

### CHAPITRE TROISIÈME.

DES MATIÈRES MINÉRALES CONTENUES DANS LES PLANTES. —  
LEUR ORIGINE. — COMPOSITION DE LA SÈVE.

Lorsqu'on brûle une plante, il reste toujours un résidu désigné communément sous le nom de cendre. Toutes les parties d'un végétal donnent, en proportions d'ailleurs fort diverses, un semblable résidu. A poids égal et au même degré de dessiccation, les plantes herbacées laissent plus de cendres que les végétaux ligneux (1). Dans un arbre, le tronc en donne plus que les branches, et ces dernières moins que les feuilles (2). Le résidu laissé par la combustion est composé de sels alcalins à bases de potasse et de soude, de phosphates terreux et métalliques, de chaux et de magnésie caustique ou carbonatée, de silice, d'oxydes de fer et de manganèse; on y rencontre encore plusieurs autres matières, mais en quantité assez minime pour pouvoir être négligées.

Les principes qui se rencontrent le plus fréquemment dans les cendres des végétaux se retrouvent constamment dans le terreau. Le sol exerce la plus

(1) Kirwan, *Mémoires sur les engrais; Mémoires de la Société d'Irlande*, t. V, p. 129.

(2) Pertuis, *Annales de Chimie*, 1<sup>re</sup> série, t. XIX.

grande influence sur la nature et la quantité des matières salines et terreuses qui restent après la combustion des plantes. Celles qui croissent sur un terrain dérivé de roches siliceuses donnent des cendres plus riches en silice que celles qui se sont développées dans un terrain calcaire. Mais, selon de Saussure, la qualité de l'engrais influe d'une manière encore plus prononcée que la constitution géologique du sol. D'après cet observateur, des plantes de même espèce, venues sur du sable calcaire et sur du sable granitique, si elles ont été amendées avec le même fumier, contiennent des cendres semblables; et les espèces différentes, bien que cultivées dans la même terre, ne renferment pas les principes de leurs cendres, dans le même rapport (1).

(1) Saussure, *Recherches chimiques, etc.*, p. 283.

0.000		Bois en fleurs
0.001		Bois en fleurs
0.002		Bois en fleurs
0.003		Bois en fleurs
0.004		Bois en fleurs
0.005		Bois en fleurs
0.006		Bois en fleurs
0.007		Bois en fleurs
0.008		Bois en fleurs
0.009		Bois en fleurs
0.010		Bois en fleurs
0.011		Bois en fleurs
0.012		Bois en fleurs
0.013		Bois en fleurs
0.014		Bois en fleurs
0.015		Bois en fleurs
0.016		Bois en fleurs
0.017		Bois en fleurs
0.018		Bois en fleurs
0.019		Bois en fleurs
0.020		Bois en fleurs
0.021		Bois en fleurs
0.022		Bois en fleurs
0.023		Bois en fleurs
0.024		Bois en fleurs
0.025		Bois en fleurs
0.026		Bois en fleurs
0.027		Bois en fleurs
0.028		Bois en fleurs
0.029		Bois en fleurs
0.030		Bois en fleurs
0.031		Bois en fleurs
0.032		Bois en fleurs
0.033		Bois en fleurs
0.034		Bois en fleurs
0.035		Bois en fleurs
0.036		Bois en fleurs
0.037		Bois en fleurs
0.038		Bois en fleurs
0.039		Bois en fleurs
0.040		Bois en fleurs
0.041		Bois en fleurs
0.042		Bois en fleurs
0.043		Bois en fleurs
0.044		Bois en fleurs
0.045		Bois en fleurs
0.046		Bois en fleurs
0.047		Bois en fleurs
0.048		Bois en fleurs
0.049		Bois en fleurs
0.050		Bois en fleurs
0.051		Bois en fleurs
0.052		Bois en fleurs
0.053		Bois en fleurs
0.054		Bois en fleurs
0.055		Bois en fleurs
0.056		Bois en fleurs
0.057		Bois en fleurs
0.058		Bois en fleurs
0.059		Bois en fleurs
0.060		Bois en fleurs
0.061		Bois en fleurs
0.062		Bois en fleurs
0.063		Bois en fleurs
0.064		Bois en fleurs
0.065		Bois en fleurs
0.066		Bois en fleurs
0.067		Bois en fleurs
0.068		Bois en fleurs
0.069		Bois en fleurs
0.070		Bois en fleurs
0.071		Bois en fleurs
0.072		Bois en fleurs
0.073		Bois en fleurs
0.074		Bois en fleurs
0.075		Bois en fleurs
0.076		Bois en fleurs
0.077		Bois en fleurs
0.078		Bois en fleurs
0.079		Bois en fleurs
0.080		Bois en fleurs
0.081		Bois en fleurs
0.082		Bois en fleurs
0.083		Bois en fleurs
0.084		Bois en fleurs
0.085		Bois en fleurs
0.086		Bois en fleurs
0.087		Bois en fleurs
0.088		Bois en fleurs
0.089		Bois en fleurs
0.090		Bois en fleurs
0.091		Bois en fleurs
0.092		Bois en fleurs
0.093		Bois en fleurs
0.094		Bois en fleurs
0.095		Bois en fleurs
0.096		Bois en fleurs
0.097		Bois en fleurs
0.098		Bois en fleurs
0.099		Bois en fleurs
0.100		Bois en fleurs

