
CHAPITRE XVIII,**D U F E R.**

LE fer, appelé *mars* par les alchimistes, est un métal imparfait d'une couleur blanche, livide & tirant sur le gris, disposé en petites facettes. Il est susceptible de prendre un très-beau poli, & de devenir très-brillant. Sa dureté & son élasticité sont telles, qu'il est capable de détruire l'aggrégation de tous les autres métaux.

Le fer a de l'odeur, sur-tout lorsqu'on le frotte ou qu'on le chauffe. Il a aussi une saveur stiptique très-marquée, qui agit fortement sur l'économie animale.

Le fer est, après l'étain, la plus légère des substances métalliques; un pied cube de ce métal forgé pèse cinq cent quatre-vingts livres. Il s'étend sous le marteau; mais comme il est fort dur & comme il s'écrouit beaucoup, on ne peut pas en faire des feuilles laminées; sa ductilité à la filière est beaucoup plus marquée; on le tire en fils très-fins, dont on fait des cordes de clavecins. Cette propriété paroît dé-

pendre sa tenacité ; le fer est en effet le plus tenace de tous les métaux après l'or ; un fil de fer d'un dixième de pouce de diamètre , soutient un poids de quatre cent cinquante livres sans se rompre.

Le fer pur a une forme cristalline qui lui est particulière. On a trouvé dans des fourneaux où ce métal s'étoit refroidi lentement , des pyramides quadrangulaires , articulées & branchues , formées d'octaèdres implantés les uns sur les autres. C'est à M. Grignon, maître de forges à Bayard en Champagne , qu'on doit cette observation. Enfin , outre toutes les propriétés que le fer partage avec les autres substances métalliques , ce métal en présente encore trois qui lui sont tout-à-fait particulières : l'une est le magnétisme ou la propriété d'être attirable à l'aimant , & de pouvoir devenir lui-même un très-bon aimant , soit lorsqu'il reste long-tems dans une position élevée , ou dans une direction du sud au nord , soit lorsqu'il a servi de conducteur au feu électrique du tonnerre , comme plusieurs faits l'attestent , soit lorsqu'on frotte fortement deux morceaux de fer l'un contre l'autre. La seconde propriété , c'est de s'enflammer & de se fondre subitement par le choc des cailloux , phénomène auquel les poètes attribuent de concert la découverte du feu par les

premiers hommes. La troisième propriété qui le distingue, c'est de se trouver avec le manganèse dans les plantes & dans les animaux, dont il colore une partie des humeurs. Il est même vraisemblable que ces êtres organiques forment eux-mêmes ce métal; car les plantes élevées dans l'eau pure contiennent du fer, qu'on peut retirer de leurs cendres.

Le fer est un métal très-abondant dans la nature, puisqu'indépendamment de celui que contiennent les plantes & les animaux, il se trouve dans presque toutes les pierres colorées, dans les bitumes & dans la plupart des mines métalliques. Mais il ne fera question ici que des matières minérales qui contiennent beaucoup de ce métal, & qu'on peut exploiter pour en tirer le fer. Dans ces mines, qui sont en très-grand nombre, le fer est, ou à l'état métallique, ou à l'état d'oxide, ou minéralisé par différentes substances.

1°. Le fer natif se reconnoît à sa couleur & à sa malléabilité. Il est fort rare, & ne se trouve qu'accidentellement dans les mines de fer. Margraf en a trouvé en filons à Eibenstock en Saxe; le docteur Pallas en a découvert en Sibérie une masse de 1600 livres, & M. Adanson assure qu'il est commun au Sénégal. Plusieurs minéralogistes pensent que ces fers natifs sont les

produits de l'art, & qu'ils ont été enfouis dans la terre par quelques circonstances.

2^o. Les mines de fer noir considérées en général paroissent appartenir toutes à un oxide de fer noir plus ou moins pur.

Le fer noir est reconnoissable par sa couleur, par la propriété qu'il a d'être plus ou moins attirable à l'aimant, & de n'être aucunement dissoluble dans les acides. Ce fer est quelquefois cristallisé en forme de polyèdres ou en lames arrondies, & présente différentes nuances de couleurs irisées très brillantes, tel est celui de l'isle d'Elbe. Ce fer forme une montagne considérable, qu'on exploite à ciel ouvert. La mine de Suède est aussi du fer noir, mais il n'est pas cristallisé; il est en masses plus ou moins solides, mêlé à du quartz, du spath, de l'albeste, &c. Il est souvent assez dur pour prendre le poli, & sa surface paroît comme miroitée. Aussi lui a-t-on donné, ainsi qu'au précédent, le nom de *fer spéculaire*; on le trouve réuni en carrières considérables. Ce fer varie pour le ton de sa couleur; il y en a de parfaitement noir qui est très-attirable à l'aimant, de bleuâtre qui l'est moins, & de gris qui l'est fort peu. Le fer de Norwège est aussi du fer noir; mais il est ordinairement en petites écailles comme le mica, souvent mêlé de grenat & de schorl. Le fer

noir prend quelquefois la forme de grains. Il est aussi cristallisé en cubes; ce qui l'a fait nommer par quelques naturalistes *galène de fer* ou *eisen-glants*. Lorsque la mine de fer micacée est de couleur noire, on l'appelle *eisen-mann*, sur-tout si les écailles sont fort grandes; quand ces écailles sont rouges, & quand la poussière qui la recouvre a la même couleur, elle porte le nom d'*eisen-ram*. La mine de fer en cristaux octaédres noirs, très-réguliers & dispersés dans une espèce de schiste ou de stéatite dure, qui nous vient de Suède, de Corse, &c. paroît appartenir à cette classe de mines de fer. Elle est attirable à l'aimant & très-cassante. Le fer lamelleux & brillant de Framont, appartient encore à cette espèce.

Quoique les diverses sortes de mines de fer noires que j'ai réunies dans cet article, semblent avoir une analogie marquée entr'elles, plusieurs minéralogistes les ont regardées comme fort différentes les unes des autres, & les ont rangées diversement. Cette variété d'opinions vient de ce qu'on n'a point encore de connoissances exactes sur leur nature. Il paroît que, parmi ces mines, il en est qui sont plus ou moins voisines de l'état métallique, comme le fer octaédre de Corse, de Suède, que M. Mongès compare à de l'éthiops martial. Celui-là est
fort

fort attirable; d'autres au contraire se rapprochent plus de l'état d'oxide, comme le fer de l'isle d'Elbe, & sur-tout l'*eisen-mann* & l'*eisen-ram*, qui n'obéissent point à l'aimant. Les mines de l'isle d'Elbe semblent n'être que des oxides de fer noirs provenant du carbonate de fer réduit par le feu. M. Vauquelin les a très-bien imitées par ce procédé. A ces détails sur les fers noirs je joindrai ici quelques faits observés par M. l'abbé Haüy de l'académie des sciences. Il distingue deux formes primitives dans ces fers, qui, suivant lui, annoncent deux substances ferrugineuses de nature différente.

L'une est l'octaèdre régulier qui appartient au fer de Corse. Les cristaux de ce dernier sont fortement attirables par le barreau aimanté. La mine de fer spéculaire du mont d'or en segments d'octaèdre est une variété de cette sorte.

L'autre forme est celle du cube, c'est à celle-ci que se rapporte particulièrement la mine de fer de l'isle d'Elbe dont il y a deux variétés principales, savoir: 1°. le fer en rhomboïdes très-obtus; 2°. le fer à 6 pentagones & à 18 triangles. Ces variétés n'attirent que foiblement le barreau aimanté; en les limant, M. Haüy en a obtenu une poussière rougeâtre onctueuse, semblable à celle du fer micacé rouge, ou de l'*eisen-ram* des Allemands.

3°. Le fer est très-souvent dans l'état de rouille, plus ou moins oxidée. Il forme alors les mines de fer ochracées. Toutes les terres colorées en brun, en rouge, sont de cette espèce.

4°. Il ne faut pas confondre avec les ochres les mines de fer que l'on appelle *limoneuses* ; ces mines contiennent à la vérité le fer oxidé, mais cet oxide y est combiné avec l'acide carbonique & avec l'acide phosphorique, qui paroît provenir de la décomposition des végétaux. On distingue les fers limoneux en fer riche & en fer pauvre, fer fusible & fer sec. Le fer riche n'est qu'un fer peu rouillé & qui ne contient qu'une fort petite quantité de terre. Le fer fusible est celui qui se fond aisément & donne une fonte de bonne qualité ; le métal n'y est uni qu'à plusieurs pierres faciles à fondre. Le fer sec est plus oxidé & mêlé avec des substances très-réfractaires. Tout le fer limoneux est ordinairement disposé par couches, à la manière des pierres, & il a été manifestement déposé par les eaux. Il est souvent formé en espèce de galets ou de corps sphériques, applatis & irréguliers. Il n'est pas rare d'y trouver des matières organiques, telles que du bois, des feuilles, des écorces, des coquilles, à l'état des mines de fer limoneuses. Cette espèce de conversion ou de passage semble

annoncer une forte d'analogie entre ce métal & les corps organiques. Une portion du phosphate de fer contenu dans ces mines les plus abondantes de toutes, donne à ce métal la propriété d'être cassant à froid. Bergman qui connoissoit cet état du fer sans en avoir déterminé la nature, avoit appelé *sidérite*, ce phosphate de fer; quelques chimistes allemands l'avoient nommé depuis *fer d'eau*. Nous exposerons plus bas les moyens de séparer ce sel du fer cassant à froid.

5°. La pierre d'aigle ou *ovite* est une variété du fer limoneux. Ce sont des corps de différentes formes, communément ovoïdes ou polygones, formés de couches concentriques, déposés autour d'un noyau, qui souvent est mobile au centre de la pierre. Le dessèchement & la retraite de ces couches y a formé une cavité moyenne, dans laquelle flottent librement quelques fragmens plus ou moins considérables. Cette pierre a reçu le nom qu'elle porte, parce qu'on a cru que les aigles en déposent dans leurs nids, & qu'elle a la propriété de faciliter leur ponte. On en a conclu que cette pierre agissoit fortement sur le fœtus renfermé dans le sein de sa mère; quelques auteurs ont même assuré qu'il étoit possible d'accélérer le travail d'une femme en couche, en attachant

une pierre d'aigle à sa jambe, ou de le retarder en l'attachant au bras.

6°. *L'hématite* est une sorte de fer limoneux qui paroît formé à la manière des stalactites. Son nom lui vient de sa couleur, qui est ordinairement rouge ou de couleur de sang, quoique cependant cette couleur varie. L'hématite est ordinairement composée de couches qui se recouvrent les unes les autres, & qui sont elles-mêmes formées d'aiguilles convergentes. L'extérieur de cette mine offre beaucoup de tubercules, ou de mammelons. On distingue les hématites, non-seulement par la couleur, mais encore par la forme. Telles sont l'hématite en aiguilles, qui se trouve en Lorraine; l'hématite mammelonnée, celle qui est en grappes de raisins ou hématite botrite, &c. Ces mines se rencontrent assez souvent avec le fer limoneux, & elles sont déposées sur beaucoup de corps différens.

7°. *L'aimant* n'est qu'une mine de fer ochracée, très-dure, très-réfractaire, que quelques personnes regardent cependant comme assez voisine de l'état métallique. On le reconnoît à sa propriété d'attirer la limaille d'acier. Il se trouve en Auvergne, en Espagne, dans la Biscaye, &c. On en distingue les variétés par la couleur.

8°. L'*émérite*, *smyris*, est une mine de fer grise ou rougeâtre, que plusieurs minéralogistes regardent comme une sorte d'hématite. Il est très-dur & très-réfractaire; il se trouve abondamment dans les isles de *Gersey* & *Guernesey*. On le réduit en poudre dans des moulins, & on se sert de cette poudre pour polir le verre & les métaux.

9°. Le *fer spathique* est un oxide de fer combiné avec de l'acide carbonique, & charié par l'eau. Il est ordinairement d'une couleur blanche; il y en a cependant de toutes sortes de teintes, de gris, de jaune & de rouge. Il est toujours disposé par lames plus ou moins grandes, demi-transparentes comme le spath; il est assez pesant & souvent cristallisé régulièrement; il se trouve en carrières considérables, souvent mêlé à de la pyrite, comme celui d'*Allevard* en *Dauphiné*, quelquefois avec la mine d'argent grise, comme le fer de *Baigorry*, ou avec le manganèse, comme celui de *Styrie*. Quelques minéralogistes pensent que c'est un spath dans lequel l'oxide métallique a été déposé. Le fer spathique se décompose tout seul dans les vaisseaux fermés, & donne de l'acide carbonique. Il reste du fer noir brillant très-attirable à l'aimant, & qui se fond aisément par l'action d'un grand feu. Le manganèse que le

fer spatique contient souvent, le rend altérable à l'air, & lui fait prendre une couleur brune à mesure qu'il perd sa forme & sa consistance.

10°. La nature offre aussi le fer dans l'état salin, uni à l'acide sulfurique, & formant le sulfate de fer ou couperose verte. Ce sel se rencontre dans les galeries des mines de fer, surtout de celles qui contiennent des *pyrites*. Quelquefois on le trouve en cristaux verts ou sous la forme de belles stalactites; d'autres fois il n'est pas aussi pur & a éprouvé quelqu'altération. S'il n'a fait que perdre l'eau de sa cristallisation, il est d'une couleur blanche ou grisâtre; on le nomme *fori*. Lorsqu'il a essuyé une calcination un peu plus forte, il est jaune & se nomme *missy*. Si la calcination a été au point d'emporter une portion considérable de l'acide, le sulfate du fer sera rouge & portera le nom de *colcothar* ou *chalcite* naturel; mêlé à quelques matières inflammables, ce sel s'appelle *melanteri*, à cause de sa couleur noire. Toutes ces différentes matières ont reçu le nom de pierres *atramentaires*, parce qu'elles sont propres à faire de l'encre, comme le sulfate de fer.

11°. On trouve souvent le fer uni au soufre; il forme alors la *pyrite martiale*. Cette sorte de mine a reçu le nom de pyrite, parce qu'elle est assez dure pour donner beaucoup d'étincelles,

lorsqu'on la frappe avec l'acier. Nous nommons cette combinaison sulfure de fer natif. Les *pyrites martiales* sont communément en petites masses roulées, quelquefois régulières. Le plus souvent elles sont sphériques, cubiques ou dodécaèdres. Leur forme varie beaucoup, comme on peut s'en convaincre en lisant la Pyritologie de Henckel.

M. l'abbé Haiiy qui a étudié avec soin la structure des pyrites ferrugineuses, a reconnu les principales variétés suivantes dans leur forme.

1°. Le cube lisse; c'est la forme primitive de ce minéral.

2°. La pyrite en octaèdre régulier.

3°. La pyrite cubo-octaèdre; c'est le cube dont les angles sont tronqués.

4°. La pyrite dodécaèdre à plans pentagones.

5°. La pyrite cubique striée dans les trois sens. Il a fait voir (acad. 1785, pag. 218) que le cube dont les stries avoient si fort embarrassé Sténon & Mairan, par la diversité de leurs directions, n'étoit autre chose qu'une modification produite par la cristallisation précipitée du dodécaèdre à plans pentagones.

6°. La pyrite à 20 faces triangulaires dont 8 équilatérales & 12 isocèles.

7°. La pyrite à 36 faces triangulaires isocèles, dont 12 plus grandes & plus allongées que les 24 autres.

8°. La pyrite globuleuse hérissée de pointes d'octaèdres; celle-ci semble être d'une autre nature que les précédentes.

Quelques pyrites sont brunes à l'extérieur & de couleur de fer; la plupart sont jaunâtres & ressemblent assez à des mines de cuivre, même à leur surface. Toutes sont jaunes & comme cuivreuses à l'intérieur. Ordinairement les pyrites sont dispersées dans le voisinage des mines de fer, & répandues dans les glaises & dans les carrières de charbon de terre. La couche supérieure de ces dernières est presque toujours pyriteuse. Toutes les pyrites se décomposent facilement. Un degré de chaleur assez foible suffit pour leur enlever leur soufre. Presque toutes s'altèrent d'elles-mêmes, lorsqu'elles sont exposées à l'air, & sur-tout dans un endroit humide; elles se renflent, se brisent, perdent leur éclat & se couvrent d'une efflorescence d'un blanc verdâtre, qui n'est que du sulfate de fer. Il paroît que cette altération, que l'on a nommée *vitriolisation des pyrites*, dépend de l'action réunie de l'air & de l'eau sur le soufre. Il se forme de l'acide sulfurique qui dissout le fer & s'élève au dehors de la pyrite, comme une

espèce de végétation, en écartant peu-à-peu les petites pyramides qui composent ce minéral. Toutes les pyrites ne s'effleurissent pas aussi facilement les unes que les autres. Les pyrites globuleuses, dont la couleur est très-pale & le tissu peu ferré, s'effleurissent très-vîte. Celles qui sont d'un jaune brillant, de couleur de cuivre, & qui sont formées de petites lames appliquées très-exactement les unes sur les autres, ne s'effleurissent que très-difficilement, & doivent être soigneusement distinguées des premières, puisqu'elles en diffèrent par leur couleur, leur forme, leur tissu & leurs propriétés.

120. Le fer se rencontre aussi combiné avec l'arsenic, & tous les deux dans l'état métallique. Cette mine, qui est le vrai *mispickel*, est blanche, brillante, grenue, ou à facettes, & ne contient pas de soufre comme la pyrite arsenicale proprement dite. On regardoit autrefois le wolfram comme une mine de fer arsenical, mais on fait aujourd'hui que c'est une mine de tungstène.

