

63 bis

2238



DE LA THÉORIE ET DE LA PRATIQUE  
EN AGRICULTURE,

PAR LE BARON J. LIEBIG.

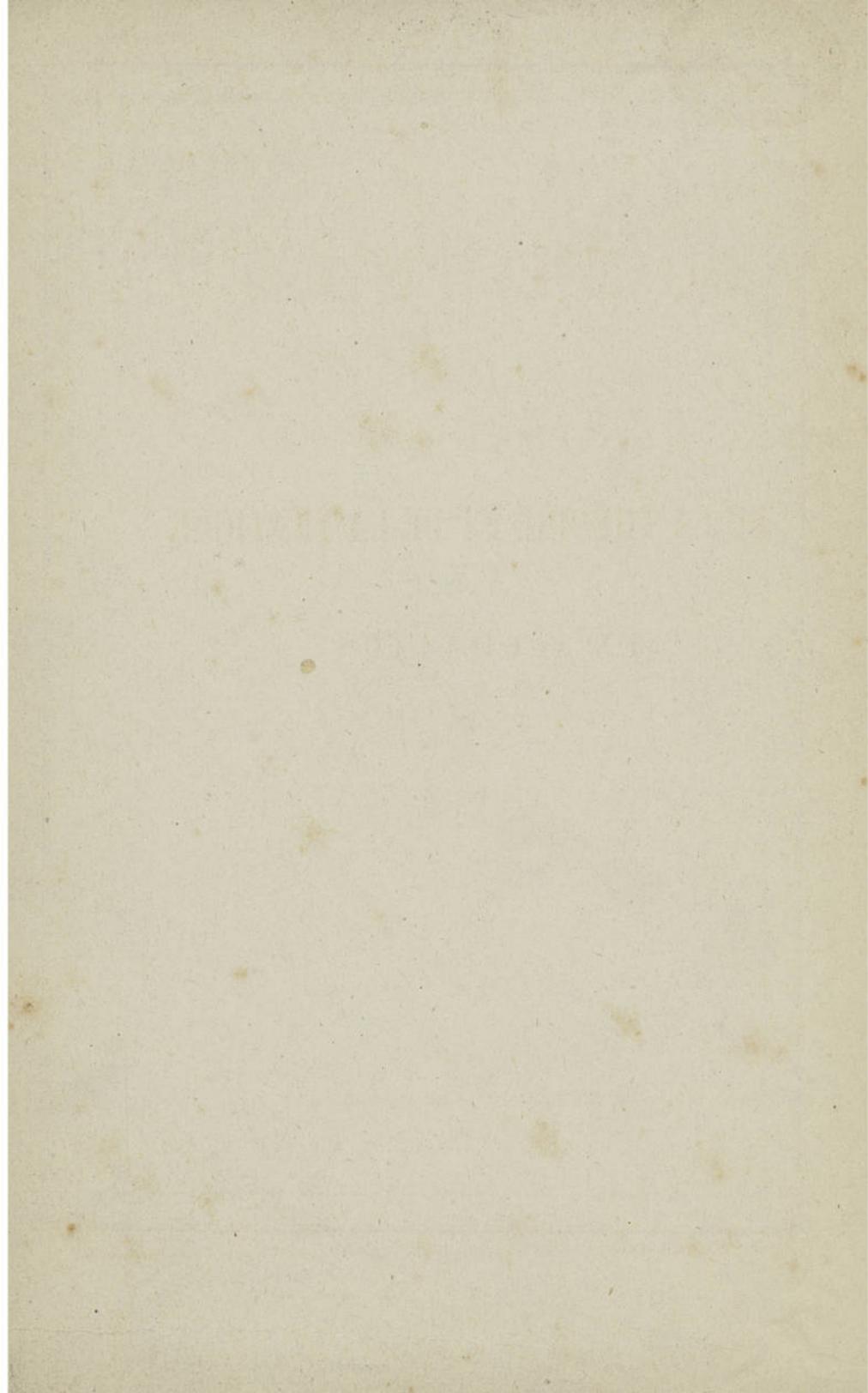


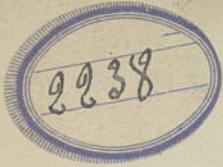
LILLE,

IMPRIMERIE DE L. DANIEL, GRAND'PLACE.

1857.







DE LA THÉORIE ET DE LA PRATIQUE  
EN AGRICULTURE.

DE LA THÉORIE ET DE LA PRATIQUE

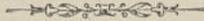
IRHIS / LILLE 3

FONDS Soc. Ind.  
CHRN-FSI 520

# DE LA THÉORIE ET DE LA PRATIQUE

## EN AGRICULTURE

PAR LE BARON J. LIEBIG.



LILLE,

IMPRIMERIE DE L. DANIEL, GRAND'PLACE, 18.

1857.

Si dans les siècles passés on avait toujours suivi la véritable voie à la recherche de la vérité, sans acquérir plus de connaissances réelles, ce serait une espérance téméraire que de croire à la possibilité de progrès futurs. Mais comme on a souvent fait fausse route et que la plus grande somme de forces a été dépensée inutilement, il faut en conclure que les obstacles ne proviennent pas de circonstances indépendantes de notre volonté, mais bien d'une direction fautive donnée à l'intelligence, direction qu'il est possible de modifier et d'améliorer. Avant tout, il est nécessaire de dévoiler les erreurs; car chaque erreur que l'on découvre dans le passé, nous donne une espérance de plus pour l'avenir.

FR. BACON DE VERULAM.

Novum organum p. 1, Lib. 1, Cap. XCIV.



A son Ami

FRÉDÉRIC KUHLMANN, DE LILLE,

*Témoignage d'estime*

*et d'attachement sincère.*

Le baron J. LIEBIG.

Munich, 1.<sup>er</sup> août 1856.



1888

CHAMBRE DE COMMERCE ET D'INDUSTRIE DE LILLE



## PRÉFACE.

Cet opuscule a pour but de contribuer à la solution des questions relatives aux meilleurs moyens d'obtenir constamment, avec une surface de terre déterminée, le rendement le plus élevé en blé et en viande.

Dans ces dix dernières années, l'agriculture pratique a recueilli assez d'expériences pour qu'on puisse porter sur ces questions un jugement rationnel.

Sur ce point, il y a en agronomie deux théories opposées, et personne ne saurait méconnaître leur importance, puisqu'elles sont intimement liées avec les revenus et la fortune de la partie la plus importante de la population.

Cet écrit a été en outre provoqué par les critiques que MM. Lawes et Gilbert, de Rothamstead, et M. le docteur E. Wolff, de Hohenheim, ont faites des explications théoriques et de l'interprétation d'expériences exécutées en Angleterre, que j'ai données dans mes *Principes de chimie agricole* (1).

Dans le 16.<sup>e</sup> volume du *Journal de la Société royale agricole*

---

(1) Brunswick, chez Er. Vieweg et Cie, 1855.

d'Angleterre (1), M. Lawes a essayé de prouver que l'opinion qu'il s'était formée de ma théorie avait été primitivement la mienne, et qu'on devait regarder les explications contenues dans mes *Principes*, comme un essai malheureux, destiné à mettre d'accord ma théorie avec les résultats qu'il avait obtenus, et par cela même à sauver cette théorie.

M. le docteur Wolf a cherché à démontrer dans son ouvrage intitulé *l'Épuisement du sol par la culture* (2), que ma théorie ne possédait pas les caractères essentiels d'une bonne doctrine, possibilité dans l'application, utilité dans la pratique, et que les principes posés par moi comme guides pour l'agriculture ne pouvaient être appliqués.

Dans l'intérêt de la question elle-même, je me suis cru obligé d'approfondir ces assertions, et j'ai la ferme espérance de venir par ce petit ouvrage confirmer la conviction des agronomes intelligents, savoir : un vrai progrès dans l'agriculture pratique n'est possible qu'à la condition de suivre avec persévérance et continuité les principes que la science a posés.

Munich, 1.<sup>er</sup> août 1856.

Baron J. LIEBIG.

---

(1) Londres, 1856.

Chez Otto Wigand, Leipzig 1856

## DE LA PRATIQUE ET DE LA THÉORIE

### EN AGRICULTURE.

Dans les années 1840 et 1842, je croyais que les sources naturelles qui fournissent aux plantes l'azote nécessaire, étaient insuffisantes pour les besoins de l'agriculture. Mais une longue suite d'observations et de réflexions m'a prouvé que cette manière de voir ne pouvait être juste.

Comme ma *Chimie dans ses applications à l'agriculture et à la physiologie*, ne renferme qu'une très-petite partie des faits et des expériences sur lesquels mes conclusions sont basées, je vais entrer ici dans quelques détails. J'espère que chacun sera convaincu que les raisons qui m'ont fait abandonner mes opinions anciennes en 1843 (année dans laquelle parut la 3.<sup>e</sup> édition de mon livre), sont des raisons simples et incontestables.

L'analyse chimique démontre que les différentes plantes cultivées sur une même étendue de terre fournissent des quantités très-inégales d'azote.

En admettant que la quantité d'azote qui est retirée de la paille et du grain d'un champ de seigle soit représentée par 400 parties en poids, on récolte sur la même surface :

dans l'avoine.....	114 azote.
dans l'orge.....	146 »
dans le froment....	118 »
dans le foin.....	121 »
dans le colza.....	212 »
dans les pois.....	243 »
dans les haricots.....	270 »
dans le trèfle.....	390 »
dans les turneps.....	470 »

Ces nombres démontrent d'une manière incontestable que les pois, les haricots et les plantes fourragères contiennent dans les produits

récoltés plus d'azote que les céréales. Le foin fournit autant d'azote que le froment ; les pois , les haricots , le trèfle et les turneps en fournissent le double.

Ces deux derniers donnent un rendement plus élevé , sans recevoir d'engrais azotés.

On peut encore augmenter ce rendement par de la cendre et du gypse pour le trèfle , par des os traités par l'acide sulfurique pour les turneps.

Dans la culture pratique , les champs de blé reçoivent principalement des engrais azotés. Il est évident que la nécessité de fournir de l'azote aux céréales , au froment , par exemple , ne saurait être expliquée par un manque d'azote dans les sources naturelles des plantes , puisque la culture des plantes fourragères prouve que ces sources peuvent fournir jusqu'à quatre fois la quantité exigée par le froment.

La raison de ce fait doit être cherchée ailleurs. L'opinion que je me fis en 1843 , ne fut pas peu fortifiée par les expériences faites en 1846 , dans mon laboratoire , à Giessen , par le docteur Kroker , actuellement professeur à Breslau. L'analyse de vingt-deux espèces de terre me donna la certitude que le sable le plus stérile , sur une profondeur de dix pouces , contenait cent fois plus d'azote , et les terres fertiles de cinq cents à mille fois plus que la quantité exigée par la plus abondante récolte de froment ou que puisse donner la plus riche fumure ( Voir ma *Chimie dans ses applications à l'agriculture et à la physiologie* , 5.<sup>e</sup> édition , 1846 , page 368 ).

Le fait de la présence de ces énormes quantités d'azote dans le sol a été confirmé par les recherches qu'à provoquées le collège royal d'économie agricole de Berlin. ( Voir les *Annales de l'agriculture* , tom. 14 , page 2 ). Ce collège fit choix pour ses expériences de quatorze champs d'égale surface pris sur différents points du royaume Prussien ; en dix ou douze endroits différents de chacun des champs , on enleva une égale quantité de terre dans toute la profondeur du sol arable ; ces quantités furent mélangées ensemble et sur le tout on préleva des échantillons.

L'azote contenu dans chaque échantillon fut déterminé par trois chimistes différents ; leurs analyses donnèrent en moyenne, pour un acre anglais de terrain d'un pied de profondeur ( le poids spécifique de la terre étant 4, 5), les quantités suivantes d'azote , transformées en livres d'ammoniaque.

1. Terre de Havixbec.....	18,040 livres.
2. Burgwegeleben.....	17,220 »
3. Jurgaitschen.....	14,350 »
4. Wallup.....	13,120 »
5. Beesdau.....	7,790 »
6. Turve.....	7,380 »
7. Dalheim.....	6,970 »
8. Laasom.....	5,740 »
9. Eldena.....	5,330 »
10. Burgbornheim.....	5,330 »
11. Neuenmund.....	4,510 »
12. Frankenfeld.....	4,100 »
13. Neuhof.....	7,720 »
14. Cartlow.....	2,870 »

On peut rapprocher de ces dosages les analyses de la terre noire russe (tscherno-sem) du gouvernement d'Orel, dues à M. E. Schmidt. (*Bulletin de l'Académie de Pétersbourg*, v. VIII, p. 116.)

M. Schmidt a examiné trois échantillons de sol vierge et un échantillon de terre non engraisée ; le poids spécifique variait de 2,1 jusqu'à 2,2, mais je n'ai pas cru pouvoir admettre dans mon calcul, un poids supérieur à 4, 5, à cause de la porosité. D'après ces estimations, sur 12 pouces de profondeur, un acre anglais de terre noire russe contient en livres d'ammoniaque :

1. Couche supérieure.....	49,200
2. Quatre wertschok plus profond....	22,140
3. A la base.....	20,000
4. Terre non engraisée.....	23,780

Ces terres se rapprochent beaucoup, quant à leur richesse en ammoniacque, des terrains suivants de Munich, que j'ai soumis à l'analyse.

Un acre sur 12 pouces de profondeur contient en ammoniacque :

1. Jardin de ma maison . . . . . 22,960 livres.
2. Jardin botanique voisin . . . . . 21,730 »
3. Forêt voisine . . . . . 20,910 »

J'ai reçu enfin de l'île de Cuba, par l'extrême complaisance de M. Schlossberger, de la Havane, six échantillons de différents terrains dans lesquels on cultive le tabac, la plante la plus riche en azote, et qui n'avaient jamais reçu d'engrais. Cette terre, presque entièrement calcaire, fortement colorée par l'oxide fer, contient en ammoniacque :

Un acre terre à plantation de tabac de la Havane sur 12 pouces de profondeur :

- |               |               |               |               |
|---------------|---------------|---------------|---------------|
| (1) . . . . . | 9,020 livres. | (2) . . . . . | 9,844 livres. |
| (2) . . . . . | 12,300 »      | (5) . . . . . | 14,350 »      |
| (3) . . . . . | 1,640 »       | (6) . . . . . | 10,250 »      |

La source de cet azote a été facile à déterminer; j'ai expliqué dans mon livre (p. 57, 96, 115, etc.) comment l'argile, l'alumine et l'oxide de fer, éléments des terres fertiles, possèdent la faculté remarquable d'absorber l'ammoniacque de l'atmosphère, et j'ai démontré que toute terre fertile contient une certaine quantité d'ammoniacque prise à l'air.

On peut facilement se faire une idée de la quantité d'ammoniacque que le sol peut recevoir de cette source, en se rappelant les essais de Th. Way, qui a trouvé comme moyenne de quatre essais (*The Journal of the H. agric. Society*, vol. XXIX, p. 426, 1852) que 100,000 parties en poids d'un sol maigre de Dorsetshire peuvent absorber et retenir en combinaison solide 348 parties d'ammoniacque; une quantité pareille d'une terre légère rouge de Berkshire absorbait 157 parties, et la même quantité d'une argile dense et blanche, 282 parties. En calculant combien un acre de ces terres (poids spéci-

fique 1,5), jusqu'à la profondeur de 12 pouces, pourrait encore ajouter à l'ammoniaque qu'il contient déjà, on trouve pour :

Un acre de terre maigre de Dorsetshire . . . . . 14,999 livres d'ammoniaque.

Un acre, terre légère rouge de Berkshire . . . . . 6,766

Un acre, argile blanche dense . . . . . 12,154

Ces nombres n'expriment pas combien ces terres renfermaient d'ammoniaque, mais combien elles en auraient encore pu absorber dans l'air et dans la pluie; ils expriment donc leur capacité d'absorption, laquelle peut être augmentée par un travail mécanique et par le drainage qui rendrait plus facile l'accès de l'air et de la pluie.

Le fait de la présence dans le sol d'énormes quantités d'ammoniaque provenant de l'air m'était bien connu; mais la découverte que la terre peut enlever à l'eau de pluie l'ammoniaque qui y est contenue en dissolution, est due à M. Th. Way; je la considère comme une découverte très-importante, qui explique d'une manière satisfaisante l'accumulation successive de grandes quantités d'ammoniaque dans un sol cultivé. J'ai trouvé par une suite d'essais (voyez mes *Annales de Chimie*, vol. 96, p. 379) que même le sol des environs de Munich, qui est très-riche en chaux et très-pauvre en argile, possède au même degré que les terrains argileux la propriété d'enlever l'ammoniaque de l'eau. Ce sol calcaire, ainsi que je le ferai remarquer plus loin, contient toujours des nitrates, lesquels manquent presque complètement dans les terrains argileux; le terrain à tabac de Cuba même, qui est très-riche en chaux et qui n'a jamais reçu d'engrais, renferme une forte proportion d'acide nitrique.

Si l'on rapproche mes conclusions de l'année 1843 avec les dosages d'ammoniaque que j'ai trouvés dans le sol en 1846, on comprendra pourquoi je me suis vu obligé d'abandonner mes anciennes opinions; ces analyses du sol, ainsi qu'elles ont été faites, d'abord en Prusse, en Russie et plus tard par moi, à Munich, prouvent évidemment le manque de fondement de la thèse principale de MM. D. Gilbert et J.-B. Lawes, savoir « que les quantités d'azote fournies par les

sources naturelles des plantes, sont insuffisantes pour les besoins d'une bonne récolte de froment. » Ces sources offrent à la plante du froment cent fois et souvent mille fois plus d'azote qu'elle n'en a besoin pour son développement complet.

Il résulte naturellement de là, que toutes les conclusions que ces deux Messieurs ont tirées de leur thèse fondamentale sont fausses et ne sauraient être maintenues. Il en résulte encore que toutes les expériences et les faits qu'ils ont eu la prétention de renverser, subsistent et doivent être provisoirement maintenus.

J'ai exprimé dans mon ouvrage l'opinion que la culture ne peut épuiser l'azote dans une terre, car l'azote n'est pas un des éléments du sol, mais de l'air qui le prête au sol. Ce que perd le sol sur un point est aussitôt remplacé par l'air qui se trouve partout : d'où résulte que l'infertilité de nos champs ne peut provenir d'un manque d'azote (1).

J'ai été amené à cette opinion par l'observation de la culture dans des contrées entières (la vallée du Nil, la Suisse, la Hollande), et les mêmes observations appliquées à des localités plus rapprochées, me semblent propres à donner à chacun la conviction complète de cette vérité.

D'après la consommation journalière de Londres, MM. Lawes et Gilbert ont calculé que les deux millions et demi d'habitants de cette ville (2) absorbent annuellement plus de vingt-cinq millions un quart de livres d'azote. La composition des excréments solides et liquides montre que plus de dix-sept millions de livres d'azote, la plus grande partie sous la forme d'ammoniaque, sont emportées à la mer, le reste presque tout entier retournant à l'air. Cette évaluation est au-dessous de la vérité.

---

(1) Sous le nom d'azote, nous désignons ici et dans la suite, une combinaison azotée servant à la nourriture des plantes.

(2) Voyez Journal, of the society of arts, vol. III, n.º 120, p. 272.

Liverpool, Newcastle, Dublin, Bristol, Glasgow et toutes les grandes et petites villes des côtes de la Grande-Bretagne sont tout-à-fait dans les mêmes conditions que Londres.

Si donc il était possible à un homme de s'élever à une certaine hauteur et d'embrasser d'un regard les Iles Britanniques, il apercevrait, en supposant l'ammoniaque visible, un fort courant d'azote allant chaque jour de la terre à la mer et à l'air, et équivalant annuellement à plus d'un million de quintaux métriques.

Ce qui est fourni à la terre par l'importation des bestiaux, du blé et du guano, en admettant annuellement 100,000 tonnes de guano, contenant en moyenne  $4 \frac{1}{2}$  pour 100 d'azote, ne s'élève pas encore au tiers de la déperdition de ce principe; et cette perte s'accroît chaque année proportionnellement à la population.

Avant l'année 1840, époque à laquelle a commencé l'importation du guano, notre spectateur aurait aperçu, à son grand étonnement, que la Grande-Bretagne n'avait reçu jusqu'alors comme compensation qu'une portion encore plus minime. Cependant, loin de diminuer, la fertilité et le rendement des champs anglais ont toujours été en croissant depuis des siècles; et même, d'année en année, la quantité d'engrais azoté accumulée dans les fumiers des agriculteurs s'est continuellement accrue, malgré l'énorme déperdition mentionnée plus haut.

Il résulte sans aucun doute de cette considération que l'azote des végétaux provient d'une source constante et inépuisable. — Tout l'azote des animaux et des plantes provient de l'air; chaque foyer où l'on brûle du bois et du charbon, toutes les nombreuses cheminées industrielles des pays manufacturiers, les hauts fournaux, sont autant d'appareils distillatoires qui enrichissent l'atmosphère par les éléments azotés des végétaux détruits. On peut se faire une idée de la quantité d'ammoniaque que l'air reçoit par ces différentes voies, en se rappelant que plusieurs fabriques de gaz d'éclairage retirent des eaux de lavage des milliers de quintaux de sels ammoniacaux.

En d'autres termes, si tout l'azote ou toute l'ammoniaque que les champs et les villes de la Grande-Bretagne abandonnent à l'air et à la

mer avait été exportée par ses navires depuis des siècles, non sous la forme d'ammoniaque, mais sous celle de viande et de blé, le pays n'en serait pas d'une livre plus pauvre en azote qu'il est à présent; il aurait certainement pu, sans cette perte, être plus riche, mais il n'en est pas devenu plus pauvre, parce que l'appauvrissement des champs, qui résulte de la culture, est compensée par la présence constante de l'atmosphère, laquelle abandonne de l'azote sur un point pour aller le reprendre sur un autre.

Mais si un pays, par l'exportation d'ammoniaque, ne peut pas perdre sa fertilité, il reste à savoir si cette fertilité peut s'accroître par l'importation seule de l'ammoniaque; si ce pays peut acquérir ainsi la possibilité de produire dans l'espace de 50 ans, par exemple, plus de grain et de viande qu'il n'en eut produit dans le même temps sans cette importation.

Cette question se résout d'elle-même, lorsqu'on recherche les causes de la fertilité de nos champs, de leur rendement le plus grand et de la continuité de ces rendements.

Avant d'aborder ces recherches, je me permettrai de présenter quelques notions historiques ayant pour but de marquer nettement le point de vue auquel je me suis placé dans cet écrit.

Il faut se rappeler, ai-je dit dans ma 2<sup>e</sup> édition anglaise, que le but de l'auteur n'a pas été d'écrire un manuel systématique de chimie agricole, mais de faire la chimie de l'agriculture. Ce livre a conservé ce caractère dans toutes les éditions suivantes. La différence entre les expressions rapportées se comprend d'elle-même.

Un système de chimie agricole comprend la théorie et ses applications pratiques: un livre qui traite de la chimie considérée dans ses applications à l'agriculture, expose les principes chimiques et donne l'explication des phénomènes chimiques que présente la culture des plantes.

Un système de chimie agricole ne peut être écrit que par un agriculteur qui connaît les éléments de la chimie; une chimie de l'agriculture peut être écrite par un chimiste possédant les principes généraux de l'agriculture.

Le système contient les règles relatives à la culture des champs , à l'engrais le plus favorable à leurs produits , tels que froment , turneps , etc.

La chimie agricole cherche à mettre en harmonie l'expérience des agriculteurs avec les lois naturelles ou les vérités solidement établies. « Le but de cet ouvrage est le développement du procédé chimique de la nutrition des plantes. » (page 3).

