

## SUB-GROUP 3. CERAMIC MATERIALS

## (a) CERAMIC MATERIALS IN GENERAL.

MÉTHODES D'ESSAI DES MATIÈRES CÉRAMIQUES  
AU POINT DE VUE DE LEURS USAGES

PAR PROF. F. CAMPUS

UNIVERSITÉ DE LIÈGE

49

Mon laboratoire a effectué de nombreux essais de réception sur les produits céramiques d'usage courant dans les constructions. La plupart étaient d'origine belge, la Belgique possédant une industrie céramique importante. Certains étaient d'origine étrangère. La variété de ces produits est très grande de même que celle des essais auxquels on les soumet.

Leur étude comparée fait ressortir les caractères communs des uns et des autres. On constate qu'il existe un manque de principes, sinon un certain désordre, dans les méthodes d'essai. Elles paraissent souvent occasionnelles, inspirées par des considérations simplistes d'usage plutôt que par la nature réelle des matériaux. Il est à noter que je considère cependant uniquement les essais des matières céramiques au point de vue de leur emploi, en faisant entièrement abstraction de la fabrication, quoique mon laboratoire ait eu quelquefois à effectuer des essais pour des usines dans un tel but.

Les produits céramiques dont il s'agit sont énumérés ci-après et repérés dans la suite par l'indicatif correspondant : ( $a^1$ ) briques ordinaires ; ( $a^2$ ) briques de parement ; ( $a^3$ ) briques pour routes ; ( $a^4$ ) briques émaillées ; ( $b^1$ ) carreaux céramiques de pavement ou de revêtement non émaillés ; ( $b^2$ ) carreaux céramiques de revêtement émaillés, grès ou faïence ; ( $c^1$ ) tuyaux de poterie ; ( $c^2$ ) tuyaux de grès cérame vernissé ; ( $c^3$ ) tuyaux de grès pour industries chimiques ; ( $d$ ) grès et faïences sanitaires ; ( $e$ ) tuiles ordinaires ou vernissées ;

( $f$ ) produits divers : couvre-câbles, tuyaux de drainage, etc.

L'arsenal des essais dont on peut user est énuméré ci-après. La place fait défaut pour les décrire en détail. La plupart sont classiques, autant que leurs modalités. D'autres sont peut-être moins répandus ou nouveaux. L'énumération des essais est accompagnée de l'indication des produits auxquels ils s'appliquent couramment.

I. *Essais mécaniques* : (A) *Compression* : ( $a$ ) et ( $d$ ), ( $b$ ) et ( $c$ ) seulement en cas de grosse épaisseur. (B) *Flexion élémentaire* : ( $a$ ), ( $b$ ), ( $d$ ), ( $e$ ), éventuellement ( $f$ ) et ( $c$ ). (C) *Choc* : ( $a^3$ ), ( $b^1$ ), éventuellement ( $a^2$ ), ( $a^4$ ), ( $b^2$ ) et ( $e$ ). (D) *Empreinte (à la bille)* : ( $d$ ), éventuellement ( $b^2$ ). (E) *Écrasement (flexion transversale)* : ( $c$ ), ( $e$ ) et ( $f$ ). (F) *Usure* : ( $a^3$ ), ( $b^1$ ). (G) *Broyage (Brick-rattler)* : ( $a^3$ ). (H) *Élasticité* : exceptionnel.

