

## ANALYSE

*Du Zinc carbonaté de Combecave et du Calcaire qui l'accompagne.*

Par M. P. BERTHIER, Ingénieur des Mines.

IL y a auprès de la ville de Figeac un gîte de galène que M. Cordier a décrit dans sa Statistique du Lot, sous le titre de *Couche métallifère de Combecave* (Voyez *Journal des Mines*, tom. 22, pag. 27 et suiv.); il a fait connaître la situation géologique de cette couche (1), et montré qu'elle mériterait d'être exploitée, si elle se maintenait sur une grande étendue aussi riche que dans les endroits qu'il lui a été possible d'observer.

(1) La couche métallifère de Combecave forme une des premières assises du vaste terrain calcaire secondaire qui s'étend à l'Ouest de Figeac. Le calcaire repose sur un système, de peu d'épaisseur, de bancs de grès à gros grains, quelquefois veinés de baryte sulfatée laminaire ou mouchetés de cuivre carbonaté bleu, et entre lesquels il existe deux couches de houille très-minces. Les grès ont été déposés sur un sol inégal : ils sont ondulés en grand et inclinent par conséquent en sens divers. On en voit un exemple à Faisel, sur le Lot : la rivière a coupé le terrain qui supporte les couches secondaires, et on voit celles-ci se plonger d'un côté, à l'Est, sous Capdenac ; et de l'autre se conformer à la pente générale qui est de quelques degrés à l'Ouest.

Le terrain sur lequel les grès se sont moulés est extrêmement intéressant à étudier. Dans plusieurs endroits il est

D'après

D'après ces données, j'ai déterminé le propriétaire à entreprendre une recherche. On a commencé l'automne dernier quelques travaux qui ont consisté en fosses creusées çà et là, dans les parties du domaine les moins propres à la culture, pour traverser la couche. On a cubé les matières extraites, et après les avoir concassées, triées et broyées sous des meules, on a essayé de les laver sur une table inclinée,

primitif et n'offre alors rien de remarquable. Dans beaucoup d'autres, comme à la Capelle, à Figeac, sur le bord du Lot, etc., il est composé de roches d'une origine toute différente et d'un aspect très-varié. Les unes forment des masses ou des bancs très-épais et peu étendus sans aucune stratification ; les autres sont schisteuses, recouvrent et supportent les précédentes avec lesquelles on les voit alterner, à deux reprises, dans la montagne qui domine la ville de Figeac.

Les premières sont, 1<sup>o</sup>. noires, compactes, dures, porphyriques, contenant des cristaux qui ont toute l'apparence du pyroxène et du péridot ; elles sont fossiles, souvent divisées en polyèdres irréguliers par des fentes naturelles ; elles contiennent des filons de quartz concrétioné rubané, dans lequel on trouve de petits cristaux de plomb sulfuré : 2<sup>o</sup>. grises ou gris-verdâtres, moins dures que les précédentes, contenant des rognons de quartz agate assez jolis, et veinées de la même substance ; 3<sup>o</sup>. vertes, compactes, à cassure matte et argileuse, renfermant des noyaux, non roulés, de quartz blanc cristallin ; 4<sup>o</sup>. rouges violacées, jaunes d'ocre, blanches, terreuses et tendres, avec des lames de mica, etc. Toutes ces variétés passent des unes aux autres par nuances insensibles ; elles ont les plus grands rapports avec les basaltes et les laves altérées, et il est probable, en effet, qu'elles sont d'origine volcanique. Cependant il est extraordinaire qu'on n'y trouve aucune trace de scories ni de poudings. Si elles doivent leur existence aux volcans, il faut qu'elles aient éprouvé de grandes altérations pour être

pour obtenir la galène pure et la peser. On a éprouvé quelques difficultés à exécuter cette opération, parce que la gangue, dure et pesante, s'écrase difficilement et se sépare mal du schlich. Néanmoins, avec du soin on en vient à bout; au reste, s'il en restait, elle ne nuirait en rien dans les usages de la galène, puis-

parvenues à l'état où elles sont, et que la cause qui a formé les roches schisteuses qui les enveloppent ait puissamment agi sur elles.

Ces roches schisteuses consistent en des grès à grains moyens ou à grains fins, gris, verdâtres, mêlés de talc chloriteux, et en schistes argileux micacés, noirs ou jaunâtres, impressionnés. Ces couches inclinent en général au midi de 30 à 45° : elles semblent se contourner pour s'appliquer aux roches précédentes, et prennent au contact une texture compacte qui établit la transition.