Si l'on voulait voir un système dans mon livre , celui-ci pourrait sembler écrit avec le plus grand désordre et plein des plus étranges contradictions.

Si d'un côté on vante l'utilité de l'ammoniaque , et si l'on recommande de la manière la plus pressante à l'agriculteur de recueillir soigneusement l'ammoniaque de ses fumiers pour la mettre sur ses champs ; si enfin on lui donne les meilleurs moyens pour se garantir des pertes ; d'un autre côté on dit que les plantes prennent tout leur azote dans l'atmosphère , et que l'azote des engrais , considéré comme un élément nutritif , contribue à peine à augmenter le rendement des terres.

Il n'est pas question dans mon livre de donner à l'agriculteur des conseils pour faire produire à sa terre de la manière la plus avantageuse le rendement le plus élevé relativement à certaines plantes.

Il n'y est pas question non plus de faire connaître si l'on doit donner ou non , dans l'engrais , de l'ammoniaque au froment , ou d'indiquer les plantes qui en réclament.

Toutes ces contradictions apparentes s'expliquent , si l'on se place au point de vue de l'auteur de l'ouvrage , comme cet auteur a le droit de l'exiger , et si l'on se décide à le suivre avec quelque attention dans ses considérations.

Les agronomes les plus distingués (Schwartz et Thaer) , les naturalistes et les chimistes les plus célèbres (Berzélius , Gay Lussac , Boussingault , Payen , de Saussure) , croyaient , avant l'apparition de mon livre , que la fertilité des champs , l'action des engrais , dépendaient uniquement de la contenance de ces derniers en humus ou matières organiques.

« Les effets de l'engrais organique sont merveilleux et incompréhensibles, dit Schwerz, » (*Manuel de l'Agriculteur pratique*, t. 3, p. 33). — « C'est un véritable nœud gordien, c'est la limite de la science de la nature qu'Isis couvre encore des voiles du mystère. » — « Ce sont les extraits végétaux et animaux qui déterminent la valeur du sol en agriculture. » (De Saussure, *Bibliothèque universelle*, t. 36).

« Les plantes, dit Berzélius (*Traité*, 1839, p. 77), tirent les matériaux nécessaires à leur croissance, de l'air et de la terre, qui leur sont tous deux également indispensables. — La terre proprement dite, semble n'exercer qu'une influence mécanique sur la plante. » Plus loin, (p. 23, vol. VIII), « La chaux sert, partie comme excitant, partie comme agent chimique, pour rendre plus solubles les éléments fertilisants de la terre. — C'est pourquoi on ne peut pas appeler la chaux un engrais. Une autre influence de la chaux ou des alcalis de la cendre, c'est de transformer plus rapidement par leur action les matières organiques en humus. — On ne sait pas comment le gypse produit les effets avantageux que l'expérience a fait connaître. »

Ensuite, vol. VI, p. 101, « Nous avons vu par ce qui précède, comment les plantes s'assimilent le carbone et l'oxygène; mais nous n'avons pas trouvé la source de l'hydrogène et de l'azote que plusieurs de leurs éléments renferment en quantité considérable. »

D'après les doctrines établies en 1840 par de Saussure et Sprengel, la vie animale et végétale était dépendante de la circulation de matières organiques, des substances qui avaient vécu elles-mêmes.

Si, par l'effet de cette circulation, tous les débris de plantes et d'animaux étaient mis en mouvement dans le sol cultivé et de cette façon utilisés, il n'y aurait pas, en dehors de ce cercle possibilité d'une augmentation de production par l'agriculture, ni d'augmentation de la population.

Mes recherches sur l'humus et sur les phénomènes que présentent la putréfaction et la décomposition (2.<sup>e</sup> partie de mon livre), m'avaient amené à une manière de voir toute différente.

*L'accroissement de la vie organique est illimité.*

*Toutes les matières nutritives des plantes sont des substances inorganiques.*

« Une relation merveilleuse existe entre la nature organique et la nature inorganique. Les aliments des végétaux sont des matières inorganiques ; les plantes fournissent aux animaux leurs moyens d'existence. Il en résulte que le but de la vie végétale consiste à fournir les matériaux destinés à la vie animale, à transformer les minéraux en agents d'activité vitale. ( 2.<sup>e</sup> édition , p. 2 ). »

L'acide carbonique , l'ammoniaque , l'eau , les acides sulfurique , nitrique , phosphorique , sont des substances inorganiques ou minérales.

Indépendamment des aliments inorganiques qu'elles reçoivent de l'air , les plantes ont besoin , pour leur complet développement , de certains corps inorganiques provenant du sol , et qui sont ceux que l'on trouve dans la cendre après l'incinération.

*Ces principes des cendres sont des aliments et non des excitants.*

Les principes d'alimentation atmosphérique ne réagissent pas par eux seuls , mais bien lorsque les éléments du sol sont offerts en même temps aux plantes.

Si les plantes exigent pour leur nourriture et leur accroissement certains aliments puisés dans le sol , et provenant ordinairement de principes minéraux , la capacité nutritive du sol ou sa fertilité est en proportion avec la quantité des éléments qu'il renferme ; l'existence de ceux-ci est la condition la plus essentielle de la culture des plantes.

La faculté nutritive de l'air est en proportion avec sa richesse en matières nutritives gazeuses. Celles-ci , d'après leur nature et leur origine , appartiennent à la même classe que les éléments du sol ; elles sont inorganiques ; seulement ces derniers ne sont jamais gazeux. L'air et la terre étant regardés , dans leur état d'agrégation , comme opposés l'un à l'autre , je considérerai dans la suite , aussi par oppo-

sition, d'un côté l'acide carbonique et l'ammoniaque (éléments minéraux de l'air) comme aliments atmosphériques; d'un autre côté, les éléments minéraux du sol comme aliments minéraux terrestres. Je fais cette distinction à cause de leur état, ainsi qu'on en a l'habitude dans la science, quoique ces sortes d'éléments ne soient pas essentiellement différents par leur nature.

L'acide carbonique dans le calcaire, l'ammoniaque dans le sulfate d'ammoniaque n'étant pas gazeux, ne peuvent jamais être sous cette forme des éléments de l'air.

La *durée* de la fertilité d'un champ est en rapport avec la *quantité* ou la somme des éléments du sol, qui sont les conditions de sa faculté nutritive.

L'épuisement du sol par la culture est en rapport direct avec la fraction de cette somme qui est annuellement enlevée par la récolte.

Puisque ni les éléments atmosphériques seuls, ni les éléments du sol seuls, ne peuvent avoir d'influence sur le développement de la plante, les aliments atmosphériques sont les intermédiaires indispensables à la transformation des principes du sol en combinaisons organiques, et les éléments du sol les intermédiaires nécessaires à la transformation des éléments atmosphériques en blé et en viande.

Le produit d'un champ dans un temps donné, un an par exemple, est proportionnel à la fraction de la somme des éléments du sol qui ont passé dans les plantes que ce champ a rapportées.

Une récolte double renferme une double quantité de ces éléments.

Ces faits s'expliquent d'eux-mêmes et n'ont pas besoin de plus longue démonstration.

L'expérience prouve que dans la même contrée, le rendement de deux champs, ou leur produit en blé et en viande, est fort inégal. Une prairie fournira deux, trois et quatre fois plus de foin qu'une autre prairie de même surface placée dans les mêmes conditions extérieures. Un hectare de luzerne donnera une récolte deux ou trois fois plus grande qu'un hectare d'un autre champ. Il y a des champs, des pays entiers dans lesquels la luzerne ne réussit que peu ou point. — *Quelle est la raison de cette faculté de rendement si inégal?*

La surface d'un champ fertile et celle d'un champ stérile sont en relation avec le même volume d'air ; à toutes les deux l'atmosphère et la pluie apportent la même quantité d'acide carbonique et d'ammoniaque. Cependant sur le champ appelé fertile , il y a deux, trois et quatre fois plus de carbone et d'azote condensés sous la forme de foin ou de luzerne que sur le champ stérile ; il est clair que la cause de cette différence de récolte ne doit pas être cherchée dans l'air , mais bien dans le sol, dans les qualités inégales du sol, les conditions extérieures étant les mêmes.

Dans le champ fertile, la somme des éléments terrestres qui a passé pendant un an dans les plantes est deux, trois et quatre fois plus considérable ; cette somme étant en rapport soit avec la quantité, soit avec la disposition de ces éléments à être absorbés.

Dans ces cas, le rendement est sans doute proportionnel à la quantité des éléments minéraux contenus dans le sol , et non pas à celle de l'acide carbonique et de l'ammoniaque , car les deux champs reçoivent de l'air la même quantité de ces éléments ; mais sur un champ les conditions de leur transformation en plantes, dans un temps donné, étaient en quantité ou en qualité plus actives que sur l'autre.

Maintenant, en supposant que l'atmosphère fournisse à deux champs inégalement fertiles, deux ou trois fois plus d'ammoniaque et d'acide carbonique qu'elle n'en donne habituellement , les rendements seront toujours inégaux ; celui du champ fertile sera toujours plus élevé que celui du champ stérile, et cela toujours dans la même proportion, car les conditions de fertilité du sol sont restées les mêmes dans les deux champs, eu égard à la quantité d'éléments terrestres fournis.

Si les rendements de deux champs par un apport double d'ammoniaque et d'acide carbonique, sont plus élevés que par un apport simple, quoique toujours inégaux entre eux, cela provient uniquement de ce que sur les deux champs, eu égard à leur contenance et au temps, il y a plus d'éléments du sol actifs et assimilables. L'expérience prouve qu'on augmente le rendement d'un champ fertile en lui fournissant une quantité d'ammoniaque plus grande que l'air ne lui en donne.

Elle démontre de plus, 1.<sup>o</sup> que l'augmentation de rendement de deux champs n'est pas en rapport avec la quantité d'ammoniaque fournie; 2.<sup>o</sup> que le rapport d'un champ, dans un terrain argileux par exemple, peut être doublé ou triplé par une simple augmentation d'ammoniaque, tandis que le rapport d'un champ d'égale grandeur, dans un terrain sablonneux, n'est que peu ou point augmenté par l'apport d'une quantité double et triple d'ammoniaque. Comme l'efficacité des quantités d'acide carbonique et d'ammoniaque fournies est toujours subordonnée à la qualité du sol, on comprend que, même dans ces conditions différentes, le rendement doit toujours être en proportion avec la quantité d'éléments minéraux assimilables du sol. Un excès d'ammoniaque ne saurait suppléer à un manque de ces éléments, ni rendre bonnes des conditions défavorables.

Dans mon ouvrage, je me suis livré à des recherches sur l'effet d'une augmentation d'acide carbonique et d'ammoniaque dans le sol, et je suis arrivé à une explication toute différente de celle qui est généralement admise.

Au premier abord rien ne paraît plus simple et plus clair que cette opinion, savoir, « que les aliments atmosphériques apportés aux champs cultivés (par l'humus et l'ammoniaque), augmentent le rendement, parce qu'ils sont directement et sans intermédiaires employés à la nutrition. » Mais une analyse plus détaillée montre que cette manière de voir ne peut être juste en général.

Ainsi l'observation de la culture en grand fait voir que la quantité d'azote que les champs reçoivent dans l'engrais n'est qu'une minime portion de la somme d'azote récoltée dans les plantes. Dans la petite culture, on voit au contraire que la quantité d'azote provenant d'un champ richement engraisé par des sels ammoniacaux, n'est qu'une petite partie de celui qu'ont reçu ces champs.

Dans la culture en grand, on récolte beaucoup plus, et dans la culture en petit, d'après tous les essais faits avec les sels ammoniacaux, on récolte beaucoup moins d'azote que les champs n'en ont reçu dans l'engrais. Notre explication est basée sur les considérations suivantes :

Si l'on se figure un lac rempli d'une masse d'eau inépuisable, fournissant par cent canaux un même volume d'eau à autant de moulins, on comprendra parfaitement que malgré cette égalité de volume du liquide, les effets résultant de la chute peuvent être très-inégaux : un des moulins moudra en vingt-quatre heures vingt sacs d'avoine, un autre en fournira dans le même temps trente, un troisième cinquante ou cent. Ces différences dans le travail avec la même chute d'eau, dépendent, comme on le sait, de la roue du moulin. Avec une roue mal établie, le tiers ou la moitié de l'eau peut passer dans les ailes sans produire d'effet utile ; le maximum de travail n'est obtenu que quand chaque goutte d'eau produit son effet particulier, lorsqu'on a fait disparaître tous les obstacles qui peuvent faire perdre l'eau ou paralyser son action, ce que tout meunier un peu familier avec la mécanique peut obtenir de chaque moulin par une forme et une disposition particulières de la roue et des ailes.

Il en est de même de l'atmosphère à l'égard des plantes. L'air et le sol forment un réservoir inépuisable d'ammoniaque et d'acide carbonique. Sur chaque champ se répand une quantité de ces principes égale mais limitée, suffisante pour la végétation la plus luxuriante. L'art de l'agriculteur consiste essentiellement à fixer sur ses champs toute cette somme d'acide carbonique ou d'ammoniaque, ou à la transformer en un maximum de pain et de viande. C'est ce qui arrive dans la culture des plantes.

Les plantes puisent leur nourriture par les racines et les feuilles. *Dans un temps déterminé, l'accroissement de la masse totale d'une plante est en rapport avec le nombre et la surface des organes destinés à lui transmettre la nourriture.* Voir p. 39. (1). La faculté qu'elle possède d'absorber l'acide carbonique et l'ammo

---

(1) Tous les nombres sans spécification particulière d'ouvrage, se rapportent à la cinquième édition de ma « Chimie dans ses applications à l'agriculture et à la physiologie. » F. Vieweg et fils, Brunswick, 1846.

niaque, croît comme le nombre et la surface des feuilles et des fibres chevelues des racines.

Une plante ayant dix feuilles et dix racines chevelues, n'absorbera dans le même temps que la moitié d'acide carbonique et d'ammoniaque que pourrait absorber une plante ayant vingt feuilles et vingt racines. (Page 40).

Si toutes les conditions exigées pour le passage de l'acide carbonique dans les éléments des plantes, et dépendant du sol, se trouvent réunies suffisamment nombreuses et convenablement actives, alors seulement les organes d'absorption pourront condenser l'acide carbonique répandu autour d'eux. (Page 255). Si l'ammoniaque n'est pas apportée en même temps, la plante n'atteint pas son complet développement. (Page 136).

Mais lorsqu'on fournit dans le même temps aux racines et aux feuilles d'une jeune plante quatre fois plus d'acide carbonique que l'air n'en contient, il se formera dans ce temps quatre fois plus de feuilles, de tiges et de bourgeons. La surface de la plante, et par suite la faculté absorbante des feuilles sera rendue par cela même quatre fois plus grande; la nourriture principale puisée dans le sol sera en proportion avec l'accroissement de la masse; le nombre et la grosseur des grains dépendront de la quantité même des éléments minéraux que le sol aura fournis dans le même temps.

L'effet de l'acide carbonique et de l'ammoniaque apportés artificiellement (page 25), consiste donc essentiellement dans une *économie de temps* (page 276). (Accélération du développement dans un temps donné.)

Cette conclusion explique l'action de l'ammoniaque. On peut avoir une autre opinion relativement à ce mode d'action, mais il est tout-à-fait impossible de déduire de mon explication la conséquence que j'ai nié ou mis en question l'utilité de l'ammoniaque dans l'engrais: car cette explication suppose l'action favorable de l'ammoniaque apportée dans l'engrais comme reconnue et parfaitement établie.

D'après la même explication, le surplus ou l'augmentation du rende-

ment d'un champ dépend , dans la culture en grand , de la condition de fournir en temps convenable au sol , des sources d'acide carbonique et d'ammoniaque ; ces sources , par le développement même des plantes , augmentent la surface absorbante des champs dans l'atmosphère et dans la terre. Une feuille double d'une autre en surface , étant en contact dans l'air avec deux fois plus de molécules , peut absorber dans le même temps deux fois plus d'acide carbonique ; l'air se trouvera ainsi dépouillé plus complètement de son acide carbonique (1). Un nombre double de racines , reçoit du sol le double d'éléments. Par un travail mécanique , on fait disparaître du champ les obstacles qui s'opposent à l'action simultanée des éléments du sol ; car si ces éléments ne sont pas fournis , en même temps , aux racines des plantes en quantité et dans des conditions favorables , le plus grand excès même d'acide carbonique et d'ammoniaque , ne peut avoir aucun effet.

Le drainage du sol favorise la végétation , en fournissant aux éléments de l'atmosphère un accès facile vers la racine ; il augmente la récolte , parce que la végétation étant accélérée , l'absorption des aliments met moins de temps à s'accomplir.

En agriculture , il n'est pas d'agent plus important que le temps , et le trop peu de cas que l'on en fait est incontestablement le plus grand obstacle aux progrès agricoles : la juste appréciation de la valeur d'un

---

(1) Dans mes principes de chimie agricole , page 22 , j'ai répété cette explication telle que je l'avais donnée en 1843. M. Lawes , croyant apparemment qu'elle était neuve , s'exprime ainsi à ce sujet (1856) : « Quelle est , pourrions-nous demander , l'économie du temps dans la croissance de la plante , sinon la différence entre la croissance naturelle et la croissance artificielle ou développée par l'agriculture ? Car si l'on doit attribuer à une matière nutritive des plantes une valeur et une importance capitales , c'est bien à celle qui fait gagner du temps. (Journ. of the R. A. S. 1856 , p. 453). »

Lorsque M. Lawes , il y a cinq ans , fut instruit de mon explication par le docteur Daubeny (journ. , vol. XII , p. 40) , il ne comprit pas encore évidemment sa signification. Mais maintenant l'intelligence semble lui en être venue. Il va sans dire que la science ignore la valeur réelle d'un aliment , chaque aliment pouvant , selon les circonstances , acquérir une valeur capitale.

engrais repose sur la connaissance que l'on a de ses effets dans un certain temps. Un engrais qui seul, pendant un an, a augmenté d'une manière extraordinaire le rendement d'un champ ne produira pas le moindre effet s'il est employé pendant cinq ans sur le même champ, dans les mêmes conditions; la récolte pourra même diminuer. D'où résultera tantôt une dépréciation, tantôt une estime imméritée de cet engrais. Deux agriculteurs qui ont aujourd'hui la même opinion sur la valeur d'un engrais, arrivent en quelques années à une opinion toute opposée, parce que le même engrais, employé sur des terrains différents, exerce une influence très inégale par la durée ou la rapidité de ses effets.

Une source d'acide carbonique ou d'ammoniaque dans le sol, accélère l'effet des éléments terrestres sous le rapport du temps de leur action. Dans ce cas, le rendement plus élevé n'a pas d'autre signification. Si le rendement d'un champ pendant un an, sans ammoniaque, est représenté par 1,000, il y a eu pour cette récolte 1,000 parties des éléments du sol qui ont passé dans les plantes.

Si l'emploi de l'ammoniaque a élevé la récolte jusqu'à 2,000, c'est que dans le même temps il y a eu une quantité double des éléments du sol assimilés.

Il résulte de là qu'un sol contenant assez d'aliments minéraux pour suffire pendant cent ans à cent récoltes de froment, devient au bout de ce nombre d'années impuissant à produire cette céréale.

Si, par l'emploi de l'ammoniaque et de l'acide carbonique, ou de l'ammoniaque seule, le rendement d'un champ en une année est doublé, le même champ produira en cinquante ans, un rendement égal à celui qu'il aurait donné en cent ans, sans l'ammoniaque.

Par l'emploi de l'ammoniaque on n'aura donc au total augmenté la production *que relativement au temps*.

On comprendra maintenant que *le rendement des champs ou leur fertilité doit être en rapport avec la somme des aliments minéraux qui y sont contenus. La valeur du rendement dépend de la rapidité d'action des éléments du sol, dans un temps donné.*

Jusqu'à présent, les essais tentés en agriculture, pour la solution de ces questions, n'ont jamais été faits avec de l'ammoniaque seule ou de l'acide nitrique, mais bien avec des sels ammoniacaux et des nitrates.

Il est donc évident que si les acides, qui accompagnent l'ammoniaque dans les sels ammoniacaux, et les bases unies à l'acide nitrique dans les nitrates, prennent une certaine part à la végétation, c'est qu'ils agissent, dans ces circonstances, de la même manière, qu'une augmentation de la quantité des éléments du sol, ou qu'ils produisent une accélération de leurs effets.

Ces effets varient nécessairement avec l'addition des acides et des bases, selon qu'il y a pénurie ou abondance de ces principes dans le sol. Si, par exemple, on fournit à celui-ci un excès d'acide sulfurique ou de sulfate, l'ammoniaque avec l'acide sulfurique aura moins d'influence, et donnera un rendement moins élevé que le muriate d'ammoniaque, dans le cas où le sol est dépourvu d'acide muriatique ou de chlorure (sel marin).

Ainsi, le rendement des champs, engraisés avec des sels ammoniacaux ou avec des nitrates, ne peut jamais être proportionnel à la quantité d'azote seul; mais il doit être en rapport, c'est-à-dire augmenter ou diminuer, avec la nature et l'efficacité des matières qui accompagnent l'ammoniaque. Les expériences les plus belles et les plus décisives, relativement à cette question capitale, ont été faites de 1843 à 1846, par MM. F. Kuhlmann, de Lille, et Schattenmann (*Comptes rendus*, tom. 17, p. 1121, et *Annales de Chimie et de Physique*, tom. XVIII, p. 143 et tom. XX, p. 279).

Ces expériences sont à peine connues des agriculteurs; je les exposerai donc en détail: elles n'ont pas peu contribué à rendre inébranlable la conviction que j'ai de la justesse de mes doctrines.

En engraisant une prairie avec de l'ammoniaque et des nitrates, M. Kuhlmann a obtenu, en 1843, sur la même surface, pour 100 parties d'azote, un surplus de foin, dans les proportions suivantes :

Pour 100 d'azote dans l'engrais.

Sous forme de	Excès du rendement.
Sel ammoniac. . . . .	2,439 parties de foin.
Sulfate d'ammoniaque. .	2,160
Nitrate de soude. . . . .	4,005

Du nitrate de soude, contenant 100 parties d'azote, donna au moins 90 pour 100 de foin de plus que le sulfate d'ammoniaque renfermant la même quantité d'azote.

100 parties d'azote, dans le chlorhydrate d'ammoniaque, fournirent au-delà de 44 p.  $\frac{\circ}{\circ}$  de plus que la même quantité d'azote, dans le sulfate d'ammoniaque.

La même prairie, engraisée, pendant trois années consécutives par du sulfate d'ammoniaque, du nitrate de chaux et du nitrate de soude donna, pour 100 d'azote, l'excès suivant de récolte :

Pour 100 d'azote dans l'engrais

Sous forme de	Excès de rendement.
Sulfate d'ammoniaque. . .	3,140 parties de foin.
Nitrate de chaux. . . . .	2,593
Nitrate de soude. . . . .	4,870

La même quantité d'acide nitrique qui, en combinaison avec la chaux, avait donné 2,593 plus de foin, produisit, unie à la soude 4,870 livres, soit un excédant de plus de 90 pour 100. Ces nombres prouvent évidemment que les rendements d'un champ engraisé par des sels ammoniacaux ou des nitrates, ne sont pas en rapport avec la proportion d'azote fournie, puisque les mêmes quantités d'azote donnent sur un même champ des rendements très-inégaux.

Il résulte de plus de ces expériences, que si l'on ajoute aux sels ammoniacaux d'autres matières, possédant par elles-mêmes la faculté de prendre part à la végétation, c'est-à-dire de servir d'aliments, la proportion des rendements en azote doit changer encore, parce que l'effet résultant soit de l'azote lui-même, soit de son associé dans le sel, se trouve ajouté à l'action du nouvel aliment introduit.

