



EX-LIBRIS



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA
LUÍZ DE QUEIROZ

Nº 1393

10001.00-0

631.4

L49448

SOL ET ENGRAIS

Orléans. — Imp. P. PIGELET, rue Saint-Étienne, 8.

631.4 + ~~418~~

BIBLIOTHÈQUE DU CULTIVATEUR

SOL ET ENGRAIS.

PAR

LEFOUR

INSPECTEUR GÉNÉRAL DE L'AGRICULTURE

HUITIÈME ÉDITION

PARIS.

LIBRAIRIE AGRICOLE DE LA MAISON RUSTIQUE

26, RUE JACOB, 26

1897

SOL ET ENGRAIS

PREMIERE PARTIE

SOL

CHAPITRE PREMIER

DÉFINITION. — COMPOSITION DU SOL.

Le sol est la couche la plus superficielle de la terre ; il fournit aux plantes un support et un milieu dans lequel leurs racines puisent les éléments de leur développement. Le *sol végétal* est la portion dans laquelle s'étendent les racines ; le *sol arable* est la portion du sol qui est remuée par les instruments aratoires.

Le sous-sol est la couche immédiatement placée sous le sol. Il est tantôt d'une autre nature, tantôt de même composition, et différant seulement par défaut d'ameublissement et d'aération ; il peut être converti lui-même partiellement en sol, et agit toujours plus ou moins sur les propriétés de celui-ci par ses conditions mécaniques et chimiques.

Composition. Le sol et le sous-sol sont formés aux dépens des terrains qui constituent l'écorce du globe, et des matières provenant de la décomposition des êtres organisés, auxquels se mêlent incessamment les eaux et les gaz répandus

dans l'atmosphère. La composition des sols est donc très-compléxe et très-diverse. Ajoutons que le sol étant une espèce de récipient où s'opèrent continuellement, soit par l'action de la végétation, soit par celle des agents chimiques ou physiques, des combinaisons, des mélanges, des agrégations ou la décomposition des éléments qu'il renferme, sa composition ne reste jamais absolument la même.

Voici, toutefois, entre quelles limites sont comprises les principales matières qu'une analyse rigoureuse rencontre le plus généralement dans les sols. Les proportions sont données sur 1,000 kil., qui représentent environ 3^m superficiels d'une terre arable, de 0^m,28 à 0^m,35 de profondeur.

	kil.	kil.
Silice (pierres, graviers, sables, argiles).....	950	à 100
Alumine (argiles, pierres, terres).....	300	5
Chaux (carbonates, sulfates, etc.).....	900	5
Magnésie (carbonates).....	300	5
Fer (oxydes, carbonates, etc.).....	100	5
Manganèse (oxyde).....	10	0
Potasse (oxyde, sels divers).....	12	5
Soude —	10	0
Chlore (chlorhydrates).....	15	0
Soufre (sulfates, sulfures).....	20	0
Phosphore, phosphates.....	20	0
Ammoniaque, sels ammoniacaux.....	20	0
Carbone (des débris organiques, acide carbonique).	600	10
Eau.....	800	100
Azote (air, débris organiques).....	2,5	0,005
Hydrogène (eau, débris organiques, etc.).....	indéfini.	»
Oxygène (air, eau, débris organiques, etc.).....	indéfini.	»

Il résulte de ce tableau que la base des sols est empruntée à la silice et à l'alumine sous forme d'argiles et de sables, et aux calcaires; le carbone peut, dans certains sols tourbeux, entrer pour une proportion considérable; enfin, l'eau et les gaz, comme mélanges, en font encore une partie intégrante, considérable. Les autres matières, azote, soude, potasse, phosphore, etc., sont en quantité beaucoup moindre; mais on verra que leur importance est au moins égale dans la végétation. Si on compare ce tableau à celui de la composition des plantes, on reconnaît que les éléments du sol se retrouvent dans le végétal.

CHAPITRE II

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DES SOLS.

§ 1^{er}. — *Masse du sol et du sous-sol.*

La masse du sol est en raison de l'épaisseur ou de la profondeur de la couche végétale ou arable. Le sol végétal est profond, quand il est cultivé à une profondeur de 0^m,30 à 0^m,40, ou quand le sous-sol peut être pénétré par les racines. La profondeur du sol végétal est une qualité qui s'accroît avec la bonté du sous-sol. Le sous-sol agit d'autant plus sur le sol que celui-ci est plus mince. Il agit en soutirant l'eau en excès du sol ou en lui rendant, par la capillarité, celle qui remonte des couches inférieures; il est également conducteur des gaz, de l'électricité et du calorique.

Le sous-sol imperméable, sous-sol inerte, est celui qui ne peut être pénétré par les racines.

Les sous-sols caillouteux et même rocheux, lorsqu'ils sont faciles à désagréger ou remplis de fissures, deviennent souvent des sous-sols *actifs*. Ainsi le calcaire jurassique se laisse pénétrer par les racines pivotantes, et des sols pourvus d'un sous-sol de cette nature ont décuplé de valeur par la culture

de la luzerne. La vigne donne des produits renommés sur les schistes de l'Ardèche, de l'Anjou, du Lyonnais et sur les roches porphyriques ou volcaniques des Basses-Pyrénées. Les arbres, tels que le chêne, le hêtre, le châtaignier, pénètrent en les décomposant les roches de micaschistes, de granits tendres, s'enfoncent même dans les argiles plus ou moins compactes.

Le sous-sol *imperméable* rend possible sans défoncement la culture des plantes à racines longues, fibreuses ou pivotantes, en arrêtant les eaux quiaturent alors la couche arable, d'autant plus promptement qu'elle est plus mince. Il s'oppose également à ce que l'eau monte par la capillarité à la surface du sol pour remplacer celle qui s'évapore; la sécheresse devient très-nuisible pour cette nature de sols ordinairement formés d'argiles plus ou moins tenaces, ou même de couches d'argiles siliceuses auxquelles leur puissance imprime ce caractère.

Dans les terrains siliceux de la Dombes, de la Sologne, des Landes, sous l'action d'un peu de silice dissoute et combinée avec un peu d'humus acide, d'oxyde de fer quelquefois, le sous-sol passe à l'état gréveux, tuffeux, imperméable. Ailleurs, ce sont des roches plus ou moins dures de granit ou de schiste, des silex en plaquettes, ou enfin des poudingues (gravier et cailloux agglutinés par un ciment siliceux, ferrugineux ou calcaire), qu'on nomme *grison*, *mâchefer*, ou *tuf*, etc. Les sous-sols imperméables se reconnaissent aux caractères indiqués à l'occasion des sols humides; le sous-sol imperméable seulement *par places* présente des espaces mouillés par l'humidité, brûlés par la sécheresse, connus dans ce dernier cas sous le nom de *réchauds*. Le sous-sol rocheux nuit encore à la culture en arrêtant la marche des instruments et en occasionnant des *heurts* qui les brisent. On remédie par le défoncement et le drainage à l'imperméabilité des sols.

Les sous-sols perméables sont ordinairement composés de sables, de graviers, de pierres siliceuses ou calcaires, ou même de roches de calcaire tendre. Ils sont favorables aux sols argileux; mais quand la perméabilité est trop grande, ils rendent les sols légers trop secs. Il est difficile de remédier aux inconvénients d'un sol trop perméable.

Planimétrie du sol. Un sol est *plan*, en *pente*, en *butte*, en *bassin*, etc. Une pente légère est toujours favorable, si elle s'allie surtout à une bonne exposition; les plantes végètent sur les côtes les plus abruptes, mais la culture devient plus difficile à mesure que la pente augmente. Un sol très-montueux appartient ordinairement à des roches dures incultivables; la terre meuble y est entraînée par les pluies. La culture des céréales a lieu par exception sur quelques pentes de 50 à 55 p. 100; mais au delà de 40 p. 100 l'emploi des animaux cesse; l'homme ne peut gravir une pente de 60 p. 100 qu'à l'aide d'escaliers ou d'entailles percées pour ses pieds; alors le sol est consacré à la culture de la vigne ou des arbustes, par terrasses, comme dans le Var et les Bouches-du-Rhône, etc.

§ II. — État d'agrégation et de division des sols.

Le sol se présente à tous les états de division, depuis la poussière impalpable jusqu'à la masse rocheuse. Il est dit *rocheux* ou *sol de roche* quand il consiste en un rocher n'offrant à la végétation que des fissures ou des dépressions à peine couvertes de terre; si la roche est d'une nature friable, le sol prend quelquefois le nom de *tuffeux*; les roches *granitiques* et *schisteuses* forment un sol rocheux particulier qu'on caractérise en ajoutant ces deux épithètes. Le nom de sol *pierreux* est donné en général à celui où les pierres se trouvent en une certaine abondance; on appelle sol *caillouteux* celui dont les pierres sont généralement dures et siliceuses; le sol de *galets* n'est qu'une variété de celui-ci, formé ou mélangé de galets ou cailloux roulés. La *Crau*, le bassin de la Moselle, du Rhin et d'autres fleuves en offrent des types nombreux. Lorsque les pierres descendent à la dimension de *graviers*, le sol est dit *graveleux*; les graviers calcaires prennent aussi le nom de *grève*, quand surtout ils sont déposés par les eaux (la Marne, la Haute-Marne, le Perthois). On nomme les *graves*, dans le Midi, des sols d'un sable très-grossier, ordinairement siliceux.

Les *sables* peuvent prendre tous les degrés de ténuité et se confondre presque avec les *terres*; cependant ils sont formés

de particules désagrégées, de roches dures, ordinairement *quartzeuses* ou *gréseuses*, qui leur donnent un caractère particulier. Les sables sont soit *siliceux*, soit *calcaires* et même *alumis neux*, comme certains schistes, certaines matières volcanique-réduites en poussière. Les sables *schisteux* et les sables *micacés*, composés de lamelles ou de petites aiguilles, forment dans les sables et les graviers une variété qui caractérise bien les sol qui lui appartiennent.

§ III. — *Pesanteur spécifique et poids des sols.*

Pour trouver la pesanteur spécifique d'une terre, on pèse 56 grammes de cette terre préalablement séchée; on prend une éprouvette graduée dont chaque degré correspond à une contenance de 1 centimètre cube; on la remplit d'eau jusqu'à une certaine hauteur, soit 60° indiquant 60 cent. cubes. Cette quantité d'eau équivaut donc à 60 gr.; on y plonge les 50 grammes de terre. Supposons que l'eau monte de 20°; on aura la pesanteur spécifique de la terre par le rapport du poids de la terre au poids du même volume d'eau; soit: 50 divisé par 20 = 2,50.

Voici, d'après M. de Gasparin, la pesanteur spécifique et le poids d'un mètre cube de différents sols :

	Pesanteur spécifique.	Poids d'un m. c.
Glaise sablonneuse de la Valoire.....	2,63	1458
Terre argilo-calcaire de la Camargue...	2,60	1682
Terre siliceuse des Arnas.....	2,60	1370
Loam riche d'Orange.....	2,12	1126

Le poids des masses ou du mètre cube ne suit pas toujours l'ordre des pesanteurs spécifiques; l'état d'agrégation des particules du sol agit principalement sur son poids; en général, les terreaux et les terres riches en terreau sont les plus légères; les argiles mêlées de sable et les sables pèsent le plus, les argiles calcaires ensuite; mais l'arrangement des particules change cet ordre quelquefois; il est des terres *porouses*, *silico-calcaires* ou même *argilo-siliceuses* très-légères. Le mélange de pierres, de graviers, augmente le

pois du mètre cube des terres végétales et diminue souvent celui des sables. La qualification de *terres lourdes* ou *légères*, appliquée habituellement au sol, se rapporte à la résistance qu'elles opposent à l'action des instruments. (V. Cohésion, Ténacité.)

Le volume du sol est modifié par l'action des instruments, celle de l'eau, de la chaleur. Un sol *remué* est beaucoup moins pesant qu'une terre tassée; une terre qui, tassée, pesait 1400 kilog. le mètre cube, ne pesait plus que 1120 pour le même volume chargé dans un tombereau. Une terre argileuse prend plus de volume par l'ameublissement qu'une terre calcaire, celle-ci plus que des sables. Ce sont les terres riches en terreau qui augmentent le plus de volume par l'ameublissement; l'augmentation de volume du sol par l'humidité suit le même ordre; sous cette action le terreau peut s'accroître de 20 p. 100 en volume, l'argile de 18 p. 100, la chaux pure et le sable de 50 à 60 p. 100. La *gelée* augmente encore le volume des terres dans des proportions à peu près identiques avec la faculté qu'elles ont d'absorber l'eau.

Les argiles tassées, piétinées, travaillées à l'état humide, se corroient, se lissent, augmentent de ténacité et prennent en séchant la consistance de la brique; sous l'action de la pluie, les argiles siliceuses se *battent* et forment *croûte* en séchant; l'eau, en traversant le sable, le *tasse* fortement.

La diminution de volume par le tassement, la pression et la sécheresse, a lieu à peu près dans le même ordre.

§ IV. — Consistance, ténacité, cohésion des sols.

La *consistance* comprend la cohésion et la ténacité; la *cohésion* est cette propriété qu'ont les parties constituantes du sol de rester unies; la *ténacité* est la résistance qu'elles opposent à l'effort tenté pour les diviser. Ces propriétés sont modifiées par l'état sec ou humide du sol, son tassement et sa composition. L'état *meuble* est l'opposé de l'état de cohésion; une terre très-cohérente est dite *dure* à l'état sec; à l'état humide, elle prend le nom de terre *tenace*, *forte*, *collante*; dans l'ordre de leur cohésion, les sols se classent ainsi: ar-

giles plastiques mêlées de sables fins, graviers, terreaux; le terreau ameublir les argiles, mais rend les sables plus cohérents.

La résistance opposée par le sol à l'action des instruments employés à le diviser, soulever, ameublir, varie suivant la composition, l'état d'humidité et de sécheresse de la terre et suivant les instruments employés.

§ V. — *Couleur des sols.*

La *couleur* des sols n'est qu'un caractère très-accessoire; cependant dans quelques localités elle sert à distinguer les sols silico-argileux qui blanchissent sous l'action de la pluie, et qu'on distingue sous le nom de *terres blanches*; les sols crayeux et calcaires sont blanchâtres; les sables des grès rouges et vosgiens, certains schistes décomposés (vers Saint-Dié, Angers), les argiles des marnes irisées, beaucoup de sables ocreux plus modernes sont d'un rouge de brique plus ou moins brun; les sols volcaniques, d'un gris noirâtre; le sous-sol des argiles est généralement roussâtre et brunit à l'air. L'oxyde de fer à divers états d'oxydation produit ces effets de coloration que modifie aussi la présence des terreaux; la couleur noire appartient spécialement aux terres très-riches en terreau.

§ VI. — *Humidité des sols.*

Un sol *marécageux* se reconnaît facilement à l'aspect des eaux qui y séjournent, de son sol noirâtre, souvent tourbeux ou uligineux, et de certaines plantes, telles que les *roseaux*, les *butomes*, les *stachys*, l'*airelle*, etc.

Le sol *humide*, qu'on nomme aussi sol *froid*, est celui qui souffre d'une humidité surabondante, qui est infesté par les *persicaires*, l'*agrostis épi du vent*, les *renoncules*, etc.; l'aspect mousseux des arbres, une végétation tardive sont les indications de ce sol. Un sol *sourceux* est celui où les eaux séjournent en certains endroits, amenées par les sources ou *bouillons* qui se font jour à la surface. Le sol *sain* est celui dont l'état d'humidité est convenable. Ce sol s'égoutte facile-

ment, tout en conservant habituellement 15 à 20 p. 100 de son poids d'humidité à 0^m,33 de profondeur; le sol *sec* est celui qui n'en retient que 10 p. 100 au plus.

Faculté d'absorber et de retenir l'eau. Les sols absorbent d'autant plus d'eau qu'ils sont plus riches en débris organiques, qu'ils sont plus profonds, plus meubles, et que leurs particules sont plus fines. Les sols de terreau absorbent le plus d'eau (jusqu'à deux fois leur poids); puis viennent l'argile, l'argile calcaire, les sols magnésiens et crayeux, les sables fins, les sables grossiers.

La perte de l'humidité du sol résulte de sa perméabilité et de sa *dessiccation*. Dans l'ordre de la perméabilité se placent les sols pierreux, graveleux, les sables siliceux, calcaires, schisteux, les terres et les limons argileux, argilo-calcaires et argilo-siliceux. Le terreau est très-perméable; il augmente la perméabilité des argiles et diminue celle des sables. L'évaporation, accélérée elle-même par l'influence de l'air et de la chaleur, opère principalement la *dessiccation*; la nature sableuse du sol, sa couleur foncée, son état meuble, augmentent ordinairement la perte de l'humidité. Le terreau garde le plus longtemps son humidité; puis viennent l'argile, le calcaire, le sable.

Une terre trop soulevée se dessèche plus vite qu'une terre tassée; l'ameublissement superficiel, tel que le binage, conserve l'humidité. Les cailloux superficiels la conservent également.

§ VII. — *Absorption du calorique. — Échauffement des sols.*

L'ordre des différents sols, sous le rapport de la faculté d'absorber et de retenir la chaleur, est inverse de celui qu'on vient d'indiquer pour la faculté d'absorber l'eau; les sables siliceux s'échauffent plus rapidement, puis les sables calcaires; viennent ensuite les argiles siliceuses, les argiles pures, enfin le terreau; la chaleur spécifique et la faculté conductrice du calorique sont dans le même ordre. Les sols graveleux et pierreux s'échauffent plus rapidement que les sables; le mélange de pierres rend plus chaudes les terres argileuses.

Les sols humides s'échauffent difficilement, parce que l'évaporation absorbe à mesure le calorique; un sol de couleur foncée s'échauffe plus vite qu'un autre de couleur claire. C'est ainsi que les vignes sur calcaires blancs produisent des vins moins colorés, ou mûrissent plus tard. L'inclinaison et l'exposition de la surface du sol agissent sur son échauffement. Un sol s'échauffe d'autant moins qu'il reçoit plus obliquement les rayons du soleil. Les sables gèlent et dégèlent plus promptement que les argiles, et cet effet est d'autant plus marqué qu'ils sont plus secs, moins colorés et moins riches.

Un sol décompose plus rapidement les engrais et les conserve à l'état de *vieille graisse*, d'autant moins qu'il s'échauffe plus facilement.

§ VIII. — *Absorption des sels, des acides et des gaz.* —
Électricité.

D'après les travaux récents des chimistes français, anglais, allemands, MM. Boussingault, Barral, Way, Liebig, on a reconnu que le pouvoir absorbant des terres s'étend à toutes les bases alcalines et terreuses indispensables au développement du végétal, telles que la potasse, la soude, la magnésie, la chaux, libres ou combinées. Les acides, comme l'acide phosphorique, l'acide carbonique, sont également absorbés par le sol et y forment des combinaisons solubles ou insolubles; l'ammoniaque, à l'état de gaz ou de solution aqueuse, est enfin absorbé de même. La quantité des principes absorbés dépend de la composition chimique et mécanique du sol, de la nature même de ces principes et de la forme sous laquelle ils sont présentés à la terre; ainsi M. Brustlein, préparateur de M. Boussingault, a constaté que 1 kilog. de terre argilo-calcaire retenait d'une dissolution d'ammoniaque libre ou de chlorhydrate d'ammoniaque, de 0^g.3 à 1^g.8 d'ammoniaque. Le terreau a retenu d'une dissolution très-concentrée 12^g.5 également par kilog.; la tourbe 7^g.; le noir animal 3^g. Dans les terrains qui contiennent des carbonates calcaires ou autres, cet effet est dû à la transformation de ces carbonates insolubles en bicarbonates solubles et en nitrates; dans les sols qui contiennent de l'argile, du fer et du terreau, l'absorption opère direc-

tement. Une partie de l'action de la jachère serait due à cette propriété des sols.

La terre non-seulement absorbe, mais *retient* ces principes avec un fixité suffisante pour qu'ils ne soient pas enlevés par les eaux. Elle agit encore à la manière d'un *filtre* en retenant tous les sels et les principes organiques utiles. La terre possède encore, d'après M. Way, des propriétés antiseptiques : dans certaines conditions, elle arrête ou modère du moins la fermentation putride. Une bonne terre, suivant lui, peut retenir sans déperdition soixante fois autant de principes fertilisants qu'on en introduit par une fumure ; l'absorption paraît être plus grande à l'état humide, mais à cet état le sol dégage également une partie de l'ammoniaque qu'il contient. L'absorption du gaz atmosphérique n'est pas moins considérable ; c'est par elle que l'oxygène exerce sur le sol son action toute-puissante ; c'est en ouvrant les pores de la terre à ce tamisage continu que le drainage agit sur la végétation.

L'électricité, dont l'action est si considérable dans les combinaisons chimiques, joue dans le sol et dans l'élaboration des principes qu'il renferme un rôle qui n'a pas encore été étudié, mais dont on peut soupçonner l'importance.

§ IX. — *Tableau des propriétés physiques des sols.*

Schübler a fait sur les propriétés physiques des sols une série d'expériences résumées dans le tableau ci-après. Il opérait sur six sols, savoir : 1° *limon argileux* non calcaire avec seulement 5 à 15 p. 100 de sable fin ; 2° *terre argilo-siliceuse* non calcaire avec 15 à 30 p. 100 de sable très-fin ; 3° *terre silico-argileuse* non calcaire avec 30 à 60 p. 100 de sable plus ou moins fin ; 4° *terre argilo-siliceuse-calcaire d'Hoffwil* (arg., 60, sable sil., 42, calcaire, 1,27, humus, 3,4) ; 5° *terre silico-argilo-calc.* du Jura (sable, 63, arg., 33, calcaire, 2,4, humus, 1,20) ; 6° *terre argil.-silic.-calc.* de jardin, noire et fertile (arg., 52,4, sable, 36,5, calcaire, 3,8, humus, 7,2) et sur les sept substances suivantes : 7° *argile pure*, 8° *sable siliceux*, 9° *sable calcaire*, 10° *humus*, ces quatre matières obtenues par lavage et décantation ; 11° du *carbonate de chaux* ; 12° du *sulfate de chaux* ; 13° du *carbonate de magnésie*, obtenus purs à l'état pulvérulent.

La 1^{re} colonne du tableau explique la pesanteur spécifique; la 2^e le poids du mètre : la 3^e la cohésion, qui a été essayée en faisant sécher de petits prismes de terre qu'on brisait ensuite en les posant sur des supports et en chargeant le milieu; la

TERRES ET SUBSTANCES.	Pesanteur spécifique, 1	Poids du mètre cube, 2	Cohésion, 3	Adhérence, 4	Absorption		Perte d'humidité en 4 heures, 7	Retrait et dessèchement pour 100 en volume, 8	Faculté d'absorber ou de perdre la chaleur, 9
					De l'eau p. 100 en poids, 5	De l'humidité atmos- phérique en 24 heures, 6			
Terre argileuse.....	2603 5 4	1600	15,17 2 3	0,86 2 5	0,60 5 7	18,0 3 7	34,0 5 5	114 3 3	68,4 6 6
Terre argilo-siliceuse.	2652 3 3		12,53 4 4	0,52 7 9	0,50 4 9	15,0 8 8	15,7 4 9	89 9 3	71,0 3 3
Terre silico-argileuse.	2701 9 9	1800	10,44 5 10	0,40 5 10	0,40 6 9	13,0 9 8	32,0 5 5	60 8 5	76,9 7 7
Terre sil.-arg. (Hoffwil)	2401 7 7	1450	6,01 6 11	0,28 6 11	0,52 8 10	11,0 10 6	52,0 7 4	120 7 4	70,1 4 4
Terre sil.-a.-calc. (Jura)	2526 11 11	1300	4,01 10 8	0,27 8 2	0,48 3 11	9,5 3 11	40,0 4 9	95 4 9	74,3 9 9
Terre de jardin.....	2233 6 6	1220	1,28 1 4	0,34 1 4	0,84 4 4	22,3 4 4	24,3 9 2	149 2 10	64,8 10 10
Argile pure	2591 2 2	1660	18,22 12 12	1,32 12 13	0,70 13 13	21,0 13 1	31,9 1 2	183 0 95,6	63,7 2 1
Sable siliceux	2753 1 1	1700	0 13 13	0,19 13 11	0,25 11 11	0 11 11	88,4 2 2	0 10 10,0	95,6 1 1
Sable calcaire	2822 8 8	1600	0 11 3	0,20 3 3	0,29 3 6	1,5 6 10	75,9 10 10	0 10 11	10,0 11 11
Carbonate de chaux...	2468 10 10		1,00 9 4	0,71 4 10	0,85 10 12	15,5 12 3	28,9 3 5	50 5 73,5	61,0 5 13
Plâtre	2358 12 12	1200	1,33 7 6	0,53 6 7	0,27 7 2	0,5 2 13	71,7 13 3	0 3 13	73,5 13 13
Carbonate de magnésie	2233 13 13		2,09 8 9	0,42 9 1	0,50 4 4	38,0 4 12	10,8 12 1	154 1 12	38,0 12 12
Humus	1225		1,58	0,34	1,00	48,5	20,5	200	49,0

4^o indique la force comparative d'adhérence du sol mouillé à des surfaces de bois de hêtre : l'adhérence a toujours été plus forte au bois qu'au fer. Dans les colonnes 3 et 4, les chiffres indiquent les poids employés pour rompre les prismes ou vaincre

l'adhérence. La 5^e colonne exprime l'*hygroscopicité*, mesurée par la quantité d'eau que peut contenir la terre saturée sans en laisser échapper; la 6^e colonne indique les quantités d'humidité que les terres desséchées au même degré ont absorbées à l'air libre; la 7^e, la perte d'humidité, également à l'air libre, des terres saturées d'eau; la 9^e, la rapidité plus ou moins grande que les terres ont mise à refroidir. Les mêmes terres ont été essayées à l'état sec et à l'état humide. Elles sont toujours, à l'état humide, restées plus froides de 7 à 8 degrés. La coloration a également augmenté d'un pareil nombre de degrés environ l'aptitude du sol à s'échauffer. Les numéros placés au-dessus des chiffres indiquent l'ordre dans lequel se placent les sols ou les substances, relativement à la propriété énoncée dans la colonne.

CHAPITRE III

CLASSIFICATION DES SOLS.

La classification suivante, qui se rapproche de celles de Thaër et de M. de Gasparin, est fondée à la fois sur la *composition chimique* des sols, leur *richesse* en matières organiques et sur leur *état matériel*, c'est-à-dire leur état de division, leur profondeur, leur perméabilité.

On répartit les sols en deux grandes *divisions*. La première comprend les *sols à base minérale* ; la deuxième, les *sols à base organique*. La division des sols à base minérale a été partagée à son tour en deux classes fondées sur la présence ou l'absence de l'élément *calcaire*.

Les sols qui se rattachent à ces deux classes sont ensuite répartis en *ordres* et *espèces* caractérisés par la proportion d'*argile*, de *sable siliceux* et de *calcaire* qu'elles renferment. L'élément dominant donne son nom au sol ; les noms des autres se placent à la suite de ce premier, dans l'ordre de leur abondance.

Ainsi, un sol calcaire qui renferme de l'argile et du sable sera, suivant la quantité proportionnelle de ces éléments, *argileux-calcaire*, si l'argile domine, puis le calcaire, ou *calcaire-argileux*, si le calcaire l'emporte sur l'argile. Pour lier les différents noms entre eux, quand il y en a trois, on en unit deux en terminant le premier en *o* pour l'associer au second. Ainsi, on dit un sol *silico-argileux-calcaire*, *argilo-siliceux-calcaire* et *calcaire-argilo-siliceux*. On pourrait dire : *calcaro-argilo-siliceux* ; mais il est préférable de ne réunir que les deux mots *argileux* et *siliceux*.

Quant aux sols à *base organique*, beaucoup moins nombreux lorsque le terreau qui les constitue est doux et soluble, on les nomme *sols de riche terreau* : lorsque ce n'est au contraire qu'une matière acide passée à l'état d'un terreau brunâtre, qui se décompose difficilement, ces sols sont des *terreaux acides*, dont les types se trouvent dans les *tourbes* et les *terres de bruyère*.

On est convenu de ne ranger dans la classe des *terreaux* que les sols qui renferment au moins 20 p. 100 de leur poids sec en matières organiques.

Il est difficile de fixer rigoureusement les proportions, dans chaque espèce de sol, des principes argileux, siliceux, calcaires, qui la caractérisent. Ces proportions varient dans d'assez grandes limites ; l'ordre de la prédominance de ces principes entre eux est la seule règle générale qu'on puisse admettre pour la classification. Cependant, quand la silice est très-ténue, elle possède en quelque sorte les propriétés de l'argile. La silice n'est considérée comme dominante en présence de l'argile que lorsqu'elle excède de moitié la quantité de celle-ci. Un sol qui aurait 30 d'argile et 45 de silice aurait encore les propriétés des terres argileuses siliceuses.

Parallèlement à la classification chimique, on ajoute une répartition des sols en *catégories* sous le point de vue de leur *état matériel de division*, si important en pratique. Quatre catégories peuvent renfermer tous les sols : 1° les *LIMONS*, formés de particules très-fines argileuses ou siliceuses bien mélangées, ne contenant qu'exceptionnellement, et toujours en très-faible proportion, de gros sable, du gravier et des pierres : c'est, en général, un dépôt des eaux ; les *argiles plastiques*, les *marnes à pâtes fines*, les *glaises* formées d'argile et de sable fin rentrent dans les limons ; 2° les *SABLES*, sols également des

terrains de transport ou sédiment; les sables diffèrent des limons par leurs grains plus grossiers et leur nature presque exclusivement siliceuse; 3° les TERRES: on comprend, sous ce nom, tous les sols qui ne rentrent pas dans les deux catégories précédentes et qui se composent de particules plus ou moins fines de limon ou sable, mêlées à des graviers, des pierres, etc. Les *craies* ou crayons, des causses, les *glaises graveleuses*, les sols rocheux se classent parmi les terres. La présence plus ou moins abondante dans les terres, 8 à 10 p. 100 au moins, de pierres ou de cailloux (pierres siliceuses), s'indique en ajoutant au mot *terre* celui de *rocheuse*, *pierreuse*, *caillouteuse*. Pour les sols à base organique, ce nom de *terreau* exprime suffisamment leur composition chimique et leur état mécanique. Enfin, les caractères particuliers des sols, tels que leur *richesse*, leur *masse*, la *perméabilité*, seront indiqués par une épithète ajoutée au nom de l'espèce. Un sol pourra être très-riche (en humus), riche, pauvre, très-pauvre; il sera profond ou mince, à sous-sol perméable ou imperméable.

Le tableau ci-contre résume toute la classification qui vient d'être développée.

Toutes les espèces et variétés de sols ne sont pas indiquées dans ce tableau, mais elles peuvent y rentrer. Ainsi la classe des sols calcaires n'en contient que sept, mais on pourrait y ajouter les sols *silico-calcaire-argileux*, *calcaire silico-argileux*, *argilo-calcaire-siliceux*, etc. Quant aux particularités dues à la composition chimique, à des propriétés physiques, à des conditions de sous-sol, de pente, d'exposition, d'élévation, à la géologie de la contrée, ce sont des cas exceptionnels qu'on ne peut indiquer dans la nomenclature abrégée, mais qui feront partie de la description des sols ou s'ajouteront comme épithète au nom lui-même; c'est ainsi qu'on aura des sols *ferrugineux*, *magnésiens* ou *salifères*, etc.

Un exemple fera mieux saisir l'application de cette classification. Un sol est donné à classer: examiné d'abord au point de vue de sa composition mécanique, on le trouve composé de particules très-fines et onctueuses, mais avec un mélange de parties plus grossières: c'est alors une TERRE. Ces parties grossières sont des pierres dures, siliceuses: la terre est donc *caillouteuse*. Reprenant l'examen des parties fines du sol, on trouve que l'argile y est très-abondante, mais unie cependant à

1^{re} DIVISION. — SOLS A BASE MINÉRALE.

1 ^{re} CLASSE. Sols non calcaires.	Catégories.	Caractères particuliers.		
1 ^{er} ordre, où domine l' <i>argile</i> :				
1 ^{re} espèce. Sol argileux.....	} Limons.			
2 ^e espèce. Sol argilo-siliceux.....			} Terres	} sableuses, graveleuses, pierreuses ou caillouteuses.
3 ^e espèce. Sol chasteux.....				
2 ^e ordre, où domine la <i>silice</i> :				
1 ^{re} espèce. Sol siliceux.....	} Sables	} graveleux, pierreux ou caillouteux.		
2 ^e espèce. Sol silico-argileux.....			} Terres	} sableuses, graveleuses, pierreuses ou caillouteuses.
2 ^e CLASSE. Sols calcaires.				
1 ^{er} ordre, où domine le <i>calcaire</i> :				
1 ^{re} espèce. Sol calcaire.....	} Limons.			
2 ^e espèce. Sol calcaire argileux.....			} Terres	} sableuses, graveleuses, pierreuses ou caillouteuses.
3 ^e espèce. Sol calcaire siliceux.....				
2 ^e ordre, où domine l' <i>argile</i> :				
1 ^{re} espèce. Sol argilo-calcaire.....	} Terres	} sableuses, graveleuses, pierreuses ou caillouteuses.		
2 ^e espèce. Sol argilo-silico-calcaire..				
3 ^e ordre, où domine la <i>silice</i> :				
1 ^{re} espèce. Sol siliceux calcaire.....	} Sables	} graveleux, pierreux ou caillouteux.		
2 ^e espèce. Sol silico-argilo-calcaire..			} Terres	} sableuses, graveleuses, pierreuses ou caillouteuses.

Très-riches,
riches,
pauvres,
très-pauvres,
profonds,
minces
à sous-sol
perméable,
impermeable,
etc.

2^e DIVISION. — SOLS A BASE ORGANIQUE.

1^{re} CLASSE. Sols de riche terreau.

Pur.....	} Terreau doux	} limoneux.
Argileux, siliceux ou calcaire.....		

2^e CLASSE. Sols de terreau acide.

De tourbe..	} Pur, argileux ou silic..	} Terreau acide.	} sableux, graveleux.
De bruyère.			

une certaine quantité de silice et un peu de calcaire; on en conclut que ce sol est une *terre caillouteuse, argilo-siliceuse-calcaire*. On continue l'examen; le sol est très-chargé d'humus soluble: on ajoute à la formule l'épithète de *riche*. Un sondage fait découvrir que la couche végétale a 30 à 40 centimètres de profondeur, et qu'elle repose sur un sous-sol perméable: deux autres épithètes, *profonde et perméable*, s'ajoutent encore à la formule.

CHAPITRE IV

ÉTUDE DES DIFFÉRENTS SOLS.

§ 1^{er}. — *Sols non calcaires.*

Ces sols, lorsqu'ils sont d'ailleurs dépourvus de magnésie et pauvres en principes alcalins, se reconnaissent tout d'abord à la non effervescence au contact des acides ; ils sont moins poreux que les sols calcaires ; l'assimilation des engrais y est moins facile et moins complète ; les plantes légumineuses, le trèfle, la luzerne y végètent mal ; le froment, sans amendement, y donne des récoltes médiocres ; les ajoncs, les bruyères, les fourragères, les plantes des sols acides, caractérisent ces terrains.

Sols argileux non calcaires. Les *argiles pures*, *terres à potier*, forment rarement des surfaces d'une certaine étendue, parce que formées à une époque ancienne où le calcaire était moins abondant, elles sont souvent recouvertes par d'autres terrains ; ce sont les plus ingrats de tous les sols : froids, inertes,

imperméables à l'eau, inabordable à l'état humide; trop durs quand ils sont secs, ils ne sont cultivables qu'à l'aide d'assainissements, de chauffages, de marnages et d'écobuages.

Les *limons argileux* où le sable est en proportion plus considérable, les *terres argileuses* qui n'en diffèrent que par la présence d'éléments plus grossiers, ont les défauts des argiles, mais à un degré moindre. Unis à des graviers, ces sols constituent les glaises argileuses : pauvre terre, plus tenace, plus résistante encore que l'argile pure ; humide, elle *bourre* et *roule* sous le soc de la charrue ; sèche, elle use rapidement les instruments. Les *argiles* et les *glaises* mêlées aux cailloux, également rudes à travailler, s'ameublissent cependant plus facilement ; les cailloux y agissent en les divisant et aussi en les échauffant. Ces sols prennent le nom de *terres fortes* ; dans le Nord, de *terres clytreuses*, *biefuses*, etc.

Sols silico-argileux (non calcaires). La proportion d'argile y descend de 25 à 4 ou 5 p. 100. Les *limons* de cette catégorie sont répandus. On peut y rapporter le sol *argilo-siliceux* de Puy, le dituvium alpin ou lehm, qu'on trouve sur la plupart des plateaux, les *boulbènes* froides du Midi, les *bornais* battants du Centre, les *blancs-limons* non calcaires du bassin de Paris, les limons de l'esbaye belge, etc. Beaucoup de ces sols ont été pourvus, par une culture déjà ancienne, de principes calcaires ou alcalins qui les font entrer dans les limons argilo-siliceux calcaires : 1 p. 100 de chaux suffit, en effet, pour leur donner les propriétés de ce dernier terrain. Les limons silico-argileux, ou même siliceux non calcaires, comme dans la Dombes, sont fréquemment imperméables. Ce résultat est dû, suivant M. Pouriau, au tassement des couches inférieures, à l'entraînement dans ces couches d'une portion de fer et d'alumine de la masse supérieure par l'action des pluies, à l'agglutination des éléments du sous-sol, sous l'influence d'un travail moléculaire et d'un composé gélatineux ferro-organique siliceux.

Sous l'influence des pluies, ces sols se battent et forment croûte. Si la pluie se prolonge, la terre s'affaisse, se délaie en boue liquide facilement entraînée ; ainsi imprégnée, elle gonfle, se soulève par la gelée, sans cependant s'ameublir, déchausse les plantes ; labourée par la sécheresse, elle se prend en mottes qui tombent en poussière à la première pluie par suite de l'éva-

poration de l'eau interposée. Les plantes caractéristiques sont celles des terres humides.

Les terres de cette catégorie, mêlées d'un sable plus grossier, perdent quelques-uns de ces défauts en prenant plus de perméabilité. Les amendements alcalins en font d'excellents sols.

Les sols schisteux sont une variété des sols argileux ou silico-argileux non calcaires, suivant que les éléments des roches dont ils proviennent renferment plus d'argile ou de silice. (Voir plus loin Caractères géologiques.)

Moyen d'amélioration des sols argilo-siliceux ou silico-argileux non calcaires : chaulages, marnages, noir animal ou phosphates, défoncements, assainissements.

Les sols volcaniques appartiennent encore aux terrains argilo-siliceux ; mais l'abondance des principes alcalins qu'ils renferment les rapproche des sols calcaires.

Sables non calcaires. Le sable à grains siliceux, brillants, rudes au toucher, assez grossiers pour être aperçus à la vue simple, entre pour 0,80 au moins dans ces terrains, avec 0,03 à 0,05 d'argile au plus. Sols sans consistance, sans cohésion à l'état sec, ne formant, quand on les presse à l'état humide dans la main, qu'une pelote sans adhérence. Les sables pauvres en humus sont à peu près stériles, si surtout ils reposent sur un sol très-perméable : ils forment les sables des landes de Gascogne et des dunes. Les sables à sol mince et à sous-sol imperméable ne sont pas moins ingrats ; telles sont les terres à landes des contrées granitiques et celles d'une partie du Centre dans l'Indre-et-Loire, la Sarthe, la Brenne, la Sologne, trop humides l'hiver, trop sèches l'été, se gonflant et déchaussant par la gelée, tombant en bouillie dans le dégel ; inertes pour l'engrais, qui s'y brûle ou passe à l'état tourbeux. Le défoncement, le drainage, les amendements alcalins sont les moyens améliorateurs de ces sols. Les sables profonds, imperméables, se trouvent souvent unis à des débris organiques abondants ; si ce terreau est soluble et le sous-sol suffisamment humide, ces sables forment d'excellents sols, surtout pour les cultures maraîchères ; la capillarité les maintient toujours frais. Les vallées de la Loire, de la Seine, de l'Oise et d'autres rivières présentent beaucoup de ces sols sablonneux, riches, très-féconds, excellentes terres à légumes, chanvre, etc. Les sables

sont ordinairement d'autant plus fertiles que leurs particules sont plus fines. La présence des cailloux dans certains sables en améliore la qualité. Parmi les plantes caractéristiques des sables, on peut citer l'avoine à chapelets, la sabline à petites feuilles, le thym des sables, le chiendent, la carline, la spergule, la canche blanche, etc.

§ II. — Sols calcaires ou renfermant du carbonate de chaux.

On les reconnaît à l'effervescence qui se développe quand on y verse un acide. Le calcaire y favorise l'action des engrais, la division du sol, et ajoute à sa perméabilité, le rend apte à la production des fourrages de la famille des *légumineuses*, telles que le trèfle, le sainfoin, la luzerne, la lupuline, la vesce, etc.

Terres et limons calcaires. Le calcaire presque pur se trouve rarement en grande étendue à l'état de *limon*, à moins qu'on ne comprenne sous ce titre quelques *marnes* calcaires à pâte homogène plus ou moins siliceuse. Cependant, comme elles se confondent par un dosage successif avec les limons *argilo-calcaires*, on les réunira à cette dernière espèce. Les sols exclusivement calcaires les plus abondants sont à l'état de *terre*, quelques-uns à l'état de *sable*. Les *terres* calcaires sont très-nombreuses en France; mais deux groupes caractérisés par leurs conditions géologiques sont surtout remarquables: ce sont les sols formés aux dépens de la *craie* et ceux dépendant des *calcaires jurassiques* ou des *calcaires tertiaires*.

Les premières, qu'on désigne communément sous le nom de *craies*, comprennent ces terres dont la Champagne surtout présente le type. Les terres crayeuses ont leurs variétés; dans les parties supérieures, les craies à l'état de carbonate de chaux tuffeux presque pur sont sèches et stériles; lorsque ce tuf est désagrégé par la charrue et mêlé d'engrais, il acquiert une certaine fertilité, principalement dans les parties basses. La *couleur* est ordinairement blanchâtre et reflète les rayons solaires, d'où il résulte que le sol s'échauffe difficilement et que la réverbération brûle la végétation qui est à sa surface. Ces sols peu tenaces sont friables. A l'état sec, ils se labourent

facilement et sans l'emploi de grandes forces; humides, ils s'attachent aux instruments, mais cette adhérence a peu de durée; en séchant, ils forment croûte et se fendillent, en restant cependant assez friables; ils absorbent très-rapidement l'humidité de l'atmosphère, mais la perdent avec la même facilité par l'absorption du sous-sol; la gelée les soulève, les engrais s'y décomposent assez vite, et, cependant, y font sentir longtemps leur action. Le mélange de sable siliceux, en rendant ces terres plus légères, en diminue la fertilité. Les plantes qu'on observe le plus fréquemment dans ces craies sont la *brunelle*, la *germandrée*, la *potentille*, le *pastel*, le *réséda sauvage*, l'*arrête-bœuf*, le *phleum arvense*. On plante dans les craies les plus infertiles le pin sylvestre, le saule Marceau, le mahaleb, le peuplier de Virginie; la pimprenelle et le sainfoin y réussissent, la luzerne également, mais dans les meilleures parties.

Les sols calcaires, formés aux dépens des calcaires jurassiques et des calcaires marins ou d'eau douce plus modernes, sont généralement moins homogènes, si on en excepte quelques marnes, qui ne forment pas en général des dépôts superficiels très-communs. Ce sont des sols terreux où le calcaire est plus ou moins grenu, graveleux et pierreux, et mélangé aux argiles et aux sables qui alternent dans toutes ces formations. Le Jura, les Vosges, la Haute-Marne, l'Indre-et-Loire, le Cher, le Lot-et-Garonne, la Provence, le Languedoc, etc., ont beaucoup de ces sols à couleur jaunâtre, nommés tantôt *crayons*, *crias*, *crans*, terres calcaires légères, maigres, sèches, absorbant également l'eau et l'engrais, s'infestant de chardons (du chardon hémorroïdal surtout). Maigres et superficielles, ces terres sont ingrates; fumées et profondes, elles donnent d'assez bonnes récoltes en froment, avoine, etc.; les sainfoins, les luzernes y prospèrent. Certains calcaires siliceux d'eau douce, comme dans le Gâtinais, la Touraine, forment des sols ingrats, s'ils sont à sous-sols peu perméables surtout; la gelée les réduit en poussière et déchausse les plantes; la sécheresse y est brûlante.

Sols argilo-calcaires et calcaires argileux. Les sols *calcaires argileux*, contenant de 10 à 40 p. 100 d'argile, passent insensiblement aux sols *argilo-calcaires*, dans lesquels on place ceux qui possèdent au moins 40 à 50 p. 100 d'argile.

Les premiers diffèrent des seconds par une ténacité moins grande ; ils se soulèvent davantage par la gelée ; les fourrages légumineux y prospèrent mieux. Les *limons* de cette classe constituent des dépôts importants tantôt sur les rives des fleuves, tantôt dans des bassins qui paraissent avoir formé le fond de grands lacs (on les nomme *terres paludéennes* pour ce motif) ou les bords des mers. Le limon du Nil, les palus de Vaucluse, une partie de ceux de la Durance et du Rhône, de la Drôme, de l'Isère, de l'Adour, de l'Indre, de la Marne, etc., sont argilo-calcaires ou calcaires argileux. Sur les côtes de l'Océan, il existe de grandes étendues de terres argilo-calcaires ou argilo-siliceuses, profondes et riches en humus, connues sous le nom de *terre de Bri* dans la Charente-Inférieure. Sur nos bords de la Méditerranée, les plaines de Nîmes, de Montpellier et une partie de la terre de labour de la Clialosse et du bassin même de la Garonne, et de Lot-et-Garonne et du Gers, renferment de grandes étendues de limons et de terres calcaires argileuses, argilo-siliceuses calcaires ou argilo-calcaires. Dans les terrains argilo-calcaires se placent les marnes rouges et bleues, si communes dans la Meurthe, la Moselle, appartenant aux marnes irisées, liasiques, ou à celles d'Oxford, de Dives, etc. Toutes ces terres, qui sont également désignées sous le nom de *terres marneuses*, *terres fortes*, *terres grasses*, sont compactes, difficiles à labourer, les dernières surtout ; elles tombent du reste en poussière sous l'action de la *gelée* ou de la sécheresse, suivie d'une pluie légère. La végétation naturelle du *chardon*, du *pas d'âne*, des *ronces*, de l'*arrête-bœuf*, des *sauges*, caractérise ces sols. Ces limons passent à la condition de terres, quand ils renferment des parties dures et grossières.

