

MÉMOIRE SUR LA PULVERISATION DES ENGRAIS

PAR M. MENIER, *Manufacturier*

Le but que je me propose dans ce Mémoire est de montrer aux agriculteurs la grande importance de l'emploi des engrais réduits à l'état pulvérulent, et souvent à l'état de farine impalpable. J'entends par engrais, non pas seulement les matières d'origine organique, mais encore toutes les matières minérales qui peuvent céder aux plantes des principes utiles à la végétation, et susceptibles d'accroître la masse des récoltes. Les engrais complètent le sol arable au point de vue des produits qu'on cherche à en obtenir, et qui ne seraient pas récoltés en pareille quantité sans l'addition des principes qu'ils contiennent.

Mais si un engrais placé dans le sol arable ne peut être assimilé qu'en un temps considérable, il ne produit qu'un très-petit effet chaque année, à moins qu'on n'en emploie des masses énormes de là des dépenses parfois excessives, qui ne sont pas toujours couvertes par le produit. L'agriculteur a donc intérêt à hâter l'assimilation comme celle-ci n'arrive que par la dissolution dans l'eau qui va devenir la sève de la plante, il faut accroître la solubilité. La pulvérisation est un moyen bien connu d'obtenir ce résultat; mais le plus souvent l'agriculteur compte seulement sur l'action lente du temps, et il est obligé d'enfouir dans le sol de grands capitaux devenant ainsi improductifs durant de longues années.

Il n'est pas de chimiste qui ne connaisse l'influence considérable exercée par la ténuité des particules des corps solides sur la rapidité des réactions auxquelles on les soumet. Ces réactions ne sont souvent tout à fait complètes qu'autant que la pulvérisation a atteint ses dernières limites, qu'on atteint par les opérations de la porphyrisation et de la trituration, du blutage et du tamisage, de la lévigation enfin, opérations qu'on alterne et qu'on multiplie jusqu'à produire des poudres absolument impalpables. Dans les industries chimiques, on a recours à la division pour préparer les corps solides à l'attaque des liquides qui doivent les dissoudre. L'agriculture a commencé, il est vrai, à employer les mêmes procédés; mais elle ne le fait encore que d'une manière empirique et inconsciente, et beaucoup de cultivateurs ignorent complètement les avantages qu'ils pourraient en retirer. C'est cette pensée qui m'a conduit, il y a près de trois ans, à entreprendre un travail d'ensemble sur l'application spéciale de la force mécanique à la trituration des matières fertilisantes si utiles à l'agriculture.

Dans ma longue pratique des manipulations chimiques, lorsque je fabriquais sur une vaste échelle de nombreux produits, tant pour la pharmacie que pour l'industrie, j'ai pu observer souvent des phénomènes intéressants sur les corps réduits en poudres impalpables. Je n'avais pas vu alors tout le parti que pouvait en tirer l'agriculture mais, préoccupé du problème d'augmenter la rapidité de la production, j'ai reconnu plus tard qu'il s'agissait surtout de transformer un obstacle, le temps, en un auxiliaire. En agriculture, tout ce qui peut accélérer la puissance productive des terres contribuera à l'accroissement rapide de nos richesses agricoles.

S'il est reconnu que la ténuité des particules des matières fertilisantes favorise leur action, n'est-il pas évident qu'il faudra profiter de toutes les forces motrices que l'on peut obtenir à bas prix, pour produire la pulvérisation des substances qu'on appelle engrais ou amendements, et dont l'emploi n'a qu'un but accroître la quantité des récoltes qu'on peut tirer d'une même surface de terre. Le problème à résoudre consiste, en agriculture comme en industrie, à obtenir un maximum d'effet utile avec un minimum d'effort dans un minimum de temps.

La pulvérisation modifie souvent presque complètement les propriétés des corps. On constate des variations sensibles dans le goût, l'odeur, la couleur et dans les propriétés physiques ou même chimiques de beaucoup de substances, selon qu'elles sont amenées à un état de ténuité plus ou moins grand. On sait qu'un broyage énergique du sucre l'altère sensiblement, y développe l'odeur du caramel et un goût fade d'amidon; c'est ce changement de l'état moléculaire des corps qui doit être étudié avec attention et pris en sérieuse considération.