En engraisant une prairie avec 666 parties en poids de sel ammoniac et de phosphate de chaux, M. Kuhlmann obtint dans les années 1844, 1845 et 1846, un rendement de 7,686 parties de foin plus élevé que le rendement fourni par une prairie d'égale surface non engraisée.

Une semblable prairie, engraisée avec 300 parties de guano, contenant 5 pour 100 d'azote, donna dans les mêmes années, un excédant de 2,469 parties de foin.

En conséquence :

100 parties d'azote sous la forme de	Donnent en excédant.
Sel ammoniac.....	2,439 parties de foin.
Sel avec phosphate de chaux...	4,367
Guano .....	16,460

En 1846, les expériences de M. Kuhlmann fournirent pour 200 parties de sulfate d'ammoniaque, un excédant de 2,533 parties de foin.

Une même surface, qui avait reçu 200 parties de sulfate d'ammoniaque, plus 133 parties de sel marin, donna 3,173 parties de foin.

La signification de ces nombres est évidente et facile à comprendre.

Quand les sels ammoniacaux, employés comme engrais, sont accompagnés de substances minérales, également nutritives, les rendements sont en rapport non plus avec la quantité d'azote fournie, mais bien avec l'activité de ces substances.

Par l'emploi du phosphate de chaux, l'effet du sel ammoniac fut presque doublé; par les matières unies à l'ammoniaque dans le guano, l'effet fut cinq fois plus grand que celui qu'on obtint de la même quantité d'ammoniaque dans le sel ammoniac. L'addition de sel marin au sulfate d'ammoniaque, augmenta l'action de celui-ci de 25 pour 100.

Il est évident que si le sol de la prairie eût contenu, dès le commencement, un excès de phosphate de chaux, l'engrais par le *sel ammoniac seul* aurait fourni, dans l'essai N.º 4, un rendement aussi élevé que le même sel uni au phosphate de chaux dans l'essai N.º 2; l'addition de phosphate de chaux n'aurait plus produit aucun effet *apparent*.

Des faits analogues se sont présentés dans les expériences tentées avec le sulfate d'ammoniaque mélangé ou non au sel marin. Si le sol par lui-même eut été riche en sel marin ou en chlorures, l'addition de 433 parties de sel n'aurait pas du tout augmenté l'effet des 200 parties de sulfate d'ammoniaque.

Dans les expériences de M. Kuhlmann, quand on représente par 400 l'excédant de foin obtenu de 100 parties d'azote, sous forme de sulfate d'ammoniaque, les excédants de rendement produits par les autres engrais azotés se trouvent dans la proportion suivante :

400	parties d'azote dans le sulfate d'ammoniaque	fourniront un excédant de . . . . .	100
400	— — — le nitrate de chaux, idem. . . . .		74
400	— — — le nitrate de soude, idem. . . . .		155
400	— — — le sel ammoniac accompagné de phosphate de chaux, idem. . . . .		136
400	— — — le sulfate d'ammoniaque accompagné de sel marin, idem. . . . .		124
400	— — — le guano accompagné de phosphate de chaux, de magnésie, de potasse et de chlorures, idem. . . . .		500

L'influence produite sur les récoltes de foin par les substances unies à l'azote dans l'acide nitrique et dans les sels ammoniacaux, est rendue assez évidente par ces nombres: — 400 parties d'azote, dans le guano, ont un effet cinq fois plus grand que 400 d'azote, dans le sulfate d'ammoniaque.

Si l'on représente au contraire par 400, l'excédant de foin obtenu

sur les mêmes prairies, de 100 parties d'azote dans le guano, les nouveaux excédants de rendement deviennent pour :

100	d'azote dans le nitrate de chaux.....	14
100	— le nitrate de soude.....	34
100	— le muriate d'ammoniaque et phosphate de chaux.....	27
100	— le sulfate d'ammoniaque et sel marin..	24
100	— le sulfate d'ammoniaque seul.....	20

En attribuant l'effet de ces amendements à leur contenance en azote, savoir : l'effet des nitrates à l'acide nitrique, celui des sels ammoniacaux et du guano à l'ammoniaque qu'ils renferment, il est évident qu'un cinquième seulement de l'ammoniaque du sulfate a produit de l'effet ; quatre cinquièmes ont été inutiles.

On obtient exactement le même résultat, en comparant l'excédant d'azote dans le foin récolté, avec la contenance en azote des sels ammoniacaux employés comme engrais.

D'après les meilleures analyses, on peut admettre que le foin sec contient 1 pour 100 d'azote.

100 parties d'azote sont donc contenues dans 10,000 parties de foin. En comparant avec cette dernière quantité, l'excédant de foin que 100 d'azote ont donné, dans les expériences de M. Kuhlmann sur les sels ammoniacaux, on trouve que cet excédant ne contient que  $\frac{1}{5}$ , ou au plus  $\frac{1}{4}$  de l'azote fourni par l'engrais, et que par conséquent, les  $\frac{3}{4}$  ou les  $\frac{4}{5}$  de l'ammoniaque ont été sans effet.

M. Lawes, qui ignorait les essais de M. Kuhlmann, a établi un fait analogue pour le froment, par des expériences poursuivies pendant de longues années. Cet agriculteur reconnu, lui aussi, que dans de semblables circonstances, l'effet était incomplet, et qu'en général, on ne retrouvait, dans l'excédant des récoltes, qu'un cinquième de l'azote apporté par les sels ammoniacaux ; il tira, de ce résultat, la singulière

conclusion que le manque d'action provenait d'une véritable déperdition d'ammoniaque éprouvée par le champ, dans la culture du froment.

M. Lawes se figure que la partie d'ammoniaque qui est sans effet, est directement absorbée par les racines des plantes; qu'elle perd, par des raisons inconnues, sa faculté nutritive; qu'enfin elle est rejetée sous une forme quelconque par les feuilles et les tiges. — Cette opinion a contre elle plusieurs impossibilités. Elle suppose que toutes les particules de sel ammoniac resté sans effet, ont dû se trouver en contact avec les racines absorbantes; or, les sels ammoniacaux sont solubles dans l'eau, et se répandent dans toute la masse du sol; mais, dans tous les points de cette masse, ne se trouvent pas des fibres radicellaires pour absorber les particules salines. Il faudrait donc admettre que les extrémités des racines exercent sur les particules la même action qu'un puissant aimant sur des parcelles de fer disséminées dans un monceau de sable; tandis que nous savons que les racines ne peuvent absorber que les éléments immédiatement en contact avec elles: la force d'attraction ne se faisant pas sentir à une distance appréciable.

Enfin, aucune observation ne prouve que les feuilles et les tiges des plantes herbacées exhalent de l'ammoniaque. Comment, d'ailleurs, deux sels, sulfate et chlorhydrate d'ammoniaque, qui ne sont pas volatils, pourraient-ils être décomposés, dans ces circonstances, de manière à rendre libre l'ammoniaque qu'ils renferment? Tous ces arguments prouvent que l'hypothèse avancée n'a aucun fondement: pour expliquer un manque d'action, elle admet des faits contraires aux principes de la science. Dans l'explication que donne M. Lawes, chaque supposition est beaucoup moins intelligible que le fait même qu'il veut expliquer. — Le manque apparent d'effet varie, c'est-à-dire, s'élève ou s'abaisse, ainsi que le prouvent les essais de M. Kuhlmann, selon les matières qui accompagnent l'engrais ammoniacal. Ce manque d'effet se produit non-seulement avec des sels ammoniacaux, mais aussi avec des nitrates; ce qui rend l'explication de M. Lawes tout à

fait inadmissible. Avec les nitrates la perte est moins grande, lorsque l'acide nitrique est accompagné de soude au lieu de chaux; pour les sels ammoniacaux, l'addition de sel marin ou de phosphate de chaux amoindrit également la déperdition apparente.

Les engrais, riches en azote, ne produisent par eux-mêmes aucun effet. Leur action dépend du concours des conditions qui assurent leur efficacité; si ces conditions font défaut, le plus grand excès d'engrais n'exerce aucune influence sur le rendement du sol. Il résulte naturellement de là, qu'en ajoutant, dans de justes proportions, aux sels ammoniacaux certains éléments nécessaires au sol, on doit suppléer au défaut apparent d'action. C'est une conséquence des expériences que M. Kuhlmann a faites sur le guano; car, par cette addition, loin de constater une déperdition dans les excédants, on retrouva dans le foin 64 pour 100 plus d'azote que le guano n'en renfermait.

Ce surcroît d'azote provenait de sources naturelles, et l'on ne peut mettre en doute que les différents éléments du guano, unis à l'ammoniaque, n'aient joué le plus grand rôle dans cet emprunt fait aux sources naturelles. Si le guano n'eut pas renfermé d'ammoniaque, il y aurait eu encore une certaine absorption d'azote, par suite un excédant de rendement; mais, si l'on avait ajouté les divers éléments du guano au sulfate d'ammoniaque, il aurait suffi, pour produire le même rapport, d'une quantité beaucoup plus petite de ce sel; c'est-à-dire que, dans ce cas, il n'y aurait pas eu défaut, mais accroissement d'effet.

Jusqu'à ce jour, l'effet des sels ammoniacaux, quant à l'augmentation des rendements, a été attribué uniquement à l'ammoniaque qui y est contenue; mais l'effet des sels ammoniacaux n'est pas identique à celui de l'ammoniaque pure. Le sel ammoniac contient un acide que ne renferme pas l'ammoniaque seule, et qui exerce une action sur les éléments du sol.

Les acides des sels ammoniacaux augmentent la solubilité des phosphates terreux, et désagrègent les silicates. Par désagrégation d'un silicate, on entend en chimie, une décomposition, qui donne aux

éléments de ce sel une certaine solubilité qu'ils ne possédaient que peu ou point à l'état de combinaison. Les silicates étant ainsi désagrégés, la silice nécessaire aux graminées, devient soluble dans l'eau, de façon que l'eau de pluie en peut rencontrer et dissoudre une quantité plus grande que sans l'intervention des sels ammoniacaux (1). Les aliments de l'atmosphère accumulés dans le sol, l'ammoniaque, par exemple, accélèrent l'action de ces éléments qui se trouvent à l'état soluble.

Les sels ammoniacaux rendent solubles les éléments qui ne l'étaient pas, de sorte qu'une plus grande quantité de ces derniers devient efficace et susceptible d'être absorbée par les plantes.

L'engraisement par l'ammoniaque et les sels ammoniacaux, a donc pour résultat d'enlever, la première année, dans l'excédant des produits récoltés, une partie des éléments du sol; ces derniers eussent été rendus solubles et efficaces les années suivantes par des causes naturelles. Le sol est ainsi moins riche en éléments la seconde année qu'il ne l'aurait été sans l'engrais par les sels ammoniacaux.

De deux champs dont l'un a été engraisé par des sels ammoniacaux, et l'autre est resté sans engrais, celui-là, dans la première année, donnera un rendement plus élevé.

Les deux mêmes champs, laissés tous deux sans engrais l'année suivante, présenteront un résultat inverse; le champ non engraisé la première année, devra donner, dans la seconde, un rendement sensiblement plus élevé que l'autre champ, parce que le rendement le plus grand suppose nécessairement une absorption plus grande des éléments du sol, par suite un épuisement proportionné à cette absorption. Un fort engraisement avec des sels ammoniacaux seuls, (en supposant que

---

(1) La silice hydratée est plus soluble dans l'eau pure que dans l'eau chargée de sels ammoniacaux. Mais, comme d'après les expériences de M. Way et les miennes, ces sels ammoniacaux sont enlevés à l'eau par le sol et perdent ainsi leur solubilité, ils ne sont pas un obstacle à l'absorption de la silice par les racines. En outre, à cause de l'énorme quantité de pluie (un million de livres) qui tombe sur un acre de champ, la quantité des sels ammoniacaux restant en dissolution est trop minime pour pouvoir exercer une influence défavorable.

les éléments du sol pris par l'excédant de récolte ne sont pas remplacés) ne peut donc exercer aucune influence sur l'accroissement d'une récolte dans les années suivantes, parce que l'action des sels est en partie une action chimique.

Un corps qui a donné lieu à une réaction chimique perd, par cela même, la faculté de produire une seconde fois la même réaction.

Quand l'acide sulfurique ou l'acide carbonique déterminent une décomposition chimique, ils entrent dans une nouvelle combinaison et perdent ainsi complètement leur caractère distinctif.

D'après cela, on comprend pourquoi les sels ammoniacaux semblent avoir une action si peu durable, malgré l'excès d'ammoniaque que retient le sol pendant la seconde année; cet excès ne peut exercer d'effet lorsque les conditions de son efficacité, les éléments du sol, manquent, par suite de leur disparition dans l'excédant de la récolte de l'année précédente.

Les expériences de M. F. Kuhlmann, ainsi que celles de M. Lawes, fournissent les preuves les plus convaincantes de cette conclusion.

Tous les champs que M. Kuhlmann avait engraisés, en 1844, avec de l'ammoniaque et des nitrates, donnèrent en 1845, sans engrais nouveau, un rendement inférieur à celui d'un champ de même nature et de même surface qui était resté sans engrais dès l'origine des expériences. Celui de ces champs qui avait reçu, en 1844, 500 parties de sulfate d'ammoniaque, donna en 1845, sans engrais, 8,340 livres de foin. Le champ non engraisé, en 1844, produisit 8,972 livres de foin, ou 632 livres de plus que le précédent. Le fait suivant est encore plus remarquable. M. Kuhlmann avait engraisé, en 1844, une partie de sa prairie avec un mélange, composé de 666 livres de sel ammoniac et de phosphate de chaux; il obtint un excédant de 42,472 livres de foin par hectare. Dans la même année, le champ engraisé avec 500 livres de sulfate d'ammoniaque (sans addition de phosphate de chaux), fournit un excédant de 3,488 livres. Le premier avait donc rendu plus que le triple de la récolte du second.

Les herbes des prairies, ainsi que toutes les autres plantes, ont

besoin pour leur développement, d'ammoniaque et de phosphate de chaux, et en outre, d'autres aliments indispensables, tels que la silice, les alcalis.

En ajoutant du phosphate de chaux au sel ammoniac, on avait augmenté l'efficacité de ce dernier; de façon qu'on obtint de plus qu'avec le sel ammoniac seul, un total de 8,684 livres de foin. Cet excédant renfermait trois fois et demi plus de silice et trois fois et demi plus d'alcalis, dont le sol se trouvait d'autant appauvri que si l'on n'eût pas ajouté du phosphate de chaux au sel ammoniac. La disparition de ces aliments nécessaires, ne pouvait pas rester sans influence sur les récoltes suivantes. Le champ en question resta sans engrais en 1845, et reçut de nouveau, en 1846, 666 livres de sel ammoniac et de phosphate de chaux. Le champ, auquel on avait donné, en 1844, 500 livres de sulfate d'ammoniaque, resta également sans engrais en 1845, et reçut en 1846, une nouvelle addition de 500 livres du même sel ammoniacal. Voici ce qui arriva : le phosphate de chaux et le sel ammoniac, qui avaient accru, en 1844, de 8,484 livres de foin, le rendement de l'un des champs, fournirent en 1846, 3,592 livres; tandis que le champ engraisé par du sulfate d'ammoniaque donna 3,726 livres, c'est-à-dire 134 livres de plus que l'autre.

Les mêmes engrais, qui, dans une année, avaient eu tant de succès, et auxquels le cultivateur ignorant n'eut pas manqué d'attribuer une valeur prépondérante, perdirent leur efficacité dans les années suivantes, bien qu'ils fussent employés en même quantité, dans les mêmes conditions et sur le même sol; cette diminution, dans les effets des engrais, fut proportionnelle à leur efficacité première; au rendement le plus élevé de la première année, succédèrent les plus inférieurs dans la seconde et la troisième (1).

---

(1) Nous avons démontré qu'après avoir fourni au sol deux et trois fois autant d'azote qu'on en avait récolté, il n'y avait eu, dans les années suivantes, aucune augmentation qu'on pût attribuer à l'azote de l'engrais resté dans le sol, ou, lorsqu'il y en avait une, elle était excessivement minime, et devait être attribuée à la

Le docteur Wolf a fait des observations tout-à-fait semblables avec du nitrate de soude (*Voyez Appendice*).

On voit que l'effet de chaque engrais isolé, et le rendement qu'il produit, sont liés à des lois naturelles, constantes et invariables. Le cultivateur ne doit ni les dédaigner ni les négliger, s'il veut assurer la durée de ses récoltes. Avec les sels ammoniacaux seuls, l'on peut augmenter le rendement d'un champ momentanément, mais non pas accroître l'ensemble de la production. La quantité de grain et de viande qu'une surface donnée peut produire est dans un rapport déterminé, variable seulement avec la rapidité de l'action, et dépendant de la somme des aliments minéraux que le sol renferme et peut céder aux plantes.

Si M. Kuhlmann eût continué ses essais, de la même manière pendant 10 et même 18 ans, il est mathématiquement certain que pendant tout ce temps, il n'aurait pas récolté un centième de foin de plus que la prairie en eût donné sans l'emploi des sels ammoniacaux. Le succès d'un élément de l'engrais, dans une année, ne permet de tirer aucune conséquence relativement à ses effets dans la suivante; si, par exemple, le phosphate d'os a agi utilement pendant cinq ans, on est bien sûr qu'il n'agira pas dans cinq années subséquentes.

On ne peut raisonnablement supposer qu'il existe pour l'alimentation des légumineuses et des graminées de nos champs, d'autres lois que pour les espèces des mêmes familles qui composent la masse des plantes de nos prairies. La nature ne peut avoir fait une loi spéciale et distincte, pour le froment par exemple.

---

grande quantité d'engrais que l'on avait fourni. (Lawes, *journal* tom. 16, p. 475.)

Plus loin : « Les exemples ci-dessus prouvent ce fait, qu'un amendement ordinaire avec des sels ammoniacaux n'a aucune efficacité pour la production du froment dans l'année suivante. » (Id. p. 78.)

Au lieu de : *prouve ce fait* (prove the fact), Lawes aurait dû dire, en langage scientifique : « les faits cités prouvent. » On ne peut pas prendre un fait pour preuve du même fait.

À cet égard, les expériences publiées en 1843, par M. Schattenmann, sont significatives et très-propres à lever tous les doutes. (Voy *Compte-rendu*, tom. XVII, page 1,128. — 1843.)

M. Schattenmann avait engraisé 10 parcelles d'un grand champ de froment avec du chlorhydrate et du sulfate d'ammoniaque; une parcelle égale resta sans engrais. Des premières, l'une reçut par acre anglais, 162 kil.; les autres des quantités doubles, triples ou quadruples, des même sels.

« Les sels ammoniacaux (dit M. Schattenmann, page 1130) semblent exercer sur le froment une influence considérable, car déjà, huit jours après le dépôt d'engrais, la plante prit une couleur vert foncé, signe certain d'une grande force de végétation. »

Le rendement obtenu par cet engrais ammoniacal fut le suivant :

ONT REÇU EN SELS AMMONIACAUX (1)	RENDEMENT EN KILGG.			
	Grain.	Paille.	En maïs grain.	En plus paille.
1 acre Rien.....	1,182	2,867	»	»
1 — 162 kil., muriate.....	1,138	3,217	44	348
4 acres 324 kil., 324 kil.....				
486 k., 486 k. muriate moyenne.	878	3,171	304	314
1 acre 162 kil., sulfate.....	1,174	3,078	8	211
4 acres 324 kil., 324 kil., 486 kil.....				
648 kil. moyenne.....	903	3,248	279	381

Ces résultats, obtenus en engraisant un champ de froment avec des sels ammoniacaux, en disent plus qu'un volume rempli de nombres.

Dans tous ces essais, le rendement du blé se trouva diminué par l'emploi des sels ammoniacaux. Sur le champ qui reçut la plus faible

(1) L'engrais était obtenu pour la dissolution de ces sels dans l'eau, de manière à marquer 1 à 2 degrés à l'aréomètre Beaumé.

proportion de sel ammoniac, le rapport fut moins diminué que sur les autres.

Il n'y eut que la récolte en paille d'augmentée. *Une livre de sel ammoniac donna, en moyenne, un excédant d'une livre de paille.* Toute personne peu habile à traiter des questions scientifiques, se serait crue en droit de tirer de ces essais, la conséquence suivante : *les engrais azotés sont parfaitement impropres à la culture du blé*, puisque leur emploi en diminue le rendement, et que cette diminution augmente avec la proportion de sels ammoniacaux qui constituent l'engrais.

Une telle conséquence est en contradiction directe avec les conclusions de M. Lawes, mais elle a tout aussi peu de fondement. Selon M. Lawes, *les engrais azotés sont particulièrement propres à la culture du blé*, puisque l'augmentation et la diminution du rendement en blé n'est pas en proportion avec l'ammoniaque.

Les expériences de MM. Kuhlmann et Schattenmann démontrent toute la valeur des principes scientifiques, relativement aux opinions que l'on peut se faire de l'effet des engrais isolés, et le danger de tomber dans un labyrinthe de contradictions, lorsqu'on ne veut pas admettre la théorie, comme seul guide certain, dans la pratique.

L'ammoniaque, l'acide phosphorique sont indispensables à toutes les plantes, aussi bien que la chaux, l'acide sulfurique et les alcalis. Les céréales ne peuvent prospérer sans silice soluble ; un grand nombre de plantes fourragères, sans sel marin. Mais, il arrive souvent que l'ammoniaque, l'acide phosphorique, le phosphate de chaux ou les alcalis, employés comme engrais, n'exercent que peu ou point d'influence sur la quantité des récoltes; et trop souvent on commet, en agriculture, la grande faute de tirer de ces résultats négatifs, la conséquence que les substances en question n'ont aucune action sur la production.

Si l'on considère que l'activité ou l'inertie d'une substance, efficace par elle-même, est subordonnée à de certaines conditions, on sera naturellement porté à n'admettre, dans les faits de cette nature, qu'une

seule espèce de conclusion, savoir que l'efficacité de la substance doit dépendre de la présence de ces conditions, et la nullité d'action de l'absence de ces dernières ou de certains obstacles provenant de leur forme et de leur nature. La théorie nous apprend quelles sont les conditions naturelles que doit présenter le sol pour rendre efficace un engrais isolé : elle fait connaître les raisons qui, dans certains cas, expliquent l'impuissance apparente de cet engrais.

En 1844, M. Kuhlmann récolta, sur une prairie engraisée avec un mélange de phosphate de chaux et de sel ammoniac, 3 fois  $\frac{1}{2}$  plus de foin, et dans ce foin, 3 fois  $\frac{1}{2}$  plus de silice, 3 fois  $\frac{1}{2}$  plus d'alcali et plus de 3 fois  $\frac{1}{2}$  de magnésie que par l'emploi du sel ammoniac seul. Si cette prairie n'avait pas été assez riche pour abandonner aux plantes un surplus de 3 fois  $\frac{1}{2}$  de ces matières, l'addition de phosphate de chaux n'aurait aucunement élevé le rendement.

En 1846, cette prairie se trouva précisément dans le dernier cas ; car, cette année, l'addition de phosphate de chaux non-seulement ne produisit pas un accroissement de récolte, mais donna un rendement inférieur à celui que l'on aurait obtenu du sel ammoniac seul.

