

une surface égale, on a répandu les cendres, par conséquent les sels provenant d'une semblable quantité de fumier : en agissant ainsi on n'a pas amélioré le sol d'une manière sensible.

Il est un point sur lequel je crois devoir insister : c'est que, malgré l'utilité incontestable des fumiers, il ne faut pas voir dans leur production, dans leur intervention, la seule voie progressive de l'agriculture. Les perfectionnements apportés dans les façons données à la terre, l'amélioration des qualités physiques du sol, comme un égouttage plus parfait, l'augmentation de la profondeur de la couche arable, contribuent autant, si ce n'est plus, que la profusion des engrais, à l'abondance des récoltes.

CHAPITRE X.

VALEUR, COMPARÉE DES ENGRAIS DÉRIVÉS DES CORPS ORGANISÉS.

J'ai rassemblé, dans un tableau, les données que nous possédons sur la constitution chimique des substances employées comme engrais, dérivant des corps organisés. Dans les colonnes de ce tableau on trouve l'humidité, l'azote, l'acide phosphorique, contenus dans 100 kil. de matière. Il eût été à désirer qu'on y rencontrât les proportions des autres éléments minéraux, comme la potasse, la chaux, la magnésie; car, lorsqu'il s'agit de substituer un engrais à un autre, il conviendrait que la substitution eût lieu pour chacun des principes constituants. Mais il n'y a encore qu'un très-petit nombre d'analyses; et j'ai dû me borner, pour les substances minérales, à présenter, quand cela a été possible, la proportion de l'acide phosphorique; les combinaisons de cet acide, étant avec la matière azotée putrescible, les principaux agents des fumiers. On a ainsi les données nécessaires pour calculer les équivalents des engrais, sous le rapport de l'azote et des phosphates.

l'analyse ne décide pas si la totalité de l'azote d'un engrais appartient à une matière susceptible de passer, par la putréfaction, à l'état ammoniacal. L'azote dosé pourrait, à la rigueur, faire partie d'une substance inerte, comme la houille, la tourbe, etc. La science a donc à rechercher une méthode propre à révéler la nature plus ou moins modifiable des substances azotées.

La détermination de la valeur relative des engrais, par la voie expérimentale, présente de très-grandes difficultés. En effet, la manière d'opérer consiste nécessairement à comparer, dans des conditions de climat, de sol et de culture, aussi semblables que possible, la récolte obtenue d'une même quantité de semences, sous l'influence de telle ou telle matière fertilisante. Mais il faudrait, pour que les résultats fussent réellement comparables, que la totalité de l'effet utile des matières essayées se réalisât dans le même espace de temps. Or, il est loin d'en être ainsi : il est des engrais actifs qui, dans le cours de la saison, donneront, à très-peu de chose près, tout ce dont ils sont capables; il en est d'autres, au contraire, dont l'action sur la végétation persistera pendant plusieurs années consécutives. On doit ajouter que les circonstances météorologiques sont souvent telles, qu'elles paralysent complètement l'action des meilleurs agents. J'ai vu des substances extrêmement énergiques, comme la colombine, le tourteau de colza, ne produire aucun effet par suite d'une sécheresse prolongée.

Les essais dans la grande culture sont utiles néanmoins, en ce qu'ils font connaître, dans les circonstances ordinaires, le minimum d'effet d'un engrais. Ils fournissent d'ailleurs un résultat économique; car, il est évident que si de deux matières employées concurremment, l'une présente sur l'autre des avantages bien prononcés, on est suffisamment autorisé à lui donner la préférence.

Des expériences faites par M. Bec, directeur de la Ferme modèle de Montauronne, conduisent à cette conclusion conforme à la théorie, que les engrais favorisent d'autant plus la production des grains, qu'ils renferment une plus forte proportion de matières azotées putrescibles; et, en outre, que l'action des plus actifs, tels que le guano, les tourteaux, ne s'épuise pas par une première culture. Les essais ont porté sur des surfaces égales de terrain. Certaines zones restèrent sans fumure, afin d'apprécier, pour en tenir compte, la fécondité naturelle du sol. Après une première récolte de froment, on ne mit plus d'engrais, et la terre futensemencée avec de l'avoine. Voici les résultats obtenus :

TABLEAU.

(1) Bec, *Journal d'agriculture*, t. II, p. 555, 2^e série.

