

niques qu'elle rencontre ; mais son effet, avec l'aide du temps, finirait probablement par égaler celui de l'alcali caustique, si l'hydrate, une fois mêlé au sol, ne se changeait pas en carbonate extrêmement divisé, d'autant plus apte à pénétrer dans les plantes, qu'il se dissout plus facilement dans l'eau faiblement chargée d'acide carbonique ; ajoutons, que ce carbonate, par sa ténuité même, est dans la meilleure condition pour opérer, sur les sels fixes d'ammoniaque provenant des engrais, la réaction qui les transforme en carbonate volatil.

On attribue encore à la chaux un genre particulier d'action qu'elle exercerait dans les terrains argileux ; c'est que, suivant une observation de M. Fuchs, sous l'influence de l'humidité, elle mettrait en liberté la potasse engagée, en proportion très-minime, dans le plus grand nombre des argiles.

Marne.

La marne est composée principalement de carbonate de chaux et d'argile ; c'est un mélange, dans des proportions extrêmement variables, de ces deux substances. Quelquefois l'argile est remplacée par du sable ; de là le nom de marne argileuse, très-argileuse, sablonneuse ; elle contient depuis 10 jusqu'à 90 pour 100 de carbonate calcaire. Sa couleur présente toutes les nuances imaginables. On la rencontre dans les terrains peu anciens. Les assises supérieures des calcaires jurassiques sont souvent for-

mées d'argiles marneuses, et on en suit le gisement jusque dans les dépôts les plus récents.

La propriété caractéristique d'un calcaire *marneux*, quelles que soient d'ailleurs les matières qui s'y trouvent mélangées, est celle de se déliter, de se réduire en poudre par l'effet des influences atmosphériques. Toute pierre à chaux douée de ce caractère est propre au marnage.

Le but principal qu'on se propose en donnant de la marne à un terrain est d'y porter le principe calcaire. Sous ce rapport, le marnage revient à l'application de la chaux. Dans l'un et l'autre cas on se place dans la condition la seule favorable à une bonne incorporation, celle d'une extrême division. L'utilité de cet engrais est reconnue depuis la plus haute antiquité, et son importance est si bien appréciée qu'on ne craint pas d'entreprendre des travaux souterrains assez étendus pour se le procurer (1).

Le délitement de la marne s'explique par ses propriétés physiques et par celles des éléments qui la constituent. Le calcaire très-divisé forme avec l'eau une pâte assez peu cohérente pour qu'après sa dessiccation, elle tombe en poussière : c'est ce que prouvent les expériences de Schübler ; et on ne saurait douter que, dans la marne, la faculté liante de l'argile ne soit en grande partie détruite par les particules de calcaire interposées dans la masse. La gelée, si efficace pour la pulvériser, agit évidemment en congelant l'eau dont elle

(1) Thaer, *Principes raisonnés d'Agriculture*, t. II, p. 239.

raison qu'elle occasionnerait une dépense de transport d'environ 200 charges de voitures, sans compter les frais d'extraction du calcaire; mieux vaudrait, probablement, donner des cendres, et même du salin pour arriver à ce résultat. La potasse existante dans une marne contribue pour sa part aux succès de l'entreprise; mais il faut voir dans le marnage, d'un côté, l'introduction du calcaire, et, de l'autre, un agent capable de modifier favorablement les propriétés physiques du terrain, en rendant moins tenace une terre argileuse, ou en donnant plus de consistance à un sol sablonneux.

Le marnage produit, dans la culture, des améliorations incontestables. Selon M. Puvis, une marne sablonneuse renfermant de 0,30 à 0,60 de carbonate de chaux a doublé, dans le département de l'Isère, les rendements d'un sol aride. Avant son application on n'obtenait que de chétives récoltes de seigle, rapportant au plus trois pour un de semence; maintenant on retire huit pour un du froment semé, et ces heureux effets se font sentir pendant dix à douze ans.

L'action de la marne, comme celle du chaulage, n'est pas illimitée dans sa durée. Chaque récolte enlève des sels calcaires. Le genre de culture a d'ailleurs la plus grande influence sur la quantité de chaux prélevée sur le sol; mais en faisant la part la plus large, il est facile de voir, d'après la composition des cendres des végétaux, que la proportion de trois hectolitres de marne par hectare, qu'on admet comme la

dose moyenne annuelle à donner au terrain, est infiniment plus forte que celle qui serait rigoureusement nécessaire.