MATIÈRES INSOLUBLES.	SELS ALCALINS.		
Acide carbonique.....	Acide carbonique.....		
Acide phosphorique.....	Acide sulfurique.....		
Silice.....	Acide chlorhydrique.....		
Chaux.....	Silice.....		
Magnésie.....	Potasse.....		
Oxyde de fer.....	Soude.....		
Oxyde de manganèse.....	Eau.....		
Charbon et perte.....			
0,996	n'ont pas été dosés.	CHARME.	0,240
0,996	1,000	CHÈNE.	0,232
1,000	1,000	ÉCORCE DE CHÈNE.	0,080
0,993	1,000	TILLEUL.	0,075
0,992	1,000	BOIS DE SAINTE-LUCIE.	0,240
0,993	1,000	SUREAU A GRAPPES.	0,064
0,991	1,000	ARBRE DE JUDÉE.	0,075
0,968	1,000	NOISETIER.	0,202
1,000	1,000	MURIER DE LA CHINE.	0,226
0,991	n'ont pas été dosés.	MURIER BLANC.	0,080
1,000	0,988	MURIER BLANC.	0,085
1,000	1,000	ORANGER.	0,370
1,000	n'ont pas été dosés.	CHÈNE BLANC.	0,414
1,000	1,000	BOULEAU.	0,310
1,000	1,000	FAUX ÉBÉNIER.	0,190
0,995	1,000	SAPIN.	0,370
1,000	1,000	PAILLE DE FROMENT.	0,012

COMPOSITION DES SELS ALCALINS ET DE LA MATIÈRE INSOLUBLE DES CENDRES, SELON M. BERTHIER.

	FOUGÈRE.	PAILLE DE FROMENT.	PRÊLE (2).	BRUYÈRE.	TANAISIE.	OBSERVATIONS.
Sulfate de potasse.....	0,007	0,004	0,120	0,050	0,033	La fougère a été récoltée à Nemours (Loiret).
Chlorure de potassium.....	traces	0,032	0,114	0,012	0,090	— Sable quarizeux.
Carbonate de potasse.....	»	traces	»	0,098	»	La paille de froment a été récoltée à Puiselot, près Nemours. — Terre forte et calcaire.
Silicate de potasse.....	0,730	0,130	0,505	0,375	0,165	La bruyère a été récoltée à Nemours.
Sulfate de chaux.....	0,248	0,096	0,062	0,280	0,434	La tanaisie a été récoltée à Nemours. — Sol sablonneux d'un jardin.
Phosphate de chaux.....	0,010	0,023	0,022	0,130	0,100	
Magnésie.....	0,005	»	0,030	0,010	0,002	
Oxyde de fer.....	»	»	»	0,014	0,000	
Oxyde de manganèse.....	»	»	»	0,061	0,002	

(1) Berthier, *Traité des essais*, t. I, p. 268.

