

SUR LA COMPOSITION DES SUBSTANCES MINÉRALES
COMBUSTIBLES ;

PAR M. BOUSSINGAULT.

J'ai réuni dans ce Mémoire les résultats d'analyses exécutées au Conservatoire des Arts et Métiers, sur des bitumes, des lignites, des résines fossiles, des houilles et des anthracites rapportés d'Amérique; et comme termes de comparaison, les analyses des mêmes matières recueillies dans diverses localités. Ainsi, je dois à l'obligeance de MM. Daubrée et Fremy d'avoir pu étendre mes recherches sur des échantillons provenant des collections de l'École des Mines et du Muséum.

On a commencé ce travail par l'étude des bitumes de l'Alsace.

Le bitume est extrait à Bechelbronn, par l'ébullition du sable dans l'eau; maintenu ensuite dans une chaudière à une température suffisante pour que les matières terreuses tenues en suspension se déposent; après le refroidissement, il a une consistance visqueuse; sa couleur est brun foncé, c'est la graisse minérale, *stein œl*, qu'on substitue aux corps gras pour atténuer le frottement dans les engrenages, pour lubrifier les essieux des voitures.

L'alcool à 40°, en contact avec ce bitume, prend une teinte jaunâtre, due à une huile qu'on peut séparer par la distillation. En effet, en chauffant le bitume visqueux dans une cornue plongeant dans un bain de paraffine porté à 230°, on retire une substance fluide; mais, par ce moyen, il faut chauffer pendant plusieurs jours pour en obtenir quelques grammes. Afin de s'en procurer une quantité notable, on a mis dans la cucurbite d'un alambic, ayant une capacité de 2^{hlit}, 8^{kg} à 10^{kg} de matière bitumineuse

avec de l'eau qu'on a fait bouillir; la vapeur, condensée dans le serpentín, se rendait dans un récipient florentin. L'huile recueillie, très fluide, étant légèrement colorée, on l'a distillée, après l'avoir laissée en digestion sur du chlorure de calcium; elle a passé incolore. C'est le principe liquide du bitume visqueux, le pétrolène; il possède une faible odeur. A 21° , sa densité était de 0,891. A -12° , il est resté liquide; en le refroidissant jusqu'à près de 100° au-dessous de zéro, par l'intervention de l'acide carbonique congelé, il n'y a pas eu apparition de cristaux; le pétrolène a pris la consistance du miel. Il entre en ébullition à 280° sans éprouver d'altération sensible si l'on opère à l'abri de l'air.

Pour sa composition, on a trouvé :

	I.	II.
Carbone	88,14	88,09
Hydrogène.	11,86	11,91
	<hr/>	<hr/>
	100,00	100,00

C'est la constitution C^5H^4 des essences de térébenthine et de l'huile de copahu, bouillant à 161° et 260° .

Par l'action de l'alcool, le bitume visqueux devient consistant, mais il est difficile de lui enlever toute la partie fluide; la distillation directe, à une chaleur suffisamment élevée, ne donne pas un résultat plus satisfaisant. Le moyen qu'on a employé pour enlever au bitume visqueux la totalité du principe volatil a été de le soumettre à une température de 250° dans l'étuve à bain d'huile de Gay-Lussac, jusqu'à ce que son poids ne diminue plus. L'opération est fort longue, il a fallu chauffer pendant cinquante heures, alors même qu'on n'agissait que sur 2^{sr} de matière étendus sur une grande surface. La substance solide, ainsi préparée, est d'un noir très brillant, à cassure conchoïde, plus dense que l'eau, devenant molle, élastique, quand on la chauffe

à 300° et s'altérant avant d'entrer en fusion. Le bitume visqueux a été soumis à l'analyse :

	Matière.	CO ² .	HO.
	gr	gr	gr
I.	0,357	1,125	0,360
II.	0,385	1,211	0,400
	I.	II.	Moyenne.
Carbone	85,93	85,78	85,85
Hydrogène	11,20	11,43	11,31
Oxygène	2,87	2,80	2,84 (1)
	<u>100,00</u>	<u>100,00</u>	<u>100,00</u>

composition qu'on peut exprimer par la formule C⁴³H³⁴O; si l'on en retranche 7^{eq} de pétrolène C³⁵H²⁸, il reste pour le bitume solide C⁸H⁶O, dont la composition serait

Carbone	77,4
Hydrogène	9,6
Oxygène	13,0
	<u>100,0</u>

Il résulterait de ces analyses que le bitume visqueux de Bechelbronn laisserait à l'étuve à peu près 21 pour 100 de bitume solide; et il est remarquable que ce résidu retienne une aussi forte proportion d'oxygène. Au reste, dans des asphaltes, on verra qu'il y a quelquefois 10 à 12 pour 100 de cet élément.

Les bitumes visqueux, mous et fluides sont évidemment des mélanges de substances de propriétés différentes : les unes liquides, volatiles, comme le pétrolène, le naphte; les autres solides, fixes, ayant une composition rappelant celle de l'asphalte. On comprend, dès lors, pourquoi la consistance des bitumes est aussi variable, puisqu'elle est la conséquence de la nature des principes entrant dans leur constitution.

(1) L'oxygène devait contenir une faible quantité d'azote.

