

Hommage de l'Autour



RECHERCHES
PRATIQUES ET EXPÉRIMENTALES
SUR
L'AGRONOMIE

PAR
J. REISET
CORRESPONDANT DE L'INSTITUT DE FRANCE.

Avec six planches.

PARIS
J.-B. BAILLIÈRE ET FILS
LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DE MÉDECINE
Rue Hautefeuille, 19.

Londres | **New-York**
Hippolyte Baillière, 219, Regent street | Baillière brothers, 440, Broadway
MADRID, C. BAILLY-BAILLIÈRE, PLAZA DEL PRINCIPE ALFONSO, 16.

1863



EXPÉRIENCES

SUR LA PUTRÉFACTION

ET SUR

LA FORMATION DES FUMIERS.

(Janvier 1856.)

La décomposition spontanée des matières végétales et animales privées de vie, la fermentation, la putréfaction, sont les moyens puissants que la nature met sans cesse en œuvre pour dégager et rendre libres les éléments qui doivent, sous unenouvelle forme, concourir à la vie des végétaux et des animaux. Le carbone, l'hydrogène, l'oxygène, l'azote, ne se détachent des êtres désorganisés par la mort que pour rentrer de nouveau dans cet admirable système de circulation. C'est là un des plus grands phénomènes naturels que la science moderne a maintenant les moyens d'observer et de suivre dans ses différentes phases. Les fumiers, les terreaux, les houilles, les lignites, les tourbes, sont les produits fixes et immédiatement utiles de ces transformations qui, sous l'influence d'une décomposition lente, s'accomplissent chaque jour sur de grandes proportions, soit au contact de l'air, soit à l'abri de l'air, au sein même de la terre et des eaux.

D'un autre côté, des produits gazeux prennent nais-

sance pendant la décomposition lente des matières organisées. L'étude et l'analyse de ces gaz fourniraient de précieuses indications sur la marche du phénomène de la putréfaction. Au nombre des questions intéressantes que soulève cette étude, se place en première ligne celle de savoir ce que devient l'azote des matières en voie de putréfaction ou de décomposition lente. L'azote contenu primitivement dans ces matières se retrouve-t-il tout entier sous forme de sels ammoniacaux, de nitrates, de produits azotés fixes, ou bien cet élément, devenant libre et prenant la forme gazeuse, retourne-t-il dans l'atmosphère ? Les expériences que j'ai l'honneur de soumettre aujourd'hui au jugement de l'Académie ont pour but d'apporter quelque lumière sur cette question.

La méthode expérimentale que nous avons adoptée avec M. Regnault pour nos recherches *Sur la respiration des animaux*, s'applique de tous points à l'étude du phénomène de la putréfaction. L'appareil décrit alors dans notre mémoire (1) remplit toutes les conditions convenables pour permettre d'observer jour par jour les progrès de cette désorganisation qui met en mouvement jusqu'aux dernières molécules de la matière.

Je rappellerai succinctement que cet appareil se compose de trois parties essentielles : 1° d'une cloche de verre dans laquelle on place la matière en voie de putréfaction ; 2° d'un condenseur de l'acide carbonique formé ; 3° d'un appareil qui remplace constamment l'oxygène

(1) *Annales de chimie et de physique*, 3^e série, t. XXVI.





absorbé. Une masse de fumier ou de viande peut ainsi séjourner pendant plusieurs semaines dans un volume d'air limité, dans des circonstances telles, que le jeu même des appareils tend à ramener cet air à la composition de l'air normal.

Il est important de faire remarquer encore que les conditions de température et de pression peuvent être facilement réglées de manière qu'à la fin d'une expérience, au moment de procéder à la prise du gaz à analyser, l'air renfermé dans l'appareil présente rigoureusement le même volume qu'au commencement. On comprend que si, pendant la putréfaction d'une matière organique azotée, il ne s'absorbe que de l'oxygène, et s'il ne se dégage que de l'acide carbonique, l'air de la cloche présentera encore à la fin de l'expérience la composition de l'air normal ; si, au contraire, il y a dégagement d'azote, on trouvera dans cet air une quantité d'oxygène moins considérable : c'est d'ailleurs un fait que l'analyse eudiométrique décidera nettement.

PREMIÈRE SÉRIE D'EXPÉRIENCES.

Formation des fumiers, putréfaction de la viande au contact de l'air.

- *Expérience n° 1.* — Dans la grande cloche de 40 litres, on a introduit une masse de fumier pesant environ 8 kilogrammes et disposée préalablement sous forme de pyramide dans un large vase de faïence. Ce fumier, peu consommé, se composait presque en totalité de crottin de cheval mélangé de débris de paille.