130. Le fer se trouve quelquefois sous la forme d'une poussière bleue, plus ou moins claire ou foncée, on l'appelle dans cet état *bleue de Prusse* ou *prussiate de fer natif*. Il est mêlé aux terres végétales, & sur-tout aux tourbes.

140. Enfin le fer étant le plus abondant de tous les métaux, on le trouve souvent mêlé avec le sable, avec l'argile, avec la craie, & il colore un grand nombre de terres & de pierres différentes.

Les mines de fer s'essaient de la manière suivante, par la voie sèche : après les avoir réduites en poudre, on les mêle avec le double de leur poids de verre pilé, une partie de borax calciné & un peu de charbon en poudre ; on triture exactement le mélange ; on le met dans un creuset brasqué, on y ajoute un peu de sel marin, on couvre le creuset & on pousse à la fonte. Lorsque le tout est refroidi très-lentement, on trouve ordinairement le fer plus ou moins malléable en un petit culot sphérique souvent cristallisé à sa surface.

Bergman a proposé de faire l'essai des mines de fer par la voie humide ; il se servoit d'acide muriatique pour dissoudre le fer, & il le précipitoit par un prussiate alcalin ; s'il y avoit d'autres métaux mêlés avec le fer, il les calcinoit & il les séparoit par les acides nitriques & acéteux, ensuite il dissolvoit le fer par l'acide muriatique.

Le traitement des mines de fer varie suivant l'état où se trouve ce métal. Il y a des mines qui n'ont besoin d'aucune préparation avant

d'être fondues ; d'autres doivent être pilées & lavées, quelquefois même grillées, pour devenir plus tendres & plus fusibles.

Le fer limoneux & le fer spatique s'exploitent de la même manière, en les fondant à travers les charbons. Les fournaux dans lesquels on fond le fer, varient par la hauteur, qui est de douze à dix-huit pieds. Leur cavité représente deux pyramides quadrilatères, qui se joignent par leur base vers la moitié de la hauteur du fourneau ; cet endroit porte le nom d'*étalage*. On pratique au bas du fourneau un trou, pour donner issue au métal fondu ; ce trou, qui est bouché avec de la terre, répond à un canal triangulaire, creusé dans le sable & destiné à recevoir le fer fondu. On commence par mettre dans le fond du fourneau quelques tisons allumés, on jette ensuite du charbon, puis de la mine & quelques matières fondantes ; le plus ordinairement ces matières sont des pierres calcaires qu'on nomme *castine*, & quelques pierres argileuses nommées *arbue*, quelquefois du quartz ou des cailloux ; on jette alternativement dans le fourneau la mine, les pierres & le charbon, observant de recouvrir le tout d'une couche de ce dernier, qui doit monter jusqu'à l'ouverture supérieure du fourneau nommé *gueulard*. On pousse à la fonte

à l'aide de deux forts soufflets. Le fer se fond en passant à travers le charbon qui le réduit. Les matières pierreuses qu'on ajoute à la mine, venant à se fondre & à se vitrifier, facilitent la fusion du fer, qui commence à la hauteur des étalages du fourneau. Ce métal fondu se rassemble au fond du fourneau, dans la partie nommée *le creuset*; on le fait couler par l'ouverture antérieure du fourneau dans le canal creusé sur le sable; il forme ce qu'on nomme la *fonte* ou la *gueuse*. Il passe après le fer une matière vitreuse, nommée *laitier*; elle est formée par la vitrification de la gangue de la mine avec les terres qu'on avoit ajoutées au fer pour en faciliter la fusion; elle est d'une couleur verte, blanchâtre, bleue ou jaune, que lui communique une portion d'oxide de fer fondu.

La fonte est cassante & n'a pas la ductilité du fer. Les métallurgistes ont eu beaucoup d'opinions sur la cause de cette propriété de la fonte; quelques-uns croyoient qu'elle étoit due à la présence d'une portion de laitier. D'autres l'attribuoient à ce que le fer n'étoit pas bien réduit, & contenoit une portion d'oxide. Brandt croyoit que c'étoit l'arsenic, & M. Sage pense que c'est du zinc qui rend la fonte cassante. Bucquet considéroit la fonte comme un fer mal

réduit, & contenant encore une portion d'oxide métallique interposé entre ses parties. Bergman qui a beaucoup travaillé sur le fer, a cru que la fragilité de la fonte dépendoit d'une certaine quantité d'une matière étrangère qu'il croyoit être un métal particulier, & qu'il a appelé *sydérîte*; on a découvert que cette matière est un composé de fer & d'acide phosphorique. La *sydérîte* se trouve aussi dans certains fers, comme nous l'exposerons plus bas. La vraie cause de la fragilité, de la fusibilité, du tissu grenu, & de toutes les propriétés de la fonte, a été mise hors de doute par de belles recherches de MM. Vandermonde, Monge & Berthollet. Ils ont démontré que le fer de fonte contient de l'oxigène & du charbon; ce dernier a été absorbé pendant la fusion dans les hauts fourneaux. C'est à la quantité diverse de ces deux corps étrangers, que la fonte doit ses qualités différentes.

Les métallurgistes distinguent plusieurs espèces de fontes; la blanche, la grise, la noire, &c. Ils appellent fonte truitée, celle qui, sur un fond gris, a des taches noirâtres. La fonte blanche est la plus mauvaise; elle se rapproche du caractère des métaux cassans. La grise tient le milieu entre la première & la noire, qui est la meilleure, & qui fournit plus facilement du fer

d'une bonne qualité. Ces divers caractères dépendent de la quantité d'oxigène & sur-tout de charbon contenus dans la fonte. Lorsque le charbon est très-abondant & bien uniformément mêlé, la fonte est noire; un peu moins de ce corps forme la grise; un mélange mal fait & trop tôt refroidi constitue la fonte truitée; la blanche contient le moins de charbon possible. Toutes ces qualités influent sur la nature & l'usage de la fonte, & sur-tout sur sa convertibilité en fer. Les physiciens cités ci-dessus, ont découvert que lorsqu'on refond de la fonte, il s'en sépare toujours une portion de charbon uni intimement à un peu de fer, ou de carbure de fer. Ce composé appelé jusqu'ici *plombagine*, enduit les cuillers avec lesquelles on puise & on coule la fonte.

Pour convertir la fonte en fer, il faut lui enlever le charbon & l'oxigène. Un grand feu qui pénétre bien toute la masse, est nécessaire pour obtenir cette réduction. On conçoit qu'à une haute température, le charbon doit brûler en enlevant l'oxigène, & se dégager sous forme de gaz acide carbonique, en excitant une effervescence. Pour cela la fonte est portée au fourneau d'affinage. C'est une forge un peu creuse, dans laquelle on met une masse de fonte, qu'on recouvre de beaucoup de charbon. On souffle

le feu jusqu'à ce que la fonte soit fondue ; lorsqu'elle est en cet état, on la pétrit, on la retourne à plusieurs reprises. Cette agitation lui fait présenter plus de surface, en sorte que les portions de charbon enlèvent l'oxigène au fer, brûlent & se dégagent en gaz acide carbonique. Le métal paroît aussi se séparer d'une portion de *sydérite* ou phosphate de fer. On le porte ensuite sous le marteau pour le réduire en barres. Le martelage, en rapprochant les parties du fer, facilite la séparation de la *sydérite* & de la portion de carbure & d'oxide de fer que ce métal contenoit encore ; il achève en conséquence ce que la fusion n'avoit pu faire, faute d'être assez complète. On chauffe & on bat le fer à plusieurs reprises, jusqu'à ce qu'il soit au point de perfection qu'on veut lui donner.

Le fer forgé se distingue en fer doux & fer rouvrain. Le fer doux est très-ductile, & lorsqu'on le casse après l'avoir plié, il se tiraille & paroît composé de filets ou de fibres ; c'est ce qu'on nomme *fer nerveux*. Mais ce nerf n'est produit que par accident, car si on casse net & d'un seul coup le fer le plus doux, il ne paroît pas nerveux ; tandis qu'en cassant avec précaution le plus mauvais fer, on peut le faire paroître nerveux. Il convient plutôt de s'atta-

cher au grain de ce métal, lorsqu'on veut prononcer sur sa qualité. Le fer rouvrain est plus aigre; son grain est gros & paroît formé de petites écailles; on le distingue en fer cassant à chaud, & fer cassant à froid; la cause de cette fragilité est reconnue aujourd'hui; on fait que le fer cassant à froid contient beaucoup plus de sidérite ou phosphure de fer, que tous les autres fers, & que la quantité de ce phosphure va toujours en diminuant jusques dans le fer le plus doux qui n'en contient point. Pour séparer ce composé du fer, & pour en connoître la quantité, on dissout ce métal dans l'acide sulfurique étendue d'eau, on laisse reposer la dissolution dans laquelle il se forme peu-à-peu un précipité blanc que l'on ramasse & que l'on pèse; c'est du phosphate de fer.

L'art convertit le fer en acier. Pour cela on prend des barres de fer de peu de longueur; on les enferme dans une boîte de terre, pleine d'un ciment ordinairement composé de matières très-combustibles, comme de la suie de cheminée, ou des charbons de matières animales; on y ajoutè quelquefois des cendres, des os calcinés, du sel marin ou du sel ammoniac; mais ces matières nuisent souvent plus qu'elles ne sont utiles. La boîte étant bien fermée, on la chauffe pendant dix ou douze heures, jusqu'à

qu'à ce que les barres soient bien blanches & commencent à se ramollir, Dans cette opération le fer se purifie & se réduit complètement à l'aide des matières combustibles qui l'entourent de toutes parts. Les portions qui n'étoient pas parfaitement dans l'état métallique, reprennent cet état; le phosphore de fer, s'il en resta encore, paroît être décomposé entièrement. Le fer ramolli et dilaté absorbe le charbon qui l'environne, & l'acier de cémentation n'est qu'une combinaison de fer pur & bien réduit avec du charbon. Il diffère du fer en ce qu'il contient du charbon, & de la fonte en ce que celle-ci contient, outre le charbon, une quantité plus ou moins grande d'oxygène. Si on enlève l'oxygène à la fonte sans en séparer le charbon, ou en lui en donnant de nouveau, on fera de l'acier, sans avoir affiné le fer. L'acier est beaucoup plus fusible que le fer; aussi les barres que l'on convertit en acier par la cémentation, se ramollissent-elles au point que l'acide carbonique qui s'en dégage en bulles pendant l'action de la chaleur, forme à leur surface des petites boursoufflures, ou des cavités bien sensibles. L'acier qui présente ces bouillons, est nommé *acier poule*. Les différences de l'acier dépendent de la réduction plus ou moins complète du fer, de la quantité de

charbon qui y est contenu , & du refroidissement plus ou moins prompt ou lent qu'on lui fait éprouver. La trempe en rapproche fortement les molécules, & le rend très-dur, très-sec & très-cassant.

Il est évident que toutes les préparations qu'on fait subir au fer, ne sont nécessaires que parce que ce métal étant plus difficile à fondre que les autres, adhère beaucoup à l'oxygène, & a une grande tendance pour s'y combiner.

Il est des mines de fer, & particulièrement le fer noir, comme celui de l'isle d'Elbe, dans lequel ce métal est si abondant & si peu altéré, qu'on n'a pas besoin de le convertir en fonte. On se contente de le ramollir sous les charbons dans le fourneau d'affinage, & on le passe au marteau. C'est ce qu'on nomme *la méthode catalane*; elle ne peut avoir lieu que pour des mines qui contiennent peu de matières étrangères, susceptibles de se convertir en laitier.

Les mines de fer spathiques donnent un fer si pur & peu réductible, qu'elles fondent très-promptement & absorbent facilement du charbon dans leur réduction. Aussi les nomme-t-on *mines d'acier*.

Les propriétés chimiques du fer sont très-étendues; & pour les bien connoître, il faut les considérer dans le fer le plus doux.

Le fer ne se fond qu'à une extrême chaleur. Si on le jette en limaille au milieu d'un brasier ardent, ou même à travers la flamme d'une bougie, il s'allume subitement & produit des étincelles très-vives; telles sont aussi celles qui ont lieu dans la percussion du briquet. Le fer ramassé sur un papier blanc, se trouve fondu & semblable à une espèce de scorie ou de mâche-fer. Exposé au foyer de la lentille de M. de Trudaine, ce métal jette subitement des étincelles enflammées & brûlantes. Macquer, qui a fondu de l'acier & du fer à cette lentille, avoit observé que l'acier étoit plus fusible; ce qui dépend de sa combinaison avec le charbon. Le fer fondu qui se refroidit lentement, prend une forme cristalline particulière, comme nous l'avons déjà observé. M. Mongèz la définit une pyramide à trois ou quatre côtés.

Le soufflet d'air vital porté sur du fer en limaille, le fait brûler aussi rapidement que le foyer de la lentille du jardin de l'infante. Si l'on plonge dans un bocal plein d'air vital, un fil de fer tourné en spirale & terminé par un petit morceau d'amadou allumé, ce métal s'enflamme subitement & brûle avec une rapidité & une déflagration très-remarquables. Comme dans toutes ces fusions le fer devient cassant,

& s'oxide en prenant une couleur noire, les ouvriers en fer & tous les hommes qui traitent ce métal, ne le regardent point comme fusible, & c'est un axiome chez eux, que le fer est absolument infusible. On conçoit cependant que cette opinion rigoureusement prise est une erreur; car à un très-grand feu & sans le contact de l'air, le fer fond sans presque s'altérer. Dans nos expériences exactes, on obtient de petits culots de fer doux & ductile.

Le fer, quoique très dure & très réfractaire, se calcine ou s'oxide très aisément; dès qu'il commence à rougir, il se combine avec l'oxigène, & il brûle sans flamme apparente. Une barre de fer tenue rouge pendant long-tems, offre à sa surface des écailles qu'on peut enlever avec un marteau, & qu'on appelle *batitures de fer*; le métal n'y est qu'en partie oxidé, puisque ces écailles sont encore attirables à l'aimant. On peut faire un oxide de fer plus parfait en exposant sous une moufle de la limaille d'acier, & plus promptement encore les écailles ou batitures de fer. Elles se convertissent en une poudre d'un brun rougeâtre non attirable à l'aimant qu'on nomme *safran de mars astringent*. Nous le nommons *oxide rouge de fer*, & les batitures *oxide noir*. Ce dernier contient de 20 à 25 pour 100 d'oxigène; l'oxide rouge en

contient jusqu'à 32 ou 34. Les oxides de fer varient entre les deux degrés d'oxidation. Il y en a d'un brun jaune, d'autres sont couleur de marron; d'autres enfin du plus beau rouge & semblables au carmin. Tous les oxides mêlés aux matières terreuses & exposés à une très-forte chaleur, se fondent en un verre noirâtre & poreux. Ils se réduisent en partie en les chauffant lentement dans des vaisseaux fermés; pour peu qu'ils aient été exposés à l'air, ils donnent en se réduisant une certaine quantité d'acide carbonique; ce qui prouve qu'ils attirent cet acide de l'atmosphère. Cet acide provient aussi du charbon que les fers contiennent, & qui devient acide en absorbant l'oxigène dégagé pendant leur réduction.

Les oxides de fer rouges se réduisent très-facilement à l'aide des matières combustibles. En les mêlant avec un peu d'huile & les chauffant légèrement dans un creuset, ils deviennent noirs & très-attirables à l'aimant; mais ils ne perdent pas tout l'oxigène qu'ils contiennent dans cette opération, ils ne passent qu'à l'état d'oxide noir.

Le fer le plus pur exposé à l'air humide, y perd bientôt son brillant métallique; il se couvre d'une croûte pulvérulente & d'un jaune brun. On donne à cette matière le nom de

rouille. Le fer ordinaire y est beaucoup plus sujet que l'acier. Plus ce métal est divisé, plus son altération à l'air est rapide. C'est de cette manière qu'on prépare le médicament connu en pharmacie sous le nom de *safran de mars apéritif*. On expose de la limaille de fer à l'air, & on l'arrose avec de l'eau; par ce moyen elle se rouille très-vîte. On en fait encore plus vîte avec le fer en état d'*éthiops* ou d'oxide noir, traité par le même procédé. Dans cette altération ce métal s'agglutine, & forme des masses que l'on porphyrise pour l'employer en médecine. On croyoit que la rouille de fer étoit formée par l'air, mais il est reconnu aujourd'hui que c'est l'eau qui a calciné ce métal. Des expériences qui me sont particulières, me portent à regarder le *safran de mars apéritif*, comme une combinaison de l'oxide de fer avec l'acide carbonique. J'ai distillé ce *safran de mars* à l'appareil pneumatique-chimique, & j'en ai obtenu une grande quantité de cet acide; le fer étoit changé en poudre noire très-attirable à l'aimant. M. Joffe, apothicaire de Paris, a communiqué à la Société Royale de Médecine un procédé pareil, pour obtenir promptement de l'*éthiops martial*. Il recommande de faire rougir le *safran de mars apéritif* dans une cornue, à laquelle on adapte un ballon percé d'un petit

trou sans le lutter ; par ce moyen la chaleur dégage l'acide carbonique, que M. Joffe laisse échapper par le trou du ballon, & le fer reste à l'état d'oxide noir en poudre, ou d'*éthiops martial*. J'ai plusieurs fois fait cristalliser par ce moyen la potasse & la soude caustiques, dont j'avois imprégné les parois du ballon adapté à la cornue ; il s'est formé par le transport de l'acide carbonique du fer sur l'un ou l'autre de cet alcali, l'espèce de sel neutre, qui a été nommé carbonate de potasse ou de soude. J'ai fait sur la rouille de fer beaucoup d'autres expériences, que j'ai exposées dans un Mémoire particulier ; (*Mém. & Observ. de Chimie, 1784*) toutes m'ont convaincu que cette matière est un vrai sel neutre formé par l'oxide de fer & l'acide carbonique. Il faut donc nommer la rouille carbonate de fer, pour la distinguer des vrais oxides de ce métal. Ce sel est absolument le même que Bergman appelle *fer aéré*. Cette théorie a l'avantage d'avoir été adoptée par Macquer ; elle explique bien pourquoi le fer est rouillé très-promptement dans un air humide & impur ; pourquoi il s'altère si vite & si profondément dans un endroit dont l'air est gâté par la respiration des animaux, par la combustion, par les vapeurs des matières animales, comme dans les écuries, les étables, les latrines, &c. Le

fer est le plus altérable de tous les métaux par le contact de l'air, & cette altération ne se borne pas à sa surface; souvent des barres de fer assez épaisses se trouvent rouillées jusque dans leur milieu.