Plâtre.

Le gypse ou sulfate de chaux résulte de la combinaison de 41,5 de chaux avec 58,5 d'acide sulfurique. Il contient le plus ordinairement de l'eau de constitution; sa composition est alors :

Sulfate de chaux...	79,2
Eau.	20,8
	<hr/>
	100,0

Le sulfate de chaux hydraté se rencontre abondamment à la surface du globe; on le trouve à l'état cristallin, en masses grenues ou fibreuses, dans des terrains de formation très-récente. Ce sel n'a pas de saveur appréciable, cependant il est sensiblement soluble. L'eau en dissout 1/460 de son poids. A une température très-élevée, comme l'est celle d'un feu de forge, le sulfate de chaux fond, et en se refroidissant il prend l'aspect d'un émail blanc. Bien au-dessous de la chaleur rouge, son eau de constitution se dégage; mais, exposé à l'air, il la reprend peu à peu à la vapeur aqueuse de l'atmosphère.

C'est sur cette faculté que possède le gypse *déshydraté* de se combiner avec l'eau pour se reconstituer à l'état d'hydrate qu'est fondé son usage dans les arts. Le plâtre est le gypse privé de son eau par la cuite. Après la calcination, on le bat et on le tamise. Pour l'employer, on le délaye dans un volume d'eau

égal au sien, et on l'applique aussitôt après avoir été gâché. Bientôt le mélange se consolide, et, pendant la solidification, il se dégage de la chaleur. Il s'opère une véritable cristallisation confuse, les cristaux s'entrelacent et forment une masse douée d'une assez grande ténacité. Lorsque le gypse a été cuit à une chaleur trop intense, il devient indifférent pour l'eau ; il ne peut plus s'hydrater, et on ne saurait dès lors l'utiliser comme plâtre.

On trouve, dans la nature, des amas considérables de chaux sulfatée anhydre présentant cette même indifférence pour l'eau ; c'est l'anhydrite des minéralogistes, dont la position dans l'ordre géologique diffère de celle du gypse hydraté ; sa formation date d'une époque beaucoup plus ancienne. Ce minéral est contemporain des gîtes métallifères, des masses de sel gemme ; il fait partie d'un système de roches formées ou modifiées par l'action du feu. L'absence de l'eau, dans ce sulfate, et surtout son incapacité pour s'y combiner, est peut-être la preuve de son origine ou de ses modifications plutoniques, puisqu'il est établi que le gypse devient impropre à s'unir à l'eau lorsqu'il a éprouvé une chaleur de 400 à 500 degrés.

Je me propose de discuter ici les faits les plus authentiques recueillis jusqu'à ce jour, sur l'emploi du gypse en agriculture ; j'examinerai en même temps si les théories admises pour expliquer l'action de ce sel sur les plantes se concilient avec les observations ; enfin, je rendrai compte des expériences entreprises

à Bechelbronn, dans la vue d'éclairer plusieurs points encore douteux de son histoire.

Le plâtre est un des engrais minéraux les plus usités ; son efficacité dans les travaux agricoles n'était point inconnue aux anciens, mais l'usage en était resté circonscrit dans un petit nombre de localités. Il paraît que ce fut vers le milieu du dix-huitième siècle qu'un ministre protestant de la principauté de Hohenlohe, le pasteur Mayer, étudia les effets du plâtre, d'après des renseignements qu'il reçut de Hehlen en Hanovre, où déjà on l'employait comme amendement (1).

