

opérer des réductions, surtout dans les cas où la matière contient des oxydes métalliques qui donnent un résultat plus certain lorsqu'il sont ramenés à un degré inférieur d'oxydation.

Le *fer*, sous forme de fil de clavecin, s'emploie pour séparer le cuivre, le plomb, le nickel et l'antimoine, lorsque ces métaux sont combinés avec le soufre ou avec certains acides fixes. On enfonce l'extrémité du fil de fer dans la matière en fusion, et l'on dirige ensuite sur l'essai le dard du chalumeau. L'emploi du fil de fer est surtout avantageux pour la recherche de l'acide phosphorique; lorsqu'on l'introduit dans la matière en fusion, il se produit, dans le cas des phosphates, un phosphure de fer ayant l'apparence d'un globule métallique blanc et cassant.

Le *plomb* tout à fait pur et surtout exempt d'argent, sert aux coupellations; on l'emploie sous la forme de lames minces.

L'*oxyde de cuivre* permet de découvrir le chlore, le brome et l'iode.

Le *cyanure de potassium*, mélangé à la soude, facilite beaucoup la réduction des métaux.

RÈGLES GÉNÉRALES POUR LES ESSAIS AU CHALUMEAU.

348. Pour faire commodément ces essais, il convient d'avoir une petite table exclusivement réservée au chalumeau, et contenant, dans un tiroir, tous les instruments et réactifs dont nous venons de parler. La table doit être recouverte d'une ou de plusieurs feuilles de papier blanc, relevées sur les bords, afin que l'essai ne soit pas perdu s'il vient à se détacher du support.

Les substances à essayer sont soumises à l'action du chalumeau avec ou sans addition de réactifs. On procédera à ces essais dans l'ordre suivant.

349. **Essai dans un tube fermé par un bout.** — On détermine par cet essai la présence des principes volatils, et la manière dont la substance se comporte sous l'influence de la chaleur, à l'abri du contact de l'air.

On introduit au fond du tube une petite quantité de la substance et on l'expose d'abord à la flamme de la lampe à alcool; si rien de particulier ne se manifeste à cette température, on la porte peu à peu au rouge.

Voici les phénomènes qui peuvent se présenter :

Dégagement d'eau. — La plupart des hydrates laissent dégager de l'eau qui se condense et ruisselle sur les parois froides du tube. Dans ce cas, il peut être utile d'examiner si cette eau offre aux papiers colorés une réaction acide ou alcaline.

Formation d'un sublimé. — Ce sublimé peut être produit par des corps volatils, tels que les sels ammoniacaux, les sels de mercure, les combinaisons du soufre et de l'arsenic.

Dégagement de gaz oxygène. — Pour reconnaître le dégagement de ce gaz, il faut présenter à l'orifice du tube une allumette ayant encore quelques points en ignition, et observer si elle s'enflamme. Beaucoup de chlorates, bromates, iodates, nitrates et peroxydes développent du gaz oxygène par la calcination.

Dégagement de vapeurs rutilantes. — Cette réaction appartient exclusivement aux nitrates et aux nitrites.

Dégagement d'acide carbonique. — On l'observe avec

tous les carbonates, à l'exception des carbonates alcalins et même des carbonates alcalino-terreux qui ne se décomposent qu'à une température extrêmement élevée. Si cette réaction se manifeste, il faut examiner le résidu, et voir s'il est attiré par le barreau aimanté. (Le fer spathique laisse un résidu d'oxyde de fer magnétique.)

Dépôt de charbon. — La plupart des matières organiques noircissent en abandonnant du charbon.

350. Essai dans un tube ouvert par les deux bouts. —

On soumet la substance à un véritable grillage, afin de mettre en évidence certains principes qui ne sont pas directement volatilisables, mais qui le deviennent par l'oxydation. Beaucoup de sulfures et d'arséniures dégagent, dans ces circonstances, de l'acide sulfureux ou arsénieux.

La matière répand de l'odeur. — Les sulfures métalliques dégagent l'odeur particulière du soufre en combustion; les arséniures, une forte odeur d'ail.