L'agriculteur ignorant, empirique, juge de la valeur d'un engrais d'après le résultat qu'il a obtenu pendant une, deux et quelquefois trois années ; l'agriculteur éclairé estime toujours cette valeur par la considération de l'état dans lequel l'engrais laisse le sol après plusieurs récoltes successives. Cette valeur, en effet, n'est pas déterminée par le rapport d'une seule année, mais par la somme des rendements dans une suite d'années. Aucun des hommes qui ont rendu des services à l'agriculture, n'a plus clairement reconnu et proclamé ce principe scientifique ou cette loi naturelle des engrais, que M. Thaër ; et une marque éclatante de son génie, c'est d'avoir, de si loin, devancé son époque. S'il lui avait été donné de vivre jusqu'à ces temps de progrès, où se trouve nettement formulée l'idée qu'il avait entrevue, relativement au rôle des éléments du sol, il regarderait avec mépris, indignation ou pitié, les insignifiants essais de nos agriculteurs modernes. (Voir par exemple, M. Alexandre Muller, dans la *Gazette de*

*l'Agriculture allemande*, 1855, 6.<sup>e</sup> cahier, page 168.) Ces prétendus savants, égarés par de fausses et déplorables conceptions, sont arrivés, dans leur appréciation de la valeur d'un engrais, à attribuer à une seule et même cause, la présence de l'azote, toute l'efficacité du nitrate de soude, du guano, des os traités par l'acide sulfurique, de la farine de tourteaux, du fumier de bestiaux, du guano saxon, des matières les plus différentes et des compositions les plus dissemblables, faisant ainsi abstraction du sol : le sol, origine de toute fertilité !

Une matière engraisante isolée telle que l'ammoniaque, le phosphate de chaux, la potasse, etc., n'a d'action, que sous la condition du concours d'autres matières ; sa valeur est toute relative : chacun d'eux peut acquérir, dans certains cas, une valeur prépondérante : ce sont les éléments indispensables du sol qui en déterminent et règlent l'efficacité. Tous ces éléments seraient en abondance, que la plante ne saurait prospérer, s'il en manquait un seul.

De tous ces faits, il résulte que l'agriculteur, pour donner la fertilité à ses champs, doit, avant tout, se préoccuper de rendre efficaces et assimilables les aliments minéraux contenus dans le sol ; rechercher, pour les écarter, les obstacles à cette assimilation ; augmenter la richesse de ce sol sous le rapport des éléments qui le constituent, suppléer à ceux qui lui manquent, et accroître la proportion de ceux qui s'y trouvent en trop faible quantité. Sous ces conditions seulement, il peut augmenter le produit de ses récoltes dans un temps donné, et pour les obtenir constamment avec la même abondance, il faut qu'il remplace les éléments enlevés par les récoltes dans les proportions mêmes où ils se trouvaient dans le sol producteur. Tout l'art de l'agriculteur doit tendre vers ce but ; ce n'est que lorsqu'il aura ainsi placé son terrain dans les meilleures conditions possibles, que les engrais azotés seront le plus efficaces.

Les effets mêmes les plus extraordinaires d'un engrais particulier, pris isolément, ne doivent pas le faire dévier de ces principes. De cette façon, il arrivera à une connaissance parfaite de ses champs et pourra en régler le rapport. En suivant, au contraire, les indications non fon-

dées de ses voisins, l'agriculteur devient dans ses opérations, l'esclave de la réputation d'un engrais ; et lorsque l'efficacité de celui-ci cesse, il court aveuglément et indéfiniment à la recherche de nouveaux moyens, et se prive ainsi de tout repos et de toute satisfaction.

En 1843, j'ai formulé de la manière suivante, les rapports d'action des éléments du sol et de l'ammoniaque employée comme engrais. (Voir pag. 275, 5.<sup>me</sup> édition de ma *Chimie dans ses applications à l'agriculture et à la physiologie* : « Il est donc parfaitement certain que par l'addition d'engrais azotés, par les sels ammoniacaux seuls, on ne peut augmenter ni la fertilité des champs, ni leur faculté productive ; qu'au contraire, cette faculté augmente ou diminue en proportion directe des aliments minéraux que l'engrais renferme. »

Comme explication, j'ai ajouté les développements suivants : il ne faut pas oublier que j'avais en vue trois sortes d'engrais, savoir : les sels ammoniacaux seuls, les sels ammoniacaux et les éléments du sol, et les éléments du sol seuls (p. 275) :

« 1.<sup>o</sup> Si les éléments du sol manquent, une forte proportion d'ammoniaque ne rendra pas l'azote assimilable. L'ammoniaque contenue dans les excréments animaux n'a d'influence favorable qu'en raison des autres matières, nécessaires à l'assimilation, dont elle est accompagnée.

« 2.<sup>o</sup> Si nous donnons à nos champs ces autres éléments indispensables, en même temps que l'ammoniaque, celle-ci est assimilée.

« 3.<sup>o</sup> Si nous ne fournissons que les éléments seuls du sol, la plante puisera l'azote dans l'air. »

Pour prévenir toute objection relative à l'utilité de l'ammoniaque, j'ai ajouté le paragraphe suivant (pag. 275) :

« L'ammoniaque favorise et accélère la croissance des plantes sur tous les terrains dans lesquels se trouvent réunies les conditions de son assimilation ; mais, si ces conditions manquent, elle est sans aucun effet sur la production des sucs nourriciers. »

Dans la crainte de voir mal interpréter les citations précédentes, et de me voir attribuer la fausse opinion, que, dans l'agriculture pratique,

le rapport des champs ne dépend que des éléments du sol *seul*, je dis pages 276 et 277 : « Pour éviter tout malentendu, je dois de nouveau rappeler que l'explication précédente n'est nullement en contradiction avec l'action de l'ammoniaque ou des sels ammoniacaux ajoutés artificiellement. L'ammoniaque est et demeure constamment la source de tout azote pour les plantes ; sa présence n'est jamais nuisible, elle est utile toujours, et, dans certains cas, indispensable ; mais il est de la plus haute importance que l'on sache parfaitement en agriculture, que l'addition de l'ammoniaque est inutile et superflue dans la plupart des cultures, que la valeur d'un engrais ne doit pas être estimée, comme on le fait en France et en Allemagne, d'après son contenu en azote, puisque cette valeur n'est pas proportionnelle à ce contenu. »

Nul homme de bon sens ne pourrait donner une autre signification à ces arguments, s'il tient compte de ce que j'ai dit dans le chapitre de mon livre *sur les engrais*, pag. 242, 243, 244, 245, 246, 248, 249, 250, et ailleurs, pag. 69, 72, 73, sur l'action de l'ammoniaque contenue dans l'engrais, et sur son utilité pour l'élévation des rendements.

On sait quelles sont les conséquences que M. J.-B. Lawes a osé tirer de ces considérations si simples et si intelligibles. En omettant le mot *engrais* dans son chapitre des conclusions, (*Journ. of the roy. Agric. soc.*, vol. XII, part. I, pag. 39.) il veut faire croire que j'ai soutenu l'assertion suivante : « Nous ne pouvons pas augmenter la fertilité de nos champs par l'addition de produits azotés ou de sels ammoniacaux seuls ; le rendement de ces champs croît ou décroît en proportion directe de la quantité d'aliments minéraux. »

Dans un nouveau mémoire paru en janvier 1856, et relatif à quelques points de chimie agricole. (Vol. XXXVI, p. 461), le même auteur m'a fait dire :

« En parlant de l'ammoniaque ajoutée au sol, il (Liébig) prétend qu'elle doit être *superflue*, lorsque le sol contient une quantité suffisante d'aliments minéraux. »

J'ai rapporté en entier, page 45, le paragraphe où se trouve le mot

« *superflue*, » et il est évident que ce mot s'applique à « *la plupart des plantes cultivées*. » En omettant la phrase précédente, M. Lawes réussit à donner à celle qui suit, une signification générale que je ne lui ai jamais attribuée.

M. Lawes veut faire croire, par ce moyen, que j'ai enseigné :

1.° Que l'action d'un engrais est en rapport seulement avec les substances minérales qu'il renferme;

2.° Qu'il est superflu de donner de l'ammoniaque dans l'engrais à toute plante cultivée (1).

---

(1) Il serait peu sensé de me rendre responsable de la fausseté des conclusions que certaines personnes ont pu tirer de mes leçons. Les écrits que j'ai fait paraître en même temps que la 3.° et la 4.° édition de ma chimie, dans les applications à l'agriculture, prouvent évidemment que jamais, dans aucun temps, je n'ai eu d'autres opinions que celles qui précèdent et que j'ai défendues dans mon opuscule intitulé : *Principes de Chimie agricole*. Dans mon manuel de Chimie organique (1843, p. 139, je dis : « De la connaissance des éléments que réclament les plantes, résultent pour l'agriculture quelques règles importantes :

» 1.° L'addition de végétaux en décomposition accélère la croissance des plantes, et augmente leur richesse en carbone par l'acide carbonique qu'ils leur fournissent ;

» 2.° Par l'addition de corps en décomposition renfermant du soufre et de l'azote, on crée dans le sol une source d'ammoniaque qui contribue à accélérer le développement de la plante.

» 3.° Le passage de l'acide carbonique dans les éléments végétaux étant produit par les alcalis ou les terres alcalines ; de plus, la production des graines supposant nécessairement la présence de phosphates, il est évident que la croissance des plantes ne peut être favorisée et accélérée par l'acide carbonique et l'ammoniaque, que si l'on fournit en même temps à ces dernières les éléments minéraux indispensables. »

Enfin, je dis, dans mon Dictionnaire de Chimie, tom. II, p. 633 (La 1<sup>re</sup> livraison de ce volume parut en 1842, la dernière en 1848 ; l'article *engrais*, duquel on a tiré ce qui suit, parut en octobre 1847 ; il était du docteur V. Hoffmann, autrefois mon préparateur à Giessen).

» Figurons-nous un champ qui renferme en abondance toutes les substances minérales, nécessaires à la plante, mais qui est complètement dépourvu d'acide carbonique et d'azote ; si l'air, l'eau et la chaleur se trouvent réunis dans des conditions favorables, on obtiendra des semences une riche récolte, mais non toutefois le maximum de récolte possible. *Le but de l'agriculture est de porter la production à son maximum.*

» Pendant le court espace de temps auquel est bornée la durée de nos plantes

M. Lawes dit ( page 447 de son Mémoire de 1856 ) : « L'efficacité des sels ammoniacaux sur l'augmentation du rendement est parfaitement établie , d'abord par nos propres expériences ; de plus , elle est reconnue aujourd'hui comme un fait certain. » (*Année 1855, Liebig.*)

« Et comme il était impossible , en présence non-seulement de nos propres essais , mais encore de l'expérience universelle , de ne pas admettre cette opinion , comment le baron Liebig met-il d'accord cet aveu , avec la théorie qui avance que l'excédant de récolte est proportionnel aux substances minérales solubles , présentes dans le sol ? »

Dans ce paragraphe , M. Lawes développe encore plus clairement l'opinion qu'il a imaginée , et qu'il m'attribue faussement ; il veut en outre faire croire que j'ignorais en 1843 et 1846 les effets favorables de l'ammoniaque , que ses propres expériences étaient les premières qui eussent éveillé mon attention , quand c'est moi qui ai pour ainsi dire découvert le premier l'ammoniaque comme agent agricole , moi qui avais étudié et connaissais le mieux ses effets dans l'engrais ! ! Il veut faire croire que j'avais conseillé en particulier de ne pas donner d'engrais ammoniacal au froment , tandis que par un hasard assez

---

cultivées , nous ne pouvons atteindre au maximum de leur développement qu'à la condition de leur créer dans le sol , une nouvelle source d'acide carbonique et d'ammoniaque , ajoutée aux mêmes principes qu'elles peuvent puiser dans l'atmosphère. Par les racines restées dans le sol , par les sécrétions diverses des plantes anciennes , nos champs sont toujours pourvus d'une quantité suffisante de matières renfermant du carbone (humus), dont la décomposition donne naissance à une atmosphère riche en acide carbonique. Il suffit donc d'augmenter , par l'azote des excréments animaux , celui que les plantes trouvent dans l'ammoniaque de l'atmosphère.

« Ce que nous venons de dire montre de quelle valeur sont les excréments animaux pour l'agriculture , puisque bien employés , ils fournissent à nos champs , tous les éléments nécessaires non-seulement au développement naturel des plantes , mais encore à un accroissement artificiel. »

Telles sont , dit en commençant l'auteur de cet article , dans le livre qui porte mon nom , telles sont essentiellement les opinions que J. Liebig a exprimées sur ce sujet , en plusieurs endroits de son ouvrage : « La Chimie dans ses applications à l'agriculture et à la physiologie , 1846. »

singulier, le seul endroit de mon livre où il soit question de l'engraisement d'une plante spéciale, se rapporte à l'utilité de l'engraisement ammoniacal pour les céréales. (Voyez p. 174 de mon livre et p. 57 de mes *Principes de Chimie agricole*).

Je dois avouer qu'en Allemagne on lit et on étudie les ouvrages scientifiques avec autant de légèreté et d'une manière tout aussi superficielle que dans les autres pays ; mais on n'oserait pas en Allemagne livrer de semblables réflexions à la publicité.

Pour moi personnellement, je n'ai pas le moindre intérêt à la solution des questions qui forment l'objet de ce débat avec M. Lawes. Si mes opinions sont victorieuses, je ne gagne rien dans l'estime des chimistes et des naturalistes, la seule qui me touche ; et je ne perds pas cette estime si les prétentions de M. Lawes sont triomphantes auprès des agriculteurs ; car les chimistes et les naturalistes reconnaissent les vérités que je défends comme lois naturelles, et ils sont parfaitement indifférents à l'issue d'un débat qui n'est pas de leur ressort et ne peut par conséquent pas les intéresser.

Si je viens défendre la cause des lois naturelles que l'on m'a fait l'honneur immérité d'appeler ma théorie, c'est dans un but plus élevé.

Il ne s'agit point ici de savoir si l'aldéhyde est l'hydrate d'un oxyde organique, ou si le mellon contient 12 ou 13 équivalents d'azote dans un atôme ; la question est beaucoup plus importante ; elle est intimement liée au bien-être, à la prospérité et au progrès matériel des nations.

La véritable théorie agricole, fondée sur les lois de la nature, doit mettre l'agriculteur, qui la suit avec une constance invariable, en état de faire rendre à un champ la plus grande quantité de blé et de viande, et cela de la manière la plus durable et la plus économique, sans épuiser le sol.

Une théorie fautive ne conduit jamais à un tel résultat, car elle engage l'agriculteur dans une voie d'erreur qui l'en éloigne constamment.

J'ai traité mes théories chimiques comme des enfants qu'on lance dans le monde pour y subir les épreuves de la vie, sans m'en occuper

davantage. Des chimistes français ont porté des coups mortels à ma théorie sur les radicaux organiques, en l'attaquant sur tous les points; je ne m'en suis pas ému le moins du monde. Mes théories sur l'alimentation, la formation de la graisse, la putréfaction, la fermentation et la décomposition, sur le prussiate de potasse, la respiration, ont eu le même sort, et je n'ai pas songé un instant à dire un seul mot pour leur défense, car je reconnais à chacun le droit d'avoir une opinion sur un même fait naturel.

Si ces théories étaient fausses et erronées, ce n'était pas la peine de les soutenir; si elles avaient un fond de vérité, elles devaient vivre nécessairement, comme j'en étais persuadé; car la vérité est semblable aux rayons du soleil qui finissent toujours par dissiper les nuages. Toutes ces théories sont aujourd'hui admises en principe par la science, quoiqu'on ait cru en avoir anéanti jusqu'au nom, et tout cela sans que je me sois jamais laissé entraîner à une discussion à leur sujet.

Si j'ai accepté, l'année dernière, pour la première fois depuis dix ans, avec M. Lawes, une controverse que je n'ai pas commencée, on peut croire que ce n'était pas pour le vain avantage d'avoir raison, mais parce que je voyais attaqués, dans cette discussion, les intérêts les plus importants de l'Etat et de l'humanité, parce qu'il fallait résoudre la question de savoir quelle voie est la meilleure pour satisfaire aux besoins d'une population toujours croissante; parce que les revenus et la fortune de la partie la plus importante des habitants d'un pays, les propriétaires, pouvaient être accrus par des principes justes appliqués à la culture du sol, ou compromis par des principes faux.

Des millions d'hommes ont cru pendant des siècles et des millions croient encore aujourd'hui que le soleil tourne autour de la terre, parce qu'ils s'en rapportent aux apparences.

En s'en rapportant de même aux apparences, des millions d'agriculteurs ont cru, et des millions croient encore que tous les intérêts de l'agriculture pratique dépendent de l'*azote*. Pourtant cette opinion n'a jamais été scientifiquement reconnue et ne pourra jamais l'être, parce que tous les progrès et toutes les améliorations possibles en agriculture sont subordonnés à la *nature du sol*.

Depuis un siècle, l'agriculture européenne a fait les plus grands et les plus étonnants progrès; elle a réussi à équilibrer la production avec la population; nous avons vu des années de disette et des surelévations du prix des subsistances, mais nous ignorons les famines qui ont frappé les siècles passés. Une foule de causes ont contribué à ce résultat; entre autres l'équilibre résultant du commerce et des relations des peuples les uns avec les autres; mais toutes ces causes n'eussent pas amené la compensation, si l'agriculture n'eût pas réussi à retirer d'une même surface de terrain plus de blé et de viande qu'auparavant. Les grands progrès reposent sur une meilleure utilisation des engrais locaux, sur l'utilité d'une certaine rotation des cultures, sur l'introduction de nouvelles plantes, et enfin sur l'amélioration des champs par des moyens mécaniques et chimiques.

Par ces perfectionnements introduits dans l'art agricole et par une exploitation plus rationnelle et plus économique, on est parvenu, sans s'en douter, à accroître dans les champs la proportion des aliments que renferme l'atmosphère, et à condenser ces aliments sous la forme de fruits de la terre. L'art agricole est mort si le cultivateur, égaré par des maîtres ignorants et aveugles, base toutes ses espérances sur des remèdes spécifiques qui n'existent pas dans la nature, et si, ébloui par un succès passé, il se repose complètement sur l'efficacité de ces remèdes, en oubliant le sol, sa valeur et son influence.

Il serait insensé de croire que l'on a totalement épuisé les moyens, employés avec un succès évident depuis un siècle par l'art agricole, d'augmenter le rendement des champs et de rendre plus actives les sources naturelles de l'alimentation des plantes. Il serait aussi déraisonnable de penser que le salut de l'agriculture doit être cherché seulement dans l'introduction des engrais azotés provenant de pays étrangers. On peut pardonner de telles croyances à l'agriculteur empirique qui n'a devant les yeux que le gain du jour; mais l'agriculture vraiment scientifique doit tenir compte de l'avenir, et se préoccuper de la solution de questions beaucoup plus importantes que celles de la propagation d'un engrais.

A l'agriculture pratique appartient de prononcer sur les avantages de l'emploi de l'ammoniaque et des sels ammoniacaux, des nitrates, sous les deux points de vue suivants.

Le fermier cultivant un bien qui ne lui appartient pas, a le plus grand intérêt à tirer de ses champs, pendant la durée de son fermage, le plus haut rendement possible, et il ne se préoccupe pas de l'état dans lequel il les laissera à son successeur.

*Pour ce fermier, les sels ammoniacaux et les sels très-riches en azote qu'il fait venir du dehors, sont les meilleurs et les plus avantageux.*

Le propriétaire du bien a au contraire le plus grand intérêt à ce que ses champs restent dans l'état de fertilité dans lequel il les a confiés à son fermier.

L'emploi par le fermier d'engrais riches en azote amènera pour le propriétaire la ruine de ses champs. Plus il y aura d'éléments actifs retirés du sol par les récoltes, moins ils seront remplacés par des engrais artificiels, et plus ce système d'appauvrissement sera prompt à diminuer la valeur intrinsèque du terrain.

Il en est ici comme pour l'homme et le cheval qui travaillent; l'épuisement est en proportion du travail produit. Une nourriture appropriée remettra l'homme et l'animal en état de recommencer le lendemain le même travail. Mais toute erreur sur la nature de l'alimentation jette une perturbation dans les forces employées et finit par engendrer un état maladif.

L'engrais, que nous mettons sur un champ, agit sur les plantes qui y croissent, comme la viande et le pain sur l'homme, comme le foin et l'avoine sur le cheval. Une nourriture bien appropriée, donnée aux plantes, met le champ en état de produire l'année suivante une égale récolte. Une mauvaise proportion dans les éléments de l'engrais, change et détruit plus ou moins rapidement la fertilité du champ.

C'est parce que les agriculteurs ignorent cette loi de la nature ou n'en comprennent pas toute la portée, qu'ils ont fait et font encore tant d'inutiles écoles! Aujourd'hui l'azote et le phosphore sont la pa-

nacée universelle avec laquelle on prétend guérir tous les champs malades.

J'admets que l'on peut accorder un emploi libre et illimité du guano et des sels ammoniacaux pour la culture des céréales, si l'on donne à la fois aux champs pour chaque centième de guano, une quantité correspondante de cendres de bois (d'un bois dur), pour chaque centième de sulfate d'ammoniaque, de la cendre de bois et un centième de phosphate de chaux.

Il faut une grande présomption pour vouloir faire croire aux agriculteurs que *tous les champs* d'un grand pays ne manquent que de phosphore et d'azote, qu'ils ont en abondance tous les autres éléments indispensables à la culture des plantes. Il ne faut pas une ignorance et une crédulité moins grandes pour ajouter foi à des assertions qui sont aussi dénuées de preuves. Le fait est que des milliers, et même des centaines de milliers de champs, se trouvent dans les mêmes conditions que ceux de M. Schattenmann, dont le rendement en blé a toujours diminué au lieu de s'accroître par l'engraisement à l'aide des sels ammoniacaux seuls.

Plus est grand le rapport que produit un engrais artificiel, qui ne remplace pas tous les éléments nécessaires, et plus l'agriculteur mettra d'empressement à en adopter l'usage. La production du fumier d'écurie qui pourrait compenser en partie cet appauvrissement, diminuera dans la même proportion; une foule d'agriculteurs croiront au moins pendant quelque temps, devoir y renoncer complètement.

J'espère que sur mille agriculteurs, il s'en trouvera un ou deux qui croiront ne pas nuire à leurs champs en suivant mes conseils, et je suis convaincu que, dans peu d'années, ils reconnaitront l'utilité de ces conseils.

Les rendements élevés ne seront peut-être pas augmentés par ce complet remplacement des éléments minéraux, mais ils seront en tout cas plus durables. Ce n'est qu'avec la connaissance de la loi d'une fertilité continue que l'on parviendra à une agriculture rationnelle.

D'après les résultats de mes recherches sur l'alimentation des plantes,

un engrais animal (du fumier) agit par tous ses éléments, et ne peut être remplacé que par ces éléments (p. 177).

Un progrès réel dans l'agriculture ne me semble possible que dans le cas où l'on pourrait se rendre indépendant du fumier d'écurie, dont j'ai apprécié et fait connaître la valeur peut-être plus que tout autre.

Je considère comme un problème important à résoudre la fabrication d'un engrais artificiel qui renfermerait tous les éléments actifs du fumier d'écurie.

J'ai posé ainsi les principes de la préparation des engrais artificiels, dans des opuscules qui ont été très-répandus en Angleterre et en Allemagne : *An adress to the agriculturists of Great Britain, explaining the principles and use of artificial manures. — On artificial manures*, Liverpool, 1845.

« Si la fertilité du sol dépend de la présence de certaines substances minérales, si cette fertilité peut être rendue aux champs épuisés par des excréments d'hommes ou d'animaux qui renferment ces substances, si enfin l'action accélératrice de cet engrais provient de l'ammoniaque, il est évident que nous ne pourrions nous passer de cet engrais qu'en donnant aux plantes tous leurs éléments actifs dans la proportion et sous la forme les plus convenables à l'assimilation, telles que nous les présentent les champs les plus fertiles ou les fumiers les plus efficaces.

