

tiques, une production semblable de nitre s'opérer pour ainsi dire sous mes yeux.

2° Sur la côte du Pérou, dans le désert de Tarapaca, à peu de distance du port de Iquique, on rencontre dans un terrain argileux, d'une époque extrêmement récente, de nombreux gisements de nitrate de soude analogues et peut-être contemporains des gîtes de sel marin que l'on exploite sur la même côte, plus près de l'équateur, dans le désert de Sechura. C'est, à ma connaissance, le seul exemple d'un gîte minéral donnant lieu à l'exploitation d'un nitrate. Le nitrate de soude de Tarapaca arrive aujourd'hui en Europe en très-grande quantité ; ce sel remplace avec avantage le nitrate de potasse dans plusieurs arts chimiques, et tout récemment, on a fait en Angleterre des essais agricoles assez nombreux, dans la vue d'utiliser ce sel comme engrais. Jusqu'à présent ces essais ont donné des résultats contradictoires, et il faut attendre une expérience plus étendue avant de se prononcer.

3° Les nitrates provenant des matériaux salpêtrés.

La plupart des terres exposées aux émanations des animaux, les décombres des bâtiments habités depuis longtemps, le sol des écuries, des étables, des caves, contiennent presque toujours des nitrates. Dans les contrées où les pluies sont rares, et où, par conséquent, les sels solubles s'accumulent dans le terrain, en Égypte, par exemple, les ruines des villes anciennes sont aujourd'hui de véritables nitrières. C'est de la formation du nitre dans ces conditions, que nous devons surtout nous occuper. Ce sel manifeste sa pré-

sence dans nos exploitations agricoles, il prend naissance durant la confection de nos fumiers, au milieu de nos champs en culture ; nous le retrouvons enfin dans les plantes, et nous sommes d'autant plus intéressés à découvrir son existence, à constater son action, que dans l'état actuel de nos connaissances, il nous est encore impossible de dire si le nitre intervient comme auxiliaire dans les phénomènes de la végétation, s'il contribue à la production des principes azotés appartenant à l'organisation végétale.

Pour que les nitrates se forment, il ne suffit pas de la présence des matières organiques azotées ; il faut de plus que ces matières, pendant leur décomposition, se trouvent en contact avec des carbonates alcalins, calcaires ou magnésiens. Aussi a-t-on observé que les roches cristallines ne se *nitrifient* point aussi facilement, quand elles sont exemptes des substances que je viens de nommer. Les roches calcaires et magnésiennes les plus favorables à la nitrification des émanations animales, des végétaux en putréfaction, ont peu de cohésion, elles sont poreuses, comme la craie, le tuf. Dans les contrées où le sol ne se nitrifie point naturellement, on s'applique à faire naître les circonstances favorables à la production du salpêtre ; on forme des nitrières artificielles. Dans les pays du nord de l'Europe, là où la roche est granitique, on réunit en tas, dans une cabane bâtie en bois, un mélange de terre ordinaire, de sable calcaire ou de marne et de cendres lessivées. On arrose ce tas avec de l'urine d'herbivores ; de temps à autre

fait de la constitution de l'urine des animaux de ferme :

Urine de porc. — Provenant d'un individu nourri uniquement avec des pommes de terre cuites, délayées dans de l'eau légèrement salée. Cette urine, d'une limpidité parfaite, d'un jaune pâle, d'une odeur faible, présentait une réaction alcaline très-prononcée à la température de 12°. Un litre de cette urine a pesé 1014 grammes.

Urine de vache. — La nourriture consistait en regain et en pommes de terre. Un acide versé dans cette urine y déterminait une vive effervescence, suivie d'un dépôt d'acide hippurique. La saveur était plutôt amère qu'alcaline. A la température de 12°, 2 un litre d'urine de vache a pesé 1040 grammes.

Urine d'un cheval nourri avec du trèfle vert et de l'avoine :

Très-alcaline, elle a laissé déposer, au moment même où elle venait d'être rendue, un sédiment calcaire très-abondant. Comme les derniers jets, émis par le cheval, sont troubles, il est évident que ce sédiment est déjà formé dans la vessie.