Les **TERRES calcaires argileuses** ou **argilo-calcaires** sont très-communes dans toutes les parties de la France ; mêlées à des fragments de pierres ou graviers calcaires (et parfois siliceux), elles sont généralement moins compactes : ce sont de bonnes terres à froment. On peut citer dans cette classe beaucoup de terres des pays oolitiques, les *muschelcack* de la Moselle, des Vosges, les marnes kimméridgiennes, portlandiennes, oxfordiennes, etc.

Sols argilo-siliceux calcaires et silico-argileux calcaires. A l'état de *limon*, ces sols ont été offerts comme le

type le plus complet, comme la terre *normale* : c'est la *terre franche* de quelques agronomes, contenant en portions convenables de l'argile, du sable fin et du calcaire. Ces sols sont faciles à diviser, exigent peu de force, conservent bien l'humidité sans excès, décomposent les engrais et en conservent les principes.

Les sables calcaires sont les sols qui contiennent 0,50 de sable grossier, siliceux et calcaire, qui ne passe pas à travers un tamis de toile métallique dont les trous ont un demi-millimètre de diamètre. Ces terrains se trouvent au bas des coteaux de grès calcaires, des roches de calcaires siliceux ; le littoral de la mer, les sables des dunes de la Méditerranée sont souvent de cette nature. Ces sables, mêlés d'un peu d'humus, sont plus accessibles à la végétation que les sables non calcaires. Les graviers ou grèves calcaires se rapprochent des sables calcaires, mais ils sont plus ingrats. D'ailleurs, on les rencontre plutôt à l'état de sous-sol que de sol, comme dans les bassins de la Marne, vers Vassy, de l'Aube, vers Brienne.

§ III. — Sols à base de matière organique.

Sols de riche terreau. Le terreau des jardiniers offre le meilleur type du premier sol. Toutes les terres fertiles renferment du terreau soluble, qu'on a aussi nommé *humus* ; on leur donne, pour ce motif, quelquefois le nom de terres *humeuses*, terres *humifères*. Les plantes adventices qui s'y remarquent sont la fumeterre, la mercuriale, l'ortie, le seneçon des oiseaux. Les terres de riche terreau sont fort peu étendues ; mais, dans un assez grand nombre de vallées, on trouve des sols qui s'en rapprochent à différents degrés. Exclusivement formées de terreau, ces terres conviennent plutôt à la culture jardinière, aux plantes commerciales, telles que le lin, le chanvre, etc., qu'aux céréales qui y poussent trop vigoureusement. Rendues plus consistantes par un mélange d'argile, de sable ou de calcaire, elles deviennent propres à tous les produits. Les palus du bassin du Rhône, de l'Isère, de la Drôme ; les riches sables de la Loire ; les dépôts des moères, des marais du Nord, de la Manche, etc., sont des terrains humifères d'une grande fertilité. Les meilleures pâtures grasses se trouvent également sur ces sols.

Terreux acides. Les sols à humus acide ou insoluble sont les *tourbes*, les *terres de bruyère* et les *terres de bois*. Les tourbes ou terres tourbeuses se trouvent dans des vallées et des lieux bas, où les eaux sont restées longtemps stagnantes; elles sont le résultat de la décomposition imparfaite des plantes de marais; elles forment un sol spongieux, s'imbibent d'eau ou se dessèchent à l'excès. Dans ces sols croissent la *linaigrette*, la *pédiculaire*, les *scirpes*, les *joncs*, la *parnassie*. Les tourbes pures sont ordinairement exploitées comme combustible; les tourbières trop terreuses peuvent être livrées à la culture, après avoir été préalablement desséchées à l'aide de rigoles; le dessèchement doit avoir lieu, cependant, de manière à conserver encore l'humidité dans les sécheresses. On améliore les terrains tourbeux en les faisant rouler ou piétiner, en y jetant des masses de matériaux, des débris de démolitions, par exemple, qui s'enfoncent dans la tourbe et la consolident, en y mélangeant des amendements calcaires qui en staturent l'acide: enfin, en brûlant la surface. L'irrigation à l'aide d'eaux courantes enlève également une partie de leur acidité; on conserve quelquefois la fraîcheur en couvrant le sol, s'il est trop sec, de roseaux qui le préservent de l'action du sol. Beaucoup de prairies sont de nature tourbeuse ou acide; les amendements alcalins leur sont indispensables.

Les marais de Donge (Loire-Inférieure), ceux de Bourgoing (Isère), de Saint-Gond (Aisne), la vallée de la Somme, de l'Oise, celle du Rhin, quelques landes de Bretagne, présentent des tourbières ou des terrains tourbeux assez étendus.

Les *terres de bruyère* sont généralement des sables de lande imperméables, où la bruyère, en se décomposant complètement, a produit un terreau brunâtre dont la quantité est très-variable. Ces terres rentrent souvent dans la classe des sables siliceux non calcaires, dont on a parlé plus haut. Les amendements calcaires, le noir animal, peuvent seuls communiquer à ces sols une fertilité qui s'épuise rapidement, si on a recours aux fumiers et surtout aux assainissements.

CHAPITRE V

ORIGINE ET RÉPARTITION GÉOLOGIQUE DES SOLS.

D'après des hypothèses fondées sur les études géologiques, des matières cristallisées par le refroidissement, à la suite d'un état de fusion opéré par une chaleur centrale, auraient formé positivement la croûte superficielle du globe. L'action d'agents atmosphériques puissants aurait ensuite désagrégé une partie de ces roches, dont les débris, broyés, triturés, mélangés par les eaux, auraient été déposés par elles en couches, en amas plus ou moins considérables. Quelques-unes de ces couches auraient de nouveau subi, à diverses reprises, l'action de la chaleur, qui les aurait durcies pour en former des roches nouvelles, telles que les gneiss, les schistes, les grès anciens, etc. Plus tard encore, repris, désagrégés et transportés de nouveau, les débris de ces roches auraient formé des couches nouvelles, que seraient venues recouvrir encore d'autres dépôts produits tantôt par des détritits d'êtres organisés, tantôt par des formations de roches modernes. A travers ces révolutions opérées pendant des siècles, des éruptions de nouvelles matières ignées, d'immenses soulèvements,

des dislocations, des irrptions de masses aqueuses ou déluges, le déplacement des mers, le cours torrentiel des fleuves se creusant des lits profonds à travers les masses désagrégées, auraient concouru à modifier de toutes les manières l'écorce du globe.

Ce simple aperçu des révolutions opérées à la surface de la terre fait comprendre comment il s'est formé à cette surface ces inégalités représentées par les vallées, les montagnes, les plateaux, et comment, surtout, il existe dans les sols des différences si nombreuses.

Les terrains, suivant leur origine présumée et leur mode de formation, se divisent en terrains *cristallins*, terrains de *sédiment* ou de *transport*.

Les terrains cristallins, qu'on nomme aussi *primitifs*, parce qu'on présume qu'ils ont été formés les premiers, résultat de la fusion opérée par le feu central du globe, sont en général à l'état de roches consistantes ; ils constituent ordinairement des montagnes et des crêtes, rarement des plaines. Les *granits*, avec leurs nombreuses variétés, *syénites*, *amphiboles*, etc., appartiennent à ces terrains. C'est dans ces roches que se trouvent les substances minérales qu'on vient de signaler dans les sols : l'alumine, la silice, la magnésie, la potasse, la soude, le calcaire même, dont l'abondance actuelle n'est pas encore suffisamment expliquée.

Ces terrains occupent en France le cinquième du territoire, 10,000,000 d'hectares environ, dans le Limousin, les Cévennes, les Vosges, les Pyrénées, etc. ; mais une partie est recouverte de sols de *transport* (en Bretagne, en Normandie par exemple). Le *sol en place*, c'est-à-dire celui formé de la décomposition de la roche elle-même, varie suivant la nature de la roche : il est siliceux, graveleux et maigre sur les roches quartzzeuses, granits durs, porphyres, serpentines, euphotides, etc. Sur les roches qui se décomposent facilement, le sol prend la consistance d'une argile siliceuse, glaise jaunâtre, mal désagrégée, dépourvue de principes organiques, terre commune dans les pays de landes montagneuses, le Limousin, l'Auvergne, le Morvan. Les pentes escarpées, l'élévation des cimes, l'imperméabilité du sous-sol rocheux, ajoutent souvent encore à la pauvreté de ces sols. Moins montagneux et moins élevés, ces terrains deviennent des con-

trées assez riches, comme dans le bocage vendéen, le Gâtinais, les Deux-Sèvres, le Bocage normand, etc. Les gneiss, les micaschistes, les quartzites, les calcaires cristallins des terrains azoïques, se confondent avec les terrains cristallins par leurs caractères agricoles.

Il est des terrains également produits par l'action du feu, mais plus récents, qu'on désigne sous le nom de terrains *volcaniques* : ils sont peu étendus ; on en compte environ 250,000 hectares en France, principalement dans le Cantal, le Puy-de-Dôme, l'Allier, l'Ardèche. Ces terrains, dont les roches principales sont des *basaltes*, des *trachytes*, des *laves* plus ou moins tendres et poreuses, forment en se désagrégant de bons sols. Une partie de la vallée de l'Allier, connue sous le nom de Limagne, et la Planèse de Saint-Flour, appartiennent à ces terrains. Quelques points élevés dans le Cantal sont plus rebelles à la culture, les roches sont plus inertes, mais on y trouve encore d'assez bons pâturages.

Les terrains de sédiment occupent superficiellement la plus vaste partie du globe. Ceux de la période *primaire* comprennent, à l'étage inférieur, les *gneiss*, les *talcites*, les *micaschistes*, les *quartzites*, les *calcaires cristallins*, etc. ; leurs caractères agricoles diffèrent peu de celui des roches ignées primitives ; ils sont peu étendus, d'ailleurs. Aux étages moyens et supérieurs de ces premiers terrains de sédiment apparaissent les grès anciens, les grès houillers et les grès rouges de diverses formations.

Les *schistes* et les *terrains ardoisiers* existent dans les Cévennes, la Bretagne, le Maine-et-Loire, le Calvados, les Vosges, les Ardennes, etc. Les sols en place de ces diverses roches sont généralement très-peu fertiles, surtout lorsque leur relief est montagneux. Sur les plateaux et dans les vallées assez étendues, ils sont souvent recouverts d'un *sol* se rapprochant de la nature même des roches, et reproduisant les caractères des terres de landes des terrains primitifs, sol tantôt de sables légers, tantôt d'argiles froides et tenaces à l'état humide, inconsistantes dans la sécheresse. On compte en France environ 5 millions d'hectares de ces terrains. L'élevage des bestiaux, les prairies, les pâturages ordinairement avec enclos, les châtaigneraies et la culture forestière caractérisent la culture de ces terrains. Des sources et des eaux abondantes permettent souvent de les

transformer en prairies irriguées, comme dans le Limousin, les Vosges, etc.

Les dépôts moins anciens du terrain *triasique*, les *muschelcalck*, les *marnes irisées*, et les sables déjà plus ténus qu'on y rencontre, constituent ces sols d'une culture difficile, mais fertile, s'ils sont bien assainis et cultivés; ils sont communs dans la Lorraine, les Vosges, vers Sarrebourg, Château-Salins, Charmes, dans le Doubs et la Haute-Saône. Ce sont des terres très-argileuses, ordinairement rouge lie de vin, brunes ou bleuâtres. Ce terrain est voisin des calcaires à griffées et du *lias*, dont le sol, tantôt marneux, tantôt argilo-sableux, est généralement assez bon. Ce sol est disséminé sur beaucoup de points de la France : Isigny, la vallée d'Auge, une partie de la vallée de la Moselle vers Metz, le Bassigny vers Bourbonne; au centre, les meilleures vallées de la Nièvre et du Cher, et enfin, vers le sud, Sainte-Affrique, Lodève, rentrent dans la classe de ces terrains, remarquables souvent par d'excellents herbages, sous un climat suffisamment humide.

Le terrain du *lias* forme les premières assises du terrain jurassique, l'un des plus étendus en France, où il embrasse plus de 10 millions d'hectares. Le terrain jurassique constitue la plupart de nos montagnes calcaires du Jura et des Alpes; il s'étend, en outre, en plaines accidentées, dans les départements de la Meuse, la Marne, la Haute-Marne et l'Yonne; il est très-abondant dans le Berry, le Poitou, la Vendée, le Lot, l'Aveyron, etc. Il détermine des sols assez bien caractérisés, la plupart calcaires, argilo-calcaires, d'une couleur ferrugineuse, et fréquemment mêlés d'abondants fragments de pierres calcaires dont le sous-sol est composé. Souvent ces pierres calcaires, ordinairement plates, dominent complètement et rendent les terrains secs et arides, comme dans les *causses* du Languedoc, de l'Aveyron, de la Lozère.

Dans la période *secondaire*, à laquelle appartient ces groupes, les terrains de sédiment prennent un caractère plus végétal. Ils sont, en effet, contemporains des vastes marécages et des prairies que peuplaient les grand sauriens et les premiers mammifères. Déjà se distinguent les dépôts formés soit au sein d'eaux tranquilles, soit par les eaux courantes, dépôts tantôt *marins*, tantôt d'eau douce.

Le terrain *crétacé*, avec les sables et les argiles qui l'accom-

pagnent presque toujours, soit à sa partie supérieure, soit à sa base, comprend en France une surface de plus de 6 millions d'hectares, dont les caractères généraux sont bien tranchés. La *craie* de la Champagne constitue un sol dont on a décrit les caractères. On le trouve encore dans la Somme, l'Oise, les Ardennes, et, plus au sud, dans les Charentes. Des sols, tantôt marneux, argileux, quelquefois sableux, font également partie de ce groupe, et déterminent des contrées bien caractérisées sous le rapport agricole ; une partie du pays de Bray, la Thiérache, la Puisaye, le Vallage, sont de ce nombre. Au sud, les terrains crétacés sont beaucoup plus secs, en se rapprochant des Pyrénées et des Alpes ; la craie, soulevée et dénaturée par l'action du feu central, change de consistance et de couleur pour former des masses rocheuses grisâtres qu'on retrouve près de la ferme-école de Berthault (Hautes-Alpes).

La classe des terrains tertiaires de sédiment se compose de sols généralement meubles : les *atterrissements* et *lais de mer*, grands dépôts abandonnés sur les rives des mers. Quelquefois ces amas sableux sont soulevés par les vents, qui les déposent en collines arides et mouvantes, les *dunes*. Les dépôts faits par les eaux douces dans les lacs donnent naissance à des sols limoneux qu'on a encore appelés *paludéens*. On a réservé le nom d'*alluvions* aux dépôts faits par les eaux courantes. Enfin, les eaux superficielles de sables ou d'argiles ont pris le nom de *diluvium*.

C'est dans ces derniers groupes géologiques que se rencontrent les riches limons et terres dont s'est emparée la culture céréale industrielle et maraîchère, ces vastes dépôts de terres argiluses et argilo-siliceuses qui forment nos plaines du Nord : la Flandre, la Picardie, la Beauce, la Brie ; celles non moins riches du bassin de la Garonne et du Tarn. C'est encore dans les terrains tertiaires que se rangent ces autres limons plus siliceux et moins riches de la Bresse, de la Dombes, et ceux encore plus pauvres de la Sologne et de la Brenne, des pays à landes d'Indre-et-Loire, de la Vienne, de la Charente-Inférieure et de la Dordogne. L'Isère, les Basses-Alpes, le Var, les Bouches-du-Rhône, dans le sud-est, le Gers ; le Lot, le Tarn-et-Garonne, dans le sud-ouest, présentent des terrains calcaires non moins vastes que réclame cette formation, qui prend souvent aussi la forme de roches consistantes, de poudingues,

pierres, grès, etc. Les marais de la Vendée, du *Marquenterre* (Somme), de Dôle, des *ways* (Manche), les sables des Landes, de la *Camargue*, la *Crau*, et les autres lais de Méditerranée, sont encore plus modernes ¹.

¹ On peut citer comme représentant quelques types des terrains tertiaires la ferme de Grignon sur le calcaire grossier, la ferme de Satory, près Versailles, sur les terrains de meulière. A la ferme-école de Mont-Bernaume, on trouve des sols sur calcaire siliceux d'eau douce du Gâtinais ; à la Montauronne, près Saint-Cannat, les calcaires d'eau douce de la Provence. La Charmoise, près Pont-Levoy, Aubusac, près Vierzon, représentent les terrains de lande du Centre.

CHAPITRE VI

MOYENS DE RECONNAITRE LES SOLS.

§ I^{er}. — *Examen préparatoire. — Informations.*

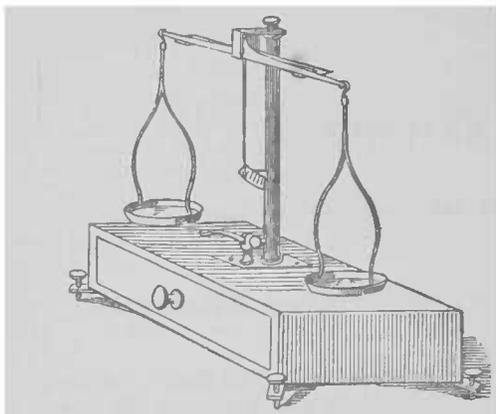
L'examen comprendra la position topographique; l'altitude ou niveau au-dessus de la mer, donné par la plupart des cartes spéciales; le relief, les pentes; les eaux stagnantes ou courantes; la constitution géologique; la profondeur du sol; celle du sous-sol et sa nature; l'homogénéité du sol sur une certaine étendue; son état cultural; la vigueur de la végétation herbacée et arbustive. A la vue, au toucher et par certaines déductions, on reconnaîtra plusieurs propriétés physiques caractéristiques déjà indiquées plus haut. Si le sol, humide, est gluant, plastique; si, à l'état sec, il est cohérent, happant à la langue, sans être rude au toucher, l'argile y domine; des indications contraires annoncent un sol siliceux: la berge d'un fossé, la terre d'une taupinière, révéleront le sous-sol; l'ivèble, la prêle, le muscari, la fougère, dans certains cas, annonceront la profondeur, etc., etc.

Informations. Les renseignements pris avec habileté sur les travaux et l'aisance du cultivateur, les recherches dans les livres du cadastre, les baux, etc., fourniront des probabilités précieuses de la valeur et de la qualité des terres.

§ II. — *Appareils et réactifs nécessaires pour l'analyse des sols.*

Il ne peut être question, pour le cultivateur, d'un labo-

ratoire. Toutefois, pour que les essais de terres ou de produits qu'il pourrait faire soient faciles et un peu exacts, il lui sera



Grav. 1. — Balance d'analyse.

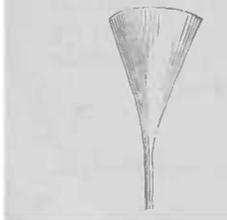


Grav. 2. — Ballon en verre.

utile de posséder quelques objets et ustensiles dont nous donnons une liste, par ordre alphabétique, dans laquelle on pourra choisir.



Grav. 3.
Bocal en verre.



Grav. 4.
Entonnoir en verre.

Aréomètre de Baumé, pour liquides plus pesants et plus légers que l'eau, 1 fr. 25 à 2 fr.

Balante graduée, 5 à 7 fr. (grav. 5).

Bague en verre, 10 cent.

Bain de sable en fonte, 1 fr. 50.

Ballon (grav. 2), ou matras et fiole à médecine.

Bocaux de 1 à 2 lit. (grav. 3), 50 cent. à 1 fr.; plus petits, de 5 à 15 cent.

Boîte à réactifs, fermant à clef, avec 20 fioles de 125 gr. à étiquettes vitrifiées, 40 fr.

Bouchons fins de diverses grosseurs.

Burette graduée, 5 à 7 fr. (grav. 5).

Creusets en terre, 10 à 25 c. *Idem* de Hesse, 35 c.

Creuset de platine de 10 gr., à 1 fr. 40 c. le gr.

Cuiller en fer pour combustion, 1 fr.

Entonnoir en verre ou gutta-percha (grav. 4), 10 à 20 cent.

Eprouvettes, tubes de diverses grandeurs, 2 fr. le kilog.

Epruvette à pied (grav. 6), *idem* graduée (grav. 7), 2 à 3 fr.

Flacon bouchant à l'émeri (grav. 8), 1 à 2 lit. 50 c. à 1 fr.; de 30 à 700 gr., 15 à 50 cent.

Flacon à étiquette vitrifiée (grav. 9), 1 fr. 50; *id.* à robinet, de 2 lit. (grav. 10), 3 fr.; *id.* à double tubulure de Woolf. — Feuille de laiton.

Flasque pour lavage continu remplie d'eau et renversée au-dessus du filtre à laver; elle laisse l'eau tomber lentement par le tube *a*, pendant que l'air entre par le tube *b* (grav. 11).

Fourneau en terre, 1 fr., et grille à analyse organique.

Lampe à alcool *d* (grav. 16), 1 à 2 fr., lampe à huile de la gravure 17.

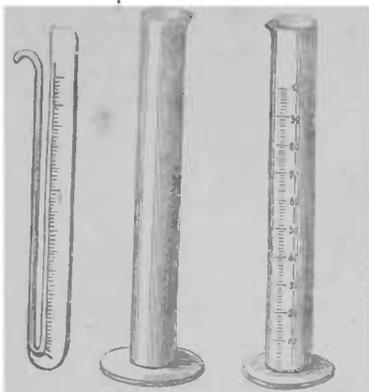
Loupe ou biloupe, 6 fr.

Mortier de biscuit de porcelaine, 3 fr. 50. — Marbre blanc.

Papier de tournesol, 1 fr. la main. *id.* à filtre ou filtres préparés

Pince à charbon, *id.* à tubes, 1 fr. 50, pince économique de

M. Violette (grav. 12), qu'on peut faire avec un gros fil de fer.



Grav. 5.
Burette
graduée.

Grav. 6.
Eprouvette
à pied.

Grav. 7.
Eprouvette
graduée.



Grav. 8. — Flacon
bouché à l'émeri.

Grav. 9. — Flacon
étiquette vitrifiée.

Grav. 10. — Flacon
à robinet.

Grav. 11. — Flacon
à égouttement continu.

Pipette ordinaire (grav. 13), 15 cent., *id.* graduée 2 fr.

Râpes rondes et demi-rondes, 50 cent.

Réactifs, les principaux : acides azotique, sulfurique, chlorhydrique,



Grav. 12. — Pince à charbon.

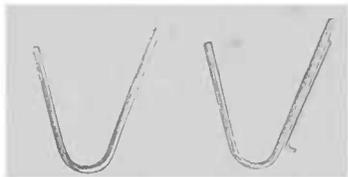


Grav. 13. — Pipette.

acétique, de chacun 500 gr.; acétate de plomb, ammoniac, oxalate d'ammoniac, chlorure de baryum, potasse caustique, prussiate jaune

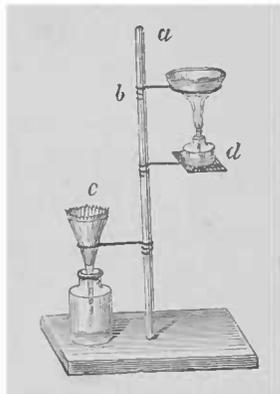
de potasse, iode, eau de chaux (eau distillée), alcool; carbonate de soude, sucrate de chaux, chaux sodée, acide sulfurique concentré; il suffira d'une très-petite quantité de chacune de ces substances, 100 gr. environ, coûtant de 10 à 60 c. On conservera dans des flacons bouchés à l'émeri pour les acides et caustiques.

Siphon ordinaire (grav. 14); *id.* à branches (grav. 15).

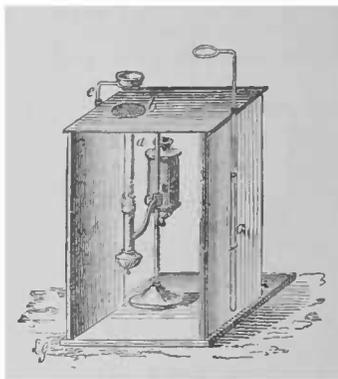


Grav. 14. Siphon.
Grav. 15. — Siphon à branche.

Support en fer ou cuivre, avec anneaux de pression, 6 à 8 fr.; *id.* en bois, 2 fr. Support économique, indiqué par M. Violette, *Manipulations chimiques*, (grav. 16). Il se compose d'une tige *a* de fer rond ou de bois de 6 à 15 millimètres de diamètre, implantée dans une planche épaisse servant de pied à l'appareil; les supports se font en fil de fer nos 12 à 15. La partie destinée à porter soit une lampe à alcool *d*, soit une capsule *b* ou un filtre *c*, reçoit la forme d'un anneau ou d'un grillage. L'autre extrémité *b* est contournée sur un mandrin de diamètre égal à celui du



Grav. 16. — Support avec filtre et lampe à alcool.

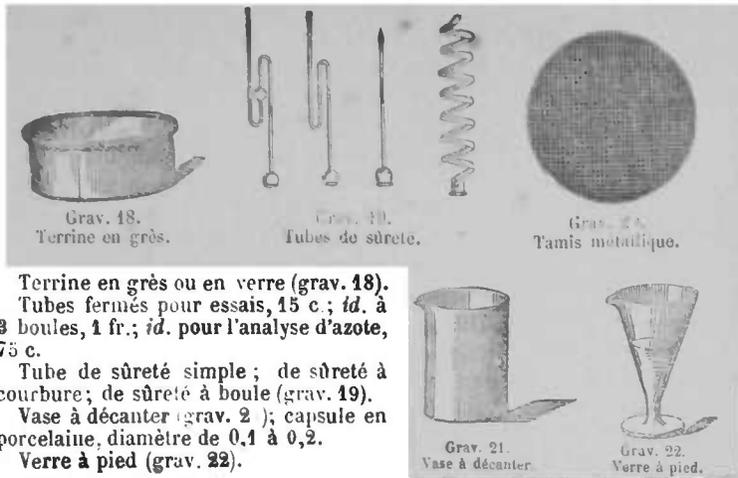


Grav. 17. — Support à glissement avec lampe à huile.

pied et forme deux ou trois anneaux en tire bouchon, disposition suffisante pour fixer les supports à la tige qu'on fait entrer à frottement dans les anneaux.

Autre support à *glissement* (grav. 17) du même chimiste. Dans un cadre formé de trois planches et d'un dessus en tôle percé d'un trou rond *b* grillagé de 0,10, on place une lampe à huile *a*. Sur chaque côté est fixé un gros tube de verre *c*, dans lequel peut monter et descendre un autre tube portant à son sommet un bouchon dans lequel s'implante la pointe d'un support à filtre *e* ou à capsule *a*. Ce petit tube glisse à frottement dans un bouchon qui le maintient à hauteur voulue, en s'appuyant sur le gros tube.

Tamis métallique de 1 à 2 décimètres (grav. 20).



Terrine en grès ou en verre (grav. 18).
 Tubes fermés pour essais, 15 c.; *id.* à 3 boules, 1 fr.; *id.* pour l'analyse d'azote, 75 c.
 Tube de sûreté simple; de sûreté à courbure; de sûreté à boule (grav. 19).
 Vase à décanter (grav. 21); capsule en porcelaine, diamètre de 0,1 à 0,2.
 Verre à pied (grav. 22).

§ III.— Analyse mécanique.

Cette analyse consiste dans la détermination des parties grossières et ténues du sol; elle exige des opérations et des appareils très-simples.

Pierres et gros graviers. Si le sol est pierreux, on pioche une partie du champ, représentant à peu près la moyenne de sa composition, sur une superficie de 1 mètre carré à 0^m,30 de profondeur; on enlève à la main et on met séparément les pierres les plus grosses, jusqu'à la dimension de 0^m,02 de diamètre environ; le gravier est retiré ensuite, par le jet, sur une claie dont les ouvertures ont 0^m,005 d'ouverture. Tout ce qui ne passe pas est le *gros gravier*; le gravier fin s'isolera plus tard. On mesure avec un demi-hectolitre ou un décalitre ces parties les plus grossières du sol, en même temps que le reste obtenu. On peut, au lieu de les mesurer, en prendre le poids. On obtiendra ainsi le poids relatif des pierres et du gravier; on tiendra compte des débris grossiers de plantes, fumier, racines, etc. On les jugera en soumettant une petite portion au contact d'un acide; si les pierres sont calcaires, si elles font feu au briquet, on pourra en conclure qu'elles renferment une forte partie de silice.

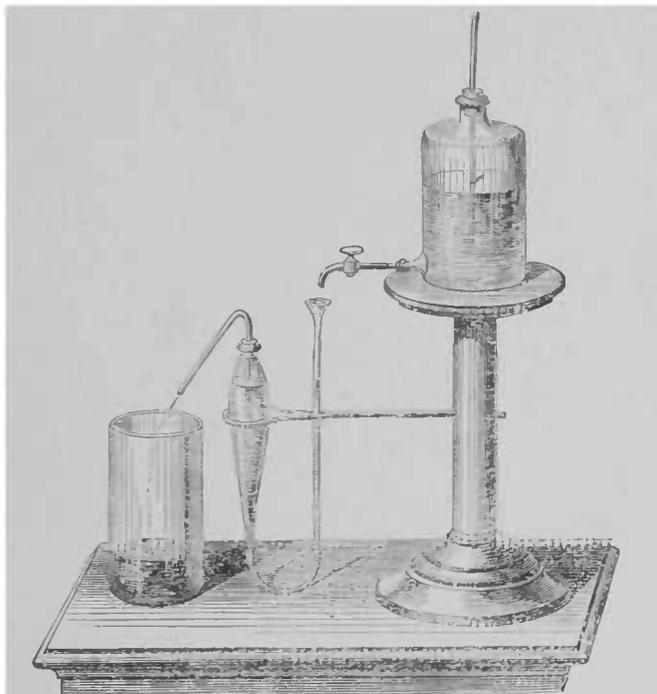
Gravier fin et sable. Passant aux parties plus ténues, on enlève dans diverses parties du champ plusieurs échantillons de 1 kilogr. environ, qu'on réunit en un échantillon moyen, dont on prendra 500 gr. qu'on fera sécher dans une étuve, dans un four, après la cuisson du pain, ou dans un vase de métal ou de faïence qu'on expose sur un feu doux ou à la flamme d'une lampe, avec la précaution de remuer continuellement, à l'aide d'un morceau de bois bien sec, pendant environ dix minutes. Il ne faut pas que la chaleur soit assez forte pour charbonner ou même roussir le morceau de bois qui sert à remuer. On pèse de nouveau avec exactitude, et la différence que l'on trouve avec la première pesée représente l'eau que la chaleur a forcée de s'échapper; à l'exception, toutefois, d'une certaine portion en combinaison avec l'argile, et que la chaleur rouge peut seule dégager.

Cette portion, ainsi séchée, contient le gravier fin, le sable, l'argile et les particules siliceuses très-fines, humus, oxydes, sels. On laisse digérer ce mélange dans un vase plein d'eau; on agite ensuite, vivement et circulairement, le liquide avec une tige de verre. Au moment où l'eau cesse de se mouvoir, on décante, en laissant au fond le précipité; on renouvelle l'opération jusqu'à ce que l'eau reste claire. L'aide d'un vase disposé à peu près comme une pissette à lavage continu (grav. 11) facilite l'opération. On adapte un entonnoir au tube *b* et un siphon au tube *a*; le résidu à laver bien délayé est mis au fond de la pissette, et on verse dans l'entonnoir l'eau qui vient laver la terre, et ressort par le siphon emportant les parties ténues; on reçoit cette eau dans un vase. Le résidu, ainsi lavé, est réuni et séché. Les eaux de lavage sont rassemblées dans un grand vase, où on les laisse déposer.

Cette portion, ainsi séchée, contient le *gravier fin* et le *sable*, mêlés quelquefois de débris organiques. On sépare le gravier fin à l'aide d'un petit tamis de toile métallique de 8 à 10 fils au centimètre, sur lequel reste le gravier fin.

Parties ténues. Passant ensuite au dépôt de lavage, qui n'est souvent complet qu'après vingt-quatre heures, on décante l'eau et on fait sécher les parties ténues. A ce point de l'opération, on a 6 lots qui sont: A, les pierres; B, le gros gravier; C, les débris organiques; D, le gravier fin; E, le sable; F, l'argile; et les parties ténues renfermant l'humus, le calcaire et les sels divers

On peut compléter l'analyse mécanique en constatant la faculté d'absorption de l'eau : on prend 100 gr. de l'échantillon moyen dont on a parlé ; on les jette dans un entonnoir muni d'un filtre saturé d'eau, l'entonnoir et le filtre ayant été pesés préalablement ; on verse doucement sur cette terre une quantité d'eau plus que suffisante pour l'imbiber complètement ; quand l'eau cesse de filtrer, on pèse une seconde fois



Grav. 23. — Appareil de M. Measure pour l'analyse physique des terres arables.

l'entonnoir ; l'augmentation du poids indique la quantité d'eau absorbée.

M. Measure, professeur de chimie et de physique au lycée d'Orléans, a imaginé un appareil très-simple à l'aide duquel tout le monde pourra faire facilement l'analyse physique d'une terre arable. Cet appareil (grav. 23) a été décrit de la manière suivante par M. Barral dans le *Journal d'agriculture pratique* :

« Il se compose d'un premier vase à écoulement constant, muni d'un robinet, et destiné à fournir l'eau de lavage ; d'un second vase ayant pour objet de recueillir l'eau écoulée qui aura entraîné les parties légères ou argileuses ; d'un tube intermédiaire dans lequel le lavage s'opère et où restent les parties lourdes ou sableuses. Le tube intermédiaire est lui-même formé de trois parties : d'une allonge large de laboratoire, d'un tube flexible en caoutchouc qui forme la courbure inférieure, d'un tube droit muni d'un petit entonnoir pour recevoir l'eau du lavage ; enfin, l'allonge se ferme par un bouchon percé d'un trou dans lequel passe un petit tube recourbé en forme de siphon pour conduire l'eau et les parties légères dans le récipient.

« Expliquons maintenant l'usage de l'instrument.

« On fait sécher la terre au soleil ; on la fait passer dans un crible dont les trous ont 1^{mill}.5 de diamètre et c'est sur la terre fine seule qu'on opère. Celle-ci doit être desséchée préalablement à une température supérieure à 100 degrés ; M. Masure indique l'emploi d'un four après l'enlèvement du pain. On en pèse 10 grammes et on les jette dans l'allonge ; on rebouche celle-ci et on ouvre le robinet du vase à écoulement constant. Le lavage s'opère par ce fait seul. Quand on voit que l'eau coule très-claire dans le vase récipient, l'opération est terminée. On recueille à part l'argile de ce vase, et le sable qui reste dans l'allonge et le tube inférieur en caoutchouc ; on fait dessécher ces deux lots, et les deux poids obtenus fournissent le rapport cherché de l'argile au sable. »

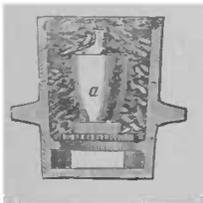
§ IV. — *Analyse chimique.*

L'analyse exacte et complète des sols est une opération difficile et délicate, qu'un chimiste habile peut seul aborder. Divers procédés, d'ailleurs, ont été employés en France par MM. Boussingault, Gasparin, Pierre, Malaguti, Banaï, P. Thenard ; à l'étranger, par MM. Way, Tompson, Liebig. L'analyse des sols est enfin à l'état de création, et ses résultats n'ont encore apporté que peu de secours à la pratique. « Un simple lavage, dit M. Boussingault lui-même, en dit souvent plus qu'aucune analyse précise. » Voici, toutefois, quelques procédés faciles, sinon pour doser certains principes essentiels, du moins pour en reconnaître la présence en plus ou moins grande quantité.

Débris organiques, humus. La quantité de matières organiques à l'état de terreau ou d'humus est un caractère important de la richesse des sols. Le terreau contient, en effet, le carbone, l'ammoniaque, les nitrates, et ensuite les phosphates, essentiels à la végétation (Boussingault). Un procédé de dosage facile, mais peu exact, parce qu'il expose l'opérateur à confondre avec l'humus l'humidité combinée, qui ne s'échappe qu'à une température élevée (dans les argiles), consiste à chauffer au rouge sombre, pendant un quart d'heure, dans une capsule de platine, afin de brûler la matière organisée, 100 gr. de l'échantillon moyen ci-dessus, après la dessiccation première. On pèse ensuite, et la différence de poids indique approximativement la matière organique, plus l'eau de combinaison, pour laquelle on peut faire une déduction si la terre est argileuse.

Le Dr Rhem procède autrement: il verse de l'eau de décantation dont il vient d'être parlé dans un tube de verre de 0^m,50 de longueur et de 0^m,03 de diamètre. On agite le tube pour brouiller l'eau complètement, puis on laisse déposer; la terre alumineuse, étant la plus lourde, se dépose la première. Au bout d'un quart d'heure, on décante dans un verre l'eau qui surnage et qui tient l'humus en suspension; on agite l'argile avec de nouvelle eau; on laisse déposer une demi-heure, après laquelle on décante cette eau, qui renferme encore une certaine quantité d'humus, et on la réunit à la première.

Après quelques heures de repos, l'humus est déposé. On décante avec soin le liquide limpide qui le recouvre, et on verse la boue sur un filtre de papier; quand elle est égouttée, on fait sécher et on la pèse. On brûle ce mélange de terre et d'humus dans un creuset (gr. 24), en y ajoutant un peu de nitrate d'ammoniaque au moment où la matière est rouge de feu, afin de faciliter la combustion; l'humus se détruit, le nitrate d'ammoniaque est chassé par le feu: la terre seule reste dans le creuset. On en prend le poids, que l'on déduit de celui obtenu par la première pesée avant la combustion.

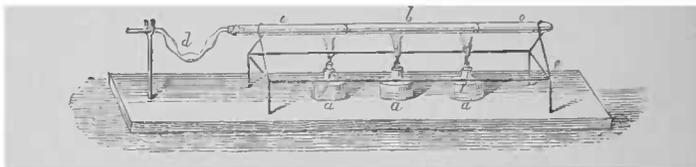


Grav. 24. — Creuset.

Autre procédé: On fait bouillir un échantillon de terre; plus l'eau devient brune, plus l'humus est

abondant. Si l'humus est acide, il rougira le papier de tournesol qu'on plongera dans l'eau d'ébullition; pour reconnaître le *tanin*, nuisible dans les sols de landes et de bois, on verse dans cette eau une dissolution de gélatine: un précipité blanchâtre indiquera la présence du tanin. On arrive encore à connaître indirectement la quantité approximative de l'humus et du terreau par celle de l'azote, et de l'ammoniaque, presque entièrement contenu dans les matières organiques.

Potasse et soude. Faites digérer dans un demi-litre d'eau distillée 100 grammes de terre sèche, filtrez et évaporez à siccité la liqueur, calcinez le résidu obtenu. Prenez ensuite un gramme de ce résidu; faites-en dans une capsule une dissolution très-claire et très-concentrée; versez dans cette dissolution, rendue neutre si elle était acide ou calcaire, du carbonate de soude; s'il ne se forme pas de précipité, le ré-



Grav. 25. — Analyse de l'azote.

sidu contient de la soude et de la potasse. Traitez-le ensuite par quelques gouttes de *chlorure de platine*; s'il ne se forme pas de précipité, il y a de la soude; s'il se forme un précipité jaune, le sol renferme de la potasse.

Nitrates. Mettez dans un tube un peu du résidu ci-dessus mêlé de limaille de fer, versez de l'acide sulfurique: les vapeurs nitreuses indiqueront la présence des nitrates.

Ammoniaque, azote. Procédé de MM. Will et Warentrap, modifié par M. Péligot. Mettez dans un mortier de porcelaine 10 gr. de la substance à analyser avec un mélange de *chaux sodée* (3 de chaux, 1 de soude), mélange qu'on trouve dans le commerce et qu'on pourra conserver dans un flacon bouché à l'émeri; broyez légèrement pour bien mêler, et introduisez le tout dans un tube de verre peu fusible d'environ 0^m,60 de long et 0,025 de diamètre (grav. 25), fermé d'un

bout et dans le fond duquel vous aurez mis préalablement un gramme d'acide oxalique, mêlé de verre pilé occupant à peu près la partie *o*. La chaux sodée occupera dans le tube l'espace *b*. La portion *c* restée vide est remplie de fragments de verre pilé, pour arrêter les parcelles que le courant gazeux pourrait entraîner. Si le tube est un peu épais, on l'enveloppe d'une feuille mince de laiton.

Adaptez à l'extrémité ouverte de ce tube un bouchon percé, pour recevoir un tube de verre à trois boules *d*; mesurez, au moyen d'une pipette graduée, et introduisez dans ce tube, à l'aide d'un petit entonnoir effilé, 10 centimètres cubes d'acide sulfurique, contenant 0,612 d'acide concentré, marquant 66 au pèse-acide. (On achètera cette liqueur toute préparée.)

Disposez l'appareil au-dessus d'un fourneau long, ou sur un simple châssis de fil de fer *e*, facile à construire; chauffez graduellement le tube du côté du bouchon, et, de proche en proche, lentement, en allant vers l'extrémité. Les matières organiques qui renferment de l'azote se décomposent et abandonnent ce gaz, qui se rend, sous forme d'ammoniaque, dans l'appareil à boules, et se combine avec l'acide sulfurique pour former du sulfate d'ammoniaque. Lorsqu'il se dégage plus de gaz, on chauffe l'acide oxalique placé au fond du tube. Cette substance, en présence de la soude et de la chaux, se convertit en gaz hydrogène, qui chasse du tube ce qui pourrait rester d'ammoniaque.

Terminez en élevant le tube à boules, dont vous verserez le contenu dans un verre, ainsi que l'eau qui servira à le laver. — Procédez ensuite au *titrage* de la manière suivante: Ajoutez au liquide quelques gouttes de teinture de tournesol, pour qu'il devienne pelure d'oignon. Cela fait, remplissez de *sucrate de chaux* une burette graduée, et versez-en sur le liquide acide jusqu'à ce qu'il ait viré au bleu. — Marquez la quantité versée, soit 25 centim. cubes; introduisez dans un autre verre 10 centim. cubes d'un acide sulfurique semblable à celui au tube à boules; colorez en rouge par la teinture de tournesol, et versez du sucrate jusqu'à ce que la couleur ait viré au bleu. Admettons que cette seconde opération ait exigé 36 centim. cubes de sucrate, on pose la proportion 36 : 25 :: 10 : *x*; d'où $x = 6,95$, nombre de cent. cubes restant de 10 centim. mis dans les boules. L'ammoniaque, pour former le

sulfate, s'est donc combiné avec 3,05 centim. d'acide sulfurique. — Or, cette combinaison exige 175 milligr. d'azote, sous forme d'ammoniaque, par centim. cube d'acide. Les 10 grammes de terre ont donc fourni $175 \times 3,05$ ou 53 milligr. 75 d'azote, ou 0,5375 pour cent d'azote.

Ce procédé est incomplet dans l'analyse des sols renfermant souvent des nitrates dont il ne peut doser l'azote. Il faut alors recourir au dosage en volume de l'azote même par la méthode de MM. Boussingault, Dumas, etc. Il y a dans ce cas des gaz à recueillir, à séparer, à ramener par le calcul à la température et à la pression normale, et des manutentions qui, sans être difficiles, ne peuvent être expliquées ici. Il faut reconnaître, du reste, avec M. Boussingault, qu'on ne peut du dosage de l'azote conclure absolument la fertilité du sol, parce que cet azote n'est ordinairement assimilable qu'en très-petite quantité à la fois et dans des conditions particulières.

Chaux. Si on veut constater seulement la présence du carbonate de chaux, il suffit de mettre un peu de terre de l'échantillon moyen dans un verre et de verser dessus quelques gouttes d'acide chlorhydrique. L'effervescence que produit l'acide carbonique en s'échappant décèle la présence d'un carbonate qui, dans la plupart des cas, sera un carbonate de chaux. Pour doser la quantité de chaux, prenez 5 grammes du même échantillon desséché; placez-le dans un vase; versez 25 à 30 grammes d'acide chlorhydrique étendu d'un égal volume d'eau distillée; agitez, et, lorsque l'effervescence a cessé, jetez le tout sur un filtre; pendant la filtration, versez, pour laver, un peu d'eau distillée; ajoutez à la liqueur provenant de la filtration de l'oxalate d'ammoniaque, la chaux se précipitera sous forme d'*oxalate de chaux*; chauffez légèrement, et versez sur un *double filtre*; la filtration achevée, ôtez le double filtre et posez-le sur du papier sans colle; achevez de faire sécher sur une assiette, à une température de 50 à 60 degrés. Séparez le premier filtre de celui qui contient le précipité; pesez l'un et l'autre. Supposons que ce dernier pèse 1^g,520 et le deuxième filtre 6 grammes, la quantité d'oxalate de chaux sera de 0^g,920, renfermant 68,5 de calcaire par 100. Or, $0,920 \times 68,5 = 0,63$ de calcaire. Ce calcaire provenant de 5 gr. de terre, celle-ci n'en contenait donc $0,63 : 5 = 12,6$ p. 100.