Cette formation mérite toute l'attention des géologues. En effet, si elle est en partie volcanique, on en conclura que les feux souterrains ont tourmenté le centre de la France à une époque très-reculée qui voyait naître un terrain plus ancien que le calcaire secondaire; époque de beaucoup antérieure au tems où les volcans d'Auvergne ont brûlé; car les plus vieilles laves que ceux-ci aient produites sont seulement contemporaines aux derniers dépôts tertiaires, et la plupart sont postérieures aux alluvions les plus modernes. D'ailleurs, ces deux systèmes sont tout-à-fait indépendans et n'ont jamais pu être liés. Ils sont distans de plusieurs myriamètres, et séparés par des montagnes primitives qui n'offrent aucuns vestiges de laves.

Pour décider si les roches que j'ai décrites sont volcaniques, il faudrait les examiner avec plus de loisir que je n'ai pu le faire; c'est pourquoi je me suis contenté d'annoncer leur existence, afin d'engager les naturalistes à visiter les environs de Figeac qu'ils trouveront intéressans sous beaucoup de rapports.

qu'elle consiste presque uniquement en minéral de zinc.

Les recherches sont encore trop peu étendues pour qu'on puisse adopter une opinion définitive: cependant l'expérience faite sur plus de 20 mètres cubes ayant donné une quantité de sulfure de plomb à peine équivalent  $\frac{1}{140}$  du poids de la masse, il paraît qu'on ne devrait pas concevoir de grandes espérances si ce minéral était le seul produit de l'exploitation; mais le zinc, s'il s'y trouvait abondamment, aurait au moins autant de valeur. Dans le département du Lot, et dans presque tous ceux du centre de la France, on a conservé l'habitude de faire en cuivre une foule d'ustensiles: on n'y trouve point d'inconvéniens et l'on n'entend jamais parler d'accidens. Il serait impossible de faire adopter l'usage de la poterie en terre ou du bois; mais on sent quel avantage il y aurait pour les consommateurs et pour l'Etat, à substituer le laiton au cuivre, si l'on trouvait une mine de zinc abondante et de bonne qualité. Il était donc important d'examiner chimiquement les variétés de gangues de la galène de Combecave, qu'on soupçonnait être des calamines. C'est ce que j'ai fait.

La substance qui forme la base de la couche de Combecave est compacte, tenace, quoique peu dure, et d'un jaune isabelle. Sa pesanteur spécifique varie entre 2,45 et 2,55. Elle porte dans la collection du Conseil le n<sup>o</sup>  $\frac{1026}{17}$ .

10<sup>e</sup>. fortement calcinés ont perdu 4<sup>e</sup>,3.

Le résidu pesant 5<sup>e</sup>,7, a été dissout dans l'acide nitrique; on a évaporé lentement jusqu'à

siccité, et redissout dans l'eau aiguisée d'un peu d'acide; il est resté une matière rouge insoluble du poids de 0<sup>s</sup>,85 qu'on a trouvé composée de 0<sup>s</sup>,47 de silice, 0,13 d'alumine et 0,25 d'oxyde de fer.

La liqueur était à peine colorée en rouge, on l'a précipitée par l'ammoniaque en excès, dans l'intention de redissoudre l'oxyde de zinc; mais après avoir été filtrée, elle se troublait à peine par les hydro-sulfures. On l'a fait bouillir, et on a réuni le faible dépôt qu'elle a formé avec celui occasionné par l'ammoniaque; on a redissout ce dépôt dans l'acide et évaporé à siccité; il s'est encore séparé 0,05 d'oxyde de fer. La dissolution a été précipitée par l'hydro-sulfure d'ammoniaque. Le précipité était gris et peu abondant; d'où on a conclu que la liqueur devait contenir une grande quantité de magnésie. En effet, la potasse a précipité 1<sup>s</sup>,4 de cette terre. L'hydro-sulfure ayant été redissout dans l'acide nitro-muriatique, on a mêlé à la dissolution un grand excès d'ammoniaque: il y a eu un dépôt qui, calciné, était brun et pesait 0<sup>s</sup>,08 composé de manganèse mêlé d'un peu de fer et peut-être de zinc. La liqueur ammoniacale soumise à l'ébullition a déposé une substance d'un brun clair, pesant, calcinée, 0,15; c'était de l'oxyde de zinc contenant un peu d'oxyde de manganèse dont il a été impossible de le séparer.

