

	A l'état sec.	A l'état humide.
Carbone.....	38,6	9,19
Hydrogène.....	5,0	1,20
Oxygène.....	36,4	8,66
Azote.....	2,7	0,65
Sels et terres.....	17,3	4,13
Eau.....	» »	76,17
	100,0	100,00

Déjections de la vache.

La vache était alimentée avec du foin et des pommes de terre crues. L'urine et les excréments réunis contenaient 86,4 d'humidité. Le poids des déjections en 24 heures était : humides 36 kil. 613 ; sèches 4 kil. 961.

L'analyse a indiqué pour leur composition :

	A l'état sec.	A l'état humide.
Carbone.....	39,8	5,39
Hydrogène.....	4,7	0,64
Oxygène.....	35,5	4,81
Azote.....	2,6	0,36
Sels et terre.....	17,4	2,36
Eau.....	» »	86,44
	100,0	100,00

Déjections du porc.

Les porcs sur lesquels ont porté les observations étaient âgés de six à huit mois, ils étaient nourris avec des pommes de terre cuites. L'urine et les excréments ont perdu à la dessiccation 82 pour 100 d'humidité ; la moyenne des déjections rendues par un porc en 24 heures a été : déjections humides 4 kil. 170 ; sèches 0 kil. 750.

Composition :

	A l'état sec.	A l'état humide.
Carbone.....	38,7	6,97
Hydrogène.....	4,8	0,86
Oxygène.....	32,5	5,85
Azote.....	3,4	0,61
Sels et terres...	20,6	3,71
Eau.....	» »	82,00
	100,0	100,00

Litière.

La litière est faite le plus souvent avec de la paille de froment. Cette paille, à l'état où elle est employée, renferme 26 pour 100 d'humidité.

Sa composition est :

	Sèche.	Non desséchée.
Carbone.....	48,4	35,8
Hydrogène.....	5,3	3,9
Oxygène.....	38,9	28,8
Azote.....	0,4	0,3
Sels et terre... ..	7,0	5,2
Eau.....	» »	26,0
	100,0	100,0

Pour litière, un cheval à Bechelbronn recevait alors par jour,
 paille..... 2 kil.
 une vache..... 3
 un porc..... 1,87 kil.

En 24 heures, on donne en litière aux écuries et aux étables :

Pour 30 chevaux, paille.... 60 kil.
 30 bêtes à cornes..... 90
 16 porcs..... 30

Paille..... 180 kil., supposée sèche 133 kil.

une certaine quantité, les tiges sèches de *madia sativa* dans la litière des étables et des écuries.

Dans les pays de forêts, les feuilles d'arbres sont presque toujours utilisées en litière : elles absorbent sans doute moins d'urine que la paille ; mais comme elles sont beaucoup plus azotées, elles ajoutent à la qualité des fumiers. Il est à désirer que les matières placées sous le bétail, pour en recevoir les excréments, soient capables de s'imbiber d'une forte dose de liquides ; et, comme engrais, ces mêmes matières sont d'autant plus avantageuses qu'il entre dans leur constitution une plus forte proportion d'azote et de phosphates. Les feuilles satisfont à ces deux conditions : aussi sont-elles d'une immense ressource dans les localités où il est possible de s'en procurer en abondance. Dans les pays où les forêts sont mises en conservation, l'administration s'oppose ordinairement à l'enlèvement des feuilles ; il est hors de doute qu'il est nuisible d'en priver le sol des jeunes taillis ; pour les hautes futaies, l'inconvénient est moindre : aussi l'enlèvement est-il généralement permis dans certaines limites. D'ailleurs, par l'effet des circonstances naturelles, une grande partie des feuilles est distraite du sol de la forêt : le vent les chasse et les accumule dans les ravins, d'où elles sont ensuite entraînées par les eaux. Mieux vaut donc que les pauvres cultivateurs en profitent, et le bénéfice qu'ils en retirent leur paraît d'autant plus considérable, qu'ils comptent pour rien la peine qu'ils se donnent et le temps qu'ils mettent à les ramasser.