Magnésie. Reprenez l'eau sortie de la filtration de l'oxalate de chaux; versez-y une solution de phosphate de soude, qui précipitera la magnésie, s'il y en a, sous la forme de phosphate ammoniaco-magnésien.

Sulfate de chaux. Faites bouillir quelques grammes de terre avec de l'eau filtrée, et jetez le mélange sur un filtre de papier, lavé préalablement avec de l'acide chlorhydrique étendu; puis, versez dans la liqueur filtrée une goutte de chlorure de barium: il se produira, s'il y a du plâtre, un trouble que ne doit pas faire disparaître un peu d'acide nitrique.

Alumine. Dans certains sols où la silice fine joue le rôle d'argile, on détermine approximativement celle-ci en dosant l'alumine de la manière suivante: Faites bouillir la terre dans un creuset de platine, avec une solution de potasse caustique qui dissout les silicates; précipitez l'alumine par l'ammoniaque; filtrez dans un double filtre, comme pour la chaux; séchez et pesez.

Phosphates. Faites bouillir, pendant vingt minutes, 20 grammes de l'échantillon moyen dans de l'acide nitrique; étendez d'eau; filtrez; évaporez la liqueur à siccité, et versez sur le résidu 12 à 15 grammes d'alcool aiguisé de 2 à 3 gouttes d'acide azotique; filtrez de nouveau, et, dans la liqueur filtrée, jetez quelques gouttes d'une dissolution d'acétate de plomb. Si la terre renferme des phosphates, il se formera un précipité de phosphate de plomb.

Fer. Dans la liqueur filtrée d'une terre traitée par l'acide chlorhydrique, versez du prussiate jaune de potasse: la couleur bleue du liquide indiquera la présence du fer.

CHAPITRE VII

FERTILITÉ DES SOLS

§ 1^{er}.— *Principes de la fertilité des sols.*

Le sol agit sur la végétation, d'abord en recevant et en conservant, pour les mettre à la disposition des plantes, au fur et à mesure de leurs besoins et dans les conditions les plus convenables d'assimilation, les matériaux de leur développement. L'abondance de ces matériaux constitue la *richesse* du sol; l'action de celui-ci sur l'assimilation est sa *puissance*. La puissance et la richesse combinées forment la fertilité.

Matériaux de la végétation. Ces matériaux ne sont autre chose que les éléments mêmes du végétal, c'est-à-dire du carbone, de l'oxygène, de l'hydrogène, de l'azote, quelques sels et de l'eau. Tous ces éléments se trouvent en abondance dans les milieux (l'atmosphère et le sol) où se développe la plante. L'air est un immense réservoir d'oxygène d'hydrogène, d'azote, d'acide carbonique, etc. Le sol fournit les sels terreux, potasse, soude, chaux, phosphates, en quantités con-

sidérables. On pourrait en dire autant du carbone, de l'oxygène, de l'azote, de l'hydrogène. Tel sol riche contient hectare, dans sa couche arable, plus de 15,000 kilogr. d'azote (une bonne récolte en représente 100 kilogr. environ). Une terre fortement fumée peut fournir, suivant M. Corenwinder, plus de 15,000 hectol. d'acide carbonique par hectare et par vingt-quatre heures. Quant à l'hydrogène, sous forme d'eau seulement, le sol en contient des milliers de quintaux.

Mais comment tous ces matériaux sont-ils assimilés par le végétal ? quel rôle jouent l'air et le sol ? quelles combinaisons s'opèrent ? Les opinions des savants ne sont pas toutes complètement concordantes sur ce point. Cependant elles se rapprochent d'une théorie générale qui peut se résumer ainsi : Il existe dans les plantes une double alimentation, l'une au moyen des feuilles, aérienne et uniquement *gazeuse* ; l'autre par les racines, souterraine et presque exclusivement *liquide*. La première, suffisante jusqu'à un certain point, pour l'entretien de la vie ; la seconde, destinée surtout à fournir aux plantes la plus grande partie des substances dont elles se composent. L'*humus*, résultat de la décomposition du terreau végétal et animal, et renfermant tous les principes des êtres organisés, fournit en général à l'alimentation souterraine. Mais, pour ce faire il doit devenir soluble, seul état sous lequel il paraisse pénétrer par les racines dans les tissus végétaux ; c'est ce qui a lieu. L'*humus* est composé, pour 100, d'environ 60 de carbone, 30 d'oxygène, 4 d'hydrogène, 2 à 3 d'azote et de sels divers. Par suite de la combustion lente et continue du carbone par l'oxygène, il se dégage de l'acide carbonique dont une partie, dissoute dans l'eau, est absorbée par les racines. En même temps, l'azote et l'hydrogène, devenus libres, se combinent à l'état naissant pour former l'ammoniaque, qui, en présence de l'acide carbonique, produit du carbonate d'ammoniaque, sel essentiellement soluble, dont la dilution, absorbée également par les racines, fournit au végétal une grande partie de son carbone, de son oxygène, de son hydrogène et de son azote.

Il est probable que les racines absorbent encore sous d'autres formes les principes utiles à la plante ; l'azote, par exemple, à l'état d'ammoniaque, d'azotate ou d'acide azotique en dissolutions très-étendues. Des travaux de MM. Boussingault, Barral, Kuhlmann, Way, il résulte que la nitrification dans

les sols riches en débris organiques rend l'azote de l'air assimilable à la végétation. Cet azote peut encore, avec l'ozone ou l'oxygène électrisé, se transformer en acide azotique; les pluies, les eaux courantes renferment des quantités importantes de cette combinaison azotée.

Il est probable que l'ammoniaque joue à peu près le même rôle vis-à-vis des phosphates et autres sels non solubles, et en forme des phosphates simples ou à base double, comme le phosphate ammoniaco-magnésien, pour les rendre solubles et les introduire dans la plante. Quant aux sels de soude, de potasse, etc., solubles par eux-mêmes, leur absorption par les racines ne présente pas de difficultés.

D'après MM. Soubeyran, Girardin, Viala, l'azote, considéré comme aliment direct, jouerait un rôle limité dans la nutrition des plantes, il pourrait exister dans des proportions énormes dans le sol et rester inerte comme l'ont très-bien démontré les expériences de M. Boussingault, mais il exerce une action très-importante après sa transformation en ammoniaque ou même en nitrate.

Pour le développement complet de sa fertilité, le sol doit toujours réunir aux matériaux de la végétation une certaine quantité d'ammoniaque ou d'azote, un des éléments de cet alcali, de manière à rendre ces matériaux solubles.

Si la portion d'ammoniaque est trop faible, toutes les matières végétales ne seront pas suffisamment décomposées pour être absorbées dans une récolte; si elle est trop forte, il se développera une végétation exubérante à laquelle ne pourra peut-être pas suffire la matière organique du sol, mais qui, en tout cas, épuisera la terre. Cette exubérance développera d'ailleurs certaines parties de la plante aux dépens d'autres plus utiles.

On comprend, au contraire, que dans une culture très-énergique, avec production herbacée, il y ait avantage à développer la solubilité des principes alibiles par l'abondance de ces engrais azotés.

Puissance du sol. Les conditions qui constituent la *puissance* du sol sont inhérentes au sol lui-même, ou dépendent de causes extérieures; les premières conditions sont : 1^o la profondeur et la consistance du sol; 2^o la nature du sous-sol, perméable ou non; 3^o la composition minérale du sol et du sous-sol; 4^o leur état d'humidité; 5^o leurs autres propriétés

physiques, absorption et rétention de l'eau, de l'ammoniaque, des gaz, du calorique, etc.

Les conditions extérieures qui réagissent sur la puissance du sol sont; 1^o le climat et les influences atmosphériques; 2^o l'exposition et l'inclinaison du sol; 3^o les eaux courantes ou torrentielles et les sources.

Isolées, la *puissance* et la *richesse* sont insuffisantes pour produire la fertilité; ainsi les débris organiques accumulés dans une terre imperméable se décomposent en un terreau acide impropre à la végétation; un sol qui réunit les conditions physiques favorables à la végétation est infertile, s'il est dépourvu de l'humus et des sels nécessaires aux plantes; réunies au contraire, la richesse et la puissance se multiplient en quelque sorte l'une par l'autre et constituent la *fertilité* ou la *fécondité* du sol.

La fertilité des sols est *relative* et *variable*: relative, si on considère les sols entre eux ou dans leur rapport avec les plantes qu'ils doivent produire; elle est variable, car elle diffère selon le climat; elle s'accroît par les travaux et les procédés de culture. Un sol, fertile sous un climat humide, peut être médiocre sous un climat sec.

En général, toutefois, un *mauvais sol* est celui qui est dépourvu d'humus; celui qui n'est formé que de roches, de cailloux, de graviers, d'argile plastique, de sables inertes; celui qui souffre d'un excès d'humidité; celui qui ne conserve pas la fraîcheur; celui qui est froid et tenace, etc. Un *bon sol*, au contraire, est celui qui renferme tous les éléments de la production; c'est celui qui, par la bonne disposition de sa surface, son exposition, sa profondeur, son état de division et de consistance, par sa fraîcheur, sa perméabilité, l'harmonie de sa composition proportionnellement argileuse, siliceuse et calcaire, réunit toutes les propriétés physiques les plus favorables au développement de sa richesse.

La productivité du sol, c'est-à-dire la quantité de matière organique végétale qu'il produit habituellement, est la base moins contestable de sa fertilité. On nomme produit *maximum* la plus forte récolte obtenue d'un sol: le produit *minimum* est son plus faible produit. Entre le *maximum* et le *minimum* est le produit *moyen*, qui se déduit des produits d'un certain nombre d'années, dix, par exemple, ou douze, en

excluant les deux années *extrêmes* en *maximum* et *minimum*. Les moyennes varient donc continuellement et ne présentent qu'un chiffre approximatif. Les produits moyens sont nécessairement différents, suivant les contrées. Nous ne connaissons pas le *maximum* absolu de la productivité du sol; dans les climats chauds, où la végétation ne s'arrête pas, le *bananier* peut produire, par an, jusqu'à 100,000 kilogr. de matière sèche par hectare, tiges et fruits. En France, les produits *maxima* qu'on cite ne dépassent pas 25 à 30,000 kilogr. de matière sèche. Ainsi, la luzerne arrosée atteint parfois ce chiffre. M. de Gasparin cite une récolte de 72 hectolitres de froment à l'hectare, ce qui suppose environ 15,000 kilogr. de paille et grain; la betterave, avec des soins extraordinaires, a pu donner jusqu'à 150,000 kilogr. à l'hectare, soit également 15 à 18,000 kilogr. de matière sèche. Dans la culture jardinière, où les légumes se succèdent plusieurs fois dans une année, on obtient encore davantage.

§ II. — Mesure de la fertilité du sol et valeur de l'engrais.

La mesure de la fertilité du sol est celle de sa richesse et de sa puissance.

Mesure de la richesse du sol. La mesure de la richesse pourrait s'évaluer directement par le dosage dans le sol des principes d'alimentation des plantes; mais l'analyse chimique des terrains n'est pas encore assez parfaite pour déterminer *a priori* la part et la limite d'action de ces principes dans la végétation. Cependant on arrive au même résultat en dosant dans les récoltes mêmes les matières enlevées au sol, et dans les engrais les principes qui lui sont restitués.

En prenant le froment pour exemple, on constate que 1000^k de froment à l'état sec avec sa paille qu'on peut évaluer à 2,500^k, renferment en kilogr. nombres ronds.

	Carbone.	Hydrogène.	Oxyg. ne.	Azote.	Cendres	Potasse, soude.	Chaux, magnésie.	Acide phosphor.	Silice.
Grain.	461	58	434	23	24	8	5	10	1
Paille.	1210	95	973	10	175	16	17	10	122
Total.	1671	153	1407	33	199	24	22	20	123

Ces proportions peuvent varier dans certaines limites; elles diffèrent également pour d'autres récoltes. Toutefois ces principes font la base de la composition de toutes les plantes cultivées.

De ces matières, une portion considérable d'oxygène et d'hydrogène, le carbone en grande partie, un peu de l'azote, sans doute, est fourni par l'atmosphère, mais les matières minérales et l'azote presque en entier sont empruntés au sol. La richesse du sol est donc proportionnelle à l'abondance de ces éléments, qui deviennent ainsi la *mesure* de sa fertilité, si cette richesse est développée d'ailleurs par la puissance.

On a cherché à simplifier encore cette mesure qui deviendrait souvent d'une application difficile si on devait y faire entrer le dosage de toutes les matières composantes; on a considéré que parmi celles-ci il y en avait qui se remplaçaient l'une par l'autre, telles que la soude par la potasse, la magnésie par la chaux; que plusieurs se trouvaient presque toujours en quantité suffisante dans la plupart des sols, la chaux, la potasse, l'oxyde de fer, la silice; reste l'azote à l'état convenable pour entrer dans l'alimentation végétale.

L'azote, résultat de débris organiques, est plus rare dans les terrains, à l'état du moins où le végétal peut se l'assimiler. Il est d'un autre côté l'indice de la présence de l'humus ou du terreau; les chimistes ont donc pensé qu'ils pouvaient le prendre comme *mesure* de la fertilité des sols et de la valeur des engrais. M. Boussingault y ajoute l'acide phosphorique ou les phosphates, dont l'importance est révélée par l'action des os.

Ce procédé d'évaluation simplifie beaucoup la solution de ces diverses questions, et aujourd'hui que nous possédons des analyses nombreuses de toutes les plantes de la grande et moyenne culture, et de tous les engrais, il fournit une base sinon parfaitement rigoureuse, du moins beaucoup moins incertaine et moins empirique que celles antérieurement admises.

Sachant par exemple que 1000 kil. de grain et de paille enlèvent 33 kil. d'azote et 20 kil. d'acide phosphorique au sol, on voit tout de suite que pour fournir une bonne récolte de 1,500 kil. par exemple, un hectare doit posséder en principes azotés l'équivalent de 50 kil. d'azote et 30 kil. d'acide phosphorique assimilables.

Sachant que 1000 kil. de fumier de ferme renferment (à l'état sec) 20 kil. d'azote, 9 kil. d'acide phosphorique (ou 21 de phosphate), on en conclut qu'il faut, pour remplacer l'azote et l'acide phosphorique enlevé au sol par 1000 kil. de froment avec sa paille (également à l'état sec), 1700 kil. de fumier sec, et pour l'acide phosphorique 2000 kil. environ. En supposant le froment et le fumier à l'état d'humidité ordinaire, il faudrait, pour former 1000 kil. de froment et sa paille, 5,000 à 6,000 kil. de fumier, les principes étant fournis par le fumier seul.

Le prix de 1000 kil. de fumier à l'état sec étant donné, on en déduit facilement le prix de son azote et de ses phosphates, soit ce prix : 40 fr. ou 8 fr. avec 80 p. 100 d'eau. Il reste à répartir ce prix entre les 20 kil d'azote et les 21 kil. de phosphate; en se fondant sur le prix habituel du noir d'os, on fixe ordinairement à 15 c. le kil. le prix vénal des phosphates, ce qui donnerait 8 fr. 35 pour les 21 kil. de phosphates, resterait 31 fr. 65 qui, divisés par 20 kil., font ressortir le prix de l'azote à 1 fr. 84 environ le kilogramme.

M. Stockardt, en Allemagne, et Nesbit, en Angleterre, affectent également une valeur aux autres principes des engrais, méthode qui nous paraît rationnelle. M. Stockardt, basant son évaluation sur le prix des matières dont on peut tirer ces compositions, estime le kilogr. : matières organiques (azote et sels non compris), à 0 fr. 014; potasse à 0 fr. 324; soude à 0 fr. 15; carbonates de chaux et de magnésie à 0 fr. 014; sulfate de chaux à 0 fr. 28 : or, comme 1000 kil. de fumier renferment environ 600 kil. de matière organique, 2 kil. de soude et potasse, 5 kil. de chaux et magnésie, ces composants devraient compter dans le prix du fumier pour environ 9 fr. On aurait donc dans ce système, en comptant toujours le fumier à 40 fr. les 100 kil. à l'état sec : phosphates, 20 kil., 3 fr. 15; matières organiques 600 kil., 8 fr. 40; potasse et soude, 50 c.; chaux et magnésie, 0 fr. 05; sulfate de chaux, 0 fr. 05; azote, 28 fr. ou 1 fr. 40 le kilog.

Nous reviendrons sur ces chiffres à l'occasion du fumier. On pourrait toutefois y trouver une base pour l'évaluation de la richesse d'un terrain.

Les analyses expriment quelquefois l'azote en ammoniacque et les phosphates en acide phosphorique, ou *vice versa*. Pour réduire l'azote en ammoniacque, multipliez l'azote par 1,22;

pour réduire l'ammoniaque en azote, multipliez l'ammoniaque par 0,82; pour réduire l'acide phosphorique en phosphate, multipliez l'acide phosphorique par 2,39; pour réduire les phosphates en acide phosphorique, multipliez les phosphates par 0,44.

Mesure de la puissance du sol. On peut réduire les éléments de la *puissance* inhérents au sol à trois : 1^o la profondeur; 2^o la perméabilité et l'état meuble; 3^o la faculté rétentrice de l'eau et des engrais, etc., et à trois également les éléments extérieurs : 1^o l'action solaire; 2^o l'action météorique; 3^o les eaux. Si on affecte à chacun de ces éléments un coefficient soit positif pour en exprimer l'action utile, soit négatif pour l'action nuisible, on arrive à une somme qui peut représenter la puissance. Appelant *o* par exemple une profondeur de 0^m,20 du sol, et admettant que la puissance diminue ou augmente de 1 par deux centimètres en moins ou en plus de profondeur, on aura ainsi sous le rapport de la profondeur une échelle de la puissance du sol. Une même échelle peut s'établir pour la *perméabilité* et la *faculté rétentrice* sur des bases qui sont encore à étudier, telles que la quantité d'eau ou de gaz écoulée ou retenue dans un temps donné. Il en sera de même pour les causes extérieures agissant sur la puissance. Ainsi, admettant comme moyenne de puissance une température de 10^o et supposant que la puissance s'accroisse ou diminue de 1 degré en plus ou en moins jusqu'à une température de 20^o, on aurait encore à ce point de vue une échelle de la puissance. Dans un autre ordre d'idées on peut encore, suivant qu'une terre est plus ou moins exposée à la grêle, aux orages, aux inondations, modifier sa puissance par un coefficient négatif, que la sagacité de l'appréciateur évaluera.

Ayant ainsi, d'une part, les éléments de la richesse et ceux de la puissance, on multiplierait l'un par l'autre, et le produit donnerait la fertilité.

§ III. — *Classification des sols d'après leur productivité et leur valeur.*

Cette classification se subordonne, dans certaines limites, au genre de productions auquel le sol peut être le plus avan-

tageusement consacré. On distingue sous ce rapport : 1^o les terres à jardins, chenevières et vergers ; 2^o les vignobles ; 3^o les terres arables ; 4^o les herbages, prés et pâtures ; 5^o le sol forestier ; 6^o les terres incultes, cultivables et incultivables.

La classification des terres arables la plus généralement admise sous le rapport de la productivité est la suivante :

Sols à froment. 1^{re} classe, produit moyen, 30 à 40 hectol. ; limons et terres argilo-siliceuses calcaires, et argilo-siliceuses calcaires riches, perméables ; 2^e classe, 20 hectol., mêmes terres moins riches, moins perméables, et les limons et terres pierreux, siliceux, argileux-calcaires ou calcaires ; 3^e classe, 15 hectol., limons et terres argileuses peu perméables.

Les sols à froment de 2^e classe, silico-argileux calcaires, ou argilo-siliceux calcaires, ou même argileux-calcaires, suffisamment riches, sont des terres à orge de 1^{re} classe ; les sols de froment de 1^{re} et 2^e classe sont également propres à la culture des féveroles, du colza. Comme terres à *betteraves*, elles rivalisent avec les terres à froment de 1^{re} classe.

Sols à seigle. 1^{re} classe, 30 hectol., limons et terres silico-argileux non calcaires, et les sables argileux, riches, perméables ; 2^e classe, 20 hectol., limons et terres siliceux, sables siliceux, riches ; 3^e classe, mêmes terres plus pauvres, sables graveleux, terre et sables calcaires.

Les sols à seigle sont également des terres à *betteraves*. Ceux de la 1^{re} classe se placent sur la même ligne que les terres à froment pour les pommes de terre, et leur sont supérieurs pour les navets et les turneps.

Les sols à luzerne sont ceux à froment de 1^{re} et 2^e classe, profonds et perméables ; les terres calcaires silico-argileuses ou calcaires argileuses perméables, et les terres pierreuses, calcaires. Les sols à trèfle sont les limons et terres argilo-siliceux, et silico-argileux frais.

Les sols à sainfoin sont les terres calcaires crayeuses et graveleuses.

Les terres à *jardins*, à *chenevières* sont les sols sains, humifères, ou de riche terreau ; les *terres à vigne* sont également saines et en coteaux bien exposés. Les *terres à vergers*, suivant qu'elles portent des pommiers, des oliviers, des arbres à noyau, etc., exigent des conditions spéciales ; les

terres à prairies permanentes doivent réunir à la richesse la fraîcheur et l'humidité, soit du sol, soit du climat; le *sol forestier* se réduit aujourd'hui aux terrains que ne peuvent utiliser les autres cultures. Dans toutes ces catégories, on a établi des subdivisions, dont le nombre est subdivisé aux circonstances.

Les sols plus ou moins rebelles à la culture, ou seulement incultes, ont reçu les noms de terres de landes, terres de bois, de gastines, riez, savarts, garrigues, pacages, etc.

Toutefois, on peut, d'une manière générale, en France, échelonner dans les vingt classes suivantes les terres livrées à la production végétale :

- 1^o classe. Vignobles exceptionnels : Médoc, Côte-d'Or Rhône.
- 2^o — Jardins, treilles, vergers hors ligne.
- 3^e — Bons vignobles, vergers olivettes de premier ordre.
- 4^o — Riches herbages, prairies arrosées sous les villes.
- 5^o — Bons sols à l'arrosage dans le Midi.
- 6^o — Riches terres d'alluvion, à légumes, à chanvre.
- 7^o — Prés riches, frais ou arrosés, oseraies, houblonnières.
- 8^o — Sol à froment de 1^{re} classe, à garance, luzerne, colza, betterave.
- 9^o — Vignobles de 3^e qualité, productifs en quantité.
- 10^o — Sol à froment de 2^e classe, orge, avoine, luzerne, colza, 2^e trèfle.
- 11^o — Sol à seigle, 1^{re} classe, pommes de terre, haricots, choux.
- 12^o — Sol forestier, 1^{re} classe, chêne, châtaignier, charme, etc.
- 13^o — Sol à froment, 3^e classe, argileux, 2^e trèfle.
- 14^o — Sol calcaire à orge, 2^e classe, lentilles, pois, sainfoins.
- 15^o — Sol à seigle, 2^e classe, siliceux, sarrasin, choux.
- 16^o — Sol forestier, 2^e classe; essences de la 1^{re} classe, moins productif, bois blancs.

- 17^e classe. Sol à seigle, 3^e classe, sable, craie, sarrasin, ray-grass.
 18^e — Sol à avoine, en montagne, trop froid pour céréales d'hiver, pommes de terre, raves.
 19^e — Sol à seigle ou à sainfoin, 4^e classe, pâtures arides; forestier, 3^e classe.
 20^e — Terres incultivables, rochers, riez, garrigues, sol forestier de 4^e classe.

Il est difficile de déterminer la *valeur* absolue ou relative du sol : indépendamment de la fertilité, une foule d'autres causes agissent sur cette valeur, telles que les cultures spéciales et le prix des denrées, la population, la main d'œuvre, la richesse du pays, les débouchés, les lois de douane, etc.

En France, le prix vénal approximatif suivant les lieux est par hectare : 1^{re} et 2^e classe, 40,000 à 80,000 fr.; 3^e et 4^e, de 15,000 à 25,000; 5^e et 6^e, 10,000 à 15,000; 7^e, 8,000 à 10,000; 8^e, 9^e et 10^e, 2,000 à 6,000; 11^e, 12^e et 13^e, 1,500 à 1,000; 14^e, 15^e et 16^e, 600 à 800; 17^e, 18^e, 19^e et 20^e, 600 à 200 fr.

§ IV. — Causes qui modifient la fertilité des sols

Toutes les causes qui peuvent agir sur les deux éléments de la fertilité, la *richesse* et la *puissance*, soit qu'elles *augmentent*, soit qu'elles diminuent, l'un ou l'autre de ces éléments ou de tous deux à la fois, rentrent dans cette catégorie.

La *richesse* du sol s'accroît par *addition* de matériaux, quand des matières contenant les principes de l'alimentation des végétaux, compris sous le nom général d'engrais, y sont, soit apportées par le travail de l'homme, soit déposées par les végétaux, les animaux, les eaux, l'atmosphère, etc. La *richesse* augmente aussi proportionnellement, par *soustraction* de matières, quand on enlève des matières inertes ou nuisibles, des roches, des pierres, etc.

La *richesse* diminue par *soustraction* de matières, quand le sol produit des récoltes qui lui enlèvent, sans qu'on les lui rende, les principes qu'il contient; elle diminue encore par l'action directe de certaines causes qui enlèvent ces matières, indépendamment de la végétation; telles sont la chaleur, qui

consomme les matières organiques au moyen de brûlis et d'écobuages, ou de simple décomposition ; les eaux courantes, qui entraînent les principes fertilisants. La richesse diminue proportionnellement, par *addition* de matières, quand des substances inertes sont apportées sur le sol fertile : les ensablements, les envasements, etc.

La puissance du sol *augmente* par *addition*, si on y ajoute certaines matières qui améliorent ses conditions physiques, sa masse, sa consistance, son état meuble, son calorique, son humidité. Ces matières sont les *amendements* et les *engrais*. Elle augmente encore par la *soustraction* de matières, si on débarrasse le sol de principes nuisibles à la végétation, d'eaux qui s'y trouvent en excès, de substances salines, de végétaux parasites.

La puissance du sol *diminue* par *addition* de matières nuisibles ou mal appliquées ; par exemple une irrigation en sol froid, des marnes sur un terrain calcaire. Elle diminue, enfin, par *soustraction* des substances qui donnaient au sol des qualités particulières. Des épierrements imprudents dans certaines terres compactes, un écobuage dans des sols légers, un dessèchement trop complet dans des sables ou des tourbes, peuvent diminuer la puissance du sol.

La *culture* comprend le second ordre de moyens à l'aide desquels on agit sur la fertilité des sols. C'est principalement sur la puissance du sol que la culture opère, en maintenant et ménageant sa richesse, et en lui faisant produire son plus grand effet utile.

DEUXIÈME PARTIE

ENGRAIS

CHAPITRE PREMIER

AMENDEMENTS ET ENGRAIS MINÉRAUX.

On nomme *amendements modifiants* les matières qui agissent principalement sur la *puissance* du sol, en modifiant son état mécanique, et en ne fournissant que peu ou point d'éléments à sa richesse. Tels sont les mélanges de sable, d'argile, etc.

L'eau, à un certain point de vue, est un des principaux amendements. Par addition ou soustraction d'humidité, on modifie complètement la *puissance* du sol ; la richesse est nulle sans cet élément de la végétation.

Sables. On modifie la *ténacité* des argiles en y transportant des sables, des graviers, des scories, etc. Sur le littoral, on couvre quelquefois les prairies de 1 à 2 centimètres de sables marins. M. Boussingault cite un amendement exécuté avec succès, à l'aide de 440 mètres cubes de sable par hectare, sur une terre compacte de Bechelbronn. Le sable provenait

d'un déblai placé à 200 mètres du champ ; l'opération a coûté 213 fr. par hectare. On devra, évidemment, donner la préférence aux sables calcaires pour une argile privée de chaux.

Argile. On donne de la consistance aux sables en y transportant des argiles ; mais l'argile doit être sèche, employée à l'état pulvérulent, et graduellement, par portions successives, labourant et hersant à mesure, pour que le mélange s'opère. On la dépose en tas et on la laisse exposée, pendant un hiver, aux influences des gelées. Les argiles agissent fréquemment comme amendements assimilables, en raison des sels qu'elles contiennent, et comme, sous ce rapport, il y a de grandes différences entre elles, le cultivateur devra toujours choisir celles qui paraissent les moins pures et les moins homogènes, celles surtout qui se rapprochent des marnes ; beaucoup d'argiles grises ou bleuâtres des terrains jurassiques sont dans ce cas.

L'argile calcinée modifie encore heureusement la ténacité du sol. On peut, quand le combustible a peu de valeur, qu'il n'y a pas de frais de transport et qu'on est privé d'amendement calcaire, l'employer avec avantage ; il suffit de creuser en terre une tranchée de 0^m,50 de largeur sur 0^m,30 à 0^m,40 de profondeur ; on l'emplit de fagots, en ménageant la circulation de l'air pour activer le feu, et on forme au-dessus de la tranchée une espèce de voûte avec des mottes d'argile ayant encore un peu d'humidité. Dans les argiles tenaces, légèrement calcaires, on a obtenu de bons effets de ce procédé.

La présence des cailloux diminue la ténacité de certains sols. Des démolitions, des pierres transportées dans les terres à tourbe, en augmentent la consistance et la fertilité. A Sillery, plusieurs hectares de bonnes prairies ont été créés par le Dr Guyot, à l'aide du mélange d'une couche de craie.

En général, l'emploi des amendements modifiants est subordonné aux circonstances qui peuvent en diminuer les frais, tels que les déblais d'un terrassement à placer, des attelages à occuper. Les chemins de fer eux-mêmes, dont le transport peut s'effectuer à 4 ou 5 centimes par tonne et par kilomètre, transporteraient quelquefois avec avantage de

matériaux de terrassements. Les canaux transportent encore à plus bas prix, 2 à 3 centimes au plus ; mais les frais de chargement et de déchargement sont plus considérables. Enfin, on peut mélanger des amendements modifiants avec le sol, par un procédé peu dispendieux, quand le sous-sol contient cet amendement. Ainsi, des argiles à sous-sol sableux, des sables à sous-sol argileux, peuvent être modifiés, soit par des labours profonds, soit par des détonnements, sur les bords de la mer ou des fleuves, dont les alluvions moins fertiles recouvrent un sol riche ; on ramène, par un bêchage profond, ce sol à sa superficie ; c'est ce qu'on appelle faire un *lit avant*.

§ 1^{er}. — Chaux.

Variétés de chaux. Il y a deux espèces de chaux, la *chaux grasse* et la *chaux maigre*. La chaux grasse est fournie par la calcination de carbonate de chaux, contenant 0,10 au plus de matières étrangères. Eteinte, elle *foisonne* beaucoup, et augmente de $\frac{1}{3}$ à $2\frac{1}{2}$; son énergie fécondante est très-grande.

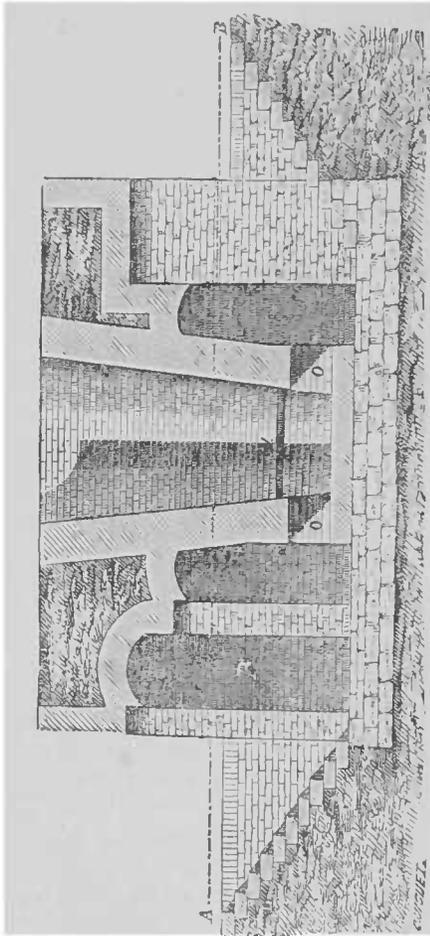
La chaux maigre contient de 10 à 30 p. 100 de matières étrangères ; elle est *hydraulique* ou non *hydraulique*. La chaux maigre foisonne peu, est moins énergique que la grasse et doit s'employer à plus haute dose. La chaux hydraulique renferme jusqu'à 34 p. 100 de matières étrangères, de l'*argile* particulièrement ; elle a la propriété de durcir sous l'eau. Un peu moins active, si elle est employée de manière à fournir au sol la même dose de calcaire, elle dure davantage.

La chaux provenant de calcaires magnésiens qu'on rencontre accidentellement (dans les terrains de Dolomie, par exemple) conserve plus longtemps sa causticité, agit très-énergiquement sur les matières organiques et épuise le sol. On reconnaît la magnésie par le procédé indiqué page 37.

Le *poussier de chaux*, résidu des fours, contient de 30 à 40 p. 100 de chaux mêlée aux cendres ; il s'emploie avec avantage et se vend beaucoup moins cher. Le prix de la chaux pour amendements varie de 1 fr. à 2 fr. l'hectol., pesant de 65 à 80 kilogr. Dans certaines conditions favorables, la chaux revient, en la fabriquant dans la ferme, de 50 à 60 cent. l'hectolitre.

La gravure 26 donne la coupe par l'axe d'un four à chaux de moyenne dimension, pour l'usage d'une grande exploitation.

On commence à charger le four par le bas, en formant une



Grav. 26. — Four à chaux.

espèce de voûte soutenue par des barreaux de fer. On fait dans le foyer, au-dessous de cette voûte, un feu de bois qui allume une première couche de houille; on place la première assise de pierre à chaux formant la voûte; puis on fait un autre lit de chaux, et une seconde couche de houille; ainsi successivement, jusqu'en haut, à mesure que le feu s'élève. Lorsque la pierre du bas est cuite, on la fait couler avec un ringard, et on la retire par la porte du fourneau; la masse s'affaisse, et on recharge la partie supérieure de pierre et de houille.

La bâtisse d'un four de cette dimension, avec de la brique à 12 fr. le 1,000, revient dans le Nord à 500 fr.

Sols à chauler. La chaux convient principalement aux terrains qui manquent de calcaire; elle produit des

effets remarquables sur les sols argileux, les terres siliceuses fraîches, les sols tourbeux des bruyères et des landes, les terres schisteuses et granitiques, et sur tous

ceux qui sont fortement chargés de fer et de terreau acide. Les chaulages pratiqués sur les terres qui contiennent du calcaire dans une proportion sensible, dans les sables grossiers et secs, ont rarement donné de bons résultats.

Les terres où croissent la fougère, le genêt, la bruyère, l'ajonc marin, la digitale, la petite oseille, les jones, etc., doivent toujours être chaulées quand l'emploi de la chaux est possible dans les contrées où ces plantes végètent.

Procédés de chaulage. Ces procédés varient suivant l'usage des localités.

Dans quelques contrées, on conduit la chaux sur le champ ; on la dispose en petits tas éloignés les uns des autres de 6 à 7 mètres, et quand elle est éteinte et réduite en poussière sous l'action de l'atmosphère, on la répand à la pelle aussi uniformément que possible, par un temps calme et une belle journée.

Dans d'autres contrées, elle est disposée de la même manière, puis recouverte d'une couche de terre de 0,16 à 0^m,30 d'épaisseur, et abandonnée ensuite à elle-même ; quand elle fusc, elle augmente de volume ; on bouche les fentes ou crevasses qui se font dans la terre qui l'enveloppe ; on retourne les tas, et huit jours après, on renouvelle cette opération, et on répand le mélange à la surface du sol.

Dans la Mayenne et l'Anjou, le procédé suivi consiste à faire des *composts* de chaux et de terre auxquels on ajoute un peu de fumier. A cet effet, on laboure ou on pioche les *forières*, *cheintres* ou *ceintures* des champs qui doivent être chaulés. La terre et les gazons provenant de ce travail, et auxquels on ajoute des curures de fossés, de mares ou d'étangs, sont disposés en forme de prisme ou de tombe, puis abandonnés à eux-mêmes, afin qu'ils puissent se *mûrir*. Quand le prisme a été plusieurs fois remanié, on ménage à sa partie supérieure une tranchée ou rigole jusqu'au tiers de l'épaisseur du tas, dans laquelle on dépose la chaux, qu'on recouvre aussitôt de terre pour que les eaux pluviales ne la pénètrent pas. Quatre ou huit jours après, selon que la terre est plus ou moins humide, on remue le tas, et on le reforme ; quinze jours après cette opération, on remue une seconde fois, et on reforme encore le prisme. Cette opération est la dernière que l'on fait subir au compost.

Lorsqu'on fait entrer du fumier dans les composts, on l'incorpore à l'état frais quand la chaux est éteinte et que le mélange de la chaux et de la terre a eu lieu. Lorsque l'extinction de la chaux n'a pas eu lieu, les matières végétales et animales sont promptement détruites. Quand on veut appliquer le compost de chaux, ce qui n'a lieu quelquefois qu'un an après sa confection, on le conduit sur les champs, après les avoir labourés et hersés, et on le dispose en petits tas réguliers et espacés les uns des autres. Le volume des tas varie selon la quantité de chaux appliquée par hectare et le volume de terre avec laquelle elle a été mélangée. On met ordinairement par hectare 20 hectol. de chaux, 20 à 25 mètres de fumier et 15 à 20 de terre, soit environ 60 mètres, qui se réduisent à 55 mètres environ. En adoptant un espacement régulier de 7^m,50 ou 200 tas à l'hectare, le volume de chaque tas est de 275 décimètres cubes.

Dans la Flandre, la Normandie, la Picardie, les composts sont disposés un peu différemment. La terre à mélange, accumulée sur un point du champ, étant suffisamment mûrie, on amène la chaux ; on dispose une couche de terre de 20 à 25 centimètres, qu'on couvre d'un lit de chaux ; on fait une seconde couche de cette nature, puis une troisième, etc., jusqu'à une hauteur de 1^m à 1^m,50. Le tas est remanié ensuite une ou deux fois de huit jours en huit jours.

Une main d'œuvre excessive est le grand inconvénient de ces procédés. Un procédé encore plus économique, employé en Normandie, consiste à prendre dans une terre riche, gazonnée sur une partie élevée du champ, une bande de 2 à 3 mètres qu'on *refend* légèrement à la charrue ; sur ce labour on répand une couche de chaux, puis avec la charrue on *endosse* la planche. Plus tard, on répand encore une couche de chaux, et on *endosse* sur le premier endos, de manière à faire un billon élevé. La même opération se renouvelle quelquefois une troisième fois ; enfin, on *refond* le billon par deux ou trois tours de charrue ; on enveloppe les pieds du cheval qui fait l'opération. Le mélange s'achève en chargeant dans le tombereau.

La chaux ne produit d'effet utile que si son application a eu lieu par un beau temps et sur un sol sec ou assaini. Sur un sol humide, elle forme pâte, se granule, et si elle est hydraulique, elle durcit sous la pluie. Il faut, autant que possible, si le temps

est beau, répandre la chaux sur le sol plusieurs jours avant de l'enterrer.

La chaux éteinte en poussière, ou les composts terreux, doivent être enterrés par des labours superficiels et suivis par un ou plusieurs hersages. Enfouie par un labour profond, elle forme sous la couche remuée, dans les sols humides, une croûte calcaire qui nuit beaucoup aux plantes. L'action des pluies, qui l'entraîne toujours plus profondément, finit par la mettre hors de la portée des racines.

Il faut répandre d'autant plus de chaux que celle-ci est impure ou siliceuse, que le sol est plus compact, plus argileux ; que la couche arable est plus profonde, plus fertile ; qu'il s'y trouve plus de détritrus de plantes à l'état acide ; que le sol est perméable ; que la fumure qui suit ou précède son application est plus forte ; que le chaulage se renouvelle à de plus longs intervalles. On emploie par hectare, en Angleterre, jusqu'à 500 hectolitres ; en Allemagne, 10 à 15 tous les 4 ans ; en France : Calvados, tous les 4 ou 5 ans, 60 à 80 hectol. ; Ain, tous les 9 ans, 80 à 100 hectol. ; Nord, Mayenne, Vendée, tous les 10 ans, 40 à 50 hectol. ; Sarthe, tous les 3 ans, 8 à 10 hectol. ; moyenne générale en France, 5 à 6 hectol. par an.

Les récoltes qu'on fait suivre immédiatement le chaulage sont quelquefois le froment, plus souvent les pommes de terre, les vesces, les pois, etc.

La chaux s'emploie également sur les prairies naturelles ou artificielles, mais à l'état de compost et à condition qu'elles soient bien assainies.

Effets de la chaux. Action physique. Elle ameublir le sol, le rend plus perméable, moins froid ; en ce sens elle *échauffe* le sol, suivant l'expression vulgaire. **Action chimique.** Elle fournit aux plantes un de leurs éléments essentiels. Elle contient quelquefois des phosphates, des sulfates, des silicates solubles. Elle accélère la décomposition de la matière organique, met en liberté les bases de certains composés de soude et de potasse, silicates alumineux : elle décompose quelques sels de fer, de magnésie, de manganèse, se combine avec l'acide nitrique qui prend naissance pendant la décomposition des matières organiques et se transforme en nitrate de chaux ; sépare l'azote des matières organiques, donne naissance à

du carbonate d'ammoniaque ; elle accroit dans des proportions considérables cette faculté absorbante de l'ammoniaque par le sol, récemment constatée par MM. Way, Thomson et Boussingault ; elle se combine avec les acides organiques libres contenus dans les débris organiques des sols tourbeux et de bruyère, et neutralise par là leur acidité ; enfin, par sa causticité et avant de se transformer en carbonate à l'aide de l'acide carbonique du sol et de l'air, elle détruit des larves d'insectes nuisibles et des semences de mauvaises plantes, les sporules des mucédinées, cause de certaines maladies des plantes, telles que la rouille, le charbon, etc.

Les légumineuses et les crucifères, les froments des terres chaulées talent davantage, produisent des grains plus lourds, plus ronds, ayant moins d'écorce et plus de farine que ceux des terres où le principe calcaire manque. Le trèfle, les vesces, les pois, les choux, les navets, le colza, la navette, réussissent beaucoup mieux sur les sols chaulés.

L'emploi mal entendu de la chaux, l'absence de fumure après les chaulages, les renouvellements trop fréquents de ceux-ci, l'application de doses plus fortes que celles que peut supporter la terre, eu égard à sa nature et à sa fécondité, précipitent l'épuisement de sa fertilité. *La chaux ne dispense pas de l'emploi des fumiers.* Il faut donc considérer la chaux comme une substance très-convenable pour mettre en action certains principes de sa fertilité, et ne jamais chauler sans que le chaulage soit précédé ou suivi d'une fumure si le sol n'est pas très-fertile.

§ II. — Marne.

Nature. La marne est une formation de calcaire inélangé d'argile, de sables et de matières diverses, qui se trouve en couches ou dépôts dans la plupart des terrains secondaires et tertiaires ; les marnes du lyas et du calcaire jurassique, la craie, le tuffeau, les mollasses, les calcaires grossiers, les travertins, etc., fournissent des marnes à l'agriculture.

Variétés. *Marnes calcaires*, 50 à 95 p. 100 de carbonate de chaux. Elles sont en outre *argileuses* ou *siliceuses*, sui-

vant qu'après le calcaire, l'un de ces deux éléments prédomine, en général blanches ou jaunâtres, passent au vert ou au bleu par excès d'argile. *Marnes argileuses*, 50 à 60 p. 100 d'argile, 30 à 49 de calcaire. Ainsi que les marnes calcaires argileuses, elles sont plastiques, onctueuses, quelquefois en roches plus ou moins consistantes, à cassure conchoïde, à odeur sulfureuse; elles absorbent l'humidité et les gaz; couleurs variées, grises, bleues, vertes et rouges; coloration due à l'oxyde de fer ou à des matières organiques. *Marnes siliceuses*, 25 à 75 p. 100 de sable et 20 à 49 p. 100 de calcaire, état meuble ordinairement. Des marnes de ces différentes variétés renferment quelquefois du sulfate de chaux jusqu'à 10 p. 100 (marnes gypseuses de Saint-Pourçain), de la magnésie jusqu'à 10 p. 100 (marnes du *Tryas*), de l'oxyde de fer jusqu'à 8 p. 100; telles sont les marnes noirâtres très-pyriteuses de Flize dans les Ardennes. Des analyses de MM. Way et Johnston ont signalé jusqu'à 11 p. 100 de matières organiques dans des marnes tourbeuses, de la soude, de la potasse, du phosphate de chaux, enfin l'azote sous forme d'ammoniaque et de nitrate.

Caractères. La marne, d'après ces origines si variées, jouit de propriétés un peu différentes; mais son caractère essentiel est de faire effervescence avec les acides, de se déliter par l'action de l'air et de la gelée, et de former une bouillie avec l'eau.

La présence de la *ronce*, des *sauges*, de la *lupuline*, mais principalement celle de la *tussilage* ou *pas d'âne*, décèle souvent un terrain marneux.

Effets de la marne. En général, la marne agit par le calcaire qu'elle contient, et on mesure sa richesse par sa teneur en carbonate de chaux. Sous ce rapport, ses effets se rapprochent de ceux de la chaux; son action est moins rapide et moins énergique, mais plus durable; employée à plus haute dose que la chaux, elle ajoute au sol des parties constituantes qui, telles que l'argile, les sels, les matières organiques qui s'y trouvent mêlées, jouent un rôle différent: *argileuse*, elle convient mieux aux sols légers; *siliceuse et calcaire*, elle agit mécaniquement sur les terres tenaces. La chaux a sur la marne l'avantage d'être plus homogène et d'un

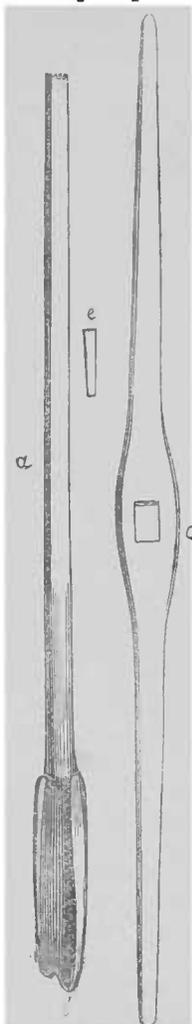
transport plus facile. Les circonstances peuvent faire préférer l'un ou l'autre de ces amendements. Elle agit principalement sur la végétation des trèfles, des luzernes, du froment et du colza.

