CHAPITRE III

Glace.

1524. *Qu'est-ce que la* GLACE? — L'eau congelée, ou rendue *solide par le froid.* Quand l'eau est exposée, sous la pression atmosphérique ordinaire, à la température de *zéro*, elle passe de l'état liquide à l'état *solide.*

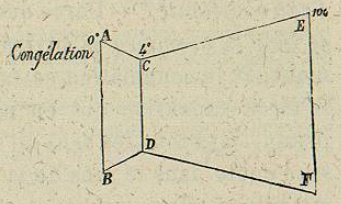
1525. *Suffit-il que l'eau soit* REFROIDIE A ZÉRO *pour qu'elle se transforme en glace?* — Non, de l'eau refroidie même à 15 ou à 30 degrés, à l'état de surfusion si elle est à l'abri de tout mouvement, peut rester à l'état liquide. Pour qu'elle cristallise, il faut joindre au froid un petit mouvement qui fasse sortir les molécules de leur état d'équilibre et leur permette de s'orienter en ligne droite; cette orientation, comme nous le disons plus bas, est précisément ce qui constitue la solidification, la cristallisation de l'eau, ou la glace.

1526. *Quel* EFFET *produit le froid sur l'eau?* — L'eau exposée à l'action du froid se contracte et devient de plus en plus dense, *jusqu'à 4 degrés;* alors elle se *dilate* jusque dans l'acte de sa congélation.

L'eau à zéro augmente environ d'un dixième de son volume, en se congelant. Elle présente ainsi une singulière exception à la loi générale suivant laquelle les corps acquièrent leur plus grande densité en passant à l'état solide.

1527. *L'eau ne se* DILATE-*t-elle pas lorsqu'on l'expose à l'action de la* CHALEUR? — Oui; l'eau se dilate à partir de 4 *degrés jusqu'à l'ébullition,* qui arrive à

100 degrés, sous une pression atmosphérique de 76 centimètres.



Si CD, en dimensions linéaires, mesure le volume de l'eau à 4 degrés, AB le mesure au point de congélation, et EF au point d'ébullition.

Quand l'eau arrivée au point d'ébullition se convertit en vapeur, son volume est mille sept cents fois plus grand qu'à l'état liquide à 4 degrés.

L'augmentation de densité entre la congélation et l'ébullition de l'eau est de 0, 0423 à 1,25.

1528. *Pourquoi la* GLACE *est-elle plus* LÉGÈRE *que l'eau?* — Parce qu'à poids égal elle occupe un plus grand volume; le maximum de densité de l'eau, ou son plus petit volume sous un poids égal, correspond à 4 degrés au-dessus de zéro; de 4 degrés à zéro comme de 4 degrés à 100 degrés, le volume de l'eau augmente; la glace, par conséquent, comme l'eau bouillante, est plus légère que l'eau froide et peut flotter à sa surface.

Un décimètre cube (un litre) de glace ne pèse que 914 grammes, tandis que la même quantité d'eau pèse 1,000 grammes

1529. *Pourquoi l'eau se* DILATE-*t-elle en se congelant?* — Parce que ses molécules un peu avant la congélation, s'orientent et prennent un arrangement symétrique; elles se disposent en lignes droites, et sont dans ce nouvel état plus *écartées* les unes des autres qu'à l'état liquide.

1530. *Pourquoi les* CRUCHES *se* BRISENT-*elles quelquefois pendant une nuit de gelée?* — Parce que l'eau, en se solidifiant, augmente de volume, et acquiert une force *expansive* assez considérable pour briser les parois qui l'enferment.

1531. *Pourquoi l'eau, en se congelant, ne s'*ÉPANCHE-*t-elle pas tout entière à la suface supérieure comme l'eau bouillante?* — Parce que, 1° la surface supérieure se gèle la première et devient un obstacle à l'épanchement; 2° la congélation se fait presque subitement, et la force expansive qui en résulte s'exerce au même instant dans tous les sens; il y a effort et épanchement sans doute dans le sens de la surface supérieure libre, mais il y a effort aussi contre les parois latérales de la cruche; celle-ci se brisera, à moins qu'elle ne soit très évasée ou que son ouverture ne soit très large.