(2) Analyisée par M. Braconnot.

COMPOSITION DES CENDRES DE DIFFÉRENTES SEMENCES.

PLANTES QUI ONT DONNÉ LES CENDRES.	REMARQUES.	ACIDE carbonique.	ACIDE phosphorique.	ACIDE sulfurique.	CHLORE.	POTASSE.	SOUDE.	CHAUX.	MAGNÈSE.	SILICE.	OXYDES DE FER, de manganèse.	CHARBON et perte.	AUTORITÉS.
Graines de froment. . . . .	Alsace.	0,0	47,0	1,0	trace.	29,5	trace.	2,9	15,9	1,3	0,0	2,4	Boussingault.
— froment. . . . .		«	24,1	36,3	«	25,9	0,4	1,9	6,3	3,4	1,3	0,4	Erdmann.
— froment. . . . .		«	57,3	trace.	trace.	25,8	2,7	1,5	12,1	0,3	0,2	0,1	Pezhold.
— orge. . . . .	Neuchâtel.	«	38,5	0,2	«	43,3	6,5	2,1	8,3	26,7	1,0	3,4	H. Keechlin.
— orge. . . . .		«	16,7	21,8	«	20,9	«	1,7	6,9	29,1	2,9		Erdmann.
— avoine. . . . .	Alsace.	1,7	14,9	1,0	0,5	12,9	«	3,7	7,7	53,3	1,3	3,0	Boussingault.
— maïs. . . . .	Paris.	«	50,1	trace.	trace.	30,8	«	1,3	17,0	0,8	trace.		Letellier.
— millet. . . . .		«	18,2	0,3	0,9	41,4		0,8	7,7	59,8	0,6	0,3	Poleck.
— pois. . . . .		0,8	40,6	0,4	2,0	43,1		4,8	8,1	0,3	trace.		Rammelsberg.
— pois. . . . .	Alsace.	0,5	30,1	4,7	1,1	35,3	2,5	10,1	11,9	1,5	trace.	2,3	Boussingault.
— fèves. . . . .	Alsace.	1,0	34,2	1,6	0,7	45,2	«	5,1	8,6	0,5	trace.	3,1	Boussingault.

— fèves. . . . .	Clèves.	«	37,9	1,3	1,5	20,8	19,0	7,3	8,8	4,0	1,0	»	Bichon.
— haricots. . . . .	Alsace.	3,3	26,8	1,3	0,1	49,1	«	5,8	14,5	1,0	trace.	1,4	Boussingault.
— pavot. . . . .	Neuchâtel.	17,7	37,8	2,0	«	0,8	4,5	28,4	4,3	4,8	«		Sacc.
— chenevis. . . . .			35,0	0,1	trace.	21,7	0,7	26,7	1,0	14,0	0,8		Leuchtweiss.
— colza. . . . .		2,2	46,0	0,5	0,1	25,2	0,0	13,0	14,4	1,1	0,6		Rammelsberg.
— lin. . . . .			40,1	1,0	0,9	25,9	1,3	26,0	0,2	0,9	3,7		Leuchtweiss.
— noix. . . . .		2,9	35,6	2,3	0,5	27,4	«	20,9	7,7	1,2	0,7	0,8	Glasson.
— gland de chêne.	Décortiqué.	44,3	13,7	2,3	0,5	51,7	0,3	5,4	4,5	0,8	0,9	5,6	Kleinschmidt.
— fâines. . . . .	Fruit du hêtre.	3,5	20,8	2,2	0,5	32,7	soude.	24,5	11,6	1,9	2,7		Poleck.
— pin sylvestre. . . . .		«	46,0	«	«	22,4	1,3	1,9	15,1	10,4	3,0		James.
— moutarde noire.		«	35,5	6,8	1,3	12,1	5,5	16,5	13,6	2,6	1,1	5,0	Souchay.
— madia sativa. . . . .		«	51,9	«	«	9,0	10,6	7,3	14,6	«	1,0	5,6	Boussingault.
— trèfle rouge. . . . .		«	33,9	2,3	0,3	39,3	«	0,7	18,5	5,0			Letellier.
— café. . . . .		45,3	12,3	1,2	1,1	50,4	«	8,6	10,0	1,1			Letellier.
— cacao. . . . .		1,0	29,6	4,5	0,2	33,4	«	11,0	17,0	3,3			Letellier.

