
SUR LES THERMOMÈTRES

EN TERRES CUITES,

APPELÉS en France Pyromètres.

Par le Cit. FOURMY, fabricant d'hygiocérames.

LES phénomènes résultans de l'action du calorique, sur certaines substances, diffèrent, selon que la température est plus ou moins élevée, plus ou moins soutenue.

Le besoin de comparer ces phénomènes, se fait sentir dans une infinité de circonstances, et spécialement dans la plupart des opérations pyrotechniques; cependant on ne pourra les comparer, tant qu'on ne pourra calculer la puissance de leur cause, c'est-à-dire, l'*intensité du calorique*.

Le premier pas à faire est donc de chercher le moyen d'apprécier cette intensité.

Ne pouvant la mesurer par elle-même, on a cherché à la mesurer par ses effets; de là, divers instrumens, plus ou moins ingénieux, connus sous le nom de *thermomètres*.

Ceux de ces instrumens, qui sont fondés sur la dilatation du mercure ou de l'alcool, ne peuvent servir que pour des températures assez faibles; il en fallait d'autres pour des températures élevées.

L'expansion que prennent la plupart des solides, lorsqu'ils sont pénétrés par le calorique,

était un phénomène trop connu pour qu'on ne songeât point à en faire, pour les températures élevées, le même emploi qu'on avait fait de l'alcool et du mercure pour les températures inférieures.

Et les solides les plus dilatables étant ceux qui offraient le plus d'avantages pour cette destination, les métaux durent les premiers se présenter à l'esprit de ceux qui s'occupèrent de cette recherche.

Aussi n'a-t-on pas manqué de faire des tentatives pour exécuter des thermomètres fondés sur la dilatation des métaux.

Un phénomène diamétralement opposé a paru devoir conduire au même but.

On savait que les mixtes alumineux, connus sous le nom d'*argiles*, éprouvent, par l'impression du calorique, une diminution de volume plus ou moins sensible, à laquelle les gens du métier ont donné le nom de *retraite*.

L'illustre Wedgwood imagina de faire servir cette modification des argiles (1) au même emploi que la dilatation des métaux.

Il supposa qu'elle était proportionnée à l'intensité du calorique, et conclut qu'elle en pouvait devenir la mesure.

(1) Le Rédacteur des *Annales des Arts*, a avancé que Mortimer, qui, vers le milieu du dernier siècle, s'occupait de thermomètres métalliques, avait prévu que des *baguettes de terre de pipe* pourraient indiquer des températures plus élevées que les instrumens basés sur la dilatation des métaux; et à ce sujet, il cite un Mémoire de Mortimer, qui se trouve dans les *Transactions Philosophiques* de 1747. On ne trouve dans ce Mémoire rien de relatif à cette assertion. (*Note de l'auteur.*)

Dans

Dans un Mémoire adressé à la Société royale de Londres, en 1782, cet artiste, après avoir parlé de la dilatation du mercure et de l'alcool, s'exprime ainsi :

« Les thermomètres qu'on offre actuellement
 » au Public, dépendent d'un effet tout opposé,
 » mais également constant, uniforme et mesurable, savoir, d'une diminution occasionnée dans le volume des terres et des pierres
 » argileuses.

« Cette diminution commence à avoir lieu
 » dans une chaleur rouge inférieure, et croît
 » régulièrement selon que la chaleur augmente, jusqu'à ce que l'argile parvienne à la
 » vitrification (1), et par conséquent jusqu'au
 » degré le plus fort que les fourneaux ou vaisseaux de terre puissent supporter.

« J'ai trouvé que de bonnes argiles, de l'espèce la moins sujette à se vitrifier, ont perdu
 » dans mes feux les plus vifs, une partie considérablement plus grande que le quart de leur
 » volume.

« La contraction donc de cette espèce de

(1) Cette manière de s'exprimer tend à établir qu'il est de l'essence des argiles de parvenir à la vitrification, conséquemment qu'il est un point au-delà duquel les fourneaux ou vaisseaux de terre ne peuvent plus supporter l'action du calorique.