MÉMOIRE SUR LA PULVERISATION DES ENGRAIS

PAR M. MENIER, *Manufacturier*

Les charbons très divisés acquièrent un grand pouvoir décolorant et désinfectant. Il en est de même du noir animal; c'est en raison de cette propriété, obtenue par la multiplication des surfaces, que, dans les cas d'altération des jus de betteraves, on l'emploie à l'état de grains plus fins aux dernières filtrations, lorsque le jus a déjà été dépouillé des matières étrangères les plus grossières par des couches superposées de noir animal à gros grains. Lorsque les charbons sont amenés à un plus grand état de division, ils offrent une combustibilité telle, que, dans beaucoup de pays, on s'en sert au lieu d'amadou. De même encore, les charbons d'une extrême ténuité sont très-hygrométriques, et peuvent absorber différents gaz.

Il est arrivé que des résines pulvérisées se sont subitement massées et ont dégagé même une assez grande quantité de chaleur pour s'enflammer subitement La fleur de soufre, ou le soufre très divisé qu'on emploie pour le soufrage des vignes, afin de les préserver de l'oïdium, a la propriété de répandre des vapeurs sous l'influence de l'insolation. J'ai observé que le cobolt, ou « mort-aux-mouches » (arsenic métallique), réduit en poudre, a souvent pris feu spontanément.

C'est aussi à leur état pulvérulent que les pyrophores de Homberg, de Gay-Lussac, de Magnus doivent leur curieuse Inflammabilité, lorsqu'on les projette dans l'air. Le fer réduit par l'hydrogène ne s'enflamme dans l'atmosphère que quand il est bien divisé. L'or réduit en poudre très-fine prend une teinte violacée. Le platine à l'état pulvérulent, sous la forme de noir de platine, a, comme on sait, la propriété de condenser plusieurs gaz et de favoriser la combinaison des gaz différents.

La ténuité des corps exerce aussi une grande influence sur leur solubilité, soit dans l'eau pure, soit dans divers acides. En général elle augmente beaucoup la rapidité de la dissolution. Le verre, qui est regardé par tout le monde comme à peu près insoluble, quoique les chimistes sachent que l'ébullition prolongée de l'eau dans un ballon finit toujours par en altérer un peu les parois, devient soluble, lorsqu'il a été réduit en farine impalpable, ainsi que l'a démontré une curieuse expérience de Pelouze. La silice entre ainsi en dissolution dans J'eau. Il y a là une indication pour l'agriculture qui a souvent besoin d'augmenter la proportion de silice contenue dans les pailles, surtout afin d'empêcher la verse des céréales.

Le feldspath, étant réduit en poudre fine, se laisse attaquer par l'eau et lui cède la potasse. C'est ainsi qu'en Angleterre le feldspath pulvérisé est employé comme engrais. Les phosphates fossiles pulvérisés se laissent facilement attaquer par l'eau, par les dissolutions salines ou alcalines et par le purin; et c'est ainsi qu'on explique l'utilité de leur usage dans beaucoup d'exploitations rurales. Au point de vue agricole, qui doit être plus spécialement celui de ce Mémoire, la quantité dissoute importe beaucoup moins que la durée de temps nécessaire pour amener la disparition complète de la matière fertilisante, par l'action de l'eau, plus ou moins chargée d'acide carbonique, qui circule dans le sol, se trouve ensuite absorbée par les racines, et est enfin évaporée par les feuilles. Les plantes ne demandent à la fois que de petites quantités d'aliment. Les doses doivent être faibles, mais souvent renouvelées. Ce qui importe surtout, c'est que toute addition d'une matière au sol produise son effet dans le moins de temps possible. Il s'agit de chercher si la pulvérisation est susceptible de rendre les marnes, les phosphates, les silicates mêmes, et les autres engrais, plus rapidement assimilables par les récoltes. Il s'agit, je le répète, d'obtenir par l'emploi des forces mécaniques ce que les siècles produisent sous l'effort des phénomènes atmosphériques c'est une lutte contre le temps, le plus grand ennemi, pour nous tous, qui n'avons qu'une durée si étroitement limitée.

Les matières fertilisantes minérales dont l'agriculture fait le plus fréquent emploi sont la marne, la chaux, le plâtre, les phosphates, les cendres. Toutes ces matières rendent d'autant plus, à parité de composition, qu'elles sont à l'état le plus finement pulvérisé. Cela n'est démontré encore, il est vrai, que pour quelques-uns, dans l'apparence du moins, et il faut s'en rapporter à ce qui se passe dans la pratique; mais il était important de prouver expérimentalement que la pulvérisation préalable est toujours un fait économique et avantageux. C'est ce que j'ai fait plus particulièrement pour le carbonate et pour le phosphate de chaux.