Les gisements bitumineux sont connus en Alsace depuis longtemps. En 1498, Wimpheling écrivait qu'à Bechelbronn on trouvait une huile minérale qu'on employait à l'éclairage et au graissage des essieux. Le terrain est une marne renfermant des couches ou plutôt des amas d'un sable quartzéux imprégné de bitume. A Lobsan, le calcaire d'eau douce contient des bandes peu épaisses de lignite intercalées, de nombreux vestiges de végétaux, des empreintes de tiges de *Chara*, de Dicotylédones, des Prêles et de très belles feuilles d'un Palmier, le *Chamærops Flabellaria maxima*; les lignites, en longues aiguilles, sont les débris du tronc de ce palmier, dont l'abondance suffit pour classer le terrain dans le miocène. Dans une argile superposée au calcaire, j'ai rencontré un fossile intéressant: la mâchoire d'un animal que Cuvier a décrit sous le nom d'*Anthracotherium alsaticum*.

I. — BITUMES MOUS, BITUMES LIQUIDES.

Pris sur l'eau remplissant un ancien trou de sonde percé dans une prairie.

Très fluide, brun, odeur de pétrole, il n'a pas laissé de cendres après sa combustion.

0^{gr}, 266 ont donné :

CO ²	0 ^{gr} , 851
HO.....	0 ^{gr} , 268

Pour 100 :

Carbone.....	87,5
Hydrogène.....	11,1
Oxygène.....	0,3
Azote.....	1,1 (1)
	<hr/>
	100,0

(1) L'azote dosé par combustion.

Bitume liquide de Schwabweiler, près Hatten. — Brun, odeur de pétrole; provenait d'un sondage. 100 parties contenaient : eau, 4,47.

A laissé une trace de cendres rouges.

0^{gr}, 290 ont donné :

CO ²	0 ^{gr} , 908
HO.....	0 ^{gr} , 335

Eau déduite, il contenait, pour 100 :

Carbone.....	85,38
Hydrogène.....	12,33
Oxygène.....	2,17
Azote.....	0,12
	<hr/>
	100,00

Bitume de Bastènes. — On l'extrait en traitant le minerai par l'eau bouillante; noir, très mou; densité, 1,121.

Desséché à 130°, a perdu 0,002.

100 parties ont laissé 8,45 de cendres.

Cendres déduites, il contenait (1) :

Carbone.....	87,74
Hydrogène.....	9,58
Oxygène.....	2,88
Azote.....	1,80
	<hr/>
	100,00

Bitume du Pont-du-Château (Auvergne). — Apparaît dans un terrain tertiaire en rapport avec une coulée de basalte; noir, mou; densité, 1,068.

100 parties ont laissé 1,80 de cendres.

(1) EBELMEN, t. I, p. 24.

Après dessiccation à 130°, cendres déduites :

Carbone.....	77,52
Hydrogène.....	9,58
Oxygène.....	10,53
Azote.....	2,37
	<hr/>
	100,00

Bitume des Abrutes, environs de Naples. — Noir, solide, cassure conchoïde; a laissé, pour 100 parties, 5,12 de cendres.

Cendres déduites, Ebelmen a dosé :

Carbone.....	81,83
Hydrogène.....	8,28
Oxygène.....	8,83
Azote.....	1,06
	<hr/>
	100,00

Naphte noir de Balakhang (Pen-Apcheron). — Remis par M. Daubrée.

Pour 100 :

Eau.....	0,03
Cendres.....	0,1

0^{gr},5045 ont donné :

CO ²	1 ^{gr} ,580
HO.....	0 ^{gr} ,303

Eau et cendres déduites :

Carbone.....	85,42
Hydrogène.....	6,66
Oxygène.....	7,76
Azote.....	0,16
	<hr/>
	100,0

Bitume de Cuba. — Densité, 1,06.

Composition, d'après Regnault :

Carbone	81,5
Hydrogène	9,6
Oxygène et azote	8,9
	<hr/>
	100,0

Bitume des bords de l'Orénoque. — Noir, très solide.

100 parties contenaient :

Eau	0,85
Cendres rouges	5,60

0^{gr},438 ont donné :

CO ²	1 ^{gr} ,252
HO	0 ^{gr} ,314

Cendres et eau déduites :

Carbone	77,93
Hydrogène	7,94
Oxygène	13,87
Azote	0,26
	<hr/>
	100,00

Bitume noir consistant de Bocanemé, vallée de la Magdalena (Nouvelle-Grenade). — 100 parties renfermaient :

Eau	3,14
Cendres rougeâtres	0,25

0^{gr},3150 ont donné :

CO ²	0 ^{gr} ,999
HO	0 ^{gr} ,325

Cendres et eau déduites :

Carbone	88,52
Hydrogène	11,36
Oxygène	0,00
Azote	0,12
	<hr/>
	100,00

Bitume des environs d'Ambalema, vallée de la Magdalena. — Noir, très consistant à la température de 30°. 100 parties ont laissé 0,152 de cendres ferrugineuses. 0^{gr},290 ont donné :

CO ²	0 ^{gr} ,940
HO	0 ^{gr} ,252

Cendres déduites :

Carbone	88,31
Hydrogène	9,64
Oxygène	1,68
Azote	0,37
	<hr/>
	100,00

Bitume des puits de feu de la Chine. — M. Bertrand a envoyé à l'Académie des Sciences du bitume et de l'eau salée provenant d'un gisement décrit par M. Imbert, missionnaire en Chine : l'eau d'un puits salin, le bitume d'un puits de feu *Ho-tsing*. Dans la province de *Szu-tchhuan*, célèbre par le nombre et l'importance des sources salées, on compte, sur une surface d'environ 50 lieues carrées, quelques milliers de puits salins. Ce sont des trous de sonde que l'on fore pour se procurer du sel ; ils ont généralement 500 à 600^m de profondeur et un diamètre de 0^m,20 ; on les exécute par le sondage à la corde. Pour y puiser l'eau salée ou le bitume, on y descend une tige creuse de bambou ayant 8^m de longueur, et munie d'une soupape. L'eau rend à peu près le cinquième d'un sel légèrement amer. Cette proportion s'approche de celle que j'ai constatée ; le liquide salé remplissait un morceau de tige de bambou. On y a dosé, pour 100 :

Chlorure de sodium	16,0
» de calcium	3,9
» de magnésium	1,3
Chlorhydrate d'ammoniaque	traces
Eau	78,8
	<hr/>
	100,0

On a constaté l'absence de sulfates. Cette eau renferme cinq fois plus de sel que l'eau de la mer.