En propageant, par son exemple et par ses écrits, l'usage jusque-là si borné du gypse, Mayer rendit un éminent service. De toutes parts on tenta des essais. Tschiffeli en Suisse, Schubart en Allemagne, firent connaître, sur l'amélioration des prairies, des expériences assez décisives pour porter la conviction dans les esprits les plus incrédules. Mais c'est le sort des découvertes utiles, des applications heureuses, de n'être adoptées qu'après avoir été vivement combattues. Une opposition formidable s'éleva bientôt contre l'usage qu'on voulait faire du gypse. La polémique excitée à ce sujet renferme un épisode assez curieux pour être rapporté. Au nombre des adversaires les plus décidés du gypse, se trouvaient les inspecteurs des salines. Ils étaient mus par la crainte de voir se fermer le débouché par lequel s'écoulait le dépôt

(1) Thaer, *Principes raisonnés d'Agriculture*, t. II, p. 253.

formé dans les chaudières évaporatoires, le schlot, que l'on répandait alors sur les prairies pour en augmenter la fertilité. Le plâtre, dans l'opinion des officiers des salines, non-seulement était inefficace à remplir le même objet, il était encore nuisible. Le schlot, seul, était la matière par excellence, à laquelle rien ne pouvait suppléer. On ignorait alors, on a su depuis, que le principe actif, la base du résidu des salines, n'est autre chose que du sulfate de chaux, que du plâtre.

L'emploi du gypse s'étendit rapidement en France, particulièrement dans les environs de Paris. De là, il passa l'Atlantique; et dans l'Amérique du Nord, l'on plâtra les champs avec de la pierre sortie des carrières de Montmartre. Les terres récemment défrichées des États-Unis, si riches en humus, la nature des plantes qui les recouvrent, secondèrent merveilleusement l'action du nouvel engrais. Les effets en furent prodigieux; et l'imposante autorité de Franklin, qui les constata, vint mettre fin à toute discussion. Dans les deux mondes, le plâtre fut reconnu comme un des auxiliaires les plus puissants de la végétation.

Toutefois, les partisans du gypse allèrent jusqu'à l'exagération, en considérant le plâtre comme un engrais universel, capable de remplacer tous les autres, convenant à toutes les cultures, à tous les sols. Bientôt une pratique plus éclairée ne tarda pas à soumettre les effets du gypse à une juste et sévère appréciation. Elle reconnut qu'employé seul, ce sel est insuffisant pour produire la fertilité; qu'il exige toujours le concours d'engrais organiques, si le terrain n'en contient pas

originaiement. Enfin, il fut établi que le plâtre n'agit utilement que sur un nombre de plantes fort limité; qu'il convient surtout aux prairies artificielles formées par le trèfle, la luzerne ou le sainfoin; que son action est à peine sensible sur les prairies naturelles, douteuse sur les récoltes sarclées, nulle sur les céréales.

Les résultats défavorables obtenus par l'emploi du plâtre ne sauraient être légèrement révoqués en doute, par la raison qu'ils ont été constatés par ceux-là mêmes qui utilisent journellement le gypse sur leurs prairies artificielles; ce sont d'ailleurs, de tous les observateurs, les plus directement intéressés à augmenter, par les mêmes moyens, dans le même rapport, la récolte la plus productive de toutes, celle du froment.

L'observation a déterminé l'époque la plus convenable à laquelle il convient de donner le gypse aux prairies. Généralement on a trouvé qu'il faut le répandre en poudre, au printemps, lorsque les plantes ont déjà acquis un certain développement; qu'on doit choisir un temps calme et humide; qu'il convient de l'appliquer le matin, afin de le faire adhérer aux feuilles encore mouillées par la rosée. Les opinions ont été longtemps divisées, pour savoir si le plâtre doit être employé à l'état naturel, tel qu'il sort de la terre, ou s'il est préférable de le calciner. Il est aujourd'hui parfaitement établi que la cuisson n'ajoute rien à ses propriétés. Bien que l'usage d'en saupoudrer les prairies soit le plus ordinairement suivi, on sait néanmoins qu'on obtient encore de très-bons effets, en l'incorporant dans un sol, à

l'époque des labours d'automne. Cependant, il faut bien que l'usage qui a prévalu, de saupoudrer les feuilles, soit justifié par un avantage réel. J'entrevois la raison de cette pratique dans ce principe, que tout engrais pulvérulent doit être réparti aussi également que possible. Or, rien ne peut contribuer autant à cette égale répartition que l'adhésion à des feuilles humides. Le plâtre ne s'en détache ensuite que peu à peu; elles le répandent ainsi dans tous les sens, à mesure que le vent les agite et les dessèche.