NATURE DE L'ENGRAIS MIS sur la PREMIÈRE SOLE.	QUANTITÉ d'engrais par hectare.	BLÉ obtenu en 1843.	AVOINE obtenue en 1844.	GRAINS RÉCOLTÉS dans les deux années.	EXCÈS des récolt. fumées sur les récoltes non fumées.	AZOTE contenu dans les engrais.
	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.
Sans engrais.....	0	667 (1)	611	1278	»	»
Tourteau de madia...	750	1294	644	1938	660	58,0
Tourteau de coton...	750	1001	940	1940	662	50,2
Tourteau de lin.....	750	1520	987	2507	1029	40,5
Tourteau de colza....	750	1178	1128	2506	1028	57,0
Tourteau de sésame..	750	1594	1067	2461	1185	50,9
Fumier de ferme.....	58750	1078	1516	2594	1116	201,0
Guano.....	750	1914	1119	5055	1755	105,0

(1) J'ai pris pour le poids de l'hectolitre de blé, 77 kil., pour celui de l'hectolitre d'avoine, 47 kilog.

Il ne faudrait pas faire dire à ces expériences plus que ne comporte le degré d'exactitude dont elles sont susceptibles. L'excès des récoltes fumées sur celles qui ne l'ont pas été, représente, si l'on veut, la force de production des engrais s'exerçant pendant deux années de suite; mais il ne représente pas la force absolue de production. On sait, par exemple, que le fumier de ferme, à moins qu'il ne soit très-fait, n'agit pas, à beaucoup près, avec autant de rapidité que le guano: son action est plus lente, par la raison qu'une partie de ses éléments ne passe que peu à peu à l'état particulier qui permet l'assimilation. Il semble aussi ressortir des faits consignés dans le tableau précédent, que la graine du cotonnier, sans doute à cause de sa constitution ligneuse, ne se désagrège pas aussi promptement que les tourteaux de sésame et de colza.

J'ajouterai encore quelques observations faites en Angleterre dans le but de comparer le tourteau de colza au guano, parce que ces observations montrent la différente manière d'agir de ces deux engrais.

ENGRAIS.	QUANTITÉ par HECTARE.	NATURE de LA RÉCOLTE.	POIDS DE LA RÉCOLTE par hectare.	
			GRAINS.	PAILLE.
Sol non fumé.....	kil.	Orge.	kil.	kil.
Guano.....	376		2889	3778
Différence.....			951	1458
Sol non fumé.....		Avoine.	2170	3555
Tourteau de colza.	1991		2212	3253
Différence.....			42	302
Guano.....	249		3387	4951
Différence.....			1217	1396

Les engrais ont été répandus sur le sol, lorsque les plantes étaient déjà développées. Le guano a produit un effet bien prononcé, comme on devait s'y attendre; la poudre de tourteau n'a pas eu d'action, parce que cet engrais n'était pas placé dans les circonstances convenables pour arriver, par voie de décomposition, à l'état assimilable: état auquel se trouve tout naturellement le guano. Aussi, quand les tourteaux de graines oléagineuses sont employés pour activer la végétation, comme engrais auxiliaires, on les ap-

plique, délayés dans l'eau, lorsque déjà ils sont en putréfaction; mais il est préférable de les incorporer au sol, à l'époque de la semaille.

Je rapporterai maintenant les résultats auxquels M. Kuhlmann est arrivé, en étudiant, comparative-ment avec quelques autres engrais, les effets du nitrate de soude et des sels ammoniacaux. Dans ces recherches, on a essayé comparativement plusieurs substances exemptes d'azote: l'huile, la fécule, les glucoses; et, comme la théorie l'indique, comme je l'avais déjà reconnu pour l'huile, ces substances n'ont eu aucune action. L'excédant de récolte, occasionné par le nitrate de soude du Pérou, a été très-notable; mais, en égard au prix de ce sel, M. Kuhlmann ne pense pas que l'emploi en soit avantageux: à l'exception des nitrates, et des sels à base d'ammoniaque, les substances salines privées d'azote n'ont pas augmenté la récolte.

TABLEAU.