COMPOSITION DES CENDRES DES PARTIES DE DIVERSES PLANTES.

PLANTES INCINÉREES.	REMARQUES	ACIDE carbonique.	ACIDE phosphorique.	ACIDE sulfurique.	CHLORE.	POTASSE.	SOUDE.	CHAUX.	MAGNÉSIE.	SILICE.	oxydes de FER. de manganèse.	CHARBON et perte.	AUTORITÉS.
Pommes de terre.....	Alsace.	13,4	11,3	7,1	2,7	51,5	trace.	1,8	5,4	5,6	0,5	0,7	Boussingault.
Betteraves champêtres..	Id.	16,1	6,0	1,6	5,2	39,0	6,0	7,0	4,4	8,0	2,5	4,2	Boussingault.
Navets.....	Id.	14,0	6,1	10,9	2,9	33,7	4,1	10,9	4,3	6,4	1,2	5,5	Boussingault.
Feuilles de navets.....		19,5	2,0	4,0	1,9	29,5	3,4	25,5	7,4	6,1	0,5	0,2	Namur.
Topinambour.....	Alsace.	11,0	10,8	2,2	1,6	44,5	trace.	2,3	1,8	13,0	5,2	7,6	Boussingault.
Paille de pois.....		17,4	9,2	7,0	7,2	8,2	12,5	30,5	6,9	0,6	traces.		Boussingault.
Paille de froment.....	Id.	«	4,1	0,9	trace.	15,5	3,1	3,5	trace.	72,4	0,3	0,2	Petzholdt.
Paille de froment.....		«	3,1	1,0	0,6	9,2	0,3	8,5	5,0	67,6	1,0	3,7	Boussingault.
Paille d'avoine.....	Alsace.	3,2	3,0	4,1	4,7	24,5	4,4	8,3	2,8	40,0	2,1	2,9	Boussingault.
Paille de colza.....		16,3	4,8	7,6	19,9	8,1	19,8	20,0	2,6	0,8	traces.		Rammelsberg.

Sainfoin.....	Allemagne.	14,4	21,6	1,3	1,0	5,4	17,0	24,8	6,9	0,9	1,1	5,6	Buch.
Lolium perenne.....	Allemagne.	1,6	11,2	3,5	7,8	32,8	2,3	8,5	3,8	22,4	1,4	4,7	Fleitmann.
Lolium perenne.....	autre localité.	«	13,4	2,6	10,4	8,2	22,4	6,2	«	22,0	1,9	12,9	Fleitmann.
Foin de trèfle rouge....		22,9	3,3	0,8	2,2	12,2	32,2	16,6	6,3	2,0	0,2	1,3	Hossford.
Foin de trèfle rouge....	Alsace.	25,0	6,3	2,5	2,6	26,6	0,5	24,6	6,3	5,3	0,3	«	Boussingault.
Tige de maïs.....	Gratz.	«	11,8	1,0	6,3	14,5	39,9	4,9	4,8	18,9	0,9	«	F. Kruschauer.
Tige de vigne.....	Gratz.	«	16,4	4,5	0,8	34,1	7,6	30,3	4,7	1,5	0,1	«	F. Kruschauer.
Bois de chêne.....	Neufchâtel.	33,5	2,3	0,8	trace.	5,7	3,8	50,6	3,0	0,5	0,4	«	Deninger.
Bois de sapin.....		37,6	2,2	2,0	1,5	3,2	2,1	49,5	1,9	0,5	0,9	«	H. Kœchlin.
Bois du pin sylvestre...	Allemagne.	12,5	2,5	1,6	0,7	2,3	13,7	26,1	16,2	2,5	16,7	5,2	Boettinger.
Canne à sucre et feuilles.	La Trinité.	«	3,8	6,6	2,7	27,3	1,0	9,1	3,7	45,8	«	«	Stenhouse.
Lin (tige).....	Hollande.	13,8	11,1	9,7	3,4	18,4	13,9	18,4	3,0	5,3	3,8	«	R. Kane.
Houblon du commerce..		11,0	14,6	8,3	2,3	19,4	0,7	14,1	5,3	17,9	3,9	2,5	Nesbit.
Sarment de vigne.....	Alsace.	23,0	11,6	1,7	0,1	20,1	0,2	30,5	6,8	0,5	4,2	1,3	Houzeau.

