diverses substances qui entrent dans la composition des poudres, détermine leurs réactions et leurs décompositions mutuelles; 2° ces réactions et ces décompositions sont en outre aidées par la chaleur que la percussion ou le frottement font naître. Certaines poudres détonantes, comme l'iodure d'azote, sont des combinaisons tellement instables, que le plus petit frottement, même sans chaleur sensible dégagée, suffit à leur faire faire explosion.

476. *Pourquoi le* PASSAGE *d'un corps de l'*ÉTAT LIQUIDE *à l'*ÉTAT SOLIDE *est-il toujours accompagné de chaleur?* — Parce que le calorique, à l'état latent ou dissimulé, lorsqu'il était employé à maintenir à une distance plus grande les molécules du liquide, devient libre ou sensible lorsque, le corps ayant passé à l'état solide, il n'y a plus d'écartement plus grand à maintenir.

477. *Pourquoi, quand dans le* BRIQUET A AIR *on remplace l'air par de l'*OXYGÈNE, *voit-on un* JET DE LUMIÈRE ILLUMINER *le fond du cylindre au moment de la* COMPRESSION? — Probablement parce que, au contact de l'oxygène très comprimé, et élevé à une haute température par la compression, les huiles ou matières grasses dont le piston est imbibé se distillent, prennent feu ou s'allument.

478. *Est-il vrai qu'en exerçant à la surface de l'eau un* CHOC BRUSQUE *ou* VIOLENT, *on en fasse jaillir de la lumière?* — Comme l'eau est incompressible, elle fait, lorsqu'on la frappe vivement et violemment, l'effet d'un corps très dur; elle éteint dans un instant très court la force mécanique qui a produit le choc, avec dégagement d'une grande quantité de chaleur; cette

chaleur, à son tour, peut engendrer de la lumière ou devenir lumineuse. Le fait de la lumière née de l'eau frappée n'est cependant rien moins que certain.

CHAPITRE IV

Changement de volume par la chaleur.

§ 1. — DILATATION DES GAZ ET DES LIQUIDES.

479. *Quel effet* MÉCANIQUE *la chaleur produit-elle généralement?* — Elle produit une *expansion* ou une dilatation de la substance échauffée.

Il n'y a qu'un petit nombre de corps qui fassent exception. Le plus connu est l'*argile :* le pyromètre de Wedgewood est fondé sur le retrait de l'argile, c'est-à-dire sur la propriété qu'a cette substance de diminuer de volume à mesure que la température s'élève, et de *conserver* cette *diminution* après le refroidissement.

Ce retrait de l'argile paraît dû à une déshydratation ou perte d'eau, et à un commencement de *fusion*, d'où résulte un *tassement plus complet des molécules*.

L'*eau* offre aussi une exception à la même règle. Supposons un thermomètre rempli d'eau pure : si le niveau est en M à la température de zéro, il *descendra*, à mesure qu'on échauffera le liquide, jusqu'à 4 degrés, où l'eau sera à son maximum de densité, et, à partir de ce point, il y aura toujours dilatation tant qu'on élèvera la température.

480. *Prouvez que la chaleur* DILATE *le volume de l'*AIR. — Si une vessie, remplie *partiellement* d'air, et liée à son col, est *posée devant le feu,* l'air se dilatera au point que la vessie *se rompt*.

481. *Pourquoi l'*AIR *se* DILATERA-*t-il si l'on met la vessie devant le feu?* — Parce que la chaleur du feu fera écarter les molécules de l'air *les unes des autres,* et, de la sorte, leur fera occuper plus d'espace qu'au-

paravant. C'est, comme nous l'avons dit, une propriété essentielle de la chaleur que de tenir à distance les molécules des corps, et d'autant plus qu'elle est plus abondante.

482. *Pourquoi les* MARRONS *non fendus* ÉCLATENT-*ils avec un grand bruit lorsqu'on les fait cuire sous la cendre ?* — Parce qu'ils contiennent une certaine quantité d'*air* qui se *dilate par la chaleur*, et qui, ne pouvant s'échapper, fait éclater l'enveloppe avec explosion.

483. *Qu'est-ce qui donne lieu à l'*ÉCLAT *et à l'explosion du marron ?* — La *rupture soudaine* de l'écorce par l'air sorti du marron, sous une forte pression causée par la dilatation dans un espace fermé.