Il se dégage constamment des puits salins un gaz très combustible. Aussi est-il dangereux d'approcher de leur orifice un corps enflammé. On exécute même des sondages uniquement pour se procurer du gaz ; ces sources de feu sont très communes à *Tseu-lieou-tsing*. L'eau ayant tari dans un de ces puits, on sonda jusqu'à 1000^m ; l'eau salée ne reparut point ; lorsque la sonde fut parvenue à cette énorme profondeur, il sortit subitement un jet de gaz qui est utilisé aujourd'hui pour chauffer les chaudières évaporatoires et éclairer les ateliers d'une saline.

Le bitume des sources de feu est d'un vert obscur par réflexion, brun quand la lumière le traverse ; à 15 ou 20°, sa consistance est celle de l'huile ; il est dissous en totalité par l'éther sulfurique. Soumis à la distillation, en plaçant la cornue qui le renferme dans un bain de cire permettant d'élever graduellement la température, le bitume abandonne à 100° une huile ayant l'apparence du naphte. Il fallut porter le bain à 150° pour déterminer une distillation continue. On a recueilli alors, sans qu'il y ait eu ébullition, un carbure d'hydrogène d'un jaune pâle ayant les propriétés du pétrolène ; en élevant et maintenant la température à près de 200°, il est resté dans la cornue une substance d'un noir brillant qui est devenu solide après le refroidissement. En opérant sur quelques grammes de bitume, on a pu estimer assez exactement les quantités des trois produits qu'on vient de mentionner :

Huile très volatile analogue au naphte	1
Huile lourde	86
Bitume solide	13

 100

Un caractère des bitumes des puits de feu de la Chine, c'est de prendre une assez grande consistance par l'abais-

sement de la température. A 15° , il est très liquide; mais à 0° , il devient assez visqueux pour couler difficilement; puis, la température s'abaissant encore, il s'en sépare une substance grenue, de la naphthaline. Aussi le bitume refroidi, jeté sur un filtre, se sépare-t-il en deux parties: l'une, liquide, brune, passant lentement; l'autre, extrêmement consistante, reste sur le papier; c'est évidemment un mélange de naphthaline et de bitume liquide.

Bitume des puits de feu. — Partie filtrée; n'a laissé après la combustion qu'une trace de cendre grise.

$0^{\text{gr}}, 395$ de matière ont donné :

CO ²	1 ^{gr} , 239
HO.....	0 ^{gr} , 475
Carbone	86, 82
Hydrogène.....	13, 16
Oxygène.....	0, 00
Azote.....	0, 02
	<hr/>
	100, 00

Partie restée sur le filtre et exprimée : 100 parties ont laissé 0, 196 de cendre grise.

$0^{\text{gr}}, 5075$ de matière ont donné :

CO ²	1 ^{gr} , 542
HO.....	0 ^{gr} , 598
Carbone	82, 85
Hydrogène.....	13, 09
Oxygène.....	4, 06
Azote.....	0, 00
	<hr/>
	100, 00

Les sources salées sont souvent concomitantes des gisements de bitume. Par exemple, en Alsace, la saline de Soultz-sous-Forêts est dans le terrain tertiaire, et, comme

en Chine, les sondages donnent issue à des quantités très abondantes de gaz inflammable, dont le dégagement est accompagné ou suivi d'émissions d'un bitume fluide contenant de la naphthaline, ainsi que l'a reconnu M. Le Bel. Ces émissions proviennent sans aucun doute de grandes profondeurs; car le gaz emprisonné dans ces huiles minérales s'y trouve à une pression supérieure à celle de 15^{atm} . Toutefois, le seul fait, à ma connaissance, indiquant que le bitume liquide, le pétrole, sort quelquefois des roches d'une ancienne époque, est celui observé par de Humboldt, dans l'Amérique méridionale: une source d'huile dans un micaschiste baigné par la mer à la Punta de *Araya* dans le golfe de *Cariaco*. Rappelons ici que, aux États-Unis, on a retiré d'immenses quantités d'huiles minérales lourdes et légères des terrains siluriens et dévoniens.

BITUMES SOLIDES : ASPHALTE.

L'asphalte est noir, amorphe, à cassure conchoïde, d'une densité de 1,1 à 1,2; il acquiert l'électricité résineuse. Par la distillation sèche, ce minéral est altéré et produit des huiles empyreumatiques accompagnées d'une eau légèrement ammoniacale. L'alcool absolu en extrait quelquefois une résine jaune, soluble dans l'éther.

Asphalte d'Algérie, près d'Oran, remis par M. Le Bel: a laissé une trace de cendre rouge.

