

Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

1- [Le Conservatoire numérique](#) communément appelé [le Cnum](#) constitue une base de données, produite par le Conservatoire national des arts et métiers et protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle. La conception graphique du présent site a été réalisée par Eclydre (www.eclydre.fr).

2- Les contenus accessibles sur le site du Cnum sont majoritairement des reproductions numériques d'œuvres tombées dans le domaine public, provenant des collections patrimoniales imprimées du Cnam.

Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n° 78-753 du 17 juillet 1978 :

- la réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur ; la mention de source doit être maintenue ([Cnum - Conservatoire numérique des Arts et Métiers - http://cnum.cnam.fr](#))
- la réutilisation commerciale de ces contenus doit faire l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

3- Certains documents sont soumis à un régime de réutilisation particulier :

- les reproductions de documents protégés par le droit d'auteur, uniquement consultables dans l'enceinte de la bibliothèque centrale du Cnam. Ces reproductions ne peuvent être réutilisées, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.

4- Pour obtenir la reproduction numérique d'un document du Cnum en haute définition, contacter [cnum\(at\)cnam.fr](mailto:cnum(at)cnam.fr)

5- L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

6- Les présentes conditions d'utilisation des contenus du Cnum sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

Auteur(s)	Faujas de Saint-Fond, Barthélemy (1741-1819)
Titre	Recherches sur la pouzzolane, sur la théorie de la chaux et sur la cause de la dureté du mortier, avec la composition de différens cimens en pouzzolane, & la maniere de les employer, tant pour les bassins, aqueducs, réservoirs, citernes & autres ouvrages dans l'eau, que pour les terrasses, bétons & autres constructions en plein air
Adresse	A Grenoble, chez J. Cuchet, imp. lib. de Mgr. le Duc d'Orléans. A Paris, chez Nyon l'ainé, libraire, rue Saint-Jean de Beauvais. M. DCC LXXVIII. Avec approbation & privilege du Roi.
Collation	1 vol. (X-[8]-125 p.) ; 13 cm
Nombre d'images	144
Cote	CNAM-BIB 8 Ko 6 Res
Sujet(s)	Construction -- Matériaux Roches volcaniques Chaux Mortier Ouvrages avant 1800
Thématique(s)	Construction
Typologie	Ouvrage
Langue	Français
Date de mise en ligne	13/06/2012
Date de génération du PDF	04/12/2020
Permalien	http://cnum.cnam.fr/redir?8RESKO6.4

TABLE DES MATIERES.

A

ACHARD, chymiste, de l'académie de Berlin, sa maniere de produire des crystaux factices, à l'aide d'une eau saturée d'air fixe, page 81. Imagine un appareil ingénieux pour cette opération, p. 83. Obtient au bout de dix semaines des crystaux durs, transparens, blancs ou colorés, p. 84. Il en forme un spath calcaire, & même en crystal de roche, note (a), p. 84.

ACIDE VOLATIL, ou gas acide, ou air fixe, paroît jouer un rôle dans l'adhésion & la dureté des corps, p. 61.

AIR FIXE. *Acide volatil chargé de phlogistique, gas, acidum pingue, émanations, vapeurs méphitiques, &c.* sont des termes sur la signification desquels on n'est pas encore bien d'accord, note (a), p. 97.

B

BASALTE. La plus dure & la plus compacte de toutes les laves, peut se convertir en pouzzolane à l'aide de certaines vapeurs ou émanations volcaniques, p. 19. Exemple de ce fait sur la montagne de *Chenavari* en Vivarais, non loin du Rhône, *ibid.* Les

- hollandois réduisent le basalte & les laves durres en poussière , à l'aide de certains moulins , & vendent cette terre pour de la pouzzolane , dont elle a en effet les principales propriétés , note (a) , page 27.
- BASSINS. Composition du mortier de pouzzolane pour la construction des bassins , p. 42. Maniere de l'employer utilement , p. 43.
- BATIMENS , ne doivent pas être entrepris dans les chaleurs brûlantes de l'été , ou si l'on est forcé de les continuer dans cette saison , on doit avoir soin de les arroser souvent pour ralentir la dessication , p. 92.
- BATTOIR. Proportions de cet instrument nécessaire pour massiver les mortiers en pouzzolane , note (a) , p. 43.
- BÉTONS. La maniere de les construire , p. 113. Il est important de les bien massiver , p. 115.
- BOURBON, Île de Bourbon. Le volcan de cette île jeta dans l'explosion de 1766, une poussière formée par des filets foyeux , d'un verre jaunâtre & brillant ; la terre en fut couverte dans un endroit nommé *l'Etang salé* , à six lieues du volcan , p. 16.
- BRIQUE pilée forme un assez bon ciment , à cause d'un peu de fer qu'elle contient ; mais n'équivaut pas , à beaucoup près , à la pouzzolane , p. 48.