II. *Essais physiques* : (A) *Structure* : général, mais courant surtout pour ( $b$ ), ( $c$ ) et ( $d$ ). (B) *Poids spécifiques apparent et absolu* : ( $c^3$ ) et ( $d$ ). (C) *Porosité absolue* (par les poids spécifiques) : ( $c^3$ ) et ( $d$ ). (D) *Absorption d'eau par immersion* (porosité apparente) : ( $a$ ), ( $b$ ), ( $c$ ), ( $d$ ), ( $e$ ) et ( $f$ ). (E) *Gélinivité* : ( $b$ ), ( $d$ ), ( $e$ ) et ( $a^3$ ), éventuellement ( $a^2$ ), ( $a^4$ ), ( $c^3$ ) et ( $c^2$ ). (F) *Ascension capillaire* (d'eau colorée). (G) *Perméabilité* : ( $c^2$ ), ( $c^3$ ), ( $c^1$ ), ( $f$ ), éventuellement ( $e$ ). (H) *Dilatation hygrométrique* (exceptionnel). (I) *Stabilité thermique de l'émail* : ( $b^2$ ), éventuellement d'autres produits émaillés. (J) *Épaisseur de l'émail*. (K) *Adhérence et perméabilité de l'émail*. (L) *Adhérence au mortier* : ( $b$ ), éventuellement ( $a$ ) et même ( $c$ ) et ( $e$ ), pour le lutage.

III. *Essais chimiques*: (A) *Résistance à l'acide* déterminée sur des fragments: ( $b^2$ ), ( $c^3$ ), ( $d$ ), éventuellement ( $c^2$ ) et ( $b^1$ ). (B) *Résistance à l'acide de la matière broyée en poudre d'une finesse déterminée*: ( $b^1$ ), ( $c^3$ ) et ( $d$ ). (C) *Résistance du vernis à des solutions salines ou autres*: ( $c^2$ ), ( $e$ ). (D) *Analyse chimique*: exceptionnel. (E) *Imbibition suivie de desiccation* (efflorescence): ( $a^1$ ), ( $a^2$ ) et ( $a^4$ ).

Les essais les plus répandus sont les essais mécaniques. Ils sont caractéristiques et nécessaires pour certains produits. On peut citer les essais de compression et de flexion pour les briques de maçonneries résistantes, les mêmes ainsi que les essais de choc et d'usure ou de broyage pour les briques spéciales routières, enfin la flexion, le choc et l'usure pour les carreaux de pavement. En général, on leur assigne aussi le but de rendre compte d'une manière indirecte de la qualité physique des matériaux. On les substitue en quelque sorte aux essais physiques, alors qu'ils n'en ont pas la vertu.

Abstraction faite de certaines propriétés particulières indispensables pour l'emploi et que justifient des essais spéciaux, les qualités essentielles des produits céramiques, résultant de leur nature commune, sont susceptibles d'être appréciés surtout par les essais physiques. La propriété significative qu'ils concernent presque exclusivement est la compacité, la concentration de matière, ou son inverse, la porosité, le degré de vides. Quoiqu'il ne soit naturellement pas possible d'envisager une relation générale entre la porosité et les qualités mécaniques de tous les produits céramiques, il n'en est pas moins certain qu'ils en dépendent essentiellement, d'une manière qui peut varier d'une catégorie et d'un fabricant à l'autre. Il importe d'observer que les actions mécaniques ne sont à considérer que dans des cas peu nombreux, tandis que, dans tous les cas, sans exception, il y a lieu d'envisager comme cause agissante de destruction des matériaux céramiques, parfois unique et souvent prédominante, des processus physico-chimiques en rapport étroit avec la compacité ou la porosité: actions thermiques, hygrométriques, atmosphériques, biologiques, chimiques, etc. Les essais physiques sont seuls aptes à éclairer sur la durabilité des produits céramiques.

Ces essais paraissent insuffisamment développés. L'essai d'absorption d'eau à la température et à la pression ordinaires, même d'eau bouillante à 100° C., quoique très utile, donne une idée très imparfaite de la porosité réelle. La détermination de la porosité absolue par les poids spécifiques dénote une compacité très éloignée de l'unité et guère supérieure à 0,80 pour des produits dont l'absorption d'eau est quasi nulle. Aussi peut-on la considérer comme fondamentale, tandis que l'absorption d'eau, même à haute pression et à chaud (autoclave), l'ascension capillaire et la perméabilité peuvent éclairer plutôt sur la répartition et les dimensions des pores et sur leurs communications. L'essai assez fréquent de gélivité est un complexe très délicat et d'interprétation détaillée difficile. Les conditions d'opération ont une grande influence sur les résultats. Le pouvoir d'absorption d'eau y joue un rôle important. Imbibées à la température et à la pression ordinaires, certaines matières très poreuses (briques ordinaires, tuiles) subissent l'essai classique de gélivité sans dégradation; par contre les carreaux céramiques n'y résistent sûrement que s'ils sont peu absorbants.