Les fanes des plantes à cosses, les tiges très-ligneuses, ont, comme litière, d'assez graves inconvénients ; elles sont assez rigides pour gêner les animaux ; leur épiderme coriace est un obstacle à l'imbibition des urines. On a proposé de les broyer sous la meule, de les couper : ce sont là des opérations dispendieuses ; le mieux, du moins sous le rapport économique, est de les faire écraser sous les roues des voitures de la ferme. L'emploi de toutes les matières ligneuses amènerait sans aucun doute une économie notable dans la dépense de la paille consommée dans les étables ; car on ne doit point oublier qu'économiser la paille de litière dans un domaine, c'est augmenter le fourrage. Si, par exemple, il était possible de traiter les tiges ligneuses de topinambours, de manière à pouvoir les employer en litière, les avantages seraient déjà très-satisfaisants ; la quantité de tiges séchées qu'on recueille sur un hectare s'élève à plusieurs milliers de kilogram. ; la moelle dont elles sont presque entièrement formées est, par sa nature spongieuse, très-propre à prendre du liquide ; elles sont légères, et remplaceraient probablement un poids de paille égal au leur. Ordinairement, ces tiges servent à chauffer le four ; mais les profits qu'elles présenteraient, si l'on pouvait les substituer en partie à la paille de litière, seraient incomparablement plus grands. On parvient à désagréger les tiges de topinambours en les plaçant au fond de la fosse au fumier. En effet, tous les débris ligneux des végétaux se décomposent assez rapidement, lorsqu'ils sont mouillés par les déjections

des animaux; l'humidité seule est insuffisante, et la désagrégation devient alors d'une lenteur désespérante. Les parties vertes des plantes, quand elles sont enfouies dans le sol avec l'eau qu'elles contiennent, s'altèrent assez rapidement; aussi la méthode à suivre pour les utiliser comme engrais est-elle de les enterrer; mais il est des cas où leur enfouissement ne saurait s'exécuter, d'abord à cause de la saison, et ensuite parce qu'il serait quelquefois imprudent de rendre directement à la terre des herbes nuisibles qu'on lui a arrachées, surtout lorsqu'elles recèlent encore des semences qui les feraient apparaître de nouveau; il est d'ailleurs souvent impraticable de conduire ces herbes au domaine; ce qu'il y a de mieux à faire, est de les transformer rapidement en engrais dans le voisinage même des champs.

Dans ce but, on a recours à la chaux: on établit d'abord un lit d'environ 35 centimètres avec les herbes qu'il s'agit de détruire; on le recouvre d'une mince couche de chaux vive en poudre grossière (1 à 2 centimètres); l'on continue ainsi la superposition des couches d'herbes et de chaux. Après quelques heures de contact, l'action commence: elle peut être assez intense pour causer l'inflammation; c'est pour la prévenir qu'il faut s'empres- ser de recouvrir la masse avec de la terre ou du gazon, en comprimant de manière à apporter un obstacle à l'entrée de l'air. L'effet est ordinairement produit au bout de vingt-quatre heures (1). Toutefois,

(1) *Annales de l'Agriculture française*, t. XXIII, p. 80.

avant de se livrer à une semblable opération, il est prudent de faire un essai, afin d'établir son compte, Tout dépend du prix de la chaux et de celui de la main-d'œuvre: par exemple, dans les conditions où nous sommes placés, je doute que cette méthode soit avantageuse (1).

Engrais verts. — On doit comprendre sous cette dénomination les parties vertes des plantes obtenues par les récoltes de racines ou de tubercules, comme les fanes de pommes de terre et de carottes, les feuilles de betteraves et de navets; ce sont à la fois des engrais et des fourrages; c'est au cultivateur à décider, d'après sa position et ses ressources particulières, s'il doit les enterrer ou les faire passer par le corps du bétail. Le plus souvent il est de beaucoup préférable de les enfouir dans le sol aussitôt après la récolte; si ce sont des aliments médiocres, ce sont au contraire des engrais excellents, supérieurs en qualité au fumier de ferme. D'après les recherches que j'ai entreprises à ce sujet, les fanes de pommes de terre recueillies sur un hectare représentent environ 800 kilogrammes de ce fumier supposé sec; et