C

CALCAIRE. La dureté & la solidité de la pierre calcaire sont dues à une espece de crySTALLISATION SPATHIQUE ,

- thique, page 57. Distillée dans une cornue de verre, fournit de l'acide chargé de phlogistique, p. 58. Calcinée elle perd environ la moitié de son poids, p. 57. Réduite en chaux, elle ne peut reprendre une partie de sa dureté que par une nouvelle crySTALLISATION, à l'aide d'un liquide, p. 58. Comparaison des chaux calcaires avec les chaux métalliques, p. 62.
- CALCINATION.** Phénomène de la calcination de la pierre calcaire, p. 70.
- CHAUX.** De la chaux en général, p. 34. De la chaux vive, *ibid.* De celle qu'on nomme grasse, p. 35. La chaux vive est la seule qui puisse utilement être employée dans la fabrication du mortier en pouzzolane pour les ouvrages sous l'eau, p. 37 & 38. Crème de chaux, n'est qu'un spath calcaire régénéré, p. 73. La chaux sur-calcinée perd sa propriété & sa vertu liante, p. 67. Celle qui est la plus abondante en air fixe est toujours la meilleure, p. 91. Chaux macérée, les loix romaines défendoient de se servir de cette chaux, à moins qu'elle n'eût trois ans de fusion, page 36. Manière d'éteindre utilement la chaux, p. 40. La chaux grasse doit rester long-temps en macération, p. 92. Une des meilleures chaux de France est celle de Montelimar & des environs de cette ville de Dauphiné, p. 35. Voyez calcaire.
- CENDRES** volcaniques, ne sont qu'une poussière formée par les laves décomposées, p. 11, 12. Recherches sur cette théorie, p. 12. Les cendres, ou

- plutôt les poussieres volcaniques sont transportées à de grandes distances dans les fortes éruptions, p. 14.
- CERTIFICAT de l'Ingénieur en chef des ponts & chaussées, employé en Dauphiné, qui constate l'efficacité de la pouzzolane du Vivarais, p. 121.
- CIMENT. Le ciment le plus excellent sera toujours celui qu'on aura préparé avec la chaux la plus forte, incorporée avec la matiere la plus abondante en air fixe, afin que l'eau qui en sera saturée, puisse régénérer la matiere calcaire. Une substance la plus riche en air fixe est la pouzzolane, p. 94 & suiv. Les cimens faits avec des matieres huileuses ou résineuses sont d'un mauvais usage, p. 96.
- CITERNES, préparation du mortier en pouzzolane pour les citernes, p. 42.
- COEMENTUM. Recherches sur le sens propre & littéral de ce mot, qui paroît avoir été mal entendu par les commentateurs de Vitruve, note *, page 5.

D

- DESSICATION. La trop prompte dessication est préjudiciable à la solidité des édifices, p. 92.
- DIETRICH, (M. le baron de). Ce qu'il dit de la pouzzolane, p. 18.

E

- ESCALIER (M.), commissaire de la marine à Toulon; a observé en Suede la maniere dont on fabriquoit une espece de Pouzzolane factice.

Table des Matieres.

F

FAYE (M. de la Faye), ses recherches sur la préparation que les romains donnoient à la chaux , note (a), p. 86.

FER. Il paroît que les élémens ferrugineux ont la propriété de donner de la dureté à certains corps avec lesquels ils ont la faculté de s'unir ou de se combiner , p. 26. Est très-abondant dans la pouzzolane , dans le basalte & dans les différentes laves , p. 24 & suiv. La maniere de l'en extraire, p. 24.

FERBER , (M.) habile minéralogiste suédois , ce qu'il dit de la pouzzolane , p. 18.

G

GROTTEs. C'est dans les grottes & les cavernes souterraines qu'une eau imprégnée d'un gas acide met en œuvre les élémens de la pierre calcaire, p. 79.