Dans certaines localités, on n'a produit aucun effet utile par l'emploi du plâtre, bien qu'on l'ait administré dans de bonnes conditions, à des plantes qui en profitent ordinairement. On a expliqué cette anomalie en admettant, sans toutefois le prouver par l'analyse, que ces terrains rebelles contiennent naturellement du gypse. On a prétendu aussi que l'action favorable du plâtrage ne se manifeste plus dans les terrains bas, constamment et fortement humides.

La proportion de plâtre donnée à la terre est comprise dans des limites fort étendues; elle varie depuis 200 jusqu'à ,000 kilogrammes par hectare. La qualité et surtout la valeur de la matière exerce nécessairement une influence sur les doses adoptées, souvent même un prix trop élevé devient un motif suffisant d'exclusion.

Les opinions des praticiens sur la convenance du plâtrage, bien que concordantes dans des circonstances déterminées, sont cependant loin d'être unanimes sur tous les points. Elles se rapprochent

sur quelques-uns, divergent sur quelques autres; et ce fut dans le but très-louable de lever les doutes qui restaient encore sur les avantages de l'emploi du plâtre, sur l'opportunité de son application, que le gouvernement ouvrit une enquête sur la question considérée de la manière la plus générale.

Les réponses provoquées par cette enquête ont été rassemblées et résumées dans un rapport fait par M. Bosc à la Société royale et centrale d'agriculture. C'est une justice qu'il faut rendre à la sagacité de nos agronomes; les renseignements adressés à l'administration ont été nets et précis; ces renseignements émanés de tous les points de la France, ont eu ce précieux avantage qu'en une phrase de quelques lignes, ils résumaient, dans certains cas, vingt à trente ans d'expérience. Cette enquête montre tout le parti qu'il est possible de tirer des lumières de nos praticiens. Mais il faut consentir à les consulter, car les agriculteurs qui cultivent beaucoup écrivent très-peu, probablement par cette raison que ceux qui ne cultivent jamais écrivent toujours (1).

(1) Je me plais à mentionner ici les agronomes qui ont répondu aux questions posées par l'administration; ce sont MM. Bons de Farges (Ain), Sarrazin (Aisne), Descombes des Morelles (Allier), Bermond de Vaux (Basses-Alpes), Farnand (Hautes-Alpes), de Bernardy, d'Ounous (Ardèche), de Neirac (Aveyron), de Brebisson (Calvados), Girard de Ville-Maison (Cher), Giraud (Doubs), Degros (Drôme), de la Pasture, Assire (Eure), Lelong (Eure-et-Loir), de Lacour la Gardiole (Gard), Galy (Haute-Garonne), Grisony, de Colomé (Gers), Coste Fregeorgue, d'Hauteroche (Hérault), de Lorgeril (Ille-et-Vilaine), de Barbançois, Deschartres (Indre-et-Loire), Fuziers (Isère), Brune (Jura), Basquiot-Mugriet (Landes),

s'est imbibée pendant l'automne, en raison de sa nature poreuse. L'eau, en se solidifiant, augmente notablement de volume, et sépare, écarte, par son expansion, les molécules terreuses : c'est un effet exactement semblable à celui de l'action du gel sur les pierres gélives. C'est ainsi qu'on voit de la craie poreuse, ne renfermant presque rien autre chose que du carbonate de chaux, se désagréger entièrement par la gelée, après avoir reçu les pluies d'automne, à ce point qu'on l'emploie pour marnier.

La marne argileuse, on le comprend facilement, agit de deux manières sur les terrains; car, indépendamment des avantages qu'elle procure au sol en y portant du carbonate de chaux, elle l'améliorera encore par l'introduction de l'argile, si ce sol est léger, sablonneux. Dans un terrain fortement argileux le chaulage est peut-être préférable.