Il se forme un sublimé métallique. — Il peut être dû à des arséniures ou à des composés mercuriels.

Il se produit un sublimé blanc. — Arséniures, antimoineures, sels de mercure, sels ammoniacaux.

Il se forme un sublimé coloré et fondu. — Les persulfures donnent un sublimé jaune-brun de soufre fondu; les sulfarséniures, un sublimé complexe, coloré en noir, rouge-noir ou jaune, et composé de couches différentes de soufre et de sulfure d'arsenic.

351. Essai sur le charbon. — On place un petit fragment de la substance dans une excavation faite sur le char-

bon, et l'on examine comment elle se comporte sous le dard du chalumeau. La plupart des phénomènes déjà observés dans les deux essais précédents viennent alors se reproduire; mais voici d'autres réactions qui peuvent également se présenter.

a. *La matière fond sans se volatiliser et sans changer de couleur, et pénètre dans les pores du charbon.* — Cette réaction est particulière à la plupart des sels alcalins et à quelques composés alcalino-terreux. Le résidu qu'ils laissent colore en brun le papier de curcuma, après une forte calcination dans la flamme intérieure. Quelques hydrosilicates, notamment les zéolithes, se comportent comme les corps précédents.

b. *La matière est très-difficilement fusible ou est infusible, et ne change pas de couleur.* — Ce caractère appartient à la silice et à beaucoup de silicates, à l'alumine et à plusieurs sels alcalino-terreux. Les alcalis terreux répandent une vive lueur blanche sous le dard du chalumeau.

c. *La matière ne semble pas s'altérer ou devient seulement plus foncée, mais elle ne subit pas de fusion, ne répand pas de fumée et ne forme pas d'enduit sur le charbon.* — Dans ce cas se trouvent beaucoup d'oxydes métalliques, savoir: le peroxyde de manganèse, le sesquioxyde de fer (au feu de réduction il se transforme en oxyde magnétique), les oxydes de nickel, de cobalt et de chrome.

d. *La matière est fusible et inaltérable au feu d'oxydation; exposée au feu de réduction, elle ne donne pas de culot métallique, mais elle développe des fumées blanches qui se déposent sur le charbon sous forme d'enduit.* — Oxyde de zinc et oxyde de cadmium.

Oxyde de zinc. — Chauffé légèrement au feu d'oxydation,

il se colore en jaune, et redevient blanc par le refroidissement; chauffé jusqu'à l'incandescence, il répand une vive lueur. Au feu de réduction, il disparaît lentement et dépose sur le charbon un enduit *blanc*, qui est de l'oxyde de zinc régénéré.

Oxyde de cadmium. — Il ne manifeste rien de particulier au feu d'oxydation; au feu de réduction, il disparaît peu à peu et recouvre le charbon, tout à l'entour de l'essai, d'un enduit *jaune foncé* d'oxyde régénéré. La couleur n'en devient bien manifeste qu'après un complet refroidissement.

e. La matière se réduit à l'état métallique avec formation d'un enduit. — Oxydes de plomb, de bismuth et d'antimoine.

Oxyde de plomb. — Au feu de réduction, il donne immédiatement et avec effervescence un culot métallique qui se volatilise lentement et régénère de l'oxyde; celui-ci se dépose sur le charbon sous la forme d'un enduit jaune. (Chauffé dans la flamme d'oxydation, sur un support autre que le charbon, l'oxyde de plomb prend simplement une couleur plus foncée; il fond par une chaleur intense en un verre jaune foncé.)

Oxyde de bismuth. — Au feu de réduction, il est rapidement réduit à l'état métallique; par un feu soutenu, le culot se volatilise et donne un enduit *jaune-brun* d'oxyde régénéré. (Soustrait à l'action du charbon, l'oxyde de bismuth se comporte comme l'oxyde de plomb; le verre est d'un brun foncé à chaud, et d'un jaune pâle après le refroidissement.)