Cette double erreur, dans laquelle il paraît que l'auteur était encore, lorsqu'il fit ses premières pâtes à thermomètre, dut être nécessairement reconnue par lui-même dans la suite, puisque les pâtes qu'il composa quelques années après, « ne prenaient jamais, dit-il, la moindre apparence de contexture demi-vitreuse ». Voyez ci-après, page 432. (*Note de l'auteur.*)

Volume 14.

E e

» matière fournit une aussi juste mesure pour
 » les degrés de chaleur supérieure, que la di-
 » latation du mercure ou de l'alcool le fait pour
 » les inférieures, etc. »

Telle est en substance l'opinion de cet artiste; je me propose d'examiner jusqu'à quel point elle peut être fondée.

Le but stérile de relever une erreur échappée à un fabricant aussi recommandable, n'est point ce qui m'a fait prendre la plume.

J'ai vu cette erreur partagée par des hommes très-instruits sur tout autre sujet, mais qui n'ont pas été à portée d'observer les phénomènes résultans de l'action du calorique sur les mixtes alumineux.

Le point sur lequel elle porte m'a paru assez important pour être discuté, et je me suis livré d'autant plus volontiers à cette discussion, que plusieurs des principes dont je tâcherai de l'appuyer, sont ou absolument nouveaux, ou très-peu répandus.

Pour qu'un effet quelconque puisse devenir la mesure d'une cause, il faut qu'il résulte *uniquement* et *invariablement* de cette cause, et *qu'il y soit nécessairement proportionné*.

Voyons si ces trois conditions se trouvent dans l'effet adopté pour mesurer les hautes températures.

1°. Plusieurs circonstances concourent à modifier l'action du calorique sur les mixtes alumineux.

Il est constant qu'à une température quelconque, ces mixtes éprouvent une retraite d'autant plus considérable, qu'ils y sont exposés plus long-tems. Il est même reconnu qu'à une

température soutenue, ils prennent autant de retraite qu'à une autre plus élevée, mais appliquée moins long-tems.

C'est également un fait incontestable, qu'un coup de feu très-brusque ne laisse pas aux molécules terreuses la faculté de se rapprocher aussi intimement qu'elles le feraient à un coup de feu gradué: aussi, à température égale, l'action lente du calorique produit-elle plus de retraite qu'une action rapide.

Il est même des circonstances où l'action précipitée du calorique donne lieu à un dégagement de gaz si abondant, qu'au lieu d'opérer une retraite, il produit un gonflement très-marqué.

La retraite est donc susceptible d'augmentation ou de diminution, suivant que le calorique a été administré plus ou moins long-tems, plus ou moins rapidement.

Elle résulte donc tout à la fois de l'intensité, de la durée, et du mode d'application du calorique.

Elle n'est donc pas causée *uniquement* par l'intensité de ce fluide.

2°. Le plus ou le moins d'exactitude dans l'exécution des petits solides argileux, que Wedgwood appelle *pièces à thermomètres*, donne lieu à beaucoup de variations dans leur retraite.

Quelques précautions qu'on prenne dans la préparation de ces solides, il s'en trouve dont la pâte est plus ou moins broyée, malaxée, humectée, etc. etc.

Or, autant de différences dans cette prépara-

tion, autant de différences dans la manière de se comporter au feu.

On conçoit que la pâte broyée au dernier degré, doit prendre, toutes choses égales d'ailleurs, plus de retraite que celle qui est plus grossière.

On conçoit également que la pâte très-malaxée, très-comprimée, et employée avec le moins d'eau possible, prendra moins de retraite que celle qui a été employée plus humectée et moins pétrie.

On conçoit enfin que celle qui aura été desséchée brusquement, n'aura point acquis cette portion de retraite que donne une dessiccation graduée, elle se présentera à l'action du calorique, remplie de vacuoles, dont elle eût été exempte si elle fût parvenue à l'état de siccité par une graduation convenable; elle contractera une retraite d'autant plus sensible, conséquemment elle indiquera une température d'autant plus élevée.

Je passe sous silence plusieurs autres causes d'inexactitude, dépendantes de l'exécution des solides pyrométriques; celles que je viens d'exposer suffisent pour démontrer que la retraite n'est pas produite *invariablement* par l'intensité du calorique.