L'eau a beaucoup d'action sur le fer à froid; elle le divise & en dissout même une partie, suivant les expériences de M. Monnet. Elle s'en charge d'autant plus, que le fer est plus pur & qu'elle contient plus d'air. Lorsqu'on agite pendant quelque tems du fer dans l'eau, il paroît extrêmement divisé, & en décantant l'eau un peu trouble, elle laisse déposer une poudre très-noire & très-tenue, à laquelle on a donné le nom d'*éthiops martial* de Lémery. On a soin de faire sécher cette poudre à une chaleur douce & dans un vaisseau fermé, comme dans un alambic, de peur que le contact de l'air ne la rouille. Cet éthiops martial est très-attirable à l'aimant, c'est un oxide de fer noir fait par l'eau. Comme cette opération est très-longue & très-délicate, plusieurs chimistes ont cherché à la simplifier. Ronelle employoit pour cette préparation les mouffoirs de la Garaye, & obtenoit par ce moyen un éthiops très-beau, & en beaucoup moins de tems que le procédé de Lémery n'en exige. Je crois qu'on peut y substituer avec avantage celui de M. Joffe, qui est beaucoup

plus expéditif. On trouvera plus bas quelques autres procédés pour préparer l'*éthiops martialis*. La préparation de Lémery est due à une véritable décomposition de l'eau ; il se dégage du gaz hydrogène , & le fer s'oxide en absorbant 25 pour 100 d'oxigène. Nous traiterons dans un instant de cette oxidation du fer par l'eau avec plus de détail.

Nous avons déjà dit que l'acier en barres chauffé jusqu'à un certain degré , & plongé subitement dans l'eau froide , acquiert une dureté très-considérable & devient très-fragile. Ces qualités sont d'autant plus sensibles , que l'acier est plus chaud , & que la liqueur dans laquelle on l'a plongé est plus froide. Cette opération se nomme *la trempe*. On peut varier les degrés de dureté de l'acier à volonté ; on peut aussi le détremper facilement , en le chauffant au même degré où il étoit avant la trempe , & en le laissant refroidir lentement. Il paroît que cet effet de l'eau dépend de ce que le refroidissement subit de l'acier change la disposition de ses parties & nuit à sa cristallisation. Tous les métaux sont susceptibles d'acquérir de la dureté par la trempe ; mais cette qualité est d'autant plus sensible , que le métal est plus infusible ; c'est pour cela que le fer la possède dans un si haut degré.

On a découvert, il y a environ deux ans, une action beaucoup plus forte entre l'eau & le fer. M. Lavoisier ayant exposé du fer avec de l'eau, dans une cloche au-dessus du mercure, observa que le fer se rouilloit, & que l'eau diminueoit de volume à mesure qu'il se dégagoit un fluide élastique qui remplissoit la partie supérieure de l'appareil. Ce fluide étoit du gaz *inflammable*; le fer avoit augmenté de poids, & étoit oxidé. M. Lavoisier soupçonna que l'eau contenoit de l'oxigène, & que ce corps s'étant uni au fer, le gaz *inflammable*, autre principe de l'eau, s'étoit dégagé en même proportion. Il fit ensuite avec M. Meusnier une autre expérience plus décisive; en introduisant de l'eau en vapeurs dans un canon de fusil rouge, il obtint une grande quantité de gaz *inflammable*; l'intérieur du canon de fusil augmenta de volume, devint noir, cassant, lamelleux & semblable à la mine de fer de l'île d'Elbe. Ce métal se trouva augmenté de poids, & cette addition réunie au poids du gaz *inflammable* répondit parfaitement à la quantité d'eau détruite. La portion de fer oxidée par cette expérience, se trouva séparée de celle qui n'avoit point éprouvé cette altération; elle formoit un cylindre intérieur plus épais, & offrant un tissu, une couleur, une consistance, une forme très-différentes de

celles du fer extérieur. Il est nécessaire que le fer soit bien rouge à blanc pour que cette expérience réussisse, parce que ce degré de chaleur favorise singulièrement la séparation des principes de l'eau par le métal; aussi lorsque le canon du fusil n'est pas bien rouge, & que l'eau ne le traverse pas dans un état fort élastique, il ne se dégage point de gaz inflammable, & l'eau n'est pas décomposée; c'est ce qui est arrivé à plusieurs physiciens qui, n'ayant point fait rougir assez le canon de fer, & y ayant introduit de l'eau liquide, n'ont point obtenu les résultats précédens, & se sont crus en droit de nier la décomposition de l'eau, tandis que son analyse faite exactement par cette expérience, est confirmée par la synthèse, comme l'ont démontré MM. Mongez & Lavoisier. Il y a beaucoup d'autres cas où l'eau se sépare ainsi en ses principes, & contribue à la production de plusieurs phénomènes très-importans, comme on l'exposera par la suite. Telle est l'expérience qui a fait connoître que l'eau étoit un composé de 0,14 d'hydrogène, & de 0,86 d'oxigène.

Le fer dans son état métallique ne s'unit point aux matières terreuses & pierreuses, mais les oxides de fer facilitent la vitrification de toutes les pierres & les colorent en vert ou en brun.

Les couleurs que les oxides de fer communiquent, sont très variées, suivant leur plus ou moins grande oxidation. Ces oxides ont aussi la propriété de prendre & de donner plus ou moins de consistance aux terres avec lesquelles la nature ou l'art les mêle & les détrempe à l'aide de l'eau.

La baryte, la magnésie & la chaux n'ont point une action marquée sur le fer.

Les alcalis fixes purs & l'ammoniaque dissous dans l'eau, agissent sensiblement sur ce métal. Au bout de quelques jours de digestion, les liqueurs deviennent louches, & laissent précipiter un peu d'*éthiops* ou oxide noir de fer; & comme l'ont observé MM. les chimistes de l'académie de Dijon, il se dégage une certaine quantité de gaz hydrogène pendant cette action; ce qui prouve que l'eau y contribue beaucoup, que c'est elle qui est décomposée, qui fournit le gaz, & que la décomposition est favorisée par les alcalis.

Le fer est dissoluble dans tous les acides. M. Monnet a observé que l'acide sulfurique concentré n'agit que bouillant sur ce métal; en distillant ce mélange à siccité, on trouve dans la cornue des fleurs de soufre sublimées & une masse blanche de sulfate de fer dissoluble en partie dans l'eau, mais qui ne peut point four-

nir des cristaux, parce que la chaleur l'a dé-
 composé. Si l'on verse sur de la limaille de fer
 cet acide étendu avec deux parties d'eau, il
 dissout très-bien ce métal à froid; la dissolution
 est accompagnée du dégagement d'une grande
 quantité de gaz hydrogène. On peut le faire
 détoner avec un grand bruit, en approchant
 une bougie allumée de l'ouverture du matras,
 après l'avoir bouchée avec la main pendant
 quelque tems. Ce gaz brûle avec une flamme
 rougeâtre, & présente souvent de très-petites
 étincelles semblables à celles de la limaille de
 fer. Macquer, Bergman, M. Kirwan pensent
 que dans cette combinaison l'acide sulfurique
 dégage une grande quantité de phlogistique du
 fer, & que le gaz *inflammable* appartient entiè-
 rement à ce métal. Cette opinion paroissoit
 être fondée sur ce que l'on avoit cru que le gaz
inflammable pouvoit être extrait du fer seul &
 sans intermède, par la seule action du feu; mais
 il est bien prouvé aujourd'hui que le fer ne
 donne de gaz hydrogène par la chaleur, qu'en
 raison de l'eau ou de l'humidité qu'il contient,
 & il est également démontré que l'eau ajoutée
 à l'acide sulfurique, est la seule matière qui
 produit du gaz hydrogène par sa décomposi-
 tion; 1^o. parce que l'acide sulfurique employé
 dans son état de concentration ne donne que du

gaz sulfureux; 2°. parce que dans cet état il n'attaque le fer que difficilement & à l'aide de la chaleur; 3°. parce que dès qu'on ajoute de l'eau, l'action devient beaucoup plus rapide, & la production du gaz hydrogène a lieu; 4°. enfin parce que la quantité d'acide sulfurique concentré qu'on emploie, est en partie décomposée par le fer lorsqu'on n'ajoute point d'eau; tandis que cet acide reste entier & se combine à l'oxide de fer, sans avoir éprouvé de décomposition, lorsque l'on ajoute de l'eau à la dissolution. Ce fait est prouvé, parce qu'il faut pour saturer cet acide après son action sur le fer, autant d'alcali qu'il en auroit exigé auparavant. C'est donc l'eau qui oxide le fer dans cette opération, comme M. la Place l'avoit soupçonné il y a déjà long-tems, & comme l'ont démontré MM. Lavoisier & Meufnier.

A mesure que l'acide sulfurique étendu d'eau agit sur le fer, une portion de ce métal est précipitée en une poudre noire, prise pour du soufre par Stahl, & que M. Monnet a trouvée être de l'*éthiops martial*. Cet oxide de fer noir surabondant à la saturation est souvent mêlé de carbure de fer. Dès qu'une partie du fer est combinée avec une partie de l'acide, quoique ce dernier ne soit pas, à beaucoup près, saturé, la dissolution s'arrête, & il

n'agit plus sur le métal. M. Monnet, qui a fait cette observation, remarque qu'en versant de l'eau sur le mélange, l'action de l'acide recommence; ce phénomène vient de ce que l'eau unie à l'acide sulfurique est absorbée par le sulfate de fer déjà formé, & que la portion d'acide qui n'est pas saturée, n'agit sur le fer que lorsqu'une nouvelle quantité d'eau commence l'oxidation de ce métal. L'acide sulfurique dissout plus de la moitié de son poids de fer; cette dissolution, filtrée & évaporée, fournit par le refroidissement un sel transparent d'une belle couleur verte, cristallisé en rhomboïdes un peu aigus; c'est le *vitriol martial*, ou la *couperose verte* du commerce. Nous le nommons sulfate de fer.

On ne se donne pas la peine de faire ce sel, parce que la nature le fournit abondamment, & que l'art l'extrait facilement des *pyrites martiales*. Il suffit de laisser ces sulfures exposés à l'air pendant quelque tems; l'humidité facilite leur décomposition; ils se couvrent d'une efflorescence blanche, qui n'a besoin que d'être dissoute dans l'eau & cristallisée pour fournir le sulfate de fer. Cette décomposition des pyrites dépend, suivant Stahl, des doubles affinités. Le soufre est, disoit-il, composé de *phlogistique* & d'acide *vitriolique*; ni l'eau, ni le fer seul ne peu-

vent le décomposer ; mais en réunissant ces deux substances , le fer s'empare du phlogistique du soufre , son acide s'unit à l'eau & dissout le métal ; les pyrites qui sont moins susceptibles de s'effleurir , comme celles qui sont brillantes , étant grillées , pour leur faire perdre une portion du soufre qu'elles contiennent , & exposées ensuite à l'air , s'effleurissent promptement : on en sépare le *vitriol* par le lavage. La dissolution de ce sel dépose d'abord une certaine quantité de fer dans l'état d'ochre ; ce n'est que lorsque ce dépôt s'est précipité , qu'on fait évaporer & cristalliser la liqueur. Les modernes ont prouvé que dans l'efflorescence des pyrites , le soufre qui y est divisé comme dans ses combinaisons avec les substances alcalines , se combine avec une portion d'oxygène , & forme de l'acide sulfurique , qui étendu par l'eau de l'atmosphère , s'unit avec chaleur au fer & le dissout. La nécessité du contact de l'air pour l'efflorescence des pyrites , est une des plus fortes preuves de cette assertion , & l'humidité qui favorise beaucoup la *vitriolisation* , agit ici comme dans la dissolution du fer ; telle est la cause du gaz hydrogène qui se dégage dans cette opération faite dans le vide.

Le sulfate de fer a une couleur verte d'émeraude , & une saveur astringente très-forte. Il
rougit

rougit quelquefois le sirop de violettes; cet effet n'est pas constant. Ses cristaux contiennent, d'après les recherches de Kunckel & de M. Monnet, plus de la moitié de leur poids d'eau. Si on le chauffe brusquement, ce sel se liquéfie comme tous les sels plus dissolubles à chaud qu'à froid; en se séchant, il devient d'un gris blanchâtre. Si on le chauffe à un feu plus violent, il laisse échapper une portion de son acide sous la forme de gaz sulfureux, & il prend une couleur rouge; dans cet état, on le nomme *colcothar*. Le sulfate de fer calciné au rouge, attire très-sensiblement l'humidité de l'air, en raison d'une portion d'acide sulfurique qu'il contient. Distillé dans une cornue au fourneau de reverbère, ce sel donne d'abord de l'eau légèrement acide, nommée *rosée de vitriol*. On change de ballon pour obtenir séparément l'acide sulfurique concentré, qui, lorsque le feu est violent, passe noir & exhale une odeur suffoquante d'acide sulfureux volatil. Ces caractères dépendent de ce qu'il est privé d'une partie d'oxigène qui se fixe dans le fer, suivant la doctrine des gaz. Sur la fin de l'opération, l'acide qui distille prend une forme concrète & cristalline; on le nomme acide sulfurique *glacial*. Cette expérience décrite par Hellot, n'a pas réussi à M. Baumé, mais elle passe pour

constante parmi les chimistes. En distillant l'acide sulfurique glacial dans une petite cornue, il donne du gaz sulfureux, & passe blanc & fluide. Il doit son état concret à la présence de ce gaz. Il s'unit à l'eau avec bruit & chaleur, & en laissant dégager du gaz sulfureux. Telle est l'*huile de vitriol* fumante de Northausen, & le sel concret qu'on en retire par une chaleur douce, dont j'ai donné l'analyse dans un Mémoire publié parmi ceux de l'Académie, pour l'année 1785.

Le résidu du sulfate de fer distillé est rouge & semblable au colcothar; en le lavant avec de l'eau, on en sépare un sel blanc peu connu, nommé *sel de colcothar* ou *sel fixe de vitriol*; il reste une terre rouge, insipide, qui est un pur oxide de fer, & qu'on nomme *terre douce de vitriol*.

Le sulfate de fer exposé à l'air, jaunit un peu, & se couvre de rouille, en observant peu à peu l'oxigène. Le fer s'oxide de plus en plus par cette absorption, & ne peut plus rester uni à l'acide sulfurique. La dissolution de ce sel présente le même phénomène par le contact de l'atmosphère; & l'un ou l'autre pourroit servir d'eudiomètre.

L'eau froide dissout moitié de son poids de ce sel; l'eau chaude en dissout davantage; mais

lorsqu'elle en est chargée, elle paroît troublée par une quantité plus ou moins considérable d'*ochre*. On sépare cet oxide de fer par la filtration ; & en laissant refroidir la dissolution, on obtient des cristaux rhomboïdaux, d'un vert pâle & transparent. La liqueur qui surnage étant soumise à l'évaporation, donne par le refroidissement une nouvelle quantité de cristaux ; & lorsqu'on a retiré tout ce qu'elle peut fournir par la cristallisation, il reste une eau mère d'un vert noirâtre ou d'un jaune brun qui ne peut plus cristalliser. En l'évaporant à une chaleur forte, & en la laissant refroidir, elle forme une masse molle, onctueuse, qui attire fortement l'humidité de l'air. Cette masse entièrement desséchée donne une poudre d'un jaune verdâtre. Suivant M. Monnet, l'eau mère du sulfate de fer contient ce métal dans l'état d'un oxide parfait. Ce chimiste s'en est convaincu en faisant immédiatement, & à l'aide de la chaleur, une dissolution de vrai oxide de fer dans cet acide ; cette dissolution est brune & ne peut point cristalliser.

L'oxide de fer peut être séparé de l'eau mère, non-seulement par la terre de l'alun, mais encore par le cuivre & par la limaille de fer, ce qui n'arrive pas au sulfate de fer parfait. Une dissolution bien chargée de ce sel

parfait exposée à l'air, se change au bout de quelque tems en eau mère semblable aux précédentes, en attirant l'oxigène de l'atmosphère.