Oxyde d'antimoine. — Au feu d'oxydation, il se volatilise et se déplace sur le charbon pour se condenser sur

les parties froides; au feu de réduction, il donne un culot métallique qui se volatilise aisément, et se réoxyde en déposant un enduit *blanc*.

f. La matière se réduit à l'état métallique sans déposer d'enduit. — Plusieurs oxydes métalliques sont nettement caractérisés par cette réaction, savoir :

Oxyde d'étain. — Il se réduit difficilement à l'état métallique. Pour obtenir un culot, il faut une flamme de réduction très-franche et bien soutenue.

Oxyde de cuivre. — Soumis au feu d'oxydation, il fond en un globule noir qui s'élargit et présente du cuivre réduit à l'état métallique à une température inférieure au point de fusion du cuivre. Le culot se réoxyde à la surface pendant le refroidissement.

Oxyde d'argent, d'or, de platine. — Ils sont immédiatement réduits dans les deux flammes.

g. La matière produit une déflagration. — Nitrates, chlorates, perchlorates, iodates et bromates.

h. La fusibilité pure et simple d'une substance, sous le dard du chalumeau, est en général un caractère de peu d'importance. Toutefois, lorsque la matière est un métal, il peut être utile de consigner ce résultat qui peut alors donner une indication assez précise. Ainsi :

Antimoine, plomb, bismuth, cadmium, zinc. — Ils fondent aisément, et le charbon se recouvre d'un enduit autour de l'essai.

Étain. — Il fond aisément et s'oxyde sans former d'enduit.

Argent, cuivre, or. — Ils fondent difficilement, sans donner d'enduit.

Fer, nickel, cobalt, platine. — Ils sont infusibles.

352. **Coloration de la flamme.** — Plusieurs substances jouissent de la propriété de colorer la flamme extérieure du chalumeau d'une manière particulière et plus ou moins intense. Dans quelques cas cette coloration est assez tranchée pour accuser immédiatement la présence de certaines substances. Pour obtenir un résultat bien net, il importe d'employer une flamme d'oxydation dont le dard bleu soit bien délié, et sans flamme jaune; sous ce rapport la flamme d'une bougie se prête le mieux à cet essai.

Certaines substances fusibles permettent l'emploi du fil de platine, mais c'est en général avec la pince à bouts de platine qu'on saisit une parcelle du corps à examiner. Les

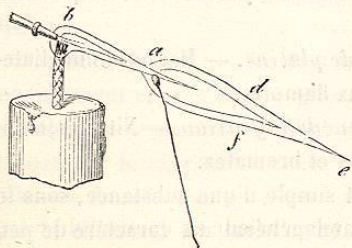


Fig. 110.

essais précédents indiquent d'ailleurs s'il n'est pas susceptible d'attaquer le platine; dans le cas d'un métal aisément réductible ou fusible, il faut employer le charbon pour support.

La substance est introduite dans la flamme d'oxydation à l'extrémité *a* (fig. 110) du dard bleu. On voit alors la flamme s'allonger et s'élargir considérablement autour de la pièce d'essai et prendre la forme *adef*. Cette partie élargie acquiert avec certaines substances une coloration caractéristique. Toutefois, ces colorations sont beaucoup plus nettes et plus faciles à observer, lorsqu'au lieu de porter le fil de platine dans le dard du chalumeau, on le place simplement au bord de la flamme à gaz d'un bec de Bunsen (pag. 24, fig. 16). Celui-ci doit être réglé de

façon à ce que le gaz soit complètement brûlé afin que la flamme qu'il donne ne soit pas éclairante.

Voici les colorations que produisent les diverses substances :

Jaune. — La soude et les sels de soude. Le mélange d'une quantité, même considérable, d'un sel de potasse n'altère pas cette coloration.

Violette. — La potasse et les sels de potasse. Cette teinte est masquée parla présence d'une très-petite quantité d'un sel de soude.

Rouge. — Les sels de strontiane, de chaux et de lithine, humectés d'acide chlorhydrique. La coloration est rouge purpurine avec les sels de strontiane, et rouge jaunâtre avec les sels de chaux.