Reste à prouver qu'elle n'est pas *nécessairement proportionnée* à cette cause.

3°. Soit un mixte alumineux, le plus simple possible; celui qui ne contiendrait qu'une seule terre jointe à l'alumine, et soit cette terre la silice.

L'alumine est susceptible de dilatation, au moyen des liquides et des substances plus ou

moins volatiles dont elle se charge; elle acquiert de la retraite par l'évaporation de ces substances.

La silice, au contraire, n'est susceptible d'aucune dilatation ni d'aucune contraction sensible.

Les molécules de celle-ci peuvent être considérées comme enveloppées par celles de la première, qui les fixent en vertu de leur gluten, et qui cependant les tiennent d'autant plus écartées, qu'elles-mêmes le sont davantage par les substances fugaces qui les divisent.

A mesure que l'action du calorique dissipe ces substances, elle diminue l'espace qui séparerait les molécules de l'alumine; celles de la silice subissent un rapprochement proportionné, et la retraite du mixte suit une progression plus ou moins régulière.

Mais lorsque la contraction de ce mixte est devenue telle, que les molécules de la silice entrent en contact, la retraite commence à changer de progression.

Et lorsque le contact entre les molécules de la silice, est devenu complet, la retraite cesse totalement.

Il y a plus: si l'on prolonge l'action du calorique, l'alumine continue de se contracter au point de ne pouvoir plus embrasser la silice.

Dans ce cas, non-seulement il ne s'opère plus de retraite, mais même il survient un relâchement causé par la rupture des liens alumineux qui coërçaient les molécules de la silice.

Alors le mixte devient plus ou moins faible. D'où l'on voit que non-seulement la retraite

n'est pas *nécessairement proportionnée* à l'intensité du calorique, mais que même elle n'en est pas *un effet constant*, puisqu'après avoir augmenté, suivant une proportion quelconque, elle peut diminuer et même s'arrêter totalement, quoique l'intensité du calorique aille toujours en croissant.

Il n'existe même pas de rapports nécessaires dans la manière de procéder de l'une et de l'autre.

En effet, supposons un second mixte composé des deux parties que nous avons admises dans le premier, plus, une troisième quelconque, non pas impassible comme la silice, mais dont l'action, au lieu de commencer dès la plus basse température, comme celle de l'alumine, ne commence qu'à une température plus élevée, telle qu'à 40 ou 50 degrés.

Il est évident que la retraite de ce mixte, au-dessus de 40 degrés, ne suivra pas une gradation semblable à celle qu'elle suivait au-dessous.

Donc, pendant que le calorique procède, suivant une gradation continue, la retraite peut être plus ou moins intermittente.

En outre, si on admet, ce qui est non-seulement très-possible, mais même très-fréquent, que celle des parties que nous avons supposée entrer la dernière en action, au lieu de se contracter, subisse une espèce de fermentation, comme la plupart de celles qui tendent à l'état vitreux; il est clair qu'il surviendra un gonflement, et qu'au lieu de suivre une progression ascendante, la retraite du mixte cessera ou rétrogradera.

Ainsi, quelles que soient la gradation et la

continuité de température appliquée à un mixte alumineux, non-seulement sa retraite n'est pas nécessairement graduée ou nécessairement continue, mais encore elle n'a pas toujours nécessairement lieu.

Nul doute, qu'en simplifiant le plus possible la composition de ce mixte, on diminuerait le double inconvénient qui résulte du défaut de gradation et de continuité.

Mais, 1^o. on ne peut le simplifier que jusques à un certain point; car, outre qu'il ne paraît pas qu'on puisse le réduire à une seule terre, cette réduction donnerait lieu à des inconvénients, dont il sera fait mention ci-après (1).

2^o. Quand on parviendrait à faire disparaître en entier ces deux défauts, on n'aurait rien fait pour atteindre le but proposé.

Qu'importe en effet à la solution du problème, que la retraite soit *graduée et continue*.

Du moment qu'elle n'est pas uniquement l'effet de la température, elle ne peut l'indiquer d'une manière rigoureuse.