MÉMOIRE SUR LA PULVERISATION DES ENGRAIS

PAR M. MENIER, *Manufacturier*

Le plus souvent, pour se rendre compte de la valeur agricole d'une marne, on se contente de rechercher la proportion centésimale de carbonate de chaux qu'elle renferme. Plus son dosage est élevé ou se rapproche du chiffre 100, c'est-à-dire plus elle est près d'être du carbonate de chaux pur, plus aussi on l'estimé meilleure pour l'agriculture. Cependant, depuis longtemps déjà, on a reconnu que ce n'est pas là le seul élément d'appréciation. Le comte Adrien de Gasparin, dans son « Cours d'agriculture tome 1 page 75 » a appelé l'attention sur ce point important. Il cite une expérience faite par M. Lartet, devenu célèbre par ses travaux de Paléontologie, qui avait constaté avec surprise la différence d'action notable de diverses marnes sur la végétation, quoique ces marnes, à s'en rapporter aux seules analyses chimiques, parussent avoir une composition minérale identique. Vingt-cinq voitures, de 8 hectolitres chacune, de l'une de ces marnes, avaient produit autant d'effet que deux cents voitures d'autres marnes, qui cependant étaient à peu près aussi riches en carbonate de chaux, 66 pour 100 environ.

L'existence d'un grand nombre de débris d'animaux fossiles dans toutes ces marnes, qui provenaient du département du Gers, conduisit le comte de Gasparin à y rechercher la présence de l'azote. L'analyse des parties superficielles et pulvérulentes lui fournissait de 1 millième à 1/2 millième d'azote, tandis que les parties internes n'en présentaient plus que des traces à peine sensibles. Les marnes pulvérulentes offraient, suivant l'illustre agronome, de l'azote; quelques-unes contenaient de l'acide nitrique, rendu sensible par l'épreuve avec le protosulfate de fer et l'acide sulfurique; toutes donnaient du bicarbonate de chaux; c'était par leurs surfaces et leurs efflorescences que les marnes semblaient devenir susceptibles de se charger des éléments de la fertilisation.

Cette conclusion n'est peut être pas absolument rigoureuse, en ce sens qu'elle paraît supposer que les marnes n'agissent pas en fournissant aux plantes leur propre substance, mais bien en se chargeant de matières étrangères ou en se transformant. Mais il s'y trouve une appréciation exacte d'un fait vrai c'est que l'action se produit en raison des surfaces. Ceci va devenir plus évident si l'on poursuit l'examen des faits.

L'aspect des divers échantillons, continue M. de Gasparin, offrait déjà d'assez grandes différences. La marne de Gaussan, de qualité supérieure, se présentait sous forme de roche homogène, dure, grise, à cassure rhomboïde, ayant toute l'apparence et la solidité d'une pierre à bâtir; les autres ressemblaient plutôt à des poudingues formés d'un mélange imparfait de matières diverses les unes rousses et ferrugineuses, les autres grises les unes pulvérulentes, les autres dures et en rognons. Mises à déliter dans l'eau, la marne de Gaussan se réduisit en peu de temps en une poudre homogène, sans laisser de rognons; les autres ne se délitèrent qu'en partie, laissant 875 parties sur 1000 de rognons durs, presque entièrement calcaires, et ne présentant par conséquent que 125 parties de matières pulvérulentes, sans qu'un long séjour dans l'eau parvint à délayer la partie dure.

Dès lors n'avons-nous pas le droit de penser que le mystère était dévoilé? Les agents extérieurs n'agissent sur le carbonate de chaux, pour former le nitrate et les bicarbonates, que par les surfaces c'était donc la proportion des surfaces, et non pas celle des masses, qui devait représenter l'effet qu'on pouvait obtenir de ces marnes. Le marnage a surtout pour but de fournir aux récoltes la chaux dont elles ont besoin; il y pourvoit, selon tous ceux qui ont étudié la question avec des connaissances suffisantes de la Physiologie végétale et de la Chimie, au moyen de la dissolution du calcaire dans l'eau qui circule dans le sol et s'y charge d'acide carbonique. Or l'action dissolvante de cette eau pour un temps donné est, en effet, en rapport avec les surfaces de contact et non pas avec les masses en présence. Les expériences citées par le comte de Gasparin le prouvent déjà; mais j'en ai fait d'autres tout à fait concluantes, qui ne peuvent laisser aucun doute. Elles ont été exécutées avec le concours de M. Barral elles ont consisté à mettre en présence d'un liquide acidulé des surfaces différentes d'un même poids de carbonate de chaux pur. J'ai fait débiter, avec une petite scie mue mécaniquement dans un petit bloc de marbre de Carrare, de petits cubes ayant approximativement des côtés mesurant 3 millimètres, 2 millimètres, et enfin 1 millimètre. Pour obtenir des arêtes dont les longueurs soient bien déterminées, cette division en petits cubes est une opération très-difficile; on ne peut pas compter sur ces véritables dimensions, on n'a que des approximations, mais dans chaque groupe les fragments sont à peu près identiques, comme le démontrent les chiffres que nous avons obtenus et que nous allons rapporter.