H

HAMILTON (M. le chevalier). Son bel ouvrage sur les volcans des deux Siciles , cité au sujet des cendres du Vésuve , note (a), p. 14.

L

LAVE. La lave se convertit en pouzzolane de plusieurs manieres, p. 17. Elle fort quelquefois des bou-

ches volcaniques, déjà convertie en pouzzolane friable, mêlée avec la lave fluide, p. 20. Les laves doivent leur grande fusibilité au fer, qu'elles contiennent, p. 25.

LORiot (M.) Sentiment sur la découverte dans l'art de bâtir, note (a), p. 86.

M

MORTIER. Composition du mortier en pouzzolane pour les grandes constructions sous l'eau, p. 39. Pour les aqueducs, citernes, bassins, souterrains humides, &c. p. 42. Conjectures sur la théorie de la dureté du mortier, p. 54. Le meilleur mortier fait avec la chaux & le sable n'a pas encore acquis toute sa consistance au bout de trente ans, p. 55. Celui fait avec de la pouzzolane acquiert le dernier degré de dureté dans un temps très-court, p. 99. Ce qui s'opère dans la composition du mortier en pouzzolane, p. 98. Voyez chaux, ciment, matière calcaire.

MAGELLAN (M.) de la société royale de Londres, a fait voir le 17 juin 1778, à l'académie royale des sciences de Paris, deux crystaux artificiels envoyés de Berlin par M. Achard, dont l'un en spath calcaire, le second en une aiguille de crystal de roche; note (a), p. 84.

P

PLINE le naturaliste fait mention de la pouzzolane

- PONT** de Caligula. Ancien môle bâti en pouzzolane, qui résiste depuis une suite nombreuse de siècles, à l'attaque des flots, p. 42.
- POUSSIÈRE** volcanique produite par les laves décomposées, p. 12. Transportée à des distances étonnantes, note (a), p. 14. En forme de croix, citée & expliquée par le jésuite Kirker, note (a), p. 15. En filets capillaires vitreux de l'île Bourbon, p. 16. Voyez cendre, pouzzolane.
- POUZZOLANE.** On ne doit point écrire ni prononcer *pozsolane*, *poussolane*, mais *pouzzolane*: l'étimologie de ce mot vient du nom de la ville de Pouzzole, p. 3. Passage de Vitruve au sujet de cette terre volcanisée, p. 4. Pline & Sénèque en font mention page 8. Sydoine Apollinaire la célèbre dans ses vers, note (a), p. 3. Ce qu'en dit M. le chevalier Hamilton, p. 8. Ce qu'en a écrit M. Ferber, p. 18. M. Sage en a fait mention dans ses élémens de minéralogie. Cet habile chymiste cité à ce sujet, p. 21. Ce qu'en a dit M. le baron de Dietrich, p. 18. Des lieux où l'on trouve de la pouzzolane, p. 9. De quelle manière elle se forme & à quoi elle doit son origine, p. 11. Elle est formée souvent par le *détritus* des laves poreuses, p. 17. Par une calcination surabondante, *ibid.* Par les fumées acides sulphureuses qui attendrissent les laves & les réduisent quelquefois en substance friable de la nature de la pouzzolane, *ibid.* La pouzzolane aussi bien que le basalte, est attirable à l'aimant, c'est-à-dire, qu'elle fait mouvoir le barreau aimanté, p. 97. Les diffé-

rentes couleurs des pouzzolanes sont dues au fer plus ou moins altéré , p. 17. Sa vertuliente est due au principe ferrugineux, p. 18. Analyse de la pouzzolane ; se réduit en un émail noir lorsqu'on la pousse à un feu violent & soutenu, p. 22. Jetée en poussiere fine dans l'acide marin concentré , n'y fait aucune effervescence , mais lui communique une couleur citrine : quelques gouttes d'alkali phlogistique jetées alors sur l'acide , font précipiter le fer de la pouzzolane en bleu de Prusse très-éclatant & très-foncé. Cette même expérience a lieu sur le basalte & sur les autres laves colorées , p. 23. On peut enlever par ce procédé tout le principe ferrugineux colorant de la pouzzolane & des laves , p. 24. La pouzzolane a pour base une matiere vitrifiable, unie à une assez grande quantité de fer , p. 25. Doses & proportions dans les cimens de pouzzolane , p. 28. La manipulation en est très-facile, simple & point compliquée , *ibid.* Proportions & doses de pouzzolane pour la construction des ouvrages sous l'eau, p. 29. Maniere de faire des caisses d'essai pour éprouver certaines chaux avec la pouzzolane , p. 37. Composition du mortier de pouzzolane pour les grandes constructions dans la mer , p. 39. Pour les aqueducs , citernes , bassins , souterrains humides , p. 42. De la maniere d'employer la pouzzolane hors de l'eau, soit pour construire des terrasses à l'italienne , exposées à l'air , soit pour former dans les appartemens des carrelages en compartimens , qui ne