Ces deux actions mécaniques agitent violemment l'air environnant ; or, l'agitation violente de l'air est une cause naturelle de bruit. Du bois ou du verre qui se brisent brusquement, la balle d'étoupe qui sort avec violence de la canonnière en sureau des enfants, etc., etc., sont autant de causes de bruit.

484. *Pourquoi un marron n'éclatera-t-il pas s'il est* FENDU *d'abord ?* — Parce que l'air échauffé peut alors trouver une issue facile à travers la *fente* faite à la peau.

485. *Pourquoi une* POMME *se fend-elle et* CRACHE-*t-elle lorsqu'elle est devant le feu ?* — 1° En partie à cause de la *dilatation* de l'air intérieur par la chaleur du feu; — 2° surtout parce que le *jus* aqueux de la pomme se convertit en *vapeur*.

486. *Comment le* JUS *d'une pomme est-il* CONTENU *dans le fruit ?* — Il est placé dans de *nombreuses petites*

cellules, comme celles d'une ruche à miel. Quand le jus se convertit en vapeur, il s'élance hors de ces cellules, et chasse les parties qui lui résistent *à travers les fissures* de la peau.

487. *Lorsqu'une pomme est devant le feu, pourquoi* S'AMOLLIT-*elle du côté du feu, tandis que tout le reste continue à être dur ?* Parce que les cellules de la partie tournée vers le feu se rompent, l'air et la vapeur s'en échappent avec le jus, la pomme s'*amollit* alors et s'*affaisse* du côté du feu.

488. *Pourquoi des* BUCHES *mises au* FEU *lancent-elles quelquefois des bouquets d'*ÉTINCELLES *qui s'échappent en pétillant ?* — Parce que : 1° l'*air, dilaté* par la chaleur, s'élance à travers les *pores du bois*, projetant en même temps ce qui le *recouvrait* et résistait à son passage ; — 2° la conversion en gaz combustible de la *fibre ligneuse* de l'intérieur du bois contribue aussi au même phénomène.

489. *Que sont les* PORES *du bois ?* — Ce sont des *ouvertures* presque *imperceptibles* du bois, par lesquelles la sève se répand dans tout l'arbre, et que le microscope met en évidence.

490. *Que sont les* ÉTINCELLES *qui s'élancent du bois mis au feu ?* — De fort petits morceaux de bois enflammés, que l'air chaud sépare de la bûche en s'échappant par les pores.

491. *Pourquoi un* MORCEAU *de* SAPIN *craque-t-il et jette-t-il plus d'étincelles que tout autre bois ?* — Parce que les *pores* du sapin sont *très grands*, et contiennent plus d'*air* que ceux d'un bois dont le grain est plus fin.

492. *Pourquoi le bois* VERT *craque-t-il* MOINS *et jette-t-il* MOINS *d'*ÉTINCELLES *que le bois sec ?* — Parce que les pores du bois vert sont remplis de sève, et contiennent, par conséquent, *moins d'air* que ceux du bois sec.

493. *Pourquoi le bois* SEC BRULE-*t-il plus facilement que le bois vert ou le bois humide ?* — Parce que les *pores* du bois sec sont remplis d'*air*, qui alimente la combustion ; au contraire, les pores du bois vert ou du bois mouillé sont remplis d'*humidité*, qui *éteint* le feu.

494. *Pourquoi l'*HUMIDITÉ ÉTEINT-*elle le feu ?* — 1° Parce que cette humidité doit, avant tout, se réduire en vapeur, et que la réduction de l'eau en vapeur est un obstacle à la combustion, par la chaleur qu'elle exige et l'abaissement de température qu'elle détermine ; 2° le carbone et l'hydrogène des particules combustibles, nageant dans une atmosphère de vapeur aqueuse, sont comme soustraites à l'action de l'oxygène de l'air, et ne peuvent, par conséquent, pas brûler.

495. *Pourquoi les* PIERRES *se brisent-elles et sautent-elles souvent dans la chambre quand elles sont dans le feu ?* — Parce que les pierres contiennent soit de l'air emprisonné dans leurs vides, soit de l'eau d'imbibition ou de cristallisation ; cet air se dilate, cette eau se réduit en vapeur, et tendent à sortir ; la pression qu'ils exercent fait éclater la pierre.