« Ce que nous savons, dans l'état actuel de la science, de l'effet de tous les éléments du fumier, doit nous convaincre que la source d'où ils proviennent est indifférente aux plantes.

« L'apatite fossile d'Espagne rendue soluble, la potasse du feldspath, l'ammoniaque du gaz de houille, doivent avoir sur la vie des plantes a même action que le phosphate de chaux, la potasse ou l'ammoniaque contenus dans le fumier d'écurie.

« Nous vivons dans un temps où cette conclusion doit être soumise à un examen complet et décisif, et si le résultat répond à ce que nous sommes en droit d'attendre, c'est-à-dire si les excréments animaux peuvent être remplacés par leurs éléments actifs, une nouvelle ère s'ouvrira pour l'agriculture. » (p. 10).

Cédant au désir de quelques amis, je me décidai, en 1845, à m'associer aux recherches faites dans ce but. Je leur donnai pour différents genres de culture des recettes pour la composition des engrais artificiels, desquels toutes les substances organiques étaient exclues, et dont la composition était basée sur l'analyse des cendres. L'azote, exigé pour un haut rendement, devait leur être fourni sous forme de sels ammoniacaux.

Dans mon ouvrage : *Sur les Engrais artificiels*, je dis, page 26 : *Sels ammoniacaux*. « On peut regarder comme certain que l'azote des plantes provient soit de l'ammoniaque de l'atmosphère, soit de l'engrais qui est donné au champ sous forme d'excréments solides ou liquides ; que les combinaisons azotées ne peuvent exercer d'influence sur la croissance des plantes que si leur azote s'est dégagé à l'état d'ammoniaque dans le mouvement de putréfaction et de décomposition. Nous pourrions donc remplacer avantageusement toutes les matières azotées par des sels ammoniacaux. D'après cette théorie, les engrais artificiels doivent contenir les éléments des cendres des plantes cultivées, et une certaine quantité d'azote sous forme de sels ammoniacaux, proportionnelle à la quantité d'azote nécessaire pour la récolte. »

Il est dit page 21 de mon avertissement :

« *Tout engrais destiné à être employé l'hiver suivant, contient une quantité d'ammoniaque représentant l'azote que renfermeront les plantes cultivées ; des essais dont je m'occupe présentement montreront si, dans l'avenir, le prix de cet engrais ne peut pas être fort diminué par la suppression de la totalité ou d'une partie de l'ammoniaque. Ce sera peut-être le cas pour plusieurs plantes, le trèfle et toutes les plantes très feuillées, comme les pois et les haricots ; mais mes expériences ne sont pas encore assez avancées pour que je puisse fournir de ces faits une démonstration certaine.* »

La preuve que mes engrais contenaient l'ammoniaque au nombre de leurs éléments, c'est que M. Lawes en a constaté la présence par un témoignage irrécusable. Il dit : (*Journal of the roy. Agr. soc.* ;

vol. VIII, p. 21) *qu'il avait clairement reconnu l'ammoniaque à son odeur.*

Lorsqu'en présence de faits aussi bien constatés, un homme d'honneur soutient et veut faire croire que ces engrais ne contiennent et n'ont jamais contenu *que* les éléments des cendres des plantes, *qu'ils ne renferment pas d'ammoniaque*, on ne peut attribuer une telle contradiction qu'à un état de maladie mentale, que pourrait peut-être guérir un habile médecin, mais pour lequel la logique et la raison sont impuissantes.

Je confesse volontiers que l'emploi de ces engrais était fondé sur des suppositions qui n'existaient pas en réalité.

Ces engrais devaient amener une révolution complète en agriculture. *Le fûmier d'écurie devait être complètement exclu*, et toutes les substances minérales enlevées par les récoltes remplacées par des engrais minéraux.

Les rotations ordinaires devaient cesser. On allait connaître celles des plantes qui avaient besoin d'ammoniaque dans l'engrais et celles qui pouvaient s'en passer.

L'engrais devait donner le moyen de cultiver sur un même champ, sans discontinuité et sans épuisement, toujours la même plante, le trèfle, le froment, etc., selon la volonté et les besoins de l'agriculteur.

Je suis convaincu que ces engrais présentaient, sous le rapport de la forme et de la solubilité, de grands défauts, qu'ils étaient susceptibles d'importantes améliorations, mais je ne crois pas que les principes sur lesquels est basée leur composition, puissent être jamais trouvés inexacts ou faux.

C'était en tout cas une idée malheureuse de supposer que les questions dont ces engrais devaient amener la solution, seraient comprises il y a onze ans dans toute leur signification, et qu'elles seraient soumises par les cultivateurs à un examen approfondi; il était également peu sensé de m'engager à de pareils essais quand je ne pouvais espérer pouvoir leur consacrer le temps et les moyens nécessaires à leur complet achèvement.

En 1847 parut la première publication de chimie agricole de M. J.-B. Lawes (*Journ. of the roy. Agr. soc., of E.* vol. VIII, p. 1), avec cette belle épigraphe : *Pratique et science*. Dans cette publication, il décrit le nombre des essais d'où résulte, selon lui, que les engrais pour froment, préparés d'après mes préceptes, ont été sans effet et n'ont aucune valeur pour l'agriculture pratique. Mais, au lieu de se borner à la constatation du fait que l'engrais en question n'avait pas produit les effets qu'il en attendait, il crut avoir prouvé par ses expériences la fausseté de ma théorie et la nécessité de l'abandonner. Il dit, page 22 : « La théorie proposée par M. Liebig, savoir : *que le rendement d'un champ s'accroît ou diminue en rapport direct avec l'augmentation ou la diminution des substances minérales contenues dans l'engrais*, est si manifestement capable d'induire en erreur le cultivateur, qu'il est de la plus haute importance de faire connaître partout sa fausseté. Le mépris que le cultivateur professe pour la chimie agricole a pour cause les erreurs où l'ont entraîné les maîtres de la science. »

Les expériences qu'avait faites à cette époque M. J.-B. Lawes, se rapportaient uniquement à mon engrais pour le froment et nullement aux engrais destinés aux autres cultures ; il me semble qu'il s'était beaucoup plus préoccupé de constater l'inefficacité de mon engrais que d'examiner ma théorie, préoccupation trop fréquente dans ces sortes d'essais ; et comme je m'aperçus que ni l'homme *pratique*, ni son *aide scientifique* (Gilbert), n'avaient lu ou compris mon ouvrage, je ne fis, pendant plusieurs années, aucune attention à leurs objections. Chaque théorie nouvelle doit passer par l'épreuve de la contradiction et de la mauvaise interprétation des ignorants ; la mienne n'avait pas fait exception. Mais je m'en aperçus seulement il y a deux ans, lorsqu'à mon grand étonnement j'appris que l'on avait fait de ma théorie un mannequin, mis en présence d'un autre mannequin appelé *théorie de l'azote*. C'était l'œuvre de MM. Lawes et Gilbert. Comme les opinions de ces Messieurs avaient trouvé en Allemagne d'ardents partisans, je crus qu'il était alors de mon devoir de mettre au jour leurs erreurs, en proclamant la vérité.

Les moyens employés par MM Lawes et Gilbert pour démontrer fausseté de ma théorie et l'impossibilité de son application à l'agriculture pratique, sont d'une nature tout-à-fait exceptionnelle et méritent certainement d'être consignés dans les annales de l'agriculture comme une curiosité historique.

J'avais écrit : *que la nourriture de toute plante consistait uniquement en matières inorganiques.*

*L'acide carbonique, l'ammoniac et l'eau sont des combinaisons inorganiques : l'eau fournit aux plantes l'hydrogène; l'acide carbonique, le carbone; l'ammoniac, l'azote.*

*Les matières organiques sont des parties ou des débris de végétaux et d'animaux.*

*Les engrais organiques sont ceux qui contiennent des matières organiques.*

*Les engrais inorganiques sont ceux qui ne renferment point de matières organiques.*

Chaque proposition et chaque idée, émise dans mon ouvrage, étaient subordonnées, comme on doit bien le penser, à ces lois fondamentales, et l'examen de ces lois devait naturellement précéder celui de ma théorie.

Que fit M. J.-B. Lawes?

Il imagina une théorie à lui, dont les principes sont en opposition directe avec mes opinions. Il dit : (*Journ. of the roy. Agr. soc.*, vol. VIII, p. 16) (1) *Les engrais organiques sont ceux qui peuvent fournir à la plante, par suite de décomposition ou de toute autre manière, des principes organiques tels que le carbone, l'hydrogène, l'oxygène et l'azote.*

*Les engrais inorganiques sont les substances composées des éléments minéraux que renferment les cendres des plantes.*

---

(1) Organic manures are those which are capable of yielding to the plante by de composition or othe wise organic matter carbon, hydrogen, onygen, nitrogen.

Inorganic manures are those substances which contain the mineral ingredients o which the arhes of plants is found to consist.

D'après ces définitions, l'acide carbonique, l'eau, l'ammoniaque et les sels ammoniacaux ne sont *pas* des substances minérales. L'*engrais minéral* est celui qui ne contient *que* les éléments des cendres des plantes.

On doit accorder à chacun le droit d'avoir son opinion sur une théorie scientifique, et l'on ne pouvait empêcher M. Lawes de compter, contrairement aux définitions de la chimie, l'ammoniaque au nombre des matières organiques; mais il lui était aussi peu permis qu'il était peu équitable de prétendre que sa définition était la mienne, et que ses opinions sur ma théorie étaient *mes* opinions, ainsi qu'il le prétend dans sa nouvelle publication. La réfutation de ma doctrine devenait de cette façon une tâche facile.

Je disais que tous les progrès de l'agriculture devaient être la conséquence du remplacement du fumier d'écurie par des éléments *inorganiques* actifs, et M. Lawes, appuyé sur ses fausses définitions, essaya de prouver que j'avais eu la prétention de *faire éliminer l'ammoniaque de l'engrais*, l'ammoniaque étant une combinaison organique!!

Et lorsque dans mon opuscule (*Principes*, p. 90) je dis que les essais de M. Lawes prouvaient que le fumier d'écurie (engrais organique) pouvait être remplacé, sous le rapport de l'efficacité, *par des substances minérales*, puisque le sulfate et le chlorhydrate d'ammoniaque sont des substances de cette nature, il répondit :

« Les sels ammoniacaux, tels que sulfate et chlorhydrate, sont donc maintenant mis au nombre des engrais minéraux! N'est-ce pas vouloir donner le change sur la question? Un artifice aussi transparent serait à peine digne d'être signalé, s'il s'adressait seulement au lecteur savant (1). »

---

(1) Thus then « ammoniac sals » sulphate of ammoniac and sal-ammoniac are to be classed as mineral manures! This is indeed begging the whole question! But a manœuvre so transparent as this would not even require notice, were it only adressed to the scientific reader!!! (On some points, Journal, vol. XVI, p. 447.)

Dans mon opuscule , j'avais employé les mots : acide carbonique , ammoniacque et les éléments des cendres dans un sens d'opposition comme aliments de l'air et aliments provenant du sol , ce qui était inévitable pour l'explication , et M. Lawes ose avancer que j'ai admis cette opposition à son point de vue , c'est-à-dire en regardant l'ammoniacque comme une matière organique , hypothèse impossible dans mes idées ; et il appelle mon explication une ruse !! « La ruse , dit-il , n'a pas été tout-à-fait sans succès ( page 448 ). »

Ce qui étonne le plus dans ce débat si peu scientifique , c'est cette particularité qu'un grand nombre de savants agronomes allemands , admettant comme mienne , et sans autre examen , la théorie que me prêtait M. Lawes , ainsi que ses définitions de l'engrais , ont prétendu , pendant plusieurs années , que j'avais considéré comme engrais inorganiques ou minéraux les éléments des cendres , à l'exclusion de tous autres . Plusieurs de ces savants sont des chimistes qui auraient dû se proposer , dans l'intérêt bien entendu de l'agriculture , l'interprétation de vérités scientifiques , au lieu de se faire les panégyristes d'explications fausses relatives à des faits et à des hypothèses sans fondements .

Qu'ils aient adopté les opinions de M. Lawes , sur une théorie concernant l'agriculture pratique , c'est ce que je n'ai pas le droit de leur reprocher ; mais , il a fallu un grand degré d'irréflexion et de légèreté de la part d'écrivains agronomes , pour oser porter un jugement sur ma théorie , en considérant comme sources authentiques les journaux anglais plutôt que mes propres ouvrages .

L'historique de cette discussion avec M. Lawes , présente une foule d'incidents particuliers . Il y a deux ou trois ans , je reçus à Munich , la visite de M. le docteur Gilbert , anciennement mon élève , et maintenant l'aide scientifique de M. Lawes ; il m'assura verbalement que ses opinions ainsi que celles de M. Lawes , ne différaient pas au fond des miennes .

En effet , les expressions du nouveau mémoire dans lequel M. Lawes essaie de répondre à mes objections , sont la preuve la plus frappante de la vérité de ma doctrine , savoir qu'en agriculture pratique , on

doit, avant tout, avoir soin de remplacer dans les champs, les éléments du sol enlevés par les récoltes, si l'on veut conserver une fertilité durable.

J'avais particulièrement insisté dans mon livre sur ce fait, que l'ammoniaque *par elle-même*, ne pouvait produire aucun effet, en ajoutant toutefois qu'elle agissait d'une manière très-favorable quand elle était accompagnée de substances minérales pour favoriser son assimilation par les plantes.

Pour répondre à ce fait fondamental, M. Lawes prétendit, dans plusieurs passages de ses ouvrages, que l'ammoniaque seule (alone) et les sels ammoniacaux seuls exerçaient une influence puissante sur l'élévation des rendements, sans indiquer nulle part les conditions indispensables à leur efficacité. S'il avait fait connaître ces conditions, comment lui aurait-il été possible de me mettre en contradiction avec moi-même?

Il dit de la même manière, et sans autre explication, *que les engrais azotés sont particulièrement propres à la culture du froment.*

A l'objection faite dans mes « Principes, » que M. Lawes avait passé complètement sous silence les conditions nécessaires à l'efficacité de l'ammoniaque, il réplique (p. 452) :

« Pour répondre aux prétentions arbitrairement élevées à ce sujet (quarter), il est nécessaire de répéter, que toutes nos recommandations au cultivateur (relativement à l'ammoniaque), se rapportent, ainsi que nous l'avons dit et répété plusieurs fois, à l'agriculture telle qu'elle est généralement pratiquée dans ce pays, c'est-à-dire à l'agriculture pratiquée dans les conditions préalables que nous avons supposées, savoir : *un sol cultivé et une rotation des plantes.* »

Personne ne saurait comprendre d'après cette phrase, ce que M. Lawes veut dire par *sol cultivé et rotation des plantes*. Il n'entend pas que l'ammoniaque n'ait aucun effet sur un sol sans culture et sans rotation, car voici quelle remarquable explication il donne de sa pensée :

« Quelles sont les plantes auxquelles s'applique la rotation dans ce pays ? — Ce sont les racineuses et autres plantes de jachère , dont la culture sert à la nutrition des bestiaux d'une propriété ; la nourriture des bestiaux produit le fumier d'écurie , et le fumier d'écurie comprend les « conditions préalables » d'un remplacement périodique des ressources de la propriété , et une riche compensation aux éléments minéraux enlevés par les récoltes. Nous avons traité cette question plusieurs fois en détail , et nous avons dit qu'il fallait avoir égard à la nécessité de suppléer aux éléments minéraux lorsqu'ils venaient à manquer.

Nous savons , maintenant , ce que M. Lawes entend par les mots : « *sol cultivé , rotation et agriculture.* » Ils comprennent , selon lui , *le remplacement complet des éléments du sol , enlevés par les récoltes , soit par l'engrais d'écurie , soit , en cas d'insuffisance , par un complément d'engrais étrangers.*

Les agriculteurs et les écrivains agronomes allemands , peuvent conclure de là jusqu'à quel point M. Lawes est arrivé , par des essais de dix ans , à réfuter ma théorie , et à prouver qu'elle est inapplicable dans la pratique !!! *L'emploi de l'ammoniaque suppose que le sol contient toute la quantité d'éléments minéraux nécessaires à la production et à la succession de toutes les récoltes !!!* Il va sans dire , que dans un pareil cas , c'est à la pratique , et non à la théorie , à faire connaître les moyens par lesquels on doit procéder au remplacement en question.

Dans un voyage que je fis en Angleterre , l'automne dernier , j'eus des explications tout-à-fait inattendues sur le but principal des essais de M. Lawes. D'après ce que me dit le professeur Miller (du collège royal de Londres) , lequel avait pris une part scientifique à cette affaire , M. J.-B. Lawes , fondateur d'une fabrique d'engrais artificiels , cherchait alors à obtenir le monopole pour la fabrication du sulfophosphate de chaux (superphosphate of lime). Mais , mon ouvrage , dont la 3.<sup>e</sup> édition (1843) contenait la description de cet engrais , fit échouer ce projet , heureusement pour l'agriculture anglaise. S'il eût

réussi à s'assurer le monopole de cette importante fabrication , je crois qu'il eût toujours laissé en repos, moi et ma théorie.

Ce n'était pas l'examen scientifique de ma théorie qui avait déterminé ses premiers essais, mais le désir naturel, dans sa position, d'écarter autant que possible les engrais que j'avais indiqués, de la concurrence avec les siens.

Il appela *examen de ma théorie*, l'examen de l'efficacité de mes engrais ; il donna le nom de *preuves*, aux *faits* qui montraient que les rendements de ses champs d'expérimentation n'avaient pas été augmentés, par l'emploi de ces engrais; ces faits démontraient, selon lui, que l'engraissement du froment par les éléments du sol n'avait aucun résultat, et il en concluait que leur importation était sans utilité, pour ses champs en particulier, et les champs anglais en général.

Mais, comme les engrais que j'avais proposés renfermaient les éléments des cendres du froment en proportion suffisante pour une récolte, et telle que l'avait donnée l'analyse, M. Lawes prétendit que les expériences négatives faites avec ces engrais, démontraient la fausseté et la non confirmation par la pratique de l'opinion scientifique qui base l'appréciation d'un engrais sur sa composition chimique.

Et il fit connaître alors ce qu'était sa pratique. Cette pratique consistait dans le droit qu'il s'attribuait, à l'exclusion des plantes, de prononcer sur la nature de leur alimentation. Selon cette pratique, on ne devait pas donner aux champs les éléments tels que la plante les choisit dans le sol, mais on devait rendre à ce sol sa fertilité et remplacer les éléments disparus dans les récoltes, par des mélanges purement imaginaires, composés en dehors de tout principe chimique.

D'après ma théorie, on ne peut assurer la continuité des rapports d'un champ, qu'en remplaçant les éléments du sol enlevés par la récolte précédente, dans les mêmes conditions de proportion et d'efficacité. Sous ces conditions, un champ très-fertile fournit une série continue de riches récoltes ; un champ médiocre, une série de récoltes médiocres.

Une plus grande quantité des éléments du sol n'accroîtra la fertilité d'un champ qu'en proportion des moyens d'alimentation nécessaires aux plantes qu'il possède déjà. Le rendement d'un champ, riche de ces derniers, n'augmentera pas quand on lui en fournira un excès, tandis que l'influence d'une pareille addition sur le rapport d'un champ pauvre ou médiocre, sera proportionnel au manque préexistant. La simple addition de chaux et de plâtre sur des champs qui en sont dépourvus, les rend propres à la culture du trèfle qu'ils n'auraient pu produire auparavant.

Un champ très fertile, par la succession de plusieurs cultures faites sans aucun engrais, deviendra de qualité médiocre, c'est-à-dire ne donnera plus au bout d'un certain nombre d'années, que des récoltes de moindre valeur; et si à partir de ce moment, on ne remplace des éléments du sol que la partie enlevée l'année précédente, la production continuera à être médiocre.

Pour rendre à un champ, ainsi épuisé par des cultures successives, sa fertilité primitive, il faudra lui rendre *tous* les éléments du sol enlevés pendant la durée de l'épuisement.

Ces règles relatives à l'engraisement d'un champ sont tellement simples, que l'on devrait supposer qu'elles n'ont besoin d'aucune explication; pourtant M. Lawes n'en a tenu aucun compte dans ses essais sur les engrais; elles n'ont pas été mieux observées dans d'autres expériences semblables; d'où je conclus que les résultats obtenus n'ont aucunement la signification qu'on leur attribue.

M. Lawes, pour étudier l'influence des cendres des plantes et l'efficacité des engrais de froment, que j'avais proposés, avait choisi un champ qui, dit-il (*Journal*, tom. VIII, p. 7) « avait été réduit par les cultures précédentes au degré de fertilité le plus inférieur. »

Au lieu de remplacer sur ce champ de froment, les éléments enlevés au sol pendant quatre, six et peut-être huit années, par une quantité d'engrais quatre, six ou huit fois plus grande que celle exigée primitivement pour une seule récolte, M. Lawes n'engraissa ce champ épuisé qu'avec 448 livres de son engrais, soit simplement la quantité

nécessaire (d'après mes indications), par acre anglais; cet engrais contenait, selon M. Lawes lui-même, un peu moins de la moitié de son poids en éléments des cendres du froment; et il s'étonne qu'un pareil champ, qui avait reçu ainsi environ un grain d'éléments minéraux pour 4 pouces cubes de terre sur 12 pouces de profondeur, n'ait rapporté que 15 pour 100 de plus qu'une égale surface de terrain non engraisé! — D'après ma théorie, M. Lawes aurait dû donner quatre, six et peut-être huit fois cette quantité d'engrais.

Dans de telles circonstances, il ne devait pas s'attendre à un rendement élevé. La seule chose sur laquelle il pût compter, était d'obtenir ce même rendement, en renouvelant l'engrais dans les années suivantes.

M. Lawes ne considère nullement la question principale, celle relative à la durée des rendements obtenus pendant une suite d'années, soit en faisant usage d'engrais de froment dont l'analyse avait indiqué la composition, soit en employant les mélanges qu'il avait imaginés lui-même.

Il est évident que l'inactivité réelle ou apparente des engrais préparés selon mes instructions, devait être expérimentée par une personne qui aurait voulu examiner à fond ma théorie. Un seul essai ou un seul fait ne prouve ni pour ni contre une théorie.

Lorsque l'essai ou le fait doit servir de preuve, il faut expliquer le succès ou l'insuccès, c'est-à-dire rechercher et mettre en harmonie avec les principes de la science les causes du résultat.

Chaque essai n'a pas, sous ce rapport, la même valeur: une expérience faite à la légère ne saurait être comparée à celle qui est entreprise et achevée avec une sérieuse réflexion. L'auteur de cette dernière prend en considération les conditions de succès et les causes possibles d'insuccès; il connaît la nature de ces causes; l'autre les ignore et ne cherche pas à les connaître. Lorsqu'on veut démontrer la fausseté d'une théorie par des expériences contradictoires, on peut toujours y réussir, cette théorie fût-elle la vérité même. Car rien n'est plus facile que de faire des expériences dont les résultats soient en

contradiction avec la vérité, et plus ces expériences sont mal conçues et mal exécutées, plus leurs résultats sont manifestement contraires à la doctrine qu'ils doivent combattre.

Si M. Lawes avait sérieusement voulu faire l'examen de ma théorie, il aurait dû se proposer de résoudre expérimentalement les questions suivantes :

En admettant que la théorie soit juste, les éléments des cendres de froment dans l'engrais doivent exercer une action parfaitement déterminée et reconnaissable sur la croissance de cette plante et sur le rendement en grain et en paille. La raison de l'inactivité apparente de l'engrais de froment préparé peut donc résider :

1.<sup>o</sup> *Dans sa forme et son état* ; il avait été préparé par fusion et l'état cristallin de ses éléments pouvait être un obstacle à sa solubilité ;

2.<sup>o</sup> *Dans sa composition* ; cette composition pouvait n'être pas conforme en réalité à l'instruction ; ou les proportions admises par la théorie étaient insuffisantes pour les besoins du froment pendant sa croissance.