Le sulfate de fer peut être décomposé par la chaux & les alcalis. L'eau de chaux versée dans une dissolution de ce sel, y forme un précipité en flocons d'un vert d'olive foncé; une portion de ce précipité se redissout dans l'eau de chaux, & lui communique une couleur rougeâtre. J'ai donné à l'académie en 1777 & 1778, deux Mémoires sur les précipités de fer, obtenus par les alcalis caustiques ou non caustiques, dans lesquels j'ai décrit avec soin les phénomènes de ces précipitations, & l'état du fer dans ces différentes circonstances. Je vais en présenter les principaux résultats relatifs au sulfate de fer. L'alcali fixe caustique précipite la dissolution sulfurique de fer en flocons d'un vert foncé, qui se redissolvent à mesure dans l'alcali, & forment une espèce de teinture martiale d'un très-beau rouge. Lorsqu'on met moins de cet alcali, on peut recueillir le précipité, & l'obtenir en *éthiops* noirâtre ou oxide de fer noir, si on le fait dessécher rapidement & dans les vaisseaux clos. Sans ces deux précautions, le fer s'oxide très-vîte, parce qu'il est divisé & humide. La potasse saturée d'acide carbonique, ou le carbonate de potasse, forme un précipité

d'un blanc verdâtre qui ne se dissout pas dans l'alcali ; cette différence est due à la présence de l'acide carbonique qui se reporte sur le fer à mesure que cet acide est séparé de l'alcali par l'acide sulfurique. L'ammoniaque pure ou caustique sépare du sulfate de fer dissous dans l'eau un précipité vert si foncé qu'il paroît noir , & qui ne se redissout point dans le sel précipitant : on peut , en le séchant subitement sans le contact de l'air , l'obtenir noir & attirable à l'aimant. Le précipité formé par l'ammoniaque concrète ou par le carbonate ammoniacal , est d'un gris verdâtre ; il se redissout en partie dans ce sel , & il lui communique une couleur rouge ; ce qui est semblable à ce qui se passe dans ces précipitations par l'alcali fixe , puisque ce dernier sel caustique ne dissout que peu le fer précipité , tandis que le carbonate de potasse bien saturé le dissout très-facilement.

Les matières astringentes végétales , comme la noix de galle , le fumac , l'écorce de grenade , le brou de noix , le quinquina , les noix de cyprès , le bois de campêche , le thé , &c. ont la propriété de précipiter le sulfate de fer en noir. Ce précipité que l'on ne peut méconnoître pour du fer , est si extrêmement divisé , qu'il reste suspendu dans la liqueur. Lorsqu'on ajoute de la gomme arabique à ce mélange , la suspension

du fer précipité est permanente , & il en résulte une liqueur noire , qu'on connoît sous le nom d'*encre*. On ne fait point encore au juste ce qui se passe dans cette expérience. Macquer , M. Monnet , & la plupart des chimistes regardent le précipité de l'encre comme uni à un principe de la noix de galle , qui le dégage de l'acide. Ils paroissent portés à croire que ce principe est dans l'état huileux. M. Gioanetti , médecin de Turin , a fait plusieurs expériences sur le fer précipité de ses dissolutions par les astringens. Il résulte de ses recherches consignées dans son analyse des eaux de Saint-Vincent , que ce précipité n'est point attirable à l'aimant ; qu'il le devient , lorsqu'on le chauffe dans un vaisseau bien clos ; qu'il se dissout dans les acides , mais sans effervescence ; que ces dissolutions ne noircissent plus par la noix de galle ; ce qui indique que le fer est uni au principe astringent , & qu'il est dans l'état d'une sorte de sel neutre. On trouve dans le troisième volume des *Elémens de Chimie de l'Académie de Dijon* , une suite d'expériences sur le principe astringent végétal , qui semblent assimiler cette substance aux acides. En effet , suivant ces chimistes , il rougit les couleurs bleues végétales ; il s'unit aux alcalis ; il décompose les sulfures alcalins ou terreux ; il dissout & paroît neutraliser

les métaux ; il décompose toutes les dissolutions métalliques avec des phénomènes particuliers ; il s'élève à la distillation sans perdre son action sur les métaux , & il présente un grand nombre d'autres propriétés , sur lesquelles l'ordre que nous suivons ne nous permet pas d'insister.

Cet aperçu des académiciens de Dijon a été confirmé par les recherches de Schéele. Ce célèbre chimiste a découvert qu'une simple infusion de la noix de galle dans l'eau , en sépare un acide particulier cristallisable , qui enlève le fer à beaucoup d'autres acides & le colore en noir , parce qu'il le rapproche de l'état métallique. Nous nommons ce sel *acide gallique* ; nous en ferons l'histoire dans le règne végétal.

Un phénomène encore plus difficile à connaître que l'action de la noix de galle sur le sulfate de fer , c'est la décomposition de ce sel par un alcali calciné avec du sang de bœuf. On obtient alors un précipité d'une belle couleur bleue , indissoluble dans les acides. Ce précipité se nomme *bleu de Prusse* ou de *Berlin* , parce qu'il a été découvert dans cette ville. Stahl rapporte qu'un chimiste , nommé Diesbach , ayant emprunté de Dippel de l'alcali fixe pour précipiter une dissolution de cochenille mêlée avec un peu d'alun & de sulfate de fer , ce dernier lui donna un alcali sur lequel il avoit

distillé son huile animale. Ce sel précipita en bleu la dissolution de Diesbach. Dippel chercha à quoi étoit dû ce précipité, & prépara par un procédé moins compliqué, le bleu de Prusse qui fut annoncé en 1710 dans les mélanges de l'académie de Berlin, mais sans aucun détail sur cette opération. Les chimistes travaillèrent à l'envi pour y réussir, & y parvinrent. Ce ne fut qu'en 1724, que Woodward publia dans les Transactions Philosophiques, un procédé pour préparer cette substance colorante.

Pour faire le bleu de Prusse, on mêle quatre onces de *nitre fixé par le tartre*, avec autant de sang de bœuf desséché; on calcine ce mélange dans un creuset, jusqu'à ce qu'il soit en charbon, & ne produise plus de flamme; on le lave avec la quantité d'eau suffisante pour dissoudre toute la matière saline, qu'on nomme *alkali phlogistique* ou *lessive colorante*; on concentre cette lessive par l'évaporation. On fait dissoudre ensuite deux onces de sulfate de fer & quatre onces de sulfate d'alumine dans une pinte d'eau; on mêle la dissolution de ces sels avec la lessive d'alkali; il se fait un dépôt verdâtre que l'on sépare par le filtre, & sur lequel on verse de l'acide muriatique. Le dépôt devient alors d'un bleu plus beau & plus foncé; on le fait sécher à une chaleur douce ou à l'air.

Depuis Woodward, beaucoup de chimistes se sont occupés, & de la préparation & de la théorie du bleu de Prusse. Quant à la préparation, on fait aujourd'hui qu'un grand nombre de substances sont capables de communiquer à l'alcali la propriété de précipiter le fer en bleu.

Geoffroy, dans les mémoires de l'académie de 1725, dit avoir donné cette propriété à l'alcali avec tous les charbons de matières animales. M. Baumé assure qu'on peut aussi préparer l'alcali phlogifiqué avec les charbons des substances végétales à l'aide d'une chaleur plus vive. Spielman en a fait avec des bitumes; Brandt avec de la suie. Les manufactures de bleu de Prusse se sont multipliées, & chacune d'elles emploie, à ce qu'il paroît, des matières différentes pour cette préparation. M. Baunach nous a appris qu'en Allemagne on se sert des ongles, des cornes & de la peau de bœuf. Toutes les matières animales ne paroissent cependant pas propres à faire la lessive prussienne. J'ai essayé en vain d'en préparer avec la bile de bœuf, par un procédé semblable à celui qu'on exécute avec le sang. Je n'ai obtenu qu'un alcali qui précipitoit le vitriol en blanc verdâtre, & ce précipité s'est dissous en entier dans l'acide muriatique.

Les chimistes ont beaucoup varié sur la théorie du bleu de Prusse. Brown & Geoffroy le regardoient comme la partie *phlogistique* du fer, développée par la lessive du sang, & transportée sur la terre de l'alun. L'abbé Menon pensoit que c'étoit le fer très-pur & débarrassé de toute substance étrangère par l'alcali *phlogistique*. Macquer, dans un Mémoire qui a justement mérité le nom de chef-d'œuvre de la part de tous les chimistes, & qui est inséré dans le volume de l'académie pour l'année 1752, a refuté les opinions de ces auteurs. Il pense que le bleu de Prusse n'est que du fer combiné avec un excès du principe inflammable, qui lui est fourni par l'alcali *phlogistique*, & que ce dernier a pris du sang de bœuf. Il observe 1^o. que le bleu de Prusse exposé au feu, perd sa couleur & redevient fer simple; 2^o. que ce bleu n'est en aucune manière dissoluble par les acides, même les plus forts; 3^o. que les alcalis peuvent dissoudre la matière colorante du bleu de Prusse, & s'en charger jusqu'au point de saturation. Il suffit pour cela de faire chauffer une lessive alcaline sur du bleu de Prusse, jusqu'à ce que l'alcali refuse de le décolorer. Cet alcali saturé de la matière colorante du bleu de Prusse, a perdu la plupart de ses propriétés. Il n'est plus caustique; il ne fait pas effervescence avec les

acides; parmi les sels terreux il ne décompose que les barytiques; il précipite tous les sels métalliques, & il paroît que cette décomposition se fait en vertu d'une double affinité, celle de l'acide sur l'alcali, & celle de l'oxide métallique sur la partie colorante unie à ce sel. L'alcali peut décolorer ainsi le vingtième de son poids de bleu de Prusse; alors il est saturé de partie colorante. Les acides en dégagent une petite quantité de fécule bleue; & il précipite sur-le-champ le sulfate de fer en bleue de Prusse parfait.

A l'égard de l'alcali préparé par la voie ordinaire, Macquer observe qu'il n'est pas à beaucoup près, entièrement saturé de partie colorante, & que c'est pour cela qu'il précipite d'abord en vert la dissolution de sulfate de fer. En effet, la portion d'alcali qui est saturée précipite du bleu; mais la portion qui ne l'est pas précipite du fer à l'état d'ochre, qui verdit le précipité bleu par le mélange de cette dernière couleur avec le jaune. Suivant cette ingénieuse théorie, l'acide qu'on verse sur le précipité, sert à dissoudre la portion qui n'est pas dans l'état de bleu de Prusse, & à rendre la couleur de ce dernier plus vive. L'alun qu'on ajoute à la dissolution du sulfate de fer, sature l'alcali qui n'est point chargé de matière colorante,

& la terre de ce sel déposée avec le bleu de Prusse, en éclaircit la nuance. Comme il est nécessaire de verser l'acide sur le précipité du sulfate de fer, afin d'aviver le bleu de Prusse, on peut ajouter cet acide à l'alcali avant de s'en servir pour précipiter le fer; parce que l'acide, en saturant la portion d'alcali pur, ne s'unit point à celle qui est chargée de partie colorante, & qui peut sur-le-champ former de beau bleu de Prusse. On peut aussi saturer cet alcali *phlogistique* par le sang de bœuf, en le faisant digérer sur du bleu de Prusse, jusqu'à ce qu'il cesse de le décolorer. Macquer avoit donné cet alcali saturé d'acide, comme une bonne liqueur d'épreuve, pour connoître la présence du fer dans les eaux minérales; mais M. Baumé a observé que cette liqueur contenoit elle-même une certaine quantité de bleu de Prusse; ce qui pouvoit induire en erreur. Il propose en conséquence de la mettre quelque tems en digestion avec un peu de vinaigre à une chaleur douce, pour qu'elle dépose tout ce qu'elle contient de matière bleue. Telle étoit le beau travail de Macquer sur le bleu de Prusse; mais ce célèbre chimiste sentoit bien lui-même ce qui y manquoit, sur-tout relativement à la nature de la substance colorante. Il ne pouvoit pas être persuadé que cette dernière fût du phlogistique

pur, puisqu'on ne concevroit pas, dans cette hypothèse, comment du fer, surchargé de ce principe, perdrait tout-à-la-fois la propriété d'être attirable à l'aimant, & celle d'être dissoluble dans les acides, qui sont dues, suivant Stahl, à la présence du phlogistique dans ce métal. M. Morveau est le premier qui, dans son excellente Dissertation sur le phlogistique, a cherché à connoître la nature de la partie colorante du bleu de Prusse. Il a retiré de la distillation de deux gros de ce composé, vingt-deux grains d'une liqueur jaune empyreumatique, qui faisoit effervescence avec les carbonates alcalins, rougissoit fortement le papier bleu, & dont Geoffroy & Macquer, qui ont aussi distillé le bleu de Prusse, n'avoient fait aucune mention.

M. Sage a envoyé en 1772, à l'académie électorale de Mayence, un Mémoire sur l'*alcali phlogistique*, qu'il appelle sel animal. La lessive de l'alcali fixe traité avec le sang & saturé par sa digestion sur le bleu de Prusse, à la manière de Macquer, est, suivant M. Sage, un sel neutre formé par l'acide animal & l'alcali fixe. Elle donne, par l'évaporation insensible, des cristaux cubiques, octaèdres ou en prismes à quatre faces, terminés par des pyramides aussi à quatre faces. Ce sel décrépité sur des char-

bons ; il se fond à un feu violent en une masse demi-transparente, soluble dans l'eau, & propre à faire du bleu de Prusse. M. Sage croit que l'acide qui neutralise l'alcali dans ce sel neutre, est l'acide phosphorique, parce qu'en chauffant fortement le mélange d'alcali & de sang de bœuf, il se fond, exhale une vapeur âcre, accompagnée d'étincelles blanches & brillantes, qui ne sont, suivant lui, que du phosphore qui brûle. Cette opinion sur l'acide de l'alcali prussien seroit démontrée, si d'un côté, en le distillant avec du charbon, on obtenoit du phosphore, ce qui auroit aussi lieu pour le bleu de Prusse ; & si, d'une autre part, on formoit du bleu de Prusse, en combinant le phosphate de potasse ou de soude, avec une dissolution de fer. Comme M. Sage n'a point conigné d'expériences de cette nature dans son Mémoire, on ne peut admettre sa théorie.

MM. les chimistes de l'académie de Dijon ont adopté une partie de cette dernière doctrine dans leurs Elémens. Ils regardent la lessive phlogistiquée comme la dissolution d'un sel neutre ; ils conseillent de la faire cristalliser par l'évaporation, au-lieu de la purifier par le vinaigre, comme l'avoit proposé M. Baumé. Ce sel est très-pur, suivant eux ; projeté sur le nitre en fusion, il le fait détoner. Ils ne nous ont

rien dit sur ses décompositions & sur la nature de ses principes; il l'appellent alcali prussien cristallisé.

Bucquet, ayant précipité par l'acide muriatique, & filtré une lessive préparée pour le bleu de Prusse, a observé que cet alcali, quoique très-clair & privé en apparence de tout le bleu de Prusse qu'il paroïssoit contenir, laissoit cependant déposer une poudre bleue. Après l'avoir filtré plus de vingt fois dans l'espace de deux ans, pour en séparer la portion de bleu qui s'en précipitoit après chaque filtration, il s'est enfin trouvé que cette liqueur ne pouvoit plus fournir de bleu de Prusse avec la dissolution du sulfate de fer. J'ai conservé pendant plus de huit ans une petite portion de cette lessive préparée; elle n'a rien laissé précipiter les deux dernières années, mais elle a déposé un léger enduit bleuâtre sur les parois du flacon où elle étoit contenue, & elle a conservé une couleur pareille. J'ai eu occasion d'observer deux fois ce phénomène, depuis que je l'ai entendu annoncer par Bucquet dans ses cours, & je crois qu'il est constant. M. de Chaulnes a fait voir à Macquer une lessive colorante, qui ne donnoit point de bleu de Prusse lorsqu'on la méloit auparavant avec un acide. Ce chimiste pense que cela est dû à ce

que cette lessive a été préparée dans des vaisseaux de métal. Bucquet croyoit, d'après l'observation rapportée plus haut, 1^o. que le bleu de Prusse est tout contenu dans l'alcali qui sert à le précipiter ; 2^o. que les acides suffisent seuls pour le séparer de l'alcali ; 3^o. que lorsque cet alcali a déposé au bout d'un temps plus ou moins long, toute la partie colorante qu'il contient, il n'est plus propre à donner du bleu de Prusse.

Le journal de Physique du mois d'avril 1778, offre des observations sur le bleu de Prusse, par M. Baunach, apothicaire à Metz, qui favorisent beaucoup l'opinion de Bucquet. Après avoir décrit le procédé que l'on emploie dans les manufactures d'Allemagne, pour préparer le bleu de Prusse, M. Baunach assure que la lessive faite dans ces manufactures par la fusion de l'alcali & du charbon d'ongles, de cornes & de peau de bœuf, précipite tous les métaux, & même la terre calcaire en bleu. Cet alcali dissout les métaux, après les avoir précipités, & on peut les en séparer, sous une très-belle couleur bleue par l'acide muriatique. Les faits singuliers annoncés dans ce Mémoire, tels que la distillation du bleu de Prusse produit par cette lessive, qui ne donne point d'huile ni d'ammoniacque, la dissolubilité du précipité bleu formé par l'acide muriatique versé sur cette lessive
dans

Dans l'acide nitrique, la terre calcaire retrouvée en dissolution dans ce dernier acide qui a décoloré le bleu, une terre particulière & phlogistiquée qu'il n'a pas pu dissoudre, ne semblent-ils pas annoncer que ce bleu n'est pas de la même nature que celui que l'on précipite de la lessive phlogistiquée ordinaire, dans laquelle Macquer a trouvé du fer qui ne peut provenir que du sang ?

Depuis ces différens travaux sur le bleu de Prusse, Schéele a fait de nouvelles recherches qui, réunies à quelques observations dont je n'ai point encore parlé, jettent un plus grand jour sur la nature de ce produit.