0^{gr},491 ont donné:

CO² 1^{gr},323

HO 0^{gr},4635

Carbone 73,47

Hydrogène 10,48

Oxygène 15,49

Azote 0,56

100,00

Asphalte d'Égypte, remis par M. Le Bel : a laissé, après la combustion, pour 100 parties, cendres très ferrugineuses 0,28 : 0^{gr},3485 ont donné :

CO ²	1 ^{gr} ,090
HO.	0 ^{gr} ,2585
Carbone	85,29
Hydrogène.....	8,24
Oxygène.....	6,22
Azote	0,25
	<hr/>
	100,00

Asphalte de Coxitambo, près Cuenca, au Pérou.

Le gisement, très abondant, serait déposé sur le grès, en relation avec le calcaire néocomien, d'après de Humboldt. D'un noir brillant, a laissé 1,1 pour 100 de cendres.

Les analyses ont donné :

	CO ² .	HO.
I.....	0 ^{gr} ,1795	0 ^{gr} ,575
II.....	0 ^{gr} ,1983	0 ^{gr} ,636
	I.	II.
Carbone.....	87,25	87,75
Hydrogène.....	9,69	9,68
Oxygène et azote...	3,06	2,57
	<hr/>	<hr/>
	100,00	100,00

Bitume de Judée, de la mer Morte. — Ce bitume flotte en morceaux à la surface du lac Asphaltite. Les fragments que de Saulcy m'a remis sont noirs, brillants, durs, à cassure conchoïde. D'après M. Lartet, ils proviendraient des sources thermales et salines. J'ai analysé deux échantillons.

	I.	II.
Carbone	76,46	77,45
Hydrogène	8,75	8,88
Oxygène	12,24	11,47
Azote	1,70	1,70
Cendres	0,85	0,50
	<u>100,00</u>	<u>100,00</u>

Cendres déduites :

	I.	II.
Carbone	77,12	77,84
Hydrogène	8,82	8,92
Oxygène	12,35	11,54
Azote	1,71	1,70
	<u>100,00</u>	<u>100,00</u>

Résines fossiles. — Dans les alluvions aurifères de l'Amérique du Sud, on rencontre assez souvent des substances ayant l'apparence de résine, de succin.

L'échantillon examiné a été trouvé à Bucaramanga, province du Socorro, dans le lavage de Giron. On l'avait détaché d'un bloc pesant 12^{kg}.

La résine de Giron est d'un jaune pâle, transparente; elle fond facilement et brûle avec une flamme peu fuligineuse sans laisser de résidu. Par le frottement elle devient fortement électrique; insoluble dans l'alcool, elle se gonfle, devient opaque dans l'éther. Sa densité est un peu supérieure à celle de l'eau. Par son aspect, sa translucidité, sa couleur, elle peut être confondue avec le succin; mais, en la distillant, on n'a pas réussi à en extraire de l'acide succinique.

0^{gr},300 ont donné :

CO ²	0 ^{gr} ,910
HO	0 ^{gr} ,293

Carbone	82,7
Hydrogène	10,8
Oxygène	6,5
Azote	0,0
	<hr/>
	100,0

Résine fossile des alluvions aurifères de Santa-Rosa, province d'Antioquia (*Nueva Granada*). Elle est d'un brun clair, se rencontre en morceaux volumineux ayant la cassure conchoïde, devient électrique, brûle sans laisser de cendre.

0^{gr},300 ont donné :

CO ²	0 ^{gr} ,855
HO	0 ^{gr} ,261
Carbone	77,80
Hydrogène	9,60
Oxygène	12,57
Azote	0,03
	<hr/>
	100,00

Résine fossile des alluvions aurifères del Retiro, province d'Antioquia. On la rencontre en fragments d'un jaune-orange; elle a l'aspect de la mellite, sans structure cristalline, électrique; chauffée dans un tube, il s'en dégage de l'eau un peu acide; soluble à froid dans l'alcool à 40°, très soluble dans l'éther; les solutions sont légèrement acides; brûlés, 100 ont laissé 0,37 de cendres rouges.

0^{gr},3975 ont donné :

CO ²	1 ^{gr} ,048
HO	0 ^{gr} ,233
Carbone	71,89
Hydrogène	6,51
Oxygène	21,57
Azote	0,03
	<hr/>
	100,00

Cire de montagne de Barkin (Russie). — Fusible à 62° ; éclat cireux, on la trouve en amas considérables dans une île voisine de Bakou; l'échantillon examiné avait une couleur brune. On la désigne sous le nom d'*ozocérite*.

100 parties renfermant : eau, 1,14, ont laissé : cendres grises, 6,390.

0^{gr},1610 ont donné :

CO ²	0 ^{gr} ,498
HO	0 ^{gr} ,199

Cendres et eau déduites :

Carbone	84,33
Hydrogène	13,71
Oxygène	1,96
Azote	0,00
	<hr/>
	100,00

De l'*ozocérite*, de Truskawicg, en Gallicie, analysée par Walter, contenait :

Carbone	84,62
Hydrogène	14,29
Oxygène	1,09
	<hr/>
	100,00

Élatérite. — Bitume élastique, caoutchouc fossile.

Cette substance cède facilement à la pression; translucide sur les bords, d'un brun noir, éclat gras, élastique; densité, 0,90 à 1,2; odeur bitumineuse; fusible. En partie soluble dans l'éther, exposée à l'air, l'élatérite perd de son poids par l'émission d'un principe volatile.

Un échantillon de Salt Erk (Australie), remis par M. Daubrée, contenait pour 100 : eau, 0,25; cendres, 5,30.