MÉMOIRE SUR LA PULVERISATION DES ENGRAIS

PAR M. MENIER,
Manufacturier

Deux pesées successives de dix gros cubes nous ont donné les poids de 851 et 866 milligrammes; une pesée de cinq autres cubes a fourni 415 milligrammes. D'après cela, le poids moyen de chaque cube de ce premier groupe a été :

1 ^{re} pesée.....	85,1	^{mgr}
2 ^e " 	86,6	
3 ^e " 	83,0	
Poids moyen définitif....	84,9	

Le poids spécifique trouvé directement étant de 2,73, on trouve pour le volume 30 millimètres cubes, et par suite pour le côté 3,17mm. La surface totale de chacun des cubes de ce groupe est donc, en millimètres carrés, de 60,2934.

Dans le deuxième groupe, j'ai pris les poids de dix, treize et vingt-sept cubes, et j'ai trouvé respectivement 337 milligrammes, 425 milligrammes, 856 milligrammes; par conséquent, le poids moyen de chaque cube a été :

1 ^{re} pesée.....	33,70	^{mgr}
2 ^e " 	33,15	
3 ^e " 	31,70	
Poids moyen définitif....	32,85	

Le calcul fournit dès lors, d'après le poids spécifique, 12 millimètres cubes pour le volume; 2,29 mm pour chaque côté ; 31,4646 mm³ pour la surface totale de chaque cube de ce deuxième groupe. Nous avons pesé, dans le troisième groupe, dix, puis cinquante-cinq et enfin cent treize cubes; les poids obtenus ont été de 83, de 417 et de 853 milligrammes; d'où l'on déduit, pour le poids moyen de chaque côté :

1 ^{re} pesée.....	8,30	^{mgr}
2 ^e " 	7,58	
3 ^e " 	7,55	
Poids moyen définitif....	7,81	

On trouve dès lors, par le calcul et d'après le poids spécifique, pour chaque cube de ce groupe, un volume de 2,861mm²; un côté de 1,41 mm; une surface totale en millimètres carrés de 119286. Une première expérience a consisté à placer, à peu près, le même poids de fragments de chaque groupe dans une liqueur acide très-étendue, contenant un peu plus d'acide azotique qu'il n'était nécessaire pour la dissolution complète on avait soin d'agiter chaque flacon de la même manière, tous les quarts d'heure. On a trouvé les résultats suivants :

10 cubes du 1 ^{er} groupe pesant 851	ont exigé	22.30	^{mgr}	^h	^m
27 " 2 ^e "	856	"	9.52		
113 " 3 ^e "	853	"	5.58		
Le même marbre porphyrisé	853	a exigé	1.16		

Ainsi, ce qu'il était du reste facile de prévoir, la dissolution a été d'autant plus rapide que le nombre des fragments était plus considérable; elle est très-probablement exactement proportionnelle aux surfaces agissantes. Mais il faut remarquer que, à mesure que la dissolution marche, les surfaces se

MÉMOIRE SUR LA PULVERISATION DES ENGRAIS

PAR M. MENIER,
Manufacturier

modifient par conséquent, les rapports des surfaces efficientes dans l'expérience précédente ont dû constamment varier; elles étaient à l'origine de :

603 millimètres carrés pour les cubes du 1^{er} groupe.

849	»	»	2 ^e	»
1347	»	»	3 ^e	»

Si l'on rapproche les durées de la dissolution complète de la valeur des surfaces, on trouve les résultats suivants :

	Rapports des surfaces.	Rapports des durées de la dissolution.
1 ^{er} groupe	1,00	3,8
2 ^e » 	1,40	1,7
3 ^e » 	2,23	1,0

Ainsi, plus la surface totale est petite pour le même poids, c'est-à-dire plus les morceaux sont gros, plus est lente la dissolution. Une deuxième expérience a consisté à prendre dix cubes de chaque groupe et à jeter chaque masse dans un flacon contenant 100 centimètres cubes de la même dissolution nitrique; je les y ai laissés dix minutes. Ils ont été pesés ensuite, après avoir été bien séchés, pour constater les pertes éprouvées, c'est-à-dire l'effet produit. J'ai obtenu les résultats suivants :