1°. Le bleu de Prusse du commerce distillé à feu nud, donne une très-grande quantité de gaz hydrogène, en même tems que de l'huile, du carbonate ammoniacal, & un peu de flegme acide. Ce gaz brûle en bleu comme celui des marais; il a une odeur empyréumatique; l'eau de chaux lui donne la propriété de brûler en rouge & de détoner avec l'air, parce qu'elle absorbe une partie d'acide carbonique qui lui est uni. Laffone a regardé le gaz du bleu de Prusse comme un gaz inflammable particulier. Le bleu de Prusse, après cette analyse, est sous la forme d'une poudre noirâtre & attirable à l'aimant. Avant de prendre cette cou-

leur, il en a une orangée, que M. Morveau a observée. Ce dernier chimiste a même pensé que le bleu de Prusse que la chaleur a fait passer à l'orangé, pourroit être utile dans la peinture.

2°. L'ammoniaque chauffée sur du bleu de Prusse, le décompose en s'emparant de sa matière colorante, & il laisse le fer dans l'état d'oxide brun. Macquer avoit annoncé ce fait en 1752. Meyer qui l'a suivi, a donné le nom de liqueur *teignante* à cet alcali volatil saturé de la partie colorante du bleu, & il l'a conseillé dans l'analyse des eaux minérales. J'ai observé que lorsqu'on distille l'ammoniaque caustique sur du bleu de Prusse, la liqueur qui passe n'a point la propriété de colorer en bleu les dissolutions de fer; d'où il suit que le principe colorant n'est pas aussi volatil que l'est l'ammoniaque. Lorsqu'on n'a extrait qu'une portion de ce sel par la distillation, le résidu est d'un vert d'olive; en l'étendant d'eau distillée & le filtrant, cette liqueur est chargée de la partie colorante, & donne un bleu de Prusse très-vif avec le sulfate de fer.

3°. J'ai découvert en 1780 que l'eau de chaux mise en digestion sur le bleu de Prusse, dissout la matière colorante à l'aide d'un peu de chaleur. La combinaison est très-rapide; l'eau de

chaux se colore , le bleu de Prusse prend la couleur de la rouille. L'eau de chaux filtrée est d'une belle couleur jaune claire ; elle ne verdit plus le sirop de violettes ; elle n'a plus de faveur alcaline , elle n'est plus précipitée par l'acide carbonique ; elle ne s'unit point aux autres acides ; en un mot , elle est neutralisée par la matière colorante prussienne , & elle donne en la versant sur une dissolution de sulfate de fer , un bleu superbe qui n'a pas besoin d'être avivé par un acide. Schéele a parlé de cette eau de chaux prussienne , sans connoître mon travail sur cet objet , quoique j'en eusse inséré le résultat dans mes *Elémens de Chimie* , imprimés en 1781. Il a regardé , ainsi que moi , cette combinaison comme la meilleure de toutes celles qu'on a proposées pour reconnoître la présence du fer , parce qu'elle ne contient point , ou au moins que très-peu de bleu de Prusse tout formé.

4°. Les alcalis fixes caustiques décolorent à froid & sur-le-champ le bleu de Prusse. J'ai observé qu'il se produit une chaleur assez vive dans ces expériences ; que les alcalis dans leur état de pureté décolorent une beaucoup plus grande quantité de bleu de Prusse , que ceux qui sont saturés d'acide carbonique , & qu'ils don-

ment avec les dissolutions de fer beaucoup plus de bleu que ces derniers.

5°. La magnésie m'a également présenté la propriété de décolorer le bleu de Prusse, mais beaucoup plus foiblement que l'eau de chaux.

6°. Le bleu de Prusse jetté en poudre sur du nitre en fusion, produit quelques étincelles qui dénotent qu'il contient une matière combustible.

7°. Le bleu de Prusse préparé sans alun, devient très-attrable à l'aimant par une légère calcination; mais celui du commerce n'acquiert jamais cette propriété par l'action du feu.

8°. Le bleu de Prusse décoloré par les matières alcalines, & dans l'état d'oxide de fer, reprend une partie de sa couleur bleue, lorsqu'on y verse un acide. Il paroît que cela dépend de ce que toute la partie colorante n'est pas enlevée par la première action des alcalis, & qu'une portion est défendue par l'oxide de fer qui l'enveloppe.

Tous ces faits indiquent que la partie colorante du bleu de Prusse agit comme un acide particulier qui sature les alcalis & en forme des sels neutres. C'est l'opinion de beaucoup de chimistes, & en particulier de Schéele dont il me reste à faire connoître les recherches sur cette matière. Ce célèbre chimiste a fait voir

par ses expériences, 1°. que la lessive du sang, ou l'alcali phlogistique, est décomposée par l'acide carbonique de l'atmosphère, & que tous les autres acides en séparent la partie colorante; 2°. que cette partie colorante est fixée & retenue dans la lessive par une petite quantité de fer ou de sulfate de fer pur; 3°. que lorsqu'on la dégage par les acides au moyen de la distillation, elle remplit les ballons d'une vapeur qui précipite en bleu les dissolutions de fer; 4°. que le bleu de Prusse entier distillé, ainsi que la lessive du sang, donnent avec la matière colorante des produits étrangers qui l'altèrent, comme du soufre, & qu'on ne peut point avoir cette matière pure par ce procédé; 5°. que les alcalis prussiens distillés avec l'acide sulfurique, précipitent beaucoup de bleu de Prusse, & donnent une liqueur chargée de la partie colorante; la portion de bleu précipité dans cette opération, dépend du fer dissous dans ces sels triples ou composés d'alcalis, de partie colorante & de fer; 6°. que l'oxide de mercure ou le précipité rouge enlève la matière colorante au bleu de Prusse ou prussiate de fer, par l'ébullition dans le double de leur poids d'eau, & qu'en distillant cette lessive prussienne mercurielle avec du fer & de l'acide sulfurique, le fer réduit le mercure, après que

l'acide en a dégagé la partie colorante ; celle-ci dissoute dans l'eau du récipient à mesure qu'elle se dégage, retient une portion d'acide sulfurique ; pour l'en séparer, Schéele mêle un peu de craie avec cette liqueur, & distille à un feu doux ; alors la partie colorante passe très-pure ; & comme elle se dégage dans l'état de fluide élastique, ainsi que l'a reconnu M. Monge, on peut la recevoir & la dissoudre dans l'eau à l'aide des tubes & de l'appareil qui ont déjà été décrits plusieurs fois.

Après ces recherches sur les affinités de la matière colorante prussienne, sur son adhérence avec les alcalis, & sur la manière de l'obtenir parfaitement pure, Schéele s'occupe dans un second Mémoire de la nature de cette substance & de ses combinaisons avec les alcalis & les oxides métalliques. Quoique ses expériences soient multipliées & très-exactes, Schéele ne prouve point dans son second Mémoire, que la matière colorante prussienne soit un acide particulier ; il cherche au contraire à y démontrer la présence d'un gaz inflammable, de l'ammoniacque, & d'un principe charbonneux ; cependant il lui reconnoît la propriété de troubler le savon & de précipiter les *hepars* ou sulfures alcalins ; & il l'appelle acide colorant dans une lettre à M. Crell. Nous donnons à cette subs-

tance le nom d'acide prussique, & à ses combinaisons salines, celui de prussiates de potasse, de soude, d'ammoniaque, &c. Dans une note du traducteur de Schéele, on annonce que cet acide est décomposé par celui du nitre; on donne un procédé de M. Westrumb, pour avoir le prussiate de potasse très-pur. Il consiste à saturer la potasse caustique de partie colorante, à la faire digérer sur du *blanc de plomb*, pour lui enlever le *gaz hépatique* qu'elle peut contenir, à la mêler avec du vinaigre distillé, à l'exposer au soleil, comme l'avoient conseillé M. Scopoli & le père Bercia, pour en précipiter tout le fer, & à y ajouter deux parties d'alcool rectifié. Alors le prussiate de potasse se dépose en flocons lamelleux & brillans; on le lave dans de nouvel esprit-de-vin; on le fait sécher & on le dissout dans l'eau distillée. M. Crell dit que Schéele lui a envoyé, trois mois après M. Westrumb, un procédé analogue, pour obtenir une liqueur d'épreuve sur la pureté de laquelle on pût compter pour reconnoître la présence du fer.

M. Berthollet a travaillé sur l'acide prussique ou la matière colorante du bleu de Prusse, depuis tous ces chimistes. Quoique ses recherches n'ayent point encore entièrement satisfait ce savant physicien, elles contiennent cependant

des faits assez neufs, & des expériences assez importantes, pour que nous croyions devoir donner ici l'extrait de son Mémoire, qu'il a bien voulu nous communiquer.

M. Berthollet distingue d'abord deux espèces de prussiate de fer ; l'un qui est le bleu de Prusse ordinaire, & l'autre qui est le même bleu de Prusse privé d'une portion de l'acide prussique. Il appelle celui-ci *prussiate de fer avec excès d'oxide*. Le bleu de Prusse est dans ce dernier état après avoir été décoloré par un alcali. Pour séparer cet excès d'oxide, il se sert de l'acide muriatique, qui le dissout & laisse le prussiate de fer neutre ; il observe avec M. Landriani, que lorsqu'on fait digérer à chaud l'alcali sur le bleu de Prusse, le prussiate alcalin qui se forme, dissout plus d'oxide de ce métal, que lorsqu'on le fait digérer à froid. Ces chimistes pensent l'un & l'autre qu'un acide ajouté à cette combinaison triple, s'unit à l'excès d'oxide de fer, & fait déposer du bleu de Prusse, comme lorsqu'on met du prussiate de potasse pur avec une dissolution de fer. Ils disent encore que la chaleur fait précipiter de cette combinaison un prussiate de fer jaune, c'est-à-dire, avec excès d'oxide de fer. Suivant eux, l'acide qu'on ajoute s'empare de l'excès d'oxide de fer, & laisse précipiter le bleu de Prusse alors moins disso-

soluble dans le prussiate alcalin. Lorsque le prussiate de potasse préparé par une douce chaleur a déposé le prussiate de fer avec excès d'oxide de ce métal par l'ébullition, il peut être évaporé à siccité, redissous dans l'eau & mêlé avec les acides, sans qu'il dépose de bleu de Prusse. M. Berthollet dit qu'on obtient par l'évaporation de la dissolution du prussiate de potasse ainsi purifié, des cristaux octaédres, dont deux pyramides sont tronquées de manière à représenter des lames quarrées dont les bords sont taillés en biseau.

Ce chimiste ayant mêlé une dissolution de ces cristaux avec de l'acide sulfurique, & exposé le tout dans un flacon aux rayons du soleil, il a vu que peu de tems après il s'est développé une couleur bleue qui a formé un précipité, jusqu'à son entière décomposition. Un pareil mélange conservé dans un endroit obscur, n'est point devenu bleu & n'a point fait de précipité, même au bout de plusieurs mois; une chaleur forte produit absolument le même effet. D'après ces expériences, M. Berthollet fait voir sur combien peu de connoissances exactes étoient fondés les procédés recommandés pour purifier les prussiates alcalins; puisque, dit-il, on ne faisoit qu'en décomposer la plus grande partie, au lieu de les priver d'une portion de bleu de

Prusse, que les chimistes prétendoient n'y être mêlé qu'accidentellement. Comme le prussiate de potasse est un sel triple, l'acide prussique n'a qu'une très petite adhérence avec la potasse, il en est séparé par tous les autres acides. A mesure que l'acide étranger s'unit à la potasse une partie de l'acide prussique s'unit à l'oxide de fer, forme le bleu de Prusse, & l'autre est volatilisée en état d'acide ou réduite en ses principes.

Le fer qu'on précipite par les prussiates alcalins, retient, suivant M. Bertholet, une portion assez considérable de ces sels; on peut l'en priver par des lavages réitérés; ces lessives contiennent les alcalis combinés avec une petite portion d'acide prussique, & les prussiates avec excès d'alcalis ne s'en détachent que lorsque l'excès d'acide de la dissolution de fer est enlevé par les premiers lavages; puisque les derniers lavages précipitent le fer en bleu de ses dissolutions, au lieu que les premiers ne le font point.

Il n'a pas trouvé de différence sensible entre les prussiates de potasse & de soude, si ce n'est que ce dernier cristallise différemment: les acides minéraux en dégagent l'acide prussique en partie fixé dans le bleu de Prusse qui se précipite; c'est ce qui engagea Schéele à imaginer une autre combinaison d'où il pût retirer plus faci-

lement cet acide pur, & sur laquelle M. Berthollet fait quelques observations. Ce procédé consiste, comme nous l'avons déjà dit, à faire bouillir de l'oxide rouge de mercure avec du bleu de Prusse & de l'eau distillée; l'acide prussique quitte l'oxide de fer pour s'unir à l'oxide de mercure avec lequel il a plus d'attraction, & forme un sel soluble qui cristallise en prismes tétraédres terminés par des pyramides quadrangulaires, dont les plans répondent aux arêtes du prisme. On ajoute à la lessive filtrée du fer & de l'acide sulfurique concentré; le fer s'unit à l'oxigène du mercure, & se combine avec l'acide sulfurique; le mercure se précipite avec son brillant métallique. Schéele distilloit ensuite ce mélange à une douce chaleur, afin de ne volatiliser que l'acide prussique; mais il vit, quelque petite que fût la chaleur qu'il employa, qu'il passoit toujours mêlé d'un peu d'acide sulfurique. Pour obvier à cette difficulté, il ajouta au mélange une certaine quantité de craie pour fixer l'acide sulfurique. Sur cette addition, M. Berthollet fait observer que, comme Schéele n'avoit pas spécifié la dose de cette substance, il étoit fort facile de manquer l'opération, pour peu que la craie surpassât le point où l'acide sulfurique est saturé; car il se forme du prussiate calcaire, qui alors décompose le sulfate de fer par la loi des doubles affinités.

M. Berthollet a vu que l'acide sulfurique ne dégageoit qu'une petite quantité d'acide du prussiate de mercure; qu'il s'unissoit à la plus grande partie de ce sel sans le décomposer, & formoit un sel triple cristallisant en petites aiguilles. D'après ses expériences, l'acide muriatique dégage plus d'acide du prussiate de mercure que le précédent, & il forme également un sel triple susceptible de cristalliser en aiguilles, & beaucoup plus soluble que le muriate mercuriel corrosif. Les alcalis & la chaux précipitent en blanc ce sel triple. M. Berthollet prouve que les prussiates alcalins ne précipitent point la baryte de ses dissolutions, comme l'avoit pensé Bergman, mais qu'ils forment des sels triples; il fait voir qu'ils précipitent l'alumine. Le précipité qu'ils forment avec cette substance, n'est point altéré par l'acide sulfurique; mais digéré avec le sulfate de fer, il forme du bleu de Prusse.

L'acide prussique décompose l'acide muriatique oxigéné, en absorbe l'oxigène & devient odorant. Dans cet état il ne paroît pas avoir une grande tendance avec les substances alcalines; car à peine diminuent-elles son odeur. Il ne précipite plus le fer en bleu, mais en vert; ce précipité vert est dissoluble dans les acides. Il redevient bleu par le contact des

rayons du soleil, ainsi que par l'addition de l'acide sulfureux & du fer. Les mêmes phénomènes arrivent, lorsqu'on mêle ensemble de l'acide muriatique oxigéné, du sulfate de fer & du prussiate de potasse. M. Berthollet pense, d'après cela, que le bleu de Prusse n'est pas altérable par la lumière & par l'acide sulfureux, & que c'est à l'absorption de l'oxigène qu'il doit sa couleur verte, sa dissolubilité dans les acides, &c.

Si l'on surcharge l'acide prussique d'acide muriatique oxigéné, & si on l'expose ensuite aux rayons lumineux, il prend des caractères nouveaux; il ne se combine plus avec l'oxide de fer, ni avec l'eau, au fond de laquelle il se précipite sous la forme d'huile & avec une odeur aromatique. Si dans cet état on ajoute encore de l'oxigène & qu'on le laisse au soleil, il se cristallise en petites aiguilles blanches. Cet acide ainsi oxigéné se réduit en vapeurs à une douce température; ces vapeurs ne se dissolvent point dans l'eau, & cependant ne sont point combustibles. M. Berthollet n'a pas encore pu déterminer ce qui se passe dans cette opération. L'acide prussique s'unit-il simplement à l'oxigène sans altération, ou quelqu'un de ses principes est-il brûlé? Nous adoptons plus volontiers avec lui cette dernière idée; car quoique l'oxigène

ne paroisse que peu adhérent à l'acide prussique, on ne peut plus le rétablir lorsqu'il a été traité ainsi avec l'acide muriatique oxigéné.

Lorsque l'acide prussique a été mis en état de former un précipité vert avec le fer, par le moyen de l'acide muriatique oxigéné, il s'y forme de l'ammoniaque sitôt qu'on y mêle un alcali ou de la chaux. Un acide versé dans ce dernier mélange, ne rétablit plus l'odeur propre à l'acide prussique; M. Berthollet en conclut qu'il est détruit. Quoiqu'on ait employé la potasse parfaitement pure, un acide versé après son action produit une effervescence, & dégage de l'acide carbonique qui a été formé de toutes pièces.