(1) Je n'ai pas pratiqué cette méthode, mais elle me paraît rationnelle. Je vois un inconvénient assez grave dans la difficulté de broyer des quantités un peu fortes de chaux caustique. Je présume qu'on pourrait simplement employer de la chaux vive concassée. Au reste, ce procédé paraît être la base de toutes les recettes annoncées pour fabriquer des engrais avec les végétaux sans le concours des matières animales. L'usage de la chaux, comme moyen de détruire les parties ligneuses des plantes et de les transformer en engrais, est fort ancien.

les feuilles de betteraves fournies par une semblable surface, valent plus de 2,600 kilogrammes du même engrais au même état de siccité (1). C'est dans les engrais verts qu'il convient de classer les plantes marines avec lesquelles on améliore le sol. Ces cryptogames sont fortement azotés, c'est ce qui explique les avantages que procure à la Bretagne l'immense quantité de *goémon* récoltée sur ses côtes. Ces plantes sont employées, soit immédiatement après leur sortie de la mer, soit à demi desséchées, macérées, ou même torréfiées par une incinération partielle. Elles agissent à la fois, par la matière organique azotée qu'elles renferment, par les propriétés hygroscopiques qu'elles possèdent, et par les substances salines qu'elles contiennent.

Sous le nom de *goëmons*, les agriculteurs bretons utilisent depuis les temps les plus reculés diverses plantes de la famille des algues. On en fait un semblable usage en Écosse et en Irlande pour l'engrais des terres. En Bretagne, la récolte du *goémon* se fait à des époques fixées par des ordonnances ; les premiers produits, ainsi que les débris arrachés par les flots, sont abandonnés aux pauvres. La récolte a lieu ensuite régulièrement, à l'aide d'espèces de râteaux tranchants. Les herbes marines coupées sur la roche, amoncelées en radeaux, ou chargées dans des gabarres, sont conduites au rivage. Des gabarriers font un

(1) Boussingault, *Annales de Chimie et de Physique*, 3^e série, t. II, p. 316.

commerce de *goémon* dans le département de la Manche, aux îles Chansey, et sur toute la côte comprise depuis Genest jusqu'au delà du cap la Hogue. Sur les côtes du Calvados, on se livre à la même industrie.

Le *goémon*, employé à l'état où il se trouve en sortant de la mer, est enfoui aussi frais que possible ; quand les cultures demandent des engrais consommés, on le stratifie avec du fumier. Dans quelques circonstances, les herbes marines sont soumises à une incinération incomplète qui, détruisant une grande partie du tissu végétal, laisse cependant encore un produit azoté. Avant de brûler le *goémon*, on l'expose à la pluie, pour le laver, puis on le sèche à l'air, en le retournant fréquemment. En cet état, il sert de combustible dans les localités où le bois est rare. On a signalé avec raison un avantage précieux présenté par cette matière ; c'est celui d'être entièrement exempte de graines nuisibles (1).

Les plantes aquatiques sont aussi d'une certaine ressource comme engrais, elles se décomposent assez facilement. On détruit les roseaux qui causent souvent un grand embarras dans les étangs, en abaissant les eaux d'environ 40 centimètres ; on coupe alors la plante, puis on les fait remonter : elles pénètrent alors dans l'intérieur des tiges et les font périr en très-peu de temps (2).

(1) Payen et Boussingault, *Annales de Chimie et de Physique*, 3^e série, t. III, p. 75.

(2) Schwertz, *Précipies d'agriculture pratique*, p. 110.

Les quantités et la composition des matières qui entrent au fumier en un jour, sont :

DÉJECTIONS rendues en 24 heures par :	POIDS à l'état sec.	POIDS à l'état humide	ÉLÉMENTS DE LA MATIÈRE SÈCHE.					EAU qui constit. la matière humide.
			Carb.	Hydr.	Oxyg.	Azote.	Sels et terr.	
50 chevaux.....	kil. 111,4	kil. 467,4	45,0	5,6	40,5	3,0	19,5	556,0
50 bêtes à cornes.	148,8	1098,4	59,2	7,0	52,8	3,9	25,9	949,6
16 pores.....	12,0	66,7	4,6	0,6	3,9	0,4	2,5	54,7
Paille des litières.	155,0	180,0	64,4	7,1	51,7	0,5	9,5	47,0
	405,2	1812,5	171,2	20,5	148,9	7,8	57,0	1407,5