	Surface totale initiale de chaque groupe.	Poids		
		avant.	après.	dissous.
10 cubes du 1 ^{er} groupe..	119,28	83	51	32
10 » 2 ^e » .	314,64	337	255	82
10 » 3 ^e » .	602,93	866	707	159

Durant les mêmes dix minutes, des cubes de même marbre porphyrisé s'étaient entièrement dissous dans un même volume de la liqueur acide. J'ai fait une troisième expérience, pour déterminer quelles seraient les quantités dissoutes dans le même liquide, pour des poids, à peu près identiques, de cubes de chaque groupe, pendant la même durée de dix minutes. Voici les résultats constatés :

	Nombre de cubes de chaque groupe.	Surfaces totales initiales.	Poids		
			avant.	après.	dissous.
1 ^{er} groupe ..	5	301,47	415	351	63
2 ^e » ..	13	409,04	425	343	82
3 ^e » ..	55	656,07	417	295	122

Un poids de 400 milligrammes du même marbre porphyrisé a été entièrement dissous. Les quantités dissoutes ont donc été proportionnelles aux surfaces dans ces deux expériences. En effet, les rapports sont les suivants :

« engrais 9 »

MÉMOIRE SUR LA PULVERISATION DES ENGRAIS

PAR M. MENIER, *Manufacturier*

	Rapports des surfaces.	Rapports des poids dissous.
1 ^{er} groupe	1,00	1,00
2 ^e " 	1,35	1,28
3 ^e " 	2,17	1,91

Il est donc bien constaté que plus les fragments d'un carbonate de chaux sont petits, c'est-à-dire que plus grande est la surface qu'ils offrent à l'action d'un dissolvant, plus aussi est considérable le résultat de l'attaque de cet agent. Ce doit être là que se trouve la base de la vraie théorie du marnage. Dès lors, au lieu de répandre simplement la marne, en morceaux le plus souvent gros comme le poing, tout au moins, n'aurait-on pas avantage à en faire la pulvérisation préalable et à réduire au moins à la moitié la dépense, qui est souvent de 250 francs par hectare? Des conséquences encore plus avantageuses sont mises en évidence par les considérations que suscite l'examen de la pulvérisation des phosphates. L'importance des phosphates de chaux en agriculture, particulièrement en ce qui concerne la culture du blé, a été signalée par sir Humphry Davy, dès le commencement de ce siècle. Les nombreuses et savantes analyses de cendres de végétaux, faites par Berthier, ne laissaient aucun doute sur la généralité du rôle des phosphates dans la végétation.

On commença, dès lors, à attribuer aux phosphates de chaux qu'ils contiennent l'action fertilisante des os et du noir animal. L'emploi de ces matières, particulièrement en Bretagne et surtout autour de Nantes, prit un grand développement à partir de 1822; aujourd'hui encore, Nantes est le centre le plus important du commerce des engrais en France. Il fallut néanmoins plus d'un quart de siècle pour que la question prît de la généralité. M. Elie de Beaumont, dans sa savante « Étude sur l'utilité agricole et sur les gisements géologiques du phosphore », a retracé en maître l'histoire des découvertes qui ont fini par établir, comme une vérité hors de discussion, que les gisements de phosphate de chaux dans divers pays sont la source principale à laquelle l'agriculture doit recourir pour l'entretien, ou mieux encore pour l'accroissement de la fertilité du sol arable.

En Angleterre, en France, en Allemagne, en Belgique, on recherche avec soin ces gisements, et leur exploitation, depuis dix ans, a pris partout une grande extension. En France, MM. de Molon, Meugy, Desailly, Poumarède, firent successivement connaître des bancs de phosphates fossiles, de natures très-diverses, qui ont été attaqués avec une ardeur peut-être trop grande pour leurs propriétaires; car il en est résulté d'abord sur le marché des matières fertilisantes, qui n'y était pas préparé, un excès considérable d'une marchandise ne trouvant pas de consommateurs immédiats; l'encombrement a fait naître, pour un temps, l'avilissement du prix de la denrée aussi la plupart des premières entreprises d'exploitation ont elles causé des ruines; mais, peu à peu, le bas prix du phosphate a été lui-même une cause d'encouragement pour son emploi par les fabricants d'engrais, sinon par les agriculteurs directement.