NATURE DE L'ENGRAIS EMPLOYÉ. année 1844.	QUANTITÉ par hectare.		RÉCOLTE OBTENUE		EXCÉDANTS ATTRIBUÉS A L'ENGRAIS.		AZOTE par 100 d'engrais.	EXCÉDANT DE RÉCOLTE fourmi par 100 d'azote contenu dans l'engrais.
	en foin.	en regain.	Total.	en foin.	en regain.	Total.		
Aucun engrais.....	2427	1393	3820	4106	1980	6086	26,43	6916
Sel ammoniac (1).....	333	3373	9906	4320	224	4744	20,30	3436
Sulfate d'ammoniac (2).....	250	3947	5564	1440	430	1870	15,74	4752
Nitrate de soude (2).....	250	3867	5690	1440	637	1577	17	3710
Nitrate de chaux sec (2).....	250	3367	2030	940	»	»	»	»
Chlorure de calcium.....	2417	1413	3830	»	»	»	»	»
Phosphate de soude cristall.....	300	2693	4326	266	240	506	»	»
Os incinérés.....	800	1300	3653	1753	»	2563	16,51	3104
Gélatine d'os (3).....	500	4180	6383	1663	877	2540	4,08	8500
Guanu du Pérou.....	600	2270	6360	1010	573	1583	4,98	10595
Idem.....	300	3437	5403	220	380	600	5,20	1442
Tourteaux de lin.....	800	2647	4420	»	»	»	»	»
Huile de colza.....	300	2393	3393	»	»	»	»	»
Idem.....	300	2687	4043	»	»	»	»	»
Fécule.....	800	2267	3853	»	»	»	»	»
Glucose (sirop massé).....	800	2333	3447	»	»	»	»	»

(1) Provenant de la saturation de l'eau ammoniacale des usines à gaz, par l'acide chlorhydrique avec lequel on dissout le phosphate de chaux des os dans les fabriques de colle forte: la liqueur occupait un volume de 167 hectolitres. — (2) Représentant 95 pour 100 de sel pur et sec. — (3) Représentant 90 pour 100 de gélatine sèche. — (4) D'après le poids moyen des récoltes des compartiments sans engrais.

La fertilité propre de la terre contribue à la production végétale ; de sorte qu'il peut arriver que certains éléments de la récolte se trouvent dans le sol en proportion plus forts que dans le fumier enfoui. Cependant, comme on doit tendre, non-seulement à maintenir, mais encore à augmenter la fécondité, il convient de donner une dose d'engrais telle, qu'il s'y rencontre les éléments que les plantes cultivées emprunteront en partie à l'atmosphère, ou qu'elles puiseront entièrement dans le terrain. Quand on connaît, d'une part, la constitution chimique de la récolte présumée ; de l'autre, celle de l'engrais, on a toutes les données de la question économique, puisqu'il s'agit simplement de calculer la quantité de fumier nécessaire pour introduire dans la terre les matières azotées et les substances minérales qui pourraient entrer dans la récolte. Il n'y a plus ensuite qu'à examiner si le prix de la fumure sera payé par les produits qu'on attend de la culture. En ce qui concerne les substances minérales, on peut se borner, dans une appréciation de ce genre, à considérer les phosphates, parce que ce sont les sels les plus nécessaires.

Admettons, qu'en moyenne, une gerbe de blé de 100 kilogrammes renferme :

Grain.....	32 kilog.	valant	5 fr. 76 c.
Paille.....	68	—	2 04
			<hr/>
			7 80

D'après la constitution chimique du froment et de la paille, il y a dans une gerbe de 100 kil. :

Azote de la matière organique.....	1000 gramm.
Acide phosphorique des phosphates.....	416 —

Si l'on demande maintenant quelle quantité de tourteau il faudra prendre pour qu'elle apporte les phosphates et les matières azotées contenues dans la gerbe, on trouve, à l'aide de la table des équivalents, que le tourteau de lin contient pour 100, à l'état où il est employé, 5,20 d'azote, et 3,32 d'acide phosphorique (3,83 à l'état sec) ; par conséquent, pour avoir 416 grammes d'acide phosphorique, il faudra prendre 12 kil. 53 de tourteau, et 19 kil. 23 pour représenter les 1,000 grammes d'azote. Nous adopterons ce dernier nombre, parce qu'étant le plus fort, il satisfait aux deux conditions.

Soit le prix du tourteau de lin, 12 fr. les 100 kil.

19 ^l ,23 coûteront.....	2 fr. 30 c.
La valeur de la gerbe étant.....	7 80
On aura pour différence.....	<hr/> 4 50

Dans ces conditions de prix, l'emploi du tourteau offrirait probablement des avantages. La proportion indiquée par le calcul s'accorde d'ailleurs avec les faits ; car, pour obtenir une récolte de 5 à 6,000 kil. de gerbes, on fume ordinairement l'hectare avec 1,000 kil. de tourteau de lin.