produiront jamais de poussière , & dont la solidité l'emporte de beaucoup sur les carrelages en briques , page 111. Des différentes espèces de pouzzolanes de France, particulièrement de celles du Vivarais, p. 100. Découverte de la mine de pouzzolane de la montagne de *Chenavari* en Vivarais , à une demi-lieue du Rhône , p. 103. Diverses épreuves sur la pouzzolane , faites au château de M. le marquis de Geoffre de Chabrignac, colonel en second du régiment de Barrois , pour des terrasses en plein air , pour des bassins , qui ont résisté aux froids les plus rigoureux de l'hiver & aux plus fortes chaleurs de l'été , p. 106. Expériences faites par ordre du ministre dans le port de Toulon , en présence de Messieurs les commissaires nommés dans un conseil de marine tenu à ce sujet sur les pouzzolanes du Vivarais , extrait du procès-verbal dressé à ce sujet , p. 107 , 108. Différentes Méthodes employées , pour suppléer à la pouzzolane , p. 57. Pouzzolane factice de Suède , dont l'invention est due à M. Baggé , de Gothenbourg , p. 52. Cette dernière est fabriquée avec un schiste noir ardoisé qu'on fait calciner deux fois, *ibid.*

R

RÉGÉNÉRATION. Phénomènes de la régénération de la chaux , p. 72.

ROMAINS. Manières dont les romains construisoient des môles dans la mer.

S

SAGE (M.). Belles expériences de ce savant chymiste sur la calcination de la pierre calcaire dans des vaisseaux lutés , p. 68. En plein air, *ibid.* Ce qu'il dit de la chaux vive , p. 69. son sentiment sur la pouzzolane , p. 21.

SÉNEQUE fait mention de la pouzzolane , p. 8.

SIGNINUM. Différence du *signinum* & du *cœmentum* des romains , p. 6.

SOUTERREINS. Ciment pour les souterreins humides , p. 42.

SUEDE. Pouzzolane factice [qu'on prépare en Suede , p. 51.

T

TERRASSE à l'italienne, manière de les construire en pouzzolane , p. 117.

TOULON. On voit dans ce port des ouvrages très-solides en pouzzolane , particulièrement à la vieille tour , p. 41.

V

VERBAL. Extrait du procès-verbal fait à Toulon par Messieurs les commissaires nommés pour examiner les pouzzolanes du Vivarais , p. 108. Autre procès-verbal contenant rapport d'architecte , fait par le vice-sénéchal de Montelimar , p. 122.

VITRUVÉ. Passage de cet auteur sur la pouzzolane , p. 4. En attribue très-justement l'origine aux feux souterreins, *ibid.* Célèbre ses propriétés pour la construction des môles dans la mer & pour les édifices ordinaires , *ibid.*

F I N.

RECHERCHES
S U R
LA POUZZOLANE.

AVIS DU LIBRAIRE.

CE traité sur la Pouzzolane est extrait du grand Ouvrage de M. FAUJAS DE SAINT-FOND, intitulé: *Recherches sur les Volcans éteints du Vivarais & du Velay, précédées d'un discours sur les Volcans brûlans, & de mémoires analytiques sur les Schorls, la Zéolite, le Basalte, la Pouzzolane, les laves & les différentes Substances qui s'y trouvent engagées, &c. &c.* un vol. grand in-fol^o., orné de vingt-une Planches.

C'est pour répondre aux desirs du Public que l'on s'est empressé de faire paroître ce Traité séparément & sous le format in-8^o., avant même la distribution des *Volcans éteints*, dont l'édition est entièrement achevée dans ce moment, & dont la livraison, qui n'a été retardée que par des opérations relatives à l'emploi de la pouzzolane, se fera décidément à la fin du mois de novembre de la présente année 1778.