Vert jaunâtre. — Les sels de baryte, préalablement humectés d'acide chlorhydrique. La coloration est peu intense.

Vert-émeraude. — Les sels de cuivre (acétate, carbonate, iodure, etc.), dont l'acide ne colore pas la flamme par lui-même.

Vert bleuâtre. — Les phosphates, préalablement humectés d'acide sulfurique.

Vert jaunâtre. — L'acide borique et les borates exempts de soude. La coloration est très-intense. Le borax seul ne produit pas la coloration verte, mais il donne la coloration jaune due à la soude; la coloration verte n'apparaît qu'après que le sel a été calciné et humecté d'acide sulfurique.

Bleue. — Chlorure et bromure de cuivre. (Coloration à peine sensible avec l'arsenic, l'antimoine et le plomb métallique.)

La coloration communiquée à la flamme extérieure par les combinaisons du cuivre avec les corps halogènes peut servir à reconnaître ceux-ci; les teintes produites par le chlore et l'iode sont très-tranchées; le brome donne une nuance intermédiaire. L'essai se fait de la manière suivante : On sature, sur le fil de platine, une perle de sel de phosphore avec de l'oxyde de cuivre, de manière à la rendre tout à fait opaque, et on la met encore incandescente en contact avec une parcelle de la substance à essayer, de manière à l'y faire adhérer. Lorsqu'on présente ensuite la perle à l'extrémité de la flamme extérieure, celle-ci se colore : en *bleu intense bordé de pourpre*, avec les chlorures, en *bleu bordé de vert*, avec les bromures; en *vert-émeraude intense*, avec les iodures.

353. **Grillage.** — Lorsqu'une substance, soumise aux essais précédents, a été reconnue exempte de corps combustibles, on peut directement la traiter au chalumeau par les réactifs tels que le borax, le sel de phosphore et la soude. Mais s'il résulte de ces premiers essais que la substance renferme des sulfures ou des arséniures, il est indispensable de la soumettre préalablement à un traitement spécial ayant pour effet l'élimination de toutes les substances volatiles ou combustibles, dont la présence pourrait nuire à la netteté des réactions et même en marquer les effets. On évite cet inconvénient par le *grillage*.

Cette opération doit être exécutée avec soin. On introduit une petite quantité de la matière, réduite en poudre impalpable, dans une excavation peu profonde pratiquée sur le charbon, et on la comprime légèrement de manière à lui donner une certaine consistance et à diminuer l'épais-

seur de la couche. On y dirige ensuite la portion la plus extrême de la flamme extérieure, en évitant de trop chauffer surtout au commencement; dans tous les cas il ne faut pas dépasser la chaleur rouge. Ce traitement a pour effet d'éliminer la plus grande partie du soufre et de l'arsenic, et d'oxyder les métaux avec lesquels ils étaient combinés; une partie du soufre et de l'arsenic s'oxyde aussi et reste en combinaison à l'état de sulfate et d'arséniate. Dès la disparition de toute odeur sulfureuse ou arsenicale, on substitue à la flamme d'oxydation un feu de réduction peu intense. Les sulfates et les arséniates sont ramenés à l'état de sulfures et d'arséniures, et il se dégage de nouveau du soufre et de l'arsenic. On applique ensuite un dernier feu d'oxydation, très-ménagé, qui souvent développe encore une faible odeur sulfureuse. La matière ainsi traitée se présente sous la forme d'une masse légèrement agglutinée et poreuse (elle ne doit pas être fondue). Après ce premier traitement on la retourne, et l'on opère de même sur la face qui avait d'abord été en contact avec le charbon.

Pour éliminer la totalité du soufre et de l'arsenic, il est en général nécessaire de recommencer toute l'opération une seconde et même une troisième fois, après avoir réduit en poudre fine, dans le mortier d'agate, la matière soumise à un premier grillage.