Il convient donc de distinguer ces deux effets: l'un, mécanique, dépend de la présence de l'argile ou du sable; l'autre, chimique, provient du carbonate de chaux et équivaut au chaulage. C'est à ces deux effets que les cultivateurs rapportent, généralement, toute l'utilité qu'ils retirent du marnage. Cependant, il est à présumer qu'elle agit encore utilement sur le sol, en lui apportant d'autres principes fertilisants. Du moins, des analyses faites sur plusieurs substances marneuses y ont indiqué des matières azotées, des phosphates. Et cela n'a rien de surprenant, quand on réfléchit sur les circonstances géologiques dans lesquelles les dépôts marneux se sont formés. J'ai dit que les calcaires argi-

eux répondent par leur âge aux formations les plus récentes; souvent ils sont accompagnés de nombreux débris d'êtres organisés, et l'on connaît plusieurs de ces dépôts formés presque en totalité de débris de coquilles: tel est le falun exploité en Touraine. Il n'y a donc rien que de très-naturel à ce que des masses minérales d'une semblable origine renferment quelques débris des animaux et des plantes enfouis à l'époque où elles se sont déposées. Une marne de Lenguy (Yonne) a donné à l'analyse près de 0,002 d'azote. Une autre variété du département du Bas-Rhin en contient plus de 0,001. La recherche des matières organiques azotées dans les marnes, comme celle des phosphates, doit donc s'ajouter à la détermination des substances minérales; et il est possible que ces substances contribuent à l'action fertilisante vraiment extraordinaire des marnes de certaines localités.

M. Kuhlmann a constaté, il y a plus de dix ans, que la plupart des pierres calcaires renferment de faibles proportions de carbonates alcalins; dès lors, il était permis de présumer que les calcaires plus ou moins argileux, employés à l'amendement des terres, contiendraient aussi de la potasse. C'est ce qu'ont établi des analyses de marnes, faites par M. Krockner.

COMPOSITION DE LA MARNE.

Carbonate de chaux.....	12,50	14,10	18,80	20,50	25,20	52,10	56,10
Carbonate de magnésie..	1,00	traces.	1,20	5,10	2,20	1,50	1,10
Potasse.....	0,09	0,08	0,09	0,11	0,10	0,09	0,16
Eau.....	2,04	2,15	2,11	1,51	1,95	1,52	1,55
Argile et sable.....	84,53	82,85	76,85	74,55	69,57	64,21	60,07
Ammoniaque (1).....	0,005	0,008	0,099	0,077	0,074	0,096	0,058

Comme la chaux, la marne doit être répandue très-uniformément sur le sol. On la dépose aussi en petits monceaux, placés à égale distance : c'est une opinion générale qu'il est nuisible de l'enterrer quand elle est récemment tirée de son gîte; on est dans l'usage de lui faire passer un été ou un hiver, ou mieux encore toute une année, en plein air, avant de l'incorporer. On croit encore qu'il ne faut pas l'enfouir très-profondément. La marne, pour hiverner sur le champ, est déposée sur le chaume; lorsqu'elle est délitée par l'action du gel, on l'étend à la pelle. Quand on doit l'appliquer à l'époque des semailles des céréales d'automne, le dépôt se fait en été, et on la place dans les sillons au moment des labours. Schwertz observe que cette méthode ne peut être suivie qu'avec une matière qui se délite aisément (2). En Angleterre, on croit que la marne doit être exposée aussi longtemps que possible aux influences de l'atmosphère, et qu'elle doit recevoir la chaleur

(1) Si l'ammoniaque a été déterminée par un dosage d'azote, il ne saurait être établi qu'elle existe toute formée dans les marnes; c'est comme si l'on établissait la proportion d'ammoniaque dans une terre arable d'après un dosage d'azote.

(2) Schwertz, *Préceptes d'Agriculture pratique*, p. 305, traduct.

d'un été et la gelée d'un hiver pour devenir friable et pouvoir se répandre également (1). Celle qui n'a pas été exposée au froid se divise rarement assez pour pouvoir être mêlée convenablement au sol, malgré la répétition des labours, et elle ne produit que peu d'effets sur la première récolte de grains. Après que la marne est bien épandue, on herse fortement par un temps sec, et l'on donne plusieurs labours très-peu profonds, suivis chaque fois d'un hersage, exactement comme lorsqu'il s'agit d'incorporer la chaux (2).

La dose de marne donnée à la terre varie considérablement selon les localités. M. Puvis, dans un excellent Mémoire, pose d'abord en principe que cette dose dépend entièrement de la quantité de calcaire existant dans le sol. Il admet que toute terre renfermant plus de 9 pour 100 de carbonate de chaux peut se passer de cet amendement, et que celles qui en contiennent moins doivent recevoir une proportion de marne, de manière à porter à ce taux l'élément calcaire. La dose à employer dépend donc à la fois, et de la proportion de carbonate de chaux contenue dans le sol, et de celle qui se trouve dans la marne elle-même.