On tire pour la composition moyenne de ce mélange :

A L'ÉTAT SEC.					A L'ÉTAT HUMIDE.					
Carb.	Hydrog.	Oxygèn.	Azote.	Sels.	Carb.	Hydr.	Oxyg.	Azote.	Sels.	Eau.
42,5	5,0	56,7	1,9	14,1	9,4	4,2	8,2	0,4	5,2	77,6
LA COMPOSITION DU FUMIER EST :										
55,8	4,2	25,8	2,0	52,2	7,4	0,9	5,5	0,4	6,7	79,5

En comparant cette composition à celle des litières rassemblées en un jour, on trouve peu de différence. L'excès de matières minérales existant dans l'engrais, s'explique tout naturellement par les cendres qu'on lui incorpore, par l'arrivée accidentelle de substances terreuses, comme les balayures de cour, la terre végétale adhérente aux racines, les débris, les résidus du nettoyage des fourrages consommés à l'étable ; enfin par les éléments dissipés à l'état de gaz, ou transformés en eau. L'azote est en propor-

tion sensiblement plus forte dans l'engrais fermenté que dans les litières et les déjections fraîches. C'est ce qu'on voit aisément en comparant la composition des deux produits, calculée en faisant abstraction des matières salines.

La composition des litières fraîches devient : C. 49,5 H. 5,8 O. 42,7 Az. 2,0

Celle du fumier..... C. 52,8 H. 6,1 O. 58,1 Az. 3,0

Le fumier est donc un peu plus riche en carbone que les litières ; il renferme moins d'oxygène. C'est le fait du ligneux de donner en se décomposant, un produit plus abondant en carbone, malgré l'acide carbonique formé pendant son altération ; c'est qu'il s'en sépare en même temps les éléments de l'eau.

Le fumier fermenté contient moins d'oxygène ; il devrait aussi renfermer moins d'hydrogène, ce que n'indiquent pas les analyses. Mais il faut observer que les 4,6 d'oxygène trouvés en moins, n'exigeraient, pour former de l'eau, que 0,57 d'hydrogène, nombre dont il est impossible de répondre dans des recherches faites sur de semblables produits. Tout ce qu'il est permis de conclure avec certitude, c'est que l'engrais, après avoir fermenté, contient plus d'azote que les matières qui concourent à sa production ; et que, par cette raison, il est vraisemblable qu'on n'éprouve sur la totalité de ce principe qu'une perte très-peu importante, quand la fermentation est bien conduite, quand on porte l'engrais sur les terres avant que la putréfaction ait fait trop de progrès.

L'azote est un des éléments qu'il importe le plus

d'augmenter et de conserver dans les fumiers. Les matières organiques les plus avantageuses à la production des engrais sont précisément celles qui donnent naissance, par leur décomposition, à la plus forte proportion de corps azotés, solubles ou volatils. Je dis par leur décomposition; car, et je ne saurais trop insister sur ce point, la présence seule de l'azote dans une matière d'origine organique, ne suffit pas pour la caractériser comme engrais. La houille, pour citer un exemple, renferme de l'azote en quantité très-appreciable, et cependant son action améliorante sur le sol est entièrement nulle; c'est que la houille résiste à l'action des agents atmosphériques qui déterminent cette fermentation putride, dont le résultat final est toujours une production de sels ammoniacaux, ou d'autres combinaisons azotées favorables au développement des plantes; la terre végétale elle-même renferme le plus souvent des principes azotés n'ayant pas les propriétés des engrais. Aussi, le dosage de l'azote d'une terre arable ne donne pas toujours la teneur des matières utiles à la végétation. On pourrait, par exemple, rencontrer tel sol tourbeux contenant quelques centièmes de ce principe et qui, néanmoins, resterait à peu près stérile, sans le secours du fumier. Tout en admettant l'importance, la nécessité absolue des substances azotées dans les engrais, il ne faut pas aller jusqu'à conclure que ces substances sont seules capables de fertiliser la terre.