L'on trouvera l'un & l'autre Ouvrages chez CUCHET, Imprimeur-Libraire à Grenoble; chez NYON, l'aîné, Libraire, rue Saint-Jean de Beauvais, à Paris, & chez les principaux Libraires de l'Europe.

RECHERCHES

S U R

LA POUZZOLANE,

SUR LA THÉORIE DE LA CHAUX

E T

SUR LA CAUSE DE LA DURETÉ DU MORTIER,

Avec la Composition de différens Cimens en Pouzzolane, & la maniere de les employer, tant pour les Bassins, Aqueducs, Réservoirs, Cîternes & autres Ouvrages dans l'eau, que pour les Terrasses, Bétons & autres Constructions en plein air.

Par M. FAUJAS DE SAINT-FOND.

*Puteolanus pulvis si aquam attigit saxum fit.
Seneq. natur. quæst. Lib. III.*

Prix 36 sols.



A G R E N O B L E ,

Chez J. CUCHET , Imp. Lib. de Mgr. le DUC D'ORLÉANS.

A P A R I S ,

Chez NYON l'aîné, Libraire, rue Saint-Jean de Beauvais;

M. DCC LXXVIII.

Avec Approbation & Privilege du Roi.

A MONSEIGNEUR
DE SARTINE,
MINISTRE ET SECRETAIRE D'ÉTAT
AU DÉPARTEMENT DE LA MARINE.

MONSEIGNEUR,

*LES recherches sur la pouzzolane devoient
paroître naturellement sous vos auspices ;
elles sont plutôt votre ouvrage que le mien :
attentif à tout ce qui peut intéresser le ser-*

vice du roi , Vous n'eutes pas plutôt appris la découverte de la pouzzolane en France , que des ordres furent donnés pour l'examiner & la comparer avec celle d'Italie , que nous étions forcés de tirer des environs de Naples , pour le service de nos ports de mer.

Je ne m'étois proposé dans mon ouvrage sur les volcans éteints du Vivarais & du Velay, que d'analyser cette substance sous des rapports chimiques , plus analogues à la science qu'à l'art utile des constructions. Heureux de pouvoir concourir à vos vues patriotiques , je m'appliquai dès-lors à faire une suite d'expériences sur cette terre , pour reconnoître les différentes manieres dont on pourroit en faire usage , soit pour les constructions sous l'eau , soit pour les terrasses & les autres ouvrages en plein air. Mon but fut sur-tout de simplifier les procédés pour les mettre à la portée de tout le monde. Si cet essai renferme donc quelques

vues utiles à l'état & au public , c'est à Vous seul que l'un & l'autre en seront redevables ; mais une chose que la postérité aura peut - être de la peine à se persuader, c'est que dans l'instant même où Vous deveniez le créateur de notre marine , où Vous faisiez sortir de nos ports des flottes formidables , qui n'y existoient pas dix mois auparavant , Vous ne dédaigniez pas d'entrer dans des détails minutieux , qui en économisant les deniers de l'état , nous mettoient sur la voie de nous passer de l'étranger. Ce ne sont-là ni des louanges ni des flatteries , ce sont des faits d'autant plus authentiques , que la victoire présidoit à vos opérations.

Je suis avec le plus profond respect ,

MONSEIGNEUR ,

Votre très-humble & très-obéissant
serviteur, FAUJAS DE SAINT-FOND.

APPROBATION.

J'AI lu par ordre de Mgr. le Garde des sceaux, les recherches sur l'emploi de la Pouzzolane, faisant partie de la description intéressante *des volcans du Vivarais*, par M. Faujas de Saint-Fond, auquel est due la découverte de cette matière, en France; ce physicien l'ayant annoncée à Mgr. de Sartine, ce Ministre fit faire à Toulon des expériences comparées avec la pouzzolane du Vivarais & celle d'Italie; le rapport des commissaires du conseil de la marine ayant constaté leur identité, ils en ont rendu un compte bien propre à faire honneur à la découverte de M. de Faujas, & la publication de cet ouvrage ne peut être que très-utile.

SAGE, Professeur Royal
de minéralogie.

A Paris, ce 26 août 1778.

*Le Privilege se trouve à la fin de l'Ouvrage des
Volcans éteints du Vivarais & du Velay.*



RECHERCHES

SUR LA POZZOLANE.