1532. *Pourquoi les* PIERRES, *les* TUILES *des bâtiments, les* ROCHES *les plus dures, les* ARBRES *des forêts, etc.,* ÉCLATENT-*ils quelquefois pendant les gelées d'hiver?* — Parce que l'*eau* qui s'est infiltrée dans les fissures des pierres, des roches, etc., ou interposée entre leurs molécules solides, se *congèle* et acquiert une force expansive assez considérable pour les fendre en plusieurs éclats.

1533. *La* FORCE *que l'eau acquiert en se congelant est-elle très grande?* — Oui; l'effet de cette force a été évalué à une pression de plus de 1,000 atmosphères. Des *canons de fer* très épais, remplis d'eau et exposés à la gelée, ont souvent éclaté.

A Florence, des membres de l'Académie *del Cimento*, dans le XVIIe siècle, ont brisé une sphère de cuivre si épaisse, que Musschembroeck évalua à 13,860 kilogrammes la force nécessaire pour la rompre.

1534. *Pourquoi les pierres des* TROTTOIRS *de nos rues se* DÉTACHENT-ELLES *ou se descellent-elles à la suite de la gelée?* — Parce que l'*humidité* qui se trouve au-dessous de ces pierres *se congèle*, et, en se dilatant, les soulève. Plus tard la glace fond, et les pierres restent disjointes et tremblantes sous les pieds des passants.

Pour donner une idée de l'énorme énergie que de petites dilatations peuvent exercer, il suffit de signaler ce fait que, pour diviser une masse de granit, il suffit d'y creuser une rainure et d'enfoncer dans cette rainure de petits coins de bois qu'on arrose d'eau. Le seul gonflement des coins de bois causé par l'absorption de l'eau suffit à faire éclater la masse de granit et à la fendre en deux.

1535. *Pourquoi les* TUYAUX *de* CONDUITE *des eaux se* BRISENT-*ils souvent par la gelée?* — Parce que l'eau qu'ils contiennent *augmente de volume* en se gelant et fait éclater les tuyaux, devenus alors trop étroits.

1536. *Pourquoi entoure-t-on de paille, de sable ou de charbon, les* TUYAUX *de conduite d'eau à l'approche des froids rigoureux?* — Afin que ces corps, qui sont peu conducteurs de la chaleur, empêchent l'*eau* de se *geler* et de briser les conduits.

1537. *Pourquoi à la fin de la saison les maçons couvrent-ils de* PAILLE *leurs* MURS INACHEVÉS? — Pour défendre de la gelée et de la désagrégation que la gelée amène, les pierres et les mortiers encore humides.

1538. *Pourquoi les maçons, les plâtriers, etc., ne peuvent-ils pas travailler pendant qu'il gèle?* — Parce que la gelée ferait prendre ou rendrait solides trop rapidement les mortiers et les plâtres gâchés, et désagrégerait ou disloquerait les matériaux à mesure de leur mise en place.

1539. *Pourquoi le* MORTIER *et le* PLATRE *récemment appliqués* TOMBENT-*ils quelquefois en poussière après la gelée?* — Parce que l'eau qu'ils renferment encore se congèle, se dilate et écarte des unes des autres leurs particules constituantes. Lorsque la gelée cesse, l'eau

redevient liquide et laisse le mortier plein de fentes et de fissures, ou dans un état de division et d'incohérence extrême.

1540. *Pourquoi le sol se* GERCE-*t-il pendant la gelée?* — Parce que l'eau qu'il contient *se dilate* en se congelant, écarte les particules de la terre les unes des autres, et laisse entre elles des fissures et des crevasses.

1541. *Montrez en ceci la* BONTÉ *et la* SAGESSE *du Créateur.* — Ces crevasses et ces fissures donnent entrée dans le sol à l'air, à la rosée, à la pluie et aux gaz favorables à la végétation.

1542. *Pourquoi les* MOTTES *de terre se* BRISENT-*elles au printemps?* — Parce que les particules de terre que la gelée maintenait en bloc après les avoir dissociées, se séparent les unes des autres au dégel et tombent en poussière.