La marne, appliquée à une dose très-forte et non précédée ou suivie de bonnes fumures, fait produire des récoltes abondantes qui diminuent la fertilité de la terre; de là sans doute le proverbe : *La marne enrichit les pères et ruine les enfants*. La marne appliquée sur les sols riches, sur des terres convenablement fumées, loin d'appauvrir la terre, la rend plus fertile. En général, les terres demandent après les marnages des fumures plus abondantes et plus répétées que celles qui n'ont pas été marnées.

Sols à marnier. Ceux où manque la chaux, à moins qu'on ne veuille agir par l'argile, la silice ou les autres principes de la marne.

Recherches des marnes. La nature géologique, le relief du terrain, la végétation, des informations locales, fournissent quelques indices préalables que suivra un sondage fait à la bêche ou à la tarière; la gravure 27 représente une tarière à marne réduite au 10^e: *b* est la mèche ou cuiller à l'extrémité d'une tige *a* de fer carrée longue de 2 à 3 mètres; *c* est un manche percé au milieu d'une mortaise s'adaptant à la tige et dans laquelle on engage celle-ci; on assujettit, au moyen d'un petit coin *e* le manche qu'on abaisse ou qu'on relève à volonté.

Essai. Lorsqu'on a trouvé une substance qu'on soupçonne être de la marne, on devra, avant d'entreprendre l'extraction, la soumettre à un essai, d'après le procédé indiqué page 37, ou d'après le suivant, plus simple, décrit ainsi par M. Guéranger : Je pèse, dit-il, 20 gram-



Grav. 27.
Tarière pour la recherche de la marne.

mes d'acide chlorhydrique du commerce; j'y ajoute 40 grammes d'eau ordinaire; je sépare le mélange en deux parties bien égales de 30 grammes chacune, que je verse dans deux verres à boire. Dans le premier verre je mets 5 grammes de la terre calcaire à analyser desséchée convenablement; dans le second un petit morceau de marbre blanc saccharoïde, dont le poids a été pris exactement, après avoir été chauffé sur une pelle à feu. Ce poids doit être au moins de 10 grammes.

« Quand l'effervescence a entièrement cessé dans les deux verres, je retire le morceau de marbre, je le lave, je l'essuie de nouveau et le sèche sur la pelle à feu. Je fais une deuxième pesée pour trouver le poids de la portion dis oute; ensuite je plonge ce marbre dans le verre qui contient la terre; l'effervescence recommence, et quand elle a cessé entièrement, je retire le marbre, je le lave et je le dessèche comme la première fois pour en prendre le poids. Si le marbre a perdu dans le premier verre 5 grammes, dans le second 1 gr. 70, je trouve que l'acide chlorhydrique de l'essai pouvait dissoudre 5 gr. 10 de carbonate de chaux, et ayant exigé, après avoir été sur la terre, 1 gr. 70 du même carbonate pour compléter sa saturation, l'équivalent du calcaire doit être représenté par cette formule : $5 \text{ gr. } 10 - 1 \text{ gr. } 70 = 3 \text{ gr. } 40$ pour les 5 grammes de terre mise en expérience. On évalue la quantité de calcaire pour 100 par la proportion suivante $5 : 3,40 : : 100 : x$, d'où l'on tire $x = 68$; d'où il résulte que la terre essayée contient 68 p. 100 de chaux carbonatée. Le marbre blanc saccharoïde se trouve aisément comme déchet sans valeur dans les ateliers. »

Beaucoup d'argiles complètement dépourvues de calcaires présentent l'aspect blanc et onctueux de certaines marnes. L'essai devra également constater si la marne se *délite* bien, si elle ne contient pas trop de rognons durs; la *puissance de la couche* ou du dépôt, la *facilité d'extraction* aura été appréciée lors du sondage.

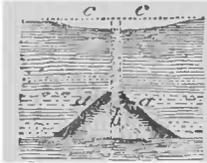
Extraction. *A ciel ouvert*, elle a lieu pour les marnes superficielles ou peu profondes; elle se fait comme les terrassements, par déblais et banquettes, tranchées, etc. Les carrières au bas d'une éminence, celles par galeries de plain-pied, celles où les voitures peuvent descendre par une pente douce sont avantageuses; il sera essentiel de ménager dès le principe une

issue aux eaux surabondantes; les déblais seront disposés de manière à reblayer les parties exploitées pour les rendre à la culture.

L'exploitation par puits et galeries a lieu pour les gîtes profonds, qui descendent quelquefois, comme en Sologne, à 75 ou 80 mètres. Lorsqu'on doit traverser des terrains meubles et aquifères, l'opération est dispendieuse et difficile. En Sologne, des puits qui avaient coûté d'établissement près de 100,000 fr. ont été envahis par les eaux et abandonnés; d'autres puits, de 18 à 20 mètres seulement, ont absorbé en sondages, fouilles, cuvelages, plus de 20,000 fr.

L'extraction elle-même peut exiger le service continu d'une machine d'épuisement, un puits d'aération et l'étalement successif des galeries. Avant d'entreprendre ces grands travaux, on doit en calculer les résultats et le prix de revient probable par mètre cube de marne; il est rare que la culture puisse payer le carbonate de chaux plus de 3 fr. à 5 fr. le mètre cube sur carrière, soit 4 à 6 fr. sur champ.

C'est principalement dans des terrains étanches, tels que les *eraies*, certains *tuffeaux* ou *mollasses*, que l'exploitation par puits est possible avec avantage, comme dans la Normandie, la Picardie, la Flandre, etc. Les puits, les galeries peuvent s'établir sans étrépillons, sans étais, sans épuisement. Si la couche de marne est seulement à 2 ou 3 mètres du sol, les galeries peuvent s'ouvrir à 4 ou 5 mètres. Un treuil, sou-



Grav. 28. — Puits pour l'extraction de la marne.

vent trop grossier, est établi sur quelques planches placées en travers de la bouche du puits; deux baquets montent et descendent alternativement la marne; 3 à 4 hommes (2 dans le puits, 1 au treuil) peuvent extraire, à une profondeur de 5 à 6 mètres, 8 à 10 mètres de marne; à celle de 8 à 12 mètres, 6 à 8 mètres; et de 12 à 20 mètres, 6 mètres, suivant la longueur des galeries, la dureté de la marne, etc.

Dans ces conditions, l'extraction revient de 1 fr. à 2 fr. le mètre cube sur le trou.

Le comblement du puits devra être fait avec soin pour éviter les accidents. Les personnes prudentes y procèdent de la manière suivante : on commence à remplir le fond du puits, en pochant les parois *a* (grav. 28) circulairement en montant

vers la superficie, de manière à former un cône dont la pointe se rapproche de l'ouverture, qu'on achève de combler avec la terre des bords dans un rayon de quelques mètres. Cette méthode, si elle était adoptée, préviendrait de nombreux accidents.

Dans les sols très-argileux, où les assainissements sont utiles, ces marnières peuvent être établies de manière à aider l'écoulement des eaux et former des *boitout artificiels*. On utilise encore les marnières en faisant dans les terrains de craie de vastes puits à galeries dont l'eau est intarissable. Dans beaucoup de contrées, le marnage a lieu à l'entreprise par des marneurs qui font l'extraction et charrient avec des ânes ou des mulets; chaque animal est chargé d'un sac ou de deux paniers assujettis des deux côtés d'un bât; on emplit ces paniers, qui se vident par un fonds mobile fixé par une cheville qu'on enlève. Si on exploite par puits, les sacs sont emplis au fond du puits; l'ouvrier qui les monte au treuil aide à charger les animaux; un homme peut conduire et décharger 6 à 10 animaux. On calcule le marnage d'après le nombre de charges ou *marmons*. La charge du mulet est environ 150 kilogr., celle de l'âne de 80 à 100. Le poids de la marne varie suivant son état d'humidité et sa consistance de 1,400 à 1,800 kilogr. le mètre cube. Quelquefois un ouvrier entrepreneur extrait seulement la marne, et le cultivateur la charrie: c'est à ce dernier à choisir le mode le plus avantageux pour lui.

Charroi. Il est convenable de choisir pour cette opération les moments où la terre sèche la rend plus facile et moins dispendieuse, les gelées, par exemple, quand la neige n'empêche pas le travail, les moments où les attelages sont peu occupés. La marne charriée quelques mois avant l'enfouissement, et laissée sous l'influence de l'air et des gelées, s'améliore, se délite et absorbe l'ammoniaque de l'air. Suivant la distance, on opère à la brouette ou au tombereau. L'*épandage* doit être fait avec soin à la pelle; on brise les morceaux mal délités, 6 à 8 c. le mètre cube au dessous de 30 mètres, 4 à 5 c. au-dessus.

Dose. Par hectare, elle varie suivant la nature du sol et celle de la marne elle-même. Un sol argileux en recevra plus qu'un sol sableux; une terre à couche arable profonde, plus que celui qu'on laboure superficiellement. La dose sera d'au-

tant plus considérable que la marne sera moins calcaire. Dans le nord de la France, on emploie depuis 30 jusqu'à 1,200 mètres cubes par hectare, quelquefois plus dans les sols à betterave profondément défoncés. En Sologne, où cet amendement est indispensable, mais malheureusement d'un prix trop élevé (3 à 4 fr. le mètre cube), on emploie de 15 à 20 mètres contenant de 50 à 70 p. 100 de calcaire. Dans le sud-ouest, les doses varient de 100 à 700 mètres cubes. M. Puvis a dressé un tableau basé sur cette donnée, que la dose de marne doit être telle qu'elle fournisse 2 à 3 p. 100 de carbonate de chaux au sol arable. Si cette couche a, par exemple, 0^m,25, elle présente par hectare une masse de 2500 mètres cubes. En admettant que la marne qu'on y conduit renferme 0^m,50 de carbonate de chaux désagrégéable, pour en mêler au sol 0,02, il faudra marnier à la dose de 50 mètres cubes à l'hectare. Dans beaucoup de cas, 1 à 2 p. 100 de carbonate de chaux seront suffisants. On calculera facilement les quantités à répandre, d'après la teneur de la marne, la profondeur de la couche arable et la disposition ou l'écartement à donner aux tas suivant leur volume.

On corrige un marnage trop abondant par un labour plus profond qui accroît l'épaisseur de la couche à laquelle se mêle la marne. On peut également par un labour profond ramener les parties de la marne d'un ancien marnage descendues dans le sous-sol.

Place dans la rotation. On marne ordinairement sur jachère, sur trèfle enfoui, sur des plantes racines fumées, etc., faisant tête d'assolement, plutôt que sur le froment, ce qui, dans les terres riches, pourrait provoquer l'échaudage ou la verse. On peut, dans des terres peu fertiles, faire suivre le marnage par un froment. Dans les terres fertiles, on peut ne fumer que l'année qui suit le marnage. La marne sera enfouie, autant que possible, bien délitée par un labour moyen, en sol sain et pas trop humide.

Durée. Variable suivant le sol, la marne employée et les récoltes; la pratique indique 15 à 20 ans pour des marnages de 50 mètres cubes avec des marnes dosant 50 à 60 p. 100 de carbonate, soit environ 3^m par an et par hectare, ou 1^m,50 de carbonate. Les marnes agissant par les principes organiques, la potasse, etc., pourront revenir plus souvent.

§ III. — Faluns, sables et dépôts marins

Les faluns sont des dépôts marins à coquilles déjà anciens; on en trouve dans l'Indre-et-Loire, à Sainte-Maure, où leur emploi a une certaine importance, sur quelques points des Landes, de Maine-et-Loire, Seine-et-Oise (Grignon). D'après MM. I. Pierre et Bobière, les faluns d'Indre-et-Loire renferment de 68 à 75 p. 100 de calcaire, 25 de sable, des sels solubles, du phosphate de chaux, des matières organiques; on emploie 10 à 60 mètres cubes par hectare de cet amendement, qu'on peut ranger parmi les marnes calcaires siliceuses.

Tangues et trez. Sables marins limoneux déposés sur les côtes de la Manche et de la Bretagne, appelés *tangue* dans cette première contrée et *trez* dans la seconde. Ces dépôts sont dus aux limons charriés par les rivières, remaniés par les eaux de la mer, mélangés d'un sable très-fin, de débris coquilliers et de plantes marines; refoulés par la marée et les remous vers les embouchures des rivières, dans les anses, baies et havres de cette partie du littoral: ces amendements ont acquis une grande importance sur ces côtes, dont le sol est privé de calcaire. Les tangues contiennent en effet de 25 à 60 p. 100 de carbonate de chaux, 3 à 6 de matière organique, de 0,50 à 2 de sels de soude et de potasse, 25 à 60 de sable micacé, 3 à 4 d'argile; on distingue la tangue de *béchage*, prise à la bêche dans les tanguières: c'est la plus riche; celle de *havelage*, recueillie à l'aide d'un havel, grand râble des sarniers; enfin celle de *dragage*, retirée à la drague de tanguières submergées. La tangue doit être exposée à l'air pendant quelques semaines avant son emploi; elle perd de son eau de mer, nuisible à la végétation, et augmente de volume. Une trop longue exposition lui fait perdre de ses qualités, c'est alors le *trez mort*; le *trez vif* est celui fraîchement tiré. On se trouve bien de la stratifier avec du fumier ou des plantes marines; il est probable que dans cet état il s'y forme des nitrates.

La dose moyenne est de 25 mètres cubes à l'hectare (le poids du mètre varie de 1200 à 1400 kil.); quelquefois, mais

rarement et pour un premier tangage, la dose, comme à Saint-Pol-de-Léon, s'élève jusqu'à 80 mètres cubes.

L'opération se renouvelle tous les 3 ou 5 ans. La tangue agit à la manière des amendements calcaires et sans doute aussi par la matière organique qu'elle contient. Appliquée en compost, elle joue également le rôle d'engrais. Seule, elle est un stimulant énergétique, mais épuisant.

Prix. Dans les tanguières ou dans les chantiers sur les grèves, le prix est de 75 c. à 1 fr. le mètre cube; dans les chantiers de l'intérieur, à 45 et 50 kilomètres, où on l'amène par bateaux, le prix s'élève à 3 et 4 fr. Suivant M. Heuzé, plus de 2 millions de mètres cubes de tangue s'emploient sur le littoral de la Manche et du Calvados seulement.

Le merl est un gros sable vermiculaire composé de coaux, de débris de madrépores et de coquillages entiers ou brisés. Sa couleur est jaunâtre, rougeâtre ou verdâtre quand il est humide; à l'état sec il est gris ou blanc terne. Il contient de 72 à 80 p. 100 de carbonate de chaux, et 4 à 10 p. 100 de parties animales. Un mètre cube pèse à l'état humide environ 1500 kil. Le merl existe sous forme de banc sur le littoral du Finistère et des Côtes-du-Nord, et particulièrement à l'embouchure des rivières. On l'extrait au moyen de dragues à marée basse, depuis la mi-mai jusqu'à la mi-octobre.

Emploi. Exposé à l'air, il se désagrège et perd de sa force; il est de suite associé à des fumiers, à des varechs, et appliqué généralement en composts, dont l'effet est puissant sur les céréales, les panais, etc. Dose, 10 à 25 mètres cubes. Le merlage se renouvelle tous les 6 ou 9 ans; le prix du mètre cube varie de 75 c. à 1 fr. Son poids est de 1000 à 1200 kil.

Coquillages. — Les débris coquilliers qui se montrent en dépôts quelquefois assez puissants sur le littoral du Nord fournissent également un amendement dans lequel la chaux, à la dose de 90 à 98 p. 100, joue le principal rôle; il s'y ajoute 1 à 2 p. 100 de phosphate. La décomposition en est difficile; M. Bortier l'accélère en les faisant séjourner quelques instants dans un four chauffé à température élevée et les faisant tomber dans une citerne d'eau de mer au pied même du four; par suite du changement brusque de température, il se produit dans les coquilles des fendillements qui les disposent à une désagrégation plus rapide.

§ IV. — Plâtre.

Propriétés. Le plâtre, à l'état naturel, est dur et peu soluble dans l'eau; calciné à une température de 130°, il perd sa transparence, devient blanc et assez friable. A l'état cru, un mètre cube pèse de 1900 à 2300 kil. et contient jusqu'à 60 et 80 p. 100 d'eau. Cuit et après avoir été réduit en poudre et tamisé, le mètre cube pèse seulement 1250 kilogr. ou 125 kilogr. l'hectolitre. La cuisson du plâtre, qui peut, pour l'usage de la culture, se faire dans des fours à chaux, consomme environ 200 kil. de bois, ou 40 à 50 kil. de houille. Le broyage se fait à l'aide de moulins à noix ou sous des meules verticales; les appareils construits par MM. Fauconnier, à la Villette, dans ce but, sont très-convenables. Dans une ferme, une pile de pressoir à cidre pourrait opérer l'écrasement. Le plâtre cuit ne conserve ses propriétés que lorsqu'il a été placé dans des tonneaux fermés. Prix, cuit, dans un rayon rapproché des lieux d'extraction, 1 fr. 50 c. à 2 fr. l'hectolitre; cru, environ un cinquième de moins.

Sols. Il agit favorablement sur les sols secs, les terres légères et riches, les limons argilo-siliceux, sains et fertiles. On l'emploie très-peu sur les sols calcaires, à moins que ces terrains ne soient perméables et abondamment pourvus d'humus. Ses effets sont presque nuls quand on le répand sur les sols humides, acides et marécageux. Il est des sols sur lesquels le plâtre ne produit pas d'effet sans qu'on puisse bien en préciser la cause. Suivant M. de Gasparin, l'action du plâtre est nulle sur les terrains d'alluvion moderne, sur ceux qui contiennent déjà une portion de sulfate de chaux. Le plâtre agit même sur les terrains contenant un peu de calcaire, et on a même prétendu que la présence du carbonate de chaux était nécessaire à son action. Tous ces faits demandent à être étudiés.

Dose. On répand le plâtre à la dose de 2 ou 3 hectolitres par hectare. On a indiqué comme proportion la semence du froment. Le plâtrage à cette dose peut, sur les prairies artificielles, revenir tous les ans. Les doses de 600 à 1,000 kil. sont exceptionnelles.

Application. Le plâtre s'emploie à l'état cru ou cuit, et en poudre. La cuisson a seulement pour effet de le rendre plus facile à pulvériser; elle en augmente le prix de 50 c. environ par hectolitre, mais en rend le broyage plus facile. On risque, en achetant le plâtre en poudre, d'être trompé par un mélange de carbonate de chaux. On reconnaît que le plâtre est bon quand il ne fait pas effervescence avec les acides, qu'il ne verdit pas le sirop de violette, qu'il ne laisse déposer que peu de sable par la lévigation. On répand le plâtre généralement sur les plantes et quelquefois sur le sol et sur les fumiers. Son action, à peu près nulle sur les céréales, est prononcée sur les fourrages de la famille des légumineuses, trèfles, luzernes, sainfoin et vesces; il agit aussi sur les choux, le colza, la navette, le lin.

On répand le plâtre quand les plantes sont assez développées pour couvrir la terre et lorsque leurs feuilles sont imprégnées d'humidité, c'est-à-dire le soir ou le matin. Les plâtrages du printemps sont regardés comme plus favorables que ceux exécutés en automne ou durant l'hiver. On ne doit plâtrer que lorsque l'atmosphère est calme et que les gelées ne sont plus à craindre. Une atmosphère à la fois chaude et humide favorise son action; les pluies prolongées comme les grandes chaleurs lui nuisent; la gelée la paralyse également. Les sols secs doivent être plâtrés plus tôt que les sols humides, et les plâtrages dans les climats chauds et secs ont lieu plus tôt que dans les climats froids et humides. On plâtre tantôt la première, tantôt la deuxième coupe.

Quelques agronomes répandent la moitié du plâtre avant l'hiver sur le sol où doit être semée la prairie artificielle, et moitié sur la jeune plante à l'automne.

L'action du plâtre n'est pas encore suffisamment expliquée. Davy a prétendu que cette substance s'introduisait dans les plantes comme élément de leur composition. Liebig pense qu'il fixe l'ammoniaque de l'atmosphère. M. Boussingault croit qu'il agit simplement comme calcaire. Toutes ces opinions sont controversées.

Les reproches faits à l'emploi du plâtre de produire des fourrages qui occasionnent la tympanite ou météorisation ne paraissent pas fondés. Quant à la difficulté avec laquelle cuiraient des légumes (pois, haricots) plâtrés, les opinions sont partagées.

On a proposé sans succès de remplacer l'usage du plâtre, lorsque celui-ci est trop cher, par de l'eau acidulée avec de l'acide sulfurique. Le prix de l'acide sulfurique à 66 degrés est de 12 à 13 fr. les 100 kilogr.

Les plâtras, mêlés souvent à d'autres débris calcaires de démolition, agissent comme amendement par la chaux, les nitrates, les divers sels ammoniacaux et la potasse qu'ils contiennent, suivant qu'ils proviennent de vieilles cheminées, de murs salpêtrés, etc. ; étendus dans les cours, mêlés au terrain, ils s'emploient avantageusement sur les prairies.

§ V. — Des cendres de végétaux non lessivées.

Cendres de bois non lessivées. Ces cendres, consommées par l'industrie des blanchisseurs, savonniers, salpêtriers, sont peu employées par la culture. Elles sont composées de carbonate de chaux en grande proportion, de chlorhydrate de potasse et de soude de phosphate et de carbonate de chaux, de silice et d'oxyde de fer; elles varient beaucoup de composition suivant les bois et les plantes dont on les obtient. Les cendres de certaines tourbes renferment jusqu'à 16 p. 100 de phosphates. Poids, 45 à 54 kilogr. l'hectolitre.

On les répand par un temps sec sur les terres égouttées de nature siliceuse, argileuse, granitique et schisteuse; elles sont plus nuisibles qu'utiles aux sols qui contiennent du carbonate de chaux. On les applique avec le plus grand succès sur les trèfles, les luzernes et les céréales en végétation; elles ont une action remarquable sur les prairies naturelles acides, marécageuses, qui ont été assainies, action due aux carbonates alcalins de chaux, de potasse, de soude qu'elles contiennent, indépendamment des sulfates et des phosphates qui leur sont communs avec les charrées. Les effets des *cendres de brûlis et d'écobuage* sont dus aux mêmes principes.

Les cendres de tourbe sont très-employées dans le Nord, le Pas-de-Calais. Elles renferment des sels calcaires dans une proportion souvent considérable; quelquefois les sels de soude y dominent. Cette différence de composition tient à l'origine de la tourbe. Celles que l'on regarde comme les meilleures sont grises, blanchâtres et très-légères; celles qui sont rouges, brunes, sont peu estimées. La cendre de tourbe de cou-

leur argentée est bonne quand le poids de l'hectolitre ne dépasse pas 50 kilogr. On la vend 30 à 40 cent. l'hectol. dans les marais de la Somme. On incinère la tourbe soit en tas, soit sur des grilles, au moyen de fourneaux semblables à ceux que l'on élève dans la pratique de l'écobuage ou dans des fours de tuilier ou briquetier. Les cendres sont d'autant plus abondantes et fertilisantes que le feu est peu actif et que l'opération dure longtemps. Douze hectolitres de tourbe de bonne qualité et incinérée lentement donnent 1 hectolitre de cendre. On doit conserver ces cendres, comme celles de bois, à l'abri des pluies.

Les cendres de tourbe s'emploient à des doses très-élevées. Près de Douai et de Dunkerque, on répand 150 à 270 hectol. par hectare; en Picardie, 40 hectol. seulement.

Elles sont principalement répandues sur les légumineuses, les prairies naturelles ni trop sèches ni trop humides. Elles sont aussi très-utiles au lin, aux navets et à la navette. En général, elles ne sont pas aussi favorables aux céréales que celles de bois lessivées ou non lessivées.

Ces cendres sont épuisantes si elles sont appliquées à haute dose pendant plusieurs années de suite. Leurs effets ne sont complets et favorables que quand leur application est combinée avec celle des engrais.

Les cendres de varech, employées autrefois pour la fabrication de la soude, et aujourd'hui pour l'extraction de l'iode et du brome, sont recherchées sur le littoral breton. Les varechs donnent de 15 à 20 p. 100 de cendres, qui contiennent jusqu'à 28 p. 100 de soude et de potasse.

Cendres de fumier. Elles sont encore fournies à la Bretagne par les cabaniers des marais du Poitou et de la Vendée, qui emploient comme combustible le fumier des animaux, inutile suivant eux au riche sol de leurs marais, méthode barbare toutefois et qui se restreint chaque jour. Rappelons à cette occasion qu'une école de chimistes a prétendu que les fumiers agissaient exclusivement par les principes minéraux qu'on retrouve en entier dans leurs cendres; des expériences directes de M. Lawes, en Angleterre, de M. Boussingault, en France, ont démontré l'erreur de ce système.

Cendres de houille. La houille donne 3 p. 100 de cen-

dres, suivant sa pureté; celles-ci contiennent, d'après les analyses de Philippe: *silice*, 26 à 60; alumine et oxyde de fer, 24 à 57; chaux, 2, 62 à 12; magnésie, 0, à 3; acide sulfurique, 2,22 à 4,89; acide phosphorique, 0,18 à 1,40. Par suite de la faible quantité de potasse et de carbonates alcalins, ces cendres sont peu actives; elles agissent mécaniquement sur les sols compactes, elles sont défavorables aux sols légers. On les emploie avantageusement dans le Nord comme absorbants, mêlées aux litières qui séjournent sous les animaux.

§ VI. — Cendres lessivées, charrées

Beaucoup plus employées que les précédentes; elles sont spécialement recherchées dans quelques départements de l'Est, les Vosges, le Jura, l'Ain, la Haute-Saône; dans l'Ouest et dans les départements du Centre, l'Indre, la Sarthe, etc.

Composition. Celle des cendres non lessivées, moins les sels solubles (soude, potasse, etc.) enlevés par la lixiviation; plus un peu de carbonate de chaux provenant de manutentions industrielles et des matières terreuses ajoutées par la fraude.

Voici la composition de trois charrées :

	1. de Nantes.	2. de La Rochelle.	3. de La Flèche.
Matières organiques	9 80	6 00	2 90
Sels solubles dans l'eau	1 05	2 00	3 40
Silice	13 60	42 70	50 20
Oxyde de fer, alumine, phosphate de chaux	27 30	12 35	10 90
Carbonate de chaux	47 10	34 80	26 60
Magnésie et perte	1 15	2 15	6 00
	<hr/> 100 00	<hr/> 100 00	<hr/> 100 00

Les *charrées des savonniers* sont regardées comme les meilleures; elles contiennent des parties animales et beaucoup de parties calcaires; *celles des fabriques de potasse* jouissent des propriétés des charrées de ménage; *celles des blanchisseries et des salpêtriers* sont considérées comme plus puissantes que celles des ménages, à cause de la quantité considérable de chaux en partie carbonatée qu'elles contiennent.

Sols. On répand les charrées sur les terres argilenses, schisteuses et granitiques, dans les sols tourbeux et de bruyère, dont elles neutralisent l'acidité, rarement sur les terres calcaires; on les applique avant ou après les sécheresses en les mêlant aux fumiers, ordinairement à l'automne ou au printemps. On les répand à la main ou à la pelle, suivant la quantité; un peu de pluie fait bien après l'opération. On les enterre par un hersage quand on les répand sur des terres non couvertes de plantes en végétation.

La quantité par hectare varie suivant le prix. Dans l'Est et l'Ouest, où elles valent de 1 fr. 50 à 3 fr. l'hectol., on en répand de 20 à 30 hectol.; dans le Nord et les environs de Lyon, où elles se vendent de 1 fr. à 1 fr. 50 c. l'hectolitre, on les répand jusqu'à la dose de 50 hectol. En général, elles doivent être appliquées dans une proportion plus forte sur les sols argileux et humides que sur les terres légères et perméables.

Effets. Les charrées agissent par les sels calcaires et les phosphates qu'elles contiennent; leur effet est généralement plus sensible la première année. Elles ont une action très-remarquable sur les légumineuses, le trèfle surtout, et les prairies naturelles un peu humides. On les emploie avec avantage dans la culture des céréales, du sarrasin et des navets. Il existe cependant beaucoup de sols où les cendres n'agissent pas, sans qu'on puisse bien en déterminer la cause.

§ VII. — *Suie.*

La suie, en raison de sa composition, dans laquelle entrent de l'acide ulmique, des parties azotées en assez grande proportion, puis des sels de potasse et de soude, agit favorablement sur la végétation; la suie de houille est plus riche en azote que celle de bois.

L'emploi doit en être fait avec précaution; répandue par la sécheresse, la suie peut nuire aux plantes. Les terrains calcaires sont ceux auxquels elle paraît le mieux convenir. On l'applique avec succès mélangée avec des cendres et des composts; par son odeur empyreumatique et sa saveur âcre, elle écarte les insectes. En Flandre, elle se paye de 2 à 3 fr. l'hectolitre de 30 à 40 kil. Dose, 20 à 30 hectolitres.

Charbon. L'opinion, avancée par M. Lucas, que la poussière de charbon mêlée au sol en augmentait la fertilité, n'a pas été confirmée par les essais de M. de Sanssure et de M. Landstræm. Reste la faculté absorbante du charbon, qui peut être utilisée dans son mélange avec certains engrais.

§ VIII. — *Cendres pyriteuses. Cendres de Picardie.*

Nature. Lignites pulvérulents et noirâtres qu'on rencontre dans l'Oise, l'Aisne, la Seine-Inférieure, la Marne, et qui appartiennent au terrain parisien à lignites supérieur à la craie. Ils sont en couches ou dépôts, recouverts d'un sable coquillier, grisâtre, plus ou moins friable. Ces cendres contiennent, à l'état sec, 40 à 60 pour 100 de matières organiques, 6 à 10 de sulfure, sulfate et oxyde de fer, 30 à 50 de sable fin.

Disposés en tas après leur extraction, ces lignites s'échauffent peu à peu, s'enflamment d'eux-mêmes au contact de l'air et brûlent avec lenteur, en dégageant des vapeurs sulfureuses qui brûlent et prennent une couleur rouge due au peroxyde de fer.

Quelquefois ces cendres sont lessivées à l'état de cendres noires ou rouges pour l'extraction des sulfates qui servent à la fabrication de l'alun et de la couperose, et le résidu de la lixiviation est également employé comme amendement. De là quatre espèces de cendres : 1^o *noires pures* ; 2^o *noires lessivées* ; 3^o *rouges* ; 4^o *rouges lessivées* ; les premières ont le plus d'action, les autres viennent ensuite dans l'ordre où on vient de les indiquer.

Application. Tantôt seules, tantôt mélangées avec des cendres de tourbe ou de la chaux. Le mélange est disposé en composts. Seules, les cendres noires se répandent ordinairement sur le labour quelque temps avant les semences, afin qu'elles se dépourillent de leur âcreté, ou sur la plante même, mais avec la précaution d'opérer par un temps bien sec, pour que la cendre ne s'attache pas aux feuilles : on peut répandre moitié à l'automne et moitié au printemps. Pour éviter l'action corrosive sur les mains du semeur, il est plus convenable de répandre à la pelle.

Dose. De 4 à 6 hectolitres par hectare, si elles sont noires ou non lessivées; les cendres rouges ou lavées s'emploient de 6 à 12 hectolitres. Dans les lieux d'extraction, leur prix varie entre 50 à 75 centimes l'hectolitre. En Picardie et en Normandie, on en renouvelle l'usage tous les quatre ans; l'application à haute dose ou trop souvent renouvelée épuise le sol; on doit en alterner l'usage avec celui du fumier.

Action. Par les sulfates acides de fer et d'alumine qu'elles renferment et qui donnent, sur les sols calcaires, naissance à des sulfates de chaux et à un dégagement d'acide carbonique; par l'ammoniaque qu'elles absorbent dans l'air, qu'elles rendent plus fixe dans le sol. Elles éloignent les insectes.

Elles sont appliquées avec le plus grand succès sur les prairies naturelles humides et mousseuses; leur action paraît plus énergique sur les sols marnés ou un peu calcaires.

§ IX. -- *Phosphates et phosphorites.*

L'acide phosphorique uni à une base, la chaux, la magnésie, l'ammoniaque, joue dans la végétation un rôle dont l'importance varie, toutefois, suivant les récoltes; quelques-unes en absorbent jusqu'à 95 kilog. par hectare, suivant les sols. Cependant, si certaines terres à laudès de l'Ouest et du Centre paraissent pauvres en phosphates solubles, la plus grande partie des sols calcaires, des terres depuis longtemps cultivées, possèdent beaucoup plus d'acide phosphorique que n'en réclame la végétation annuelle; les fumiers en apportent au sol des quantités considérables, l'atmosphère lui en fournit peut-être également. Les phosphates n'agissent, du reste, que dans certaines conditions d'assimilation ou de combinaison. Dans les os, le noir, par exemple, d'autres principes exercent sans doute aussi leur influence.

On attribue encore à l'acide phosphorique une autre propriété: ce serait de rendre l'ammoniaque plus assimilable, et, dans ce cas, il conviendrait à tous les terrains.

Sans vouloir amoindrir la vertu des phosphates, nous conseillons aux cultivateurs de ne procéder d'abord à l'emploi de ces sels, et de ceux du commerce surtout, que par essais sur une échelle restreinte.

Les phosphates sont fournis directement au sol par les os et par des fossiles particuliers, tels que l'*apatite*, roche très-riche en phosphate qu'on trouve en Suède et en Espagne, et les nodules de chaux phosphatés, nommés d'abord *coprolithes*, parce qu'on supposait qu'ils étaient le résultat de déjections d'animaux, puis *phosphorites*; ces nodules existent en assez grande abondance en France, dans la ceinture de terrains infracrétacés qu'on trouve dans les lieux suivants : Nord (Bouvines); Pas-de-Calais (de Vissant à Neufchâtel); Ardennes (Vouziers); Meuse (Triaucourt et Vaubecourt); Marne (Sermaise); Haute-Marne (Saint-Dizier), etc. Nodules de la Meuse, phosphate de chaux et magnésie, 35 à 48; carbonate de chaux, 15 à 20; silice, argile, de 35 à 40; matière organique, 1 à 2; fer, 1 à 2.

Ces nodules, d'une couleur verdâtre, contiennent de 10 à 30 p. 100 d'acide phosphorique, uni à de la chaux; le phosphate de fer, non soluble comme les premiers, dans les acides faibles, a une valeur beaucoup moindre.

Les phosphates fossiles ayant une grande dureté sont brisés d'abord grossièrement dans un *bocard*, pilon propre à écraser le minerai, puis pulvérisés sous des meules verticales armées de cercles de fer; la poudre ainsi obtenue doit, pour rendre soluble le phosphate de chaux qu'elle contient, être traitée par un acide.

En Angleterre, on a d'abord employé l'acide sulfurique à haute dose pour former un phosphate acide soluble, connu en Angleterre, sous le nom de *superphosphate*, mais le prix de l'engrais en est beaucoup augmenté.

En France, on a reconnu qu'il suffisait d'arroser les nodules pulvérisés de 10 à 12 p. 100 de leur poids d'acide chlorhydrique, et d'abandonner ce mélange à lui-même pendant 2 à 3 mois, pour rendre le phosphate complètement soluble; le traitement par l'acide augmente beaucoup le volume. L'acide carbonique du sol dissoudrait sans doute les phosphates divisés, mais plus lentement.

Le prix de revient de 1,000 kilog. de phosphate fossile peut être établi approximativement de la manière suivante : extraction, 15 à 18 fr.; transport à l'usine, 8 à 12; bocardage, broyage, installation, frais généraux, 10 à 12 fr., soit de 35 à 40 fr. les 1,000 kilog., pouvant donner par le foisonnement 10 hectolitres : poids des nodules,

140 à 160 kilog. l'hectolitre ; en poudre, 125 à 130 kilog (suivant M. Neucourt) ; emploi, 8 à 10 hectolitres dans les sols où le noir et les os réussissent. On le conseille dans les autres terrains associé aux engrais azotés.

§ X. — Sels divers.

Sel marin. L'expérience et les théories de la science n'ont pas suffisamment démontré encore les avantages de l'emploi du *sel marin* comme engrais, malgré de nombreux essais et une polémique ardente qui dure depuis près d'un siècle. En réalité, l'analyse ne trouve dans les plantes le sel ou ses éléments constitutifs que dans une proportion minime et qui peut être fournie par la plupart des sols, ou apportée par les fumures ordinaires, par les vapeurs atmosphériques et les pluies. Toutefois, les effets du sel employé à haute dose, appliqué sur des sols légers, dans une année sèche, sont désastreux ; à doses légères, sur des terrains argilo-calcaire-frais, sur des prés humides, il paraîtrait avoir agi favorablement ; il ne serait pas sans influence sur la destruction des insectes. Ces faits, quoique contestés par quelques personnes, pourraient engager le cultivateur à faire quelques essais dans des limites restreintes : peut-être sera-t-il préférable d'unir le sel à des composts calcaires. Les doses essayées ont varié de 150 à 500 kilog. On pourra se procurer des débris salins de pêcherie ou des sels de morue moins chers et imprégnés de matières organiques qui ajouteront à leur valeur fertilisante. Le sel mêlé aux composts aurait cependant, suivant M. Rohart, l'avantage d'augmenter la production de l'azote. On parlera plus loin des *saumures de hareng*.

Sels ammoniacaux, essayés depuis quelques années par plusieurs agronomes. Ils ont produit dans la plupart des circonstances un excédant de récolte pour les céréales surtout ; cependant le prix élevé de ces engrais n'a pas toujours été compensé par les résultats : l'*azotate de potasse* ou salpêtre, le plus énergique de ces sels, coûte environ 80 fr. les 100 kilog. ; l'*azotate* ou *nitrate de soude* agit à peu près comme celui de potasse, à plus forte dose cependant ; son prix n'est que de 45 à 50 fr. à des doses de 150 à 400 kilog. En Angleterre,

on a répandu le nitrate de soude sur les herbages frais, à la dose de 125 kilog. par hectare; le *chlorhydrate d'ammoniaque*, à peu près du même prix, a donné des résultats presque identiques; le *sulfate d'ammoniaque*, également actif, se vend de 50 à 55 fr.

Le cultivateur peut, du reste, produire artificiellement des nitrates pour son usage, en construisant, à l'abri des courants d'air, dans un milieu humide, de petits murs peu épais, avec de la terre poreuse, contenant un peu d'argile, et gâchée avec des charrées et de la paille. Si on couvre ces matériaux d'un toit et qu'on les arrose de temps en temps, ils seront, au bout de l'année, très-riches en nitrate, et pourront être pulvérisés et répandus sur les champs. Des débris de vieux murs doivent aux sels nitreux qu'ils contiennent leur puissance comme amendement.

Les eaux ammoniacales des usines à gaz ont été essayées dans beaucoup de localités. On s'est mal trouvé souvent de leur emploi direct par arrosement sur les récoltes; mais saturées préalablement avec un acide, ou plus simplement mêlées à des composts, des fumiers, elles peuvent être utiles. En tout cas, la difficulté des transports n'en permet l'usage que dans un rayon rapproché; les **résidus de chaux** qui ont servi à la purification du gaz peuvent également être appliqués comme amendements calcaires, mais après avoir passé par l'état de compost.

Le **carbonate de potasse**, quoique élément important des végétaux, a été peu employé jusqu'ici, sans doute par ce premier motif qu'il est d'un prix élevé : 180 fr. les 100 kilog.; ensuite, parce que la terre en contient naturellement une proportion déjà considérable, et qu'il arrive à la culture à meilleur marché par des engrais ou amendements dont il est partie intégrante.

Carbonate de soude. Effets à peu près nuls, d'après les essais de M. I. Pierre.

Le **sulfate de fer** est moins un amendement qu'un spécifique indiqué par M. E. Gris comme propre à rendre la vigueur aux plantes souffrantes et étiolées. On arrose les racines, préalablement déchaussées, avec une solution con-

tenant 10 à 12 grammes par litre d'eau ; on asperge les feuilles avec une solution plus faible, 2 grammes par litre. Cette opération d'horticulture se fait par une température d'au moins 18 degrés.

Oxysulfure de soude. M. Chevalier a signalé ce résidu sans valeur des verreries comme pouvant servir d'amendement.

Silicates laitiers. On a encore indiqué, comme pouvant fournir aux plantes la silice qui entre quelquefois en grande proportion dans leurs tissus, les silicates de potasse et les laitiers de forge. Cette dernière matière sans valeur peut être essayée ; la première est d'un prix trop élevé.

CHAPITRE II

ENGRAIS ANIMAUX

§ 1er. — *Chair, sang, issues.*

Le corps d'un animal (cheval, bœuf ou mouton) contient en moyenne, à l'état d'entretien (ni gras, ni maigre), sur 100 parties, 75 à 80 d'eau, 20 à 25 de matière solide. Sous un autre rapport, il renferme également p. 100 : viande et os, 55 à 60; viscères vides, 15 à 20; sang, 5 à 6; peau, 5 à 6; graisse, 4 à 5; vidange, 7 à 8. Les 55 p. 100 de viande peuvent se diviser en : os, 12 à 15; chair, 40 à 48.

Enfin la composition chimique de la viande et des issues d'un animal, les os exceptés, est environ pour 100 de matière sèche : oxygène, 45 à 55; hydrogène, 5 à 8; azote, 3 à 4; cendres, 4 à 5. Les 4 à 5 de cendres renferment environ 2 de phosphate et 3 de matières terreuses.

Résidus d'abattoir. Partie des viscères intestinaux non livrés aux tripiers, aux boyaudiers et mêlés à la vidange de viscères. Moins riche que les débris d'équarrissage.

Résidus d'équarrissage. Quelques cultivateurs, séduits par le compte donné par des écrivains du produit des ani-

maux morts, ont essayé sans beaucoup de succès d'établir des clos d'équarrissage dans le but de se procurer de la viande pour les porcs ou des matériaux d'engrais. Sans parler des difficultés pour réunir à bas prix un assez grand nombre d'animaux, des chômages de cette industrie, de la répugnance des ouvriers, des embarras de placement des produits, etc., l'alimentation des porcs par ces résidus donne des viandes dépréciées dans le commerce ; l'emploi des chairs comme engrais exige une certaine manutention. Il est préférable d'acheter aux clos les viandes détachées des os, soit crues, soit cuites, et les viscères ou issues, dont le prix varie de 4 à 6 fr. les 100 kil. sur place, soit 1 fr. à 1 fr. 50 le kil. d'azote.

Emploi. Quelquefois les débris d'abattoir et d'équarrissage sont conduits directement dans le champ, mis par tas de 1/4 de mètre cube, recouverts de 3 à 4 centimètres de terre, puis répandus et enfouis par un labour de 0^m.25 au moins. Les inconvénients de ce procédé économique sont : les odeurs repoussantes, les déprédations des chiens et des oiseaux de proie, la difficulté de répartition de l'engrais. Lorsqu'on peut disposer de terres tourbeuses, tannée, sciure de bois blanc, argiles sèches, le procédé suivant indiqué par M. Rohart (*Traité des engrais*) est préférable : on établit une première couche de tourbe, sciure, cendres, etc., de 0^m.30, sur laquelle on étale une couche de débris, puis une autre couche de matière absorbante et de plâtre en poudre ; on monte ainsi plusieurs couches successives, alternant le plâtre avec du sulfate de fer, soit 3 à 4 kil., par 100 kil. de viande ; le tas est arrosé et abandonné ainsi pendant 4 à 5 mois et devient une excellente poudrette. On peut encore employer ces débris à animaliser des fumiers très-pailleux, fumiers de cour, boues de routes, etc. ; on stratifie comme il est dit plus haut, on ajoute du plâtre ; si on employait de la chaux, elle devrait avoir été préalablement appliquée aux tourbes, boues, limons de mares, etc.

Animaux morts dans les campagnes. Voici le compte de produit d'un animal d'équarrissage d'après M. Rohart (*Guide de la fabrication des engrais*) : poids moyen des chevaux abattus, 270 kil. ; peau, 25 kil. à 35 cent., 8 fr. 75 ; chair musculaire crue, 100 kil. se réduisant à 60 kil. par la cuisson ; viscères, 65 kil. ; total, 165 kil. de viande crue à 4 c. le kil.,

6 fr. 50; os frais, 58 kil. à 4 c., 2 fr. 38; sang, 15 kil. à 2 c. 30 c.; graisse, 4 kil. à 80 c. 3 fr. 20; crins, 1 fr.; sabots et tibias, tendons et fers, 2 fr. 50 : total 23 fr. 85. Les chevaux mourant accidentellement dans les fermes présentent un poids moyen supérieur de 1,3 au moins à celui des animaux épuisés des abattoirs; on devrait donc augmenter d'autant ces produits, qui s'élèveront à 32 fr. Pour le cultivateur, le parti le plus simple à tirer de l'animal mort est de vendre sa peau, les crins et les sabots à un équarrisseur, de garder les débris dont on enlève la graisse; les débris dépecés sur place par l'équarrisseur même sont stratifiés, comme il a été dit plus haut, pour animaliser les fumiers ou les terreaux de cour; les os retirés plus tard sont vendus ou broyés. On doit en tout cas apporter une grande précaution dans la manutention des chairs d'animaux morts du charbon, de la morve et de maladies contagieuses. Dans ces cas, les règlements ordonnent que l'animal non écorché soit enfoui et couvert de chaux.