Or, par ce qui précède, on a pu voir que ce phénomène peut être modifié par plusieurs actions simultanées.

Un instrument qui n'accuse que les degrés de retraite, accuse donc le résultat de plusieurs causes; résultat qui n'est assujéti à aucune proportion avec ces différentes causes.

Le pyromètre n'indique donc pas uniquement et invariablement la cause qu'il doit indiquer, *l'intensité du calorique*.

(1) Voyez page 434.

Pour plus de clarté, j'ai supposé les mixtes les plus simples. On sent que plus ils seront compliqués, plus les causes d'inexactitude, résultantes de la composition chimique, acquerront de puissance.

Or, les compositions employées jusqu'à présent pour les solides pyrométriques, sont beaucoup plus compliquées que celles que j'ai supposées. Elles doivent donc offrir, et elles offrent en effet beaucoup d'incertitudes dans leurs indications.

Celles que Wedgwood faisait dans le commencement, « se changeaient, dit-il, (Mémoire » ci-dessus cité) en une texture demi-vitreuse de porcelaine », et cependant elles se contractaient régulièrement.

Celles qu'il a fait exécuter depuis, « ne prennent jamais, à ce qu'il assure, la moindre » apparence de texture demi-vitreuse (1) ».

On croira difficilement que la retraite de ces dernières suive la même gradation que celle des premières.

Je ne m'arrêterai ni à discuter ce doute, ni à examiner jusqu'à quel point l'auteur peut avoir réussi dans la composition des différentes pâtes qu'il a successivement employées (2). J'admettrai même qu'il en ait obtenu dont la retraite fût assez considérable pour parcourir toute l'étendue de son échelle.

(1) Voyez la note ci-dessus page 425.

(2) Je pourrais citer des exemples nombreux d'indications évidemment fausses, offertes par les pyromètres de Wedgwood, tant à divers savans et artistes, qu'à moi-même.

Mais, ou cette composition fut le résultat d'une théorie, ou elle ne fut qu'un produit du hasard.

Dans le premier cas, on pourrait demander quelle fut cette théorie que l'auteur ne donne pas, si on ne savait que les données propres à l'établir n'existaient pas plus de son tems qu'aujourd'hui.

Mais ce qui prouve que cette composition, en la supposant réelle, ne fût pas l'effet d'une méthode assurée, c'est que l'auteur ne s'est pas trouvé d'accord avec lui-même lorsqu'il a voulu la répéter.

En effet, il est connu de tous ceux qui ont fait un usage suivi de ses pyromètres, que ceux qu'il a faits depuis une certaine époque, n'ont plus la même exactitude que ceux qu'il avait produits auparavant.

Et ce qui prouve sur-tout que ce système n'est pas fondé sur une propriété invariable des mixtes alumineux, c'est que tous ceux qui ont voulu composer des solides pyrométriques, à l'instar des siens, ont obtenu des résultats qui, non-seulement ne s'accordaient pas avec les siens, mais qui, comme les siens, ne s'accordaient pas entre eux.

Il est donc évident qu'un pyromètre fondé sur la retraite des mixtes alumineux, ne peut être considéré comme un instrument doué d'une certaine exactitude.

Ce n'est cependant pas une raison pour le bannir entièrement de nos fabriques; tout imparfait qu'il est, il peut encore offrir un certain degré d'utilité qui n'est pas à rejeter, tant qu'on n'aura rien de mieux.

C'est un de ces témoins dont les dépositions ne doivent pas être admises sans un sévère examen, mais à l'aide desquels on peut cependant entrevoir quelques vérités intéressantes.

Aussi, en dévoilant ses imperfections, n'ai-je pas eu pour but de le proscrire; seulement comme ces imperfections m'ont paru susceptibles d'être diminuées, j'ai cru qu'il était important de les faire connaître.

Elles tiennent à la composition chimique de la pâte, et à ses diverses préparations.

La composition chimique dépend de la nature des principes terreux qui constituent cette pâte, et de la combinaison de ces principes.

On conçoit, 1°. que plus elle sera simple, plus la retraite sera régulière; 2°. que plus elle sera susceptible de retraite, plus la série de ses indications sera étendue; 3°. que plus la retraite sera lente, plus les degrés de cette série seront faciles à saisir.