1543. *Pourquoi une* RIVIÈRE *ne se prend-elle pas tout entière et ne devient-elle pas une* MASSE UNIQUE *de glace?* — Parce que : 1° la glace forme à la surface de la rivière une *couche* plus ou moins épaisse qui empêche le froid de pénétrer et de glacer l'eau jusqu'au fond; 2° l'eau ayant à 4 degrès son maximum de densité, les glaçons ne peuvent pas tomber au fond pour la refroidir de plus en plus; ce n'est que par conductibilité que la température de la masse entière pourrait s'abaisser; or cette conductibilité est faible, et dans nos climats, le froid n'est pas d'assez longue durée pour que le fond des rivières un peu profondes puisse arriver à zéro.

1544. *Montrez la* BONTÉ *et la* SAGESSE *du Créateur qui a voulu que l'eau fasse une singulière* EXCEPTION *à la loi générale suivant laquelle les corps sont plus denses à l'état solide qu'à l'état liquide.* — Si la glace était plus *pesante* que l'eau, les rivières deviendraient, pendant l'hiver, des masses énormes de glace solide que la chaleur du printemps et de l'été ne suffirait pas toujours à fondre.

1545. *Pourquoi l'*EAU *se gèle-t-elle premièrement à la* SURFACE? — Parce que la surface de l'eau est en *contact avec l'air,* qui lui enlève sa chaleur.

1546. Où *et* COMMENT *se forme cette immense quantité de glaçons flottants que les rivières charrient?* — Il est presque certain que ces glaçons se forment sur le lit peu profond et refroidi de la rivière, et qu'ils montent ensuite à la surface par leur plus grande légèreté.

1547. *Comment le* FOND *de la rivière peut-il se* REFROIDIR *assez pour qu'il s'y forme des glaçons?* — Dans une eau calme et profonde, ce refroidissement serait inexplicable; mais, dans une eau courante ou agitée et peu profonde, on conçoit que, par un déplacement et un mélange sans cesse renouvelés, la surface, le milieu et le fond puissent être simultanément à zéro; or, dans ce cas, la congélation doit commencer par le fond, plus garni d'aspérités qui aident en frappant l'eau à la formation des cristaux. Pour expliquer le refroidissement du fond, on pourrait peut-être aussi mettre en jeu le rayonnement et la conductibilité du sol.

1548. *Pourquoi une couche de glace devient-elle de plus en plus* ÉPAISSE *quand la gelée continue?* — Parce que l'eau qui est immédiatement sous la surface gelée se refroidit à travers la glace, qui reste un peu conductrice de la chaleur.

1549. *Pourquoi l'eau* COURANTE *ne se congèle-t-elle pas aussi promptement que l'eau tranquille?* — Parce que : 1° le *mouvement rapide* du courant empêche les cristaux de se former en une surface continue ; — 2° la chaleur des couches inférieures de l'eau se *communique* sans cesse aux couches supérieures par le mouvement du courant; — 3° le mouvement par lui-même engendre toujours un peu de chaleur, qui s'oppose au refroidissement de l'eau courante.

1550. *Pourquoi la* GLACE *formée sur les eaux* COURANTES *est-elle en général* RUGUEUSE ? — Parce qu'il se forme d'abord de petites lames de glace, qui sont emportées par le courant jusqu'à ce qu'elles rencontrent *quelque obstacle qui les arrête;* puis il en vient d'autres qui *heurtent* contre les premières et s'y attachent irrégulièrement.

1551. *Pourquoi certaines parties d'une rivière se congèlent-elles plus* DIFFICILEMENT *que certaines autres?* — Parce qu'elles sont plus profondes, peut-être aussi parce que le bouillonnement des *sources* qui sortent de certaines parties du fond de la rivière, par l'agitation et la chaleur qu'il apporte, empêche la glace de se former.

1552. *Lorsqu'on* TOMBE *dans une* RIVIÈRE *en hiver, pourquoi l'eau paraît-elle chaude comparativement?* — Parce que l'*air,* pendant la gelée, est au moins de 4 ou 5 degrés *plus froid* que l'eau.

La température de l'eau, à l'état liquide et agitée, ne peut pas, généralement, descendre plus bas que zéro, tandis que celle de l'air peut s'abaisser bien davantage.