On a interposé plusieurs couches de craie dans la masse du fumier, qui a été en outre fortement arrosé avec de l'eau. Avant de commencer l'expérience, l'appareil, muni de ses différents tubes et robinets, était soumis à des épreuves donnant toute sécurité sur la solidité des fermetures ; puis un courant d'air rapide était établi dans la cloche au moyen d'une puissante machine pneumatique.

Durée de l'expérience, six jours ; volume de l'oxygène fourni, 39^{lit.},5 ; air normal au début de l'expérience ; température, 14 degrés. 100 volumes de l'air recueilli à la fin contiennent :

Acide carbonique.	0,54
Oxygène	19,30
Azote	80,16
	<hr/>
	100,00

On n'a pas trouvé de gaz combustibles.

L'azote en excès est de 1 pour 100.

Expérience n° 2. — Cette expérience, qui est la continuation et la suite de celle qui précède, commence immédiatement après la prise du gaz, l'air de la cloche contenant alors, comme nous venons de le dire : acide carbonique, 0,54 ; oxygène, 19,30 ; azote, 80,16.

Le volume de l'oxygène fourni est de 49^{lit.},5 environ ; durée de l'expérience, dix jours ; température, 14 degrés. 100 volumes de l'air recueilli à la fin contiennent :

Acide carbonique	0,34
Oxygène.	47,91
Azote	81,75
	<hr/>
	100,00



On n'a pas trouvé de gaz combustibles.

L'azote en excès est de 1,59 pour 100.

Expérience n° 3. — Même masse de fumier ; aucun changement dans la disposition de l'appareil ; air normal au commencement de l'expérience ; température, 12 degrés. 100 volumes d'air recueilli à la fin contiennent :

Acide carbonique.	0,10
Oxygène.	48,20
Azote	81,70
	100,00

Durée de l'expérience, vingt-six jours ; volume de l'oxygène fourni, 103^{lit.},4. On n'a pas trouvé de gaz combustibles.

L'azote en excès est de 2,6 pour 100.

Expérience n° 4. — Une nouvelle couche de fumier de cheval est disposée dans la grande cloche, de manière à laisser circuler l'air au centre même de la masse. Le poids du fumier est de 40 kilogrammes environ ; on ajoute une certaine quantité de craie délayée dans l'eau. Durée de l'expérience, vingt et un jours ; volume de l'oxygène fourni, 154 litres ; air normal au commencement ; température, 12 degrés. 100 volumes de l'air recueilli à la fin contiennent :

Acide carbonique.	0,72
Oxygène.	47,38
Azote	81,90
	100,00

On n'a pas trouvé de gaz combustibles.

L'azote en excès est de 2,8 pour 100.



Expérience n° 5. — Même masse de fumier ; aucun changement dans l'appareil ; air normal au commencement de l'expérience ; température, 22 degrés. 100 volumes de l'air recueilli à la fin contiennent :

Acide carbonique.	0,23
Oxygène	48,85
Azote	80,92
	<hr/>
	100,00

On n'a pas trouvé de gaz combustibles. Durée de l'expérience, seize jours ; volume de l'oxygène fourni 51^{lit.},40.

L'azote en excès est de 1,8 pour 100.

Expérience n° 6. — Dans le grand appareil transporté à la campagne et monté à nouveau, on a disposé une couche de 10 kilogrammes environ d'un bon fumier de ferme mélangé de fumier de cheval et de mouton ; l'air pouvait circuler de toutes parts ; on avait ajouté, dans la masse du fumier, de la marne en petits morceaux. Durée de l'expérience, vingt-trois jours ; volume de l'oxygène fourni, environ 104 litres ; air normal au commencement de l'expérience ; température, 24 degrés. 100 volumes de l'air recueilli à la fin contiennent :

Acide carbonique.	0,39
Oxygène	48,83
Azote	80,78
	<hr/>
	100,00

On n'a pas trouvé de gaz combustibles.

L'azote en excès est de 1,7 pour 100.



Expérience n° 7. -- Dans une cloche de 8 litres environ de capacité, sont placées sur un petit bâti en bois, des tranches de viande de bœuf; entre ces tranches, on a interposé d'assez gros morceaux de craie. Le poids de la viande est de 1500 grammes. Durée de l'expérience, trente-trois jours; volume de l'oxygène fourni, 27^{lit.},6; air normal au commencement de l'expérience; température, 15 degrés. 100 volumes de l'air recueilli à la fin contiennent :

Acide carbonique.	0,37
Oxygène.	42,37
Azote	87,26
	<hr/>
	100,00

On n'a pas trouvé de gaz combustibles.