Coprolithes des Ardennes, de la Meuse et du Pas-de-Calais ont été les premiers en usage dans les fabriques d'engrais ils ont été pulvérisés et mélangés, soit en nature, soit après leur traitement préalable par l'acide sulfurique, avec des matières azotées et potassiques. Plus tard ont été découverts et employés de la même manière les phosphates fossiles du Tarn-et-Garonne, de l'Aveyron et du Lot, puis ceux de Bellegarde.

L'application directe à la culture des phosphates fossiles n'a d'abord eu de succès que dans les terrains nouvellement défrichés de la Bretagne et de la Sologne, et même pour un nombre très-limité de récoltes. C'est qu'on ne songeait d'abord qu'à les employer dans un état analogue à celui du noir d'os des raffineries de sucre. Aussi l'action n'était-elle pas très-énergique; elle ne se faisait sentir que dans certains sols acides ou dépourvus de calcaire. On n'en fit donc qu'un usage restreint, jusqu'au jour où l'on eut l'idée de les réduire à 1 état de farine impalpable.

Cette opération s'effectue aujourd'hui principalement dans une soixantaine de moulins à blé. On avait commencé par monter des pulvérisateurs compliqués mus par la vapeur; mais la mouture ainsi faite revenait à des prix beaucoup plus élevés que par les moulins à eau ordinaires. C'est un exemple bien remarquable de la thèse que je soutiens dans ce Mémoire; je veux seulement déterminer

MÉMOIRE SUR LA PULVERISATION DES ENGRAIS
PAR M. MENIER,
Manufacturier

scientifiquement ce que par empirisme on a fait jusqu'ici, obtenir une grande extension de ce système, et en généraliser l'emploi pour réduire en poudre impalpable les matières fertilisantes restées inutiles par ce fait seul que leur volume et leur cohésion les rendent impropres à être assimilées par les végétaux. Les forces perdues de l'eau et de l'air en mouvement doivent être ainsi d'un immense secours pour la fertilisation des terres. Il faut mâcher la nourriture des végétaux, faire, en un mot, la cuisine de leurs aliments, de manière à en rendre l'assimilation aussi facile que possible.

Comment peut se produire la dissolution des phosphates fossiles dans le sein du sol arable? Ces phosphates sont à l'état tribasique; ils sont, par conséquent, insolubles dans l'eau pure; mais, dans l'eau qui contient un peu d'acide carbonique, un peu de chlorure de sodium, ou quelques uns des composés chimiques du sol ou du fumier, l'insolubilité cesse. Un fait semblable à celui qui a été constaté plus haut pour les marnes se manifeste d'ailleurs. La quantité d'un phosphate qui, dans un temps donné, se dissout dans l'eau, est d'autant plus grande que les grains mis en présence du dissolvant sont plus finement pulvérisés. J'ai fait, avec M. Barrai, l'expérience sur des coprolithes que nous avions choisis, purs de tout carbonate de chaux, parce que d'abord un dissolvant faible, tel que de l'eau légèrement gazeuse, agit sur ce carbonate avant d'attaquer le phosphate.

Pour faire l'expérience, on a découpé dans l'atelier de mécanique de mon usine de Noisiel un nodule des Ardennes ne contenant que des traces de calcaire et dosant 62 pour 100 de phosphate, en petits cubes aussi réguliers qu'il a été possible, et ayant environ, les uns 3 millimètres de côté, les autres 2 millimètres, et d'autres enfin 1 millimètre seulement; on a réduit en outre en poudre impalpable, dans un mortier de porphyre, une autre partie du même nodule. Des poids, à peu près identiques, de ces quatre lots ont été placés dans des flacons bouchés à l'émeri et d'une contenance de 200 centimètres cubes chacun on a ensuite versé de l'eau de Seltz, provenant de la même bouteille, à moitié de ces flacons, rangés les uns à côté des autres, en allant de gauche à droite, puis on les a remplis, en allant de droite à gauche. On peut, en observant cette précaution, estimer que chaque flacon a reçu de l'eau tenant en dissolution la même quantité d'acide. Les flacons ont été bouchés en même temps; durant une heure, on les a agités toutes les cinq minutes, et, au bout de ce temps, on a pesé les parties non dissoutes. On a soumis d'ailleurs à l'analyse les eaux de chaque flacon pour y rechercher l'acide phosphorique.