3.<sup>o</sup> Dans la quantité nécessaire pour rendre au champ sa fertilité primitive.

Pour répondre à la première question, M. Lawes devait faire, avec les éléments des cendres de froment, des mélanges à différents degrés de solubilité, et les employer comme engrais ; ou mélanger l'engrais de froment lui même avec des quantités déterminées de fumier d'écurie, puis le laisser reposer en tas pendant deux ou trois mois avant son emploi, dans un état convenable d'humidité. L'acide carbonique, qui se dégage par la décomposition, est un puissant moyen pour désagréger les minéraux et rendre solubles leurs éléments. Dans le résultat, on devait tenir compte de la quantité de fumier d'écurie entrée dans le mélange.

Relativement à la deuxième question, l'analyse chimique aurait décidé si l'engrais de froment avait ou n'avait pas la composition prescrite. Il eût été facile de vérifier par des mélanges d'éléments des

ces cendres faits dans d'autres proportions, par exemple en augmentant la quantité de phosphates, si la raison de l'inertie devait être attribuée à un manque de ces derniers.

Pour résoudre enfin la troisième question, il fallait rechercher si en augmentant du double, du triple et du quadruple la quantité d'engrais minéral, le rendement en grain et en paille n'aurait pas augmenté dans une proportion remarquable. C'est surtout après avoir résolu ces questions expérimentalement que l'on pouvait raisonnablement porter sur la vérité de la doctrine un jugement précis, tel que le suivant :

*Les éléments des cendres du froment sont nécessaires à la croissance de cette plante: un engrais qui contient ces éléments, dans les proportions indiquées par l'analyse et dans l'état le plus propre à leur assimilation, plus une certaine quantité d'ammoniaque pour en hâter les effets, est capable ou non de rétablir d'une manière durable la fertilité primitive d'un champ ou de faire produire à un sol pauvre des rendements élevés.*

De toutes ces conditions indispensables à l'examen de la théorie, ni M. Lawes, ni aucun autre expérimentateur ne s'est préoccupé d'une seule, de sorte qu'il est incontestable que toutes les expériences faites à ce sujet n'ont pas la moindre autorité. En donnant à ces champs, complètement épuisés par plusieurs cultures successives, un engrais composé des éléments des cendres à l'état cristallin et dans les proportions convenables pour un rendement moyen, M. Lawes a en effet obtenu un rendement moyen en grain et en paille. — C'est un cas prévu par la théorie.

Mais toutes les conclusions qu'il tire de ce fait sont fausses. Il est absurde en effet de conclure de ces essais incomplets que les éléments des cendres de froment n'ont eu aucune influence sur le rendement de l'année d'expérimentation, qu'ils n'en pouvaient avoir aucune sur le rendement des années suivantes, que le froment avait besoin, pour croître, des éléments des cendres, mais dans des proportions autres que celles indiquées par l'analyse.

M. Lawes a négligé toutes les opérations préalables qu'un véritable savant se serait imposées, pour acquérir le droit de condamner une théorie; il a entrepris toute une série d'expériences les plus variées, avec ses propres mélanges composés sans aucune donnée scientifique; pourquoi donc a-t-il évité de faire des expériences avec des mélanges basés sur des principes théoriques? Evidemment parce que la théorie et les intérêts de l'agriculture lui sont complètement indifférents. — Quel avantage pouvait-il raisonnablement lui revenir, soit de prouver la justesse des fondements de sa théorie, soit de rechercher les voies et moyens propres à accélérer l'activité des engrais composés d'après les principes de la science?

On remarquera que M. Lawes, dans tous ses écrits, confond indistinctement *la théorie avec l'engrais*; comme si les lois relatives à *l'alimentation* pouvaient être confondues *avec les aliments*. Si le résultat d'un engrais sur un certain champ peut être considéré comme une preuve de la justesse de l'idée théorique, sur laquelle repose sa composition, les pilules de Morisson sont des preuves frappantes de la vérité de sa théorie sur les maladies du ventre, laquelle n'est admise par aucun médecin sérieux: les effets favorables de ces pilules prouvent tout simplement que dans beaucoup de cas les purgatifs agissent utilement, de même que les sels ammoniacaux sont dans un grand nombre de circonstances d'excellents moyens d'augmenter, sous certaines conditions, le rendement des champs.

De cette confusion d'idées résulta donc la défense de mon opinion était équivalente pour M. Lawes à une attaque de l'efficacité de ses engrais; et dans la position où il se trouvait en ébranlant la confiance et la justesse de ses assertions, on ébranlait la confiance de ses clients dans la bonté de ses produits. C'est pourquoi il engagea les hommes les plus honorables, M. Pusey, l'éditeur actuel du *Journal de la Société agricole d'Angleterre*, à donner à ses publications, pour tranquilliser ses clients, des témoignages qui ne disent rien en réalité, si ce n'est que *ma théorie* (mes engrais) est mauvaise, et que la pratique s'est prononcée en faveur de la bonté et de l'efficacité des engrais, c'est-à-

dire de la théorie, de M. Lawes. Voilà un procédé tout à fait inusité dans une discussion concernant des questions qui touchent de si près à la fortune publique ; mais il trouvera un juge sévère dans l'histoire de l'agriculture.

Jusqu'à l'année 1847, personne en Europe ne s'était imaginé que, dans mes idées, le rendement des champs était en rapport *seulement* avec les substances minérales contenues dans l'engrais, et que par conséquent il ne fallait pas donner aux céréales d'engrais ammoniacal.

Avant l'apparition de la première publication de M. Lawes, les naturalistes et les agriculteurs reconnaissaient que je m'étais appliqué à diriger leur attention sur des conditions toutes particulières de la fertilité des champs, conditions dont je faisais valoir l'importance d'autant plus qu'elles avaient été négligées jusqu'alors. L'action de l'ammoniaque ou des engrais azotés était admise et établie longtemps avant moi ; l'avenir décidera de la valeur de cette croyance. Tout ce que MM. Lawes et Gilbert ont pu accumuler dans leur nouveau mémoire de témoignages empruntés aux journaux américains et européens en faveur de leur opinion sur ma doctrine, — et je suis convaincu qu'ils n'ont rien omis, — n'est autre chose que l'écho de leurs fausses interprétations et de leurs propres inventions. Ce n'est pas la peine de perdre des mots pour discuter sur ces témoignages sans valeur.

Quiconque veut, avec impartialité, soumettre les essais de MM. Lawes et Gilbert à un examen approfondi, acquerra la preuve que ces Messieurs, eu égard à la direction de leur esprit, étaient complètement incapables d'arriver à une conclusion de valeur réelle pour l'agriculture pratique.

Ils n'avaient pas l'intention de montrer par leurs expériences comment les cultivateurs devaient s'y prendre pour améliorer leurs champs, ni de faire connaître les meilleures méthodes de culture pour différents terrains, ni d'indiquer comment on devait approprier la nature des engrais à la composition géologique du sol ; mais ils se proposaient

simplement de rechercher les engrais les plus actifs pour leurs champs d'expérimentation, et en réalité ils ne les ont pas trouvés.

Après dix années d'essais, ils n'ont pas réussi à donner aux cultivateurs une seule recette d'engrais efficace, soit pour une contrée, soit pour un terrain, soit pour une plante.

Si j'avais trouvé, moi l'homme de la théorie, comme résultat principal de mes travaux, que par l'emploi de cinq livres d'ammoniaque dans l'engrais, on obtenait un excédant d'une livre d'azote en blé, et si j'avais prouvé par des expériences que l'excédant de rendement dû à une livre de sulfate d'ammoniaque, représentait deux livres de grain et trois à quatre livres de paille; (Voy. Journ. XII. p. 40.) si enfin, m'appuyant sur ces faits, j'avais recommandé aux agriculteurs l'ammoniaque comme la base de l'agriculture, avec quel mépris les hommes pratiques n'auraient-ils pas accueilli ces conseils (1)?

Quand même une Providence favorable aurait, dans sa miséricorde pour l'agriculture, fait tomber sur les champs deux fois plus d'ammoniaque qu'il n'en faut pour une récolte complète de froment, M. Lawes n'aurait pas encore été satisfait. S'il lui eut été donné d'exprimer ses vœux à cet égard, il eut prié la Providence de faire arriver, *sur ses propres champs*, et dans ses mélanges, *cinq fois* la même quantité. Alors seulement il eut pu récolter un peu plus de la moitié de ce que ses champs pouvaient rapporter sans aucune addition d'ammoniaque. De pareilles idées seraient simplement ridicules, si elles n'étaient aussi nuisibles dans leurs conséquences!!!

---

(1) « Je suis porté à croire, dit M. Lawes, que dans la pratique nous pouvons regarder cinq livres d'ammoniaque comme nécessaires à la production de chaque boisseau (60 à 64 livres) de froment, en plus du rapport obtenu dans des conditions naturelles de sol et de température. (Journ. VIII. T. I, p. 246). Plus loin : « Nous n'avons pas l'intention de traiter complètement la question au point de vue de la justesse de cette observation, mais nous pouvons remarquer en passant que, parmi les champs d'expérimentation dont nous avons parlé dans les pages précédentes, l'ammoniaque ne nous a fourni, jusqu'à la dernière récolte et dans les meilleures conditions relatives à l'addition des substances minérales, aucune augmentation de rapport qui ait atteint celui de notre appréciation. (p. 482).

Si l'agriculture est un art qui suppose dans son application , de la raison , de la réflexion et de l'habileté , l'agriculture de M. Lawes n'est plus un art.

Il y a en circulation dans le monde une grande masse d'or et d'argent , et l'art de s'enrichir consiste pour un homme à connaître le moyen de diriger vers sa caisse un filet de ce grand torrent ; de même il circule dans l'atmosphère et dans le sol , une quantité relativement inépuisable de matières nutritives , et l'art de l'agriculteur consiste à trouver et à employer les moyens de rendre ces matières efficaces pour ses plantes : plus il peut prendre d'éléments à l'océan mobile ( l'atmosphère ) pour les ramener à l'agent immobile de la production ( le sol ) , et plus il accroît par ses produits la somme de ses richesses.

Arriver expérimentalement à cette conclusion , que l'on doit donner en moyenne 5 livres d'ammoniaque pour une livre d'azote , c'est donner la preuve que l'on n'entend rien à la question. Si une telle conclusion était vraie , tous les sels ammoniacaux de l'Europe ne suffiraient pas aux besoins des champs de l'Angleterre , et avec toute cette énorme dépense d'azote , on n'obtiendrait encore qu'un résultat insignifiant.

Les essais cent fois répétés de M. Lawes , n'ont fait qu'ajouter quelques centaines de gouttes à l'océan des faits connus ; ce sont des centaines de haillons dont l'agriculture ne pourra jamais se faire un vêtement ; aucun de ces faits ne pourra acquérir plus de valeur que des faits identiques connus et éprouvés avant les expériences dont il est ici question. Les efforts impuissants de M. Lawes , pour résoudre la question relative à l'azote et aux os , prouvent incontestablement , et pour toujours , je l'espère , combien il est illusoire de vouloir , par des voies empiriques , dépasser les bornes de l'expérience. Cet agriculteur a tourné dans un cercle , et après douze ans , il est revenu exactement au point de départ ; *car , avant cette époque , on admettait déjà , presque comme un axiôme , que l'azote était l'engrais le plus important pour les céréales , que le phosphate acide de chaux était l'engrais le plus actif pour les turneps , que le fumier d'écurie avait aussi une influence favorable*

*sur la production de ces derniers, enfin que la valeur d'un engrais pouvait être estimée d'après son contenu en azote ; ce sont les seules résultats essentiels des expériences de M. Lawes.*

Je dois avouer que je ne comprends pas parfois, comment il est possible qu'un homme de bon sens puisse mettre en doute, l'évidente fausseté des idées théoriques de M. Lawes. J'avais prévenu les agriculteurs de ne pas attribuer une trop large part aux aliments que l'atmosphère fournit chaque année à leurs champs, mais de diriger leurs efforts vers les éléments qui ont besoin de leur concours pour être renouvelés ; si l'on veut remarquer que je connaissais l'énorme quantité d'ammoniaque contenue dans le sol, restant sans efficacité par suite des mauvaises conditions de ce dernier, on comprendra pourquoi je devais chercher les effets de la jachère dans d'autres causes que celles qui résultaient d'une augmentation d'ammoniaque.

Or, se mettant en opposition directe avec mes opinions, et après avoir avancé que dans mon livre et particulièrement dans le chapitre sur les jachères ( p. 488 ), je ne dis mot ni de l'accumulation des éléments atmosphériques, ni de l'azote du sol, MM. Lawes et Gilbert prétendent « que l'excédant de rendement d'un champ laissé en jachère peut se mesurer beaucoup mieux par la quantité d'éléments atmosphériques assimilables, accumulés dans le sol, que par la quantité des éléments du sol lui-même ( p. 487 ). »

Plus loin : « Nous avons nous-mêmes appelé plus d'une fois l'attention des cultivateurs sur ces deux sortes d'influences, et particulièrement sur ce fait que l'étude des propriétés du sol, considérées par rapport aux aliments atmosphériques, a beaucoup plus de valeur qu'une simple détermination de la composition en centièmes des éléments de ce sol ( p. 448 ). »

Enfin, ayant trouvé dans mes principes, la phrase suivante ( p. 82 ) :

« Mais, préparer artificiellement la terre de manière qu'elle puise dans l'atmosphère, par l'intermédiaire des plantes qu'elle produit, un maximum d'azote, c'est une tâche digne de l'agriculture scientifique. »

Ils ajoutent (p. 488) :  
« Nous sommes heureux d'avoir, à l'appui de notre opinion, le témoignage du baron Liébig lui-même. »

Ces chimistes agriculteurs veulent donner à croire, de cette façon, qu'ils m'ont fait connaître la présence de l'ammoniaque dans le sol, fait que le docteur Kroker avait, il y a neuf ans, constaté dans mon laboratoire, sur 22 échantillons de terrain; ils veulent encore donner à entendre que j'ai partagé leur opinion relativement à l'importance du rôle de l'ammoniaque introduite dans le sol par la jachère !!!

MM. Lawes et Gilbert ont fourni, sans le savoir, une excellente preuve que l'accumulation de l'ammoniaque dans le sol, pendant une année, n'a aucune influence sur la récolte de l'année suivante.

En 1845, ils engraisèrent un champ avec 336 livres de sel ammoniac, dont 72 livres au plus, pouvaient être absorbées par l'excédant de récolte; 264 livres restées dans le sol, n'eurent aucun effet en 1846. Une nouvelle dose du même engrais laissa encore dans le sol 406 livres de sel; et ces deux quantités réunies, soit 670 livres, n'eurent aucune influence sur la récolte de 1847; enfin, 4,192 livres de sel ammoniacal se trouvèrent accumulées dans le sol, et cette quantité elle-même perdit, pour l'année suivante, son action fertilisante sur la croissance du froment. Le champ était comme un abîme dans lequel disparaissait, après la récolte, toute l'ammoniaque restée sans effet.

Dans tous ces essais avec les sels ammoniacaux, employés même à de très-fortes doses, l'accumulation de l'ammoniaque parut sans influence sur le rapport de l'année suivante.

De tous ces faits résulte la preuve la plus claire et la plus incontestable que l'accumulation de l'ammoniaque dans le sol, y fût-elle incorporée à l'état de sel non volatil, n'accroît pas sa fertilité pour l'année suivante, quand les autres conditions de fertilité sont négligées.

Maintenant, comment peut-on raisonnablement supposer qu'une quantité trois ou cinq fois moindre, qui peut être, en somme, fournie au sol dans une année de jachère par l'air et la pluie, puisse avoir une influence appréciable sur sa fertilité, quand on sait de plus que ce

sol contient cent fois, et souvent mille fois plus d'ammoniaque que n'en exige une récolte complète de froment ?

MM. Lawes et Gilbert prétendent pouvoir expliquer ce manque d'action, en disant que l'ammoniaque s'est évaporée par les feuilles et les tiges !!!

Cette conclusion n'a pas de fondement réel ; c'est une hypothèse imaginée pour sauver ce qu'ils appellent leur théorie. L'ammoniaque *par elle-même* n'augmente pas la fertilité des champs.

MM. Lawes et Gilbert ont tiré des conclusions semblables de leurs essais sur la culture des turneps. Pendant plusieurs années, ils ont engraisé un champ avec du sulfo-phosphate de chaux : en 1843, le champ reçut 504 livres ; en 1844, 560, et en 1845, 1,232 livres, ensemble 2,296 livres de cet engrais. Chacune des trois récoltes enleva au sol 442 livres de phosphate de chaux, soit 336 livres pour les trois années ; il resta donc 1,960 livres pour la récolte de la quatrième année. Mais il arriva, chose remarquable, que ce champ, bien qu'ayant reçu, après la troisième récolte, quatre fois environ autant de sulfo-phosphate de chaux qu'il en avait eu la première année, dut pourtant recevoir encore l'année suivante, une nouvelle dose de 280 livres pour suffire à la quatrième récolte ! Tandis que 504 livres avaient eu, dans la première année, une action incontestable ; 1,960 livres restèrent sans influence, après trois ans, sur la récolte de la quatrième année ! On ne saurait attribuer ce phénomène au manque d'acide phosphorique ; le sol en renfermait, la quatrième année, quatre fois plus que la première ; et cependant, il perdit sa fertilité ; l'acide phosphorique avait perdu son efficacité !!!

Ces faits sont identiques à ceux que nous a présentés l'engraisement des champs de froment par le sulfate d'ammoniaque. Dans ce cas, le sulfate d'ammoniaque perdit, comme le phosphate de chaux, toute action sur la récolte de l'année suivante. Si l'on a pu faire servir ces faits à établir une opinion fautive, on peut tirer des arguments analogues de la culture des turneps : ainsi il faut conclure qu'une perte d'engrais avait eu lieu et que le phosphate de chaux

avait été évaporé par les feuilles ; car on ne saurait expliquer cette perte d'une autre manière.

Il ne vint pas à l'idée des deux chimistes agriculteurs, de se demander si l'acide sulfurique, principalement dans le phosphate acide, jouait un rôle et exerçait une action quelconque ; quoique ces messieurs dussent savoir, par les analyses des cendres de turneps faites par M. Th. Way et Ogston, que les turneps enlèvent au sol environ 50 pour 100 plus d'acide sulfurique que d'acide phosphorique, et par conséquent, exigent aussi davantage du premier.

Deux de leurs essais parlent en faveur de l'opinion que l'acide sulfurique a une part capitale dans l'action du sulfo-phosphate.

En 1844, ils engraisèrent la pièce de terre (N.° 43), avec 400 liv. d'os pulvérisés, 263 livres d'acide sulfurique et 134 livres de sel marin ; ils récoltèrent 14 tonnes 10 quintaux (1) de turneps, et 6 tonnes et 11 quintaux de feuilles.

Dans la même année, ils engraisèrent une pièce pareille (N.° 9), avec 400 livres d'os pulvérisés et de l'acide hydrochlorique équivalent à 268 livres d'acide, et récoltèrent 9 tonnes 9 quintaux de turneps et 4 tonnes 6 quintaux de feuilles.

Le résultat de ces deux essais est simple, clair et incontestable. Les deux champs reçurent *la même quantité d'acide phosphorique*, au même état de *solubilité* ; tous deux reçurent de plus du chlore.

*Mais le champ qui n'avait reçu que de l'acide phosphorique, de la chaux et du chlore, sans acide sulfurique, donna 5 tonnes de turneps et 2 tonnes 5 quintaux de feuilles en moins que l'autre champ, qui avait été engraisé avec du sel marin, du phosphate acide de chaux et de l'acide sulfurique.*

Cette énorme différence de 100 quintaux de feuilles de turneps et de 105 quintaux de feuilles dans la récolte, ne peut pas être attri-

---

(1) La tonne anglaise, dont il est ici question, vaut 1046,04 kil., et le quintal 50,80 kil. ou 20 quintaux.

buée à un manque d'acide phosphorique, non plus qu'à la présence du chlore ; il est évident que la cause de cette différence réside dans l'exclusion de l'acide sulfurique, et que cet acide a une part capitale dans l'action du sulfo-phosphate sur le développement des turneps.

Un autre essai n'est pas moins remarquable. En 1843, M. Lawes et Gilbert engraisèrent la pièce de terre (N.º 1), avec 12 tonnes de fumier d'écurie, la pièce (N.º 12), avec 2 quintaux 1/2 de sulfate d'os pulvérisés, 2 quintaux de farine de colza et 20 livr. (1) de sulfate d'ammoniaque, une troisième pièce (N.º 23), avec 15 boisseaux (2) d'argile et des cendres de mauvaises herbes.

Les rendements en turneps furent :

Pour le N.º 1,	9 tonnes,	9 quintaux,	2 livres.
— 12,	11 —	7 —	3 —
— 23,	11 —	4 —	3 —

Pour bien comprendre la signification de ces essais, il faut se rappeler que MM. Lawes et Gilbert attribuent l'action du sulfate d'os à l'acide phosphorique, celle du fumier d'écurie aux éléments organiques de la paille, et cela, sans avoir jamais fait un essai avec de l'acide phosphorique seul ou de la paille seule ; un pareil raisonnement ne saurait étonner de la part de ces messieurs.

Comment expliquent-ils alors l'action de l'argile et de la cendre des mauvaises herbes, qui ont fourni un rendement plus élevé que l'engrais d'écurie et égal au rendement donné par le sulfate d'os ? Il ne peut être question ici d'acide phosphorique libre ou en excès, ni de matières organiques, ni même d'erreurs d'impression ! car voici la réponse (p. 17, vol. VIII, partie II) :

« C'est un résultat singulier, qui démontre que certaines conditions physiques, de même que les conditions chimiques du sol sont essen-

(1) La livre anglaise vaut 453,558 grammes.

(2) Le boisseau anglais vaut 8 gallons. = 36,35 litres.

tiellement salutaires et favorables au développement des organes producteurs.

MM. Lawes et Gilbert n'accordèrent pas une plus longue attention à cet essai, le seul de tous ceux qu'ils ont fait, qui méritât d'être continué et étudié plus spécialement. Il aurait pu arriver que cet essai les conduisit à fortifier les principes fondamentaux de ma doctrine, ce qui n'était pas dans leur intention; d'ailleurs, l'argile et la cendre de mauvaises herbes ne pouvaient devenir des articles de commerce.

Tous leurs essais offrent le même caractère; chacun a sa petite histoire; chacun est étendu sur le lit Procuste, et raccourci ou allongé selon les besoins de leur singulière théorie. Si l'on peut reconnaître la fausseté d'une théorie à la vanité des expériences et à l'absurdité des conclusions auxquelles elle conduit, il n'y en a peut-être aucune qui soit fausse, à un plus haut degré, que la théorie de M. Lawes.

Aux preuves que M. Lawes et son collabateur nous ont fournies, je veux en ajouter une nouvelle tout aussi frappante :

MM. Chevandier et Salvelat ont entrepris, en 1852 (*Annales de Chimie et de Physique*, 3.<sup>e</sup> série, tom. 34, p. 307), des recherches d'où il résulte que de deux prairies, l'une a constamment donné un rapport en foin quatre fois plus élevé que l'autre. Toutes les deux étaient irriguées; elles recevaient l'eau de deux sources; l'une était appelée la bonne source, l'autre la mauvaise source. Les deux chimistes ne doutèrent nullement que la grande différence dans le rendement des deux prairies, ne provint de l'arrosement par la bonne ou par la mauvaise eau. Car la plupart des chimistes agriculteurs sont les mêmes dans tous les pays, en ce sens qu'ils ne doutent jamais de la vérité de leurs opinions.