M. Berthollet conclut de toutes ces expériences, que l'azote, l'hydrogène & le carbone unis dans des proportions & une condensation qu'il ne connoît pas, forment ce qu'on appelle l'*acide prussique*. Cette composition éclaircit l'histoire de sa formation dans les matières animales, dans certaines substances végétales & dans le muriate ammoniacal souillé de charbons. Elle explique encore pourquoi cet acide est si combustible, détonne si fortement avec les divers nitrates, pourquoi il donne du carbonate d'ammoniaque par la distillation, & pourquoi ce sel s'y forme par l'addition de l'acide muriatique

oxigéné. M. Bertholet doute que cette singulière combinaison contienne de l'oxigène ; au moins, dit-il, si l'acide prussique en contient, il n'en a pas assez pour que le charbon soit entièrement réduit en acide carbonique ; car la distillation du bleu de Prusse fournit beaucoup de gaz hydrogène carboné.

Tels sont les faits découverts par M. Bertholet ; en déterminant la nature de la matière colorante du bleu de Prusse, il a prouvé qu'elle n'étoit point un véritable acide, quoiqu'elle en fit les fonctions dans toutes les combinaisons. M. Vestrum & M. Hassenfratz ont trouvé un peu d'acide phosphorique dans le bleu de Prusse. Ce dernier chimiste a fait voir qu'il n'est pas essentiel à sa nature. Nous avons découvert depuis peu, M. Vauquelin & moi, qu'on obtient de l'acide prussique de la distillation du calcul de la vessie, & en traitant beaucoup de matières végétales & animales par l'acide nitrique.

Le sulfate de fer décompose très-facilement le nitre ; cette décomposition est due en partie à l'acide sulfurique, qui en s'unissant à l'alcali du nitre, chasse l'acide nitrique ; mais elle est aussi occasionnée en grande partie par la réaction du fer sur ce dernier acide. Si, pour décomposer le nitre, on prend du sulfate de fer peu desséché, on obtient une assez grande quantité

d'acide nitreux bien rouge & bien fumant; le résidu lessivé fournit du sulfate de potasse, de l'alcali fixe, & il reste sur les filtres un oxide rouge de fer. Mais, si on a employé un sulfate de fer fortement calciné & du nitre fondu, on retire très-peu de produit. Ce produit est formé de deux liqueurs, dont l'une, d'une couleur sombre & presque noire, nage à la surface d'une autre qui est rouge & pesante, comme le feroit une huile sur de l'eau. Aussi M. Baumé regarde-t-il cette liqueur comme une espèce d'huile. Il passe ensuite dans le col de la cornue & dans l'allonge, une masse saline blanche, qui attire l'humidité de l'air, se dissout avec chaleur & rapidité dans l'eau, en exhalant une forte odeur d'esprit de nitre & des vapeurs rouges très-épaisses; cette dissolution saturée de potasse, donne du sulfate de potasse; la masse blanche n'est donc que de l'acide sulfurique rendu concret par une portion de gaz nitreux.

La liqueur pesante du ballon ne paroît différer en rien de l'esprit de nitre tiré par la méthode de Glauber; mais la liqueur légère qui la surnage, étant mêlée avec l'acide sulfurique, produit une vive effervescence, & même une explosion dangereuse; presque tout l'acide nitreux se dissipe & l'acide sulfurique prend une forme concrète & cristalline. Bucquet, qui a
communiqué

communiqué cette découverte à l'académie , avoit d'abord observé que ce dernier acide concret , obtenu dans cette distillation , exhale des vapeurs rouges nitreuses , lorsqu'on le distout dans l'eau. Il pensoit que cet acide devoit sa solidité à la présence du gaz nitreux ; & pour s'en convaincre , il a essayé de mêler l'acide nitreux bien noirâtre , qui furnageoit le rouge avec de l'acide sulfurique très-concentré. Mais à l'instant même du mélange de ces deux matières , il s'est fait un mouvement si rapide , que l'esprit de nitre versé sur l'acide sulfurique , a été lancé avec bruit à une très-grande distance ; la personne qui faisoit le mélange , a été couverte de cet acide ; il s'est élevé à l'instant même sur son visage une grande quantité de boutons rouges & enflammés , qui ont suppuré comme ceux de la petite vérole. L'acide sulfurique est bientôt devenu concret & absolument semblable à celui qu'on obtient dans la distillation dont nous venons de faire l'histoire. Il paroît d'après ce fait , que cet acide peut devoir son état concret au gaz nitreux , comme au gaz sulfureux.

Le résidu de la distillation du nitre par le sulfate de fer calciné au rouge , n'est qu'une sorte de scorie de fer dont on ne peut tirer

que très-peu de sulfate de potasse par le lavage.

La dissolution de sulfate de fer n'est pas altérée par le gaz hydrogène; mais quoique la base de ce fluide élastique paroisse avoir moins d'affinité avec l'oxigène que n'en a le fer, comme on l'a vu dans l'histoire de la décomposition de l'eau, M. Monnet a observé que le gaz hydrogène sulfuré donnoit à une eau mère sulfurique la propriété de fournir des cristaux, & M. Priestley a réduit des oxides de fer brun par le contact du gaz hydrogène. Ces expériences ne contraignent point notre doctrine; elles ne font au contraire que la confirmer. En effet, l'hydrogène enlève toute la portion d'oxigène uni au fer, au-delà de la quantité de 0,28. Cette dernière dose n'est que celle que l'hydrogène ne peut pas séparer. Voilà pourquoi dans ces réductions on n'obtient qu'un oxide noir ou *éthiops martial*, & pourquoi l'eau n'oxide jamais le fer qu'en noir.

Les sulfures alcalins précipitent sous une couleur noirâtre le sulfate de fer. Ce précipité est une espèce de pyrite martiale, ou sulfure de fer.

L'acide nitrique est rapidement décomposé par le fer qui en dégage beaucoup de gaz nitreux, sur-tout si l'acide employé est concentré,

& si le fer est divisé. Ce métal est promptement oxidé par l'oxigène qu'il enlève à l'acide du nitre : la dissolution est d'un rouge brun ; elle laisse déposer de l'oxide de fer au bout d'un certain tems, sur-tout par le contact de l'air ; en y plongeant de nouveau fer, l'acide le dissout comme l'a indiqué Stahl, & l'oxide de fer qu'il tenoit en dissolution se précipite sur-le-champ. On peut cependant, en employant un acide nitrique foible & du fer en morceaux, obtenir une dissolution plus permanente dans laquelle le métal est plus adhérent à cet acide. Cette dernière combinaison est verdâtre & quelquefois d'un jaune clair ; l'une & l'autre de ces dissolutions évaporées se troublent & déposent de l'ochre martiale d'un rouge brun. Si on la rapproche fortement, au lieu de fournir des cristaux, elle se prend en une gelée rougeâtre qui n'est qu'en partie dissoluble dans l'eau, & dont la plus grande portion se précipite. En continuant de chauffer le nitrate de fer, il s'en dégage beaucoup de vapeurs rouges, le magma se dessèche & donne un oxide d'un rouge briqueté. Ce magma distillé dans une cornue, fournit un peu d'acide nitreux fumant, beaucoup de gaz nitreux, & du gaz azote. On n'en peut point tirer d'air vital, parce que le fer retient tout l'oxigène de cet

acide. L'oxide qui reste après la distillation de nitrate de fer, est d'un rouge vif & pourroit fournir une belle couleur à la peinture, &c. La dissolution nitrique de fer, quelque chargée qu'elle soit, ne m'a pas paru précipiter par l'eau distillée. Les alcalis la décomposent avec des phénomènes différens, suivant leur nature. La potasse caustique la précipite en brun clair; le mélange passe très-vîte au brun noirâtre & beaucoup plus foncé que la couleur de la première dissolution. Ce phénomène est dû à ce qu'une portion du précipité est dissoute par l'alcali, quoique en très-petite quantité. Le carbonate de potasse en sépare un oxide jaunâtre, qui devient très-vîte d'un beau rouge orangé. Si on agite le mélange à mesure que l'effervescence a lieu, le précipité se redissout beaucoup plus abondamment que celui qui est produit par la potasse caustique. M. Monnet a bien noté ce phénomène, & il l'a attribué avec raison au gaz qui se dégage. Cette dissolution de fer par l'alcali fixe, porte le nom de *teinture martiale alcaline de Stahl*. Elle est d'un très-beau rouge. M. Baumé recommande pour la préparer, de prendre une dissolution nitrique de fer qui ne soit que peu chargée. Stahl conseilloit au contraire une dissolution très-saturée. M. Monnet a observé qu'une dissolution jaune

donnoit beaucoup de précipité qui ne se redissout presque pas dans l'alcali, & qui ne le colore pas comme doit l'être la teinture martiale ; tandis qu'une dissolution bien rouge en fait une sur-le-champ avec le même alcali. La teinture martiale alcaline de Stahl se décolore au bout d'un certain tems, & laisse déposer l'oxide de fer qu'elle contient. On peut la décomposer à l'aide d'un acide ; celui du nitre en sépare un oxide d'un rouge briqueté qui est soluble dans les acides, & que l'on appelle *safran de mars apéritif de Stahl*. L'ammoniaque pure ou caustique précipite la dissolution nitrique de fer en vert foncé & presque noirâtre. Le carbonate ammoniacal redissout le fer qu'il a séparé de l'acide, & prend une couleur d'un rouge encore plus vif que la teinture de Stahl. Cette dissolution de fer par le carbonate ammoniacal pourroit être d'un grand avantage dans les cas de pratique dans lesquels on a besoin d'un tonique puissant joint à un fondant très-actif.

La dissolution nitrique de fer chargée & rouge, ne m'a jamais donné que très-peu de véritable bleu de Prusse, par l'alcali saturé de la matière colorante de ce composé ; je n'ai eu qu'un précipité noirâtre qui s'est redissous par

l'acide muriatique; la liqueur avoit alors une couleur verte.

M. Maret, secrétaire de l'académie de Dijon, a envoyé à la société royale de médecine un procédé pour faire très-vîte de l'*éthiops martial*; il consiste à précipiter la dissolution nitrique de fer par l'ammoniaque caustique, à laver & sécher rapidement ce précipité. M. d'Arceet, chargé par cette compagnie d'examiner le procédé de M. Maret, n'a pas obtenu constamment le même résultat que ce médecin. Dans mes mémoires sur les précipités de fer, j'ai déterminé les cas où l'expérience de M. Maret réussit, & ceux où elle n'a pas de succès. Il faut pour obtenir cet éthiops, 1°. que la dissolution de fer soit nouvelle, & qu'elle ait été faite à froid très-lentement, avec un acide nitrique foible, & du fer peu divisé; 2°. que l'ammoniaque soit récemment préparée, très-caustique, & sur-tout privée par le repos, de la petite portion de terre calcaire & de matières combustibles noirâtres qu'elle a coutume d'enlever au sel ammoniac & à la chaux, si elle n'est pas extraite dans l'appareil de Woulfe; 3°. que le précipité soit séparé sur-le champ de la liqueur, & séché rapidement dans des vaisseaux fermés. Malgré toutes ces précautions, quelquefois ce précipité n'est pas très-noir, il a

alors une couleur brune légère ; il s'enlève en écailles dont la surface inférieure est noirâtre ; ce qui prouve que c'est le contact de l'air qui en rouille légèrement la surface supérieure. J'ai obtenu un *éthiops* plus beau & plus constant , en précipitant les dissolutions muriatique & acéteuse du fer par les alcalis fixes & l'ammoniaque caustique , & en faisant sécher rapidement dans des vaisseaux fermés ces précipités bien lavés ; mais je pense , malgré cela , que ces *éthiops* , quelques purs qu'on les suppose , retiennent toujours une petite partie de leurs précipitans & de leurs premiers dissolvans , comme M. Bayen l'a observé sur les précipités de mercure ; & qu'on ne doit pas les employer en médecine avec autant de sûreté que ceux dont j'ai parlé précédemment. M. d'Arcet , dans son rapport à la société de médecine , sur le procédé de M. Maret , en a communiqué un de M. Croharé pour faire l'*éthiops martial*. Ce pharmacien , connu par plusieurs travaux chimiques bien faits , prépare ce médicament en faisant bouillir de l'eau aiguillée avec un peu d'acide nitrique sur de la limaille de fer. Ce métal est sur-le-champ légèrement oxidé , & donne beaucoup d'oxide noir ou d'*éthiops martial* ; mais je crois qu'on doit préférer à tous ces procédés celui de M. Joffe , qui est d'une exécution très-

facile & dont l'usage ne peut inspirer aucune crainte.

Comme on se fert souvent de fer pour obtenir le gaz nitreux, il est important d'observer ici que ce gaz n'est jamais le même, & qu'il diffère beaucoup suivant les différentes circonstances de la dissolution, la nature de l'acide plus ou moins chargé d'azote & d'oxygène, l'état du fer plus ou moins avide d'oxygène, la diverse température, &c. En général le gaz préparé par ce procédé contient toujours une quantité plus ou moins considérable d'azote, parce que le fer est un des corps qui absorbe le plus d'oxygène, & qui en prend sur-tout des quantités différentes, suivant sa nature & son état métallique; les effets du gaz nitreux dégagé par ce métal, sont donc plus ou moins incertains dans des expériences eudiométriques. Cette vérité applicable à tous les corps qui séparent le gaz nitreux de l'acide du nitre, démontre le peu de confiance que l'on doit avoir dans les essais de l'air par les eudiomètres à gaz nitreux; aussi les épreuves par les sulfures alcalins sont-elles beaucoup préférables.

L'acide muriatique étendu d'eau, dissout le fer avec rapidité; il se dégage de cette dissolution une grande quantité de gaz hydrogène produit par la décomposition de l'eau, comme dans

la dissolution de ce métal dans l'acide sulfurique. On avoit cru autrefois que le gaz hydrogène produit par l'action du fer sur l'acide muriatique, étoit différent de celui dont le dégagement accompagne la dissolution sulfurique. On pensoit que ce fluide élastique étoit un des principes de l'acide muriatique; mais depuis la découverte de la décomposition de l'eau par le fer, il est prouvé que cet acide dont on ne connoît pas encore la nature, n'est pas la cause de la production du gaz hydrogène, & que c'est à l'eau qu'elle est due, puisque l'acide reste entier & sans décomposition, & exige la même quantité d'alcali pour être saturé après la dissolution qu'avant. Cette dissolution du fer par l'acide muriatique, produit beaucoup de chaleur; elle continue avec la même force, jusqu'à ce que cet acide soit saturé; une portion du fer se précipite en véritable *éthiops*, comme dans toutes les autres dissolutions. Lorsqu'on l'a filtrée, elle est d'une couleur verte, tirant sur le jaune; elle est beaucoup plus stable que les deux précédentes; renfermée dans un flacon bien bouché, elle ne dépose point d'oxide de fer. J'en ai conservé pendant huit ans, qui n'a déposé qu'une très-légère poussière d'un jaune pâle; si au contraire on la laisse à l'air, elle dépose en quelques semaines presque tout

le fer qu'elle contient, & ce précipité est d'une couleur d'autant plus claire que le contact de l'air est plus multiplié; il est démontré aujourd'hui que cette précipitation qui a également lieu dans toutes les autres dissolutions de fer, est due à l'oxigène atmosphérique absorbé par le métal qui s'oxide de plus en plus, comme je l'avois soupçonné & annoncé en 1777. (*Voyez mes Mémoires de Chimie.*)

Stahl avoit annoncé que dans la combinaison du fer avec l'acide muriatique, cet acide prenoit les caractères de celui du nitre; mais ce fait n'a été observé par aucun chimiste; il paroît que Stahl ne s'en étoit rapporté qu'à la couleur jaune de cette dissolution, & à l'odeur qu'elle répand; odeur en effet un peu différente de celle de l'esprit de sel, & qui se rapproche de celle de l'acide muriatique oxigéné.

La dissolution de fer par l'acide muriatique évaporée, ne cristallise pas régulièrement. M. Monnet a observé que si on la laisse refroidir lorsqu'elle est en consistance siropeuse, elle forme une espèce de magma, dans lequel on entrevoit des cristaux aiguillés & aplatis qui sont très-déliquescens. Ce magma se fond à un feu très doux; en le chauffant davantage, il se décompose, mais moins facilement que le nitrate de fer, & il prend une couleur de rouille

lorsqu'il est sec. Il s'en dégage de l'acide muriatique, que l'on peut obtenir par la distillation, & qui, suivant la remarque de Brandt, entraîne avec lui un peu d'oxide de fer.

M. d'Ayen, dans un des quatre excellens Mémoires qu'il a donnés à l'académie sur les combinaisons des acides avec les métaux, a examiné en détail ce qui se passe dans cette décomposition du muriate de fer à la cornue. Cette opération lui a fourni des produits très-singuliers; d'abord un phlegme légèrement acide à une chaleur douce; l'acide muriatique s'est donc concentré, & son gaz beaucoup plus volatil que l'eau, a été en partie fixé par le fer. A une chaleur beaucoup plus forte, une partie de cet acide a été enlevée avec un peu de fer, & il s'est formé quelques cristaux non déliquescents dans le ballon. Il s'est sublimé en même-tems à la voûte de la cornue des cristaux très-transparens & en forme de lames de rasoirs, qui décomposoient la lumière comme les meilleurs prismes, & offroient de fort belles nuances de rouge, de jaune, de vert & de bleu. Il restoit au fond de la cornue un sel stiptique & déliquescent, d'une couleur brillante & d'une forme feuilletée, qui ressembloit parfaitement à l'espèce de talc à grandes lames, qu'on appelle improprement verre de Moscovie. Ce

dernier sel exposé à un feu violent, dans une cornue de grès, s'est décomposé & a fourni une sublimation encore plus étonnante par sa nature que les premiers produits. C'étoit une matière opaque, vraiment métallique, qui, examinée au microscope, présentoit des cristaux réguliers ou des tranches de prismes hexagones, que M. d'Ayen compare aux carreaux dont on garnit le plancher des chambres. Ces cristaux étoient aussi brillans que l'acier du poli le plus vif, & l'aimant les attiroit fortement : c'étoit du fer en partie réduit & sublimé (1). L'art paroît ici imiter la nature qui sublime l'oxide noir de fer par le feu des volcans, sous la forme de lames brillantes & polies, comme de l'acier. Telle paroît être au moins l'origine du fer spéculaire du mont d'Or & de celui de Volvic, qui, d'après les observations bien faites

(1) J'ai dans mon cabinet une mine de fer noir, qui offre de petites lames très-brillantes, d'une demi-ligne de largeur, dont la forme approche beaucoup des cristaux obtenus par M. d'Ayen. Ce sont de petites écailles fort minces, d'un gris de fer fort éclatant, posées de champ, qui s'entrecroisent en toutes sortes de sens, & qui sont dispersées dans un quartz opaque rougeâtre, ou dans une espèce de jaspe grossier. Ce joli morceau vient de Lorraine. Le fer de Framont est de la même nature.

de M. de l'Arbré, médecin de Riom, se trouve toujours dans les fentes de laves.