0^{gr},553 ont donné :

CO ²	1 ^{gr} ,465
HO	0 ^{gr} ,513

Carbone	72,13
Hydrogène	10,30
Oxygène	16,84
Azote	0,71
	<hr/>
	100,00

Élatérite de Valachie. — Domaine du prince Stirby, remis par M. Daubrée.

100 parties renfermaient :

Eau	1,27
Cendres	56,77

0^{gr}, 201 de matière, cendres et eau déduites, ont donné :

CO ²	0,514
HO	0,185
Carbone	69,70
Hydrogène	10,19
Oxygène	19,40
Azote	0,71
	<hr/>
	100,00

Rétinasphalte de Bovey, Devonshire. — Remis par M. Fremy. Jaune brun, élastique, devenant dur par l'exposition à l'air. 100 parties renfermaient :

Eau	1,81
Cendres	1,13

0^{gr}, 4815 ont donné :

CO ²	1,309
HO	0,355
Carbone	74,12
Hydrogène	8,18
Oxygène	17,51
Azote	0,19
	<hr/>
	100,00

Jonite de Californie. — Remis par M. Fremy. Bitume mou. 100 parties renfermaient :

Eau.....	4,24
Cendres.....	8,13

0^{gr},383 ont donné :

CO ²	1,033
HO.....	0,268
Carbone.....	67,55
Hydrogène.....	7,13
Oxygène.....	25,05
Azote.....	0,27
	<hr/>
	100,00

Guayaquilite. — Résine amorphe, jaune clair. Densité, 1,092; fusible à 70°; soluble dans l'alcool; a été trouvée en masses volumineuses dans les environs du port de Guayaquil, république de l'Équateur.

Johnston y a dosé :

Carbone.....	77,01
Hydrogène.....	8,18
Oxygène.....	14,81
	<hr/>
	100,00

On mentionne deux résines minérales analogues, par leurs caractères physiques et leurs propriétés, à la guayaquilite (*copal fossile*, *copaline rétinite*).

On les rencontre dans l'argile bleue de Highate-Hill, près de Londres.

Amorphe, cassure conchoïdale, translucide, jaune; densité, 1,05, fusible, ne laisse pas de résidu après la combustion, insoluble dans l'alcool et dans l'éther.

Johnston y a dosé :

Carbone.....	85,68
Hydrogène... ..	11,47
Oxygène.....	2,85
	<hr/>
	100,00

Succin, ambre jaune. — Cassure conchoïdale, transparent; densité, 1,1. Prend l'électricité résineuse; entre en fusion vers 300°. Par la distillation, donne de l'eau et de l'acide succinique.

On a dit que le succin est la résine fossile d'une espèce éteinte de Conifère, le *Pinter succinifer*. Son gisement est généralement dans les lignites, mais on en rencontre fréquemment au milieu des alluvions, du sable, comme il arrive pour les blocs de résines fossiles, au milieu de sédiments aurifères de l'Amérique méridionale. J'ai observé le succin dans les argiles de la masse de sel gemme exploitée à Zipaquira, près de Santa-Fé-de-Bogota (Nouvelle-Grenade); les fragments, d'un jaune pâle, transparents, renfermaient des débris d'insectes. A Lobsann, en Alsace, on en extrait des petits nodules disséminés dans un lignite.

M. Schrötter a dosé dans un succin du Hainaut :

Carbone.....	78,8
Hydrogène.....	10,2
Oxygène.....	11,0
	<hr/>
	100,0

Dysodile. — Cette substance est considérée comme la limite des bitumes. Elle est formée de minces feuilletés, renfermant quelquefois des empreintes de plantes dicotylédonées, de poissons. Densité, 1,1 à 1,3; elle brûle en émettant une odeur très fétide et laisse un résidu abondant.

Dysodile de Sicile. — Remis par de Senarmont. Après combustion, a laissé, pour 100, 40 de substances minérales.

Cendres déduites, on a eu :

Carbone	57,73
Hydrogène	9,35
Oxygène et soufre	31,91
Azote	1,01
	<hr/>
	100,00

Dysodile de Glumbach, près de Giesen.

Cendres déduites :

Carbone	63,39
Hydrogène	12,51
Oxygène	19,13
Soufre	1,96
Azote	0,62
Eau	2,39
	<hr/>
	100,00

Dysodile de Rott, près de Bonn.

Cendres déduites :

Carbone	69,01
Hydrogène	10,04
Oxygène	16,90
Soufre	2,35
Azote	1,70
	<hr/>
	100,00

La différence de composition ressortant de l'analyse justifie l'opinion qui n'admet pas que le dysodile soit une espèce minérale bien déterminée. C'est une sorte de lignite schisteux renfermant du soufre. Ehrenberg, en constatant dans plusieurs variétés la présence de carapaces siliceuses d'infusoires et de débris de plantes, regardait la formation du dysodile comme analogue à celle du *tripoli*.

Lignite. — On le rencontre dans l'argile plastique, surtout dans les terrains supercrétacés.

Lignite de Lobsann (Alsace). — En couches peu épaisses, nombreuses dans le calcaire; formé en grande partie d'aiguilles de palmiers; le lignite bacillaire: on l'emploie comme combustible.

100 parties contiennent 9 à 10 pour 100 d'une cendre dont la couleur rouge provient de la pyrite.

Les aiguilles sont d'un noir brillant; on a examiné la matière après l'avoir desséchée.

Composition, cendres déduites :

Carbone	73,7
Hydrogène	3,7
Oxygène et soufre	22,0
Azote	0,6
	<hr/>
	100,0

Jaiet d'Espagne. — Exploité pour la fabrication des bijoux. Noir, brillant, cassure conchoïde. 100 parties ont laissé : cendres rouges, 0,554.