En France, la production des marcs d'huile est considérable. Aux produits de notre sol vient s'ajouter celui qui résulte du traitement des graines importées. L'importation augmente chaque jour : elle était de 26 millions de kil. en 1837 ; elle a atteint, en 1840,

le chiffre de 50 millions de kil. On sait qu'en moyenne les graines oléagineuses donnent en nombre rond 0,60 de marc. Il résulte de documents authentiques, discutés avec un rare talent par M. Leroy de Béthune, que non-seulement on exporte la totalité des tourteaux issus de ces graines, mais que cette exportation s'accroît de ceux qui émanent de la culture française. En 1837, on en a exporté 5 millions de kilogrammes ; en 1840, 10 millions : c'est là un fait agricole déplorable (1).

Tout en reconnaissant, avec M. Leroy de Béthune, qu'il est sage d'encourager l'exportation, j'admets également, avec l'habile rapporteur, qu'il est des matières pour lesquelles il est prudent de la ralentir ; et le marc d'huile, cet élément puissant de fertilité, vient se placer en première ligne. En cette circonstance, je suis loin de partager les principes, souvent trop absolus, des économistes. Dans mon opinion, toute exportation dont la conséquence est l'appauvrissement du sol doit être entravée : je m'opposerais à l'exportation de la terre arable. Eh bien, laisser passer à l'étranger un engrais actif, c'est, à mes yeux, exporter la terre végétale de nos champs ; c'est diminuer leur fécondité ; c'est provoquer le renchérissement des subsistances : car il faut autant de travail, autant de soins et de capitaux pour produire peu sur une terre ingrate, que pour produire beaucoup sur un

(1) Leroy de Béthune, *Rapport fait au Conseil général d'agriculture. Journal d'Agriculture pratique*, t. V, p. 362.

terrain fécond ; c'est empêcher le cultivateur de tirer parti de tous les avantages que la nature lui accorde ; c'est comme si on refroidissait le climat de la France.

Je vais rechercher maintenant si l'application du tourteau de colza à la production du foin est possible.

Les prairies hautes, quand elles n'ont pas été *terrées*, donnent souvent les plus tristes résultats.

Le foin a une valeur moyenne d'environ 6 fr. les 100 kil.

Dans 100 kilog. de foin et regain, nous admettons :

Azote.....	1500 gramm.
Acide phosphorique..	324

Le tableau indique dans 100 kilog. de tourteau de colza à l'état normal :

Azote.....	4 ^k ,92
Acide phosphorique....	3 ^k ,88

Donc, il faudra :

30^{kil},50 de tourteau pour représenter 1500 gramm. d'azote.
8^{kil},35 — — — — — 324 — d'acide phosphoriqu.

Prenant 30,50 kilog. à 10 fr. les 100 kilog., pour le tourteau moulu, ou pour la valeur de l'engrais devant concourir à la production de :

100 kilogr. de foin.	3 fr. 05 c.
Valeur du foin.....	6 00
Différence....	2 95

Ces équivalents sont rapportés au fumier de ferme.

Le fumier des exploitations rurales est sujet à d'assez grandes variations dans sa composition ; et cela se conçoit, puisqu'il est plus ou moins avancé en décomposition, plus ou moins chargé d'humidité. Il provient aussi de fourrages et de litières de natures distinctes, bien qu'en général il ait pour origine la paille, le foin, les racines et les déjections des animaux. On comprend donc que la perfection d'une table des équivalents dépend, en partie, de la multiplicité des analyses de fumier. Or, voici les seules données que nous possédions aujourd'hui pour déduire une composition moyenne.

1° Fumier de Bechelbronn, Alsace.

2° Fumier d'une ferme anglaise.

3° Fumier d'écurie, dont on a dosé l'azote et l'humidité.

4° Fumier d'écurie de la ménagerie.

J'ai donné, dans un des précédents chapitres, quelques détails sur la composition de ces engrais.

5° Fumier de la ferme de Grignon, près Versailles. En rapportant l'analyse, j'ai élevé des doutes à l'occasion de la forte proportion d'azote indiquée par M. Soubeiran. J'ai soupçonné que le fumier examiné était d'une nature exceptionnelle. Afin de lever ces doutes, j'ai eu recours à l'obligeance de M. Bella père, directeur de l'école régionale de Grignon, en le priant de vouloir bien remettre au Conservatoire des arts et métiers un fort échantillon de fumier, à l'état où on

le porte sur les terres. J'ai immédiatement reçu une caisse de *fumier mélangé*, que l'on peut considérer comme l'engrais normal obtenu et employé à Grignon.