Imbibés à chaud et sous pression, seuls les matériaux très peu absorbants paraissent susceptibles de ne pas être dégradés par l'essai de gélivité. Ce sont aussi les seuls qui résistent aux intempéries.

Une question connexe est celle du faïencage (craquelage) des faïences et céramiques émaillées. Intervient surtout le pouvoir absorbant de la pâte, ses cavités, l'adhérence de l'émail et son épaisseur. L'expérience du laboratoire est nettement en faveur des grès peu absorbants et des émaux minces, d'après les essais de gélivité et de stabilité thermique (refroidissement brusque important et répété). L'adhérence et la perméabilité de l'émail peuvent s'apprécier par immersion partielle dans une solution colorée (bleu de méthylène), l'émail étant situé à une faible hauteur au dessus de la surface libre de la solution. Une question controversée est celle de l'adhérence au mortier des carreaux peu absorbants. D'après l'essai de choc sur un tel carreau adhérent à un cube de mortier, l'adhérence à un bon mortier est parfaite, attendu que le choc brise le carreau sans le

détacher du cube. C'est là un essai particulier, peut-être nouveau et recommandable. En ce qui concerne l'adhérence et la conservation des briques, carreaux émaillés, etc., notamment au point de vue de l'aspect, les essais relatifs à l'ascension capillaire et aux dilatations hygrométriques sont utiles. Pour révéler l'ascension capillaire, de même que pour le faïençage, on aura recours à des solutions colorées. Pour les émaux foncés, cette méthode fait défaut et il peut être difficile de reconnaître le faïençage; s'il y a lieu on peut attaquer l'émail par un mordant (acide fluorhydrique).

Les essais d'étanchéité ou de perméabilité sont naturellement nécessaires pour tous les vaisseaux, notamment les tuyaux. On pourra se contenter souvent du remplissage à niveau libre, eu égard à la difficulté des essais sous pression sur les tuyaux, résultant des défauts de forme. Le cas échéant, les essais d'imperméabilité sous pression (de 1,5 à 3 ou 4 kg/cm<sup>2</sup> de pression d'eau) et même de rupture sous pression hydraulique constituent une épreuve sévère parfois utile. Cependant, et c'est là une observation générale, le mode de fabrication même des produits provoque une grande dispersion des résultats. Ceci empêche la fixation de normes élevées, sauf dans le cas de produits spéciaux.

Les essais chimiques ont, sauf cas particulier et au point de vue de l'emploi, un rôle

plus subordonné que les essais mécaniques. En général, les céramiques, par leur nature même, sont assez résistantes aux agents chimiques. La question revêt naturellement un caractère particulier pour les objets destinés à être en contact fréquent avec des produits agressifs et pour ceux qui sont colorés, émaillés ou décorés, à cause de la présence d'oxydes divers moins résistants. Les essais chimiques peuvent, dans ces cas et dans une certaine mesure, selon les circonstances, être envisagés comme une garantie de durabilité, de résistance ou d'aspect. Il peut alors être nécessaire de faire varier les spécifications physiques aussi bien que chimiques selon la nature ou la teinte des produits.

Envisagée du point de vue que je viens d'exposer, qui est aussi analytique que synthétique, la question de l'essai des matières céramiques réserve encore un vaste champ d'études. Des méthodes plus uniformes que celles qui existent et aussi plus adéquates semblent pouvoir s'y développer. Elles devront naturellement recevoir une gradation et des modalités correspondantes aux classes de produits. Par exemple, pour certains produits peu cuits, une simple immersion prolongée dans l'eau à la température ordinaire engendre déjà une dégradation caractérisée par un dépôt de matières. En outre, pour les usages bien définis, des essais ad-hoc sont nécessaires.