496. *Lorsqu'on met une bouteille de* BIÈRE *devant le feu, pourquoi le* BOUCHON SAUTE-*t-il quelquefois dans la chambre ?* — Parce que l'*acide carbonique* de la liqueur se dilate *par la chaleur* et lance le bouchon hors du goulot de la bouteille.

Toutes les liqueurs fermentées contiennent plus ou moins d'acide carbonique. La *bière*, mise en *bouteilles*, en contient une grande quantité.

497. *Pourquoi la* BIÈRE *mousse-t-elle* DAVANTAGE *toutes les fois qu'on la met devant le* FEU ? — Parce que la chaleur du feu dégage l'acide carbonique en telle abondance, que ce gaz soulève la surface du liquide et y forme les bulles qu'on appelle mousse ou écume.

498. *Comment* CHAUFFE-*t-on les* MAISONS *par l'*AIR CHAUD ? — On allume du feu dans un calorifère placé à la *cave* ou au rez-de-chaussée, le feu échauffe l'air qui remplit la *chambre à air* du calorifère ; celui-ci, en s'élevant, pénètre par des conduits, par des bouches de chaleur, dans les appartements de la maison, et y apporte de la chaleur.

499. *Qu'est-ce que la* CHAMBRE *à* AIR ? — Un espace enclos de maçonnerie, entourant le foyer, et dans lequel l'air froid vient s'échauffer, après être venu remplacer l'air chaud *ascendant*. — L'air froid entre par des tuyaux ou des ventouses pratiquées à la partie inférieure de la maçonnerie.

500. *Lorsqu'un enfant fait une montgolfière de papier, qu'il met le feu à l'*ÉPONGE *trempée dans l'*ESPRIT-DE-VIN *et placée au-dessous, pourquoi le ballon* S'ENFLE-*t-il ?* — Parce que l'air du ballon *est dilaté* par la flamme ; il occupe un volume de plus en plus grand, le ballon se gonfle et son enveloppe en papier se tend de plus en plus.

501. *Pourquoi le* BALLON MONTE-*t-il?* — Parce que la chaleur triple et quadruple le volume de l'air du ballon, qui, par conséquent, devient, malgré l'addition du papier, du coton, de l'éponge, etc., plus *léger* que l'air extérieur.

Lorsqu'une quantité donnée d'air est amenée à occuper un espace deux fois, trois fois plus grand que l'espace qu'elle occupe naturellement, elle devient deux fois, trois fois moins lourde ou plus légère. Elle deviendrait, au contraire, deux fois, trois fois plus lourde, si par la compression on lui faisait occuper un espace deux fois, trois fois plus petit.

Le ballon est poussé par la pression de l'air froid qui vient d'en bas, de la même manière que la fumée dans le conduit d'une cheminée; il s'élève jusqu'à ce qu'il rencontre une couche d'air aussi légère que lui à volume égal.

502. *Pourquoi a-t-on généralement de la peine à* ENLEVER *un* BOUCHON *de cristal si on l'a mis* HUMIDE *sur une carafe ou sur un flacon?* — Ce fait se produit surtout lorsque le flacon a été bouché dans un lieu chaud, et voici comment on l'explique : 1° l'humidité du bouchon fait que la fermeture est hermétique, ou qu'il n'y a plus aucune communication entre l'air extérieur et l'air intérieur du flacon ; 2° l'air intérieur du flacon, qui était plus chaud et plus dilaté, se refroidit et occupe un espace moindre ; il y a donc, dans le goulot du flacon, comme une sorte de vide, la pression intérieure est moins grande que la pression de l'air extérieur et c'est cet excès de pression de l'air extérieur qui s'oppose à l'enlèvement du bouchon.

503. *Pourquoi le* BOUCHON *de cristal d'un* FLACON *à odeurs tient-il souvent au goulot?* — Parce que le flacon à odeurs est, le plus souvent, dans la condition d'un flacon bouché en lieu chaud, avec un bouchon humide, et dans lequel la pression de l'air intérieur est moins grande que la pression de l'air extérieur.