L'azote en excès est de 8,1 pour 100.

La viande était dans un état de putréfaction bien caractérisée; une coloration d'un vert livide s'étendait sur une grande partie de la masse devenue gluante; son odeur était infecte.

Expérience n° 8. — Pendant un mois après l'expérience n° 7, cette même viande, déjà putréfiée, a été abandonnée dans la cloche qui est restée mastiquée dans sa rainure. On a alors de nouveau monté l'appareil pour étudier les produits gazeux formés pendant cette période de putréfaction avancée.

Au moyen d'une forte pompe aspirante et foulante, on a fait circuler dans la cloche plus de 150 litres d'air. La masse de viande putréfiée se trouvait donc dans l'air normal au commencement de l'expérience.



La température fut maintenue à 23 degrés. 100 volumes de l'air recueilli à la fin contiennent :

Acide carbonique.	4,40
Oxygène.	46,83
Azote	82,07
	<hr/>
	100,00

On n'a pas trouvé de gaz combustibles.

Durée de l'expérience, dix-sept jours; volume de l'oxygène fourni, 8 litres environ.

L'azote en excès est de 2,9 pour 100.

Expérience n° 9. — Dans un appareil en tout semblable à celui ayant servi à étudier la respiration des petits animaux et des insectes, on a placé 30 grammes de viande de bœuf coupée en longs filaments et disposée sur une espèce de gril en verre; l'air de l'appareil, dont le volume est de 900 centimètres cubes environ, peut ainsi circuler de toutes parts. Durée de l'expérience, douze jours; volume de l'oxygène fourni, 1025 centimètres cubes; air normal au commencement; température, 22 degrés. 100 volumes de l'air recueilli à la fin contiennent :

Acide carbonique.	0,13
Oxygène.	44,28
Azote	85,59
	<hr/>
	100,00

On n'a pas trouvé de gaz combustibles.

L'azote en excès est de 6,5 pour 100.

La viande, entièrement putréfiée à la fin de l'expé-



rience, avait pris une couleur noire, son odeur était fétide; l'absorption de l'oxygène, très rapide dans les premiers jours de l'expérience, s'est ralentie peu à peu, au point de devenir presque nulle.

Expérience n° 10. — Dans la cloche de 8 litres, on a placé environ 5 kilogrammes d'un fumier de ferme très consommé et réduit à l'état de *beurre noir*. Un vase de verre à large ouverture contenait cette masse de fumier, très humide, très compacte et plongeant en grande partie dans l'eau.

Durée de l'expérience, sept jours; volume de l'oxygène fourni, 6 litres; air normal au commencement de l'expérience; température, 25 degrés. 100 volumes de l'air recueilli à la fin contiennent :

Acide carbonique.	0,43
Hydrogène protocarboné.	7,44
Azote	92,43
	<hr/>
	100,00

On n'a pas trouvé d'oxygène. L'hydrogène protocarboné analysé était parfaitement pur.

L'azote en excès est de 13,3 pour 100.

Expérience n° 11. — Même disposition dans l'appareil; air normal au commencement de l'expérience; température, 24 degrés. 100 volumes de l'air recueilli à la fin contiennent :

Acide carbonique.	4,92
Oxygène.	4,57
Hydrogène protocarboné.	8,54
Azote	84,97
	<hr/>
	100,00

Durée de l'expérience, neuf jours; volume de l'oxygène fourni, 12 litres environ.

L'azote en excès est de 5,87 pour 100.

Expérience n° 12. — Même fumier, même disposition de l'appareil. Durée de l'expérience, neuf jours; volume de l'oxygène fourni, environ 14 litres; air normal au commencement de l'expérience; température, 22°,5. 100 volumes de l'air recueilli à la fin contiennent :

Acide carbonique	2,35
Oxygène	2,64
Hydrogène protocarboné	4,55
Azote	93,46
	<hr/>
	100,00

L'azote en excès est de 14,3 pour 100.

Des expériences qui précèdent, on peut tirer les conclusions suivantes :

Les matières organiques en voie de décomposition ou de putréfaction, au contact de l'air, absorbent une quantité considérable d'oxygène et produisent de l'acide carbonique.

La quantité d'oxygène qui a disparu étant exactement connue, et l'acide carbonique dégagé se dosant par l'analyse de la dissolution de potasse placée dans l'appareil condenseur, on peut déterminer rigoureusement le rapport qui existe entre la quantité d'oxygène consommée et la quantité d'oxygène employée à produire de l'acide carbonique.

L'acide carbonique produit pendant ces combustions

lentes contient au moins les 90 centièmes de l'oxygène consommé.