Voici les résultats obtenus :

	Nombre de fragments.	Poids		Parties dissoutes.
		avant l'expérience.	après l'expérience.	
Cubes de 3 ^{mm} de côté.	5	420	416	4
» 2 »	14	422	409	11
» 1 »	55	415	367	48
Farine impalpable . .	*	415	334	81

Les quantités d'acide phosphorique dosées par l'urane ont été respectivement de 2, 5, 26 et 42 milligrammes, et, par conséquent, à peu près dans le rapport théorique. La vérification est donc complète. La dissolution a lieu proportionnellement aux surfaces du solide en contact avec le liquide actif. Dans le purin, dans le sein de la terre, des phénomènes semblables doivent se produire, et c'est pour cette raison qu'on a été évidemment conduit à réduire en poudre impalpable les phosphates fossiles aujourd'hui livrés à l'agriculture. Les moulins employés à la mouture des nodules phosphatiques, dans les Ardennes et dans la Meuse, sont, avons-nous dit, des moulins à blé; mais on estime qu'il faut deux fois plus de force que pour la mouture des grains aussi là où l'on avait deux paires de meules, on n'en fait marcher qu'une. Pendant que cette paire de meule agit, on fait le rhabillage de l'autre. La mouture des nodules use en effet beaucoup plus que celle des grains, mais non pas de manière à rendre le travail trop coûteux. Le prix payé ordinairement est de 60 centimes

MÉMOIRE SUR LA PULVERISATION DES ENGRAIS

PAR M. MENIER, *Manufacturier*

par kilogrammes, y compris la mise en sac et le plombage; et à ce taux le meunier fait beaucoup mieux ses affaires que pour la mouture du blé.

D'un autre côté, la mouture des phosphates par les moulins à vapeur coûte plus cher; c'est ce qui assure le succès du commerce de la farine des nodules des Ardennes, outre que cette farine a l'avantage de contenir peu de carbonate de chaux. Ce faible dosage en carbonate est important, tant pour l'emploi direct dans les fermes que pour la transformation en superphosphate par l'acide sulfurique, dans les fabriques d'engrais; car la dissolution est alors plus facile et moins coûteuse, puisqu'elle exige moins d'acide. On n'a pas encore essayé de faire la mouture des phosphates dans les moulins à vent; mais nul doute que cette opération ne réussisse, surtout dans les grands moulins. La mesure du résultat qu'on obtiendra est indiquée par l'effet produit dans les moulins hydrauliques. Le résultat sera d'autant plus économique pour l'agriculture que la force motrice sera moins coûteuse. Le vent n'est pas suffisamment employé; si c'est une force trop capricieuse pour l'industrie, qui exige la rapidité et la ponctualité d'exécution, il n'en est pas de même pour la préparation des engrais, qui peut s'effectuer à l'avance dans les exploitations rurales par les soins du cultivateur lui-même. Le but à atteindre est celui-ci : rendre l'assimilation par les plantes dix fois, vingt fois plus rapide, et, par conséquent, obtenir avec dix, vingt fois moins de substance employée, à la fois, le même résultat utile; par conséquent aussi, avoir comme bénéfice certain, outre plus d'efficacité, l'intérêt de son argent pendant de longues années, et agir avec le même capital sur une plus grande surface à améliorer.

En 1840, lorsque Persoz eut l'idée de chercher quelle était l'action des sels de potasse sur la végétation de la vigne, je fis avec lui plusieurs expériences relatives à l'emploi des os, et il reconnut qu'en les concassant plus finement il obtenait des résultats plus frappants, des feuilles plus grandes et plus vertes, des fruits plus gros. Il eut aussi, alors, l'idée de faire pulvériser du verre cassé et d'y incorporer de la potasse, de manière à produire un verre lentement soluble, qu'il faisait pulvériser finement avant de le mettre aux pieds de mes ceps de vigne; les résultats furent remarquables.

Dans l'enquête faite sur les engrais en 1864, M. Malaguti, après avoir dit qu'il regardait comme une excellente pratique de répandre sur les litières dans les étables des phosphates en poudre, a ajouté qu'on ferait très-bien d'employer aussi de la même manière du feldspath pulvérisé, afin de donner de la potasse aux terres qui en manquent. D'un autre côté, il est probable que les bons effets de la chaux dans les terrains granitiques et schisteux de la Bretagne sont dus à la propriété que possède la chaux de mettre en liberté la potasse des roches alcalines mais, pour cela, il faut que les roches soient désagrégées, afin que des décompositions puissent se produire. La partie feldspathique des Côtes-du-Nord est, d'après M. Malaguti, kaolineuse, et il reste toujours de la potasse dans le kaolin, ainsi qu'il résulte des expériences faites dans le laboratoire de la manufacture de porcelaine de Sèvres. L'emploi du feldspath kaolinisé pourrait être utile à l'agriculture, non-seulement à cause de la potasse, mais encore à cause de la silice soluble que le kaolin contient. Les kaolins examinés à Sèvres par MM. Brongniart et Malaguti cédaient une quantité assez considérable de silice gélatineuse sous l'action d'une faible dissolution de soude. Ainsi on s'explique comment certaines terres argileuses livrent à la végétation la silice qui est nécessaire pour donner de la force à la paille.