504. *Quels sont les corps qui se* DILATENT *le* PLUS *par la chaleur, des solides, des liquides ou des gaz?* — Ce sont les *gaz* qui, sous la même pression et à la même température, prennent des accroissements de volume sensiblement égaux. On a cru d'abord que tous les gaz se dilataient rigoureusement de la même quantité, et l'on a longtemps cherché leur coefficient commun de dilatation. Gay-Lussac le faisait égal à 0,00375, c'est-à-dire qu'il supposait que tous les gaz, pour chaque élévation de température égale à un degré, se dilataient de 375 cent-millièmes de leur volume primitif. Il était tout naturel cependant de penser que la nature physique propre de chaque gaz devait influer sur la quantité plus ou moins grande dont il se dilate; c'est ce que les physiciens modernes ont en effet reconnu. Comparés à un certain gaz théorique ou abstrait, plusieurs gaz se dilatent ou se contractent trop, d'autres se dilatent ou se contractent trop peu, quand la température augmente ou diminue.

Le coefficient de dilatation de l'*air* atmosphérique ou la fraction dont il se dilate pour chaque degré du thermomètre est 0,00367.

505. *Quelle relation existe-t-il entre la* DENSITÉ *et la* TEMPÉRATURE *de l'air et de tous les gaz?* — Pour un même gaz, la densité est toujours en *raison inverse de* la température : par exemple, la *densité* de l'air devient *moitié moindre* quand la chaleur augmente son *volume du double.*

506. *Qu'est-ce que la* POUDRE *à* CANON? — C'est un

mélange de *salpêtre*, nitre ou nitrate de potasse bien pur, de fleur de *soufre*, et de *charbon* léger, peu calciné et très divisé.

Les proportions de ces trois substances varient suivant les pays et suivant les usages auxquels la poudre est destinée. Par exemple :

	Nitre.	Charbon.	Soufre.	
Poudre de chasse (française)	78	12	10	=100
— guerre —	75	12 1/2	12 1/2	=100
— mine —	65	15	20	=100
— dite *anglaise* —	76	15	9	=100

507. *Qu'est-ce qui produit la* DÉTONATION *de la* POUDRE *à canon?* — La commotion violente imprimée à l'air par le passage de la poudre de l'état solide à l'état gazeux, ou par la dilatation subite des gaz dans lesquels la poudre se transforme. Quand on met le feu à la poudre, le salpêtre se décompose en donnant naissance à de l'oxygène et à de l'azote, le soufre et le carbone en brûlant se transforment en acide sulfureux et en acide carbonique ; au lieu d'un corps solide, on a donc trois ou plusieurs gaz nés à une température très élevée, qui se dilatent brusquement et tendent à occuper un volume incomparablement plus considérable. Telle est la cause de l'explosion produite par l'inflammation de la poudre, quand on oppose à l'expansion des gaz un obstacle contre lequel ils sont forcés de lutter, et qu'ils peuvent surmonter.

508. *Pourquoi donne-t-on à la poudre la forme de rains?* — La forme des grains est un intermédiaire rès convenable entre une masse unique qui s'allumerait difficilement, lentement, et un amas de poussière très fine qui prendrait feu trop vite et sans produire assez d'effet. Dans la poudre en grains, la présence de l'air et la circulation de la flamme des premiers grains

allumés régularisent l'explosion, qui n'est, dans ce cas, ni trop lente, ni trop rapide ; l'effet produit est beaucoup plus grand.

509. *Qu'est-ce qui donne à la* POUDRE *l'*ODEUR *qu'elle répand?* — Le sulfure de carbone.

510. *Qu'est le* RÉSIDU *solide de la poudre ou crasse qui reste dans l'*ARME *après la projection de la charge?* — Ce résidu est du *sulfure de potassium.*

511. *Pourquoi la* POUDRE *peut-elle* LANCER *des* BALLES *métalliques et d'autres corps pesants?* — Parce que les produits gazeux, par leur *expansion* subite, exercent sur les projectiles une grande *pression* qui les lance avec une force considérable.

512. *Pourquoi la poudre peut-elle faire* SAUTER *des blocs de* PIERRE? — Lorsqu'on met le feu à la poudre versée dans le trou de mine et recouverte de fragments de pierre ou de sable, les gaz dégagés subitement, ne trouvant pas d'issue, pressent fortement les parois du trou, font éclater le bloc et projettent au loin ses fragments.

Le volume de la poudre est à celui des gaz élastiques qu'elle développe pendant sa combustion, comme 1 est à 4 000.