1553. *Pourquoi une rivière* BASSE *se prend-elle plus* PROMPTEMENT *qu'une rivière profonde?* — Parce que le fond de la rivière peu profonde se refroidit beaucoup plus vite; les glaçons se forment plus tôt et remontent aussitôt formés à la surface qui finit par se prendre.

1554. *Pourquoi l'eau de* MER *ne se congèle-t-elle que* RAREMENT *dans les régions tempérées?* — Parce que 1° la masse d'eau est si grande qu'elle exigerait un temps énorme pour que sa température pût se refroidir suffisamment; 2° le *flux* et le *reflux*, les mouvements des vagues, sont un obstacle à la formation de la glace; 3° l'eau salée ne se gèle que si la température de la surface s'abaisse de 2 ou 3 degrés au-dessous de zéro.

1555. *Pourquoi certains* LACS *ne gèlent-ils jamais?* — Parce que : 1° ils sont *très profonds;* 2° leur eau provient de *sources* qui bouillonnent au fond de leur lit, et qui, venant de l'intérieur de la terre, sont relativement chaudes.

1556. *Pourquoi les empreintes des pas et les traces des roues se couvrent-elles quelquefois d'un* RÉSEAU *ou d'une* COUCHE *de glace?* — Parce que le sol foulé et compact n'a pas le temps d'absorber l'eau qui s'y loge avant qu'elle soit gelée.

1557. *Pourquoi le froid est-il plus* SENSIBLE *au* DÉGEL *que pendant la* GELÉE? — Parce que : 1° la *glace,* en fondant *absorbe beaucoup de chaleur* de l'air ; 2° l'air humide, au dégel, est meilleur conducteur que l'air sec des temps froids, et enlève plus au corps de sa chaleur naturelle.

1558. *Comment explique-t-on que l'air se* RÉCHAUFFE *au contact de l'*EAU *qui* GÈLE, *de sorte qu'on puisse défendre des plantes de la* GELÉE *en faisant* CONGELER *de l'eau dans leur voisinage?* — L'eau en se congelant, ou

passant de l'état liquide à l'état solide, dégage beaucoup de chaleur qui passe de l'état latent à l'état libre : la congélation est donc une sorte de calorifère.

1559. *Pourquoi un* MÉLANGE *de sel et de* GLACE *ou de* NEIGE FOND-*il?* — Parce que le sel a une grande affinité pour l'eau, et que cette affinité l'emporte sur la cohésion qui lie, d'une part, les molécules d'eau congelées, de l'autre, les molécules de sel ; ces deux cohésions sont donc détruites, le sel et l'eau se liquéfient.

1560. *Le sel est-il la seule substance qui fasse fondre la glace en se mêlant à elle?* — Non; toutes les substances qui ont une affinité puissante pour l'eau, comme l'*acide sulfurique*, l'*acide nitrique*, le *vinaigre*, etc., etc., la font fondre en se mêlant à elle.

1561. *Pourquoi la température des mélanges dont il vient d'être question est-elle plus* BASSE *que celle de la glace ou de la neige seule?* — Parce que le sel et la glace, ou la neige, en passant de l'état solide à l'état liquide, absorbent de la chaleur, ou changent de la chaleur sensible en chaleur latente : le mélange sera donc plus froid que la neige ou la glace, et d'autant plus froid que la liquéfaction sera plus prompte.

1562. *L'eau* PURE *se gèle-t-elle plus promptement que l'eau impure?* — Non : plus l'eau est pure, plus elle résiste à la congélation. L'eau aérée, l'eau limoneuse, etc., se gèle plus facilement.

Certains corps, cependant, qui ont beaucoup d'affinité pour l'eau, retardent indéfiniment, lorsqu'ils y sont dissous, sa conversion en glace.

1563. *L'eau* TRANQUILLE *se gèle-t-elle plus vite que l'eau agitée?* — Au contraire, comme nous l'avons déjà dit, on peut faire baisser la température de l'eau, sans

qu'il y ait congélation, bien au-dessous de zéro, pourvu qu'on la tienne dans un *repos complet*.

Si l'on prend, par exemple, un *matras* à moitié plein d'eau pure, si l'on couvre cette eau d'une couche d'huile, et si l'on place ensuite le vase dans un lieu tranquille, où le froid descende peu à peu jusqu'à 15 et 20 degrés, l'eau ne changera point d'état. Au contraire, si l'on excite des vibrations entre ses molécules, l'eau se solidifiera tout à coup.