On voit par ces détails combien la chimie est riche en phénomènes singuliers, & combien cette belle science promet de découvertes à ceux qui voudroient faire des expériences avec toute l'exacritude & toute l'étendue que M. d'Ayen a mises dans ses recherches. N'oublions pas d'observer que cette réduction du fer favorise la doctrine des gaz, & qu'on en obtiendrait peut-être de semblables de beaucoup d'autres dissolutions métalliques traitées par le même procédé.

La dissolution muriatique de fer est décomposée par la chaux & par les alcalis, comme toutes les dissolutions martiales; mais ces précipités sont moins altérés, & peuvent se réduire très-facilement, sur tout ceux qui sont produits par les alcalis caustiques. J'ai déjà fait observer que cette combinaison fournissoit l'*Ethiops* ou l'oxide noir de fer le plus pur par la précipitation. Les sulfures alcalins, le gaz hydrogène sulfuré & les astringens la décomposent comme les deux autres; enfin, les alcalis prussiens ou les prussiates alcalins, en précipitent un bleu très-beau.

L'eau chargée d'acide carbonique dissout facilement le fer; il suffit pour opérer cette

combinaison de mettre de la limaille dans cet acide liquide, & de laisser le mélange en digestion pendant quelques heures. Cette liqueur filtrée a une saveur piquante & un peu stipitique. MM. Lane & Rouelle ont reconnu cette propriété dans l'acide carbonique. Bergman, qui nommoit cette combinaison *fer aéré*, dit qu'exposée à l'air, elle se couvre d'une pellicule irrifée; qu'elle est décomposable par les alcalis purs; mais que les sels saturés de cet acide, n'y opèrent pas le même effet. Cette dissolution verdit le sirop de violettes, & donne du bleu de Prusse très-brillant avec le prussiate calcaire; elle précipite de l'oxide de fer brun, lorsqu'on la laisse exposée à l'air, ou lorsqu'on la chauffe. Nous donnons à cette combinaison le nom de *carbonate de fer*. Le fer a beaucoup de tendance pour s'unir à l'acide carbonique. La nature nous le présente très-fréquemment dans cet état; les mines de fer limoneuses, le fer spathique, paroissent être en grande partie formés par cette combinaison. Les eaux minérales ferrugineuses contiennent souvent le fer dans l'état de carbonate de fer. Ce sel, séparé de l'eau & sec, est peu soluble dans ce fluide; mais il se dissout en grande quantité dans l'acide carbonique liquide, dont il se précipite à mesure que l'acide se

volatilise. On ne connoît point l'action de l'acide boracique & de l'acide fluorique sur le fer. Ce métal décompose très-bien les sels sulfuriques, & en particulier les sulfates de potasse & de soude. J'ai traité ces sels par le fer dans un creuset, & je les ai trouvés ensuite dans l'état de sulfures; la lessive de cette espèce de sulfure est d'un verd extrêmement foncé. Quelques gouttes d'acide font disparaître très-promptement la couleur de cette espèce de teinture métallique. La plus grande partie du fer oxidé par l'oxigène de l'acide sulfurique, reste sans se dissoudre dans l'eau de la lessive, & les acides dégagent de cet oxide une grande quantité de gaz hydrogène sulfuré.

Le fer fait détoner le nitre. En projetant dans un creuset bien rouge un mélange de parties égales de limailles de fer & de nitre bien sec, il s'excite au bout de quelque tems un mouvement très-rapide; il s'élève du creuset beaucoup d'étincelles très-éclatantes. Lorsque la détonation est finie, le creuset contient un oxide de fer rougeâtre, dont une petite portion est combinée avec l'alcali; en lavant cette matière l'eau dissout l'alcali, & l'oxide de fer reste sur le filtre. On appelloit autrefois cet oxide *safran de mars de Ziwelfer*. Il est d'un jaune rougeâtre, peu dissoluble dans les acides.

L'alcali qu'on en a séparé par le lavage, est caustique, suivant la plupart des chimistes, qui pensent que les oxides métalliques agissent comme la chaux pure sur ce sel chargé d'acide carbonique (1):

Le fer décompose très-bien le muriate ammoniacal. Deux gros de limaille de fer, triturés avec un gros de ce sel, ne laissent point dégager de gaz ammoniac. Bucquet qui a distillé ce mélange à l'appareil pneumat-chimique au mercure, en a obtenu cinquante-quatre pouces cubes d'un fluide aëriiforme, dont moitié étoit du gaz ammoniac, & l'autre moitié du gaz hydrogène. Quatre onces de la même limaille & deux onces de muriate ammoniacal, distillés à la cornue avec un récipient ordinaire, fournissent environ deux gros d'ammoniaque liquide chargée d'un peu de fer, qu'elle laisse bientôt déposer dans l'état d'oxide. Le résidu de ces opérations est du muriate de fer. La décomposition du muriate ammoniacal par le fer,

[1] Il faut observer que depuis la théorie de Black sur la causticité de la chaux & des alcalis, on n'a pas fait les expériences nécessaires pour assurer cette parité d'action entre la chaux proprement dite & les oxides métalliques. On ne peut donc rien dire d'exact sur cet objet, avant que l'expérience ait prononcé.

est fondée sur ce que ce métal s'unit très-bien à l'acide muriatique; ce qui est prouvé par le dégagement du gaz hydrogène que l'on observe dans cette expérience. On prépare en pharmacie, avec le muriate ammoniacal & le fer, un médicament que l'on appelle *seurs de sel ammoniac martiales*, ou *Ens martis*. On mêle ensemble une livre de muriate ammoniacal en poudre, & une once de limaille de fer; on expose ce mélange dans une terrine recouverte d'un pareil vaisseau, à un feu capable de faire rougir la partie inférieure de cet appareil. En cinq à six heures il se sublime une matière jaune que l'on conserve dans un flacon; ce sont les *seurs martiales*. Cette substance est formée en très-grande partie de muriate ammoniacal sublimé avec un peu d'oxide de fer. Comme le métal décompose très-bien ce sel, il faut n'en employer qu'une petite quantité, afin que la plus grande partie du sel se sublime en nature. La portion d'oxide de fer qui est volatilisée, colore le muriate ammoniacal, qui se sublime en même-tems.

L'oxide de fer décompose ce sel mieux que le métal lui-même, puisqu'il en dégage l'ammoniaque à froid. Celle qu'on en obtient par la distillation, est très-fluide & assez caustique. J'ai eu de l'ammoniaque qui faisoit une légère

effervescence avec les acides, en distillant le muriate ammoniacal avec la moitié de son poids de *safran de mars apéritif*, ou oxide de fer préparé par le contact de l'air, & qui contient de l'acide carbonique. Dans cette expérience l'acide carbonique dégagé du fer, s'est uni à l'ammoniaque, qu'il a rendue effervescente.

Le fer est altéré dans sa couleur par le gaz hydrogène; mais cette altération n'a pas encore été assez examinée. L'oxide noir de fer n'est pas décomposé par ce gaz; mais les oxides bruns ou rouges le sont facilement & passent l'état d'oxide noir, parce qu'ils cèdent à l'hydrogène la quantité d'oxigène surabondante à celle qui met le fer dans l'état d'oxide noir.

Le soufre se combine rapidement avec le fer. Un mélange de limaille de fer & de soufre en poudre, humecté avec une petite quantité d'eau, s'échauffe au bout de quelques heures; alors il se gonfle, s'agglutine, absorbe l'eau, se fend avec un bruit ou pétitement sensible, & exhale beaucoup de vapeurs aqueuses accompagnées d'une odeur fétide & qui est très-semblable à celle du gaz hydrogène sulfuré. Si le mélange est fait en grande masse, il s'enflamme en vingt-quatre ou trente heures; & dès que les vapeurs aqueuses ont cessé. Sur la fin de l'action de ces substances l'une sur l'autre, la

chaleur va en augmentant avec beaucoup de rapidité, & l'inflammation a bientôt lieu. L'odeur est alors bien plus exaltée ; elle paroît être due à du gaz hydrogène produit par la réaction du soufre & du fer sur l'eau. Cette odeur est mêlée de celles des sulfures alcalins & de celle du gaz hydrogène pur ; c'est sans doute à ce gaz dégagé en grande quantité, qu'est due l'inflammation qu'on observe dans cette expérience, puisque la flamme est beaucoup plus vive que celle du soufre. Elle s'élève à un pied, suivant le rapport de M. Baumé, qui a observé ce phénomène sur un mélange de cent livres de limaille de fer & d'autant de soufre en poudre ; elle n'a duré que deux ou trois minutes. Le mélange est resté embrasé & rouge pendant quarante heures. M. Baumé explique cette inflammation par le dégagement du phlogistique du soufre en feu libre. Lémery le père a donné le nom de volcan artificiel à cette expérience, & il a imaginé que les feux qui s'allument dans l'intérieur de notre globe & qui en soulevant sa surface produisent les tremblemens de terre & les volcans, étoient dus à une combustion semblable des pyrites entassées & humectées. On peut imiter ces terribles effets, suivant le même chimiste, en enfouissant dans la terre un mélange de soufre en poudre & de limaille de

fer, réduit en pâte avec l'eau, & en le recouvrant de terre que l'on bat fortement. Cette expérience n'a pas réussi à Bucquet, qui l'a répétée avec beaucoup d'exactitude; les recherches de M. Priestley sembloient en indiquer la raison. Ce physicien a observé que le mélange de fer & de soufre humecté absorboit une certaine quantité d'air, qui pouvoit paroître nécessaire pour son inflammation. Cependant cette inflammation peut avoir lieu sans le contact de l'air. En effet il paroît que le fer très-divisé réagit sur l'eau, s'empare de son oxigène qui le brûle & laisse dégager le gaz hydrogène qui prend la forme de fluide élastique en raison du calorique séparé de l'eau. Ce gaz dissout aussi une portion du soufre & forme du gaz hydrogène sulfuré.

Il y a beaucoup d'analogie entre cette combinaison du fer & du soufre par la voie humide, & l'efflorescence des *pyrites*, qui produit du gaz hydrogène sulfuré, lorsqu'elles sont humectées d'eau.

Le soufre se combine très-aisément au fer par la fusion; il en résulte un sulfure de fer ou une *pyrite* disposée en aiguilles. Comme le soufre augmente beaucoup dans ce cas la fusibilité du fer, on peut faire fondre sur le-champ ce métal à l'aide de ce corps combustible. Il

faut pour cela faire passer une petite barre de fer rougi à blanc dans un canon de soufre, & recevoir dans de l'eau la matière fondue qui s'écoule. On retrouve dans ce fluide des globules noirs cassans, semblables à des *pyrites*, & formés comme elles, de petites pyramides très-allongées & concentriques.

Le fer donne avec l'arsenic un alliage aigre cassant & très-peu connu. Il paroît que ce métal existe dans beaucoup de mines de fer, & qu'il est la cause du fer cassant à chaud.

Avec le cobalt le fer constitue un métal mixte à petits grains ferrés, dur & très-difficile à casser.

Il ne paroît pas susceptible de s'unir au bismuth.

Combiné à l'antimoine, il présente un alliage dur, à petites facettes, que le marteau n'applatit que légèrement. Le fer a plus d'affinité avec le soufre que n'en a ce métal fragile; il est conséquemment susceptible de décomposer le sulfure d'antimoine. Pour opérer cette décomposition, on fait rougir dans un creuset cinq onces de pointes de clous de maréchal; on y jette une livre de sulfure d'antimoine concassé; on donne promptement un bon coup de feu, afin de faire fondre le mélange; lorsqu'il est bien fondu, on projette une once de nitre en

poudre, pour faciliter par une bonne fusion la séparation des scories d'avec l'antimoine; on laisse refroidir le mélange, & on trouve dans le creuset de l'antimoine qui ne contient pas de fer. Si l'on a employé une partie de fer sur deux de sulfure d'antimoine, celui-ci sera allié de fer. Les scories que l'on trouve au-dessus de l'antimoine allié de fer & préparé avec le nitre & le tartre, ont une couleur jaunâtre semblable à celle du succin, en raison du fer qu'elles contiennent. Stahl les a nommées, à cause de cela, *scories succinées*. Il prescrit de les réduire en poudre, de les faire bouillir dans l'eau qui entraîne la partie la plus divisée de cette poussière; on la décante, on la filtre, & on fait détoner trois fois avec le nitre la poudre qu'elle a laissée sur le filtre. On la lave, on la fait sécher; c'est le *safran de mars antimonie apéritif* de Stal.

Il est encore incertain si le zinc peut s'unir avec le fer. Malouin, dans son mémoire sur le zinc (*Académie*, 1742) a fait voir que ce métal pouvoit s'appliquer comme l'étain, à la surface du fer, & la défendre du contact de l'air, ce qui indique que ces deux matières métalliques sont susceptibles de se combiner.

Il paroît que le nickel s'allie très-intimement au fer, puisqu'on ne peut jamais séparer entiè-

rement ces deux substances métalliques, comme l'a démontré Bergman.

Le mercure ne contracte aucune union avec le fer dans son état métallique. On a tenté en vain d'unir ces deux métaux immédiatement; mais on y est parvenu en les présentant l'un à l'autre dans l'état d'oxides. Navier a observé qu'on obtenoit un précipité neigeux blanchâtre, en mêlant une dissolution de fer & de mercure par l'acide sulfurique; & en évaporant le mélange, il se forme dans cette opération des petits cristaux plats très-légers & semblables à l'acide boracique; Navier s'est assuré que ces cristaux sont une combinaison de fer & de mercure.

Le plomb ne peut contracter aucune union avec le fer.

Le fer & l'étain paroissent être susceptibles de s'unir par la fusion. L'art qui consiste à enduire la surface du fer d'une couche d'étain, ou la préparation du *fer-blanc*, indique que cette combinaison a lieu. Pour étamer le fer, il faut que la surface de ce métal soit très-propre & brillante; pour cela on le décape avec un acide; quelquefois on le lime, ou bien on l'enduit de sel ammoniac: on le plonge ensuite verticalement dans une chaudière pleine d'étain fondu; on le retourne afin de multiplier

le contact ; & lorsqu'il est assez étamé , on le retire & on le frotte avec de la sciure de bois ou du son , pour enlever le suif ou la poix dont on avoit recouvert l'étain fondu , & qui s'est appliqué à la surface du fer étamé. Si l'on étame le fer réduit en lames minces comme la tôle , l'étain ne s'appliquera pas seulement à sa surface , mais il pénétrera dans son intérieur , il se combinera à toutes ses parties ; & en le coupant , on observera la même couleur blanche dans son milieu qu'à sa surface ; ce qui indique que le fer-blanc bien fait est une vraie combinaison chimique. D'ailleurs , il est plus malléable que le fer , & l'on en fabrique des vaisseaux d'une forme qu'il seroit impossible de faire prendre par le marteau à ce métal pur.

Nous avons vu au commencement de ce chapitre , que le fer absorbe facilement le charbon par la chaleur , & qu'il forme la *fonte* & l'*acier* par son union avec ce corps combustible , avec cette différence qu'il contient de l'oxygène dans le premier de ces composés , & qu'il n'en contient pas dans le second. Dans l'un & l'autre le fer est en quantité beaucoup plus grande que le charbon. L'analyse chimique qui doit tant aux travaux de Schéele , a prouvé à ce chimiste que la *plombagine* , espèce de minéral dont la nature & le rang qu'elle mérite parmi les mi-

néraux, ont long-tems embarrassé les physiciens, n'est qu'une combinaison naturelle de beaucoup de charbon & de très-peu de fer. Son histoire doit donc appartenir à celle de ce métal.

La *plombagine* a été long-tems confondue avec la *molybdène* (). Pott est le premier qui ait prouvé que l'une & l'autre de ces substances ne contient point de plomb, comme on l'avoit cru anciennement. Les noms que la *molybdène* & la *plombagine* avoient reçus, étoient très-propres à perpétuer ces erreurs. On les nommoit l'une & l'autre & indistinctement *mine de plomb*, *crayon d'Angleterre*, *plomb de mer*, *cérule noire*, *mica des peintes*, *crayon de plomb*, *fausse galène*, *talc*, *blende*, *potelot*.