Sang. Pur, il renferme 81 à 83 pour 100 d'eau, 2,75 à 3 d'azote. On l'obtient principalement des abattoirs, au prix de 2 fr. 50 à 3 fr. l'hectolitre pesant 115 kil.

Emploi. Liquide sur la terre ou en arrosement des fumiers; dans ce dernier cas, on ajoute du plâtre pour fixer l'ammoniaque.

Emploi sec : La dessiccation se fait, soit par *évaporation*, *coagulation*, ou *saturation*. La chaleur est un procédé dispendieux et peu salubre; il vaut mieux opérer en faisant absorber le sang par des argiles séchées au four et auxquelles il est bon de mêler du plâtre, du sulfate de fer, du chlorure de manganèse. On coagule le sang soit avec 0,33 de son poids de chaux (procédé Peplowsky), soit avec le perchlorure acide de manganèse, résidu presque sans valeur (procédé Bonnet), soit enfin avec une solution de persulfate de fer (procédé Suquet); dans ce dernier cas, le sang traité par 5 pour 100 de son poids d'une solution de ce sel de 17 à 20° se coagule instantanément et se dessèche lentement sans laisser échapper d'odeur désagréable.

Le *sang sec* s'emploie à la manière des poudrettes, à la dose de 600 à 800 kil.; il est prudent de le mélanger quelques jours d'avance à deux fois au moins son poids de terre.

Chair de poisson. Engrais actif, dont les résidus de pêcherie peuvent produire des quantités considérables. Ces résidus sont devenus l'objet d'une fabrication importante d'engrais, qui a cessé d'exister.

L'emploi en nature des poissons sur le sol ne paraît pas devoir être conseillé, en raison des matières huileuses qu'ils contiennent. Pour neutraliser ce principe, M. Boussingault indique l'application en compost de la manière suivante : mêler au poisson 1 hectolitre de chaux vive sur 3 de poisson; quelques semaines après, ce mélange est remué et mêlé à de la terre pour être répandu.

La *chair de poisson en poudre* se prépare en faisant d'abord cuire les résidus de pêcherie, en les passant à la presse pour extraire l'huile et en pulvérisant les tourteaux qui en résultent. Il reste toujours un principe huileux qu'il est bon de saturer par les alcalis.

Saumures. Les ports de Boulogne, Saint-Valery, Fécamp, Dieppe, etc., livrent chaque année à la culture 20 à 25,000 hectol. de saumure provenant de la préparation des harengs. Ce liquide rougeâtre, mélangé de débris de chair, laitances, œufs, écailles, etc., d'une densité de 20° à 25°, contient par litre, d'après les analyses de M. Marchand, 318 gr. de matière solide, dont 255 gr. de sel, 5 à 6 gr. d'azote, 3 à 4 gr. d'acide phosphorique; le baril de 110 litres se vend jusqu'à 1 fr. 50. D'après M. Marchand, cet engrais, vu la quantité de sel qu'il contient (20 kil. par baril), ne doit être employé que dans les terres riches en carbonate de chaux et à la dose de 15 à 18 hectolitres, au plus, par hectare. On répand la saumure préalablement étendue, ou mieux encore, en mélange au fumier, ou à des composts.

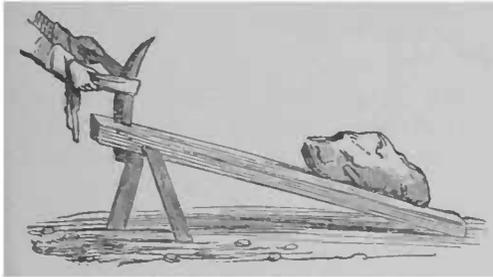
Les cocons dévidés de vers à soie, les débris d'insectes, *hannetons, sauterelles*, etc., enfouis quelquefois comme engrais, ont une puissance fertilisante réelle.

Les marcs de colle varient de nature : les résidus de fabriques d'huile de pied de bœuf sont plus gras et plus humides; le marc de colle de peau, de pied de mouton, etc., est plus sec, plus léger et mêlé de chaux, d'osselets, de bourres, etc.; l'hectolitre, du poids de 75 à 80 kil., se vend suivant les localités de 1 fr. 50 à 2 fr. Dose, 18 à 20 hectolitres à l'hec-

tare; durée, 1 an. Les résidus de colle d'os ou de gélatine traités par l'acide chlorhydrique donnent des restes terreux riches en phosphates.

Le pain de creton, résidu des fonderies de suif, est également riche en azote, mais d'un prix élevé, 15 fr. les 100 kil ; il s'emploie plutôt dans l'alimentation des chiens et des porcs.

Chiffons de laine. 15 à 18 pour 100 d'azote et 12 à 15 d'eau ; la fraude leur en fait absorber beaucoup plus ; on



Grav. 29. — Division des chiffons de laine.

les divise à l'aide d'un morceau de faux, fixé sur un chevalet (grav. 29), en loques de la largeur de la main au plus. Prix d'achat, 4 à 6 fr. les 100 kil., division, 4¹/₂ ; — 1500 à 1600 kil. par hectare, épandage,

1 fr. — Quelquefois, on dépose le chiffon par poignées au pied des vignes, oliviers, houblons, à la dose de 1 à 3 hectog. La fermentation préalable dans les fumiers est inutile et diminue leur valeur ; on pourrait, pour les terres froides, les tremper dans un riche purin. On a proposé de les dissoudre dans une solution de potasse caustique. *Durée* variable, suivant la quantité, le sol, l'enfouissement, le tissu ; en terre siliceuse, presque tout l'effet se produit la première année ; en sols froids, l'action est plus prolongée, mais moins immédiate.

Tontisses de drap. Mêmes effets, matière plus divisée et plus facile à épandre. Prix plus élevé, 8 à 10 fr. les 100 kil., mêmes effets ; engrais incomplets d'ailleurs et qui doivent alterner ou s'associer avec les fumiers, et ne peuvent faire pour le sol ce fond de *vieille graisse*, base d'un assolement. Employés trop fréquemment, les chiffons excitent dans les céréales une végétation herbacée qui les prédispose à contracter la rouille dans les sols humides, à brûler dans les sols secs. *Balayures de fabriques, suints, dégraissage des laines, etc.*, très-employés dans le voisinage des villes de fabriques, Reims, Louviers, Elbeuf, etc., souvent employés en composts.

Résidus de tannerie, plumes, poils, etc. Les *vieilles bourres de sellerie* sont des engrais du même genre, plus ou moins purs et de prix variant suivant leur état, de 3 à 4 fr. les 100 kil.

Cornes. Rognures des tabletiers, tourneurs, fabricants de peignes, valent de 14 à 19 fr. les 100 kil.; 20 à 25 kil. l'hectolitre; en gros morceaux, 65 kil.; dose, 20 à 25 hect.

§ II. — Os.

Composition. La quantité d'os d'un animal varie, suivant son état d'embonpoint, de 6 à 10 p. 100 de son poids vif: 100 kil. d'os frais contiennent, d'après diverses analyses: phosphate de chaux, 38 à 42 kil.; carbonate de chaux, 4 à 5 kil.; sels terreux divers, 4 à 5 kil.; albumine et tissus, 38 à 42 kil., contenant 5 à 6 kil. d'azote. Les os vieux et secs ne donnent plus de graisse et très-peu d'azote; comme engrais phosphatés, on leur attribue en Angleterre la même valeur. Le prix élevé des os, 18 à 20 fr. les 100 kil., et l'emploi du noir, ont empêché l'usage direct de la poudre d'os de se répandre en France comme en Angleterre.

Emploi. Les os sont appliqués divisés, l'effet est d'autant plus prompt que la division est plus grande; le broyage s'opère aujourd'hui économiquement en Angleterre à l'aide de puissantes machines mues par la vapeur; MM. Crosskill et Oldham de Hull, en construisent du prix de 1,000 à 10,000 fr.; ces dernières, du poids de 11,000 kil., peuvent réduire en poudre 40,000 kil. par jour; les plus petites, du poids de 1,500 kil., broient 5,000 kil. Les rouleaux broyeur sont armés d'anneaux dentés de 0^m.30 de diamètre, formant une espèce de manchon en acier. Broyés d'abord, les os sont pulvérisés ensuite; la double opération peut revenir à 1 fr. 50 les 100 kil. Pour éviter la fraude, les fermiers préfèrent acheter les os en esquilles de 1 à 2 cent. de longueur et les faire dissoudre dans l'acide. Cette opération, en usage depuis quelques années, consiste à traiter les os par 1/4 de leur poids d'acide sulfurique ou chlorhydrique. On obtient au bout de quelques jours une bouillie épaisse qu'on répand à l'état

liquide en ajoutant 1,000 parties d'eau, ou à l'état pulvérulent en la saturant par de la terre ou de la cendre.

Ce procédé épargne le broyage, mais emploie 8 à 10 p. 100 d'acide par 100 kil.; une dose beaucoup moins considérable dissoudrait également le phosphate en laissant l'action se prolonger, et ménagerait la matière organique. Les résidus de la gélatine d'os obtenus par l'acide chlorhydrique ont beaucoup d'analogie avec le superphosphate anglais; si on recueille les eaux, les boues plus ou moins ammoniacales, il se forme du chlorhydrate d'ammoniaque, et le phosphate se mêle à l'état soluble au résidu pâteux.

Action. Des expériences nombreuses faites en Angleterre par MM. Honnmann, Flemming, Gardner et M. le duc de Richmond, on peut tirer les déductions suivantes :

L'effet des os est puissant sur la végétation, celle des navets surtout. Cette action réside principalement dans les principes inorganiques (le phosphate). La matière organique a quelque valeur fertilisante; mais cette valeur n'est pas proportionnelle à une quantité équivalente de matière minérale; des os épuisés et même carbonisés produisent à peu de chose près le même effet. L'action des os dissous dans l'acide sulfurique est plus énergique et plus rapide; les navets obtenus sur des os dissous par l'acide chlorhydrique présentent une végétation aussi belle et plus précoce. C'est une méthode avantageuse et générale aujourd'hui en Angleterre d'employer les os simultanément avec du fumier ou d'autres engrais, le guano, par exemple. On emploie encore les os frais, préalablement fermentés en tas; mais la disposition en compost est préférable.

Sols. En Angleterre, on emploie les os sur tous les sols; l'humidité du climat peut justifier cet emploi: sous un climat sec, leur action paraît beaucoup moins significative. Seuls, ils conviennent aux terrains humides, compacts et aux sols calcaires; en compost, avec des engrais azotés, leur action pourrait être plus générale.

Dose. Variable, surtout si on l'associe à d'autres engrais, si on pulvérise davantage, si on dissout. Dose de 7 à 21 hectol., moyenne, 12 à 15 hectolitres ou 600 à 1,000 kil.

Durée. Une année, les os étant employés en poudre, à la dose précédente.

§ III. -- *Noir animal.*

Composition. On nomme ainsi le charbon qui a servi à clarifier par le filtrage les sucres des fabriques ou des raffineries. Calcines en vase clos, les os sont ensuite pulvérisés soit grossièrement, c'est le *noir en grain*, soit plus complètement, c'est le *noir fin*; ces deux noirs ont un usage distinct dans les raffineries : le noir en grain, d'ailleurs, est presque toujours, après avoir servi dans ce premier état, réduit en noir fin; les résidus de noir fin forment donc presque exclusivement la masse des noirs d'engrais; ils conviennent mieux d'ailleurs en raison de leur état de division : 100 kil. d'os gras frais donnent environ 6 kil. de graisse, 60 kil. de noir.

Par l'effet de la clarification, le noir se trouve chargé d'une certaine quantité de matières albumineuses azotées et de sucre dont le lavage n'a pu le débarrasser entièrement.

D'après les analyses de M. Bobière, le noir animal pur, soit neuf, soit après avoir servi, contient en moyenne sur 100 parties, sec :

	Charbon et matières organiques.	Phosphate de chaux.	Carbonate de chaux.	Azote.	Matières diverses.
Noir neuf	11	75	7	1 50	5 5
Ayant servi une fois . .	28	55	6	2 60	7 4
Ayant servi deux fois . .	42	46	4	3 30	4 7
Moyenne	<u>27</u>	<u>58 5</u>	<u>5 6</u>	<u>2 47</u>	<u>6 43</u>

On voit que la matière organique augmente et que le phosphate diminue à mesure que le noir a été plus réactivé et utilisé dans la clarification; de là donc une très-grande différence dans la teneur en phosphate des différents noirs, indépendamment de celle apportée par la fraude.

Les noirs varient encore suivant leur provenance; sur 14 à 15 millions de kil. de noirs employés par la culture, 10 sont fournis par la France, 5 par l'étranger. Le noir français provient des sucreries indigènes, et contient moins de phosphate que celui des raffineries, beaucoup plus de carbonate de chaux, moins de matières azotées, 0,5 pour 100 à peine. L'emploi du sang par les raffineries explique cette dernière différence; les noirs de Russie, généralement à gros grain, ont

plus de phosphate ; les noirs de Hanibourg, moins riches sous ce rapport, sont plus azotés : du reste, les noirs en grain de Russie sont employés et révivifiés dans les sucreries du Nord.

L'emploi des noirs avait atteint son maximum dans l'année 1857, pendant laquelle 21,367,000 kil., suivant M. Bobière, étaient arrivés sur la place de Nantes ; il a diminué depuis cette époque. L'Ouest, qui achète les neuf dixièmes de ce qui se produit, a été dégoûté par la fraude : d'autres engrais sont venus en concurrence ; le noir animal se fait aujourd'hui de toutes pièces ; avec des phosphates tirés des phosphorites ou des fabriques de gélatine, des matières azotées et calcaires, un peu de charbon de tourbe, on peut faire un noir qui donne à l'analyse les principes d'un noir très-riche, mais qui manque de cette vertu particulière que le noir de raffinerie tire de combinaisons opérées dans des proportions particulières.

Le noir est falsifié souvent par un mélange de terres tourbeuses, du charbon, du schiste, de la houille, etc. ; on reconnaît ces falsifications à l'analyse. Il peut être considéré comme pur quand il brûle avec un léger scintillement, en donnant une fumée plus ou moins épaisse ; lorsque d'autre part la substance entre en fusion tranquille, rougit, se solidifie instantanément, puis laisse pour résidu une cendre blanche, presque entièrement soluble dans les acides.

Effets du noir. En résumant l'opinion de MM. Payen, Bobière, Malaguti, il paraîtrait que, par suite de la décomposition simultanée, mais ralentie du reste par le charbon, du sucre et des matières azotées (le sang principalement), il se forme des acides acétique, lactique et carbonique, en même temps que de l'ammoniaque. Ces acides forment des sels ammoniacaux, des phosphates solubles dans les conditions les plus favorables pour être assimilés par les plantes ; ces phosphates réagissent de la manière la plus heureuse sur les sols à humus acide, comme les bruyères, les landes.

Le noir, avant d'être employé, doit être bien amolli et divisé à la pelle ; on le mêle quelquefois avec de la terre meuble très-sèche ou avec des cendres ; on le sème ordinairement à la volée comme le grain, en prenant des poignées plus fortes et en faisant le pas moins grand. Le champ doit être

préalablement hersé, l'engrais ne doit être enterré que légèrement. On a recommandé dans ces derniers temps un procédé particulier qui consiste à mêler le noir avec la semence. Le noir étant bien pulvérisé et très-sec, on en saupoudre le froment, légèrement humecté, en employant environ 4 hectolitres de noir pour 2 hectolitres de ce grain. Cette quantité suffit pour l'ensemencement d'un hectare; le grain est ensuite semé à la méthode ordinaire; seulement, la quantité de matières à semer étant triple, on passe trois fois sur le même endroit. Des propriétaires du centre de la France, MM. Gauthier, Chaudru, Dubreuil, etc., ont obtenu de cette méthode d'excellents résultats sur des défrichements de landes tout récemment effectués par un seul labour.

Cependant la dose de 4 hectolitres à l'hectare est une des plus faibles qu'on emploie lorsque le noir est pur. On en applique rarement plus de 10 hectol., à moins que la fraude n'en ait amoindri l'énergie. Les meilleurs noirs, ceux de Nantes, se vendent 14 fr. l'hectol.; ceux de Hambourg, 10 à 12 fr.

L'action du noir animal ne dure qu'une année. Il est dangereux, du reste, d'en répéter trop fréquemment l'emploi dans les terres de landes et le sol de bruyères. Au bout de quelques années il les rend presque stériles. On devra alterner son emploi avec celui de bons fumiers de ferme.

§ IV. — *Guano.*

Le guano paraît être le résultat de l'accumulation des déjections et des débris mêmes d'oiseaux de mer sur les côtes de quelques îles du Pérou, du Chili et de l'Afrique. Les îles de *Chincha*, près Piso, celles de Patillas, près Pacquéco, sur la côte de Bolivie, renferment les principaux gîtes du guano du Pérou. Les dépôts de l'île de Chincha équivalaient encore en 1853, d'après M. Faraguet, à plus de 12 millions de tonnes; on annonçait en 1858 un dépôt évalué 34 millions de mètres cubes dans l'île de Golapoyas, vers Guayaquil (Équateur), sur les côtes du Chili, à l'île d'Ichaboé, côte d'Afrique.

Il existe encore d'autres guanos, moins riches, de Patagonie, de Saldanha. Le guano ditsarde est de la fiente de chauve-souris, qu'on trouve dans les grottes de la Sardaigne. On

évalue à 15 ou 25 millions de kilogr. ce qu'on pourrait en extraire. La composition est variable: azote, de 7 à 4; phosphate, de 5 à 15 p. 100.

En France, les grottes de Beaume, d'Auxelles, donnent le double. (M. Heuzé a donné dans son *Traité des engrais* des détails sur l'extraction du guano.)

Les divers guanos varient de composition:

	Pérou l.	Chili.	Bolivie.	Itchabod.
Matières organiques.	52,61	17 à 18	17	36
Phosphates terreux.	24,12	31 à 48	68	34
Sable alcalin. . .	8,78	7 à 10	7	6
Sel ammoniacque.	17,41	1,4 à 22,70	3	7
Sables.	1,54	1 à 22	16	16
Azote.	15	4 à 6		9
Poids de l'hectolitre. .	99	100 à 110		80 à 85

Le guano du Pérou fait l'objet d'un monopole que s'est attribué le gouvernement du Pérou, qui fait vendre cet engrais par des entrepositaires, en France, en Angleterre et en Amérique.

Aujourd'hui, le guano entre en franchise de tous droits par navire français, et à 1^f.80 les 100 kilogr. par navire étranger.

Le *guano du Pérou* a une apparence terreuse; il est mélangé de grumeaux souvent très-durs; sa couleur est d'un jaune fauve assez prononcé; son odeur est très-forte, putride, musquée et ammoniacale.

Le *guano du Chili* est moins riche que le précédent, et les sels de chaux remplacent dans cet engrais les combinaisons ammoniacales qui existent en si grande proportion dans le guano du Pérou.

Le *guano d'Afrique* contient beaucoup de détritux de végétaux, de débris d'os de poisson, de coquilles d'œuf et des animaleules de diverses sortes; il ne contient pas d'acide urique.

Le guano est l'objet de fraudes nombreuses. L'analyse par les essayeurs d'engrais est le moyen le plus certain de juger de sa pureté; un procédé approximatif consiste à brûler un peu de guano bien sec dans une cuiller de fer: s'il laisse plus d'un tiers de son poids en cendre, il y a falsification.

Le prix, que le monopole élève chaque année, est monté de 25 à 35 et même 40 fr. les 100 kilogr.; il est aujourd'hui de 31r.50 à 33r.50 les 100 kilogrammes.

Application. Pur, ou mélangé avec de la terre sèche, de la poudre d'os ou des phosphorites, du plâtre, des cendres, etc.

Répandre soit à la volée pur ou mieux mélangé à de la cendre ou de la terre sèche, soit avant la semence, soit au semoir, mais toujours de manière à ce que l'engrais placé au-dessous de la graine ne soit pas en contact immédiat avec la radicule, dont il pourrait détruire la faculté germinative. Pour la betterave surtout, dans les terres légères, on s'est bien trouvé d'enfouir l'engrais à 10 ou 15 centimètres.

En *pralinage*, à petite dose, délayé avec de l'eau salée, ou acidulée avec l'acide sulfurique, il paraît avoir donné de bons résultats. En *arrosement*, délayé dans 200 fois son poids d'eau.

On répandra le guano sur les plantes en végétation; le semis en poudre ne doit en tout cas se faire que par un temps couvert. Application ordinairement au printemps, après les grandes pluies, et, s'il est possible, avant une pluie légère. Malgré l'exemple d'emplois réitérés de guano pendant 12 années successives, il sera convenable d'alterner avec le fumier de ferme, et même de l'accompagner d'une demi-fumure, en diminuant la quantité de guano.

Le guano doit être conservé dans un lieu parfaitement sec, et il faut éviter de faire reposer les sacs sur la terre, de les laisser exposés à la pluie. Cet engrais est livré par le commerce à l'agriculture dans des sacs de toile ou des paillassons. Avant de l'appliquer, il faut l'écraser et le réduire complètement en poudre. Si le temps est beau et l'air calme, on peut opérer au milieu d'une cour, toutes les fois que cela est possible; les ouvriers souffrent moins de l'ammoniaque que cet engrais dégage en grande abondance.

Dose. Par hectare, en *pralinage*, 100 à 150 kilogr.; en *arrosement* ou sur plantes, 200 à 300 kilogr.; enfoui, 300 à 500 kilogr.

Sols et cultures, tous les sols. Action énergique sur les graminées, le froment, maïs, avoine, prés, gazons, sur les froments chétifs et en sol pauvre; sur une céréale riche, i

pousse trop à la paille et à l'averse; agit moins sur les trèfles, luzernes, sainfoins; effets énergiques, en mélange au fumier, sur les colzas, navets, pommes de terre, betteraves.

Mode d'action. Par les sels ammoniacaux, les phosphates alcalins.

Durée. A faible dose, un an; à dose plus forte, enfouie, l'effet se fait encore sentir la deuxième année; l'adjonction du plâtre et du sel marin des résidus phosphatés prolonge la durée.

CHAPITRE III

ENGRAIS VÉGÉTAUX

§ 1. — *Récoltes enfouies en vert.*

Pour qu'une plante puisse être cultivée comme engrais vert, il faut qu'elle soit appropriée au climat et à la nature du sol; qu'elle végète avec vigueur sur des sols peu fertiles; qu'elle emprunte beaucoup à l'air et peu au sol; que la semence n'ait pas une valeur élevée; qu'elle puisse donner un grand volume en racines, tiges et feuilles; qu'elle croisse avec promptitude; que son enfouissement soit facile à exécuter; que ses feuilles et ses tiges contiennent une assez grande dose d'humidité et qu'elles se décomposent aisément.

Plantes employées à cet usage :

1° *Le lupin blanc*, en terres légères et saines; cette plante, riche en azote, se sème dans la vallée du Rhône en septembre, à raison de 150 à 250 litres, pour être enterrée en juin; plus au nord, en septembre; prix, 14 à 15 fr.

2° *La féverole* d'hiver, dans le Midi et l'Anjou; plante très-azotée. L'ers se sème également dans la Provence en septembre, pour être enfoui en avril.

3^o *Vescès, pois.* (Yonne, la Marne.) Après la récolte du seigle, on enfouit pour froment. Le prix élevé de la graine des trois plantes ci-dessus en restreint souvent l'usage comme engrais.

4^o *Sarrasin.* 60 litres de graine, valant 6 à 7 fr., suffisent. Semis en juillet, enfouissage en octobre. Plante peu riche en matière fertilisante. Préférer la variété dite de Tartarie.

5^o *Spergule,* terres sableuses fraîches, peut se semer et s'enfouir jusqu'à trois fois de suite sur le même sol. Suivant Thaer, ces trois récoltes enrichissent plus le sol qu'une récolte de seigle ne l'épuise.

6^o *Colza, navette.* Moutarde blanche; semer en juin, enfouir en octobre; enfouir en novembre.

7^o *Le trèfle incarnat,* quand on a une surabondance de fourrages printaniers. Pour la culture de la vigne, semer en septembre, enfouir à la deuxième façon.

8^o *Trèfle.* La deuxième coupe enfouie souvent avec avantage.

Action plus favorable au sud qu'au nord, dans les sols chauds que dans les terres froides; rafraîchit le sol.

Semis. Un peu épais, pour que la plante pousse en tiges et abrite bien le sol; au printemps, à l'été, en automne, suivant le climat et l'époque où on doit enfouir.

Enfouissement. Au moment de la floraison, alors que les plantes chargées de sucS alimentaires, de principes mucilagineux, albumineux, se décomposent facilement et n'ont que peu épuisé la terre. Enfouir à la charrue, après un coup de rouleau *immédiat dans la direction* du labour, ou en adaptant sur le côté de la charrue une pièce de bois qui abat la plante.

C'est une excellente méthode de joindre à un engrais vert enfoui une légère dose de fumier, guano, poudrette, etc.

On doit semer sur l'engrais vert: la durée de l'action dépasse rarement une année.

§ II. — *Végétaux recueillis pour être enfouis.*

Quoique appliqués quelquefois directement sont cependant plus communément et plus avantageusement employés en compost.

Buis, cistes, thym. Employés dans le Midi, Gard, Basses-Alpes, Hérault, etc., pour la culture des vignes et des oliviers; peu convenables s'ils sont peu enfouis, et dans les terres légères. Le buis, riche en azote, est préalablement déposé sur les rues, les chemins, pour être broyé sous les pieds des animaux. On enfouit encore au pied des vignes les rognures de leurs pousses et leurs *sarments*.

Jones, roseaux, rouches. Très-employés dans le Gard pour la fumure des vignes, dans la Camargue et sur les terres salées; il est convenable de les laisser se faner sur le sol avant de les entourir. Quelquefois employés simplement en couverture.

Goémon ou Varech. Nom donné sur les côtes aux plantes marines recueillies pour engrais, et dont les principales espèces sont : les *fucus vesiculosus*, *longifructus*, *ceranoïdes*, *serratus*, *disticus*, *comosus*, les *laminaires*, les *zostères*, etc. Ces plantes sont presque aussi riches en azote que le fumier normal, et contiennent beaucoup de potasse et de soude.

Le goémon que la mer enlève aux rochers et jette sur le rivage est connu sous le nom de *goémon épave*; il appartient de droit à celui qui le ramasse le premier, et est toujours inférieur à celui que l'on récolte sur les rochers.

Le *goémon de rocher* ne peut être récolté qu'à des époques fixées par des réglemens spéciaux, le plus ordinairement pendant la lune de mars et d'avril. Quelquefois, cependant, on opère une seconde récolte en septembre ou octobre. Cette récolte, qui se fait sur des rochers battus par les vagues, est souvent difficile et dangereuse.

Les uns emploient le goémon à l'état vert et l'enterrent aussitôt que possible, dans la vue de profiter du sel marin dont il est imprégné; les autres le stratifient avec les fumiers; d'autres, au contraire, en font des composts avec des coquillages marins, avec du merl ou des vases de mer.

Dans le département du Finistère, on en répand jusqu'à 60 et même 80 mètres cubes par hectare; dans celui des Côtes-du-Nord, on emploie cet engrais à la dose de 8 à 10 charretées; ainsi appliqué, il produit, dit-on, sur le lin autant d'effet qu'une fumure de 30 à 36,000 kilogrammes de fumier.

Les goémons conviennent spécialement aux céréales, aux lins et aux choux; mais ils nuisent souvent aux trèfles et aux

prairies naturelles. On ne doit pas les employer dans les vignobles; les vignes fumées annuellement avec des goëmons produisent des vins qui ont un goût de varech si prononcé, qu'il est souvent impossible de les utiliser à autre chose qu'à la fabrication du vinaigre.

On a récemment essayé avec quelques succès de rendre cet engrais plus transportable en le faisant sécher, en le réduisant par la pression en tourteaux. Le poids et le volume est diminué de 65 à 70 p. 100. Ce procédé pourrait être employé avec avantage, nous le croyons, à beaucoup de matières fertilisantes.

Ces engrais agissent sur les végétaux par les sels alcalins dont ils sont imprégnés, par les propriétés qu'ils possèdent de soutirer de l'humidité à l'air, et par l'azote qu'ils renferment.

§ III. — Tourteaux.

Valeur. Les *tourteaux* ou *pains d'huile, trouilles, etc.*, résidus secs des graines et fruits oléagineux dont on a exprimé l'huile, fournissent à l'agriculture des masses considérables comme alimentation du bétail ou comme engrais. Il sort des huileries françaises plusieurs millions de quintaux, dont 300,000 de graines étrangères. Les principaux tourteaux sont : graines indigènes, lin, pavot, cameline, colza, chènevis, noix, faine, madia ; tourteaux exotiques : sésame, arachide, touloucôna, coton, coprah (résidu de l'huile de coco).

Les plus employés comme engrais sont, dans le Nord, ceux de culza, de navette, de cameline, de lin; dans le Midi, ceux de sésame et d'arachide.

100 kilogr. des huit espèces de tourteaux ci-après, analysées par MM. Girardin et Soubeyran, ont offert la composition résumée dans le tableau suivant :

	Eau.	Huile.	Azote.	Phosphate.	Prix les 100 kil.
Lin. . .	11	12	6	4,90	18
Œillette.	11	14,2	7	6,39	14
Colza.	14	14	5,55	6,50	12
Chanvre.	13	6,3	6,20	7,10	14
Cameline.	14,5	12,2	5,57	4,20	14
Sésame.	11	13	5,57 ¹	3,20	10
Arachide..	12	12	6,07	1,20	9
Faine.	14	4	4,50	2,10	9

¹ 6,80 d'après M. Boussingault.

Si la puissance fertilisante des tourteaux est en raison de la proportion d'azote et de phosphate qu'ils contiennent, les quatre premiers ont théoriquement à peu près la même valeur comme engrais. Le faine se place au dernier rang, et le sésame serait un peu inférieur au colza; mais les prix rétablissent l'équilibre au profit du sésame. Le tourteau de noix contient 6 p. 100 d'azote; celui de coton, 11 d'eau, 4,02 d'azote; celui de coprah, 12 d'eau, 5,24 d'azote. L'huile, loin d'augmenter, comme on le croyait, la valeur fertilisante du tourteau, la diminue.

Du reste, ces données théoriques ne concordent pas toujours avec la pratique; un essai direct fait en 1855 par M. Corenwider, de Lille, sur la culture de la betterave, dans des carrés de 2 ares 21 cent., à la dose de 100 kilogr. de tourteaux, a donné les résultats économiques suivants:

	Prix des 100 kil.	Produit brut.
	fr.	fr.
Arachide.	12	17
Sésame. .	15	14
Touloucona. .	13.50	13.50
Œillette.	19	12
Cameline.	18	8
Colza. .	18	7
Chanvre.	18	6

Ici la différence du produit brut au prix du tourteau serait la mesure de sa valeur. Les résultats de M. Corenwider se rapprochent des faits pratiques généralement observés, la supériorité de l'arachide n'est pas cependant confirmée par les essais de quelques cultivateurs.

Application. Les tourteaux s'appliquent de préférence sur les sols légers; ils conviennent surtout aux terres calcaires. Dans le Sud-Est, on tire des tourteaux de sésame et d'arachide un grand avantage sur les terres sèches de cette espèce; ils produisent peu d'effet employés seuls sur les sols argileux ou humides.

Préalablement à leur emploi, les tourteaux doivent être pulvérisés soit sous des meules, soit par des machines à broyer. Dans le nord de la France, on mêle des tourteaux aux urines et aux purins.

Le tourteau devra être répandu à la volée par un temps qui

présage la pluie; il est utile que la pluie survienne, en effet, après qu'il est semé. On ne le sème pas en même temps que la graine, de peur que ses propriétés acres ne nuisent à la germination; on peut le répandre quelques jours avant et l'enfouir par un hersage; on peut également l'appliquer au printemps sur les jeunes plantes. Mêlé aux fumiers, il en augmente l'activité. L'action favorable du calcaire pour le développement des principes fertilisants des tourteaux est tellement reconnue, que Schwerkz conseillait de mêler un sixième de chaux au tourteau. M. Boussingault condamne cet usage. Le tourteau convient au froment, au colza, au lin, au pavot, aux betteraves. L'odeur du sésame éloigne, dit-on, les insectes. Les tourteaux ont également la propriété d'absorber l'humidité de l'air.

Dose. Varie suivant l'espèce de tourteau et la récolte qu'on veut obtenir. Dans le Nord, on répand souvent de 700 à 1,500 kilogr. de tourteaux de colza; dans le Sud-Est, on obtient quelquefois une belle récolte de froment de 400 kilogr. de tourteau de sésame. L'action des tourteaux ne dure pas plus d'une année.

§ IV. — *Marc et pulpes.*

Marc de raisin. On peut compter par hectolitre de vin 8 à 10 kilogr. de marc sec, riche en potasse et sels divers, donnant dans le Midi 3 à 4 p. 100 d'azote, dans le Nord, 1 à 2 seulement; rarement employé comme engrais, parce que les rats sont friands des pepins qu'il renferme; quelquefois mis en mottes et brûlé. Il convient aux terres argileuses et froides.

Marc de pommes. Pauvre en azote, riche en phosphates, abandonné à la fermentation, en tas ou mêlé de chaux et appliqué sur les pépinières, les pâtures.

Marc d'olives des fabriques d'huile de ressence, peu utilisé.

Résidu de brasserie. *Touraillons*, germes séparés de l'orge, dont on fait le malt. Engrais riche en azote, 4 p. 100; prix 75 à 80 cent. l'hectolitre de 16 à 18 kilogr.; utilisé sur la culture du chanvre et du lin, à la dose de 35 à 40 hectolitres.

Résidus de sucrerie. Indépendamment des pulpes qui ont, du reste, une trop grande valeur pour servir comme engrais, il sort des sucreries en écume de défécation, boues de Lalayage, une masse énorme de matières fertilisantes qu'on peut estimer à 100 mètres cubes par 1000 sacs de sucre fabriqué. Ces résidus, reçus dans des fosses, sont mélangés à des pailles, des débris de radicule, et sont remaniés au printemps.

Résidus de distillerie. Presque exclusivement consacrés à l'alimentation du bétail; ceux non employés ou non utilisables de cette manière à cause de l'excès d'acide fournissent un engrais liquide riche en azote et en sels de potasse. On peut soit en arroser les fumiers, soit les recueillir dans un réservoir d'où on les dirige sur des pièces peu éloignées saines ou drainées, dans lesquelles on pratique un billonnage pour l'écoulement. L'excès de ces eaux peut nuire aux plantes, aux céréales surtout: on les appliquera de préférence à la betterave, aux pommes de terre.

Eaux de féculerie. D'après un compte fourni par la féculerie de M. Dailly, à Trappes, en 1840, 17,400 hectol. de pommes de terre, travaillés avec 80,000 hectol. d'eau, ont fourni un liquide chargé de sels de potasse et renfermant 0,07 d'azote, qui, par le procédé d'irrigation que nous venons de signaler, a fertilisé 3 h. 30. Il s'est trouvé, en outre, dans le réservoir où ces eaux ont été recueillies, 110 mètres cubes de matières sèches qui ont donné 820 hectol. de poudre dosant, sèche, 6 à 7 pour 100 d'azote.

Résidus divers. On peut citer encore, comme renfermant des principes fertilisants, les eaux ménagères, celles de lessive, celles ayant servi au rouissage du lin. Les teintureries donnent encore quelques résidus de bains de garance, de gaude, etc., qui, par la fermentation, peuvent se réduire en engrais.

CHAPITRE IV

DÉJECTIONS ANIMALES

§ 1er. — *Déjections animales en général.*

La composition chimique des déjections liquides (urines) et solides (excréments) de nos principales espèces domestiques et de l'homme a été étudiée par MM. Boussingault, Barral, Valentin, Liebig, etc. La *Statique chimique des animaux domestiques* de M. Barral contient sur ce point des travaux intéressants.

Nous résumons dans le tableau suivant la composition moyenne de ces déjections dans ses principaux éléments, d'après les analyses de M. Boussingault et des chimistes que nous venons de citer. Des différences souvent très-grandes se trouvant dans les analyses des déjections d'animaux de même espèce, nous avons dû prendre des moyennes ; quelques composants moins importants peut-être, tels que la potasse, les sels calcaires ont été indiqués approximativement, sous le nom de matières diverses, nous rangeons quelques substances, telles que l'acide sulfurique, le chlore, etc., qui se trouvent souvent dans des proportions notables, dans les urines surtout. Ce tableau présente d'abord la composition en matières

organiques, matières minérales et eau de 1,000 kilogr. d'urine ou d'excréments, à l'état sec et ensuite la composition de 1,000 kilogr. en laissant de côté l'eau qui varie beaucoup dans les différentes déjections.

A. URINE. — Composition de 1,000 kil. à l'état ordinaire.

	Homme.	Cheval.	Vache.	Mouton.	Porc.
Eau.	933,30	876,00	903,10	885,00	979,20
Matière sèche.	66,70	123,90	96,90	500	220,80
Oxygène, hydrogène, carbone.	31,40	58,40	63,90	70,00	8,00
Azote.	14,30	20,00	7,00	13,00	2,50
Total des matières organiques.	45,70	78,40	60,90	83,00	10,50
Acide phosphorique.	2,77	0,00	0,00	0,01	0,50
Potasse et soude.	4,00	12,00	12,00	14,00	6,00
Chaux et magnésie.	11,00	14,00	8,00	10,00	0,50
Matières diverses.	3,53	13,00	16,00	18,00	2,00
Total des matières minérales.	21,10	45,50	36,00	32,01	10,30

B. URINE. — Composition de 1,000 kil. de matières sèches.

Total des matières organiques.	698,00	536,00	590,00	658,00	505,00
Carbone, oxygène, hydrogène	482,00	411,00	515,00	561,00	395,00
Azote.	216,00	126,00	75,00	97,00	110,00
Total des matières minérales.	302,00	464,00	410,00	342,00	495,00
Acide phosphorique.	38,00	000,00	000,00	000,03	20,00
Potasse et soude, sels alcalins.	240,00	400,00	300,00	250,00	280,00

C. EXCRÉMENTS. — Composition de 1,000 kil. à l'état ordinaire.

Eau.	750,00	753,00	855,00	576,00	840,00
Matières sèches.	243,00	240,70	145,00	24,00	160,00
Oxygène, hydrogène, carbone.	202,00	201,20	125,40	320,00	88,00
Azote.	4,00	5,50	3,30	7,20	7,00
Total des matières organiques.	206,00	206,70	128,70	327,20	85,00
Acide phosphorique.	2,00	3,10	1,07	6,44	5,80
Potasse et soude.	15,00	18,00	3,60	10,00	2,00
Chaux et magnésie.	7,00	6,00	4,60	20,06	1,00
Silice et matières diverses.	20,00	16,00	7,03	20,40	3,00
Total des matières minérales.	44,00	40,00	16,30	56,80	65,00

D. EXCRÈMENTS. — Composition de 1,000 kil. de matières sèches.

Total de la matière organique.	801,40	838,00	810,00	773,00	594,00
Carbone, oxygène, hydrogène.	787,60	816,00	789,03	756,00	550,00
Azote.	14 80	22,00	20,97	17,00	44,00
Total de la matière minérale.	198,56	162,00	190,00	227,00	406,00
Acide phosphorique.	8,20	12,20	7,40	15,20	38,70
Potasse, soude, chaux.	110,00	88,00	96,00	109,00	330,00

Il résulte de ce tableau, au premier aperçu, que les proportions d'humidité, variables d'ailleurs suivant l'état de l'animal, sont encore très-différentes suivant les espèces; les urines les plus chargées de *matières organiques* sont celles du mouton, du cheval, de la vache, de l'homme, du porc; de *matières minérales*, celles du cheval, de la vache, du mouton, de l'homme, du porc; l'urine du cheval est également plus riche en *azote*, puis viennent celles de l'homme, du mouton, de la vache, du porc. L'urine de la chèvre et du veau se place encore après celles-ci. Les urines des herbivores sont extrêmement pauvres en *phosphates*; ici les urines de l'homme, puis du porc reprennent l'avantage.

Quant aux matières solides et aux *matières organiques* des excréments, même ordre que pour les urines; mais sous le rapport des *matières minérales*, le tableau place le porc le premier, et ensuite le mouton, l'homme, le cheval; le même ordre subsiste à peu près pour la richesse en azote. Le mouton dépasserait cependant un peu le porc, et les déjections du cheval seraient avant celles de l'homme; même ordre encore pour les phosphates et les sels alcalins. M. Way a trouvé en azote, dans les déjections d'une vache à lait, 24 p. 100 de leur poids sec; dans celles de bœufs à l'engrais, 34 p. 100 au début de l'engraisement, et 64 p. 100 à la fin.

Voici les quantités approximatives produites en 24 heures, quantités variables, toutefois, suivant la nourriture, le régime, l'époque de l'année, etc. :

	Homme de 60 k. k.	Cheval de 450 k. k.	Vache de 450 k. k.	Mouton de 25 k. k.	Porc de 60 k.
Excréments.	0,160	16,000	20,000	0,650	1,25
Urines.	1,250	4 500	12,500	0,500	3,50
Totaux.	1,410	20,500	32,500	1,150	4,75

<i>Excréments.</i>	Homme.	Cheval.	Vache.	Mouton.	Porc.
Matières organiq.	18 à 23	18 à 20	15 à 16	18 à 23	15 à 20
Matières minér. .	3 à 4,5	2 à 3	3,5 à 5	8 à 13	3,5 à 5
Azote.	1,5 à 2	0,5 à 0,6	0,3 à 0,4	0,8 à 1,2	0,6 à 0,9
Acidephosphoriq.	0,22	0,30	0,09	0,60	0,58

Il résulte de ce tableau que, chez l'homme, les urines sont un peu moins riches en azote et plus riches en phosphates que les excréments; mais comme elles sont sept à huit fois plus abondantes, l'homme fournit six à sept fois plus d'azote par ses urines que par ses excréments.

Le cheval donne par ses urines moins de matières organiques que par son crottin; mais celui-ci contient beaucoup de débris indigestibles, inertes. Les matières organiques de l'urine sont beaucoup plus riches en sels alcalins et en azote, quoique sans phosphates. Dans le bœuf et le mouton, les urines sont moins riches proportionnellement que la fiente; les excréments contiennent plus de sels et d'azote; les crottes de mouton sont plus riches que le crottin de cheval, et celui-ci l'est davantage que la bouse de vache. La fiente de porc, pour la richesse en azote, paraîtrait devoir prendre rang après celle du mouton; cependant elle fournit plus de phosphates.

En résumé, si on convertit en chiffres, d'après les données du tableau ci-dessus, les quantités d'azote et de phosphates fournies journallement en déjections proportionnellement à 100 kil. en poids, soit de l'homme, soit des animaux, on trouve en grammes :

Azote fourni par les aliments, de 100 kil., poids vivant :

Homme.	Cheval.	Vache.	Mouton.
gr.	fr.	fr.	fr.
48,00	37,00	43,00	57,00

Azote sorti par :

Les urines.	22,0	10,00	7,74	13,79
Les excréments.	4,8	18,13	19,35	21,02
Les déjections totales.	26,8	28,13	27,09	34,71
Azote exhalé.	44,0	25,00	55,00	39,00

Il résulte de ces chiffres que l'animal ne reproduit en réalité en azote, par ses fumiers, qu'un peu plus de la moitié d'

celui qu'il reçoit sous la forme de fourrage. Les autres produits qu'on exige des animaux, en lait, viande, travail, enfin l'exhalaison de la peau, la respiration, etc., peuvent modifier ces résultats. D'après une analyse du docteur Way, 100 kil. des aliments d'une vache à lait se seraient ainsi répartis : lait 39,71, fumier 48,12, exhalaison 12,17.

Si on évalue l'azote des déjections en fumier normal à raison de 4 gr. par kil., l'azote des déjections du cheval, par exemple, équivaldrait par 100 kil. à 7 kil. de fumier normal, soit pour un cheval de 500 kil. à 34 kil. de fumier par jour.

On obtiendrait encore une formule plus générale en réduisant les déjections à leurs parties sèches ou humides, et en les rapportant à 100 kil. du poids vivant. Voici, à ce point de vue, les données qui résultent, pour l'homme et pour nos trois principales espèces d'animaux domestiques, des expériences déjà citées.

Aliments consommés approximativement en 24 heures par 100 kilog. de leur poids vivant :

	Homme. k.	Cheval. k.	Vache. k.	Mouton. k.
Eau des aliments.	3,75	6,978	15,500	4,454
Aliments secs.	1,22	2,121	2,130	2,350
Total . .	4,97	9,099	17,630	6,805
Eau des déjections.	2,910	4,00	7,05	3,60
Matière sèche.	156	1,20	1,32	1,40
Total des déjections.	3,065	5,200	8,37	5,00
Eau des aliments, p. 100.	60 à 70	60 à 75	80 à 90	40 à 60
Eau des déjections, p. 100.	92 à 93	70 à 80	80 à 90	60 à 65

A l'aide de ces rapports généraux, étant donné un cheval l'un poids déterminé, on calculerait approximativement ce qu'il peut rendre en déjections sèches ou liquides ; supposons ce poids : 500 kil. ; son rendement total en déjections serait : parties humides, 20 ; parties sèches, 6,00 : total, 26 kil.

On peut encore déduire de ces chiffres le rapport approximatif des aliments secs aux déjections sèches, ou aux déjections humides. On trouverait ainsi que pour 100 kil. d'aliments secs, le cheval donne, déjections sèches, 50 kil. ;

déjections totales, 245; la vache, déjections sèches, 62 kil. : total, 388; le mouton, déjections sèches, 60 kil. : total, 250. On reviendra sur ces chiffres à l'occasion des fumiers.