513. *Pourquoi les* PAROIS *de l'*ARME *sont-elles souvent* BRISÉES *par la poudre?* — Parce que la réaction de la poudre, au moment de son explosion, est si violente et si brusque que la *cohésion des parois métalliques* ne peut pas lui résister.

514. *Comment les* BONBONS CHINOIS *sont-ils confectionnés?* — Avec le *fulminate d'argent* ou de *mercure.* On colle une parcelle de cette poudre avec quelques

grains de *verre pilé* ou de sable entre deux bandes étroites de parchemin, qui peuvent glisser avec frottement l'une sur l'autre quand on les tire en sens opposé.

515. *Pourquoi les* BONBONS CHINOIS *produisent-ils une* DÉTONATION *lorsqu'on tire les bandes en sens contraire?* — La chaleur née du frottement des bandes de parchemin suffit à enflammer le fulminate d'argent ou de mercure, et à le faire détoner.

516. *Comment les* CARTES *et les* PÉTARDS *fulminants sont-ils préparés?* — De la même manière que les bonbons chinois. Lorsqu'on *jette avec force* ces jouets par terre ou qu'on les *frappe avec le pied*, ils font explosion.

517. *Existe-t-il d'autres* AGENTS EXPLOSIFS *que la poudre?* — Oui, dans ces dernières années on a découvert et employé avec avantage plusieurs agents explosifs nouveaux : entre autres la NITROGLYCÉRINE, la DYNAMITE et le COTON-POUDRE.

518. *Qu'est-ce que la nitroglycérine?* — Un liquide visqueux obtenu en traitant par l'acide nitrique, la glycérine (un des composants des acides gras) composé très instable de carbone, d'azote et d'oxygène, qui détone avec une violence extrême par une élévation de température, par le choc, ou mieux par la détonation d'une capsule fulminante. La nitroglycérine est le plus énergique des agents explosifs; employée en quantité suffisante, elle disloque les montagnes, déchire et brise le fer, projette des masses gigantesques, etc., etc. Sa violence excessive rend son emploi direct presque impossible; on ne peut guère la manier sans danger.

519. *Qu'est-ce que la* DYNAMITE? — Un mélange de nitroglycérine avec des poussières minérales, de la silice, du sable fin, de l'alumine en poudre, etc. Ce mélange, imaginé par M. Nobel, a pour but de conjurer les dangers de l'explosion de la nitroglycérine, tout en utilisant sa puissance d'action. La dynamite, facilement transportable, est aujourd'hui le plus précieux des agents explosifs: elle a sur la poudre l'immense avantage de n'avoir pas besoin pour agir d'être renfermée dans un espace clos, d'exercer au contraire toute son énergie à ciel ouvert. Il suffit en effet d'en verser une petite quantité sur un bloc de bois, de pierre, ou de fer, au pied d'un arbre, au bas d'une palissade, et d'y mettre le feu au moyen d'une mèche ou d'une capsule fulminante, pour tout briser et renverser sans danger.

520. *Qu'est-ce que le* COTON-POUDRE? — Du coton maintenu pendant 20 minutes environ, dans un mélange d'acide nitrique et d'acide sulfurique concentré, lavé ensuite à grande eau et desséché. Le coton est ainsi transformé en une substance explosive dont la force, à poids égal, est quatre fois plus grande que celle des poudres de mines. Dans ses emplois à la photographie et à la chirurgie la poudre-coton prend le nom de COLLODION.

§ 2. — DILATATION DES SOLIDES.

521. *Les* MÉTAUX *se* DILATENT-*ils?* — Oui, les métaux se dilatent par la chaleur, mais beaucoup moins que les gaz et les liquides, et beaucoup plus inégale-

ment; c'est-à-dire que la quantité dont le métal se dilate varie considérablement d'un métal à l'autre.

Placés dans les mêmes circonstances, l'*étain* est plus dilatable par la chaleur que le cuivre, et le *cuivre* plus que le fer.

522. *Pourquoi les* MÉTAUX *se* DILATENT-*t-ils moins que les gaz ou les liquides?* — Les molécules des solides sont fortement liées entre elles par la cohésion ; la cohésion est déjà presque nulle pour les liquides; et, au lieu de tendre à rester unies, les molécules des gaz tendent au contraire à se séparer, elles sont même dans un état d'agitation perpétuelle, animées de vitesses relativement très grandes; il est donc tout naturel, dès lors, que l'action d'écartement de la chaleur produise plus d'effet sur les gaz et sur les liquides que sur les solides.