Avec un zèle et une constance qui méritent la plus grande admiration, MM. Chevandier et Salvelat se mirent à mesurer la quantité d'eau que les deux sources fournissaient pour l'arrosement des prairies. En 1847, l'une d'elles reçut de la bonne source, 164284 mètres cubes d'eau; l'autre, de la mauvaise source, 255744 mètres cubes. La première prairie fournit 158 quintaux de foin, la seconde 46 seulement.

En 1848, l'une des prairies reçut de la bonne source, 130312 mètres cubes d'eau; l'autre, de la mauvaise, 126273 mètres cubes. La première rapporta 209 quintaux de foin, la deuxième seulement 55.

Les deux chimistes recherchèrent exactement la quantité des principes gazeux et celle des éléments organiques et minéraux non volatils que renfermait l'eau qui avait arrosé les deux prairies.

Éléments fournis en 1848 :

	Par la mauvaise source.		Par la bonne source.	
Silice. . . . .	474	kilogr.	156	kilogr.
Soude . . . . .	312	—	233	—
Fer . . . . .	0,8	—	0,6	—
Chaux. . . . .	280	—	144	—
Magnésie. . . . .	114	—	32	—
Matières organiques.	828	—	756	—

En somme, l'une des prairies reçut par l'eau de la bonne source, 1,622 kil.; l'autre, de la mauvaise source, 2,070 kil. de substances minérales. Les éléments que renfermait l'eau après l'arrosage ne furent naturellement pas recherchés.

Il ne fut pas question de savoir si l'eau renfermait du sel marin, substance si abondante dans les cendres des plantes de prairie; on s'occupa tout aussi peu de l'acide phosphorique, dont l'action sur les mêmes plantes est évidente.

Quelle était donc la cause d'un rendement si extraordinairement inégal? Elle résidait dans la nature de l'eau! cette conséquence fut adoptée de prime abord, comme une vérité incontestable.

La cause ne pouvait pas tenir à la silice, puisque l'eau de la mauvaise source en apportait relativement plus que l'eau de la bonne. Elle ne pouvait, pour la même raison, provenir ni de la soude, de la potasse, du fer, de la magnésie, de la chaux, ni même de la quantité des matières organiques.

L'analyse élémentaire fit découvrir la cause de cette différence! Les

matières organiques contenaient de l'azote, et l'eau de la bonne source renfermait de cet élément une quantité plus grande que l'eau de la mauvaise. L'une des prairies reçut, par la bonne source :

Dans l'année 1848,	23	kilog. d'azote,
—	1847,	45 —

de plus que l'autre prairie arrosée par la mauvaise source.

« Dans cette proportion inégale d'azote, disent les deux chimistes agriculteurs, réside la véritable cause de cette différence dans la puissance fertilisante que nous n'avions pu expliquer jusqu'à présent (page 316). »

L'action de ces quantités inégales d'azote tient du merveilleux !

15 kilog. d'azote dissous dans 164,000,000 kil. d'eau, doivent en 1847, avoir fait rendre à l'une des prairies, 5,584 *kil de foin de plus que l'autre* ; ce foin présentant un excédant de 55 à 56 kilog. d'azote !

23 kilog. d'azote dissous dans 130,000,000 kil. d'eau, doivent en 1848, avoir fait rendre à la première des prairies 7,720 kil. de foin de plus que la seconde, avec un excédant de 77,2 kil. d'azote !

Un excès de 23 kil. d'azote dans l'eau d'arrosement, doit avoir eu pour effet de permettre à la prairie arrosée, d'abandonner aux plantes qu'elle portait, et cela, d'une manière durable, 384 kil. d'éléments de cendres par hectare, ces éléments contenant trois et cinq fois plus d'acide phosphorique, de potasse, de silice, de chaux et de magnésie, que l'autre prairie qui avait reçu moins d'azote !!!

Il n'est rien dit de particulier sur le sol des deux prairies en question : seulement, dans l'introduction, on fait observer en général que le sol de la vallée des Vosges où les essais ont eu lieu, présentait la plus grande uniformité de composition, et que les très-petites différences trouvées par l'analyse, provenaient *apparemment* de l'action de l'eau, dont on avait étudié l'influence.

MM. Chevandier et Salvétat n'essayèrent pas naturellement si 23k. d'azote ou leur équivalent en sels ammoniacaux, pourraient élever le

rendement de la mauvaise prairie, c'est-à-dire de celle arrosée par la mauvaise source, au niveau du rendement de l'autre; car le fait en lui-même intéressait peu les deux chimistes.

Quand on est conduit par une théorie à des conclusions de la nature de celles de MM. Chevandier et Salvétat, il semble que cette théorie doit être jugée; on sort du domaine de la science de la nature, pour entrer dans celui des hypothèses et des préjugés.

Si l'on jette un regard sur l'état actuel de la science agricole en Allemagne, on s'apercevra que parmi nous aussi, la plupart des savants qui sont réputés les maîtres et les guides à suivre, non-seulement partagent les opinions de MM. Chevandier et Salvétat, ainsi que celles de MM. Lawes et Gilbert, mais encore se sont faits les chauds partisans et défenseurs de la *Théorie de l'azote*. Dans cette théorie, nous l'avons déjà dit, l'azote du sol et de l'engrais est la première et la plus importante condition, la source de toute fertilité, la base de toute production.

Je regarde comme très-important de soumettre à un examen plus approfondi les essais, analyses et résultats sur lesquels ces chimistes agriculteurs allemands fondent leurs opinions. Si l'on peut prouver que les fondements et les principes de leurs conclusions sont faux ou douteux, le simple bon sens indique que ces conclusions ne méritent aucune confiance et doivent être rejetées.

Je choisirai, comme exemple, les écrits les plus récents de M. le professeur docteur E. Wolff de Hohenheim et les dernières publications de M. le professeur A. Stœckhardt de Tharand, les deux principaux défenseurs de la théorie de l'azote en Allemagne.

Dans le petit opuscule de M. E. Wolff : *l'Épuisement du sol par la culture*, se trouve une nouvelle série de preuves réunies en faveur de sa doctrine, savoir : que la fertilité d'un champ réside dans sa richesse en ammoniacque ou en combinaisons azotées, et son épuisement dans une perte ou un manque de ces matières.

Cet opuscule est une réplique aux développements que j'avais donnés sur ma théorie, dans mes *Principes de chimie agricole*. Il a pour

but de prouver que mes principes , bien que justes en général , ne peuvent cependant avoir aucune application dans l'agriculture : que relativement à l'engraisement des champs , il est pour le cultivateur du plus haut intérêt de savoir , *qu'il n'est pas nécessaire que l'engrais renferme tous les éléments nécessaires à la nutrition des plantes.*

En parlant de mes cinquante thèses chimico-agricoles , M. Wolff dit qu'il n'a pas l'intention de les soumettre à la critique. Il ne doute pas de la justesse de celles qui sont relatives *en général* au développement de la substance végétale ; il veut seulement examiner celles de mes opinions *qui touchent directement à la pratique de l'agriculture* (page 15).

Quiconque a lu mes *Principes* avec attention devra convenir que toutes mes opinions concernant la pratique de l'agriculture sont renfermées dans lesdites cinquante thèses ; qu'il y est question de rendements , de récoltes et d'engrais , mais nullement du développement de la substance végétale. Les mots : *substance végétale* , ne s'y trouvent même pas.

Ne tenant aucun compte de mon explication , relative à la part de l'ammoniaque dans la végétation et à son utilité dans l'engrais , M. le docteur Wolff continue à parler de ce qu'on appelle « *pure théorie minérale* » selon M. Lawes , comme de ma propre théorie ; bien que j'aie démontré , et qu'il doit savoir que cette théorie n'est pas la mienne , mais une invention de M. Lawes. Il cite deux phrases comme représentant deux de mes opinions et s'applique à les réfuter.

Voici la première de ces deux phrases ou de ces deux opinions qui , d'après lui , devaient être attaquées principalement au point de vue de leur application pratique.

1.° *Dans la culture en grand des plantes , il fallait fournir au sol les aliments minéraux dans les proportions et sous les conditions indiquées par l'analyse des récoltes.*

C'est sans doute du temps perdu que de rectifier cette phrase ; elle concerne en particulier la fabrication des engrais artificiels , lesquels , à l'exclusion du fumier d'écurie , étaient destinés à remplacer sur les

champs les éléments du sol enlevés par les récoltes ; *la loi universelle de l'engraisement, ou la règle, est que tous ces éléments doivent se trouver dans les champs en quantité suffisante.*

Si le sol renferme un excès d'alcali, d'acide phosphorique ou de chaux, la loi comprend naturellement les cas particuliers où la pratique peut se passer, dans une certaine mesure, dans l'engrais, de la présence de ces éléments. Recommander comme indispensable une addition de chaux pour un sol calcaire, ou de silice soluble pour un sol argileux, quand on sait avec certitude que celui-ci est riche en silicates solubles, serait absurde.

La règle générale renferme peut-être quelques cent mille cas dont aucun n'est complètement identique à l'autre. Il est possible que cette règle ne soit applicable rigoureusement à aucun champ, et cependant le cultivateur doit l'observer scrupuleusement, parce qu'elle lui dit ce qu'il doit faire dans chacun des cas isolés qui peuvent se présenter. Dire que tous les éléments essentiels des plantes cultivées ne doivent pas être fournis nécessairement par l'engrais, n'est pas poser une règle, mais énoncer une proposition qui ne se rapporte qu'à certains cas. Chacun des éléments isolés de l'engrais, que le docteur Wolff regarde comme inutile, est dans quelques circonstances tout-à-fait indispensable, et d'autres qu'il tient pour nécessaires peuvent être supprimés.

La seconde phrase du docteur Wolff est la suivante :

2.<sup>o</sup> *Dans la culture des céréales, l'emploi des combinaisons azotées est moins utile que l'engraisement par des substances minérales passives.*

Cette opinion que M. le docteur Wolff me prête n'est pas la mienne, et ne l'a jamais été ; c'est une invention qu'il m'attribue gratuitement. Il ne m'est jamais venu à l'esprit de recommander aux cultivateurs de ne pas donner d'ammoniaque dans l'engrais aux céréales. Ce que j'ai dit, relativement à l'exclusion de l'ammoniaque dans l'engrais, ne concerne précisément pas les céréales, mais bien le trèfle, les haricots et les pois (voyez pages 58 et 59).

Le docteur Wolff s'efforce, dans son dernier écrit, de prouver que l'opinion exprimée dans la phrase N.º 2 est fautive, et que, dans la culture des céréales, les combinaisons azotées ont une influence plus grande que les substances minérales passives.

En 1855, il soutenait, « comme un fait bien établi et irréfutable par toute théorie, que les céréales, restant sur le champ jusqu'à leur maturité, prennent une grande quantité de combinaisons ammoniacales solubles, et que par cela même le champ devient moins capable de produire une riche moisson l'année suivante. » (*Journal de l'agriculture*, 4.º livraison, page 116). Pour expliquer ce fait, il supposait que l'ammoniaque était puisée par les racines, à l'état de silicate d'ammoniaque, que l'acide se fixait dans la plante et que la base se dissipait par les tiges et les feuilles. A l'appui de cette opinion, il dit qu'on peut admettre en général que la quantité absolue de l'azote contenue dans les plantes arrivées à maturité, est à peine égale à celle que l'analyse chimique indique à l'époque de la floraison. A la page 116 : « il avance que de la floraison à la maturité du froment, il n'y a plus assimilation apparente d'azote, et que cependant, dans cette période, le sol s'épuise considérablement en matières azotées. »

D'après cette opinion, la quantité absolue d'azote n'augmente pas, à partir de la floraison, dans le million et demi de pieds d'avoine que produit, selon M. A. Stœckhardt, un arpent de Prusse; de sorte que si les plantes, à l'époque de leur floraison, renfermaient environ 40 livres d'azote, elles n'en contiennent qu'une quantité égale, quelquefois même inférieure, à l'époque de leur maturité.

J'ai prouvé au docteur Wolff, dans mon opuscule intitulé : *le docteur Wolff et la chimie agricole*, page 26, que cette explication de l'épuisement du sol par la culture des céréales est fautive et ne peut être soutenue. Aujourd'hui il prétend que : « relativement à la richesse des céréales en azote, on remarque généralement une augmentation très-considérable de ce principe dans la récolte, depuis le commencement et même depuis la fin de la floraison jusqu'à la maturité

du fruit. » (*Épuisement du sol*, page 115). Il maintient toutefois que « la cause de l'épuisement du sol, dans la culture des céréales, doit être cherchée principalement dans un manque et dans une déperdition des aliments azotés assimilables. »

Le fait de l'épuisement est, d'après M. Wolff, réel, mais l'explication qu'en donne la théorie de l'azote était fautive en 1855. Néanmoins, cette théorie reste inébranlable et ne tient compte d'aucune contradiction. En 1855, l'ammoniaque était le véhicule de la silice; entre la floraison et la maturité, la plante avait également besoin d'une grande quantité des deux éléments; lorsqu'elle avait assez de silice, l'ammoniaque s'en allait.

En 1856, la silice arrive à la tige et aux feuilles sans le secours de son coûteux véhicule; celui-ci y pénètre en même temps et y demeure à l'état de combinaison azotée. Et voilà pourquoi la théorie demandait, en 1855, que la plante après la maturité, ne contint pas plus d'azote qu'au commencement de la floraison; et voilà pourquoi la théorie demande, en 1856, que la même plante, à l'époque de la floraison, en renferme moins que le fruit à maturité.

Maintenant, s'il est vrai, d'après les expériences des cultivateurs, que « les céréales, coupées en pleine floraison, épuisent infiniment moins le sol que celles qui sont laissées sur le champ jusqu'à leur maturité, » si, de plus, d'après M. Wolff, la cause de cet épuisement doit être cherchée dans la perte en combinaisons azotées solubles qu'éprouve le sol depuis la floraison jusqu'à la maturité, cette perte doit être facilement constatée par l'expérience; la plante doit avoir gagné ce que le sol a perdu. Nous allons maintenant évaluer cette perte ou ce gain.

Les plantes suivantes croissant sur un champ de la contenance d'un arpent de Prusse, contiennent pendant et après la floraison, et pendant et après la maturité, les quantités d'azote renfermées dans le tableau :

Noms des plantes.	5 juillet.	27 août.
Avoine blanche hâtive.....	27,73 liv. d'azote.	39,54 liv. d'azote
Avoine brune hâtive.....	29,75 id.	64,54 id.
Avoine de Hopeloun.....	34,22 id.	37,12* id.
Froment d'hiver.....	34,05 id.	43,63 id.
Froment d'hiver de Talavera.	49,85 id.	55,89 id.
Orge d'été.....	23,35 id.	30,58 id.
Orge d'été.....	26,13 id.	39,06 id.
Seigle d'été.....	27,16 id.	28,88 id.
	-----	-----
Moyenne.....	34,16 id.	42,40 id.

Excédant d'azote à l'époque de la maturité, 11,24.

Si l'on admet que tout l'azote des céréales provient du sol, ces chiffres prouvent, de la manière la plus incontestable, que la cause de l'épuisement du sol ne doit pas être cherchée dans une déperdition d'azote, car s'il en était ainsi, comment pourrait-on concevoir qu'un arpent de terre de Prusse *conserve* sa fertilité, après avoir fourni aux plantes jusqu'à leur floraison 34 livres d'azote, et que ce sol est épuisé dès que cette perte s'accroît seulement de 11 livres !

La déperdition de 34 livres d'azote ne nuit pas au sol, mais 11 livres de plus le rendent impropre à une production ultérieure de céréales !!

Ces chiffres sont les résultats des propres expériences de M. Wolff, tirés de son mémoire (pages 43 à 50) et parfaitement conformes à ceux de M. Stœckhardt (*le Cultivateur chimiste*, N.º 2, page 124).

D'après ce dernier savant, la quantité d'azote contenue dans la récolte d'un arpent de terre de Prusse, est ainsi représentée :

---

\* 4 août.

Noms des plantes.	Fin de la floraison.	Temps de la maturité.
Avoine, sans engrais. .	8,44 livre d'azote.	8,46 livre d'azote.
Avoine, avec poudre d'os	42,38	23,92
Avoine, avec guano et salpêtre du Chili . .	30,77	35,30
TOTAL. . . .	51,59	67,68

Excédant du 2<sup>e</sup> résultat sur le 1<sup>er</sup> : 16,09.

Ici encore, la plante d'avoine renferme, au temps de la maturité, un tiers seulement d'azote de plus qu'à la fin de la floraison.

Si la perte d'azote était la cause de l'épuisement du sol, il serait bien facile d'y remédier par quelques livres d'ammoniaque ! Les propagateurs de la théorie de l'azote n'ont naturellement pas eu l'idée d'en faire l'essai. Si de plus on considère que nous ignorons complètement la quantité de combinaisons azotées que la plante reçoit du sol, depuis sa floraison jusqu'à sa maturité, ne sachant pas même si, durant cette période, la plus grande partie de l'azote n'est pas fournie par l'atmosphère, on concevra facilement que l'explication précédente n'a été inventée que pour les besoins de la théorie, qu'en fait elle n'a pas de fondement, et n'a aucune valeur d'application pratique. Au lieu d'une explication claire et scientifique, on ne nous en donne que l'apparence menteuse ; le procédé suivi n'est qu'un mauvais assemblage de phrases scientifiques qu'on débite comme des vérités. Si l'une de ces vérités n'est pas admise, on en a aussitôt une autre sous la main pour satisfaire les exigences scientifiques de nos bons cultivateurs ! Mais tout cela n'est qu'une fausse monnaie, sans valeur.

Plusieurs causes concourent certainement à l'épuisement des champs par la culture des céréales ; il devrait être évident pour chacun que la perte d'azote n'en est pas une.

Lorsqu'on compare la composition des cendres de céréales, d'après les analyses de M. Wolff, on est vraiment frappé de la différence extraordinaire de leur contenu en silice, aux différentes périodes de

leur développement. On voit, par exemple, que les plantes d'avoine, produites par un arpent de Prusse, ont reçu du sol 37,7 livres de silice jusqu'au 3 juillet, et en plus, jusqu'au 27 août, 145,7.

Ainsi, depuis le commencement de la floraison jusqu'à la maturité, la plante enleva au sol quatre fois autant de silice à l'état de silicate soluble que dans toute la première période de sa végétation. Une proportion semblable fut observée sur un autre champ d'avoine, dont les plantes renfermaient, d'après l'analyse de leurs cendres, au 3 juillet, 29 pour cent, et au 18 août, 61 pour cent de silice. La cendre de froment d'hiver contenait, au 25 juin, 50 pour cent, et, au temps de la maturité, 73 pour cent de silice.

On voit que depuis la floraison jusqu'à la maturité, le sol doit fournir une énorme quantité d'un élément nécessaire à l'état soluble, lequel demeure dans le sol pour la récolte suivante, lorsque la plante est coupée pendant la floraison. Mais la théorie de l'azote pose en principe que le sol ne manque jamais de silicate soluble et que par conséquent il n'est jamais appauvri en cet élément !

Pour arriver à connaître le rapport des éléments du sol avec la contenance des plantes en azote, il ne faut pas oublier que les points de vue généraux suivants sont les préliminaires indispensables de toute conclusion. — Si l'on se représente un certain nombre de parcelles d'un champ, dans des conditions de sol tout-à-fait identiques, semencées le même jour avec la même espèce de froment, on doit supposer, que toutes choses égales d'ailleurs, les plantes doivent présenter un développement uniforme. Ceci veut dire, au point de vue chimique, qu'un certain nombre de ces plantes, analysées en même temps, tous les huit jours par exemple, doivent contenir d'une manière très-approximative, les mêmes quantités d'eau, de cendres et d'azote.

La croissance d'une plante est une augmentation de la masse de ses éléments combustibles et incombustibles. L'accroissement de la masse suppose une assimilation, croissante avec le temps, des éléments de l'eau, d'acide carbonique, d'azote et des éléments constitutifs de la cendre. L'analyse montrera qu'à différentes époques

la proportion de ces éléments est variable ; la quantité d'eau diminuera avec les progrès du développement et atteindra son minimum à l'époque de la maturité. Lorsque, dans les diverses périodes de la croissance, il y a eu plus d'acide carbonique absorbé que d'azote, la proportion relative de ces deux principes doit changer ; malgré l'augmentation réelle de l'azote, la plante desséchée contiendra en centièmes une quantité moindre de cet élément. La diminution apparente provient, dans ce cas, d'une accumulation plus grande de carbone.

Lorsque les plantes sont semées à des époques différentes et analysées le même jour, les proportions d'eau, des principes secs et des éléments des cendres, doivent présenter des inégalités semblables à celles que l'on constate en analysant à des époques différentes des plantes semées à la même époque.

Si l'on engraisse toutes les parcelles d'un champ, à l'exception d'une seule, avec des quantités connues et croissantes d'ammoniaque, on aura ou on n'aura pas des différences dans leur rendement. Dans le premier cas, on pourra avec raison attribuer l'élévation du rendement à l'influence de l'ammoniaque.

L'excédant de ce rendement sur celui du champ non engraisé peut se manifester soit dans la paille, soit dans le grain seulement, soit dans l'une et dans l'autre à la fois, c'est-à-dire que l'ammoniaque peut produire un accroissement des éléments de la paille, ou du grain, ou des deux simultanément.

La paille contient sur 1,000 parties en poids 50 à 60 de cendres ; le grain, sur le même nombre de parties, en renferme 20 à 24. La cendre de paille contient plus de 60 pour cent de silice ; la cendre de grain seulement un à deux pour cent.

La cendre de grain renferme jusqu'à 50 pour cent d'acide phosphorique ; la cendre de paille, rarement plus de 7 pour cent.

La contenance en azote du grain et de la paille ne présente pas de moindres différences.

Mille parties en poids de paille renferment 4 à 5 parties d'azote; la même quantité de grains en contient jusqu'à 24, soit, 5 ou 6 fois plus d'azote que la paille.

Une expérience chimico-agricole, qui a pour but de comparer l'absorption et l'assimilation de l'azote, ou sa proportion dans la plante, avec l'absorption et l'assimilation des éléments du sol, ou leurs proportions dans la plante, doit donc chercher à établir par l'analyse de cette plante et de sa cendre :

1° La quantité relative des éléments du sol et de l'azote dans la paille; 2° la quantité relative des éléments du sol et de l'azote dans le grain.

Il est clair que ces proportions ne peuvent être définitivement obtenues que sur la plante mûre dont les graines sont complètement formées. Pour donner de la valeur à la signification de ces rapports, il faut tenir compte des cas isolés. Si, par exemple, on avait récolté sur deux parcelles de champ, dans des conditions de sol différentes, un poids égal de plantes sèches, soit mille livres sur chaque parcelle, il pourrait arriver que dans la récolte de l'une, une proportion supérieure de cendres contint une moindre proportion d'azote, et que dans la récolte de l'autre, un maximum d'azote correspondît à un minimum de cendres.

Supposons que sur l'une des parcelles A, la récolte se compose de 500 livres de paille et de 500 livres de grain (1 : 1), et que sur l'autre B, la récolte soit de 750 livres de paille et de 250 livres de grain (1 : 3);

La récolte A contiendra :

Pour 500 livres de paille,				
(6 $\frac{2}{3}$ de cendres et 0,4 $\frac{2}{3}$ d'azote)	30 liv. de cendres et	2 liv. d'azote.		
Pour 500 livres de grain,				
(2 $\frac{2}{3}$ de cendres et 2 $\frac{2}{3}$ d'azote)	40	id.	10	id.

Au total, la récolte A contiendra . . . . . 40 liv. de cendres et 42 liv. d'azote.