Le dépôt calcaire a été analysé séparément ; il contenait, après dessiccation :

Carbonate de chaux.....	84,3
Carbonate de magnésie..	15,7
	<hr/>
	100,0

L'urine séparée du sédiment calcaire avait une teinte pâle très-légère qui, par l'influence de l'air, a

passé au brun foncé. Cette forte coloration par l'intervention de l'oxygène est commune à l'urine de tous les herbivores.

Un litre d'urine, à la température de 22°, a pesé 1,037 grammes.

Composition des urines examinées ; pour 1000 parties (1).

	VACHE.	CHEVAL.	PORC.
Urée.....	18,5	31,0	4,9
Hippurate de potasse.....	16,5	4,7	0,0
Lactates alcalins?	17,2	20,1	indéterm.
Bicarbonate de potasse.....	16,1	15,5	10,7
Carbonate de magnésie.....	4,7	4,2	0,9
Carbonate de chaux.....	0,6	10,8	traces.
Sulfate de potasse.....	3,6	1,2	2,0
Chlorure de sodium.....	1,5	0,7	1,3
Silice.....	traces.	1,0	0,1
Phosphate.....	0,0	0,0	1,0
Eau ; matières indéterminées..	921,3	910,8	979,1
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	1000,0	1000,0	1000,0

Telle est la composition de l'urine fraîche ; et l'on peut voir qu'aux phosphates près, qui se trouvent dans l'excrément solide, l'urine des herbivores renferme les principes les plus fertilisants. En effet, il s'y rencontre du carbonate de potasse, dont l'action sur la végétation est des plus efficaces ; des sulfates, et des principes azotés se transformant, par la putréfaction, en carbonate ammoniacal. L'urine putréfiée des herbivores, et c'est à cet état qu'on l'emploie, apporte donc aux plantes de l'azote et des sels utiles à la vé-

(1) Boussingault, *Annales de Chimie et de Physique*, t. XV, 3^e série.

gétation ; aussi son action sur le sol est-elle des plus avantageuses.

D'après mes analyses, le carbonate d'ammoniaque ne se trouve qu'en très-minime proportion dans l'urine fraîche des herbivores ; on en jugera par les résultats obtenus sur 1000 parties de liquide :

	Ammoniaque dosée.
Urine d'une vache laitière.....	0,06
— d'une autre vache.....	0,09
— d'une autre vache.....	0,10
— d'un chameau.....	0,04
— d'un cheval.....	0,04
— d'un autre cheval.....	traces
— de lapin.....	0,03
— de lapin.....	0,02

L'ammoniaque toute formée ne s'élève donc pas au-dessus de quelques cent millièmes, dans les urines récemment rendues. Il est vrai que M. Millon a rencontré jusqu'à 0,5 d'ammoniaque dans 1,000 d'urine de lapin, c'est-à-dire 20 fois plus ; mais les résultats ci-dessus, et des recherches que j'ai entreprises sur ce sujet, me font douter de l'exactitude des expériences de ce chimiste.

Tout le monde connaît le bon effet que les urines putréfiées produisent sur la prairie ; et si leur emploi n'est pas plus général, cela tient d'abord à la difficulté d'en recueillir sans perte de grandes quantités, et ensuite à l'inconvénient de transporter une matière aussi aqueuse, demandant, par cela même, à être appliquée à très-forte dose. Pour atténuer les frais de transport, on pourrait probablement préparer

sur la place même où il devrait être employé, un liquide dont les propriétés se rapprocheraient de celles de l'urine putréfiée des herbivores.

Dans l'urine en putréfaction, l'urée est remplacée par du carbonate d'ammoniaque qu'on se procure dans les fabriques de sels ammoniacaux. Aux sels alcalins à acides organiques, comme le lactate et l'hippurate, on substituerait sans inconvénient le pyrolygnite de potasse. Les sels de potasse à acide organique, une fois introduits dans le sol, finissent par se transformer en carbonate ; mais cette transformation a lieu lentement, et je ne pense pas qu'on les remplacerait avantageusement par leur équivalent en carbonate : car on aurait alors une liqueur beaucoup plus alcaline que l'urine, et cet excès d'alcalinité pourrait, dans quelques cas, être nuisible. Enfin le carbonate de potasse, le sulfate de potasse, le sel marin, peuvent être ajoutés directement. Par économie, on emploierait du *salin*, dont la richesse en carbonate aurait été préalablement déterminée, et par la nature même du salin on serait dispensé d'ajouter du sel marin et du sulfate de potasse, sels qui s'y rencontrent toujours.