Le *carbure de fer natif* (nom que nous avons substitué à celui de *plombagine*, & qui exprime la nature de ce composé) existe dans les montagnes, souvent entre des lits de quartz, de feld-spath, d'argile ou de craie, sous la forme de morceaux arrondis irréguliers, ou de rognons de différentes grosseurs, dont les plus volumineux pèsent depuis huit jusqu'à dix & onze livres; il y en a aussi de disséminés en fragmens

(r) Il est reconnu que ce que l'on appelloit la *molybdène* est l'oxide d'un métal cassant particulier acifiable; nous en avons fait l'histoire à l'article des métaux cassans.

beaucoup plus petits, & quelquefois même en couches ou en lits. Les habitans de Bleoux, hameau situé près de Curban dans la haute Provence, exploitent du *carbure de fer natif*, ou de la plombagine qui se trouve en couches de quatre pieds d'épaisseur entre deux lits d'argile; cette matière se vend à Marseille. M. de la Peyrouse compte le carbure de fer dans les minéraux des Pyrénées; on en trouve en Espagne & en Allemagne; il y en a une mine fort abondante dans le duché de Cumberland en Angleterre; on en fabrique des crayons fort estimés. L'Amérique septentrionale & le Cap de Bonne-Espérance en fournissent aussi quelques échantillons. On a trouvé depuis quelque tems de la *plombagine cristallisée* en octaédres.

Le carbure de fer est luisant & d'un bleu noirâtre; il est gras au toucher & présente une cassure tuberculeuse, tandis que le *molybdène* a une cassure lamelleuse; sa qualité onctueuse & savonneuse l'avoit fait regarder comme une espèce d'argile impur par quelques naturalistes. Il tache les mains & laisse sur le papier une trace noirâtre que tout le monde connoît dans le *crayon noir*.

Le carbure de fer n'éprouve aucune altération par la chaleur dans des vaisseaux fermés. M. Pelletier qui a fait des recherches sur cette

substance, après Schéele, & qui n'a obtenu aucun résultat différent, en a exposé 200 grains dans un creuset de porcelaine bien bouché au feu de la manufacture de Sèves; ce minéral n'a perdu que 10 grains. Mais lorsqu'on le chauffe avec le contact de l'air, il brûle & s'oxide sans laisser presque de résidu. MM. Quist, Gahn & Hielm avoient observé que 100 grains traités ainsi dans une capsule sous la moufle, ne laissoient que 10 grains d'oxide ferrugineux. Cette oxidation est une combustion lente & très-difficile à opérer; elle ne réussit pas dans un creuset ordinaire, mais il faut pour cela exposer une couche mince de carbure de fer dans un vaisseau plat à l'action d'un grand feu, & en renouveler souvent les surfaces. C'est ainsi que se brûle peu à peu le carbure de fer dont on enduit les tuyaux de poêle, &c.

L'air, l'eau & les substances terreuses n'ont aucune action sur le carbure de fer. Les alcalis ont une grande action sur cette substance. Si l'on chauffe dans une cornue avec l'appareil pneumato-chimique une partie de carbure de fer avec deux parties d'alcali fixe caustique sec, ou de *Pierre à cautère*, la petite quantité d'eau contenue dans le sel suffit pour favoriser la combustion de cette substance; on obtient du gaz hydrogène carboné, l'alcali se trouve

chargé d'acide carbonique, & il ne reste presque rien du carbure de fer. Cette expérience, ainsi que la détonation avec le nitre dont il sera question plus bas, ont fait penser à Schéele que cette matière est une espèce de soufre formé d'acide aérien ou carbonique, & de phlogistique. Cette théorie sera discutée, lorsque nous aurons examiné les autres phénomènes que présente ce corps combustible avec les acides & les sels neutres.

L'acide sulfurique n'a aucune action sur le carbure de fer, suivant Schéele. M. Pelletier a observé que 100 grains de cette substance & 4 onces d'acide sulfurique concentré, digérés à froid pendant plusieurs mois, ont donné à cet acide une couleur verte, & la propriété de se congeler à un très-leger degré de froid. Distillé sur le carbure de fer cet acide passe à l'état sulfureux, en brûlant une partie de cette substance.

L'acide nitrique ne l'altère en aucune manière. L'acide muriatique en dissout l'alumine & le fer, & sert à la purifier, suivant M. Berthollet. M. Pelletier a employé le même procédé pour avoir du carbure de fer pur. Quant à l'alumine que l'acide muriatique enlève au carbure de fer, Schéele remarque que celle qu'il en a séparée dans son analyse, appartenoit

au creuset dans lequel il l'avoit traitée auparavant.

Le carbure de fer fondu avec quatre parties de sulfate de potasse ou de sulfate de soude, donne des sulfures alcalins & est entièrement décomposé.

Le nitre détonne à l'aide de cette substance; il faut dix parties de ce sel pour en brûler complètement une partie. L'alcali fixe qui reste après cette opération, fait une vive effervescence avec les acides, & se trouve mêlé d'une petite quantité d'oxide de fer. Le même effet a lieu avec le nitrate de soude & avec le nitrate ammoniacal. M. Pelletier a observé que dans cette dernière opération l'ammoniaque se dégage combinée avec une portion d'acide carbonique.

Le carbure de fer n'agit point sur le muriate de potasse ni sur le muriate de soude.

Quand on le distille avec le muriate ammoniacal, il donne des *fleurs ammoniacales martiales*. Chauffé avec du soufre dans une cornue, le soufre se sublime seul & sans altérer en aucune manière le carbure de fer.

Tous ces faits prouvent que cette substance n'est point une terre ni une mine de plomb, comme on l'avoit cru; mais quant à la théorie de Schéele qui l'a regardée comme une combinaison d'acide carbonique & de phlogistique,

elle ne peut pas être admise; 1°. parce que ce chimiste n'a point déterminé exactement la quantité de cet acide qu'il en a obtenu; 2°. parce qu'il n'a pas pu faire artificiellement de la *plombagine*, en combinant de l'acide carbonique avec une matière combustible. D'ailleurs, les deux substances avec lesquelles Schéele a changé le carbure de fer en acide carbonique, opèrent ce changement en fournissant de l'air vital qui se combine avec la matière inflammable de cette substance, & qui donne naissance à cet acide par la fixation de l'oxigène; car telle est la manière dont l'acide nitrique convertit le tungstène, l'arsenic & le sucre en acides. Quant à l'alcali fixe caustique qui change aussi le carbure de fer en acide carbonique, c'est manifestement en raison de l'eau que cet alcali contient toujours, & qui brûle la matière combustible, comme elle fait le fer & le zinc; cette opinion est confirmée par le gaz hydrogène que l'on obtient pendant l'action réciproque de l'alcali & du carbure de fer. On pourroit le confirmer encore davantage en faisant passer de l'eau en vapeurs à travers cette substance rougie dans un tube de cuivre ou de porcelaine, comme on le fait pour le fer & pour le zinc. Quoique cette expérience n'ait point encore été faite, je crois pouvoir avancer que tout le carbure de fer

fera détruit & converti en acide carbonique, & que le produit de cette opération fera du gaz hydrogène carboné, & mêlé d'une grande quantité d'acide carbonique. Il paroît donc naturel d'en conclure que l'acide carbonique est un composé de plombagine & d'oxigène; mais comme nous savons par beaucoup d'autres expériences, que l'on ne peut former cet acide qu'en combinant le charbon avec l'oxigène, il en résulte que la *plombagine* contient beaucoup de charbon, & qu'elle est même presque entièrement formée par ce corps combustible. Quelques traits rassemblés ici sur les propriétés du charbon comparées à celles du carbure de fer, confirmeront cette assertion.

Le charbon de plusieurs matières végétales est brillant & a un aspect métallique comme le carbure de fer; il tache les mains & laisse des traces sur le papier comme cette matière, & son tissu est grenu & cassant comme le sien. Les charbons les plus brillans, comme ceux de quelques substances animales, sont aussi difficiles à brûler que le carbure de fer, qui demande beaucoup d'agitation, une grande chaleur, & un contact de l'air très-multiplié pour se consumer; on trouve du fer dans l'un & dans l'autre; enfin, ces deux substances sont susceptibles de se changer en acide carbonique

par la combustion ; n'est-il pas permis de regarder d'après cela la *plombagine* comme du charbon formé dans l'intérieur du globe, ou enfoui dans la terre ? Ne pourroit-on pas même penser que cette matière se forme par la combinaison de quelques principes minéraux, quoique presque tous les chimistes aient pensé qu'il n'y avoit que les matières organiques qui pouvoient se convertir en charbon ? Cette dernière idée ne seroit confirmée ou détruite que par une étude suivie de l'état du carbure de fer dans la nature, des circonstances de sa formation, des altérations qu'il y éprouve. Depuis ces connoissances acquises sur le carbure de fer, par les recherches de MM. Vandermonde, Monge & Berthollet sur les différens états de ce métal, ils ont découvert qu'il se forme tous les jours dans la fusion de la fonte, une substance tout-à-fait semblable au carbure de fer natif ; il est rare que les cuillers avec lesquelles on puise la fonte pour la couler, n'en soient enduites. Les déblais des hauts fourneaux que l'on répare, en offrent aussi en masses cristallisées ; on peut espérer qu'on en préparera quelque jour d'artificiel pour le besoin des arts.

Le carbure de fer est d'un usage assez étendu. On en fait des crayons ; les plus estimés viennent d'Angleterre. C'est à Reswick dans le duché

ché de Cumberland, qu'on tire celui qui est employé pour faire les crayons. On scie les rognons de carbure de fer en petites tablettes minces, on les ajuste dans des cylindres de bois garnis de rainures, & on les coupe de manière que la cavité de ces cylindres soit remplie. La poussière produite par le sciage & la coupure des tablettes de carbure de fer, sert à faire des crayons de qualité inférieure, & tels qu'on en débite beaucoup à Paris; on la mêle avec une pâte de gomme, ou bien on la fond avec du soufre; on reconnoît ces faux crayons d'Angleterre, soit parce qu'ils se fondent & brûlent à la flamme d'une bougie, soit parce qu'ils se séparent en fragmens & tombent même en poudre en les laissant tremper dans l'eau. Le carbure de fer d'Allemagne est aussi employé pour faire des crayons; on y ajoute différens corps étrangers, comme du charbon, du soufre, &c.

En Angleterre la poussière très-fine de carbure de fer sert à enduire les rouages de quelques instrumens, & elle facilite leurs mouvemens par sa qualité grasse & onctueuse.

Un des principaux usages de cette substance, c'est de servir d'enduit au fer qu'on veut défendre de la rouille; les tuyaux de poêle, les plaques de cheminée & autres ustensiles expo-

fés à l'action du feu & de l'air, sont recouverts de carbure de fer en poussière, que l'on applique à leur surface par le simple frottement avec un pinceau. Homberg a décrit en 1699 un procédé pour donner la couleur plombée aux ustensiles de fer. Il consiste à mêler à huit livres d'axonge fondue avec quatre onces de camphre, une quantité suffisante de carbure de fer, & à enduire de cette composition le fer chauffé, jusqu'à ce qu'on ait de la peine à le tenir; on a soin d'essuyer les ustensiles de fer avec un linge, après les avoir recouverts de cette espèce de vernis.

Les ouvriers qui fabriquent le plomb de chasse, l'adoucissent & noircissent en même-tems sa surface, en le roulant dans du carbure de fer en poudre. Il fait aussi partie de la composition que l'on applique sur les cuirs à repasser les rasoirs. Enfin, il entre dans la fabrication de quelques poteries noires d'Angleterre, & dans celle des creusets que l'on fait à Passaw en Saxe.

M. Pelletier qui a bien décrit les divers usages du carbure de fer, s'est servi avec avantage d'un lut qu'il a préparé d'après Pott, avec une partie de cette substance, trois d'argile ordinaire, & un peu de bouze de vache coupée très-menue; ce lut soutient très-bien les

cornues de verre qui se fondent quelquefois, sans qu'il ait changé de forme.

Les grands usages du fer sont si étendus, & d'ailleurs si connus, qu'il seroit inutile d'y insister : il est seulement important de savoir qu'aucun art ne peut absolument s'en passer, & qu'il est l'ame de tous les arts, comme le dit Macquer. Les différentes modifications qu'il est susceptible de prendre, le rendent très-propre à la multiplicité des usages divers auxquels on le destine. La fonte sert à couler des ustensiles plus ou moins solides, plus ou moins résistans suivant le besoin. La dureté & la tenacité des différentes espèces de fer forgé, s'accordent très-bien avec les usages variés auxquels on l'applique. Il en est de même des aciers ; la finesse du grain & la trempe en constituent de beaucoup d'espèces, qui toutes trouvent leur application dans une infinité d'arts différens où elles conviennent. Les oxides de fer servent à colorer en rouge ou en brun les porcelaines, les faïences, les émaux, &c. On les emploie aussi dans la préparation des pierres précieuses artificielles, & on les combine avec l'huile pour la peinture.

Le fer fournit à la médecine un remède important & auquel elle doit souvent les plus grands succès. C'est le seul métal qui n'ait rien

de nuisible , & dont on ne puisse pas redouter les effets. Il a même , comme nous l'avons vu , une telle analogie avec les matières organiques , qu'il semble en faire partie , & devoir souvent sa production au travail de la vie , ou à celui de la végétation ; les effets du fer sur l'économie animale sont assez multipliés. Il stimule les fibres des viscères membraneux , & paroît agir spécialement sur celles des muscles dont il augmente le ton. Il fortifie les nerfs & donne à la machine affoiblie une force & une vigueur remarquables. Il excite plusieurs sécrétions , surtout celle des urines & celles qui se font par une évacuation du sang. Il provoque les hémorragies naturelles , comme le flux menstruel & les hémorroïdes. Il augmente & multiplie les contractions du cœur , & par conséquent la force & la vitesse du pouls. Il n'agit pas avec moins d'énergie sur les fluides. Il passe facilement dans les voies de la circulation , & va se combiner au sang auquel il donne de la densité , de la consistance , de la couleur , & qu'il rend plus concrescible ; il lui communique en même-tems une activité telle qu'il passe facilement dans les plus petits vaisseaux , qu'il stimule lui-même les parois des canaux qui le renferment , & qu'il porte par-tout la force & la vie. Les belles expériences de Menghini

publiées dans les mémoires de l'institut de Bologne, ont prouvé que le sang des personnes qui font usage du fer, est plus coloré & contient une plus grande quantité de ce métal qu'il n'en contient naturellement. Lorry, qui a porté dans l'exercice de la médecine cette finesse d'observation, & ces grands apperçus qui caractérisent le savant profond & le médecin philosophe, a vu les urines d'un malade auquel il administroit le fer très-divisé, se colorer manifestement avec la noix de galle. Ce métal est donc tonique, fortifiant, stomachique, diurétique, altérant, incisif, & on trouve réunies dans son action les propriétés d'un grand nombre de médicamens. Il resserre les fibres comme les astringens, il en augmente l'oscillation, & il a sur beaucoup d'autres remèdes qui jouissent de la même vertu, l'avantage d'être plus constant & plus durable dans ses effets, parce qu'il se combine aux organes eux mêmes par le moyen des fluides qui servent à leur nutrition. Il convient donc dans tous les cas où les fibres des viscères, celles des muscles & même celles des nerfs, n'ont qu'une action très-foible; dans la langueur de l'estomac & l'inertie des intestins dans les foiblesses détruites par ces causes; enfin toutes les fois que les fluides sont peu consistans, peu concrescibles, trop délayés

comme dans les pâles couleurs, la propension à l'hydropisie, &c. On l'emploie sous beaucoup de formes différentes; tels sont la limaille porphyrisée, l'éthiops martial, ou l'oxide de fer noir préparé par l'eau, les safrans de mars astringent & apéritif, ou les oxides de fer jaune & rouge, la teinture martiale alcaline de Stahl, les fleurs de sel ammoniac martiales, &c. Peut-être pourroit on ajouter à ces médicamens le fer précipité des acides & redissous par l'ammoniaque, le prussiate de fer ou bleu de Prusse proposé par MM. les chimistes de l'académie de Dijon, &c. On se sert à l'extérieur du sulfate de fer, pour arrêter les hémorragies, &c.

Le fer jouissant de la propriété magnétique, ou l'aimant artificiel, a été compté parmi les corps qui produisent des effets très-singuliers sur l'économie animale. Suivant plusieurs auteurs modernes, appliqué sur la peau, il calme les douleurs, appaise les convulsions, il excite de la rougeur, de la sueur, souvent même une irruption de petits boutons; il est aussi capable de rendre moins fréquens les accès épileptiques. On a même assuré que, laissé dans de l'eau pendant douze heures, il communique à ce fluide la propriété purgative. Toutes ces assertions qu'on dit appuyées sur des faits, annoncent assez aux physiciens éclairés, quelle

difficulté présentent les expériences de physique animale. L'inertie entière d'un corps aimanté ou armé de la puissance magnétique, sur les autres corps qui ne sont point susceptibles d'admettre en eux la même puissance, exclut véritablement l'influence de l'aimant sur l'économie animale ; les médecins qui lui attribuent des effets aussi marqués, & conséquemment des propriétés médicamenteuses assez énergiques, ont été séduits & trompés par des changemens plus ou moins sensibles, qui ont lieu dans le tems de l'application de l'aimant, & qui étoient dus aux forces propres des individus & aux efforts heureux de la nature. Cette opinion est d'autant mieux fondée, que c'est surtout dans la cessation ou le déplacement des douleurs & des convulsions, que la nature offre le plus d'inconstance & d'irrégularité aux observateurs, & que c'est spécialement d'après des symptômes plus ou moins analogues à ceux-là, qu'on a jugé des prétendues qualités médicamenteuses de l'aimant.