§ II. — *Égouts des villes.*

Tous les résidus des centres de population, sous la forme de boues, gadoues, vidanges, eaux d'égouts, etc., devraient restituer à la production du sol les principes en partie désagrégés des matières que celle-ci a livrées à la consommation. Ces résidus vont souvent, comme en Angleterre, se confondre dans les égouts pour être entraînés par les eaux. En France, ils sont plus généralement séparés; les *vidanges* sont reçues dans des fosses plus ou moins étanches, les détritiques secs sont enlevés sur la voie publique, les résidus liquides ou les boues délayées par les eaux se rendent dans les égouts.

L'application des eaux d'égout comme engrais existe naturellement dans un grand nombre de villes placées de manière à dominer des prairies ou des champs; les prairies de Milan, d'Édimbourg, de Fribourg, d'Aurillac, etc., doivent à cette position leur richesse exceptionnelle. Ce système bien organisé utiliserait une masse immense d'engrais aujourd'hui perdus. En Angleterre, où les égouts sont également le récipient des vidanges, on s'est surtout occupé de cette question. Dans ces derniers temps, le *Bureau de santé* et quelques hommes intelligents et zélés qui y sont attachés, MM. Chadwick, Ward, Austin, etc., se sont posé le problème de restituer, par un système continu de drainage qui les reporte dans les champs voisins des villes, sous forme d'engrais liquides, toutes les matières empruntées par les populations à la production du sol, « imitant ainsi cette circulation des principes organiques sans cesse détruits et reproduits tour à tour dans le cercle non interrompu de la vie des êtres. »

Il fallait toutefois, pour la solution complète du problème, que cette opération se fit sans grever les villes d'un impôt trop lourd et fût à peu près payée par la valeur même de l'engrais. Plusieurs essais pour arriver à ce but ont été faits à Rugby, à Leicester, à Cheltenham. A Rugby, chaque ménage reçoit, d'une distribution générale, l'eau qui lui est néces-

saire, par deux robinets obligés, l'un à la cuisine l'autre aux latrines; les eaux sales des maisons sont reçues par un système de tuyaux qui vont en augmentant de diamètre, et les amènent dans une fosse voisine de la ville, où, reprises par des pompes à engrais, ces eaux sont distribuées à la lance sur des prairies. Ailleurs, on a substitué à la lance un ensemble de petites rigoles (*Méthode* de Bickford). A Leicester, ville de 65,000 âmes, les eaux d'égout sont reçues, avant d'arriver à la rivière, dans un bassin où elles sont soumises à une défécation à la chaux, qui détermine un précipité de carbonate floconneux empâtant les matières en suspension et les entraînant au fond sous la forme d'une boue épaisse, qu'on dessèche et qu'on moule en briques. Le prix de l'engrais ainsi obtenu serait de 30 fr. le mètre cube. Ce système est dispendieux et a l'inconvénient de laisser perdre un quart de l'ammoniaque des eaux mères. A *Cheltenham*, les liquides d'égout ne sont que tamisés à travers des filtres verticaux en gravier; tandis que les eaux coulent à la rivière, la boue s'arrête dans le bassin de retenue, de là est remontée avec des seaux et versée dans des tas de matières absorbantes, cendres, poussier, etc.; et cet engrais, suivant M. Mill, serait livré au prix suffisamment rémunérateur de 4 fr. Il est à désirer qu'en France on fasse des essais de ce genre. A Paris, M. Hervé-Mangon a expérimenté le procédé de précipité des matières solides des égouts par la chaux.

Le bon emploi des égouts des villes est une question sociale plus importante et plus sérieuse que le défrichement des terres incultes.

§ III. — *Engrais de vidanges.*

D'après un grand nombre d'observations et d'analyses, l'homme peut rendre par 24 heures de 0^k.743 à 2^k.71 d'urine : moyenne, 1^k.263. L'urine contient de 93 à 98 p. 100 d'eau, et 2 à 7 de matière solide; composée de 10 à 50 p. 100 d'urée ou d'acide urique, substances renfermant près de moitié d'azote; l'urine pure dose de 0,80 à 2 p. 100 d'azote; celle des urinoirs publics, de 0,50 à 0,80 p. 100.

L'emploi des urines se fait généralement à l'état liquide, celles-ci mêlées aux vidanges. Dans le but de réduire les frais

de transport, on a essayé de solidifier l'urine : 1° en la faisant absorber par différentes substances, et principalement des substances organiques, des terreaux qui se transforment ainsi en fumiers. Les terres, les plâtras n'atteindraient pas le but; les *urates calcaires*, mélange de parties égales d'urine et plâtre, dosant ainsi à peine 0,5 d'azote, étaient un engrais presque sans valeur; 2° en convertissant l'ammoniaque des urines en *sulfate* ou en chlorhydrate d'ammoniaque, au moyen de l'addition par hectolitre, dans le premier cas, de 15 gr. d'acide sulfurique ou 40 à 50 gr. de plâtre, de sulfate de fer, de zinc, etc., et, dans le second cas, de 25 gr. d'acide hydrochlorique en nature ou de phosphates de chaux acides, résidus des fabriques de colle d'os; 3° en traitant l'urine par la chaux pour dégager l'ammoniaque qu'on convertit en sulfate par l'acide sulfurique; 4° en mêlant à l'urine, d'après le conseil de M. Boussingault, un sel de magnésie qui détermine, après quinze jours environ, un dépôt de phosphate *ammoniac-magnésien*. Ces trois dernières opérations exigent, du reste, une manutention intelligente et plus ou moins dispendieuse, et on doit enlever par décantation ou écoulement la partie aqueuse des urines. Appliqués directement dans les urinoirs des villes, ces procédés permettraient de livrer à la culture des sels ammoniacaux facilement transportables.

M. de Gasparin a proposé d'évaporer à l'aide de combustible la partie aqueuse des urines. Ce ne pourrait être, toutefois, qu'en opérant industriellement sur des urines pures et riches, deux conditions difficiles à obtenir pour des quantités considérables; d'après les calculs de MM. Paulet et Rohart, on pourrait retirer, moyennant une dépense de 1 fr. 30 environ, de 100 kil. d'urine 7 kil. de matière sèche, dont 1 kil. d'azote et 1 kil. de sels alcalins et phosphates.

Dans les campagnes, les déjections humaines se mêlent presque toujours aux fumiers; le moyen d'utilisation le plus simple consiste évidemment à établir au-dessus de la fosse à purin des guérites-latrines. Quelques kilogrammes de sulfate de fer jetés de temps en temps dans la fosse suffisent pour détruire l'odeur, si elle est trop désagréable. On construit encore, dans des endroits retirés, des fosses peu profondes dans lesquelles on jette des débris de paille, de la terre et autres matières absorbantes qui reçoivent les déjections et qu'on mêle ensuite aux fumiers.

Dans les grands centres de population, les vidanges peuvent fournir une masse importante d'engrais à l'agriculture. A Paris, qu'on peut prendre comme type d'étude sous ce rapport, parce que depuis longtemps les vidanges, conservées dans des fosses étanches, ont fait l'objet d'une exploitation particulière, la masse des vidanges s'élève peut-être aujourd'hui, depuis l'annexion, à plus de 600,000 mètres cubes par an, ou 4,800 mètres cubes par jour. D'après M. Paulet, ce produit annuel était aux trois époques ci-après :

1800,	547 756 habit.,	38,000 m. c.,	70 lit. par habitant.
1834,	779,270 —	102,800 —	140 — —
1857,	1,401,000 —	473,278 —	430 — —

Mais il est difficile de déterminer la valeur absolue des vidanges, valeur variant suivant l'état plus ou moins étanche des fosses et la quantité d'eau ajoutée. Dans les quartiers riches, cette quantité devient tellement considérable, que le liquide mérite à peine d'être recueilli. Les vidangeurs de Paris divisent les liquides d'une fosse d'après leur densité en : 1^o *vanne claire*, marquant 2^o,3 à l'aréomètre, et donnant 2,40 p. 100 de matière sèche; 2^o *vanne grasse*, marquant 3^o,7, et laissant de résidu sec 3,24; 3^o *petit bottelage* ou bouillie claire, marquant 4^o,4, laissant 6,33 de résidu; 4^o enfin la masse pâteuse ou *bourbasse*, marquant 9^o,5, contenant 11 à 12 p. 100 de matière sèche. On peut considérer la richesse en azote comme proportionnelle à la quantité de matière sèche; cette richesse varie de 0,50 à 5 p. 100. Quant aux eaux vannes ordinaires, elles contiendraient, d'après M. Paulet, par hectolitre 370 gr. d'azote et 160 gr. de phosphates.

Les vidanges n'ont été utilisées d'une manière régulière qu'à partir de 1780, époque à laquelle Bridel se fit concéder les liquides épais des bassins de Montfaucon, centre de dépôt des vidanges, pour en faire de la *poudrette*. Mais les bassins de Montfaucon, devenus un foyer d'infection pour Paris, furent supprimés vers 1835; et d'après les plans de M. Mary, il fut établi à la Villette, sous le nom de dépotoir, un ensemble de citernes où les vidanges de chaque nuit furent versées, puis refoulées à l'aide d'un siphon de douze kilomètres jusque dans une clairière de la forêt de Bondy.

Ce réservoir est affermé, moyennant une redevance de

80 centimes par mètre cube, à la compagnie Richer, qui livre les eaux vannes à un industriel pour l'extraction des sels ammoniacaux ; le reste est presque entièrement converti en purdrette.

En 1849, l'augmentation toujours croissante de la masse de vidanges amena l'administration à permettre l'écoulement sur la voie publique, après désinfection préalable, des parties liquides, et moyennant un droit de 4 fr. 25 par mètre cube calculé sur la contenance totale de la fosse. Le propriétaire a également la disposition des matières, sous la condition de les faire transporter hors de la ville, dans un lieu déterminé, où elles doivent être complètement désinfectées.

Les immenses travaux d'égout qui ont été faits à Paris complètent cette mesure, en permettant de faire écouler directement des maisons mêmes dans l'égout les parties liquides séparées dans les fosses par des appareils convenables ; mais on ne peut se dissimuler que dans ce système le problème de l'utilisation des eaux d'égout pour l'agriculture reste encore à résoudre.

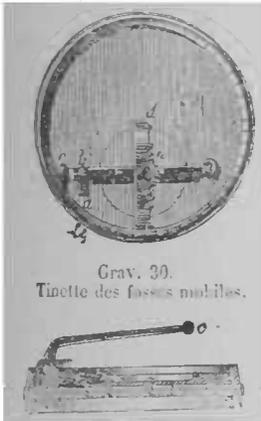
La vidange s'opère à Paris à l'aide d'une pompe dite a soufflet à double effet, enlevant des fosses et refoulant la matière dans une tonne de deux mètres cubes ; cinq hommes agissant sur les longs leviers de cette pompe remplissent la tonne en sept à huit minutes. La matière pâteuse, enlevée au seau par un ouvrier qui descend dans la fosse chaussé de grandes bottes, est versée dans des tonneaux semblables à ceux des fosses mobiles.

Une méthode de vidange, bien préférable à la méthode ordinaire, est celle qu'emploie la *Compagnie barométrique*. Les matières solides et liquides sont aspirées par de grandes tonnes en fer, où l'on a fait le vide préalablement. L'opération ne dure que quelques minutes, et les matières liquides, qui sont les plus riches quand elles ne sont pas trop additionnées d'eau, ne sont pas perdues pour l'agriculture.

Les entrepreneurs de vidange revendent quelquefois aux cultivateurs, comme à Strasbourg, Grenoble, Bordeaux, etc., les matières liquides ou travaillées. Nul doute que le cultivateur ne pût enlever directement les vidanges en remplissant les conditions réglementaires ; mais les avances de matériel et les difficultés de service interdisent à la masse des cultivateurs de profiter de cette faculté.

L'hectolitre de vidanges se vend à des prix fort différents, suivant leur richesse : à Bondy, près Paris, 12 cent. ; à Strasbourg, environ 50 c. ; en Flandre, de 50 cent. à 1 fr. ; à Anvers, de 75 cent. à 1 fr. 50 cent. A Lille, on a essayé sans succès la vidange par entreprise ; le cultivateur enlève à 20 ou 30 cent. l'hectolitre. Pour apprécier ces chiffres, il faudrait connaître le dosage de ces engrais.

Fosses mobiles. Dans les centres de population où les règlements municipaux sont moins rigoureux, et lorsqu'on peut disposer des vidanges d'une maison à nombreux habitants, d'une manufacture, d'une caserne, etc., lorsque, d'ailleurs, les eaux de lavage sont peu abondantes, on place avec avantage des tonneaux ou tinettes qu'on enlève quand elles sont remplies ; ces tinettes, qu'on fait de 100 à 200 litres, sont en chêne, cerclées en fer, peintes à trois couches. Dans le fond supérieur, présenté en plan par la gravure 30, et en coupe par la gravure 31, est pratiquée une ouverture par laquelle un tuyau amène la matière, et qu'on peut fermer hermétiquement, quand on enlève le tonneau,



Grav. 30.
Tinette des fosses mobiles.



Grav. 31.
Fermeture des tinettes.

quand on enlève le tonneau, à l'aide d'un tampon *n* armé à sa partie extérieure de deux platines, *d* et *b*, en croix. La platine *b* se termine d'un bout par un crochet s'engageant dans un anneau qui fait charnière ; l'autre extrémité, un peu relevée, fait ressort par une pesée faite à l'aide de la clef *c* ; on l'abaisse de manière à l'engager sous le verrou tournant *a* ; le crochet *c* sert de point d'appui à la clef. Les deux extrémités de la bande *d* font également ressort, de manière à soulever la bonde *n* quand le verrou est tourné.

On peut encore se contenter (gr. 32), d'établir des tinettes *V* d'un demi-hectolitre, ouverte en haut, dans une cavité recouverte à sa partie supérieure d'une plaque en fonte *P* percée d'un trou ovale par lequel les matières, lorsque la tinette est pleine, sont enlevées, à l'aide d'anses qui la garnissent, et vidées dans un tonneau à roues. M. Vidalin, qui décrit ce procédé dans le *Journal*

d'agriculture pratique, conseille l'emploi d'un tonneau porté sur un essieu cintré et ainsi peu élevé au-dessus du sol.

Désinfection. *Matières absorbantes et désinfectantes.*
Voici les principales :

1^o *Charbon.* Cette substance peut absorber jusqu'à 90 p. 100 de son poids d'ammoniaque, ou 55 de gaz hydrogène sulfuré;

le poussier de charbon de bois, celui de tourbe carbonisée s'obtient à 1 fr. ou 2 fr. les 100 kil. Le *fraisis*, résidu des places à charbon, 1 fr. l'hectolitre pesant 55 à 65 kil.; emploi, 2 à 3 litres par hectolitre de matière fécale;

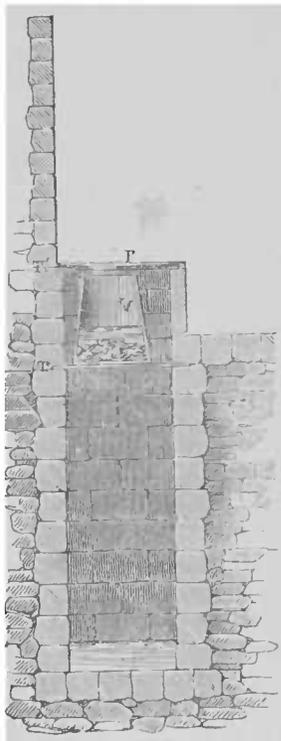
2^o *Terres végétales* ou charbonneuses séchées au four; *suie* ordinairement mêlée au charbon;

3^o *Tannée.* 2 à 3 fr. le mètre cube. Tourbes pulvérisées;

4^o *Goudron.* Agissant pour intercepter et masquer les odeurs; 4 fr. les 100 kil.;

5^o *Déchets d'huiles, matières grasses;* même action;

6^o *Plâtre.* Agit par *absorption* et par la conservation de l'ammoniaque, qui, de carbonate volatil devient sulfate d'ammoniaque plus fixe. 1 fr. 50 les 100 kil.; 50 kil. par 100 kil.; emploi mêlé au charbon préférable;



Grav. 32. — Latrines avec tinette mobile.

7^o *Sulfate de fer.* Agit en abandonnant son acide sulfurique à l'ammoniaque pour former du sulfate d'ammoniaque; le fer neutralise l'odeur de l'acide sulhydrique en le convertissant en sulfure. Prix, 6 à 9 fr. les 100 kil.; dose, 20 à 30 kil. par mètre cube de matière;

8^o *Sulfate de zinc.* Action analogue, préféré quelquefois,

parce qu'il ne noircit pas les matières et n'agit pas sur les pompes métalliques comme le sulfate de fer. Emploi en solution marquant 28° au pèse-sel, 15 à 20 litres par mètre cube. Prix, 12 fr. ;

9° *Chlorure de chaux*. En solution, marquant 0°12, à 13 fr. les 100 kil. ;

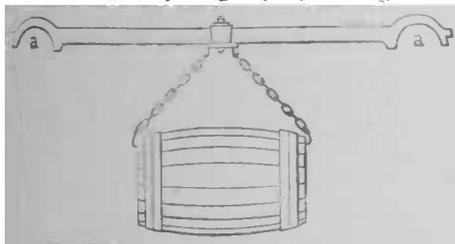
10° *Azotate de plomb* ;

11° *Chlorure acide de manganèse* ; résidu presque sans valeur des fabriques de chlore ; pour la désinfection des fosses, l'acide doit d'abord être neutralisé ;

12° *Mélanges divers*. *Poudre désinfectante d'Herpin*. 6 kil. de plâtre et 1 kil. de charbon en poudre, estimé 1 fr. les 100 kil. *Eau désinfectante de Boyard*. Dissolution de 1 kil. d'azotate et d'acétate de plomb (1 kil. de chaque) dans un hectolitre d'eau ; emploi, 2 à 3 litres par hectolitre. *Poudre Siret*. Plâtre, 33 ; sulfate de fer, 40 ; sulfate de zinc, 5 ; charbon en poudre, 5.

Quel que soit le procédé, la désinfection ou l'absorption n'est complète qu'un jour au moins après un brassage énergique.

Transport, dépôt, épandage. La

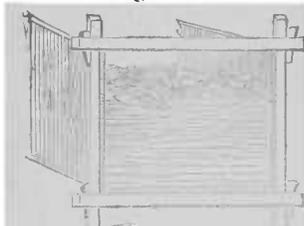


Grav. 33. — Barre à chaîne pour le transport des barils de vidange.

question de transport est importante pour un engrais qui contient 94 à 96 p. 100 d'eau. Elle se modifie, toutefois, suivant qu'on peut profiter d'un canal, d'un chemin de fer, de voyages en retour, etc. Ces matières exigent,

en outre, des récipients spéciaux. Aux environs de Lille, le cultivateur se sert sans répugnance de barils de 125 litres environ qu'on emplit au seau et que deux hommes chargent en long sur un chariot étroit. La barre à chaîne ou *tiné* des brasseurs (grav. 33), est très-commode pour le transport de ces barils. A Dunkerque, les vidanges sont enlevées par un entrepreneur dans des tonnes cylindriques de 3 mètres.

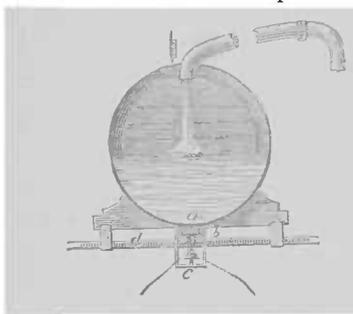
En Alsace, les cultivateurs charrient les engrais liquides dans de grandes caisses prismatiques, longues de 3 à 4 mètres, posées sur leurs étroits chariots.



Grav. 34. — Caisse pour le transport des engrais liquides en Alsace.

Ces coffres, ouverts à la partie supérieure des cadres en bois à clavette (grav. 34), maintiennent les joints serrés ; des bottes de paille jetées à la surface du liquide en empêchent le ballonnement et supportent le charretier quand il jette à la pelle le liquide autour du chariot.

Il existe des modèles très-variés de tonneaux de transport et de distribution d'engrais liquides.



Grav. 35. — Tonneau pour le transport des engrais liquides.

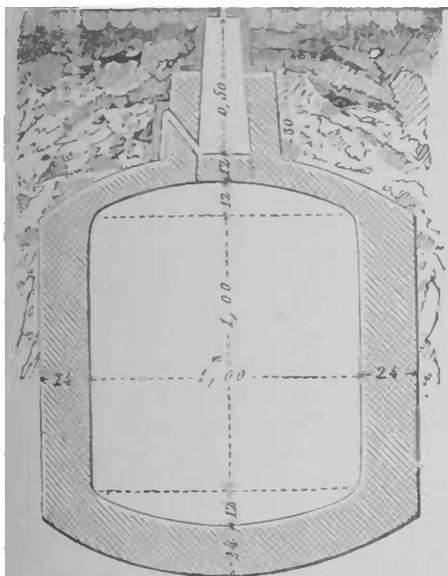
M. Moll emploie à Vaujours un tonneau perfectionné par M. Moreau, dont la gravure 35 donne la coupe ; l'eau s'échappe par un orifice orifice *a* de 0^m,05 ouvert au point bas de la tonne, et bouché par un tiroir *b* dont on découvre la lumière en poussant un levier horizontal que commande une tige à poignée glissant le long du limon à main ; l'engrais s'é-

chappe, et, rencontrant sur sa route le petit cône de métal ou *champignon c*, diverge en une gerbe qui arrose une bande très-nette. Ce tonneau avec ses roues coûte 320 fr. On pourrait, par économie, acheter le tonneau et les limons qu'on poserait sur une paire de roues quand on devrait s'en servir.

Fosses à engrais liquides. Outre l'avantage qu'elles donnent de conserver l'engrais pour le moment opportun, le dépôt en fosse permet d'en augmenter la qualité par la fermentation, la quantité par l'adjonction d'autres matières. Ces fosses, distinctes des citernes à urine des animaux qu'on rapproche des étables, se confondent quelquefois avec la citerne des fosses à fumier. Dans les contrées cependant où s'emploient les vidanges, en Flandre, en Alsace, en Provence, etc., on les isole et on leur donne une disposition spéciale : souvent c'est une fosse creusée dans le sol avec mur de 0^m.25 à 0^m.30,

suivant la poussée des terres, maçonnés en chaux et ciment, jointoyés à la chaux hydraulique, voûtés avec regards pour le passage des ouvriers et d'une pompe. Quelquefois on divise ces fosses en deux compartiments communiquant par une vanne : l'un reçoit les eaux d'égout des cours et sert à délayer les matières qui deviennent trop pâteuses dans la seconde, utilisée quelquefois comme pourrissoir.

La fosse flamande (grav. 36), placée ordinairement dans les champs, est une citerne voûtée pouvant contenir jusqu'à 200 mètres cubes ; la voûte est quelquefois plus élevée que



Grav. 36. — Fosse flamande à engrais liquide.

le sol et recouverte de la terre tirée de l'excavation. On laisse les matières fermenter dans ces fosses, en y ajoutant des tonneaux si elles sont trop liquides, des urines si elles sont trop claires ; ces matières prennent le nom de *decourte graisse*. Ailleurs, on se contente de simples fosses non voûtées, couvertes seulement d'une légère toiture en paille. Pour épargner les frais de construction et le travail, on profite d'un terrain incliné qui per-

mette de faire à l'aide des déblais de la partie supérieure une digue dans laquelle on ménage un conduit fermé par une bonde à cannelle. Les tonneaux pleins arrivent se vider au point culminant, et ceux qu'on veut remplir au point inférieur. La citerne est garnie du côté de la digue d'un mur de 0^m.33 ; un simple corroi de glaise, revêtu d'une brique de champ avec enduit de chaux hydraulique, suffit pour le reste ; on couvre le tout d'une légère toiture en paille pour empêcher les émanations et les évaporations.

Épandage des engrais liquides. Il se fait au tonneau, à l'écope ou à la lance. *Au tonneau*, l'appareil distributeur consiste soit dans le champignon figuré plus haut, soit, si le liquide est clair, dans un tube percé de trous ou mieux dans une caisse percée de trous où le liquide est déversé, soit par la chute du jet sur une simple planche qu'on lui oppose dans une direction plus ou moins oblique (système belge). On peut enfin adapter au tonneau un tuyau terminé par un tube ou lance.

Dans les jardins, les champs de peu d'étendue, ou lorsque l'état du sol et des emblaves ne permet pas le passage du tonneau, l'engrais est versé soit dans un cuveau de deux hectolitres environ qu'on déplace à mesure qu'on avance (méthode flamande), soit porté dans une tinette suspendue par deux tourillons sur les limons d'une brouette, de manière à rester toujours en équilibre, soit qu'on baisse ou qu'on relève ces limons (système allemand). Un ouvrier puise



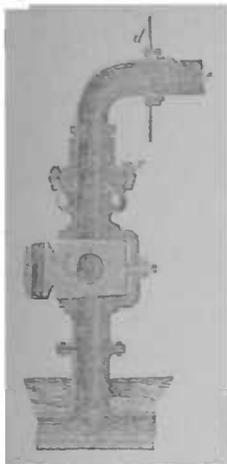
Grav. 37.—Ecoques

dans le cuveau ou la tinette, à l'aide d'une écope à bateau, ou de l'écope flamande *a*, ou enfin de l'écope hollandaise *b* (grav. 37), le liquide qu'il projette à sept ou huit mètres de distance autour de lui, ou le dépose au pied de chaque plante. On se sert encore d'une hotte munie à sa partie inférieure d'un tuyau à lance; le porteur dirige à volonté le liquide dont la hotte est remplie.

Système tubulaire. Ce système, appliqué par M. Moll, à la ferme de Vaujourns, consiste à disposer dans le sol, à 0 m. 40 ou 0 m. 50 de profondeur, des lignes de tuyaux de grès ou de fonte, munis de distance en distance de clapets ou robinets auxquels on peut adapter un tuyau d'arrosement à l'aide duquel on projette sur le champ l'engrais liquide amené dans ces tuyaux soit par le refoulement de pompes puissantes, soit par la simple action de la pesanteur.

Tous les 150 mètres environ, au tuyau principal s'articule un tuyau *a* sortant de terre et portant un robinet à boisseau (grav. 38) que M. Moll préfère au robinet à clapet; la lumière du robinet est circulaire pour ne pas déformer la veine liquide. Cette pièce en fonte, de 0^m.081 de diamètre, coût

55 lr. Une tête courbe couronne le robinet et s'y ajuste par deux



Grav. 38. — Robinet à boisseau du système tubulaire.

boulons *c*, et au moyen d'un presse-étoupe se porte vers telle direction qu'on veut; à cette tête peut s'adapter, au moyen d'un raccord dit à baïonnette, *d*, une conduite mobile *e* composée de tuyaux de tôle de 8 mètres de long, et 0^m.08 de diamètre. Un tuyau se relie à l'autre par l'intermédiaire d'un bout flexible de caoutchouc de 0^m.08 de long, renforcé par des spires de fil de fer; il est fixé d'un bout au tuyau par une bride et porte à l'autre bout un anneau avec raccord à baïonnette qui s'emboîte dans le tuyau suivant; on raccorde ainsi des longueurs de 150 à 200 mètres que soutiennent des chevalets de distance en distance; à l'extrémité de la ligne est un tube en caoutchouc avec lance; lorsqu'on

veut arroser, un enfant placé au robinet l'ouvre ou le ferme au commandement du porte-lance. Pour les points trop éloignés de la conduite maîtresse, on opère avec le tonneau d'arrosage décrit plus haut (grav. 35); le tonneau se remplit par la simple force de la pression au moyen du tube flexible qu'on maintient droit à l'aide de 3 perchettes, et qui fait ainsi l'office d'une grue hydraulique.

Le système tubulaire a été particulièrement appliqué aux déjections animales en Angleterre. D'après la méthode anglaise, on délaye les matières dans l'eau pour en faire emploi et on y ajoute du guano. Toutefois un petit nombre d'exploitations jusqu'à ce jour ont employé le système tubulaire; parmi elles on cite celles de MM. Harvey, Kennedy, Telfer, Ralphston, duc de Sutherland Littledale. Ce système économique la litière qu'on peut employer directement à la nourriture du bétail, il fournit un moyen de transport prompt et facile de l'engrais, il en conserve mieux les principes fertilisants avant l'emploi. Il permet de l'appliquer sous la forme la plus soluble et la plus assimilable, par doses successives, au moment le plus favorable et à la quantité maximum; d'un autre côté, il demande beaucoup d'eau, des dispositions coûteuses; il convient plutôt à l'herbe qu'au grain, aux climats

humides qu'aux contrées sèches. Les opinions sont très-partagées sur ses avantages et sur la valeur des chiffres fournis en ce qui concerne soit le prix d'établissement, soit les bénéfices réalisés.

Les résultats économiques diffèrent cependant suivant les conditions fort variées où s'applique le système; lorsque les réservoirs d'engrais dominent naturellement les champs et qu'on peut profiter de la force de gravitation, on économise en grande partie l'emploi dispendieux de la vapeur et des pompes, soit 12 à 15 pour 100 de la dépense. Les chiffres donnés par le *Bureau de santé* sur les frais d'établissement et la dépense courante des diverses exploitations anglaises à système tubulaire, et qui ont été reproduits par quelques publications, sont en général incomplets ou peu exacts; en les rectifiant cependant par la comparaison des chiffres de la comptabilité de Vaujours, évalués par hectare, on peut admettre les données que nous allons énumérer: il est à remarquer qu'au delà de 50 hectares, étendue qu'on peut prendre comme moyenne, le quantum diminue par hectare dans une certaine proportion. (Voir *Traité du drainage*, Barral, 4^e vol.)

1^o *Constructions et terrassements*. Disposition des étables, chiffre variable, soit 60 fr. par hectare; *réservoirs*, 2 à 3 mètres carrés par tête de gros bétail, ou 4 par hectare, 15 fr. le mètre carré. — Il faudrait encore ajouter des frais de nivellement, assainissement et drainage qui, dans beaucoup de circonstances, pourront être nécessaires.

2^o *Conduite fixe*. Tuyaux en fonte de 0^m.10, avec regards et robinets par 100 mètres, prix du mètre tout posé, fonte, 7 à 8, tôle bitumée, 5 à 6 (grès ou papiers bitumés un peu moins chers mais moins solides), 50 mètres à l'hectare.

3^o *Machine à vapeur*. Force d'un cheval par 5 hectares, pompe 2,000 fr., 50 fr. par hectare.

4^o *Conduite mobile*. Tubes métalliques, réunis par des raccords flexibles, généralement substitués à la gutta-percha peu solide, noyau en caoutchouc, cuir, toile, 200 mètres à 6 ou 8 fr., accessoires 1,000 fr.; en résumé, pour frais d'installation, on aurait pour une exploitation de 50 hectares une somme de 400 à 450 fr. par hectare, composée de :

Constructions 75 fr., conduite fixe 300, machine à vapeur et pompe 200 fr., conduite mobile et matériel 50 : total 425.

Avec la gravitation on pourrait diminuer des $\frac{3}{4}$ la dépense des pompes et machines, resterait 350 fr.

Un Anglais, M. Peter Love, a conseillé, pour épargner les tuyaux fixes principaux, un système de tuyaux portatifs enroulés sur un cylindre. On trouvera décrit, dans le *Journal d'agriculture pratique* de février 1860, cet appareil, qui n'a pas reçu, du reste, la sanction de l'expérience.

La quantité d'engrais liquide à employer varie : en Flandre, on ajoute quelquefois au fumier pour le colza 60 mètres cubes de courte graisse, autant et plus pour le tabac, ensuite 12 pour du froment et en 3^e année 12 pour de l'avoine; en Alsace, on met 30 à 40 mètres cubes sur le tabac, le chanvre, la navette, dans la vallée de l'Ourcq. On calcule sur une moyenne de 50 hectolitres de vidanges de Bondy, répandues en 3 fois pour les fourrages; si on répand sur des plantes en été, on mêle aux vidanges $\frac{3}{4}$ d'eau; la dose doit être moindre pour le froment dont cet engrais provoque la verse. La qualité saccharifère des betteraves est altérée par l'emploi des vidanges. Les plantes faibles au printemps, celles dans lesquelles on veut développer une végétation abondante et rapide, se trouvent bien de cet engrais, sa durée n'excède pas une année.

§ IV. — Poudrette

Ce résidu sec des matières fécales s'obtient par plusieurs procédés.

Procédé ancien dit de *Montfaucon* : Plusieurs bassins peu profonds sont divisés en étages de manière à pouvoir se déverser les uns dans les autres. Le bassin supérieur reçoit d'abord les vidanges dont les matières épaisses se déposent; on décante, à l'aide d'une vanne qu'on baisse, les eaux surnageantes qui vont former à leur tour un dépôt dans le bassin inférieur; on décante de nouveau dans un troisième bassin, où après avoir laissé un dépôt insignifiant, les eaux *vannes* sont écoulées dans une rivière ou un boitout.

La matière des dépôts enlevée à la drague est portée sur des plates-formes disposées en pente pour l'écoulement des eaux pluviales; là on achève de l'égoutter et de la dessécher à l'aide de hersages et de remaniements successifs : 4 ou 5 ans

étaient autrefois nécessaires pour achever ce travail. Aujourd'hui, l'opération est accélérée par le mélange de poudres charbonneuses aux matières épaisses après décantation; les eaux vannes expulsées sont traitées par la chaux; l'ammoniaque se dégage, et, reçu par des acides sulfuriques de peu de valeur, il se convertit en sulfate. On a calculé que 100 kil. de poudrette pure étaient le produit de 800 kil. de matières épaisses.

Autre procédé indiqué par M. Rohart. Lorsque les vidanges sont moins liquides, on fait avec des terres tourbeuses ou des tannées sèches un bassin semblable à ceux destinés à éteindre la chaux. On y déverse les vidanges dont la partie humide imbibé les parois et le fond même auquel on laisse une épaisseur en tourbe ou tannée de 0,35 ou 0,40. Les matières animales et ammoniacales sont retenues par ces substances : lorsque après plusieurs filtrations elles en sont suffisamment chargées, on en fait des tas que la fermentation convertit en un excellent terreau, la partie solide des vidanges peut être recueillie et mélangée à des matières absorbantes et désinfectantes : des poussières de charbon, des cendres noires, des terres desséchées peuvent servir à cet usage. On mêle simplement aux fumiers si on ne dispose que de faibles quantités.

La poudrette faite par l'ancien procédé pèse 60 à 70 kilog., doit contenir 30 pour 100 environ de matières organiques, 2 d'azote et 7 à 8 de phosphates; le prix de 100 kil. de fumier serait de 6 à 7 francs. Les *poudrettes* du commerce sont loin de présenter ces conditions; le prix varie de 3 à 6 fr. l'hectolitre. *Dose* par hectare : 15 à 20 hectol. On applique la poudrette sur les céréales au moment de la semence, sur les plantes commerciales, rarement sur les fourrages et les prés.

§ V. — *Fientes des animaux.*

Chevaux, bœufs et vaches.

Ces excréments sont généralement appliqués à l'état de *fumiers* ou de purin.

Crottin de cheval, âne ou mulet, Valeur médiocre, 0^k,5 d'azote par 100 kil.; employé frais il a peu d'action, fermente mal seul, serait avec avantage arrosé d'un peu d'eau salée et

sulfatée qui conserverait l'ammoniaque; il est plus convenable de le mêler aux fumiers.

Fiente de vache ou bœuf. On peut en recueillir une certaine quantité dans les herbages. Le meilleur procédé est l'emploi en purin; répandue fraîche elle a peu d'effet; réunie en tas mêlés de plâtre, de terre, etc., elle forme d'excellents composts. Dans les herbages bien tenus, comme nous l'avons vu pratiquer chez M. Caudron, au Nouvion, M. de la Boire, près d'Isigny, les bouses réunies à la pelle en petits tas sont délayées dans l'eau et répandues sur les parties de l'herbage les plus rongées.

Dans le pays de Bray (Seine-Inférieure), on fait parquer les vaches sur les pâtures, en les réunissant dans des parcs assez semblables à ceux des moutons, mais dont les claies sont plus fortes. On calcule qu'une vache peut fumer ainsi journellement 15 centiares; c'est une fumure d'environ 2 kil. par mètre carré, ou 20,000 kil. à l'hectare; on écarte les bouses qui, répandues superficiellement, ont peu d'effet.

Moutons, parcage.

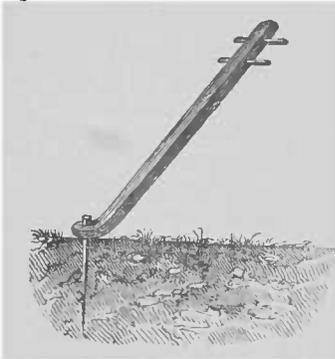
Dans les grandes bergeries du Midi, les crottes sont assez souvent balayées le matin et mises de côté pour être vendues au prix de 2 fr. à 2 fr. 50 l'hectolitre. Mais le mode le plus généralement employé dans le Nord et l'Est pour tirer parti des déjections du mouton est le *parcage*.

Avantages et inconvénients. Le parc dispense de l'emploi des litières, il évite le transport des engrais, il plombe les sols légers, c'est une fumure partielle dont on peut facilement régler la quantité; le parc rend la laine forte, nerveuse, élastique, et peut concourir à la guérison du piétain; les animaux y sont mieux qu'à la bergerie dans les nuits d'été. Toutefois on objecte contre cette méthode qu'avec une litière et une humidité suffisantes le mouton fait à la bergerie relativement plus d'engrais; que, par leur exposition à l'air, au soleil, à la pluie et par suite de la végétation adventice, les déjections perdent de leur principes fertilisants; une terre trop humide ou trop proudreuse, des orages, de brusques changements de température, l'attaque des loups, des chiens même, sont

encore d'autres objections contre le parcage; la laine donne moins de poids à la tonte, elle se salit, perd de sa douceur; un berger négligent, maladroit, plus difficile à surveiller, peut compromettre la santé du troupeau, appliquer inégalement l'engrais, etc.

Matériel du parc. *Claies* de bois, elles sont : 1° en *clayonnages*, perchettes de coudrier ou de châtaignier entrelacées : longueur 2 à 3^m, hauteur 1^m.20 à 1^m.50. Prix 1 fr. 50 (dans l'Aisne et le Nord), durée 4 à 5 ans. Elles forment un abri vers lequel se portent les moutons qui parquent ainsi inégalement; 2° en *roulons*, baguettes grossièrement planées engagées dans des montants percés à la tarière; mêmes dimensions. Prix 4 à 6 fr., durée 6 à 7 ans (Beauce); 3° *claires en lames* de bois de chêne (grav. 40), 2^m sur 1^m.20, montants 0,04 sur 0,03, lames 0,06 sur 0,02 d'épaisseur, écartement 0,10 à 15. Prix en chêne simplement refendu 4 à 6 fr., en chêne scié 7 à 8 fr., peinture à 2 couches, pour ces dernières 1 fr. 50; durée 10 à 15 ans.

Clais de bois et fer. M. Carette emploie des clais solides et légères en même temps formées de montants réunis par des baguettes de fer rond de 2 millim. de diamètre; prix 4 f. *Claies en fer*, très-employées en Angleterre.



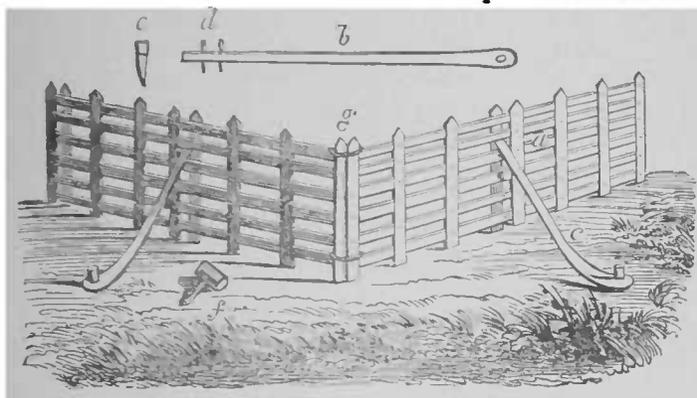
Grav. 39. — Crosse pour maintenir les clais.

Les clais de bois sont dressées et soutenues comme l'indiquent les grav. 39 et 40; *a*, intervalle ménagé pour passer le bras quand on porte la claie; *b*, crosse ordinairement en bouleau ou châtaignier vue de face; *c*, la même de côté; *d*, chevilles destinées à serrer les deux clais réunies; *e*, chevilles de bois de chêne très-dur, tête à mentonnet qu'on enfonce à l'aide d'un maillet *f*, après l'avoir fait entrer dans la mortaise

de la crosse. On arrache facilement la cheville en soulevant la crosse qui fait office de levier.

La cabane, sur deux ou quatre roues, a la forme d'un grand

coffre de 2^m,30 de long et 1 mètre de large, 1 mètre de hauteur sur les côtés; un petit toit à deux pentes sur lequel on étend des paillassons dans les grandes chaleurs recouvre le tout; ce toit a les bords saillants, de manière à former dans les deux pignons un petit abri contre la pluie ou l'ardeur du soleil. A l'intérieur de la cabane est un matelas pour coucher le berger, une planche et un casier pour recevoir quelques objets et un crochet où on append un fusil. Quelques ouvertures grillagées avec fermeture à coulisse permettent au ber-

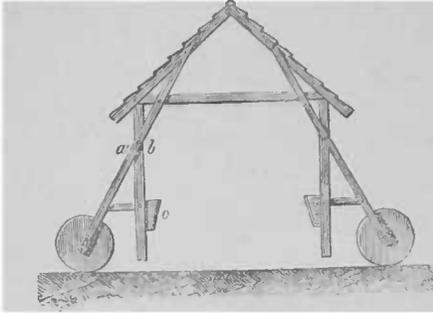


Grav. 40. — Claires en bois.

ger de voir de tous côtés et d'établir une ventilation suffisante. La porte est munie d'une serrure. Les chiens couchent sous la cabane, sans loge spéciale. La cabane sera peinte à 2 ou 3 couches à l'huile; on garantit quelquefois le toit et les parois de paillassons légers contre l'ardeur du soleil. Dans la montagne, la cabane du berger se compose quelquefois d'un simple abri portatif.

Parcs couverts. Pour parer aux inconvénients des intempéries, et prolonger l'emploi du parc, on a proposé des parcs couverts. En 1851, M. Husson exposait un parc couvert en toile imperméable se déplaçant à l'aide de galets sur des rails en bois; une toile imperméable est étendue sur 2 ou 3 formes légères; prix du parc couvrant 150 mètres carrés, 1,200 fr., soit 9 fr. le mètre. MM. *Carette* et *Théry* ont essayé dans l'Aisne de petites bergeries roulantes de 3 mètres sur 4, en

voliges, du prix de revient de 36 à 40 fr., soit 3 à 4 fr. par mètre carré. L'expérience n'a pas encore sanctionné ces inventions ; la dernière, toutefois, nous paraît plus pratique, si on parvient à donner assez de solidité aux assemblages. La



Grav. 41. — Parc couvert.

grav. 41 donne une idée de ce parc couvert. *a, b*, 4 poteaux en chêne de 1^m.50 et de 0^m.08 sur 0^m.13, supportant 2 fermes en sapin de même échantillon, avec 4 grandes entre toises formant liens pour l'assemblage et munies de roulettes à l'aide desquelles on fait cheminer la bergerie ; *c*, auge. Largeur de la

bergerie, 3^m,50, longueur 4^m.

Sols et récoltes à parquer. On parque les sols perméables et sains. Le mouton tasse trop les terrains compacts et humides, il peut d'ailleurs y contracter la pourriture. Le parc donne de la consistance aux terres légères et les dispose à porter du froment ; il est convenable de parquer les terres les plus éloignées et les moins accessibles. Ordinairement on parque pour le froment, le colza ; quelquefois sur les prairies naturelles ou artificielles languissantes, sur un trèfle enfoui pour froment.

Le parc devra être plus faible sur une jachère verte et déjà fumée, sur terre riche il dispose le froment à la *verse*.

Les premiers parcages servent aux pépinières de colza, aux fourrages verts enfouis, etc. Dans des terres légères non battantes le parc se prolonge quelquefois sur les terres ensemencées. Le parc sera moyen sur les terres légères, plus fort sur les sols argileux, sur le colza, la gaude, sur les cardères, etc., quelquefois il complète une demi-fumure, surtout en engrais froids.

Préparation. La terre sera disposée à l'absorption des urines par un labour léger ou un coup de scarificateur ; le sol devra être uni, les mottes s'opposant à un parcage régulier.

Époque, surface, durée. Dans le Nord et le Centre on fait parquer, de la mi-avril à la mi-novembre, les troupeaux à laine commune; ceux à laine fine, en mai ou après la tonte jusqu'en octobre.

La surface à parquer par mouton varie suivant l'abondance de la nourriture, la taille de l'animal, son séjour dans le parc, l'intensité qu'on veut donner à la fumure, etc., si le pâturage est abondant, si pour s'alimenter le mouton ne doit pas parcourir de trop grandes surfaces. Si le coup de parc est plus prolongé, on pourra agrandir l'espace, toutefois dans certaines limites, les moutons s'emparquant mal dans une trop grande, enceinte. Les brebis, à poids égal, font, dit-on, un parc plus fort que des moutons; le fait est au moins à vérifier. Un mouton moyen de 33 kil. poids vif parque de 0^m,75 à 1^m,50 par coup de parc, soit par 100 kil. en poids du troupeau : parc faible 5 mètres, parc moyen 3^m,30, parc fort 2^m,30. D'après les données exprimées plus haut, en supposant un parc moyen de 3^m.20 par tête et par jour, et en admettant que le mouton reste 12 heures hors du parc, l'hectare recevrait 5,000 à 6,000 kil. de déjections et 60 à 80 kil. d'azote.

Faisons remarquer ici que l'évaluation qui se fait quelquefois de la force du parc, en raison du nombre de moutons par claie, est très-inexacte, si on n'indique en même temps le nombre et la longueur des claies et la forme du parc. En effet 8 claies de 2 mètres disposées en carré comprennent 16 mètres carrés, et 16 claies en contiennent 64. Ces 16 claies disposées en rectangle pourraient ne comprendre que 28 mètres carrés.