523. *Parmi les métaux en est-il un qui soit liquide à la température ordinaire, et qui se dilate comme les liquides?* — Oui, le mercure, qui pour chaque élévation de température d'un degré, et jusqu'à 100 degrés, se dilate d'un cinq millième environ de son volume.

524. *A quels usages cette propriété du* MERCURE *le rend-elle très propre?* — A la construction des instruments de physique et de chimie, tels que le thermomètre, le baromètre, etc.

525. *Pourquoi le mercure du* THERMOMÈTRE S'ÉLÈVE-*t-il toutes les fois que le temps est* CHAUD ? —Parce que la chaleur *dilate* le mercure ; il occupe alors *plus d'espace ;* et, comme il ne peut s'étendre *par en bas* ou *de côté*, il s'élève dans le tube du thermomètre.

526. *Pourrait-on utiliser la dilatation des liquides pour produire une force motrice continue?* — Oui. M. le

marquis Tommasi a conçu l'idée d'un HYDROMOTEUR, dans lequel la dilatation et la circulation de l'huile ou d'un autre liquide produirait l'effet de la vapeur, dans les moteurs destinés à produire de la force et non de la vitesse, avec des avantages considérables : diminution très grande du volume du moteur, économie considérable de la chaleur, parce que le liquide moteur ne change pas d'état, en rendant latente une quantité de calorique, etc., etc.

527. *Pourquoi un rasoir coupe-t-il mieux quand on le plonge dans l'eau chaude avant de se raser?* — Ce bon effet est d'autant plus sensible, que l'eau est chaude, assez chaude, pour ne pas mouiller le rasoir. Il s'explique de la manière suivante : un rasoir ne coupe que par un effet de scie très fine, à dents excessivement rapprochées; or la chaleur de l'eau, en dilatant davantage les petites parties saillantes du tranchant qu'elle pénètre mieux, augmente l'effet de scie, et le tranchant devient plus aigu; de plus, en dilatant la peau, la chaleur du rasoir la rend moins sensible, en même temps qu'elle ramollit les poils de la barbe. On peut dire simplement que la chaleur, en dilatant le bord mince du rasoir, l'effile davantage et le rend plus tranchant.

528. *Pourquoi un* TONNELIER ÉCHAUFFE-*t-il ses* CERCEAUX *en fer lorsqu'il les met autour d'une cuve?* — 1° Comme le fer se *dilate* par la chaleur, les *cerceaux* rougis au feu *seront agrandis,* et *glisseront* alors *plus facilement sur la cuve ;* — 2° comme le fer se *contracte* par le refroidissement, les cerceaux, en se refroidissant, *serreront la cuve plus étroitement.*

529. *Pourquoi le* CHARRON *fait-il rougir au feu*

la BANDE *de fer qu'il fixe autour du moyeu d'une roue?* — Afin : 1° qu'élargie par la chaleur, la bande glisse plus facilement sur le moyeu ;— 2° que, contractée par le refroidissement, elle le serre plus étroitement.

530. *Pourquoi les* HORLOGES RETARDENT - *elles quand il fait chaud ?* — Parce que le *pendule* qui règle l'horloge, s'*allongeant* par la chaleur, oscille plus lentement et en retarde ainsi la marche.

531. *Que doit-on faire si l'*HORLOGE *marche trop* LENTEMENT ? — On doit *raccourcir le pendule* en remontant la lentille au moyen de la vis placée à l'extrémité.

532. *Existe-t-il des pendules métalliques qui conservent sensiblement la même longueur par toutes les températures?* — Oui, ce sont les pendules appelés compensateurs.

533. *Pourquoi a-t-on composé de divers métaux les pendules appelés compensateurs ?* — Afin que les dilatations des tiges des divers métaux, dilatations inégales, et qui s'exercent dans des directions opposées, de bas en haut et de haut en bas, se compensent mutuellement, de telle sorte que la longueur du pendule demeure invariable.

534. *Existe-t-il une matière avec laquelle on puisse construire des pendules d'horloge qui ne s'allongent pas sensiblement par la chaleur et ne se raccourcissent pas par le froid ?* — Oui, une tige en bois debout, non hygrométrique ou très peu hygrométrique, comme le bois de sapin desséché par une très longue exposition à l'air, constitue à elle seule un pendule régulateur, ou

dont les variations de longueur sont presque insensibles.