0^{gr}, 3875 de matière ont donné :

CO ²	1 ^{er} , 148
HO	0 ^{gr} , 200

Composition, cendres déduites :

Carbone	81,98
Hydrogène	5,81
Oxygène	11,53
Azote	0,68
	<hr/>
	100,00

Lignite d'Elboyen. — Compact, analysé par Regnault.

Cendres déduites :

Carbone	67,0
Hydrogène	5,3
Oxygène et azote	27,7
	<hr/>
	100,0

Lignite de la province d'Antioquia (Amérique méridionale.) — Compact, 100 parties renfermaient : eau, 14,52; cendres, 5,04.

Matière : 0^{gr},4020 ont donné :

CO ²	0 ^{gr} ,9850
HO.....	0 ^{gr} ,1760

Cendres et eau déduites, composition :

Carbone.....	66,81
Hydrogène.....	4,84
Oxygène.....	27,37
Azote.....	0,98
	<hr/>
	100,00

Lignite du Chili. — Remis par Claude Gay, de Coronel, près de la Conception. Compact. 100 parties renfermaient : eau, 3,86; cendres rouges, 3,20.

0^{gr},361 de matière ont donné :

CO ²	1 ^{gr} ,049
HO.....	0 ^{gr} ,179
Carbone.....	79,24
Hydrogène.....	5,50
Oxygène.....	13,69
Azote.....	1,57
	<hr/>
	100,00

HOUILLE.

La houille a des caractères qui la séparent des combustibles d'origine plus récente; les études approfondies de M. Grand'Eury établissent qu'il faut mettre en ligne sa formation par les écorces, les feuilles, les humus plus azotés, hydrogénés, carburés que le bois, et plus aptes par leur nature à développer des éléments bitumineux. Il est

bien certain que tous les combustibles issus des plantes ont été constitués dans le sol par voie humide et non par voie sèche, sous l'influence du feu et de la pression, ainsi qu'on l'a admis pendant longtemps. Si une certaine température souterraine est intervenue, M. Grand'Eury pense qu'elle atteignait à peine 60°. La houille est en couche de puissance très variable dans les grès et les schistes du terrain carbonifère. J'en ai découvert des gisements importants à de très grandes altitudes, dans la Cordillère orientale des Andes, dans un grès qui n'est pas le grès houiller proprement dit, mais une roche arénacée placée au-dessus du calcaire néocomien.

Houille de Canoas, plateau de Santa-Fé-de-Bogota; altitude, 2800^m. La galerie, ouverte depuis la conquête, n'avait qu'une profondeur de quelques mètres. La houille, de fort bonne qualité, était en couche de 2^m,50; les schistes ne présentaient ni des empreintes de fougères, ni de lycopodiacées, mais des impressions de roseaux.

100 de houille ont laissé : cendres blanches, 2,66.

0^{gr}, 292 de matière (cendres déduites) ont donné :

CO ²	0 ^{gr} , 867
HO.....	0 ^{gr} , 136
Carbone.....	80,96
Hydrogène.....	5,13
Oxygène.....	12,50
Azote.....	1,41
	<hr/>
	100,00

Houille fibreuse de la province d'Antioquia (Amérique méridionale). En couche dans un grès superposé à la syénite.

100 parties contenaient : eau, 2,80; cendres rouges, 5,54.

0^{gr},4090 de matière (eau et cendres déduites) ont donné :

CO ²	1 ^{gr} ,306
HO.....	0 ^{gr} ,185
Carbone.....	87,05
Hydrogène.....	5,00
Oxygène.....	5,56
Azote.....	1,39
	<hr/>
	100,00

Houille des mines de Montrambert (Loire), du puits Dyère. — 100 parties renfermaient : eau, 2,00; cendres légèrement rouges, 0,63.

0^{gr},3895 de matière (eau et cendres déduites) ont donné :

CO ²	1 ^{gr} ,238
HO.....	0 ^{gr} ,160
Carbone.....	86,67
Hydrogène.....	4,56
Oxygène.....	7,98
Azote.....	0,79
	<hr/>
	100,00

Cannel-Coal des mines de Montrambert (Loire). — 100 parties renfermaient : eau, 1,00; cendres grises siliceuses, 34,51.

0^{gr},258 de matière (eau et cendres déduites) ont donné :

CO ²	0 ^{gr} ,779
HO.....	0 ^{gr} ,082
Carbone.....	82,33
Hydrogène.....	3,52
Oxygène.....	12,52
Azote.....	1,63
	<hr/>
	100,00

Cannel-Coal du Lancashire, analysé par Regnault. — 100 parties, par la combustion, laissaient 2,55 de cendres.

On a dosé (cendres déduites) :

Carbone	85,9
Hydrogène	5,8
Oxygène et azote	8,3
	<hr/>
	100,0

Fusain. — La houille a quelquefois un singulier aspect, celui du charbon de bois. On la désigne alors sous le nom de *fusain*; elle est en fragments plats, à angles émoussés, dispersés dans le charbon de terre. Il y a des tiges dont l'intérieur converti en fusain est recouvert d'une écorce changée en houille. Dans l'opinion de M. Grand'Eury, à qui l'on doit une excellente étude sur la formation des combustibles minéraux, le fusain serait l'état fossile d'un bois desséché à l'air avant son enfouissement et qui n'aurait pas éprouvé la transformation des débris végétaux ayant pourri préalablement dans les marécages.

Dans les fibres d'un fusain d'Altenkirchen, près de Sarrebrück, Schimper a vu des pores circulaires caractéristiques de la famille des conifères.