## QUANTITÉ DE CENDRES

CONTENUES DANS LES DIFFÉRENTES PARTIES DES VÉGÉTAUX, SELON  
TH. DE SAUSSURE (1).

NOMS DES PLANTES.	ÉPOQUES DE LEUR RÉCOLTE.	CENDRES DANS LA PLANTE SÈCHE.
Feuilles de chêne.....	10 mai	0,053
Feuilles de chère.....	27 septembre	0,055
Branches de chêne écorcées.....	10 mai	0,004
Écorces des mêmes branches.....		0,060
Bois de chêne séparé de l'aubier.....		0,002
Aubier du même bois.....		0,004
Ecorces du même bois.....		0,060
Liber de l'écorce précédente.....		0,073
Feuilles de peuplier.....	mai	0,066
Feuilles de peuplier.....	septembre	0,093
Tronc de peuplier, sans écorce.....		0,008
Ecorce du tronc de peuplier.....		0,072
Bois de mûrier d'Espagne.....		0,007
Aubier du mûrier.....		0,013
Ecorce du mûrier.....		0,089
Liber de l'écorce précédente.....		0,088
Feuilles de marronnier.....	10 mai	0,072
Feuilles de marronnier.....	23 juillet	0,084
Fleurs de marronnier.....	10 mai	0,071
Marrons en maturité.....	5 octobre	0,034
Pois en fleurs.....		0,095
Les mêmes portant graines.....		0,081
Fèves en fleurs.....		0,122
Plante de fèves portant graines.....		0,066
Plante de fèves séparée des semences.....		0,115
Semences de fèves.....		0,033
Tournesol en fleur.....		0,137
Tournesol portant graines.....		0,093
Paille de froment.....		0,043
Graines de froment.....		0,013
Son.....		0,052
Tiges de maïs, séparées des graines.....		0,084
Graines de maïs.....		0,010
Paille d'orge.....		0,042
Graines d'orge.....		0,018
Graines d'avoine.....		0,031
Feuilles de pin du Jura.....	20 juin	0,029
Idem du Brocken.....	20 juin	0,029
Branches de pin, dépouillées de feuilles.....	20 juin	0,015

(1) Saussure, *Recherches chimiques sur la végétation.*

Toutes ces évaluations de cendres se rapportent à des plantes desséchées pendant quelques semaines dans une étuve chauffée à 25° cent. Par une semblable dessiccation, les plantes sont loin de perdre toute l'eau qu'elles peuvent contenir. Les quantités de cendres indiquées par de Saussure sont donc un peu trop faibles, si on les rapporte aux végétaux secs.

Je présenterai quelques déterminations de cendres, que j'ai eu l'occasion de faire sur les plantes qui entrent le plus communément dans nos cultures. La dessiccation a toujours été exécutée avec soin, dans un bain d'huile chauffé à 110° centigrades (1).