535. *L'emploi dans les grandes horloges ordinaires des pendules régulateurs est-il nécessaire ou du moins efficace à un certain degré ?* — Non. Il est bien d'autres causes d'irrégularités dans la marche des grandes horloges, telles que les frottements des diverses pièces, l'épaississement des huiles, etc., etc., auprès desquelles les irrégularités causées par les variations de longueur des pendules sont presque insensibles et négligeables. Même pour les horloges astronomiques, l'emploi d'un pendule en bois debout serait préférable, d'autant plus que le prix des pendules compensateurs est très élevé.

536. *Ce qui arrive aux pendules métalliques des horloges arrive-t-il aux spirales des chronomètres ou montres marines ?* — Oui, les spirales se dilatent par la chaleur ou se contractent par le froid et font retarder ou avancer le chronomètre ; et, comme pour un chronomètre il faut une régularité presque absolue, le recours aux spirales composées ou formées de divers métaux dont les dilatations se compensent devient nécessaire.

537. *Lorsqu'on établit un fourneau, un poêle, etc., pourquoi laisse-t-on du* JEU *à la porte?* — Parce que le métal se *dilate* par la chaleur, et se *contracte* en se refroidissant ; par conséquent, sans un jeu convenable, la porte, qui fermerait bien à un moment, pourrait ne plus se fermer à un autre, ou tendrait à démantibuler le poêle.

538. *Pourquoi un* POÊLE CRAQUE-*t-il toutes les fois*

que le feu est très ARDENT ? — Parce qu'il se *dilate* par la chaleur, et que ses diverses parties *frottent l'une contre* l'autre, en se séparant brusquement.

539. *Pourquoi le* POÊLE CRAQUE-*t-il toutes les fois que le feu s'*ÉTEINT *après avoir été ardent?* — Parce que les parties diverses du poêle se *refroidissent* de nouveau, et que, en se contractant brusquement, elles *frottent l'une contre l'autre.*

540. *Si l'on verse de l'eau froide dans le réservoir ou bassine en fonte d'un fourneau de cuisine quand le feu est rouge, pourquoi le métal se* FEND-*il?* — Parce que la partie du métal dilaté que touche l'eau froide se *contracte* subitement, avant que le changement de température *puisse s'étendre jusqu'aux parties supérieures* du réservoir; il en résulte que les deux parties tendent à se séparer et pourront se séparer effectivement l'une de l'autre.

541. *Pourquoi le* VERRE *d'un tableau se* CASSE-*t-il quelquefois quand la chambre est très* CHAUDE ? — Le verre, se dilatant plus que le bois, presse contre les rainures du cadre si on ne lui a pas laissé assez de jeu; et cette pression, qui ne s'exerce pas parfaitement dans le sens de la surface du verre, laquelle d'ailleurs n'est jamais parfaitement plane, est de nature à le faire éclater.

La dilatation du verre est plus grande que celle du bois, ou même que celle des métaux.

542. *Pourquoi un vase en* VERRE *ou en* PORCELAINE *se* BRISE-*t-il lorsqu'on y verse de l'eau* BOUILLANTE ? — Parce que la partie du verre touchée par l'eau chaude se *dilate plus* que les autres parties; par conséquent, le diamètre de la partie *inférieure* du verre devenant plus grand que celui de la partie *supérieure*, il en résulte une tension ou pression qui peut très bien briser le verre ou le faire éclater.

Pour éviter tout accident, il faut verser d'abord une petite quantité d'eau chaude dans le vase en verre ou en porcelaine, puis incliner le verre dans divers sens pour mettre l'eau chaude en contact successif avec toutes les parties de sa surface ; quand toutes seront également échauffées, on pourra verser sans crainte une quantité d'eau très chaude.

543. *Pourquoi les* BALLONS *et les* CORNUES *en verre se cassent-ils souvent?* — Par suite des dilatations inégales et brusques causées par des coups de feu.