Lorsque la matière contient de l'antimoine, celui-ci se volatilise en partie dès le commencement du grillage, mais une autre partie se transforme en acide antimonieux qui n'est pas volatil. Dans le cas où elle renferme beaucoup de soufre et d'arsenic, il est utile de l'en débarrasser en plus grande partie, en la chauffant dans le tube incliné et ouvert

par les deux bouts (350). On termine ensuite le grillage sur le charbon et sous le dard du chalumeau.

Comme les réactifs qu'on emploie au chalumeau ne s'appliquent, à proprement parler, qu'à des corps oxydés, c'est donc cette forme qu'il faut donner, par le grillage, à toutes les substances qui ne l'ont pas déjà.

On reconnaît que le grillage a été bien conduit, quand la matière chauffée au contact de l'air ne dégage pas d'odeur sulfureuse ou arsenicale; qu'elle présente un aspect tout à fait mat, et se laisse aisément réduire en une poudre impalpable dans le mortier d'agate.

354. — **Essai de borax.** — L'emploi du bionate de soude est fondé sur la grande tendance que présente l'acide borique à s'unir aux oxydes métalliques pour former avec eux des sous-borates fusibles. Cette affinité de l'acide borique pour les bases lui communique la propriété d'expulser de leurs combinaisons les acides moins forts que lui. D'une autre part, le borax dissout aussi les acides, notamment la silice, et forme avec eux des sels mixtes, acides et fusibles. Il est donc le fondant par excellence des substances minérales. Les verres qu'il produit par la fusion avec d'autres corps conservent en général leur transparence après le refroidissement; très-souvent ils sont colorés d'une manière particulière.

Le borax est employé sur le fil de platine, recourbé en crochet. On fait rougir celui-ci et on le plonge encore incandescent dans le sel, qui y adhère alors aisément. Sous le dard le borax se boursoufle, perd toute son eau et se transforme en une goutte limpide et incolore qui se fige et s'arrête dans la courbure. Tandis que le fondant est encore

pâteux, on le met en contact avec une très-petite parcelle¹ de la substance à essayer, et l'on expose le mélange à l'action de la flamme, en ayant soin d'observer si la fusion du mélange s'opère avec lenteur ou facilité, si le verre produit est coloré, et quel est l'effet de deux flammes sur cette coloration; si la coloration change, augmente ou diminue par le refroidissement de la perle, et enfin si le verre conserve ou perd sa transparence.

Le borax saturé de certaines substances, telles que la baryte, la strontiane et la chaux, donne, après le refroidissement, un verre incolore et transparent susceptible de se transformer en un émail blanc de lait, lorsqu'on l'expose à diverses reprises et pendant quelques instants à la flamme extérieure. On dit, dans ce cas, que le verre devient *opaque au flamber*. Il est utile de constater cette propriété; elle sert à distinguer les terres alcalines de la silice et de l'alumine.

Le tableau suivant résume les différentes colorations qu'on observe dans les essais au borax.

1. Il est extrêmement important de n'opérer que sur de très-faibles quantités de matière; sans cette condition, la plupart des réactions sont masquées, et l'on n'obtient avec le borax que des verres noirs entièrement opaques. Ce n'est qu'après avoir obtenu un verre incolore et transparent qu'il faut augmenter successivement la dose de la matière, pour s'assurer si la perle devient opaque ou prend une couleur particulière par la saturation.

TABLEAU:

RÉACTIONS DES OXYDES

COULEUR de LA PERLE	DANS LA FLAMME D'OXYDATION	
	A CHAUD	A FROID
Incolore....	Silice (se dissout lentement dans le borax) Alumine..... Etain..... Baryte..... Strontiane... Chaux..... Magnésie.... Argent..... Zinc..... Cadmium.... Plomb..... Bismuth.... Antimoine..	Silice. Alumine. Etain. Baryte..... Strontiane... Chaux..... Magnésie.... Argent..... Zinc..... Cadmium.... Plomb..... Bismuth.... Antimoine..
	Même en grande quantité.	Donnent au flamber des perles blanches opaques.
	Seulement en petite quantité; autrement verres jaunes.	
Jaune, rouge jaunâtre, rouge, rouge-brun.	Zinc (jaune pâle)..... Cadmium(jaune pâle)... Plomb (jaune pâle)..... Bismuth(jaune rougeâtre). Antimoine (jaunâtre). Fer (rouge foncé). Chrome (rouge foncé).	Fer (jaune). Nickel (rouge-brun). Manganèse (rouge violacé).
Violet-améthyste.	Nickel. Manganèse.	
Bleue.....	Cobalt.....	Cobalt. Cuivre (bleu tirant plus ou moins sur le vert).
Verte.....	Cuivre.....	Chrome (vert tirant légèrement sur le jaune).