Quand on chauffe certains fusains, ils laissent échapper de l'eau légèrement acide; à une température approchant du rouge naissant, il se dégage une huile brune.

Fusain des houillères de Blanzzy, puits Sainte-Eugénie. — 100 parties contenaient : eau, 9,52; cendres siliceuses blanches, 7,65.

0^{gr},486 de matière (cendres et eau déduites) ont donné :

CO ²	1 ^{gr} ,243
HO	0 ^{gr} ,135
Carbone	87,81
Hydrogène	3,88
Oxygène	7,67
Azote	0,64
	<hr/>
	100,00

Fusain de Montrambert (Loire), puits Dyère. — 100 parties contenaient : eau, 1,00 ; cendres, 1,77, légèrement rouges.

0^{gr}, 3800 de matière (cendres et eau déduites) ont donné :

CO ²	1 ^{gr} , 324
HO.	0 ^{gr} , 117
Carbone	93,05
Hydrogène	3,35
Oxygène	3,43
Azote	0,17
	<hr/>
	100,00

Anthracite. — Densité de 1,3 à 1,8.

Anthracite de Pembrokerhir. — Analysé par Schafhautl.

Pour 100, renfermait : eau, 0 ; cendres, 1,30.

Cendres déduites :

Carbone	95,34
Hydrogène	2,42
Oxygène	1,35
Azote	0,89
	<hr/>
	100,00

Anthracite sphéroïdal, remis par M. Damour. — 0^{gr}, 3555 de matière (cendres déduites) ont donné :

CO ²	1 ^{gr} , 1930
HO	0 ^{gr} , 124
Carbone	91,51
Hydrogène	3,87
Oxygène	3,36
Azote	1,26
	<hr/>
	100,00

Anthracite de la Mure (Isère). — Dans 100 parties : eau, 0,0 ; cendres grises, 2,415.

— 0^{gr},465 de matière (cendres déduites) ont donné :

CO ²	1 ^{gr} ,6245
HO.....	0 ^{gr} ,1055
Carbone.....	95,26
Hydrogène.....	2,51
Oxygène.....	1,56
Azote.....	0,67
	<hr/>
	100,00

Anthracite de Laboan (Bornéo). — Remis par M. Daubrée. — 100 parties contenaient : eau, 5,17; cendres, 4,49, légèrement rouges.

0^{gr},319 de matière (cendres et eau déduites) ont donné :

CO ²	1 ^{gr} ,096
HO.....	0 ^{gr} ,058
Carbone.....	93,66
Hydrogène.....	2,94
Oxygène.....	2,88
Azote.....	0,52
	<hr/>
	100,00

Anthracite du Chili, de la Ternera, province d'Atacama. — Remis par Gay. Très friable.

100 parties renfermaient : eau, 3,30; cendres rouges, 23,36.

0^{gr},269 de matière (eau et cendres déduites) ont donné :

CO ²	0 ^{gr} ,910
HO.....	0 ^{gr} ,058
Carbone.....	92,25
Hydrogène.....	2,27
Oxygène.....	4,94
Azote.....	0,54
	<hr/>
	100,00

Anthracite de Muso (Nueva Granada). — Trouvé en amas dans les schistes des mines d'émeraudes. Dur, d'un noir brillant, prenant un grand éclat par le frottement; taillé, on l'a porté mêlé à des diamants; sa densité est 1,689.

Le fragment analysé renfermait pour 100 : eau, 8,22; cendres rouges, 2,75.

0^{gr}, 3525 de matière (eau et cendres déduites) ont donné :

CO ²	1 ^{gr} , 226
HO	0 ^{gr} , 041
Carbone	94,83
Hydrogène	1,27
Oxygène	3,16
Azote	0,74
	<hr/>
	100,00

On connaît des anthracites présentant un aspect adamantin, comme celui de Muso. Ainsi on a rencontré dans un charbon de petits grains assez durs pour rayer le verre et même le zircon. Par le polissage, ils acquièrent un éclat remarquable, mais cette substance a une faible densité et laisse d'assez fortes proportions de cendres.

M. Friedel a dosé, dans un échantillon que l'on croit originaire du Brésil (cendres déduites) :

Carbone	97,6
Hydrogène	0,7
Oxygène	1,7
	<hr/>
	100,0

Graphite. — C'est un carbone presque pur, d'un éclat métallique assez prononcé, gris d'acier; onctueux au toucher, brûlant difficilement et laissant des cendres dont les quantités varient considérablement, suivant la pureté du minéral, de 0,3 à 11 pour 100.

La densité est de 2 à 2,23. On le rencontre quelquefois en lames hexagonales.

Un graphite de Karsoh, près d'Omenah, remis au Conservatoire par M. Daubrée, renfermait pour 100 : eau, 0,0; cendres rouges, 11,310.

0^{gr},293 de matière (cendres déduites) ont donné :

CO ²	1 ^{sr} ,041
HO.....	0 ^{gr} ,010
Carbone.....	97,87
Hydrogène.....	0,37
Oxygène.....	1,70
Azote.....	0,06
	<hr/>
	100,00

L'hydrogène, l'oxygène, l'azote appartenait sans doute aux impuretés mêlées au minéral. Pour les éliminer, il faut, comme l'ont fait MM. Dumas et Stas dans leurs belles recherches sur le véritable poids atomique du carbone, traiter le graphite par plusieurs agents; puis, pour enlever les dernières traces de fer, le soumettre au rouge à un courant de chlore. Ainsi obtenu, le graphite, comme le diamant, est du carbone pur.