L'urine des oiseaux contient une forte proportion d'acide urique ; l'alimentation influe d'ailleurs sur cette proportion ; une nourriture très-azotée l'augmente considérablement. Wollaston a remarqué que dans les excréments d'une poule nourrie d'herbages il n'y avait que 2 pour 100 d'acide urique ; ceux d'un faisan alimenté avec de l'orge en renfer-

pendant le phénomène n'a lieu qu'à une chaleur suffisamment élevée. A la température ordinaire, la combustion des éléments de l'ammoniaque n'a pas, que je sache, encore été observée; et dans une série d'expériences que j'avais entreprises, en me guidant sur des idées entièrement conformes à celles émises par Liebig, je n'ai pas réussi à former des nitrates, en laissant séjourner de la chaux, de la potasse dans une atmosphère composée d'oxygène et de vapeur ammoniacale.

Dans une communication faite à l'Académie des sciences, M. Kuhlman (1) a annoncé avoir constaté la présence du nitrate d'ammoniaque dans les produits de la putréfaction des matières animales. Si ce fait se confirme, si réellement l'acide nitrique est un des nombreux produits de la fermentation putride, la nitrification des terres en contact avec les matières organiques s'expliquerait tout naturellement. Je dois dire, cependant, que j'ai cherché en vain du nitrate d'ammoniaque dans le résultat de la fermentation putride du caséum.

Resterait néanmoins à concevoir la formation du nitre dans les localités nombreuses où il semble se former en l'absence de toute substance organique, comme dans les sols salpêtrés de l'Inde, de l'Amérique et de l'Espagne. John Davy après avoir visité les nitrières de Ceylan, Proust après un long séjour dans la Péninsule, ont émis l'opinion que le nitre apparaît

(1) Kuhlman, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 1841.

dans des terrains où l'on n'aperçoit aucun vestige de ces substances. L'assertion de Proust est suspecte, en ce que, dans son mémoire, il affirme que la terre voisine des nitrières est d'une grande fertilité, et qu'elle donne des récoltes abondantes sans jamais recevoir d'engrais. Or, jusqu'à ce jour, il est admis que tout terrain doué d'une grande fécondité doit contenir ou recevoir de la matière organisée morte. A Ceylan, selon Davy, les cavernes dont les parois se salpêtrèrent avec une si grande rapidité, sont surmontées d'un sol fertile, extrêmement boisé, dont les infiltrations peuvent pénétrer dans l'intérieur. Près de Latacunga, les observations que j'ai pu faire sur ces nitrières ne sont peut-être pas assez précises; je crois cependant pouvoir assurer que le terrain n'est pas exempt de terreau; çà et là on aperçoit des places couvertes de gazon. Il faut bien reconnaître cependant que, dans les localités que je viens de désigner, il existe une cause permanente de nitrification, puisque dans des terrains bien autrement fertiles le salpêtre n'apparaît, pour ainsi dire, qu'accidentellement, et jamais avec une aussi extraordinaire abondance.

Quoi qu'il en puisse être de la valeur des théories ingénieuses, mais encore bien incomplètes, de la nitrification, il est peut-être utile, dans des questions agricoles, de constater l'existence des nitrates contenus dans les terres. Wollaston a recommandé un procédé qui remplit bien ce but. Il est fondé sur la propriété qu'a l'eau régale, le mélange des acides chlorhydrique et nitrique, de dissoudre l'or pur, qui,

comme on sait, résiste à l'action de chacun de ces deux acides agissant isolément. La terre dans laquelle on soupçonne des nitrates est traitée par l'eau distillée bouillante, puis jetée sur un filtre. On lave et l'on réunit les eaux de lavage à la liqueur filtrée. Par l'évaporation, on réduit le liquide à un très-petit volume, et on le met dans un verre à pied; on ajoute de l'acide chlorhydrique, puis on introduit quelques petits lambeaux d'or battu; on agite avec une baguette de verre. Si la liqueur contient des nitrates, les parcelles d'or battu se dissolvent.

Après avoir décrit les circonstances qui déterminent et les phénomènes qui accompagnent la décomposition de la matière organisée morte, il me reste à traiter des engrais en particulier, de leur préparation, de leur application et de leur valeur relative.