Conduite du parc. Le parcage de nuit varie un peu suivant les saisons. De mai à septembre, il est de 10 à 12 heures environ, partagées en deux passées : la première, de 4 à 5; la seconde, de 6 à 7, de septembre à octobre. Il dure 13 et même 15 heures dans des conditions de sol et de température convenables.

Le troupeau entre au parc après le coucher du soleil. Dans les jours longs et les localités où les pâturages sont bons, le berger change le parc vers une heure et quelquefois même deux heures du matin. Le cultivateur doit veiller à ce que les changements se fassent régulièrement pour que la répartition du crottin soit uniforme. Lorsqu'il n'y a point de rosée, les

troupeaux quittent le parc vers huit heures du matin et souvent dès sept heures; mais dans les contrées du Nord, et en automne, on attend que la rosée soit entièrement dissipée. Avant de quitter le parc, le berger change de place celui dans lequel les animaux ont été renfermés. Ce nouveau parc est destiné à recevoir le troupeau au milieu du jour; le troisième parc commence vers dix heures du matin et se termine vers deux, trois et quatre heures de l'après midi. Dans beaucoup de fermes, surtout pendant les chaleurs, le parc du jour n'a pas lieu, et les animaux restent à la bergerie où on leur fournit des litières.

Enfouissement. Quoique plusieurs agronomes pensent que les déjections du parc non enfouies perdent peu de leur valeur fertilisante, on saupoudre avec avantage de plâtre le parcage non enfoui. Dans les terrains froids, et en automne, la déperdition est sans doute peu considérable; des nitrates même peuvent se former cependant dans les terres chaudes et légères, et, pour les premiers parcs, la pratique se hâte de mêler le parcage au sol par un coup d'extirpateur ou un léger labour. Dans les terres légères, le labour pourra descendre à 12 et 15 centimètres; la verse sera moins à craindre.

Durée. Une année. Quelques traces se manifestent cependant deux ans après un parcage énergique bien enfoui.

Fiente des oiseaux.

La *fiente de pigeon* ou *colombine* est un engrais très-énergique, elle dose sèche 8 à 9 pour 100 d'azote. Sa production diminue avec le nombre des pigeons, que l'intérêt bien entendu de la culture restreint tous les jours. Les grandes plaines de la Beauce, de la Picardie, celles de Lot-et-Garonne et du Gers, ont encore d'assez nombreux colombiers, dont la colombine est employée. Dans le Pas-de-Calais et le pays de Caux, le produit en fiente d'un colombier de 400 à 500 couples est de 1,500 à 1,800 kilogr., soit 35 à 40 hectol. (pesant 40 à 45 kilogr.). Dans le Pas-de-Calais, on vend d'assez grandes quantités de cet engrais qui, malheureusement, est quelquefois falsifié. La colombine vaut 10 à 12 fr. les 100 kilogr. On évalue de 40 à 50 c. le produit en fiente d'une couple de pigeons fuyards

Il est convenable de recueillir au moins tous les mois la fiente, et de la mêler à un peu de plâtre ou de la terre sèche pour éviter la déperdition de l'ammoniaque.

Employée comme le guano en automne ou au printemps en poudre, mélangée à des cendres en *dilution*.

Poulaite ou fiente de poule, à laquelle se réunit ordinairement celle de *canard*. M. Giot estime à 50 litres par an la fiente d'une poule, elle est analogue à la colombine et s'emploie dans les mêmes conditions.

La *fiente d'oie* est peu estimée; on l'accuse de brûler les prairies où paissent ces animaux; mélangée au fumier elle peut devenir un riche engrais.

Urine des animaux

L'emploi des déjections animales à l'état liquide a lieu depuis des siècles dans les pays de montagnes, tels que la Suisse, le Tyrol, les Vosges, etc. La pénurie de litière, des eaux abondantes pour diluer les matières, des pentes naturelles pour entraîner sans dépense les eaux chargées, une culture presque exclusivement herbagère, toutes ces conditions ont amené naturellement l'usage de l'engrais liquide. En Suisse, l'engrais liquide ainsi obtenu prend le nom de *lizier* ou *lizée*.

Lizier. Dans les étables où se fait cet engrais, l'emplacement de l'animal présente une pente d'environ 0^m,40; le point le plus bas vient aboutir derrière l'animal à une rigole en bois de 0,30 à 0,40 de profondeur, et d'une largeur à peu près égale terminée à ses deux extrémités par deux petites vanes, qui se lèvent d'un côté pour recevoir l'eau d'une source, de l'autre pour évacuer le lizier dans des fosses maçonnées et parfaitement étanches, creusées souvent dans l'étable même. Ces fosses sont au nombre de 4 ou 5, d'une capacité proportionnée à la quantité que l'étable peut produire en un mois, temps que dure habituellement la fermentation, soit 2 mètres carrés par tête.

À l'eau introduite le soir dans la rigole viennent se joindre pendant la nuit une partie des déjections des animaux; le marcaire y ajoute le matin les fientes restées en dehors, écrase et délaye les parties les plus consistantes, fait du tout une purée liquide qu'il fait écouler dans l'une des caisses.

Ordinairement, la première caisse est remplie aux $\frac{3}{4}$, puis on dirige le mélange dans la seconde, qu'on remplit de même partiellement, puis dans la troisième et ainsi de suite. On mélange ordinairement aux déjections dans la rigole $\frac{3}{4}$ d'eau pour des vaches laitières, $\frac{4}{5}$ pour des bêtes à l'engrais.

On reconnaît que la fermentation est opérée quand la matière de la fosse se partage en 3 parties : un *précipité* de matières solides, une *partie liquide* intermédiaire, à la surface de laquelle est une croûte ou *chapeau* de 0^m.30 à 0^m.40 d'épaisseur. La partie liquide est enlevée et déversée par une pompe dans une caisse portée sur un chariot et à peu près semblable au récipient alsacien (grav. 34). L'épandage se fait, soit par un orifice de la caisse, soit à l'écope, sur les prairies au printemps et après la fauchaison; sur les céréales, en hiver ou au printemps; sur les terres non couvertes on peut y joindre le fond des fosses qui nuirait au contraire aux plantes de végétation. La quantité appliquée varie de 25 à 50 mètres cubes; sur les prairies à plusieurs coupes la dose peut s'élever en 3 ou 4 fois à 80 mètres cubes par hectare

CHAPITRE V

FUMIERS.

Mélangées avec des matières plus ou moins absorbantes qu'on nomme *litières*, les déjections animales forment les *fumiers*. On distingue ceux-ci en fumiers de cheval ou d'écurie, de vache et bœuf ou d'étable, de mouton ou de bergerie, de porc, de chèvre, de lapin, etc. Le fumier prend encore le nom de fumier de ferme, fumier de cour, fumier long, court, pailleux, gras, frais, consommé, etc.; tous ces mots se comprennent sans explication. Le fumier *chaud* est celui qui fermente rapidement et développe beaucoup de chaleur, il est riche en alcalis et en matières azotées; le fumier *froid* a des propriétés opposées.

I. — *Litières*.

On emploie à cet usage : 1^o des pailles, tiges et feuilles; 2^o diverses matières végétales absorbantes, sciures de bois, charbon, etc.; 3^o des cendres de terre, des marnes. Les meilleures litières sont celles qui absorbent le mieux les déjections et en conservent les principes fertilisants; 400 kil.

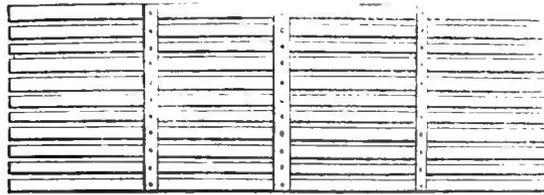
des matières suivantes peuvent absorber d'eau en kil. : pailles de sarrasin, de féverole, de vesces, roseaux, 250 à 300; pailles d'orge et d'avoine, 260 à 280; de froment, 200 à 250; de seigle, 200 à 220; tiges de colza, 200; de topinambours, 160 à 200; feuilles, 160 à 200; tourbe, 150 à 200; genêts et bruyères, 100 à 150; cendres, 70 à 90; terres argileuses, 50 à 60; marne, 30 à 50; sable, 25 à 30. Dans l'ordre de leur richesse en principes azotés, phosphates et potasse, les litières peuvent être placées ainsi : fanes de vesces, pois, féveroles, pommes de terre, feuilles, buis, fougère, genêts, tiges de colza, d'œillette, pailles de froment, avoine, orge, sarrasin, seigle, bruyères, cendres, marnes, sables marins, terres argileuses, sables.

Comme litières souples et flexibles, appropriées à l'usage des animaux, les pailles des céréales viennent en première ligne. Les tiges de topinambour, colza, œillette, les genêts et bruyères, fougères, buis, etc., ont besoin d'être un peu écrasées; la sciure de bois, la tannée qu'on peut également utiliser comme absorbantes doivent être soumises à une fermentation plus prolongée. Quelquefois on coupe la paille en 2 parties, dont le côté de l'épi est conservé comme fourrage, le reste comme litière. On obtient un résultat semblable en faisant passer toutes les pailles dans les râteliers.

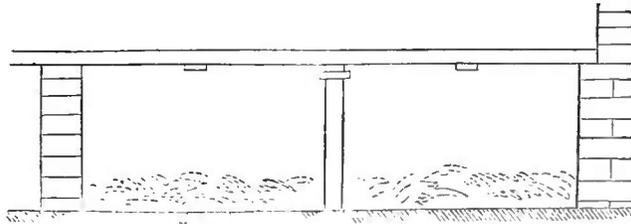
La quantité de litière est déterminée par la faculté absorbante des matières et l'eau des déjections, variable elle-même suivant les espèces, le régime, le séjour de l'animal à l'étable, les saisons, l'enlèvement plus ou moins fréquent du fumier. Il y a plus d'urine à absorber l'hiver, plus pour un animal de rente à stabulation continue, plus pour un animal nourri au vert; la même quantité de litière absorbera d'autant plus qu'elle séjournera davantage sous les animaux, qu'elle sera plus sèche, plus broyée, mieux jonchée, mieux répartie. Enfin la quantité de litière se modifiera encore suivant qu'on voudra plus de purin en dehors du fumier, un fumier plus pailleux ou plus humide. Les quantités journalières de litières pailleuses dans lesquelles rentrent les résidus de paille et fourrage non consommés sont dans les cas les plus ordinaires : cheval, 2 à 3 kil.; bœuf ou vache, 3 à 4 kil.; mouton, 0^k,5; porc, 1^k,5.

Terre litière. Quand les pailles sont rares ou chères, on

emploi avec avantage la terre séchée l'été au soleil, et conservée sous des hangars; on l'applique plus particulièrement aux bergeries et dans le Midi plutôt que dans le Nord. La terre argileuse plus absorbante, et conservant mieux les principes ammoniacaux, est préférable, les marnes litières peuvent dans certaines conditions favoriser le dégagement de



Gravure 42. — Planchie à claire-voie.



Grav. 43. — Coupe d'un plancher à claire-voie.

l'ammoniaque. Dans le département de Vaucluse, suivant M. de Gasparin, on répand tous les 8 jours dans quelques bergeries 2 m. c. 250 de terre pour 100 moutons, et au bout de 2 mois on retire pour 18 mètres cubes 27 mètres d'un fumier dosant 0,05 d'azote pour 100. On estime que 10 mètres égalent 14 mètres de fumier avec litière de paille, c'est environ 2 à 3 litres de terre par mouton et par jour.

À la Saussaye, la terre litière a été essayée en 1859, à la dose de 18 à 20 litres par tête de vache; le prix d'extraction, séchage, dépôt, charroi, était évalué à 2 fr. le mètre cube, soit 0^{fr}.002 le litre, prix peu élevé. Les terres litières, exposées à l'air sous un hangar et humectées, peuvent devenir de véritables nitrifiées et augmenter considérablement leur pro-

portion d'azote. Dans une expérience de M. Boussingault (*Mémoire sur le terreau*), les nitrates d'une terre végétale ainsi déposée se sont élevés de 12 grammes à 268 grammes par mètre cube en 3 mois. Le *litièrement* en terre exige plus de surveillance, de soins et de dépense pour la préparation de la terre, la répartition et l'imbibition égale, l'enlèvement, le dosage de la fumure, l'épandage dans les champs.

Nous avons vu employer simultanément la terre et la paille litière, mais celle-ci courte ou hachée. M. Nivière fixait par bœuf 3 kil. de paille coupée, 4 kil. de cendres, 0^k,5 de plâtre.

Les étables ou bergeries dont les planchers à claire-voie laissent tomber les déjections dans une fosse où elles sont mêlées à des terres ou matières absorbantes sont particulièrement propres à l'emploi de la terre litière ; ces dispositions, à côté de leurs avantages, exigent des dépenses d'établissement et d'entretien, une manutention et une surveillance qui jusqu'ici en ont limité l'adoption. La grav. 43 donne la coupe en travers d'un de ces planchers, et la grav. 42 le plan d'un compartiment ; deux de ces compartiments bout à bout peuvent mesurer la largeur de la bergerie, ils sont mobiles et s'appuient d'un bout sur un épaulement du mur même de la bergerie, de l'autre sur un petit mur de brique ; un piquet de bois soutient le milieu. Dessous règne une fosse de 0^m,50 où tombent les déjections pour se mêler à un peu de terre et de plâtre. Une petite griffe à 2 lames sert à nettoyer l'entre-deux des barettes de 0^m,03 environ.

§ II. — *Diverses espèces de fumiers.*

La nature des fumiers varie suivant les animaux qui l'ont produit et la nourriture de ces derniers. La nourriture animale donne un fumier plus riche, les grains viennent ensuite, puis le foin et enfin la paille ; le fumier d'un jeune animal, d'une vache à lait ou en gestation, est moins riche que celui d'un animal de travail à nourriture égale. L'animal à l'engrais fournit un fumier d'autant meilleur qu'il approche le plus du fin gras. Nous donnons ci-dessous les analyses faites par M. Boussingault, du fumier des grands animaux domestiques, et celle d'un fumier de ferme auquel se mêlent souvent des boues et des résidus divers ; cette dernière espèce de fumier variera

nécessairement beaucoup suivant les lieux, l'état de fermentation, le traitement, etc. Il en sera de même des fumiers spéciaux. Le tableau suivant résume la composition chimique de divers fumiers analysés par M. Boussingault. Cette composition est indiquée pour 1,000 kil. de fumier sec; on retrouvera en kil. celle de 1,000 kil. de fumier à l'état ordinaire en multipliant les chiffres par celui de la matière sèche et en séparant 3 chiffres décimaux : ainsi le fumier normal de ferme contient en azote $20 \times 200 = 4^k,000$.

Fumier à l'état ordinaire.

	Cheval.	Bœuf. Vache.	Mouton.	Porc.	Ferme.
Matière sèche de 1,000 k.	326 ^k	282 ^k	384 ^k	272 ^k	200 ^k
Eau de 1,000 k.	674	818	616	728	800

Composition de 1,000 kil. de fumier à l'état sec.

Matières organiques.

Oxyg., hydrog., carbone.	873,640	887,100	877,450	831,300	866,200
Azote.	25,000	18,810	21,460	28,970	20,000

Matières minérales.

Acide phosphorique. . .	7,130	7,110	5,290	7,640	9,700
Acide sulfurique.	2,390	3,750	2,510	8,633	6,300
Chlore	2,300	2,650	2,350	3,290	1,900
Potasse	20,710	18,030	20,550	62,570	25,100
Soude.	1,440	1,320	1,560	0,000	0,000
Chaux	16,280	14,840	17,290	6,570	27,500
Magnésie.	7,890	7,390	7,320	8,630	11,600
Silice.	42,000	38,060	43,310	41,410	212,600
Oxyde de fer et mangan.	1,220	0,940	0,910	0,990	19,300

D'après la composition indiquée au tableau ci-dessus, composition qui se rapproche beaucoup de celle du fumier de la plupart des fermes, le *fumier de porc* bien traité serait plus riche en azote et en sels alcalins; il devra même sous ce rapport être employé avec discernement, et mélangé avec le fumier de ferme. Le peu de cas qu'on en fait dans quelques contrées tient soit au préjugé, soit au peu de soin qu'on lui donne et à la mauvaise alimentation de l'animal. Le *fumier de cheval* serait plus énergique que celui de mouton, mais la plupart des déjections du cheval étant rejetées hors de l'écurie, le fumier de mouton, si la litière n'est pas en excès, l'emporte

souvent. Le *fumier d'étable* serait un peu moins riche que les précédents; ce qui tient à une alimentation dont le grain est souvent banni.

Le fumier de cheval, s'il est un peu plus humide et imprégné d'urines qui sont plus alcalines, est plus fermentescible; avec l'eau et le tassement on en modère la fermentation, et on l'amène presque à l'état du fumier de bœuf.

Les fumiers de *mulet* et *d'âne* sont analogues à celui du cheval; leur médiocrité habituelle tient à une alimentation pauvre; le fumier de *chèvre* ressemble à celui du mouton; le fumier de *lapin* est ordinairement énergique par suite sans doute de la proportion relativement minime de litières.

Le mélange des fumiers est généralement une chose convenable, à moins que l'exploitation ne renferme des terres comportant un fumier plus actif ou plus compact; pour éviter des manutentions onéreuses, le mélange des fumiers de cheval à ceux de mouton s'opère quelquefois en portant dans la bergerie le fumier de l'écurie, ou en plaçant sous les vaches la litière retirée de l'écurie.

Il existe, comme on peut le comprendre, dans la composition des fumiers, des différences très-grandes dues à la nourriture, aux litières, au traitement du fumier lui-même; le tableau suivant, donné par M. Boussingault, en est une preuve; les chiffres, à l'exception de ceux de la première et de la dernière colonne, se rapportent au fumier sec.

	Eau.	Matières organiques.	Matières minérales.	Azote.	Acide phosphorique.	Azote des fumiers humides.
1. Fumier de Bechelbronn.	793	142	65	20,0	10,0	4,0
2. — de Liebfrauenber .	830	108	62	20,6	15 0	3,5
3. — d'une ferme anglaise.	650	247	103	18,2	22,3	6,3
4. — de l'école de Grignon.	705	192	114	24,5	30,0	7,2
5. — du Jardin des Plantes.	668	280	52	16,0	7,9	8,9
6. — d'auberge (Gasparin).	605			20,0		6,9

On est convenu de considérer comme fumier normal un fumier analogue à celui de Bechelbronn, contenant pour cent 80 d'humidité, 0,4 d'azote et 0,9 d'acide phosphorique; faible pour les bonnes exploitations, c'est cependant une moyenne qu'on peut admettre pour la généralité de nos fermes.

Unité de fumier, poids, volume. On admet généralement comme unité de fumier : 1^{re} *en poids*, soit 1,000 kil. à l'état humide contenant 800 kil. d'eau, 4 kil. d'azote, 2 kil. d'acide phosphorique, soit 1,000 kil. à l'état sec, contenant 20 kil. d'azote, 10 kil. d'acide phosphorique; cette seconde unité est à la première comme 1 à 5. On se sert dans l'usage des unités de la *voiture* à 1, ou 2 chevaux, du *fumeron* (tas déposé dans le champ pour être éjandé); ces unités n'ont rien d'exact. Le mètre cube lui-même varie dans des proportions considérables suivant la composition, le tassement, l'humidité, etc. Voici approximativement en moyenne le poids du mètre cube du fumier en tas :

Fumier de cheval ou mouton pailleux, frais, peu tassé, 0,40 d'eau..	Kil. 300
Le même, plus brisé, plus tassé, 0,50 d'eau..	410
Le même, moins pailleux, fermenté, 0,60 d'eau.	600
Le même tassé, demi-consommé, 0,70 d'eau..	700
Fumier de vache ou bœuf, pailleux, frais peu tassé, 0,60 d'eau.	600
Le même moins pailleux, peu tassé, 0,70 d'eau.	750
Le même, demi-consommé, 0,75 d'eau.	800
Le même consommé.	900 à 1000

Le fumier chargé du tas dans la voiture peut doubler de volume; jeté ou répandu sur le sol, il occupe un espace trente à quarante fois plus considérable.

L'unité de 1,000 kil. à l'état normal est la plus employée; elle se rapproche de l'état des fumiers bien traités, mis en tas convenablement arrosés. La seconde unité peut s'employer pour mesure des fumiers dont la quantité d'eau est très-inégale. Admettons, par exemple, qu'une bonne fumure exige 8,000 kil. du fumier sec pris comme unité de mesure, et qu'on dispose d'un fumier que nous supposons de même richesse, mais n'ayant que 0,40 d'eau et pesant 300 kil. le mètre cube. On devra employer de ce fumier en poids 8,000 kil. + $8,000 \times 0,40 = 11,200$ kil. ou en mètres cubes $11,200 : 300 = 37$ mètres cubes environ.

Quantité de fumier produite dans une ferme. Cette quantité peut se mesurer directement au poids et au volume par l'unité précédente, et s'estimer en valeur par le dosage en azote, phosphates, alcalis, de portions essayées à diverses reprises. Cette méthode est plus rigoureuse, mais demande

des opérations que peu de cultivateurs pourraient ou voudraient essayer.

L'évaluation indirecte par le rapport des fourrages et des litières aux fumiers est généralement admise. Cette méthode peut se formuler ainsi : « Ramener par le calcul le fourrage et la litière à l'état sec et multiplier ce chiffre par le rapport dont on vient de parler. » Or ce rapport est nécessairement variable suivant l'animal, son poids, ses produits, son régime plus ou moins aqueux, son séjour à l'étable, etc. Nous avons vu, page 117, qu'en supposant toutes les déjections recueillies, le rapport de celles-ci aux aliments était pour le cheval 2,45, le mouton 0,50, la vache 3,88. Ces chiffres diminuent en raison des matières non recueillies. Si, par exemple, 0,33 des urines de la vache vont dans la fosse à purin, si l'animal reste à la pâture 6 heures sur 24, soit 0,25, sa quantité diminuera de $3,88 \times 0,58 = 2,25$. Le chiffre du rapport restera 1,65 ; il en sera de même du cheval séjournant hors de l'écurie plus ou moins longtemps.

En général on admet approximativement que 1 de la matière sèche du fourrage donne 2 en fumier, et que les fourrages et les aliments ci-après renferment de matières sèche :

Foin de pré, trèfle, luzerne, sainfoin, paille tourteaux, sons, grains et graines.	100 ^k
Résidus de betteraves pressées.	30
Fourrages verts, pommes de terre.	25
Betteraves, carottes, topinambours, rutabagas.	22
Navets, choux, ieuilles, résidus de betteraves, distillés.	15

Partant des données ci-dessus, on détermine facilement le produit journalier ou annuel en fumier d'une bête dont on connaît la ration. Supposons la vache, dont on vient de trouver le rapport alimentaire au fumier de 1,65 : recevant par jour 40 kil. de fourrage vert, 3 kil. de son et 5 kil. de paille, elle donnerait en fumier $60 \times 0,25 + 8 = 23$ kil., c'est-à-dire 23 kil. qui, multipliés par 1,65, égalent 37 kil. 95. Si la même vache restait à l'écurie les 6 heures qu'elle consacre à la pâture, elle donnerait 1/4 en sus, soit 47 kil. environ, c'est-à-dire par an environ 12,000 kil. dans le premier cas, 15,000 dans le second.

On admet par une formule très-générale et empirique que le fumier normal produit annuellement par

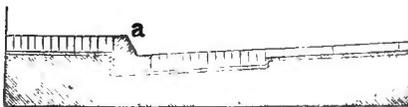
Un cheval est de 11,000	ou par 100 kil. de poids vif,	2,000 ^k
Un bœuf est de 11,000	— —	1,700
Une vache est de 12,000	— —	3,000
Un mouton est de 400	— —	1,300
Un porc est de 900	— —	4,500

§ III. — Traitement des fumiers.

Les fumiers se font soit : 1° dans des cours garnies de litières et entourées de hangars, méthode répandue en Angleterre; 2° à l'intérieur des écuries et étables, système à peu près exclusif en France et en Allemagne.

Fumier des cours, paddock, skutter shed, etc. Ce système favorable à l'élevage est vicieux pour le fumier, surtout dans les cours peu étanches et dépourvues de caniveaux qui recueillent le purin; le fumier en couches peu épaisses, brûlé par le soleil, lavé par les eaux, perd la plus grande partie de ses principes fertilisants; M. Voelker a trouvé par des analyses répétées qu'un fumier placé dans ces conditions avait en une année perdu les $\frac{2}{3}$ de son poids et plus des $\frac{2}{3}$ de son azote et de ses phosphates. Ce fait fâcheux se reproduit encore dans beaucoup de nos fermes. Les cultivateurs soigneux qui veulent profiter de l'élevage en plein air couvrent les emplacements où se trouvent répandus les fumiers sur lesquels séjournent les animaux; ceux-ci y sont plus sainement, le fumier reçoit leurs déjections, et, tassé sous leurs pieds, perd très-peu de ses principes fertilisants.

Fumier dans les étables. Dans ce système les fumiers sont, soit enlevés chaque jour et mis en tas dans un emplacement spécial, soit laissés plus ou moins longtemps sous les animaux et conduits directement aux champs. Dans l'un et l'autre système, des dispositions particulières sont données au sol des étables; l'une des plus convenables est celle indiquée grav. 44; les urines se réunissent à la partie *a* la plus basse et coulent dans une fosse



Grav. 44. — Inclinaison du sol des étables.

si on n'a pas accumulé en ce point assez de litière pour les absorber; dans le cas où on laisserait les litières plus ou

moins longtemps sous les animaux, il suffirait de donner plus d'élévation au rebord *a*. Avec le *curage* journalier, si surtout la litière est peu abondante et la nourriture aqueuse, on établit des *fosses à urines* isolées ou aboutissant à une fosse à purin commune ; on peut s'en dispenser en litiérant suffisamment les animaux, et en ne relevant pas la litière. Le curage journalier est considéré comme plus propre et plus salubre pour les animaux ; mais il est plus dispendieux et moins favorable à l'abondance et à la bonne collection du fumier.

La cour ou fosse à fumier, annexe nécessaire dans ce système, doit réunir les conditions suivantes : 1^o proximité des étables ou écuries ; 2^o exposition au nord s'il est possible, abritée de la sécheresse, éloignement convenable de la maison d'habitation ; 3^o abord facile pour l'apport du fumier, la mise en tas ou le chargement par les voitures, sans exiger, dans ce dernier cas, un trop grand effort des attelages ; 4^o étendue suffisante pour stratifier le fumier de plusieurs mois, faire plusieurs tas séparés ; 5^o fosse à purin et pentes convenablement ménagées pour y recueillir les jus des fumiers et écarter les eaux extérieures ; réserve d'eau pour arroser le tas quand le purin manque. Quelquefois on pratique une fosse (grav. 45) ayant au plus 0^m,80 à son point le plus

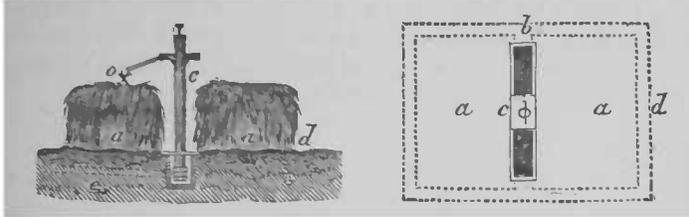


Grav. 45. — Fosse à fumier.

profond avec une pente de 0,05 à 0,08 au plus ; à l'extrémité se trouvent la fosse à purin *a*, une guérite-litrines *b*, une pompe à purin *c*. Lorsqu'on peut disposer d'un espace plus étendu, on donne une double entrée ; les voitures descendent d'un côté, remontent de l'autre, la fosse se place alors au milieu dans la longueur, ou, comme dans la fosse proposée par M. Boussingault, le passage est au milieu, la fosse dans l'un des angles. Un petit mur s'élevant de 0,35 à 0,40 au-dessus du sol a l'avantage de garantir le tas contre la chaleur, les eaux, les animaux, de maintenir la propreté, mais il rend l'abord de la fosse plus difficile.

La plate-forme à fumier (gravures 46 et 47), ne diffère de la fosse que par son aire plus plane ; sur un point dominant de quelques centimètres le niveau environnant, on dispose une aire en béton ou pavé posé à ciment *a*,

divisée dans le milieu par une fosse *b*, dans laquelle on fixe une pompe à purin *c* ; on peut faire communiquer la fosse à purin par un conduit *e* soit avec la fosse à purin des étables, soit avec un réservoir qui reçoit les eaux des toits et de la



Grav. 46. — Plate-forme à fumier.

Grav. 47. — Plan d'une plate-forme à fumier.

cour. Ces conduits se feront économiquement avec les tuyaux de drainage ou de grès à emboîtement jointoyé au ciment. S'ils sont d'une certaine longueur, on établit des *regards* pour surveiller leur fonctionnement. Les fumiers sont stratifiés sur les plates-formes *a a* à une hauteur de 1^m.50 à 2 mètres. L'arrosement des tas se fait soit avec l'écope, soit à l'aide de la pompe à purin ; lorsqu'on veut arroser, on adapte au robinet un bout de tuyau qui déverse le purin dans une gouttière en bois supportée par des chevalets qu'on déplace à volonté.

C'est une plate-forme qui est employée à Grignon pour l'aménagement des fumiers. — Voici comment cette installation a été décrite par M. Bella, dans le *Journal d'agriculture pratique* :

« Au centre de cette plate-forme est une pompe tournante plongeant dans une citerne B (grav. 49), qui reçoit tous les liquides.

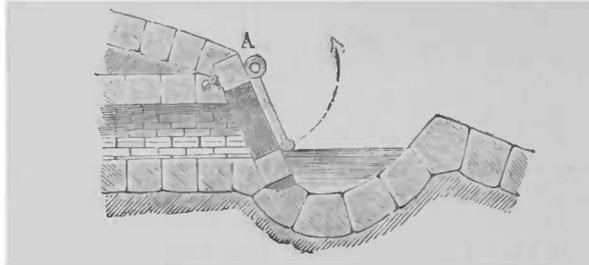
« Une simple rigole pavée entoure cette plate-forme. Cette rigole (grav. 48) est située assez bas au-dessous de la plate-forme pour recueillir tous les liquides qui s'en écoulent, et cependant elle est assez haute par rapport au terrain extérieur pour que les eaux de pluie ne puissent s'y rendre.

« Si, par suite d'une sécheresse très-prolongée et surtout par suite de l'adjonction de fumiers étrangers fort secs, il n'y avait plus dans la citerne suffisamment de liquide pour les arrosements du tas, une rigole voisine pourrait amener soit de l'eau de pluie, soit de l'eau de fontaine.

« La rigole qui entoure la plate-forme a une pente mé-

nagée, de manière à amener les liquides qui s'y rendent dans une cavité très-évasée en forme de cuiller (grav. 49), qui donne accès à ce purin dans un petit canal souterrain, lequel, passant sous la plate-forme, va déboucher dans la citerne.

« L'orifice extérieur de ce petit canal est armé d'une grille mobile A (grav. 48 et 49). Cet orifice s'ouvre à 0^m.15 au-dessus du fond du réservoir en forme de cuiller, afin d'éviter les causes d'engorgement du canal.



Grav. 48. — Coupe de la rigole destinée à recueillir les liquides de la plate-forme.

« Ces dispositions ont pour but l'établissement d'un tas de fumier continu, au centre duquel une pompe se tournant successivement vers tous les points, permet d'arroser toutes les parties du fumier.

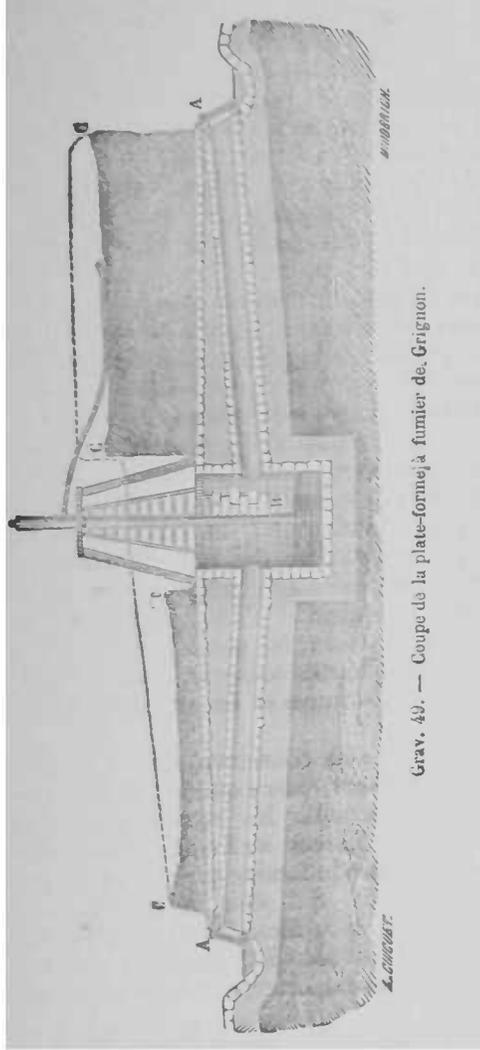
« On monte sur le tas comme sur un escalier, ou plutôt comme sur une rampe circulaire à pente d'autant plus douce que, se développant autour de la pompe, elle a une plus grande longueur.

« Cette longueur fait que les couches de fumier apportées chaque jour sur le tas sont moins épaisses et s'oxydent mieux.

« La facilité de la rampe permet aux animaux qui apportent le fumier de monter sans fatigue jusqu'au sommet, et il n'y a plus de motifs pour ne pas élever beaucoup la hauteur du tas, qui s'est trouvée portée de 3 à 6 mètres à l'état frais, ou de 2 à 4 lorsqu'il est décomposé.

« La surface qui n'était pas suffisante autrefois pour la fabrication de nos 2,500,000 ou 3 millions de kilogr. de fumier, y suffit complètement aujourd'hui, et les animaux qui tournaient difficilement sur les anciens tas de 6 à 7 mètres de large, manœuvrant sans crainte sur ce nouveau tas de 9 à

10 mètres, pressent les couches de fumier d'une manière bien plus uniforme.



« L'arrivée et l'enlèvement du fumier sont également fa-

ciles : on apporte d'un côté le fumier frais et on l'étend en couches ; tandis que de l'autre côté on coupe verticalement à la bêche le fumier fait, et on charge avec une extrême aisance les voitures qui sont au pied du tas.

« Toutes les couches successives se trouvent ainsi mélangées intimement, et les engrais de cheval, de bœuf, de vache, de porc, de volailles et même les engrais humains, intimement combinés, n'en forment plus qu'un seul, notre fumier normal. Je n'ai jamais eu la pensée de couvrir cette plate-forme ; d'abord parce que je n'ai jamais vu à Grignon une pluie ou une neige assez fortes pour laver et refroidir ces *mottes* de fumier de 2, 3 et 4 mètres d'épaisseur et ensuite parce que tous murs ou poteaux destinés à supporter la toiture seraient une entrave très-fâcheuse pour l'arrivée des voitures vides, pour leur placement le plus avantageux aux chargeurs, pour le changement des chevaux des véhicules vides aux véhicules pleins, et enfin pour l'enlèvement de ceux-ci.

« On ne saurait trop éviter tous retards, toutes difficultés dans ces manœuvres ; elles accroissent d'une manière fâcheuse les prix de revient toujours trop élevés du fumier.

« Si j'avais été disposé à immobiliser un capital un peu important pour protéger nos fumiers contre des pertes qui résultent de la plaie, de la neige ou du soleil, au lieu de l'employer à l'acquisition d'une quantité d'engrais commerciaux, ce qui, *à priori*, me paraît préférable, ce n'est pas la plate-forme que j'aurais couverte, mais les parties de la cour de ferme où les voitures et les animaux passent le plus fréquemment.

« C'est là, j'en suis convaincu, qu'est la plus grande perte subie par les fumiers, parce que les litières grossières qu'on y répand pour recueillir les excréments du bétail ne peuvent avoir une épaisseur suffisante sans entraver la circulation, et parce que le fumier qui s'y fait ne peut se protéger par sa masse même. S'il pleut, il est lavé et l'eau de pluie entraîne les principes fécondants les plus assimilables ; si, au contraire, il fait sec, on risque de voir une évaporation fâcheuse, et le vent emporter la matière fécondante sous forme de poussière.

« Aussi considéré-je comme l'une des plus grandes améliorations qu'on puisse introduire dans les bâtiments de ferme, et comme complément d'une bonne plate-forme à fumier :

« 1^o La diminution de la surface des cours de ferme destinées au passage et au séjour momentané des animaux ;

« 2^o La construction de gouttières destinées à détourner les eaux qui lessiveraient les fumiers et excréments qui y tombent ;

« 3^o Enfin la couverture des passages. »

La pompe à purin doit être du système le plus simple, la gravure 50 représente la pompe rustique ordinaire, elle est aspirante et élévatoire ; lorsque le piston *b* s'élève, la soupape *i* s'ouvre et laisse passer le purin dans l'espace vide *a* ; lorsqu'il s'abaisse, la soupape *l* s'ouvre à son tour et le purin passe dans l'espace *b* et est enlevé par le piston lorsqu'il remonte.

La pompe *Perreaux* (grav. 51), de 70 à 80 fr., est du même système ; elle diffère par ses pistons en caoutchouc



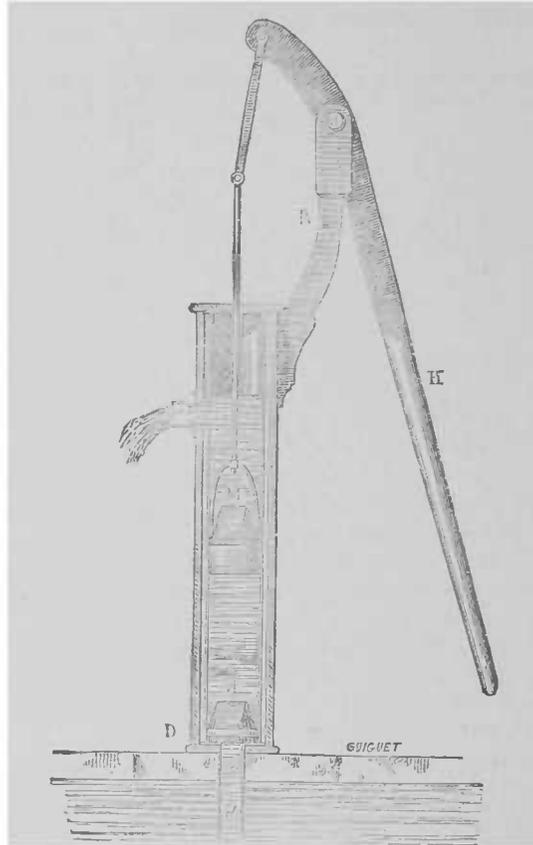
Grav. 50.
Pompe
à purin.

M. N dont la forme se rapproche de celle d'une anche de clarinette ; les deux lèvres s'ouvrent dans l'aspiration pour laisser passer le liquide et se ferment au contraire sous la pression. La pompe *Le-testu*, d'un prix plus élevé, est également convenable pour les purins ; c'est un système analogue à celui de la pompe rustique de Valcourt dont la soupape supérieure est un cône renversé en cuir, dont les bords s'appliquent sur les parois du tuyau par la pression du liquide que le piston remonte ; lorsqu'il descend, ces bords cèdent pour laisser passer l'eau dans la partie supérieure par les échancrures pratiquées dans la base du piston. Cette pompe est cotée 70 fr. à Grignon avec corps carré. M. Bodin emploie un corps cylindrique de tôle bitumée.

Une pompe aspirante et foulante est commode pour l'arrosage des tas, mais elle est plus dispendieuse et demande plus d'entretien que la pompe aspirante simple. La gravure 52 représente la coupe d'une pompe *Perreaux* aspirante et foulante.

Les agriculteurs éprouvent souvent beaucoup d'ennui en employant pour le purin des pompes perfectionnées, qu'ils ne peuvent faire raccommoder facilement par les ouvriers de leur village. Aussi les simples pompes en bois sont-elles considérées par quelques-uns comme étant les seules dont on

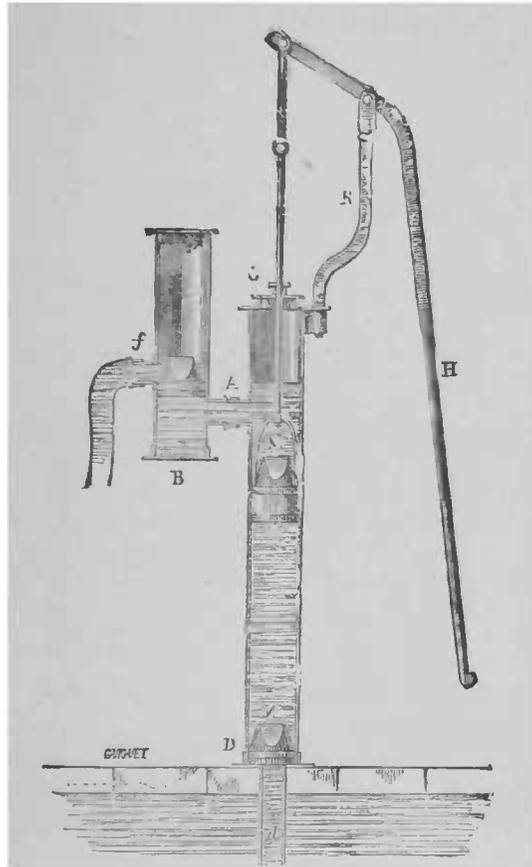
doive faire usage dans les fermes pour arroser le fumier. Telle est notamment l'opinion de M. Schattenmann, directeur des mines de Bouxwiller, qui emploie dans son exploitation l'appareil rustique que montre la gravure 53. Un simple tronc



Grav. 51. — Pompe Perreaux.

d'arbre est percé d'un trou pour servir à la fois de tuyau d'ascension et de corps de pompe. Un piston garni de cuir avec soupape à clapet reçoit son mouvement d'un levier qu'un homme manœuvre en montant sur une sorte d'échafaudage d'où partent des conduits en bois pour diriger le

purin sur les différentes parties du tas de fumier. Tout l'appareil, d'après M. Schattenmann, ne coûte que cinquante francs; un homme peut donner trente coups de piston par

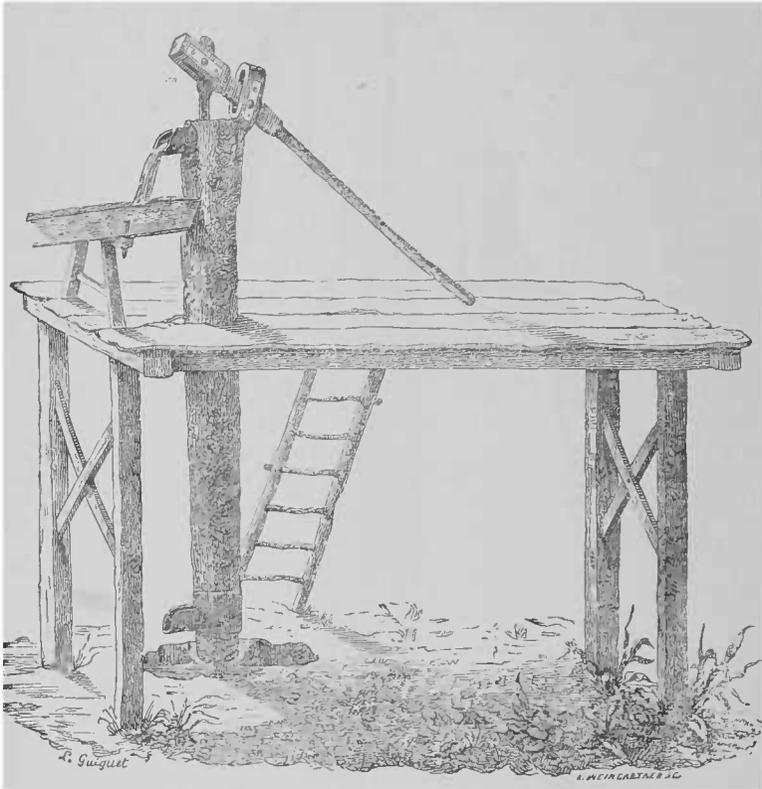


Grav. 52. — Pompe Perreaux aspirante et foulante.

minute et faire monter trois litres de purin par chaque coup de piston.

On a préconisé les *fosses couvertes*; les dépenses qu'entraîne la couverture d'une surface aussi étendue ne peuvent être compensées par des avantages réels que dans les contrées à

pluies torrentielles, à insolation très-vive, et dans les cas où le bétail séjourne sur les fumiers. M. Raybaud-Lange s'est bien trouvé, sous le climat brûlant de la Provence, d'une cour-hangar où le tas de fumier couvert est abrité de trois côtés. M. le baron Daurier avait établi à Varincourt (Meurthe), sur une plate-forme à fumier, une couverture supportée par des



Grav. 53. — Pompe à purin de M. Schattenmann.

piliers en maçonnerie placés par couples dans le milieu de la longueur, de manière à ne pas gêner l'accès des voitures. Nous avons vu des *caves à engrais* creusées de plain-pied dans le tuf où le fumier se conservait et se faisait très bien.

L'étendue de la fosse varie avec le nombre d'animaux et la durée d'accumulation des fumiers; dans une bonne culture, cette accumulation dure rarement plus de 4 mois; mais il est bon de laisser une place pour une partie du fumier de cour. Nous croyons qu'on peut admettre par tête de gros bétail (le fumier de mouton restant dans la bergerie), si on porte le fumier deux fois par an, 6 mètres carrés; trois fois, 4 mètres; quatre fois, 3 mètres; 6 fois, 2 mètres; les tas sont supposés élevés de 1m,50 à 2 mètres. Mais le fumier occupe proportionnellement beaucoup moins de volume à mesure qu'il vieillit; il est convenable de ne pas élever les tas à plus de 2 mètres 50.