Toutefois on ne peut obtenir ces divers avantages que jusqu'à un certain point, parce qu'en diminuant trop la proportion des terres qui rompent l'excessive aggrégation des molécules de l'alumine, on tombe dans cet inconvénient très-grave, que la pâte se tourmente, et que par-là les solides pyrométriques perdent la régularité de leur forme.

Il est donc un *medium* dont on ne peut s'écarter sans inconvénient.

Or quel est ce *medium*? quelles compositions terreuses offrent la retraite la plus lente, la plus étendue, et la plus régulière sans se défor-

mer? C'est ce qu'on ignore encore complètement.

J'appelle préparations, 1°. la division des molécules résultantes du broyage et du laminage; 2°. la fermentation, ou, en termes d'art, le pourrissage; 3°. le mode de dessiccation; 4°. enfin tous les détails qui tiennent au travail de la main.

Les moindres différences dans ces procédés, ainsi que dans les compositions chimiques, en occasionnent d'extrêmes dans les degrés de retraite; conséquemment, outre les variétés résultantes du mode d'application du calorique, l'aptitude qu'ont plus ou moins les mixtes alumineux à se contracter, est exposée à des modifications à-peu-près incalculables.

De sorte que, bien que cette aptitude soit une *propriété générale*, il s'en faut de beaucoup qu'elle puisse offrir *des résultats généraux*.

La forme des solides pyrométriques ne saurait être indifférente; celle qui assure le plus d'exactitude dans l'exécution doit être préférée.

On n'a jusqu'à ce jour mesuré la retraite que sur le sens de la largeur des solides pyrométriques; en les faisant aussi larges que longs, on pourrait, avec la même échelle, mesurer les deux dimensions; ce qui établirait une espèce de contrôle.

Peut-être la disposition de l'échelle, adoptée par Wedgwood, n'est-elle pas la meilleure possible pour mesurer des solides allongés qui sont plus ou moins susceptibles de se tourmenter. Pour peu qu'ils se recourbent sur leur

longueur, ils peuvent, sans avoir augmenté de volume, et même après en avoir perdu, glisser entre les règles avec plus de difficulté, qu'avant d'avoir essayé l'action du calorique, et s'arrêter au-dessous du point où ils auraient dû arriver s'ils fussent restés droits; dès-lors ils indiquent une température inférieure à celle qu'ils ont réellement subie.

Je ne pousserai pas plus loin ces observations. Je crois avoir fait assez sentir que l'emploi du pyromètre exige la plus grande circonspection, et que ceux qui entreprendront de le rectifier, ne peuvent y apporter trop de connaissances et trop de soins.

Je terminerai par une déclaration peu satisfaisante, sans doute, mais qui n'en est pas moins nécessaire à divulguer; c'est qu'abstraction faite du principe radicalement vicieux, sur lequel repose la théorie du pyromètre, l'utilité quelconque dont il pourra devenir susceptible, dépend de moyens dont la plupart sont encore à trouver.

En effet, les propriétés des mixtes aluminieux résultent de combinaisons basées sur les affinités respectives des terres simples; affinités mises en jeu par telle ou telle température.

Or, ni ces affinités, ni les températures qui les développent ne nous sont encore connues.

En outre, les phénomènes que produit sur ces mixtes l'impression du calorique, ne présente rien d'absolu; ils sont purement relatifs, non-seulement aux affinités, non-seulement aux combinaisons, non-seulement aux

températures, mais encore à des circonstances tellement variées et tellement compliquées, que l'observateur le plus attentif et le plus éclairé, ne peut se flatter de les saisir et de les démêler toutes.

Ces phénomènes ne peuvent donc, dans l'état actuel de nos connaissances, devenir le fondement d'un système d'observations assujéties au calcul; et les inductions qu'on en peut tirer, ne doivent être considérées que comme de simples aperçus (1).

(1) Voyez dans le *Journal des Mines* (tom. 14, pag. 42) le rapport qui a été fait à la Conférence des mines, au nom d'une commission, sur le Pyromètre de Wedgwood. (*Note des rédacteurs.*)