Dans le cas le plus général, l'engrais destiné à fertiliser la terre a pour origine les déjections des animaux entretenus dans un domaine agricole, et la litière employée dans un double but de propreté et de salubrité. Ainsi, les matériaux qui concourent journellement à augmenter la masse des fumiers sont la paille, les excréments et les urines des bêtes à cornes, des chevaux, des porcs, etc. Ces matières organisées contiennent, en outre, diverses substances minérales indispensables au développement des plantes. En effet, toutes les déjections laissent, quand on les brûle, des quantités souvent fort considérables de cendres, dans lesquelles on retrouve les mêmes substances salines et terreuses qui préexistaient dans les

fourrages consommés par les animaux. Les excréments varient nécessairement dans leur composition, suivant les aliments ingérés, la nature et l'état de santé de l'animal qui les rend. Ceux des herbivores n'ont point été suffisamment examinés; Thaër et Einhof ont seulement constaté que la bouse de vache renferme un principe extractif en partie coagulable par la chaleur, et qu'il est possible d'en séparer des débris d'aliments. Toutes les matières fécales contiennent effectivement une certaine quantité de ces détritrus échappés à la digestion, particulièrement chez les individus abondamment nourris. On y trouve quelquefois de l'albumine, mais la bile en fait essentiellement partie.

La bile est sécrétée par le foie; c'est une liqueur amère, visqueuse, d'un jaune verdâtre, d'une odeur nauséabonde; par ses propriétés et sa composition elle n'est pas sans analogie avec les savons.

La bile de bœuf renferme :

Choléate de soude (sel à acide organiq.)	41,0
Mucus; matières grasses.....	0,5
Substances salines.....	4,5
Eau.....	87,0
	100,0

La composition élémentaire de la bile desséchée serait, d'après MM. Kemp, Strecker et Gundelach :

	De bœuf.	De porc.
Carbone.....	58,5	64,5
Hydrogène.....	8,3	8,8
Oxygène.....	22,6	11,9
Azote.....	3,7	3,3
Soude.....	6,5	} 11,5
Sel marin.....	0,4	
	100,0	100,0

Si les excréments consistent principalement en bile imprégnant la partie non digestible de la nourriture ingérée, les aliments très-abondants en ligneux, comme la paille, le foin, occasionneront plus de déjections que la pomme de terre ou la betterave dans lesquelles il entre bien moins de matières capables de résister à la digestion :

Ainsi, la ration d'une vache étant par jour :

	Regain. kil.	Pomm. de terre. kil.	Betteraves. kil.
Elle a rendu : Excréments humides.	24,0	12,9	7,25
Supposés secs.	5,2	3,0	1,22
La matière non digestible était.	3,4	0,54	0,98

L'urine est la partie liquide des déjections ; sa composition varie suivant les animaux qui la sécrètent. Le principe qui caractérise celle des mammifères est l'urée, dont la composition a été donnée précédemment. L'urine des herbivores contient en outre de l'acide hippurique uni à la potasse, et, dans le cas le plus général, des bicarbonates alcalins. Aussi, quand on verse de l'acide chlorhydrique dans de l'urine fraîche de cheval ou de vache, il se fait ordinairement une effervescence des plus vives, et il se dépose,

au bout de quelque temps, des cristaux d'acide hippurique : c'est que ce dernier acide, se trouvant à l'état d'hippurate, est mis en liberté ; et comme il est très-peu soluble, il apparaît sous la forme de cristaux.

L'acide hippurique contient :

Carbone.....	60,7
Hydrogène.....	5,0
Oxygène.....	26,3
Azote.....	8,0
	100,0

Le régime alimentaire exerce une grande influence sur la composition de l'urine, mais l'organisation de l'animal qui la sécrète influe également sur la nature des principes immédiats : ainsi, dans l'urine de l'homme, l'urée est presque toujours associée à l'acide urique. L'urine des oiseaux, des reptiles, renferme une très-forte proportion de ce dernier acide, qu'on n'a pas encore rencontré dans celle des mammifères herbivores. Le phosphate basique de soude, les phosphates en général, constamment dans l'urine humaine, manque dans l'urine des herbivores, du moins dans les conditions ordinaires de l'alimentation.

L'acide urique est formé de :

Carbone.....	36,0
Hydrogène.....	2,4
Oxygène.....	28,2
Azote.....	33,4
	100,0

Je consignerai ici les résultats de l'examen que j'ai