MÉTALLIQUES AVEC LE BORAX.

COULEUR de la PERLE.	DANS LA FLAMME DE RÉDUCTION	
	A CHAUD	A FROID
Incolore....	Silice. Alumine. Etain. Baryte. Strontiane. Chaux..... Magnésie. Manganèse. Argent..... Zinc..... Cadmium.... Plomb..... Bismuth.... Antimoine... Nickel.....	Silice. Alumine. Etain. Baryte..... Strontiane... Chaux..... Magnésie... Manganèse. Argent..... Zinc..... Cadmium... Plomb..... Bismuth.... Antimoine... Nickel.....
	Ces verres sont généralement gris; ils ne deviennent incolores que par un feu soutenu.	Donnent au flamber des perles blanches opaques. Il faut un feu longtemps soutenu, autrement ces verres sont gris.
Bleue.....	Cobalt.	Cobalt.
Verte.....	Fer. Chrome.	Fer (vert-bouteille). Chrome (vert-émeraude).
Grise et opaque.	Argent..... Zinc..... Cadmium... Plomb..... Bismuth.... Antimoine... Nickel.....	Argent..... Zinc..... Cadmium... Plomb..... Bismuth.... Antimoine... Nickel.....
	Par un feu de réduction peu soutenu; autrement ces verres sont incolores. L'opacité n'apparaît nettement que pendant le refroidissement.	Par un feu de réduction peu soutenu; autrement ces verres sont incolores.
Rouge ou rouge-brun et trouble.	Cuivre.	Cuivre.

355. **Essai au sel de phosphore.** — Soumis à l'action du chalumeau, le phosphate double de soude et d'ammoniaque bouillonne, se boursoufle et laisse dégager son eau et son ammoniaque. Il se transforme ainsi en métaphosphate de soude, dont la composition se rapproche de celle du borax (202). Aussi existe-il une grande analogie entre le mode d'action de ces deux substances. L'une et l'autre agissent par l'acide qu'elles renferment, et dont la tendance à s'emparer des oxydes métalliques détermine la formation des sels basiques fusibles.

Le sel de phosphore sert plus particulièrement à la détermination des oxydes métalliques dont il fait mieux que le borax ressortir les couleurs caractéristiques. Avec les acides, le sel de phosphore se comporte autrement que le borax : au lieu de les dissoudre, il exerce sur eux, en quelque sorte, une action répulsive; sous son influence, les acides volatils se subliment, tandis que les acides fixes demeurent en suspension dans le verre sans s'y dissoudre. Sous ce rapport, le sel de phosphore est un bon réactif pour les silicates; il les décompose, s'empare des bases, et la silice, devenue libre, apparaît dans le sel en fusion sous la forme d'une masse gélatineuse; elle se dissout au contraire facilement, et en grande quantité, dans le borax en donnant un verre incolore et transparent.

L'alumine, la baryte, la strontiane, la chaux et la magnésie, ainsi que l'antimoine, le plomb, le bismuth, le cadmium et le zinc, se comportent avec le sel de phosphore comme avec le borax.

Au feu d'oxydation, la magnésie colore également le sel de phosphore en rouge-améthyste, mais avec moins d'intensité que le borax. La perle du borax peut, en effet, pa-

raître noire et opaque par suite d'une addition trop forte de magnésie, ce qui ne se produit jamais avec le sel de phosphore.