La première dissolution précipitée par l'ammoniaque, l'ayant été par l'oxalate, a donné 2<sup>s</sup>,95 de chaux, et ensuite 0,15 de magnésie par l'addition de beaucoup de potasse.

Ainsi la substance analysée contenait:

Chaux. . . . .	0,295
Magnésie. . . . .	0,155
Zinc oxydé. . . . .	0,015
Manganèse oxydé. . . . .	0,008
Fer oxydé rouge. . . . .	0,030
Silice. . . . .	0,047
Alumine . . . . .	0,013
Acide carbonique et eau. . . . .	0,430
Total. . . . .	0,993

C'était donc un calcaire magnésien argileux trop pauvre en oxyde de zinc pour mériter le nom de calamine.

J'ai examiné le calcaire qui recouvre la couche métallifère; il est brun compacte, et pèse 2,45 (n<sup>o</sup>.  $\frac{914}{18}$ ). Je l'ai trouvé composé à peu près de la même manière. Ayant analysé plusieurs calcaires de la même formation, et particulièrement un échantillon recueilli aux environs de Bruniquel, distant de plus de sept myriamètres de Figeac, j'ai toujours eu à peu près les mêmes résultats, quant aux proportions relatives de chaux et de magnésie; ils contiennent:

	Le n <sup>o</sup> . $\frac{914}{18}$	Le n <sup>o</sup> . 1005
Chaux. . . . .	0,320	0,363
Magnésie . . . . .	0,170	0,180
Zinc oxydé. . . . .	0,020	0,000
Manganèse oxydé. } . . . . .	0,020	0,005
Fer oxydé rouge. . . . .		
Silice. . . . .	0,015	0,057
Alumine. . . . .	0,005	0,020
Acide carbonique et eau. . . . .	0,445	0,435
Totaux. . . . .	0,995	1,000

Ces analyses prouvent que le calcaire secondaire du département du Lot renferme plus du tiers de son poids de carbonate de magnésie. Il ne se distingue par aucun caractère extérieur de la chaux carbonatée compacte pure; mais il y a une épreuve chimique qui le fait facilement reconnaître quand il n'est pas par trop souillé d'argile, c'est la calcination: le carbonate de magnésie perd plus de la moitié de son poids, tandis que le carbonate de chaux ne diminue que de 0,43, et les mélanges contiennent des proportions de matières volatiles variables entre ces deux termes.

Le banc calcaire de Combecave n'est pas le seul qui renferme des principes métalliques; il y en a de fort considérables qui sont colorés par une grande quantité de fer: les marbres de Saint-Céré sont dans ce cas. Ils ont cela de commun qu'ils ne donnent pas le moindre indice de matière bitumineuse, tandis que ceux qui sont gris, sans mélanges d'oxydes, en sont tellement imprégnés, qu'ils affectent l'odorat quand on les fait dissoudre dans un acide.

La couche calcaire de Combecave est traversée en tous sens par des veines, aussi irrégulières que variables en épaisseur, d'une substance jaunâtre ou brune, dure, pesante lorsqu'elle est compacte, mais presque toujours criblée de cavités. C'est à cette substance qu'est associée la galène, et quelquefois de la baryte sulfatée laminaire (1). Elle perd plus du tiers de son poids

(1) La baryte sulfatée est commune dans la région calcaire du Lot. Elle ne se trouve jamais en grosses masses ni en filons puissans, mais elle est répandue dans les assises

au feu, et abandonne avec effervescence 0,28 à 0,30 d'acide carbonique pendant ses dissolutions.

J'en ai analysé deux variétés, l'une n°.  $\frac{1006}{19}$  compacte et d'une pesanteur spécifique de 3,44, l'autre n°.  $\frac{914}{21}$ , très-poreuse et pesant au plus 3.