Du point de vue d'où M. Puvis l'a considéré, le marnage devient une opération très-abordable. Les proportions exorbitantes que l'on emploie, sans au-

(1) Sinclair, *Agriculture pratique et raisonnée*, t. I, p. 432.

(2) Thaer, *Principes raisonnés d'Agriculture*, t. II, p. 248.

tre motif que celui de l'habitude, sont jugées inutiles, sinon nuisibles; la quantité de marne à incorporer au sol se détermine alors par la richesse de celle dont on dispose, et par la profondeur de la couche de terre labourable. Pour en faciliter le dosage, M. Puvis a dressé une table qui peut être très-utile dans la pratique, puisqu'on y trouve le nombre de mètres cubes de marne nécessaire à un hectare de terrain privé de l'élément calcaire, suivant l'épaisseur de la couche labourée, et en tenant compte du carbonate de chaux contenu dans la matière employée.

NOMBRE DE MÈTRES CUBES de marne nécessaire, sur un hectare, à une couche de terre labourée à une épaisseur de :						Lorsque cent parties de marne contiennent en carbonate de chaux.
8 centimètr.	11 centimètr.	14 centimètr.	16 centimètr.	19 centimètr.	22 centimètr.	
244	324 $\frac{3}{4}$	405	487	568	650	10
122	162 $\frac{1}{2}$	202 $\frac{1}{2}$	243 $\frac{1}{2}$	284	325	20
81 $\frac{1}{3}$	108 $\frac{1}{3}$	135	129	189 $\frac{1}{3}$	217	30
61	81 $\frac{1}{4}$	101	122	142	162	40
49	65	81	97 $\frac{1}{2}$	113 $\frac{6}{10}$	130	50
40 $\frac{7}{10}$	54	67 $\frac{1}{2}$	81	94 $\frac{6}{10}$	108	60
35	46	58	69 $\frac{1}{2}$	81	93	70
30 $\frac{1}{2}$	40 $\frac{1}{2}$	51	61	71	81	80
27	36	45	54	63	72	90
24 $\frac{4}{10}$	32 $\frac{1}{2}$	40 $\frac{1}{2}$	49	57	65	100

M. Puvis ne donne pas ces doses comme devant être adoptées invariablement; ce sont des moyennes déduites des résultats pratiques reconnus les plus avantageux, mais auxquelles il ne faudrait pas cependant s'astreindre absolument. C'est ainsi qu'avec une marne très-argileuse, la dose pourra être augmentée

sur les terrains sablonneux et légers; on devra la diminuer sur les terres fortes et argileuses de leur nature. Se conformant en cela à l'expérience, M. Puvis conseille de diminuer la dose de marne, riche en carbonate, dans les terrains secs et légers, surtout lorsqu'on agira sur un sol labouré profondément; dans les terres arides, à la suite de défrichements; dans les sols très-froids, l'augmentation de la proportion de marne est favorable (1).

Les raisons qui viennent d'être exposées, pour limiter le marnage, n'ont plus la même force, quand on reconnaît que cet amendement introduit dans la terre des principes très-utiles à la végétation, autres que la chaux; il est évident qu'en marnant on donne de la potasse, des principes azotés, et, très-vraisemblablement, des phosphates. Comme la marne est toujours appliquée en très-forte proportion, il s'ensuit que ces substances, alors même qu'elles ne s'y trouvent qu'en proportion extrêmement minime, entrent néanmoins pour une quantité fort notable dans le sol marné. Par exemple, si sur un hectare on met 3,000 quintaux d'une marne contenant un millième de potasse, on accumulera dans le sol 3 quintaux de potasse; mais, sous le rapport pratique, je ferai observer que si l'opération du marnage n'avait d'autre objet que l'introduction de ces 3 quintaux d'alcali, on pourrait la considérer comme assez peu avantageuse, par la

(1) Puvis, *Annales de l'Agriculture française*, t. XXVIII, p. 334, 2^e série.