SUBSTANCE DESSÉCHÉE A 110° CENTIGR.	CENDRES CONTENUES.
Paille de froment.....	0,070
Graines de froment.....	0,024
Paille de seigle.....	0,036
Graines de seigle.....	0,023
Paille d'avoine.....	0,051
Graines d'avoine.....	0,040
Pommes de terre.....	0,040
Betterave champêtre.....	0,063
Navets.....	0,076
Topinambours.....	0,060
Tiges ligneuses de topinambours.....	0,028
Pois jaunes.....	0,031
Paille de pois.....	0,113
Foin de trèfle rouge.....	0,077
Foin de prairie.....	0,090
Regain de foin de prairie.....	0,100

Nous devons à M. Berthier les résultats suivants

(1) Boussingault, *Annales de Chimie et de Phys.*, t. I, page 234, 3<sup>e</sup> série.

sur l'incinération de différents bois brûlés dans l'état où on les emploie (1).

DÉSIGNATION DES BOIS.	CENDRES.
Sapin.....	0,0083
Bouleau.....	0,0100
Faux ébénier.....	0,0125
Noisetier.....	0,0157
Mûrier blanc.....	0,0160
Sainte-Lucie.....	0,0160
Sureau à grappes.....	0,0164
Arbre de Judée.....	0,0170
Branches de chêne.....	0,0250
Ecorces de chêne.....	0,0600
Tilleul.....	0,0500
Peuplier, Erable, Bourdenne, Liège.....	0,0020
Buis.....	0,0036
Chêne écorcé, Fusain, Frêne, Aune, Sapin, Pin, Noisetier, Bouleau.....	0,0040
Épine.....	0,0050
Tremble.....	0,0060
Ecorce de chêne.....	0,0120
Bois noir.....	0,0149
Acajou.....	0,0160
Ebène.....	0,0160
Chêne (Fagots).....	0,0220
Fougères.....	0,0450

Comme la connaissance des substances salines peut devenir très-importante dans les applications agricoles, et que d'ailleurs elle complète en quelque sorte les faits relatifs aux phénomènes chimiques de la végétation, je présenterai successivement les résultats obtenus par le savant analyste que je viens de citer, et les travaux plus récents des chimistes qui l'ont suivi dans la voie qu'il a ouverte.

(1) Berthier, *Traité des essais*, t. I, p. 259.

QUANTITÉS DE SELS ALCALINS ET DE MATIÈRES INSOLUBLES CONTENUES DANS LES CENDRES.

	SELS ALCALINS.	MATIÈRES INSOLUBLES.	REMARQUES SUR LE SOL.
Bois de charme du département de la Nièvre.....	0,189	0,811	Argileux, sablonneux et ferrugineux. Sol très-sec; débris de calcaire très-argileux.
Bois de chêne du département du Lot.....	0,120	0,880	
Ecorce de chêne du département de l'Allier.....	0,050	0,750	Grève un peu calcaire. Venu dans le même sol que le tilleul précédent. Crû dans le même sol, dans le même jardin.
Bois de tilleul de Seine-et-Marne.....	0,108	0,892	
Bois de Sainte-Lucie.....	0,160	0,840	Idem. Idem. Idem.
Bois de sureau à grappes.....	0,315	0,685	
Bois de l'arbre de Judée.....	0,190	0,810	Sol calcaire et argileux. Crû en pleine terre.
Bois de noisetier.....	0,154	0,846	
Bois du mûrier de la Chine.....	0,189	0,811	Argile sablonneuse.
Bois du mûrier blanc.....	0,150	0,850	
Bois du mûrier blanc des Bouches-du-Rhône.....	0,250	0,750	De Norwège, provenant d'une planche. Récolée dans une terre forte et calcaire.
Bois d'oranger des Bouches-du-Rhône.....	0,096	0,904	
Bois de chêne blanc, idem.....	0,075	0,925	Sol de sable siliceux, légèrement calcaire.
Bois de bouleau d'Orléans.....	0,160	0,840	
Bois du faux ébénier, Paris.....	0,315	0,685	
Bois de sapin.....	0,500	0,500	
Paille de froment.....	0,090	0,810	
Fanes de pommes de terre.....	0,042	0,958	