOCHEUSE KOENIG SAINT-GEORGES	160
La pioche, actionnée à bras d'homme, est un bon outil de travail pour ameublir le sol : on a voulu ici réaliser mécaniquement les mêmes mouvements et obtenir les mêmes résultats.	
LABOUREUSE ROTATIVE KOSZEGI-LANZ	170
Cette machine lourde, à outils rigides, produit cependant un ameublissement différent de celui de la charrue.	
LABOUREUSE BOGHOS NUBAR PACHA	180
Les disques piocheurs alternés, à bras rigides, tournent à 300 tours par minute dans des plans perpendiculaires au sens de la marche.	
LABOUREUSE VERMOND-QUELLENEC	190
Le « <i>hérisson</i> » est formé de disques solidaires, rotatifs, armés de dents rigides qui ameublissent le sol quand il est sec.	
LE MOTOCULTEUR	200
Machine légère, à outils rotatifs flexibles et interchangeables pour labours ordinaires et travaux superficiels rapides.	
FRAISE A GRIFFES FLEXIBLES	210
Les griffes élastiques du motoculteur arrachent la terre en petites mottes et l'ameublissent à toute profondeur.	
LE DÉCHAUMAGE	220
Le déchaumage doit suivre immédiatement la moisson : il exige un ameublissement intense mais peu profond.	
UN APPAREIL ROTATIF LÉGER	230
Les appareils rotatifs légers sur champs cultivés, disposent de 70 à 80 % de leur force pour le travail utile de la fraise.	
COMBINAISON AMÉRICAINE	240
Les appareils lourds ne pouvant repasser sur un champ cultivé cherchent à tirer à la fois tout un arsenal. Gare aux virages!	
HERSE A DISQUES	250
Cette herse exige des disques très rapprochés pour	

ameubler régulièrement toute la surface (Dry farming.)	
Une forme du fameux rouleau américain compresseur de sous-sol, qui n'est autre que le vieux rouleau squelette de Dombasle.	
LABOURS DANGEREUX	260
Même quand ils paraissent ameublés en surface, ces labours ne le sont pas encore au fond du sillon, où des cavernes et des mottes inertes persistent toujours.	
LABOURS NOUVEAUX	270
Le motoculteur incorpore et mélange intimement à la masse le fumier ou les amendements répandus à la surface.	
ÉVAPORATION	280
En pays secs, les terres crevassées et labours grossiers perdent, par évaporation, toute l'humidité accumulée.	
L'eau qui s'évapore à l'air sans passer par les racines des plantes est une richesse naturelle qui se perd.	
LA ROUTINE	290
Dans un champ motté, les semailles en lignes, ou poquets, provoquent une énorme perte de semences.	
LE PROGRÈS	290
Dans une terre intensément ameublie, les grandes semailles de l'agriculteur équivalent aux semis du jardinier.	
L'AUTOCULTIVATEUR	300
Appareil automobile rotatif léger, à griffes élastiques, pour la petite culture et les cultures en lignes.	
MOTOCULTURE ET ÉLEVAGE	310
Les terrains accidentés, peu propres à la culture mécanique, doivent servir de vergers ou de pâtures.	
Le lait et les viandes de boucherie sont aussi utiles que le pain pour l'alimentation des peuples : l'élevage est le complément rationnel de la motoculture.	

TABLE DES MATIÈRES



	Pages
AVANT-PROPOS.	I

PREMIÈRE PARTIE : PRINCIPES AGRONOMIQUES

Chapitre I. — LE SOL ARABLE.

I. — Constitution physique :	
Sa texture	23
Ses qualités	25
II. — Constitution chimique :	
Éléments minéraux.	27
Humus.	28
Analyse biologique	29
Fertilité naturelle.	30

Chapitre II. — L'EAU.

L'Eau et le Sol	35
I. — État physique :	
Capillarité	36
Tension superficielle	39
Évaporation	40
Par la plante.	41
Mouvements de l'eau en sol cultivé	43
II. — Eau alimentaire :	
Besoins des plantes	48
Ruissellement.	53
Infiltration profonde	59

	Pages
Transpiration de végétaux	61
Influences atmosphériques.	65
Transpiration du sol	68
Crevasse. — Labours grossiers.	71
Puissance et rupture de la capillarité	73
Généralisation	83

Chapitre III. — LA PLANTE.

Germination	87
Nutrition.	92
Époque des besoins.	97
Nitrification	100

DEUXIÈME PARTIE : OUTILLAGE

Chapitre I. — TRAVAIL DU SOL.

I. — Résistance à l'outil	109
II. — Labours	114
III. — La charrue.	117
IV. — Évolution logique de l'outil. Principes.	125
L'outil	127
La force motrice	131

Chapitre II. — OUTILLAGE MÉCANIQUE.

I. — Considérations générales	135
II. — Outillage négligeant la qualité du travail :	
Treux à vapeur	145
— à moteurs.	151
— électriques	154
Traction directe	159
Tracteurs	165
— légers.	170
III. — Outillage améliorant la qualité du travail :	
Outils articulés.	182
— rigides.	184
— élastiques.	190

TABLE DES MATIÈRES

321

TROISIÈME PARTIE : PRATIQUE AGRICOLE

Chapitre I. — PRÉPARATION DU SOL.

	Pages
I. — Préparation aux semailles.	204
II. — Profondeur des labours.	212
III. — De l'utilité des mottes dans les labours.	223
IV. — Labours d'entretien.	227

Chapitre II. — RECONSTITUTION DES RÉSERVES ALIMENTAIRES.

I. — Les richesses du sol	241
II. — Sources naturelles d'azote :	
Azote atmosphérique	246
Azote organique	247
Fumiers, engrais verts, résidus de récoltes.	248
III. — Les légumineuses.	253
IV. — Coopération des divers éléments.	258

Chapitre III. — LES JACHÈRES.

I. — Jachères nues et travaillées.	271
En pays secs	275
II. — Dry Farming.	278
III. — Méthodes algériennes.	285
IV. — Procédés Demtschinsky, buttage, tallage.	297

QUATRIÈME PARTIE : LA MOTOCULTURE AU POINT

DE VUE ÉCONOMIQUE ET SOCIAL . . . 305