LA pouzzolane , propre à faire un ciment , dont la réputation s'est soutenue depuis des temps très-reculés jusqu'à nous , cette terre que les Romains , qui excelloient dans l'art de bâtir , avoient toujours regardée comme l'ame & la base de la solidité de leurs constructions , & que Vitruve reconnoissoit comme propre à opérer des choses admirables , *genus pulveris quod efficit naturaliter res admirandas* , méritoit sans doute d'être étudiée & mieux connue. Nous la tirons d'Italie & nous la trouvons dans

A

plusieurs de nos provinces. L'intérêt national, celui des particuliers, m'a engagé à faire quelques recherches sur cette substance utile, que nous possédons en France où elle est abondante & peut circuler facilement à l'aide de plusieurs grandes rivières. Quelle ressource pour la construction des grands ouvrages & des monuments publics, à la solidité desquels on ne sauroit trop apporter d'attention ! Quel avantage pour le citoyen en particulier qui pourra se procurer cette pouzzolane à un prix modique ! Si un objet d'utilité, reconnu & confirmé par plus de vingt siècles d'expériences, doit fixer l'attention du gouvernement, c'est sans contredit celui-ci.

On a vu de tout temps des personnes curieuses, rechercher l'origine des choses dans l'étymologie des mots ; cette manière singulière de s'instruire fit fortune dans quelques esprits, & dégénéra même en une espèce d'épidémie à certaines époques. Cette méthode, en général sujette à mille erreurs & à mille embarras, ne doit cependant pas être rejetée, sur-tout lorsqu'on fait en user avec sobriété. On a été curieux de savoir même assez ancienne-

ment , ce qui avoit pu donner lieu au nom de *pulvis puteolanus* (pouffiere , sable de Pouzzole , pouzzolane). Quelques écrivains , & entr'autres Philander , avoient imaginé qu'on ne nommoit cette terre *pulvis puteolanus* , que parce qu'il falloit ouvrir des puits , *putei* , pour la tirer ; mais cette foible étymologie , qui ne porte sur rien , ne sauroit se soutenir : voici des raisons qui décident la question. Un auteur du cinquieme siecle , Sidoine Apollinaire , évêque de Clermont , célébrant dans ses poésies la bonté & l'efficacité de la pouzzolane dans les constructions sous l'eau , nommé cette terre *pulvis Dicarchea* ^(a) ; or , nous savons par Pline que la ville de Pouzzole se nommoit très - anciennement *Δικαρχησια* , *Dicaerchia*. On voit donc par là que le *pulvis Dicarchea* de Sidoine Apollinaire , que le *pulvis puteolanus* de Vitruve & des au-

(a) *Porrigis ingentem spatiosis manibus urbem ,
Quam tamen Augustam populus facit itur in æquor
Molibus , & veteres tellus nova contrahit undas.
Namque Dicarcheæ translatus pulvis arenæ
Infractis solidatur aquis , durataque massa
Sustinet advectos peregrino in gurgite campos.
Sic te disposuam , spectantemque unaque portus ,
Vallatum pelago , terrarum commoda cingunt.*

teurs anciens, se rapporte directement à la terre de Pouzzole, à la pouzzolane, & que c'est cette ville où ce sable volcanique aura d'abord été employé, qui a donné très-anciennement son nom à cette terre.

Mais voyons à présent ce que Vitruve a dit de la pouzzolane; cet auteur célèbre a consacré une section entière pour examiner les qualités & l'origine de cette terre. Voici comment il s'exprime au chapitre 6 du livre II de son architecture : *il existe une espèce de poussière qui opère naturellement des choses admirables ; elle naît dans les pays de Baye & dans les champs qui sont autour du mont Vésuve. Cette poussière mêlée avec la chaux & la blocaille, non-seulement donne beaucoup de solidité aux édifices ordinaires , mais sert à construire des môles dans la mer , qui prennent la plus grande dureté dans l'eau ; il paroît que cette terre n'est telle qu'à cause qu'il existe sous ces montagnes & dans le territoire un grand nombre de fontaines bouillantes , qui ne sont ainsi échauffées que parce qu'il y a dans l'intérieur des feux ardens occasionnés par le soufre , l'alun ou le bitume ; la vapeur passant par les veines de la terre la rend légère ; il en naît un tuf dépouillé*

de toute humidité ; c'est pourquoi lorsque ces trois choses (a) produites par la véhémence du feu sont mêlées ensemble , à l'aide de l'eau , elles s'endurcissent bientôt, & font une masse que ni les flots de la mer ni l'action de l'eau ne peuvent dissoudre (b). Je me suis attaché à traduire le plus fi-

(a) Ces trois choses se rapportent à la pouzzolane, à la chaux & au tuf volcanisé.