Substances analysées.	Carbone.	Hydro- gène.	Oxygène.	Azote.
Bitume liquide de Bechelbronn.	87,50	11,10	0,30	1,10
Bitume de Bocanémé.....	88,52	11,36	0,00	0,12
Bitume de Schwabwiler.....	85,38	12,33	2,17	0,12
Bitume d'Ambalema, Magda- lena.....	88,31	9,64	1,68	0,37
Bitume liquide, Hatten (Alsace).	87,40	12,60	0,00	0,00
Bitume de l'Orénoque.....	77,93	7,94	13,87	0,26
Naphte noir de Balakhany...	85,42	6,66	7,76	0,16
Bitume de Bastennes.....	85,74	9,58	2,88	1,80
Bitume de Pont-du-Château..	77,52	9,58	10,53	2,37

Substances analysées.	Carbone.	Hydro- gène.	Oxygène.	Azote.
Bitume des Abruzzes, Naples..	81,83	8,28	8,83	1,06
Bitume des puits de feu de la Chine (filtré).....	86,82	13,16	0,00	0,02
Bitume des puits de feu de la Chine (exprimé).....	82,85	13,09	4,06	0,00
Bitume de Judée.....	77,84	8,92	11,53	1,71
Asphalte de Coxitambo, Pérou.	87,75	9,68	2,58	0,00
Asphalte d'Algérie, Oran.....	73,47	10,48	15,49	0,56
Asphalte d'Égypte.....	85,29	8,24	6,22	0,25
Cire de Bakin, Russie.....	84,33	13,71	1,96	0,00
Résine fossile de Bucaramanga.	82,70	10,80	6,50	0,00
Résine fossile de Santa-Rosa, Antioquia.....	77,80	9,60	12,57	0,03
Résine fossile del Retiro, An- tioquia.....	71,89	6,51	21,57	0,03
Copaline de Highgate.....	85,68	11,47	2,85	0,06
Copaline des Indes orientales..	85,73	11,50	2,77	0,00
Résine guayaquilite, Équateur.	77,66	8,20	14,80	0,00
Rétinasphalte de Bovey.....	74,12	8,18	17,51	0,19
Élatérite, Australie.....	72,15	10,30	16,84	0,71
Élatérite, Valachie.....	69,70	10,19	19,40	0,71
Jonite, Californie.....	67,55	7,13	25,05	0,27
Torbanite, Écosse.....	82,30	10,50	5,00	2,20
Dysodile de Rott.....	69,01	10,04	19,25	1,70
Dysodile de Sicile.....	57,73	9,35	31,91	1,01
Lignite d'Antioquia.....	66,81	4,84	27,27	0,98
Lignite du Chili.....	79,24	5,50	13,69	1,57
Lignite bitumineux d'Elboyen.	77,04	7,81	12,65	1,86
Jaiet d'Espagne.....	81,98	5,81	11,53	0,68
Houille fibreuse d'Antioquia..	87,05	5,00	6,56	1,39
Houille de Canoas, Bogota....	80,96	5,13	12,50	1,41
Houille de Montrambert.....	86,67	4,56	7,98	0,79
Cannel coal de Montrambert..	82,33	3,52	12,52	1,65
Fusain de Blanzey.....	87,81	3,88	7,67	0,64
Fusain de Montrambert.....	86,67	4,56	7,98	0,79
Anthracite de la Mure (Isère).	95,26	2,51	1,56	0,67

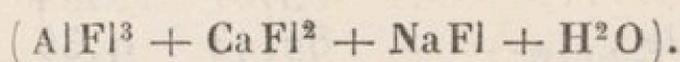
Substances analysées.	Carbone.	Hydro- gène.	Oxygène.	Azote.
Anthracite sphéroïdal.....	91,51	3,87	3,36	1,26
Anthracite de Bornéo.....	93,66	2,94	2,88	0,52
Anthracite du Chili.....	92,25	2,27	4,94	0,56
Anthracite de Pembrolleshir..	95,34	2,42	1,35	0,89
Anthracite de Muso.....	94,83	1,27	3,16	0,74
Anthracite adamantin.....	97,60	0,70	1,70	0,00
Graphite de Karsöh.....	97,87	0,37	1,70	0,06

.....

**NOTE SUR LES CARACTÈRES OPTIQUES ET CRISTALLOGRA-
PHIQUES DE LA PACHNOLITE ET DE LA THOMSÉNOLITE;**

PAR M. DES CLOIZEAUX (1).

Les analyses que M. Brandl a faites récemment des minéraux de la famille de la cryolite (2) ont rappelé l'attention sur ce groupe de minéraux et notamment sur la pachnolite et la thomsénolite, qui, au point de vue chimique, ne diffèrent l'une de l'autre que par l'absence de l'eau dans la première ($\text{AlFl}^3 + \text{CaFl}^2 + \text{NaFl}$) et par sa présence dans la seconde



J'ai donc pensé qu'il ne serait pas sans intérêt de reprendre l'examen optique et cristallographique que j'avais commencé en 1866, mais que j'avais dû interrompre par suite de la difficulté d'obtenir, avec mon ancien microscope polarisant, des phénomènes suffisamment nets sur les très petits cristaux de pachnolite. Cette difficulté étant désormais supprimée par l'emploi du microscope Bertrand, j'ai

(1) Voir *Bulletin de la Société minéralogique de France*, année 1882, n° 9.

(2) *Sitzungsberichte de l'Académie des Sciences de Munich*, t. I, 1882.