Il est hors de doute que les sels alcalins ou terreux sont indispensables à l'accomplissement des phéno-

mènes de la végétation, et on est loin d'avoir suffisamment démontré que les principes organiques exempts d'azote y jouent un rôle entièrement passif. Mais, à bien peu d'exceptions près, les sels fixes, l'eau ou ses éléments, le carbone, surabondent dans les engrais ordinaires. L'élément le moins abondant, c'est l'azote: c'est celui, d'ailleurs, dont la dissipation a lieu le plus facilement; c'est réellement le principe dont il importe surtout de constater la présence; car, dans certaines limites, sa proportion fixe la valeur comparative des engrais (1).

Parmi les sels, les phosphates ajoutent le plus à la qualité des fumiers, et, pour cette raison, il convient d'en tenir compte. J'ai d'ailleurs constaté par des analyses multipliées, une coïncidence des plus remarquables entre la proportion d'azote et celle de l'acide phosphorique; de sorte que, généralement, les matières organiques les plus azotées sont précisément les plus riches en phosphates.

Puisque c'est en se modifiant par la décomposition, par la putréfaction, que se développent, dans les composés quaternaires, les substances azotées favorables à la végétation, on comprend que, toutes choses égales d'ailleurs, un engrais complètement décomposable en produits solubles et gazeux, dans le cours d'une seule année, exercera par cela même tout son effet utile sur une première culture. Il en

(1) Payen et Boussingault, *Annales de Chimie et de Physique*, 3^e série, t. III, p. 65.

arrive tout autrement s'il se décompose avec plus de lenteur ; son action sur une première récolte sera beaucoup moins sensible, mais elle durera pendant un temps plus long. Il y a des engrais qui agissent au moment même où ils sont introduits dans le sol ; il en est d'autres dont l'action persiste durant plusieurs années. Cependant, tout en agissant dans des limites aussi différentes, ils produiront finalement le même résultat, s'ils contiennent chacun la même dose de principes azotés assimilables, s'ils ont la même valeur.

La durée de l'action des engrais doit être prise en sérieuse considération : elle dépend de la cohésion, de l'insolubilité, du climat, de la nature du terrain. L'état de la science ne permet pas de prévoir avec une précision suffisante quelle sera cette durée, mais elle indique les moyens à mettre en usage pour hâter la décomposition des matières fertilisantes, ou pour la retarder et la proportionner aux exigences, aux besoins des plantes.

Convaincus de l'importance du rôle de l'azote dans les engrais, nous avons entrepris, M. Payen et moi, une longue série d'analyses, dans le but de déterminer les proportions de ce principe dans les nombreuses matières employées à l'amélioration du sol. Ce travail nous a fourni les moyens d'établir les *équivalents* des matières soumises à cet examen comparatif, en les rapportant au fumier de ferme, que nous considérons comme l'engrais normal. J'exposerai plus tard le résultat de nos recherches, mais je crois, dès à

présent, devoir présenter quelques observations particulières sur les diverses matières examinées.

Pailles, fanes et tiges ligneuses, feuilles des arbres, herbes nuisibles. — Les pailles des céréales, les tiges ou les fanes de quelques plantes de la grande culture ; les feuilles ramassées dans les forêts, les mauvaises herbes, contribuent à augmenter la masse des engrais. Les pailles sont généralement employées comme litières : leur conformation creuse et tubulaire, en leur permettant de s'imbiber de liquide, les rend précieuses sous ce rapport ; elles procurent d'ailleurs aux animaux un coucher doux, en même temps qu'elles les préservent du froid. La paille sèche peut doubler son poids, en absorbant les urines et les déjections. Considérée isolément, elle est déjà par sa nature même un engrais qui n'est pas à négliger, puisqu'elle renferme de 2 à 6 millièmes d'azote et des phosphates en proportion.

Les fanes de légumineuses sont beaucoup plus azotées que les pailles de céréales : le mieux est certainement de les faire consommer comme aliment, quand elles ne sont pas trop ligneuses et trop coriaces. Comme litière, elles ont souvent l'inconvénient de présenter un mauvais coucher au bétail : aussi convient-il de ne pas les employer seules. Les fanes utilisées de la sorte offrent un double avantage ; elles ajoutent aux engrais une forte proportion de principes azotés, des sels utiles, et en outre elles permettent d'économiser la paille : c'est ainsi qu'à Bechelbronn nous avons trouvé très-profitable de faire entrer, pour