Ce fumier m'a paru plus *fait* que celui de Bechelbronn : les pailles y sont bien distinctes, et disséminées avec assez d'homogénéité dans la masse. Il est alcalin, et fait effervescence par l'action des acides. A froid, la potasse y développe une faible odeur ammoniacale ;

Le fumier a d'abord été haché très-menu : on a procédé ensuite à son examen.

100 parties soumises à la dessiccation à la température de 120 degrés, dans un appareil traversé par un courant d'air qui se rendait dans une liqueur acide titrée, à donné 0,06 d'ammoniaque appartenant à du carbonate, et 58, 53 d'eau.

De la matière desséchée, correspondant à 100 parties de fumier normal, on n'a pu retirer aucune trace d'ammoniaque : il n'y avait pas de sels ammoniacaux, autres que le carbonate dosé. M. Houzeau a ensuite déterminé les cendres, leur composition et l'azote de la substance organique.

6° Fumier du Jardin-des-Plantes. Le fait de l'absence de l'ammoniaque dans le fumier de la ménagerie du Jardin-des-Plantes, m'a porté à faire examiner un autre fumier du même établissement, formé par la réunion des pailles de litières et de déjections d'herbivores. L'amas, où l'on a pris l'échantillon, était en pleine fermentation ; car la température développée, s'élevait à 56 degrés environ ; il se dégagait

d'abondantes vapeurs. Par le procédé indiqué ci-dessus, 100 parties de ce fumier ont, fourni :

Ammoniaque à l'état de carbonate.....	0,10
Ammoniaque à l'état de sels fixes.....	0,04

Ce fumier avait une odeur fétide ; des pailles nombreuses, longues, fines, et peu consistantes. Il faisait effervescence par les acides ; aussi possédait-il une réaction alcaline assez prononcée. La composition des trois fumiers récemment examinés est exprimée ainsi :

	FUMIERS.					
	JARDIN DES PLANTES.		GRIGNON.		DE LA MÉNAGERIE.	
	Azote.		Azote.		Azote.	
Ammoniaque à l'état de carbonate..	0,10	0,08	0,06	0,05	0,00	»
Ammoniaque à l'état de sels fixes....	0,04	0,05	0,00	»	0,00	»
Acide phosphorique.....	0,50	»	0,60	»	0,26	»
Chaux.....	2,99	»	1,40	»	0,94	»
Magnésie.....	0,26	»	0,50	»	0,23	»
Oxyde de fer.....	0,37	»	0,50	»	0,10	»
Matières sulfates et chlorures alcalins	0,50	»	1,50	»	0,27	»
acide carbonique.....	0,77	»	0,40	»	0,13	»
sable, argile, silice.....	8,25	»	4,50	»	3,27	»
matière organique.....	27,89	0,42	20,44	0,67	28,00	0,55
Eau.....	58,53	»	70,50	»	66,80	»
	100,00	0,53	100,00	0,72	100,00	0,55

En résumant la composition des fumiers supposés secs on a :

TABLEAU.

ORIGINE DES FUMIERS.	MATIÈRE organique.	MATIÈRE minérale.	AZOTE dans 100 parties.	ACIDE phosphoriq. dans 100 parties.	AZOTE dans 100 parties humides.
De Bechelbronn.....	67,80	32,20	2,00	1,00	0,41
D'une ferme Anglaise.	70,00	30,00	1,80	2,25	0,63
D'une écurie.....	»	»	2,08	»	0,79
Du Jardin des Plantes.	67,59	32,41	1,29	1,21	0,53
De Grignon.....	69,50	30,50	2,45	2,00	0,72
De la ménagerie....	84,34	15,66	1,60	0,78	0,53
Moyenne.....	71,85	28,15	1,87	1,45	0,60

La proportion d'azote et les équivalents des engrais sont donnés, dans le tableau, pour les matières desséchées et pour les matières à l'état où elles sont utilisées. Cette distinction était fort importante à établir. L'eau indiquée dans les premières colonnes est un élément incertain ; sa proportion dans un engrais doit nécessairement en faire baisser considérablement la valeur. Aussi, tous les éléments rapportés aux substances sèches offrent beaucoup plus de garantie. Dans les transactions commerciales sur les engrais, il ne faut donc jamais négliger d'avoir recours à la dessiccation des matières qui en sont l'objet, particulièrement quand ces matières sont susceptibles par leur nature d'absorber des proportions d'eau très-différentes. La proportion d'acide phosphorique se rapporte à l'engrais desséché.

J'ajouterai une observation critique, c'est que