Dans l'expérience n° 4, le fumier de cheval absorbe 209 grammes d'oxygène. On retrouve 192 grammes de cet oxygène dans l'acide carbonique produit ; 17 grammes d'oxygène ont donc été employés autrement qu'à faire de l'acide carbonique. Ce qui donne pour 100 d'oxygène absorbé :

94,80 employés à faire de l'acide carbonique,
<u>8,20</u> fixés autrement.
100,00

Dans l'expérience n° 7, pendant la putréfaction de la viande, on a trouvé que pour 100 d'oxygène absorbé il y en a eu 98,80 employés pour faire de l'acide carbonique, tandis que les autres produits de l'oxydation n'ont fixé que 1,19 d'oxygène.

Les sels ammoniacaux, les nitrates, les matières azotées fixes qui peuvent prendre naissance pendant la combustion lente ou la putréfaction des matières organiques azotées ne représentent pas tout l'azote contenu primitivement dans ces matières.

La formation des fumiers, la putréfaction de la viande, au contact de l'air, sont toujours accompagnées d'un dégagement très notable d'azote à l'état gazeux.

Aucun gaz combustible ne se produit lorsque la putréfaction s'effectue dans un milieu contenant une suffisante proportion d'oxygène.

La décomposition d'un fumier en partie plongé sous l'eau a donné lieu à un dégagement abondant d'hydro-

gène protocarboné et d'azote : en se reportant aux expériences qui ont fourni ces curieux résultats, on verra que l'air puisé dans la cloche ne contenait que peu ou point d'oxygène. Il est intéressant de voir que dans ce cas, l'azote peut encore se dégager à l'état de gaz.

Je ferai remarquer que dans toutes ces expériences j'ai eu soin d'ajouter des carbonates terreux pour faciliter la formation de nitrates, et que, néanmoins, le dégagement de l'azote l'a emporté de beaucoup sur la fixation de ce gaz, en admettant qu'elle ait eu lieu.

Dans une seconde série d'expériences, j'ai suivi l'étude de la putréfaction et de la formation des fumiers, à l'abri du contact de l'air, soit sous une couche d'eau, soit au sein d'une masse de terre. Je puis dire, dès à présent, que dans ces conditions, j'ai toujours observé un dégagement abondant d'hydrogène protocarboné et d'azote, à l'état gazeux.

Dans tous les cas, lorsqu'une matière organique azotée éprouve la décomposition putride, une partie de son azote se dégage à l'état d'azote gazeux. C'est là un fait qui me paraît maintenant tout à fait hors de doute et qui a son importance.

La pratique agricole devra en retirer un enseignement utile pour le meilleur emploi des fumiers qui, on le voit, perdent la plus grande partie de leurs éléments fertilisants par une fermentation trop longtemps prolongée.

Le cultivateur aurait un véritable intérêt à porter et à enfouir, le plus promptement possible, ses fumiers dans la terre. Il éviterait l'élévation de température qui, se développant au milieu de masses de fumier amon-



celées, détermine de véritables combustions, et il ne laisserait pas ainsi amoindrir en pure perte la quantité et la richesse des engrais de son exploitation.

Dans une série de recherches entreprises en Angleterre pour décider si l'azote qui est à l'état gazeux dans l'air atmosphérique est directement assimilable par les végétaux, MM. Lawes, Gilbert et Pugh annoncent qu'ils ont fait de nombreuses expériences, dans le but de déterminer s'il y a émission d'azote pendant la destruction des matières organiques azotées.

Ces recherches, publiées le 21 juin 1860 dans les *Proceedings of the Royal Society*, sont reproduites dans l'ouvrage de M. Boussingault : *Agronomie, chimie agricole et physiologie* (t. II, p. 347).

Je tiens à transcrire ici quelques-uns des résultats obtenus par MM. Lawes, Gilbert et Pugh, et je le fais avec d'autant plus de plaisir, que ces résultats s'accordent entièrement avec ceux fournis par mes expériences personnelles, fondées sur une méthode tout à fait différente. Les chimistes anglais paraissent les avoir ignorées, quoiqu'elles aient été publiées en janvier 1856 dans les *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, t. XLII, p. 53.

« Dans la première série, comprenant six observations, du froment, de l'orge, de la farine de féverole, ont été mêlés séparément à de la pierre ponce, à de la terre calcinée, et abandonnés durant plusieurs mois à la décomposition dans un courant d'air, avec une disposition propre à recueillir l'ammoniaque émise et à la

doser. Le résultat a été que, dans cinq cas sur six, il y a eu émission plus ou moins prononcée de gaz azote, s'élevant dans deux cas à 12 pour 100 de l'azote contenu dans la substance.