Pour cela j'ai fait dissoudre dans l'acide nitrique et évaporer à siccité. J'ai fait bouillir de l'acide nitro-muriatique sur la partie non dissoute (préalablement calcinée et pesée), et j'ai obtenu l'argile mélangée pure. J'ai versé un grand excès d'ammoniaque dans la liqueur muriatique; j'ai pesé le précipité composé de fer oxydé et d'un peu de manganèse, et j'ai calculé par différence la petite quantité d'oxyde de zinc qu'avait abandonné l'acide nitrique. La dissolution nitrique était incolore; je l'ai précipitée par l'hydro-sulfure d'ammoniaque, et j'ai recherché dans la liqueur la chaux et la magnésie. J'ai redissout l'hydro-sulfure dans l'acide nitro-muriatique, précipité par un carbonate, et calciné le dépôt pour obtenir de l'oxyde de zinc. Enfin, j'ai examiné cet oxyde pour savoir s'il contenait de l'alumine.

J'ai trouvé pour le n°. $\frac{1006}{19}$ bis.	pour le n°. $\frac{914}{21}$
Oxyde de zinc. . . . .	0,510. . . . . 0,585
Ox. de fer mêlé d'oxyde de manganèse. . . . .	0,080. . . . . 0,025
Silice et alumine. . . . .	0,025. . . . . 0,035
Chaux et magnésie. . . . .	0,005. . . . . 0,005
Acide carboniq. et eau. . . . .	0,370. . . . . 0,350
<hr/> Totaux. . . . .	<hr/> 0,990. . . . . 1,000

calcaires en veinules et en rognons, quelquefois mélangée de lames cristallines de chaux carbonatée.

Ces minerais ne sont pas de même nature que les calamines de Limbourg. J'ai examiné beaucoup d'échantillons de celles-ci; les uns servaient de gangue à des cristaux octaédres de zinc oxydé silicifère et éprouvaient par la calcination une perte de 0,08 due à l'eau. Les autres, sur lesquels il y avait du zinc carbonaté pur cristallisé en rhomboïdes très-aigus, perdaient au feu jusqu'à 0,20 d'eau et d'acide carbonique; mais jamais plus. Ils étaient composés d'oxyde silicifère et de carbonate, mélangés d'une manière indistincte, dans la proportion de  $\frac{1}{2}$  au moins du premier et de  $\frac{1}{2}$  du second. Au contraire, dans les minerais de Combecave, l'oxyde est complètement saturé d'acide carbonique, et n'existe jamais isolé.

Ces minerais n'en seraient pas moins propres à la fabrication du zinc et du laiton. On obtiendrait facilement le premier par la distillation; il ne s'agirait, pour composer le second, que de fondre du cuivre en copeaux ou en grenailles avec du minerai mélangé d'un huitième environ de charbon. J'ai fait cette opération en petit, en employant 10 gram. de minerai, 16<sup>g</sup> de cuivre, et 0<sup>g</sup>,5 de charbon en poussière; j'ai obtenu 18<sup>g</sup>,6 de laiton d'un beau grain; il y avait des scories noirâtres qui retenaient quelques grenailles: le creuset ayant été exposé à la température d'un essai de cuivre, il y a eu beaucoup de zinc volatilisé; mais en grand, la perte serait moins considérable, parce qu'on graduerait la chaleur convenablement.

Péut-être serait-il possible d'appliquer cette méthode aux essais de mines de zinc. En pre-

nant quelques précautions, et surtout en ménageant le feu dans le commencement de l'opération, on parviendrait probablement à retenir tout le métal en combinaison avec le cuivre; mais il faudrait pour cela que celui-ci entrât au moins pour  $\frac{1}{2}$  dans l'alliage: on calculerait, sans crainte d'erreur, la quantité de zinc en retranchant du poids du culot celui du cuivre employé. J'ai soumis pendant une demi-heure au feu moyen de la forge d'essai 5 grammes de cuivre et 25 grammes d'alliage composé de 0,88 de cuivre, et 0,12 de zinc; le cuivre n'a pas perdu un atome, et le laiton n'a diminué que d'un centième.

Malheureusement le zinc carbonaté n'est que disséminé dans la couche de Combecave, composée, pour la plus grande partie, de chaux carbonatée magnésienne. Néanmoins, comme ce minéral est riche et de bonne qualité, et que sa position et les usages du pays lui donnent beaucoup de prix, il sera intéressant de poursuivre les recherches pour reconnaître en quelle proportion il existe; mais ces recherches ne devront consister qu'en des travaux simples et peu dispendieux, et dans les calculs que l'on fera pour établir la possibilité de l'exploitation, il ne faudra pas oublier la valeur du vignoble de Combecave, qu'on serait obligé de soustraire à la culture pendant plusieurs années.