1564. *Peut-on faire geler de l'eau par des moyens* ARTIFICIELS ? — Oui; l'eau se congèlera si on entoure de coton imbibé d'éther, en quantité suffisante, le matras en verre mince qui la contient, ou si l'on plonge le matras dans un des mélanges suivants :

1° Mélange propre à rafraîchir le vin et à glacer les crèmes.

Eau	10 parties.
Nitrate (*azotate*) de potasse	6
Chlorhydrate d'ammoniaque	6
Sulfate de soude cristallisé	4 1/2

2° Mélange économique pour faire de la glace en été.

Sulfate de soude cristallisé	4 parties.
Acide sulfurique à 41 degrés	3

3° Mélange très froid.

Neige	3 parties.
Acide sulfurique faible	2

4° Mélange de 15 degrés centigrades au-dessous de zéro.

Neige	2 parties.
Sel marin	1

En outre de sa glacière domestique, qui met en jeu la simple vaporisation de l'ammoniaque, M. Carré a créé des appareils qui, au moyen de la circulation de la vapeur d'éther ou de l'ammoniaque, tour à tour gazeux et liquide, produisent des quantités énormes de glace. De son côté, M. Toselli a construit de charmantes glacières artificielles, dans lesquelles avec un mélange de deux sels, le nitrate d'ammoniaque et le carbonate de soude, et s'aidant soit d'un mouvement facile de rotation imprimé au récipient, soit d'un mouvement de circulation intérieur imprimé à l'eau qu'il veut

congeler, il obtient en quelques minutes un demi-kilogramme ou un kilogramme de glace, à volonté opaque ou transparente.

Signalons encore la machine à vide et à acide sulfurique de M. Carré, la machine à éther méthylique de M. Ch. Tellier, l'appareil générateur de la glace et du froid de MM. Armengaud et Giffard par l'air comprimé, etc.

M. Toselli, en employant une glacière artificielle à six compartiments cylindriques, produit en même temps six cylindres de glace, qu'il insère ensuite les uns dans les autres, et qui, réunis par la propriété mystérieuse de la regélation, forment un seul bloc de glace facile à conserver et à expédier.

La regélation joue un grand rôle dans la théorie des glaciers; c'est grâce à elle que l'énorme masse de glace semble douée d'une certaine viscosité qui la fait couler sur son lit, se mouler sur la gorge des montagnes, se rétrécir, s'étendre, etc., etc. La regélation consiste essentiellement dans ce fait, que deux morceaux de glace qu'on amène en contact se soudent et ne font plus qu'un seul morceau. Grâce à elle, la glace convenablement maniée, peut se courber, se mouler, recevoir les formes curvilignes les plus variées, de sphère, de coupe, etc. La regélation s'explique d'ailleurs par cette considération, que les deux morceaux de glace en contact sont à la même température, et que cette température est toujours un peu inférieure à zéro.

HUITIÈME PARTIE

CHIMIE

Section I. — *CHIMIE INORGANIQUE.*

CHAPITRE PREMIER

Chimie générale.

1565. *Qu'est-ce que la* CHIMIE ? — C'est la science qui a pour objet l'étude de la constitution ou nature des *corps ;* des *phénomènes* qui modifient cette constitution d'une manière permanente, et des actions intimes que les corps exercent les uns sur les autres.

1566. *Que doit-on distinguer dans un* CORPS *quelconque ?* — Ses *particules*, ses *molécules* et ses *atomes*. La *particule* est une petite partie du corps, de même nature que lui, solide, liquide, ou gazeuse. La *molécule* est cette portion ou particule infiniment petite, que l'on conçoit sans pouvoir l'atteindre ou l'isoler, qui constitue la *substance même du corps*, avec sa *matière* et sa *forme*, qui est telle qu'on ne peut plus la diviser sans détruire la substance du corps, qui est telle, par conséquent, que quand on l'a entière on a le corps, que quand on ne l'a qu'en partie on n'a plus le corps. Les *atomes* semblent être des éléments *simples* ou sans *étendue*. Un certain nombre d'atomes groupés de telle