» La seconde série, comprenant neuf observations, a de même été faite avec du froment, de l'orge, des fèves, le sol étant constitué comme précédemment par de la pierre ponce ou de la terre calcinée. Dans plusieurs cas, on a mis les graines entières, elles se sont développées, et les plantes, après leur mort, ont été abandonnées à la décomposition. Dans d'autres, on a fait usage de graines concassées ou moulues. On a continué ces expériences pendant plusieurs mois, pendant lesquels les matières ont perdu de 60 à 70 pour 100 de leur carbone. Dans huit expériences sur neuf, il y a eu émission d'azote libre s'élevant dans la plupart des cas à un septième ou un huitième, et dans un cas à 40 pour 100 de l'azote constituant de la substance. La décomposition de la matière organique a toujours été très complète, et la proportion de carbone perdu a été relativement uniforme. Il paraît d'après cela que si, dans de rares circonstances, il peut ne pas y avoir émission d'azote pendant la décomposition des matières organiques azotées, le plus ordinairement la perte peut être très considérable; c'est là, il faut le remarquer, un fait important, en ce qu'il touche à l'aménagement des fumiers dans les fermes. »

Ces conclusions sont, on le voit, absolument conformes à celles que j'ai déduites, moi-même, de mes expériences.



LIBRAIRIE J.-B. BAILLIÈRE ET FILS,

CHAUVEAU (A.). **Traité d'anatomie comparée des animaux domestiques**, par A. CHAUVEAU, chef des travaux anatomiques de l'École impériale vétérinaire d'Alfort. Paris, 1857, 1 vol. in-8 de 838 pages, avec 207 figures intercalées dans le texte dessinées d'après nature. 14 fr.

COLIN (G. C.). **Traité de physiologie comparée des animaux domestiques**, par G. C. COLIN, professeur à l'École impériale vétérinaire d'Alfort. Paris, 1854-1856, 2 forts vol. in-8 de 800 pages, avec 114 figures intercalées dans le texte. 18 fr.

DAVAINE. **Traité des entozoaires et des maladies vermineuses de l'homme et des animaux domestiques**, par le docteur C. DAVAINÉ, membre de la Société de Biologie, lauréat de l'Institut. Paris, 1860, 1 fort vol. in-8 de 950 pages, avec 88 figures intercalées dans le texte. 12 fr.
Ouvrage couronné par l'Institut de France.

GODRON. **De l'espèce et des races dans les êtres organisés**, et spécialement de l'unité de l'espèce humaine, par D. A. GODRON, docteur en médecine et docteur ès-sciences, professeur à la Faculté des sciences de Nancy. Paris, 1859, 2 vol. in-8. 12 fr.

LEBLANC ET TROUSSEAU. **Anatomie chirurgicale des principaux animaux domestiques**, ou Recueil de 30 planches représentant : 1° l'anatomie des régions du cheval, du bœuf, du mouton, etc., sur lesquelles on pratique les opérations les plus graves ; 2° les divers états des dents du cheval, du bœuf, du mouton, du chien, indiquant l'âge de ces animaux ; 3° les instruments de chirurgie vétérinaire ; 4° un texte explicatif, par U. LEBLANC, médecin vétérinaire, ancien répétiteur à l'École vétérinaire d'Alfort, et A. TROUSSEAU, professeur à la Faculté de Paris. Paris, 1828, grand in-fol. composé de 30 planches gravées et coloriées avec soin. 42 fr.

Cet atlas est dessiné par Chazal, sur des pièces anatomiques originales, et gravé par Ambr. Tardieu.

PAULET ET LEVEILLÉ. **Iconographie des champignons**, de PAULET. Recueil de 217 planches dessinées d'après nature, gravées et coloriées, accompagné d'un texte nouveau présentant la description des espèces figurées, leur synonymie, l'indication de leurs propriétés utiles ou vénéneuses, l'époque et les lieux où elles croissent, par J. H. LEVEILLÉ, docteur en médecine. Paris, 1855, 1 vol. in-folio de 135 pages, avec 217 planches coloriées, cartonné. 170 fr.

Séparément le texte, par M. Leveillé, petit in-folio de 135 pages. 20 fr.

PLÉE. **Glossologie botanique**, ou Vocabulaire donnant la définition des mots techniques usités dans l'enseignement. Appendice indispensable des livres élémentaires et des traités de botanique, par F. PLÉE, auteur des *Types des familles des plantes de France*. Paris, 1854, 1 vol. in-12. 1 fr. 25