La récolte B donnera :

Pour 750 livres de paille, 45 livres de cendres et 3 livres d'azote.

Pour 250 livres de grains, 5 id. 5 id.

Total . . . 50 livres de cendres et 8 livres d'azote.

Il peut se présenter deux autres cas, où des quantités *égales* de cendres correspondent à des quantités *très-inégaies* d'azote. Par exemple :

1° 4,320 liv. de paille contiennent 5,2 liv. d'azote, 79 liv. de cendre  
1,000 liv. de grains id. 20,» id. 20 id.

Total . . . . 25,2 liv. d'azote 99 liv. de cendre.

2° 4,160 liv. de paille contiennent 4,6 liv. d'azote, 69,6 liv. de cendre.  
1,450 liv. de grains id. 29,0 id. 29,0 id.

Total . . . . 33,6 liv. d'azote, 98,6 liv. de cendre.

Dans ces deux cas, pour une même quantité de cendre, l'azote est dans le rapport 3 à 4.

Il n'est donc pas possible d'établir un rapport entre la somme de *tous* les éléments minéraux *pris ensemble*, et la somme de l'azote de toute la plante. On ne peut pas davantage, d'une même quantité de cendre et d'une inégale quantité de récolte et d'azote, conclure que, dans la culture en grand des céréales, l'absorption d'azote ne puisse être influencée par la présence d'une plus grande ou d'une moindre quantité d'éléments minéraux incombustibles, par cela seul que, pour une céréale, on ne peut pas tirer une conclusion de la somme des éléments des cendres, relativement à la quantité d'azote de toute la plante, et *vice versa*.

Les quantités de cendre que l'on retire de la paille et du grain ne sont pas tout-à-fait constantes; la paille d'une même variété de froment cultivé sur des sols différents fournit tantôt plus, tantôt moins de 6 pour cent de cendre. La cendre de grains varie de la même manière dans des limites peu étendues. On observe aussi dans la proportion d'azote de la paille et du grain de faibles variations en-dessus et en-dessous d'une certaine moyenne.

Découvrir l'influence des éléments minéraux du grain et de la paille sur leur contenance en azote, c'est établir expérimentalement les rapports dans lesquels ces variations ont lieu.

Il est clair que lorsqu'on a constaté une augmentation d'azote et un accroissement simultané de cendre dans la paille, aussi bien que dans le grain, non pas seulement dans une, mais dans toutes les expériences, il doit y avoir une relation nécessaire entre les éléments. Nous devons donc admettre que l'azote et la cendre sont dans un certain rapport de dépendance l'un vis-à-vis de l'autre, de manière qu'une augmentation d'azote ou une absorption de cet élément par la plante suppose nécessairement la coopération des éléments des cendres, par suite que sans la présence des éléments minéraux, ou avec une quantité insuffisante de ceux-ci, l'azote fait défaut en tout ou en partie.

Il est évident qu'une telle concordance dans les variations soit de la totalité des cendres, soit de 2 ou 3 de leurs éléments, et les variations de l'azote, ne peut être supposée, et si elle existe, ne peut être trouvée que dans une seule et même variété de plantes.

Les combinaisons azotées qui se forment, dans la graine de froment par exemple, constituent 2 ou 3 substances douées de propriétés différentes; la plus connue est celle que l'on nomme le gluten, insoluble dans l'eau; une autre, qui est soluble, est l'albumine végétale, une troisième, également soluble, est analogue à la caséine du fromage.

La farine extraite de la graine, renferme, selon les différentes variétés, des quantités inégales de gluten. M. Millon décrit (Comptes-rendus, tome XXXVIII, page 12) une sorte de froment de Guyotville, en Algérie, qui a une très-belle apparence et dont la farine contient 11,5 pour cent d'azote, et pas de gluten. Cette différence dans la proportion de gluten se manifeste dans la formation de la pâte; une farine pauvre en gluten donnant une pâte peu agglutinante.

Il est vraisemblable que de la farine de froment de deux variétés différentes, peut contenir la même quantité d'azote, et pourtant des quantités inégales de certains éléments des cendres, lorsque chacune de ces variétés renferme, en proportions inégales, des combinaisons

azotées différentes, nécessaires à chacune pour la formation, dans la graine, des proportions différentes des éléments minéraux.

Dans leurs excellentes recherches sur la composition de quelques variétés de blé (Journal des arts et de l'industrie, Bavière, 1852, page 633), desquelles résulte, avec une probabilité voisine de la certitude, une loi relative à la dépendance des proportions d'azote et des phosphates ou de l'acide phosphorique des céréales, MM. Fehling et Faiszt ont fait des expériences aussi exactes que possible, sur du froment d'hiver, à Hohenheim, dans les années 1850 et 1851, dont l'une favorable et l'autre défavorable, sur des champs placés dans des conditions inégales par le fait même de la différence des années, et ont montré que la même variété de ce froment contenait la même quantité de cendres (14,97 pour cent); et dans cette cendre la même quantité de silice (0,14), la même quantité d'acide phosphorique (7,1 et 7,2 pour cent), et la même quantité de matières azotées (13,24 et 12,29 pour cent), en tenant compte pour celles-ci des erreurs possibles dans la détermination de l'azote.

Si l'on compare le contenu en cendres d'autres variétés de froment cultivées dans diverses contrées de l'Allemagne, ou en Angleterre et en France, on remarque, aussi bien dans la quantité des cendres que dans leur composition, des différences relatives à la silice et à l'acide phosphorique; une proportion plus grande de silice augmente généralement la quantité de cendres et diminue la quantité relative d'acide phosphorique, de telle sorte qu'il est presque impossible de conclure, des cendres du froment d'hiver de Hohenheim et de leur composition, la quantité ou la composition des cendres d'une autre espèce de froment.

Ainsi de ce que la cendre du premier froment renferme 7 pour cent de silice, il ne s'en suit pas que la cendre de toute autre espèce contienne également 7 pour cent de silice; il y a des froments dont la cendre manque complètement de ce dernier élément.

Les différentes variétés de blé ne se distinguent pas seulement par la forme extérieure, la touffe, la longueur et la largeur des feuilles, la hauteur des épis, mais encore et surtout par le rapport de la paille au grain.

Nous savons d'ailleurs que la proportion en poids de ces derniers varie, dans une seule et même variété, avec la nature du sol et la saison. Or, comme le sol et la saison font aussi varier les éléments des cendres de la plante entière (ceux-ci consistant dans la somme des cendres de la paille et du grain), il est tout-à-fait impossible de déduire de la composition des cendres de la paille et du grain d'une même variété, les proportions relatives de silice, d'acide phosphorique, d'alcali, etc., que fournirait un même poids de cendres de la même variété, cultivée sur un autre sol et dans d'autres conditions extérieures.

Le docteur Wolff ne se préoccupa nullement dans ses essais de toutes ces conditions préalables d'une bonne conclusion.

Pour déterminer l'influence des éléments des cendres sur la contenance en azote, il compara, dans plusieurs sortes de céréales, froment et avoine, la somme des cendres de la plante entière (paille et grain) avec la somme de l'azote que cette plante tout entière renfermait. Ses analyses ayant donné pour des quantités égales de cendres, des quantités très inégales d'azote, il en conclut qu'il n'existait aucun rapport nécessaire entre les éléments minéraux et l'azote des plantes.

J'ai démontré pourquoi on ne peut établir aucune relation entre la somme des cendres de la paille et du grain d'un blé et la quantité d'azote qu'il renferme. Il en résulte que les déterminations des quantités de cendres et d'azote des différents blés et pois, que le docteur Wolff a fait connaître dans son ouvrage, pages 43 à 50, ne peuvent conduire à aucune conclusion.

Le docteur Wolff ne pouvant reconnaître, dans les rapports de ses nombres, une corrélation directe entre les quantités de cendres et d'azote, conclut que cette corrélation n'existait pas en général. Il aurait peut-être pu dire, avec plus de justesse, qu'il n'avait pas découvert cette dépendance. En réalité il ne l'a *ni cherchée ni trouvée*; il se préoccupait beaucoup plus d'arriver indirectement à cette autre conclusion, que l'absorption de l'azote est en rapport direct avec la quantité des combinaisons azotées contenues dans le sol (page 58).

En ce qui concerne cette conclusion, elle est certainement une des suppositions les plus hardies de M. le docteur Wolff, car les conditions du sol, la nature et les proportions des éléments azotés qu'il renfermait, lui étaient complètement inconnues. Il n'avait ni engraisé ce dernier avec des quantités connues d'ammoniaque ou de combinaisons azotées, ni fait une expérience préalable pour déterminer l'azote qu'il contenait.

On se demande comment, dans de telles circonstances, il est possible d'arriver à cette conséquence que les rendements en azote (64 : 40 ou 3 : 2), produits par les avoines blanche ou brune des deux champs d'essais N.<sup>os</sup> 68 et 64, étaient en rapport direct avec la quantité d'azote de ces deux champs ?

Il semble qu'on devrait d'abord connaître la quantité des aliments azotés contenus dans le sol, avant de décider s'ils sont dans un rapport quelconque avec l'azote fourni par la récolte. N'est-il pas possible que le champ N<sup>o</sup> 68 qui a donné 2 d'azote, contenait beaucoup plus d'aliments azotés que le champ N.<sup>o</sup> 64, dont le rendement a été représenté par 3. Si en effet dans le premier, il y avait un manque d'acide phosphorique ou de quelqu'autre élément minéral, il n'est pas à présumer que ce champ pût produire autant de paille et de grain que l'autre, plus riche en éléments minéraux, indispensables à la paille et au grain, et que l'on sait ne pouvoir être remplacés par l'azote.

Toutes ces considérations ne sont point des obstacles pour M. Wolff; sa théorie, qui est vraie en elle-même et ne souffre aucune contradiction, peut bien passer outre.

Cette théorie veut que le sol ne soit jamais dépourvu d'aucun des aliments différents de l'azote, et qu'il les contienne toujours en quantité suffisante. Un rendement inégal provient toujours d'un inégal apport d'azote.

Puisque les champs N.<sup>os</sup> 68 et 64 ont fourni dans la récolte un rendement inégal d'azote (2 : 3), cela prouve naturellement, d'après M. Wolff, que le sol *devait* aussi renfermer, dans le même rapport, des aliments azotés.

Ainsi la démonstration est parfaitement simple :

Le rapport des rendements en azote , dont il fallait rechercher la cause , est considéré comme la preuve que l'azote est fourni par le sol. M. Wolff explique l'inégalité des rendements par le rapport 2 à 3 des aliments azotés que contenaient les deux champs , et cette même inégalité des rendements lui sert à prouver que les deux champs contenaient de l'azote dans la proportion de 2 à 3 !

Je serais entraîné trop loin , si je voulais continuer de la sorte à soumettre à une analyse rigoureuse les expériences que le docteur Wolff a fait connaître dans le petit ouvrage déjà cité , dans la 2.<sup>e</sup> livraison du Journal de l'agriculture allemande , page 33 , et même dans des écrits antérieurs. Ce qui précède suffira pour mettre en évidence l'obstination d'un esprit dominé par une fausse manière de voir.

Mon honorable ami , M. le docteur Stœckhardt , de Tharand , qui , comme l'on sait , s'est fait une réputation méritée par son enseignement de la chimie appliquée à l'agriculture , se distingue avec M. le docteur Wolff , parmi les chimistes agriculteurs , par son zèle pour la propagation de la théorie de l'azote. Je crois que la route dans laquelle il s'est engagé , relativement à la susdite théorie , est une voie d'erreurs , et j'espère qu'il me pardonnera si j'appelle son attention sur l'abîme où le conduit l'illusion trompeuse de cette théorie , et dans lequel il risque d'engloutir son activité , ses services , tout son temps et ses forces.

Comme la théorie de l'azote , ainsi qu'on en peut juger dès à présent , repose sur une mauvaise interprétation des premiers principes de l'agriculture pratique , il devait nécessairement advenir que l'expérience pratique serait en contradiction manifeste avec l'hypothèse de la toute puissance de l'azote.

Les rendements *très-inégaux* , produits par différents engrais contenant la *même quantité* d'azote ne furent pas de sérieux obstacles pour les partisans de la théorie ; *ces messieurs imaginèrent pour ces engrais divers degrés dans leur faculté d'assimilation , et contentèrent ainsi les agriculteurs.*

Mais ce qui méritait d'être particulièrement examiné, c'est la raison pour laquelle, au dire des agriculteurs, le guano n'a que peu ou point d'action dans le nord de l'Allemagne, le Mecklembourg et la Poméranie. M. Stœckhardt se livra à cet examen (l'Agriculteur chimiste, 1856, N.º 2, page 140) : il semblait tout-à-fait étrange que la pratique se permit de contredire la théorie.

« Comme chimiste, je devais trouver incompréhensible et invraisemblable que les mêmes éléments qui donnent au fumier d'écurie toute son activité, ne produisissent pas d'effet sous une forme plus propre d'assimilation, le guano, dans les contrées mêmes où l'engrais d'écurie est efficace. » (Stœckhardt).

Par les *mêmes éléments*, le docteur Stœckhardt n'entend parler ici que de l'azote, car il est évident que la grande différence entre les autres éléments du guano (excréments d'oiseaux ou d'animaux carnivores), et ceux de fumier d'écurie (excréments d'herbivores et débris organiques) lui était parfaitement connue.

Après quelques remarques isolées sur le climat, sur le sol, sur le résultat de l'engraissement par le guano dans le Neumark, à Bentfeld dans le Holstein, à Backhorst et Grosznodsee, et enfin sur quelques mauvaises espèces de guano, le docteur A. Stœckhardt arrive à la conclusion suivante :

« *Demande* : Pourquoi le guano n'a-t-il ainsi pas d'action dans l'Allemagne du nord ?

» *Réponse* : On demandait un jour à Plutarque pourquoi les poulains qui ont été poursuivis par un loup devenaient meilleurs coureurs que les autres. — *Parceque*, répondit le philosophe, *cela n'est peut être pas vrai !* — Je pense, dit le docteur Stœckhardt, que cette réponse peut s'appliquer parfaitement à la question précédente. »

Pour ma part je ne trouve pas que cette réponse soit d'une aussi juste application, et je ne crois pas non plus que les cultivateurs Mecklembourgeois, dont les champs n'ont éprouvé du guano, que peu ou point d'effet, considèrent cette explication comme une recherche profondément scientifique, et en aient à l'auteur une grande reconnaissance.

« Dix à douze livres d'urine de bétail bien nourri contiennent autant d'azote qu'une livre de guano du Pérou, et devraient *par conséquent être aussi efficaces*, dans leur plus important effet, qu'une livre de ce dernier, ainsi que je l'ai dit souvent dans mes discours et dans mes écrits. » (Stœckhardt, a. a. . page 100).

« Cette assertion, continue le docteur Stœckhardt, appliquée par extension au purin, a rencontré de très vives contradictions parmi les praticiens. » (page 100.)

M. Stœckhardt chercha dans l'analyse chimique de l'urine de bétail et du purin, l'explication de l'inégalité de leurs effets, et il résolut la question de la façon suivante :

« *Demande : Pourquoi faut-il, non pas 10 à 12, mais au moins 3 à 400 livres de purin pour produire autant d'effet qu'une livre de guano?* »

« *Réponse : Parceque le purin n'est presque autre chose que de l'urine homœopatiquement étendue d'eau !* »

L'agriculteur pratique s'imagine sans doute que l'opinion du docteur Stœckhardt repose sur des faits incontestables, et, qu'avant de l'énoncer, le docteur a recherché et découvert, par une série d'essais, le rapport des effets de l'urine, du guano et du purin, que par conséquent 10 à 12 livres d'urine répandues sur une surface déterminée de terre, donnent autant de grain et de paille ou de tout autre produit qu'une livre de guano, et que le même effet exige 3 à 400 livres de purin ; qu'enfin 10 à 12 livres d'urine contiennent réellement autant d'azote qu'une livre de guano, et que 3 à 400 livres de purin. En admettant ce qui précède, on serait porté à regarder comme tout-à fait décisives les recherches de M. Stœckhardt, dont le résultat peut se formuler ainsi : l'effet du guano, de l'urine et du purin est en rapport direct avec leur contenance en azote, et dans l'urine et le purin en rapport inverse avec la proportion d'eau ! Une telle conclusion méritait bien quelques recherches.

Mais toutes les suppositions précédentes ne sont qu'illusions. M. le docteur Stœckhardt ne sait absolument rien relativement à l'effet de

l'urine comparée au guano ; il n'a fait aucune expérience pour savoir si l'urine , qui ne contient que peu ou point d'acide phosphorique , a le même mode d'action que le guano qui est riche en phosphate , et qu'elle est la quantité d'urine capable de produire autant d'effet qu'une livre de guano. Le docteur Stœckhardt a fait tout aussi peu d'essais sur le mode d'action du purin ; il n'a pas recherché qu'elle était la quantité de ce dernier équivalente à une livre de guano ; il n'a pas démontré que 3 à 400 livres de purin agissent comme 10 à 12 livres d'urine , enfin il n'a pas prouvé que ces 3 ou 400 livres contiennent autant d'azote qu'une livre de guano ou 10 à 12 livres d'urine de bétail !

Ces questions , les seules importantes pour l'agriculture pratique , n'ont pas même été effleurées par l'expérimentation.

Ce que le cultivateur a appris , *c'est que le purin n'est que de l'urine étendue d'eau*. Il n'était pas besoin de tant de considérations pour arriver à un tel résultat. Le cultivateur le connaissait avant le chimiste et mieux que lui , car il laissait pleuvoir sur son fumier ou y ajoutait de l'eau.

Lorsqu'en contradiction avec la théorie , le cultivateur prétend que le guano opère plus activement que le purin , il n'entend pas dire évidemment qu'une quantité quelconque de purin ne puisse produire autant d'effet qu'une quantité déterminée de guano , mais bien que le guano se comporte en général autrement. M. le docteur Stœckhardt applique les contradictions à la quantité , et recommande d'employer plus de purin , dont il ignore lui-même l'effet. Un jouet appelé *pèse-purin* aidera fort peu l'agriculture.

La *description chimique de la végétation de l'avoine*, par Stœckhardt (l'Agriculteur chimiste, 1855. N.º 2, page 117, et N.º 3, pages 129 et suivantes), est un véritable abus de l'analyse élémentaire. Dans cette publication, il essaye de mesurer l'action de différents engrais , guano , poussière d'os et salpêtre du Chili (matières dont il ignore et n'a pas recherché , pour ce cas particulier, la contenance en azote), d'après le rendement en azote qu'il a obtenu des racines , des tiges et des panicules de l'avoine par une analyse élémentaire des plus

négligées et des plus incomplètes. Il suffit, je pense, de dire ici que M. Stæckhardt est parti de cette idée, savoir que : « dans les engrais employés (le guano, la poussière d'os et le salpêtre de Chili), *l'azote est le seul élément, commun à tous, qui doit être pris en considération, qu'à lui seul il faut attribuer l'augmentation obtenue dans la production des plantes.* » (page 136, a, c, O).

Après tout ce que je viens de dire sur la théorie de l'azote, il serait inutile de faire un examen plus approfondi de l'expérimentation dont il s'agit; puisse mon ami Stæckhardt voir dans les ouvrages des autres, par exemple dans l'article du docteur A. Muller (Journal des agriculteurs allemands, 1855, page 168), à quels dangers et à quelle erreur le conduit la voie dans laquelle il s'est engagé, et à quels abus peut entraîner l'imitation.

La matière chimico-agricole de cet article est basée sur une série d'analyses simulées, servant à calculer des aperçus nouveaux; l'ensemble des conséquences est sans aucune portée, et je le regarde comme une parodie inimitable des travaux chimico-agricoles modernes (1).

Le grand nombre d'expériences et de travaux chimico-agricoles, entrepris par les agriculteurs-chimistes, dans les dix dernières années, présentent tous cette particularité que pas un n'a produit un résultat scientifique, qui puisse être réellement de quelque utilité pour l'agriculture pratique. Aucune des nombreuses analyses de ces chimistes n'a donné aux cultivateurs une explication ou un enseignement que celui-ci n'eût pu trouver tout aussi bien sans le secours de la chimie agricole et de ses analyses (2).

---

(1) Le docteur Muller admet que le guano, employé par lui, contenait, pour 100 parties de substances combustibles, une quantité d'azote équivalant à 30 parties d'ammoniaque, supérieure par conséquent à celle contenue dans l'oxalate neutre et le sulfate d'ammoniaque (pour 23, 8 substances combustibles 11 parties d'azote).

Dans la poussière d'os agglutinée, il admet une perte pour l'incinération du cartillage qu'il évalue à 4,6 d'azote!

(2) A cette occasion, je vois avec une vive satisfaction que parmi les jeunes gens à l'instruction chimique desquels j'ai été assez heureux de contribuer, et qui ont consacré leurs forces et leurs connaissances au progrès de l'agriculture, aucun n'appartient aux partisans de la théorie de l'azote.

De toutes les grandes espérances que la chimie avait fait naître, il n'est resté dans l'esprit des cultivateurs que la conviction vague et incertaine d'ailleurs, de l'utilité, peut-être de la nécessité de la chimie.

Une autre cause de ce résultat déplorable, c'est que les hommes qui dès l'origine ont entrepris d'accorder la science avec la pratique n'ont pas su interpréter convenablement les principes de la science, et ne possédaient pas une connaissance exacte de la pratique et de ses besoins. Croyant ne pouvoir attaquer directement les notions fausses et erronées de plusieurs agriculteurs empiriques qui font peu de cas de la science, et s'imaginant qu'ils gagneraient mieux ces derniers en partageant leurs préjugés, ils agirent donc, non pas avec la conscience de leurs forces, mais avec le sentiment de leur faiblesse. S'ils avaient pu présenter à ces cultivateurs, au lieu de l'erreur, la vérité, à la place d'une vaine science la science véritable, basée sur de solides fondements, et en opposition avec des préjugés, des rectifications réelles et certaines, avec quelle rapidité n'auraient-ils pas convaincu, même les plus récalcitrants. Mais dans la plupart des cas, ils firent tourner au profit des empiriques qui avaient si peu d'estime pour eux, le bon sens et la logique, et renoncèrent ainsi à l'approbation et à l'appui de la meilleure partie des cultivateurs éclairés, lesquels ne s'opposaient pas dans le principe au progrès, mais qui ont fini par n'avoir que du dédain pour tout cet étalage vain et inutile d'analyses chimiques et de résultats numériques.

La tâche de la chimie agricole était d'épargner des tâtonnements à la pratique, dépourvue de principes, et d'abrégier la durée de l'expérience, au lieu de couvrir, en l'élargissant, la route de nombres inutiles; elle fit ainsi manquer le but essentiel de la science, savoir : *la domination raisonnée du cultivateur sur ses champs.*

L'expérience de l'agriculture pratique est et doit être le minéral dont il appartient à la science d'extraire le noble métal en le séparant de sa gangue pierreuse. Mais ce fut une grande faute de faire au préjudice de la science, sans un examen approfondi, une concession aux

opinions des empiriques, et de leur accorder la prédominance sur les lois de la nature.

Mais seize ans sont un court espace de temps pour mettre en lumière des opinions primitivement obscures, et toute la justesse de leur application; si le caractère de toute période de transformation est un conflit d'opinions opposées, on jugera de la vérité de la théorie de l'azote d'après sa défense.

L'évidence de la vraie doctrine se manifesterá par ses progrès; celle qui est fondée sur la nature croítra et se fortifiera parcequ'elle a de profondes racines; celle qui ne repose que sur des opinions ne peut que varier: nous reconnátrons l'une et l'autre á leurs fruits

DE LA THÉOLOGIE ET DE LA PHILOSOPHIE

EN SCIENCE DE LA VIE