544. *Lorsqu'on a de la peine à* ENLEVER *d'un flacon un* BOUCHON *de cristal, que doit-on faire?* — On doit échauffer le goulot du flacon, soit par des *charbons ardents,* soit avec une *serviette trempée dans l'eau bouillante,* soit en le frottant vivement avec une *ficelle;* le bouchon sortira ensuite sans peine parce que la chaleur *dilate le goulot,* sans dilater le bouchon, qu'elle n'atteindrait que plus tard.

545. *Pourquoi un* VERRE ÉPAIS CASSE-*t-il plus facilement au feu qu'un verre mince?* — Parce que les dilatations d'un *verre épais* ne peuvent pas se faire d'une manière aussi *uniforme* que celles d'un verre mince; il s'établit facilement dans un verre épais des efforts antagonistes qui font briser le verre.

546. *Pourquoi la* CHALEUR *du feu et du soleil fait-elle* COURBER *une feuille de* PAPIER ? — Parce que 1° la chaleur, *en desséchant le côté exposé au feu ou au soleil,* le force à se contracter ; 2° le côté séché, devant avoir

une surface moindre, doit devenir concave ou enveloppé, tandis que le côté non chauffé devient convexe ou enveloppant.

547. *Pourquoi le* PAPIER *que la chaleur a courbé se* REDRESSE-*t-il de nouveau lorsqu'on l'a retiré du feu?* — Parce que la surface sèche reprenant l'humidité qu'elle avait, revient à son étendue primitive.

548. *Pourquoi, en humectant un des côtés de la feuille de papier, la fait-on se courber?* — Parce que le côté mouillé se dilate, et que ce côté mouillé dilaté, pour avoir une surface plus grande, doit devenir convexe ou enveloppant, tandis que le côté sec devient concave ou enveloppé.

549. *Pourquoi l'humidité produit-elle, au sens près de la courbure, le même effet que la chaleur?* — Parce que l'humidité, comme la chaleur ou la sécheresse, détermine une inégalité d'étendue entre les deux surfaces, et que cette *inégalité d'étendue* entre les deux surfaces détermine la COURBURE de la feuille.

550. *A-t-on tiré quelque parti de ces* COURBURES *par* INÉGALITÉ *de* CONTRACTION *et de* DILATATION? — Oui, M. Bréguet a fait une curieuse et utile application de ces inégalités de contraction ou de dilatation à la construction du thermomètre métallique qui porte son nom. Il roule en hélice un ruban ou lame formée de trois couches superposées, argent à l'intérieur, or au milieu, platine à l'extérieur; la couche d'or sert à souder les deux autres. L'argent se dilate et se contracte beaucoup plus que le platine ; si donc la température s'élève, la surface intérieure sera plus grande, l'hélice se détordra, l'aiguille qu'elle porte à son extrémité marchera de gauche à droite; si, au contraire, la température baisse, la surface extérieure sera plus grande, l'hélice se tordra, l'aiguille qu'elle porte marchera de droite à gauche; l'hélice indiquera donc et mesurera les variations de température.

551. *Pourquoi fait-on* FRISER *une bande de* PAPIER *en la* GRATTANT *avec un couteau?* — Parce que le couteau, *comprimant* et chauffant le côté du papier sur lequel il agit, le force à se contracter, et par conséquent à se courber.

552. *Pourquoi le* BOIS *se courbe-t-il du côté exposé au* SOLEIL ? — Par la même raison que le papier. C'est à l'aide du feu ou de la chaleur qu'on fait courber les douves de tonneau, les brancards de cabriolets, les manches de charrue, les balustres d'un escalier, les ais des toits, les membrures des vaisseaux, etc. C'est aussi à l'aide de la chaleur appliquée en sens contraire qu'on redresse les bois courbés.

553. *Pourquoi réussit-on à faire* FRISER *ou* BOUCLER LES CHEVEUX *à l'aide d'*UN FER CHAUD ? — Parce que la chaleur en desséchant le côté de la mèche de cheveux que le fer touche, la force à se contracter; la mèche de cheveux alors se contourne comme le papier et le bois dont il a été question plus haut.

554. *Pourquoi la* CIRE *fondue devient-elle* DURE *et* SOLIDE *lorsqu'elle se refroidit?* — Parce que ses molécules écartées par la chaleur venant à se rapprocher, l'attraction qu'elles exercent naturellement les unes sur les autres entre de nouveau en jeu et fait renaître la cohésion.

555. *Pourquoi le* FER ROUGE *est-il plus* SOUPLE *que*