L'ouest de la France est riche en roches feldspathiques, potasse par conséquent, il serait à propos de songer à retirer cet alcali de pareilles roches. On verrait alors le commerce des départements de l'Ouest livrer de la potasse au commerce des départements de l'Est, où cet alcali fait défaut, pour en recevoir du phosphate de chaux dont il manque; on verrait une réciprocité d'échanges qui assurerait partout la plus grande fertilité. Toutes ces indications n'ont été données jusqu'à présent que comme des projets plus ou moins réalisables à des époques lointaines. On peut les mettre en application immédiate par la pulvérisation économique qui est dès maintenant employée sur une plus grande échelle dans les départements des Ardennes et de la Meuse, comme cela a été rappelé précédemment. Sur les conseils de l'abbé Morizot, on pulvérise déjà le granite feldspathique des Vosges, à Bussang, pour s'en servir comme engrais potassique. Si d'ailleurs on met un feldspath pulvérisé eu contact avec de l'eau contenant de la chaux en dissolution, on constate au bout de quelque temps que l'eau renferme de la lithine et de la potasse.

On a opéré, pour faire cette expérience intéressante, dans une bouteille en fer servant au transport du mercure, afin qu'on ne pût pas attribuer aux principes constituants du vase les matières qu'on

MÉMOIRE SUR LA PULVERISATION DES ENGRAIS

PAR M. MENIER, *Manufacturier*

retrouverait dans le liquide; l'expérience faite dans du verre, par exemple, ou dans de la porcelaine, n'eût pas été concluante. De même, du feldspath pulvérisé, mis en digestion dans du purin, y abandonne aussi de la silice et de la potasse. M. de Bellenet, juge au tribunal de première instance de Vesoul (Haute-Saône), vient de publier un Mémoire sur ce qu'il appelle « l'engrais minéral », c'est-à-dire le schiste bitumineux du lias, finement pulvérisé, soit mécaniquement, soit par l'action préalable de la calcination.

Cet engrais minéral est très-actif, dit M. de Bellenet, parce qu'il contient 25 pour 100 de chaux, a pour 100 de potasse et de soude, 1 pour 100 de soufre, 0,75 pour 100 d'acide phosphorique, et 3 à 4 pour 100 d'huile minérale et de bitume. En fait, le schiste en morceaux ne produit pas d'effet sur la végétation; les bons résultats signalés par M. de Bellenet seraient dus à ce que la pulvérisation préalable en farine très-fine permettrait la dissolution des matières actives du schiste par les liquides qui circulent dans la terre arable. La corne et la laine ne produisent des effets rapides sur la végétation que lorsque ces matières sont réduites en fragments extrêmement petits. Si la chaux a une action rapide, et surtout la chaux grasse, cela tient à ce que, par son hydratation, elle est aussi amenée à l'état de particules impalpables. Le plâtre cuit, bien pulvérisé, est préféré par les agriculteurs au plâtre cru, parce qu'il est plus facile de le réduire en poudre fine sous l'action des meules.

On a été conduit à traiter le guano du Pérou et des îles .Guanapé et Macabi, qui se présente en mottes, tantôt grasses, tantôt dures, par l'acide sulfurique, afin de pouvoir le réduire en poussière. M. Dumas a résumé ma pensée dans les termes suivants « Vous avez voulu démontrer que la pulvérisation rend immédiat l'effet des engrais; que les agriculteurs ont tout avantage à ne pas compter sur le temps pour les pulvériser qu'ils doivent le faire eux-mêmes; que l'avance qu'ils épargneront ainsi en capital suffira et au delà pour représenter par les intérêts économisés les frais de broyage dans un très-grand nombre de cas; que les moulins à vent et à eau qu'on abandonne comme moulins à farine ou à huile reprendront leur valeur comme moulins à engrais; enfin que les minéraux phosphatés ou potassiques inefficaces en roches, tels que la nature les présente, deviendront fertilisants, quand la meule les aura réduits en farine impalpable. » Nous ne pouvons placer sous une plus haute autorité l'idée fondamentale de ce Mémoire, sur laquelle nous avons cru utile d'appeler l'attention des amis de l'agriculture.