Séjour du fumier sous les animaux. Ce système, expérimenté même dans les casernes de cavalerie, avec peu de litière, n'a pas produit d'effets nuisibles à la santé des animaux; dans certaines fermes nous le voyons employé depuis longtemps avec des litières abondantes et des écuries aérées sans inconvénient pour l'hygiène, et avec un avantage évident pour la quantité produite, la bonne confection du fumier et l'économie de travail. Avec un régime aqueux, la litière doit être abondante; on ajoute, dans le Nord, de la terre sèche ou des cendres de houille.

Dans les *boxes* d'engraissement du bétail, le fumier laissé deux ou trois mois sous les animaux s'améliore beaucoup. Deux fumiers, l'un de ferme ordinaire conservé en tas, l'autre de boxe, contenait p. 100 à l'état sec (analyse du laboratoire de la Société d'agriculture d'Angleterre):

	Azote.	Matière organique. soluble.	Azote phosphorique.	Potasse et soude.
Fumier de boxe.	1,95	6,42	0,30	2,00
— de ferme.	1,40	1,82	0,21	0,80

On n'a pas tenu compte de la perte en poids, qui a été beaucoup plus considérable pour le fumier de ferme que pour celui de boxe. Dans ce système, on doit d'ailleurs avoir soin de répartir chaque jour les parties souillées de la litière dans la masse, ramener la litière sèche en arrière, etc. Le système d'étables dites belges, dont parle Schwertz, diffère des étables à fumier accumulé ou des boxes en ce qu'on ménage un peu plus de largeur dans l'aire où est l'animal, et que,

derrière celui-ci, l'aire, un peu déprimée reçoit le fumier de chaque jour; le seul avantage serait de tenir l'animal sur le sol et non sur le fumier; mais ce fumier moins tassé se fait moins bien, on ne peut y accumuler qu'une quantité restreinte. Cette disposition est du reste plus dispendieuse; nous préférons, comme chez M. Carette, un hangar attenant à l'étable où se tire le fumier qu'on fait piétiner par les animaux.

Fermentation des fumiers. Le fumier de ferme frais ne contient qu'une faible proportion d'ammoniaque libre; l'azote s'y trouve à l'état de combinaison insoluble; c'est par la fermentation qu'il se transforme en ammoniaque soluble. Les phosphates deviennent également plus solubles avec la fermentation.

Le fumier décomposé est plus riche en azote, en matières organiques et en sels minéraux solubles que le fumier frais, et à poids égal a plus de valeur. Pendant la fermentation, une quantité considérable de matières organiques se dégage dans l'air sous forme d'acide carbonique et d'autres gaz. Le poids et le volume diminuent. On peut rendre nulle la fermentation et conserver le fumier sans rien perdre de sa valeur ni de son poids en le privant d'eau. Les maraîchers conservent ainsi sans altération des masses de fumier pour l'usage des couches. On développe et on accélère la fermentation par des lessives, ou de l'acide sulfurique étendu.

Mais la fermentation même peut être conduite de telle manière que la perte d'azote et des substances salines soit très-peu considérable; il faut maintenir la masse dans un état de tassement et d'humidité convenable, modérer la fermentation en couvrant la surface de terre ou d'une espèce de crêpi de boue, en ajoutant du plâtre qui fixe l'ammoniaque; ce gaz, qui du reste dans son passage à travers les couches humides supérieures se dissout, se condense ou se combine avec les acides humique et carbonique.

Toutefois ces sels étant éminemment solubles ainsi que partie des phosphates, il est très-important de soustraire le fumier à l'action des eaux et de recueillir avec soin celle qui s'échappe des tas. On se gardera surtout de remuer ces tas soit pour déplacement ou mélange, si l'on ne veut pas perdre une grande partie des principes fertilisants. En tous cas, il y a avantage à porter et à épandre sur le champ le plus tôt possible.

La perte éprouvée par la fermentation prolongée a été souvent constatée. Ainsi Kærte a reconnu par expérience que 100 kil. de fumier frais s'étaient réduits en 84 jours à 73 kil., en 254 jours à 64^k,3, en 284 jours à 62^k,5, en 339 jours à 47^k,2.

Deux masses de fumier du même tas, la première de 1475 kil., la seconde de 1283 kil., ont été mises en tas par M. Vœlker, la première sous un hangar, la seconde à l'air libre. On a constaté dans ces deux tas pesés et analysés à de différentes époques les modifications suivantes :

La diminution en matière sèche a été, tas abrité : après 6 mois, 4 p. 100 ; après un an, 39 ; tas non abrité : après six mois, 30 p. 100 ; après un an, 50 ; l'augmentation en matières solubles représentant les principes fertilisants a été pour le *tas abrité*, en six mois, de 13 p. 100 ; en un an, de 20 p. 100 ; pour le *tas non abrité*, augmentation seulement de 7 p. 100 dans les six premiers mois, et perte de 6 p. 100 dans les six mois suivants.

M. Boussingault, en même temps qu'il a reconnu que le fumier gagnait de l'azote par un commencement de fermentation, a également constaté qu'un fumier frais de cheval, contenant 2, 7 d'azote p. 100, après une fermentation prolongée s'était converti en un terreau n'ayant plus que le 10^e du poids du fumier et seulement 1 p. 100 d'azote. Taddei a constaté que de plusieurs engrais en fermentation ceux qui perdent le plus rapidement et en plus grande proportion de leur poids étaient la colombine, les excréments humains, le fumier de cheval, le fumier de brebis, puis enfin celui de bœuf.

§ IV. — Application des fumiers.

Dose des fumiers. En principe, une fumure a pour objet de fournir au sol les éléments de la récolte qu'on veut obtenir. Cette récolte devant en général être la plus grande possible, la fumure doit être la plus forte que la puissance du sol et la faculté assimilatrice des plantes puissent supporter.

La quantité de fumier doit donc être proportionnée 1^o aux éléments de fertilité que la récolte doit absorber ; 2^o à la richesse de la puissance du sol ; à la 3^o richesse du fumier lui-même.

1^o *Récolte*. Si on connaissait exactement ce qu'une récolte contient d'éléments principaux, azote, acide phosphorique, potasse, etc., ce qu'elle prend pendant sa végétation au sol, à l'engrais, à l'atmosphère, sachant d'un autre côté ce qu'une quantité de fumier renferme de ces principes, on arriverait à peu près à régler la fumure d'une manière rationnelle. Nous savons, par exemple, que 100 kil. de froment, paille comprise, contiennent : azote 2^k,16, acide phosphorique 1^k,18, potasse 1^k,18; que d'un autre côté un fumier de ferme ordinaire renferme par 1,000 kil. : azote 4 kil., acide phosphorique 2^k,16, potasse 6 kil.; il faudrait donc, pour fournir ces éléments, environ 600 kil. de fumier équivalents à 2^k,4 d'azote, 1^k,4 d'acide phosphorique et 3^k,6 de potasse. Si nous forçons ce chiffre de 1/5 pour compenser la déperdition d'engrais soluble, échappant à l'action des racines, nous arrivons à 720 kil. de fumier pour 100 kil. de froment. En répétant le même calcul pour les autres sortes de récoltes, on obtiendrait de même le chiffre de la quantité de fumier correspondant à 100 kil. de cette récolte; ce chiffre est approximativement en nombres ronds : pour le seigle 600 kil.; l'avoine, l'orge, le sarrasin, 550; la féverole, le colza, le pavot, 1,000; la betterave, 70.

Ces chiffres admis, on calcule la dose de fumures établies en déterminant la rotation dans laquelle elles doivent prendre place; soit l'assolement biennal, betteraves, froment, avec un produit résumé de 2,000 kil. de froment et 50,000 kil. de betteraves, la dose de la fumure sera de $20 \times 750 + 500 \times 70 = 50,000$ kil. de fumier pour 2 années.

Il est évident toutefois qu'il sera plus avantageux de remplacer une partie du fumier par des engrais; soit plus riches en principes spéciaux pour la récolte ou le sol, soit plus solubles.

La richesse et la puissance du sol modifieront également la dose de la fumure; un sol sain et profond supportera une plus forte fumure et en tirera un meilleur parti qu'une terre humide imperméable, un sol peu profond, une terre sèche et légère; un sol déjà très-riche exigera moins d'engrais; une terre pauvre réclamera une première mise en fumier d'autant plus forte qu'elle sera plus argileuse. Une terre de landes voudra un fumier plus riche en phosphate et alcalis. Toutefois, on peut considérer comme une *très-forte* fumure

par hectare 60,000 kil. du fumier normal indiqué plus haut; une fumure *forte* 50,000 kil., *bonne* 40,000, ordinaire 30,000 kil.

La nature du fumier n'aura pas moins d'influence sur le dosage; il en faudra d'autant moins qu'il contiendra davantage des éléments de composition de la plante, qu'il sera plus consommé, plus chargé de principes solubles, sauf à fumer plus fréquemment; un fumier frais ne produira les mêmes effets qu'à dose plus considérable.

État d'emploi. Il y a presque toujours avantage à employer le fumier frais; si la plante se trouve mieux d'un fumier peu consommé, on le portera quelques mois d'avance; il se consommera dans le sol, qui en absorbera les principes fertilisants. En général, dans les sols légers et secs, le fumier sera plus consommé et enterré peu de temps avant la semence; le sol léger, mais humide et chaud, pourra recevoir un fumier plus frais; le fumier pourra également être plus long pour les sols froids et compacts, à condition d'être chaud et fermentescible. Au sol frais argilo-siliceux on donnera un fumier plus décomposé; pour les plantes d'hiver, pour celles du printemps, qui reçoivent des façons nombreuses, le fumier pourra être plus frais; il devra être plus décomposé et plus soluble pour les plantes de printemps, à végétation rapide et abondante.

Époque. L'époque à laquelle on porte le fumier sur les terres dépend de la rotation; il est avantageux, pour tirer tout le parti possible de l'engrais et des attelages, qu'on puisse opérer ce transport pendant la plus grande partie de l'année. La culture alterne donne cette faculté. On fume les plantes sarclées de printemps en hiver et jusqu'à l'été, les colza et autres plantes d'hiver pendant l'été même et l'automne. Dans la culture des céréales avec jachère ou demi-jachère surtout, l'engrais se transporte depuis le mois d'avril jusqu'aux semences. Le premier fumier porté reçoit plusieurs labours; le dernier s'enfouit tantôt avant, tantôt avec la semence même; on le met quelquefois dessus. Dans les terres argileuses on profite, pour les transports, des époques où la terre est sèche ou durcie par la gelée.

Chargement et transport. Le chargement et le transport des fumiers sont une partie importante des travaux, des attelages et de la main-d'œuvre. On doit combiner ce travail de manière à en tirer le plus grand effet utile. Qu'on se serve de chariots ou de voitures, il sera convenable d'établir deux voitures pour un attelage, ou, si la pièce est un peu loin, trois voitures pour deux attelages. Une voiture sera toujours en charge tandis qu'une ou deux seront en route. Si le travail continue plusieurs jours, une voiture sera toujours chargée de la veille. Le nombre des chargeurs sera également proportionné au nombre et à la grandeur des voitures, à la difficulté du chargement; il vaut mieux charger le fumier avec des voitures petites ou moyennes qu'avec de grandes voitures qui foulent trop le sol; un homme peut charger 8 à 12 mille kilogr. de fumier, ou 14 à 16 mètres cubes. Le travail exigera deux hommes si le fumier doit être sorti d'une bergerie ou tiré d'une fosse. On aura soin que, dans le chargement, le fumier, s'il n'est pas homogène, soit bien mélangé; celui de bergerie devra être divisé à l'état humide; plus tard, il se prendrait en plaques. Le tombereau à bascule s'emploie avec avantage pour des engrais très-divisés; en donnant à la cage une certaine inclinaison d'avant en arrière on facilite beaucoup le déchargement, qu'on peut faire alors au crochet.

En général, il n'y a que de très-petites cultures où le conducteur du fumier le charge lui-même, et c'est là une perte évidente de force qui se multiplie par le nombre de chargements effectués dans la journée. En effet, l'attelage reste inoccupé pendant le chargement. Pour que toutes les forces soient en activité constante, il faut que, soit le chargeur, soit le charretier, soit les chevaux, ne s'arrêtent pas; mais pour atteindre ce résultat, il faut bien connaître les rapports du temps exigé pour le chargement, le transport et le retour. On peut admettre, sauf les modifications apportées par les conditions locales, les données contenues dans le tableau suivant; il indique le nombre de voitures et de mètres cubes que, dans une journée de dix heures de travail effectif, un ouvrier peut charger, et qu'un ouvrier peut conduire dans les champs placés à différentes distances de la ferme. La voiture est supposée attelée de deux chevaux; elle contient 2 mètres cubes ou 1,600 kilogr. Le charretier la décharge et la ramène, et attelle à une voiture en charge laissée au chargeur.

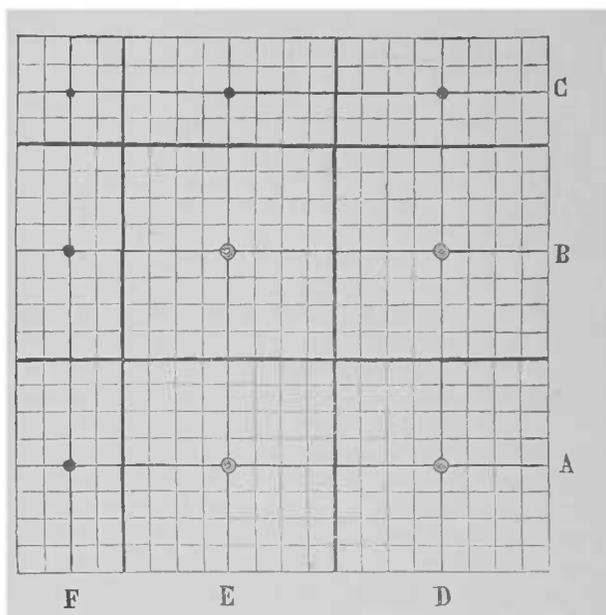
La première colonne indique la distance; la deuxième, le nombre de voitures de la journée; la troisième, le nombre conduit par heure; la quatrième, le nombre d'hommes nécessaire pour fournir au chargement des voitures. Le fumier est à *un homme*, c'est-à-dire le fumier ne doit pas être remanié deux fois pour être chargé, il est facile à charger.

Distances.		Voyages par jour.	Voyages par heure.	Chargeurs.
a. De 1 à	300 mètres de la ferme.	18	2	2
b. De 1 à	700 — —	14	1,5	1,5
c. De 1 à	1,500 — —	8	0,8	1
d. De 1 à	2,000 — —	6	0,6	0,8
e. De 1 à	3,000 — —	4,5	0,4	0,5

Il résulte de ce tableau que, pour le champ *a*, il faut deux chargeurs; pour le champ *b*, les deux chargeurs seront moins occupés, et on pourra augmenter la charge d'un quart. Pour éviter la perte du temps que le charretier met à atteler la voiture en charge, on peut laisser un cheval attelé. (Avec les chariots, qui s'attellent beaucoup plus rapidement, un autre cheval est inutile.) Pour le champ *c*, un seul chargeur suffit, ainsi que pour le champ *d*; enfin pour le champ *e* un chargeur peut charger deux voitures.

Un exemple fera comprendre les différences que le mode de transport peut apporter dans la dépense. Si le cultivateur avait à fumer le champ *e*, éloigné de 3 kilomètres, et qu'il n'eût à sa disposition qu'un petit chariot, tel que ceux que possède la petite culture, où on ne charge qu'un mètre environ avec un cheval, il pourrait évidemment épargner un chargeur en chargeant lui-même, et ferait par jour quatre voyages. Il aurait donc ainsi transporté 4 mètres cubes à trois kilomètres, soit 12 mètres cubes à 1 kilomètre; en estimant le travail du cheval à 5 fr., celui de l'homme à 2 fr., le prix de transport serait de 58 c. environ par mètre cube. Si, au contraire, on emploie deux grandes voitures, deux charretiers et un chargeur, on pourra conduire à la même distance 9 voitures de 2 mètres. Soit 18 mètres cubes à 3 kilomètres, ou 54 mètres à 1 kilomètre, le prix de revient du transport, calculé sur les mêmes bases, revient à 44 c par mètre cube au lieu de 58 c., prix trouvé dans le premier cas : économie : 7 à 8 p. 100.

Disposition des fumiers. Le fumier transporté est déposé en petits tas ou *fumerons* dans les champs. La disposition de ces tas sert à régler l'importance et l'uniformité de



Grav. 54. — Disposition des tas de fumier dans les champs.

la fumure. Il est convenable de faire toujours des fumerons égaux, sinon en volume, du moins en valeur fertilisante; il suffira alors de les espacer plus ou moins pour régler la fumure. Si on applique, par exemple, pour fumure 30,000 kilogr. à l'hectare, et qu'on espace les fumerons de 7 mètres, on aura 204 fumerons de 147 kilogr., ou, pour compter en nombres ronds, de 150 kilogr. chacun, couvrant 49 centiares. Si on voulait fumer à 40,000 kilogr. conservant la même fumure, on les mettrait à 6 mètres approximativement. Si, au contraire, on voulait ne donner qu'une demi-fumure, soit 15,000 kilogr. à l'hectare, on les placerait à dix mètres. La *table des espaces* (Voir *Comptabilité et Géométrie agricoles*) donne ces calculs tout faits. Un moyen très-simple d'espacer les fumerons, moyen que les cultivateurs ne doivent pas né-

gliger, consiste à tracer par avance des raies de charrue en long et en travers, en conservant entre elles l'intervalle qui doit subsister entre les fumerons; le charretier place les fumerons sur les intersections.

Il y a quelques précautions à prendre dans ce travail; la gravure 54 les fera mieux comprendre. Soit un champ carré de 20 mètres de côté (grav. 54), ce champ aura quatre ares; s'il est fumé à raison de 230 à 240 kil. à l'are (23 à 24, 000 kil. à l'hectare), les fumerons, devront être espacés de 8 mètres, et couvrir chacun un carré de 8 mètres de côté ou 64 mètres. On pourrait donc partager ce champ, par des raies en long et en travers, en carrés de 8 mètres, comme l'indiquent les quatres lignes plus fortes de la gravure et déposer les tas au milieu de chaque carré; mais pour diriger le charretier, il vaut mieux lui faire suivre une raie; dans ce cas, on se contente de tracer les raies directrices des fumerons A B C D E. La première raie indiquant la première rangée de tas sur le bord des champs ne sera pas placée à 8 mètres, mais à 4 mètres seulement du bord, et les autres raies à 8 mètres, de la première, ainsi que l'indique la figure. Les lignes moyennes sont les raies tracées; les lignes les plus fortes sont tracées dans le dessin pour marquer la limite où doit s'arrêter l'épandage des tas de chaque bande; les lignes les plus fines, écartées d'un mètre en tous sens, aident l'œil à mesurer l'espace. Le champ ne pouvant se diviser exactement en bandes de 8 mètres, puisqu'il porte 20 mètres. il reste deux petites bandes de 4 mètres, l'une à droite, l'autre en haut du champ; les raies directrices des fumerons n'en seront pas moins prolongées dans toute la longueur du champ; seulement la raie C ne sera pas placée à 8 mètres de la raie B, mais tracée au milieu de la bande de 4 mètres qui reste à droite, et comme le parallélogramme des deux bandes étroites ne porte plus que 32 mètres au lieu de 64, on dérogera pour ce cas seulement, qui ne se présentera qu'aux extrémités des champs, au principe de l'égalité des fumerons, on fera des fumerons moitié moins forts, et celui qui termine le petit carré de 16 mètres à l'angle gauche ne sera qu'un quart du fumeron normal.

Cette méthode peut s'appliquer à tous les cas où on aura à répandre, sur un^e espace déterminé, une quantité donnée de matières quelconques, d'une manière uniforme, soit marne, cendres, engrais pulvérulents, etc.

Épandage. Le fumier transporté doit être épandu le plus tôt possible, pour éviter que les tas ne déposent un excès de matière fertilisante sur la place qu'ils occupent; le fumier, s'il est frais surtout, perd moins épandu que laissé en fumérons; le sol recueille d'ailleurs l'eau qui en découle s'il est lavé par la pluie. L'épandage se fait à la fourche, et quelquefois on l'émince à la main lorsqu'il est trop adhérent; c'est le cas de certains fumiers de bergerie, et d'engrais passés à l'état de beurre noir. Il est très-essentiel de les répandre uniformément sur le champ; dans les terrains en planches, cependant, on ne met pas de fumier dans les *dérayures*, et on en met plus sur les parties élevées que sur les parties basses; on fume un peu moins les *forières* et *ceintures* au bout des champs où la charrue entraîne l'engrais. Le fumier de cheval est le plus facile à répandre, celui de vache vient ensuite, puis celui de mouton; une femme peut répandre, en dix heures de travail, 14 mètres cubes, 10,000 kilogr. environ de fumier, plus ou moins, suivant la difficulté. On jette le fumier par grandes fourchées, pour l'espacer convenablement, puis on divise chacune de ces portions. Le prix de l'épandage varie de 3 fr. 50 c. à 4 fr. l'hectare.

Quelquefois le fumier n'est pas enterré, c'est ce qu'on nomme fumier *en couverture*. On fume ainsi les prairies artificielles, les trèfles, etc. Les opinions sont partagées sur les avantages de ce procédé appliqué aux cultures: les céréales d'hiver s'en trouvent bien. Dans la Meuse, près de Verdun, il existe quelques communes en terres pierreuses-calcaires où le fumier s'applique presque exclusivement en couverture; on trouve également cet usage sur quelques terres crayeuses de la Somme. D'expériences faites à Tharand par M. Stoëckhardt à fumure égale, le produit a été plus considérable sur des pièces fumées en couverture, dans les années sèches principalement. On objecte cependant que le fumier ainsi employé agit rapidement, mais dure peu; il fait pousser les herbes parasites; il sert de refuge aux insectes; s'il est pailleux, il salit les récoltes; du reste, il est dangereux de l'employer ainsi sur des terrains en pentes et imperméables.

Dans certaines contrées du nord et de l'est de la France, on laisse le fumier répandu plus ou moins longtemps sans l'enfourir; sous un climat doux et humide, cet usage facilite la germination des mauvaises graines et développe une végéta-

tion qui s'ajoute à un fumier comme engrais vert enfoui ; mais cet avantage paraît compensé par l'évaporation des gaz fertilisants. En général, on pose en principe qu'on doit enterrer de suite le fumier peu fermenté, celui qui est employé à haute dose et qui doit fournir à plusieurs récoltes successives, celui enfin qui est destiné à un sol compacte dont l'ameublissement est nécessaire, à moins que ce fumier ne soit très-humide lui-même ; alors on peut laisser le fumier un peu sécher avant de l'enterrer.

Enfouissage. On conduit le fumier sur une terre préparée par une première façon (ordinairement par un labour profond) ; on recouvre le fumier par un labour de 0^m,15 environ, moins profond encore dans les terres compactes. Dans le Nord on l'enterre au binot, charrue à deux versoirs. De quelque manière qu'on enfouisse le fumier, il devra être bien découvert ; s'il est long et pailleux, une femme ou un enfant précèdent le laboureur et attirent le fumier dans la raie. Le fumier sera enfoui plus profondément dans les terres sèches et légères, sous un climat brûlant et s'il doit fournir à l'alimentation de plantes pivotantes ; moins profondément dans les contrées humides, dans la saison froide, pour les plantes traçantes.

Fumier en billons. Système employé pour la culture en billons du turneps ; le fumier est répandu dans des billons préparés à l'avance. Les deux roues de la voiture passent dans les billons de côté et ces tas espacés sont épandus dans les billons dont l'entre-deux est refendu pour couvrir le fumier.

Durée. Les causes qui agissent sur cette durée sont : 1^o la nature du fumier lui-même ; plus il est riche en principes ammoniacaux, plus il est soluble, plus sa fermentation est avancée, plus il est divisé et plus promptement il se dissipe. Cependant s'il est riche en sels peu solubles, il peut agir longtemps encore par ces substances ; 2^o la nature du sol ; le fumier dure plus longtemps dans les argiles que dans les sables, mais il agit moins vite, et les argiles en absorbent davantage d'abord sans en manifester les effets ; il se conserve dans une terre froide, mais a peu d'action ; il disparaît promptement dans la craie, mais il y laisse des principes dont on reconnaît longtemps l'action ; 3^o la température ; la chaleur,

l'eau, le soleil, activent la décomposition du fumier; un excès de sécheresse l'arrête cependant; 4^o les *plantes*; elles épuisent les fumiers dans différentes proportions; 5^o la *culture et les façons*; une culture active met le fumier plus à portée des plantes, et, accroissant leur force végétative, accélère la dissolution de l'engrais. Quant au retour des fumiers dans le même champ, il dépend également de causes très-diverses. Ici on fume tous les ans, ailleurs tous les 2, 3, 4, 5, 6 ans, etc.

§ V. — Valeur des fumiers.

La valeur du fumier est ou *vénale* ou *comptable*; la valeur vénale est le prix auquel on l'achète ou celui auquel on vend; elle est fort variable; elle ne peut du reste être prise pour base de la valeur comptable. Ce n'est guère qu'aux environs des grandes villes qu'il existe un cours pour les fumiers, et ce cours est affecté par des circonstances nombreuses. A Paris, les fumiers ont plus que triplé de prix depuis trente ans. La valeur en a cependant diminué depuis quelques années; le fumier de cheval, moins lourd, recherché des maraîchers, est plus cher que celui de vache; celui-ci se vend de 2 fr. 50 à 3 fr. le mètre cube de 800 kil., soit 30 cent. les 100 kil. On le vend encore 2 à 3 fr. par vache et par mois. Le charroi, suivant la distance, qui ne peut sans inconvénient excéder 16 kilom., coûte par 100 kilogr. et par kilom. 2 à 4 c., suivant que le transport est en retour ou direct; le fumier de cheval se paye 2 fr. 50 à 3 fr. par mois et par cheval, suivant la litière et le séjour à l'écurie. Les fumiers de caserne sont adjugés à des prix fort différents, variant de 5 à 11 cent. par jour et par cheval suivant les localités; le produit en fumier recueilli, étant en moyenne de 10 kil. par jour, serait, pris sur place, de 30 à 65 cent. les 100 kil. D'après M. de Gasparin, le fumier de cheval contenant 0,79 p. 100 d'azote se vend dans le Midi 1 fr. 30 cent. les 100 kil.

La valeur *comptable* est celle qui résulte de la comptabilité; cette valeur peut varier encore suivant les bases admises; M. Boussingault trouve à Béchelbronn 0,52 les 100 kil.; à Grignon, on avait d'abord adopté un chiffre assez rapproché

de celui-là; il a été élevé depuis quelques années. M. de Gasparin admet 0, 66 cent. pour valeur comptable du fumier de ferme contenant 80 p. 100 d'eau; quoi qu'il en soit, on devrait toujours baser le prix du fumier sur la proportion d'azote, d'acide phosphorique et de sels alcalins qu'il contient. Ainsi il est évident que le fumier normal de ferme de Bêchelbronn, qui contient par 1000 kil. 4 kil. d'azote et 800 kil. de matière sèche, vaut moitié seulement du fumier des écuries du Midi de M. de Gasparin, qui renferme 400 de matière sèche et près de 8 kil. d'azote.

CHAPITRE VI

TERREAUX, BOUES, COMPOSTS ET ENGRAIS FACTICES.

Terreaux. Dans le voisinage des grandes villes, où les cultures maraîchères *forcées* sont assez étendues, comme à Paris, l'agriculture trouve des quantités assez considérables de terreaux de couche à des prix inférieurs au fumier. A Paris, on le paye de 2 à 3 fr. le mètre cube; ce terreau produit d'excellents effets dans les terres un peu fraîches, et principalement jeté sur les prairies. On emploie encore à ce dernier usage les terreaux des champignonnières qui existent assez nombreuses dans les carrières des environs de Paris; mais ce terreau est de beaucoup inférieur à celui de couche. Nous avons quelquefois revivifié des terreaux ainsi achetés chez les maraîchers, en les arrosant d'urine humaine.

Boues de ville ou *gadoues* sont un assemblage de matières fort diverses provenant du nettoyage des rues, mais dont la masse fournit un engrais très-employé dans le voisinage des grands centres de population. Il sort chaque jour de Paris agrandi 1,200 à 1,500 mètres cubes de gadoues de 1,200 kil. chacun en moyenne. Ces boues sont transportées dans un

rayon de 12 à 15 kilomètres et plus, et déposées en tas qui fermentent pendant 3 à 4 mois, et sont ensuite répandues sur les champs à la dose de 50 à 60 mètres par hectare. La gadoue perd, dans cette fermentation, du quart au tiers de son volume, suivant sa composition. Quelquefois cependant le cultivateur emploie avec avantage les gadoues fraîches dites *vertes*, celles surtout provenant des environs des halles, et riches en débris organiques. Dans les petites villes où subsistent encore des habitades rurales, les boues sont pauvres en principes fertilisants; les habitants conservent dans une cour à fumier ou pourrissoir toutes les matières utiles; il en est de même des villes en pente où les immondices sont lavées par les eaux; mais dans ce cas les prairies qui se trouvent au-dessous des villes deviennent extrêmement fertiles.

Quelquefois les dépôts des gadoues sont arrosés avec des vidanges ou mêlés avec des fumiers : on obtient ainsi des engrais très-énergiques.

Les boues et la poussière des routes forment un bon engrais, surtout lorsque les chemins sont entretenus avec des pierres calcaires. Les *vases* de fossés, d'étangs et de réservoirs sont également d'un bon emploi; après les avoir laissées mûrir deux ou trois mois à l'air, un mélange de chaux les améliore; elles jouent encore le rôle d'amendement dans les terres légères.

Composts. On nomme ainsi des tas de débris végétaux ou animaux de toute espèce, d'excréments, de terres humeuses ou tourbeuses, tan, etc., auxquels on mêle souvent de la chaux, du plâtre, des cendres, etc.; on arrose ces tas avec des eaux grasses, les eaux de lessive, des urines, etc.; c'est, en un mot, un dépôt de toutes les matières fertilisantes qu'on laisse fermenter pendant quelque temps, et qui ensuite, remaniées et bien mélangées, sont appliquées au sol; les composts sont souvent réservés pour les prairies. (Voir *Chaux*, page 52.)

Engrais factices. Il existe dans le commerce un grand nombre d'engrais fabriqués de toutes pièces. Il serait trop long d'en indiquer seulement les noms; mais on peut ramener tous ces engrais à trois classes principales, qui rentrent plus ou moins les unes dans les autres : 1^o matières fécales mé-

langées à diverses substances absorbantes ; 2^o débris animaux, également unis à diverses matières ; 3^o engrais phosphatés spéciaux pour la région de l'Ouest du centre ; 4^o sels azotés et autres, présentés à l'état de liqueur au sol et devant agir à de très-faibles doses."

A la première classe appartiennent les *noirs animalisés*, dont MM. Salmon et Payen furent les premiers inventeurs ; ce sont des terreaux carbonisés en vases clos, puis mélangés avec des matières fécales ; la plus grande partie des poudrettes du commerce se fabrique de cette manière ; malheureusement la quantité de terres charbonneuses et tourbeuses est presque toujours trop considérable proportionnellement aux matières fécales. On fait encore figurer dans ces mélanges du tan, des plâtras pulvérisés, les poudres charbonneuses provenant de la fabrication des prussiates, des cendres noires, du frasil (résidu des places à charbon) ; quelquefois les matières fécales sont, préalablement à ces mélanges, désinfectées à l'aide du sulfate de fer, du sulfate de zinc, du goudron, de l'alun, de la créosote, etc. Parmi les engrais factices qui ont acquis une certaine réputation nous citerons cependant l'*engrais Derrien* composé de matières animales, chair, os, râpures de cornes, cendres. Le succès de cet engrais est dû surtout à la garantie donnée par le fabricant d'une quantité déterminée d'azote et de phosphates, garantie que le cultivateur doit exiger. Beaucoup d'administrations départementales ont ouvert d'ailleurs cette voie au cultivateur en établissant des essayeurs jurés d'engrais et en astreignant les marchands à placer sur les matières des écriteaux qui en indiquent la teneur. Nous nommerons seulement les engrais Lainé, l'engrais Poison. M. Rohart vend à Paris à 5 fr. les 100 kil. des matières animales brutes garanties contenir par 100 kil. 5 kil. d'azote et 3 kil. de phosphate ; il s'agit, bien entendu, d'azote et de phosphate qui ne sont pas engagés dans des combinaisons qui ne leur permettraient pas de devenir assimilables.

Les matières animales, telles que le sang, les chairs d'animaux morts, des poissons putréfiés, mêlées aux substances qu'on vient d'indiquer, forment encore une classe nombreuse d'engrais factices. Ainsi le sang mêlé à de la chaux, à du chlorure de chaux, ou coagulé à l'aide de l'acide sulfurique, est devenu la base de quelques préparations. Les marcs de colle, les résidus de boyauderie, de tannerie (ràclure et

poils), etc., enfin tous les débris animaux ont été utilisés par les marchands d'engrais dans leurs compositions.

Les matières fécales et les débris animaux donnent effectivement quelque valeur à ces engrais, et cette valeur est d'autant plus grande qu'ils s'y rencontrent en plus grande proportion; malheureusement, cette proportion est à peu près impossible à constater; il en résulte ainsi une large voie pour la fraude. Ce n'est donc qu'avec une grande circonspection et avec une garantie donnée par le marchand que le cultivateur doit acheter ces engrais fabriqués; il vaudra toujours mieux pour lui acheter directement les éléments utiles de ces mêmes engrais; malgré les prétentions des marchands, il est rare que leurs manipulations ajoutent quelque valeur fertilisante à ces substances, et elles leur en enlèvent souvent.

Quant aux engrais dits *concentrés*, préconisés dans ces derniers temps sous le nom de poudres ou de liqueurs fécondantes, dont quelques kilogrammes ou quelques litres suffisent pour féconder un hectare, aucun n'a encore jusqu'à ce jour pu subir l'épreuve de la culture; les cultivateurs qui en ont usé sont à peu près unanimes pour en constater l'inefficacité, et quelquefois les effets nuisibles. La base de tous ces engrais est la même; elle consiste dans des composés d'azotate de potasse (salpêtre), de sulfate d'ammoniaque, de sel marin, de phosphates, etc.; quelquefois on y ajoute des extraits d'urines, de matières fécales, de crottins, des fientes de volailles, de matières animales, etc. La plupart de ces engrais, à faible dose, s'appliquent soit par le trempage des grains dans des eaux qui les tiennent en dissolution, soit par le *saupoudrage* ou le jet de l'engrais en poudre sur le grain humecté, soit par le *pralinage*. Ce dernier procédé consiste à arroser le grain avec une légère dissolution d'une colle quelconque, ordinairement de colle-forte, puis à le rouler dans les poudres dites fécondantes. La plupart des agronomes expérimentés ne se sont pas montrés partisans de ces préparations, qui se sont peu répandues dans la pratique. La jeune plante, en effet, reçoit sa nourriture de la substance de la semence elle-même, et quant à la végétation ultérieure, les matières du pralinage sont en trop petite quantité pour lui apporter des matériaux. Cependant il est des circonstances particulières où les préparations de la semence et son union à l'engrais paraissent n'être pas sans influence. Il est certain qu'un engrais éner-

gique, donné à la plante au début de la végétation, augmente sa force, développe les feuilles par lesquelles elle puise dans l'air une partie de sa nourriture.

§ I. — *Application des engrais terreux et pulvérulents*

Aux indications données dans chaque article spécial à ces divers engrais nous ajoutons ici quelques observations communes à tous.

Préparation de l'engrais. On l'applique soit : 1° très-divisé à l'état sec par épandage à la main ou aux instruments ; 2° à l'état liquide dilué dans l'eau ; 3° soit enfin avec la semence pralinée ou non. On parlera plus loin de ce dernier procédé.

Pour l'épandage à la main on dispose l'engrais dans le champ en petits tas sur place unie et battue, ou mieux en sacs si la dose à répandre est peu considérable et si l'engrais est très-énergique ; on peut encore le laisser dans un tombereau qu'on fait avancer successivement à la portée des semeurs. On sème l'engrais à la main ou semoir de toile, ou d'osier en réglant le pas et la poignée de manière à répandre la quantité voulue. On jette du tombereau à la pelle si l'engrais est susceptible de corroder les mains des semeurs.

L'épandage aux instruments est plus régulier : pour répandre les terreux, le plâtre, les cendres, etc., M. d'Huicque adapte à la partie postérieure du fond d'un tombereau à bascule un axe garni de palettes qui projettent l'engrais par des trous pratiqués dans le bas d'un hayon particulier ; cet axe reçoit le mouvement de rotation par une bielle commandée par une roue dentée concentrique au moyeu du tombereau. On incline la cage du tombereau, et le conducteur attire de temps en temps l'engrais vers les palettes avec un râble.

On emploie encore un cylindre creux en bois ou en tôle, partagé par des cloisons en compartiments, et percé de trous ; il est porté par un axe ou des tourillons, et reçoit également son mouvement des roues par l'intermédiaire d'un engrenage. Avec ce semoir l'engrais doit être très-sec, très-fin et coulant, pour ne pas obstruer les trous ; on ne peut pas

facilement régler ou varier les doses. Le semoir à coffre Jacquete Robillard, d'Arras, de 200 fr., consiste en un coffre sur roues, dans lequel tourne au milieu de l'engrais un axe à palettes, projetant la matière par des ouvertures latérales, qu'on ouvre ou ferme à la fois plus ou moins par un seul mouvement. Il peut semer en lignes et enterrer l'engrais, opération qui se fait plus particulièrement avec le semoir à graine et engrais répandus simultanément.

Le semoir Pillier, de Lieusaint (Seine-et-Marne), médaillé à Versailles en 1858, du prix de 250 fr., un peu plus compliqué, débite l'engrais même un peu humide et moins divisé. Dans un coffre porté sur roues et analogue au précédent, tourne un agitateur à palettes étroites qui fait descendre l'engrais sur le fond incliné et mobile d'une trémie; de là, l'engrais s'échappe pour tomber sur le sol par une longue ouverture se fermant plus ou moins à l'aide d'une planchette à coulisse, que le conducteur manœuvre par une vis à manivelle. Un taquet imprime au fond de la trémie; un mouvement de secouage qui facilite la chute de l'engrais. Un levier permet de débrayer à volonté.

Le semoir anglais de Chambers fait par Garret, encore plus complet mais plus cher (525 fr.), est surtout destiné aux engrais qui empâtent les organes de distribution; un agitateur facilite également le passage de l'engrais dans une trémie, d'où il est poussé au dehors par une rangée de disques en fonte fixés sur un axe, saillies que nettoie au passage une série correspondante de petits décrotoirs à bascule de même métal. L'engrais tombe avant d'arriver au sol sur un plant incliné armé de pointes qui le divisent encore. D'autres pièces servent à débrayer, à incliner ou relever le coffre dans les pentes, ouvrir la trémie, etc.

M. Calloch exposait en 1860 un semoir-brouette à engrais, du prix de 100 fr., qui, comme dans le semoir à grains du même inventeur, projette l'engrais au moyen du mouvement centrifuge imprimé aux tubes distributeurs.

L'épandage à l'état liquide se fait par les procédés indiqués plus haut. Outre les appareils déjà indiqués nous citerons comme primés à l'Exposition de 1860 le tonneau à pompe de Mettray, celui de M. de Préséau, le wagon à porter des liquides de M. Gargan, prix 4,500 fr., qui ne peut, du reste, s'appliquer qu'au transport des engrais liquides sur les chemins de fer.

§ II. — *Equivalent des engrais.*

MM. Boussingault et Payen ont dressé une table dans laquelle, prenant pour mesure de puissance fertilisante des engrais la quantité d'azote qu'ils renferment, ils ont essayé d'indéterminer la valeur proportionnelle à 100 kil. d'un fumier de ferme normal renfermant pour cent 21 de matière sèche, 0,41 d'azote. Depuis, M. Boussingault a pensé que cette table devait être complétée en y introduisant un autre élément de comparaison, l'acide phosphorique ; tout en reconnaissant que l'azote et l'acide phosphorique sont les principes essentiels des engrais, on ne peut cependant faire complètement abstraction de quelques autres substances telles que la potasse, la soude d'autres alcalis, de l'acide sulfurique, et même du carbone ; nous croyons donc utile de compléter cette table par l'indication des principaux composants des engrais, azote, acide phosphorique, alcalis, en ne présentant du reste que comme approximatifs ces derniers chiffres. Cette simple approximation n'a pas d'inconvénient d'ailleurs, si on songe aux différences très-grandes que présentent des analyses de substances de la même espèce. De cette table le lecteur déduira lui-même les équivalents, non-seulement sous le rapport de l'azote, mais encore sous celui des autres principes fertilisants.

TABLE DES MATIÈRES

PREMIÈRE PARTIE

SOL

	Pages.
CHAPITRE I ^{er} . Définitions. — Composition du sol	1
CHAPITRE II. Propriétés physiques du sol	3
§ I. Masse du sol et du sous-sol .	3
§ II. État d'agrégation et de division des sols.	5
§ III. Pesanteur spécifique et poids des sols	6
§ IV. Consistance, ténacité, cohésion des sols	7
§ V. Couleur des sols.	8
§ VI. Humidité des sols	8
§ VII. Absorption du calorique. — Échauffement des sols.	9
§ VIII. Absorption des sels, des acides et des gaz.—Électricité	10
§ IX. Tableau des propriétés physiques des sols.	11
CHAPITRE III. Classification des sols.	14
1 ^{re} Division. Sols à base minérale	17
2 ^o Division. Sols à base organique	17
CHAPITRE IV. Étude des différents sols.	19
§ I. Sols non calcaires	19
§ II. Sols calcaires ou renfermant du carbonate de chaux.	22
§ III. Sols à base de-matière organique.	25
CHAPITRE V. Origine et répartition géologique des sols.	27

TABLE DES MATIÈRES

175

	Pages.
CHAPITRE VI. Moyen de reconnaître les sols	33
§ I. Examen préparatoire. — Informations	33
§ II. Appareils et réactifs nécessaires pour l'analyse des sols.	34
§ III. Analyse mécanique.	37
§ IV. Analyse chimique.	40
CHAPITRE VII. Fertilité des sols	46
§ I. Principes de la fertilité des sols.	46
§ II. Nature de la fertilité du sol et valeur de l'engrais	50
§ III. Classification des sols d'après leur productivité et leur valeur	53
§ IV. Causes qui modifient la fertilité des sols	56

DEUXIÈME PARTIE

ENGRAIS

	Pages.
CHAPITRE I^{er}. Amendements et engrais minéraux	59
§ I. Chaux	61
I. Marne	66
§ III. Faluns, sables et dépôts marins.	73
§ IV. Plâtre	75
§ V. Des cendres de végétaux non lessivées. .	77
§ VI. Cendres lessivées, charrées.	79
§ VII. Suie	80
§ VIII. Cendres pyriteuses, cendres de Picardie.	81
§ IX. Phosphates et phosphorites.	82
§ X. Sels divers.	84
CHAPITRE II. Engrais animaux.	87
§ I. Chair, sang, issues .	87
§ II. Os	92
§ III. Noir animal .	94
§ IV. Guano.	96
CHAPITRE III. Engrais végétaux	100
§ I. Récoltes enfouies en vert	100
§ II. Végétaux recueillis pour être enfouis	101
§ III. Tourteaux	103
§ IV. Marcs et pûpes.	105

	Pages.
CHAPITRE IV. Déjections animales .	107
§ I. Déjections animales en général.	107
§ II. Égout des villes.	112
§ III. Engrais des vidanges.	113
§ IV. Poudrette.	125
§ V. Fientes des animaux	126
CHAPITRE V. Fumiers	135
§ I. Litières .	135
§ II. Diverses espèces de fumiers.	138
§ III. Traitement des fumiers	143
§ IV. Application des fumiers .	155
§ V. Valeur des fumiers.	164
CHAPITRE VI. Terreaux, boues, composts et engrais factices .	166
§ I. Application des engrais, terreaux et pulvérulents .	170
§ II. Équivalent des engrais	172





ORIENTAÇÕES PARA O USO

Esta é uma cópia digital de um documento (ou parte dele) que pertence a um dos acervos que fazem parte da Biblioteca Digital de Obras Raras e Especiais da USP. Trata-se de uma referência a um documento original. Neste sentido, procuramos manter a integridade e a autenticidade da fonte, não realizando alterações no ambiente digital – com exceção de ajustes de cor, contraste e definição.

1. Você apenas deve utilizar esta obra para fins não comerciais. Os livros, textos e imagens que publicamos na Biblioteca Digital de Obras Raras e Especiais da USP são de domínio público, no entanto, é proibido o uso comercial das nossas imagens.

2. Atribuição. Quando utilizar este documento em outro contexto, você deve dar crédito ao autor (ou autores), à Biblioteca Digital de Obras Raras e Especiais da USP e ao acervo original, da forma como aparece na ficha catalográfica (metadados) do repositório digital. Pedimos que você não republique este conteúdo na rede mundial de computadores (internet) sem a nossa expressa autorização.

3. Direitos do autor. No Brasil, os direitos do autor são regulados pela Lei n.º 9.610, de 19 de Fevereiro de 1998. Os direitos do autor estão também respaldados na Convenção de Berna, de 1971. Sabemos das dificuldades existentes para a verificação se uma obra realmente encontra-se em domínio público. Neste sentido, se você acreditar que algum documento publicado na Biblioteca Digital de Obras Raras e Especiais da USP esteja violando direitos autorais de tradução, versão, exibição, reprodução ou quaisquer outros, solicitamos que nos informe imediatamente (dtsibi@usp.br).