Le fer donne avec ce réactif, au feu d'oxydation, un verre jaune rougeâtre à chaud, jaune, puis verdâtre, pendant le refroidissement, et finalement incolore; au feu de réduction, il est rouge à chaud, jaune, puis verdâtre, pendant le refroidissement. La perle de borax, dans la flamme d'oxydation, est rouge à chaud, et jaune à froid; elle est d'un vert-bouteille avec la flamme de réduction.

Les réactions du nickel et du cobalt, ainsi que celles du cuivre, sont sensiblement les mêmes avec les deux réactifs, mais les colorations des perles de borax sont un peu plus intenses.

Le chrome produit avec le sel de phosphore, dans les deux flammes, un verre transparent, qui est rougeâtre à chaud, d'un vert sale pendant le refroidissement, et d'un très-beau vert-émeraude quand il est tout à fait froid. Il colore avec plus d'intensité le borax, mais il s'y dissout difficilement : la perle est jaune ou rouge à chaud, suivant la quantité de chrome; après complet refroidissement elle est d'un beau vert, mais qui vire un peu sur le jaune.

Le sel de phosphore s'emploie sur le fil de platine de la même manière que le borax. Voici un tableau qui résume les réactions :

TABLEAU.

RÉACTIONS DES OXYDES MÉTALLIQUES

COULEUR de LA PERLE	DANS LA FLAMME D'OXYDATION	
	A CHAUD	A FROID
Incolore ...	Silice (ne se dissout pas, reste sous forme de squelette). Alumine.....	Silice (ne se dissout pas, reste sous forme de squelette). Alumine (toujours transparente).
	Étain Baryte Strontiane... Chaux..... Magnésie.....	Étain. Baryte Strontiane... Chaux Magnésie ...
	Même en grande quantité.	Donnent au flamber des perles blanches opaques.
	Zinc Cadmium ... Plomb Bismuth..... Antimoine... jaunes.	Zinc. Cadmium. Plomb. Bismuth. Antimoine.
	Seulement en faible quantité; autrement les verres sont plus ou moins jaunes.	
Jaune, rouge jaunâtre, rouge, rouge-brun.	Zinc Cadmium ... Plomb Bismuth..... Antimoine... Argent. Fer. Nickel. Chrome.	Argent. Fer. Nickel.
	En grande quantité; autrement les verres sont incolores.	
Violette (améthyste).	Manganèse.	Manganèse.
Bleue.	Cobalt.	Cobalt. Cuivre (bleu tirant sur le vert).
Verte.	Cuivre.	Chrome (vert-émeraude).

AVEC LE SEL DE PHOSPHORE.

COULEUR de LA PERLE	DANS LA FLAMME DE RÉDUCTION	
	A CHAUD	A FROID
Incolore....	Silice (insoluble, reste sous forme de squelette). Alumine. Étain. Baryte. Strontiane. Chaux. Magnésie. Manganèse. Argent..... Zinc..... Cadmium ... Plomb Bismuth ... Antimoine... Nickel.....	Silice (insoluble, reste sous forme de squelette). Alumine (touj. transparente). Étain. Baryte..... Strontiane .. Chaux Magnésie.... Manganèse. Argent..... Zinc..... Cadmium... Plomb..... Bismuth.... Antimoine... Nickel.....
	Seulem. par un feu très-soutenu, autrement le verre est gris. (Voy. plus bas.)	Seulem. par un feu très-soutenu; autrement le verre est gris.
Rouge.	Fer (rouge). Chrome (rougeâtre).	Fer (rougeâtre).
Violette (améthyste).		
Bleue.	Cobalt.	Cobalt.
Verte.		Chrome.
Grise et opaque.	Argent Zinc..... Cadmium ... Plomb Bismuth.... Antimoine... Nickel.	Argent..... Zinc..... Cadmium... Plomb..... Bismuth.... Antimoine... Nickel.
	L'opacité n'apparaît nettement que pendant le refroidissement.	
Rouge, ou rouge-brun et opaque.	Cuivre.....	Cuivre.
	L'opacité n'apparaît nettement qu'après le refroidissement.	