(b) » Est etiam genus pulveris quod efficit natura-
 » liter res admirandas. Nascitur in regionibus Bajanis
 » & in agris municipiorum , quæ sunt circa Vesuvium
 » montem , quod commixtum cum calce & cæmento *
 » non modo cæteris ædificiis præstat firmitates , sed
 » etiam moles , quæ construuntur in mari , sub aquâ
 » solidefcunt ; hoc autem fieri hâc ratione videtur ,
 » quòd sub his montibus & terrâ ferventes sunt fontes
 » crebri , qui non essent si non in imò haberent aut
 » de sulphure , aut alumine , aut bitumine ardentes
 » maximos ignes : igitur penitus ignis & flammæ vapor
 » per intervenia permanans & ardens efficit levem eam
 » terram , & ibi qui nascitur tophus , exugens est & sine
 » liquore ; ergo cum tres res consimili ratione ,
 » ignis vehementiâ formatæ in unam pervenerint mix-
 » tionem , repente recepto liquore una cohærescunt ,
 » & celeriter humore duratæ solidantur , neque eas
 » fluctus , neque vis aquæ potest dissolvere. »

* Le mot *Cæmentum* mérite ici quelque attention ;

dellement & le plus littéralement qu'il m'a été possible, ce passage de Vitruve qui méritoit d'être

Il n'indique certainement point un ciment fait avec des tuiles ou des briques pulvérisées ; ce dernier étoit nommé par les Romains *signinum*, ainsi qu'on peut le voir dans Pline, livre XXXV, chap. 12. Tâchons de trouver sa véritable signification ; la chose n'est pas aisée : ce mot désigne en général toute sorte de pierres brutes & non taillées ; mais comme il y a des pierres de cette espèce d'un très-gros volume, d'autres moins considérables, & d'autres enfin très-petites, il faut tâcher, lorsqu'on le trouve employé dans les auteurs anciens, de découvrir le véritable sens qu'ils ont voulu y attacher. On est dans le cas de faire ici cette recherche, puisqu'il s'agit de reconnoître l'exactitude d'un procédé de l'art de bâtir des Romains. La chose est d'autant plus difficile, que Vitruve emploie ici le mot *cæmentum* sans épithète qui puisse en assurer la véritable signification, tandis que dans d'autres cas, il s'est conduit différemment. On voit en effet que cet auteur faisant mention, au chapitre 6 du livre VII, des éclats de marbre qu'on pile pour faire le stuc, les nomme *cæmenta marmorea*, d'où il est aisé de conclure que ce mot *cæmentum* n'a été mis ici en usage que pour désigner des recoupes, des blocailles de marbre qu'on pile pour faire le stuc ; je pars de ce point pour croire que *cæmentum* peut être employé quelquefois pour indiquer, non de grosses pierres brutes ou du moilon d'un gros volume, mais des éclats de pierre,

médité, ainsi qu'on verra par les notes que j'ai été dans le cas d'y faire : j'aurois voulu le transf-

de la blocaille , du cailloutage. Non-seulement le passage que je viens de citer en est la preuve , mais j'en trouve un second dans Vitruve qui vient encore à l'appui de mon sentiment ; c'est dans le chapitre 5 du livre I qu'est ce passage que voici ; l'architecte romain fait mention des *fondemens des murs & des tours*, & il s'énonce ainsi à ce sujet : » de ipso autem muro » quâ materia struatur aut perficiatur , idè non est » præfiniendum , quod in omnibus locis , quos optamus cupias , eas non possumus habere : sed ubi sunt » *saxa quadrata*, sive *filex*, sive *cæmentum* , aut coctus later , sive crudus his erit utendum. » Tous les commentateurs sont d'accord pour rendre le *saxa quadrata* par de gros quartiers de pierre non taillée, mais brute; le *filex* par de gros cailloux : le *cæmentum* venant ensuite & se trouvant en dernière ligne , paroît être relatif à des pierres d'un moindre volume que les cailloux. Je penserois donc qu'on devoit le regarder comme servant à désigner de la menue pierre, de la blocaille ; cette conséquence paroît d'autant plus naturelle , qu'elle devient applicable au cas présent, relativement au *cæmentum* qui doit être mêlé avec la chaux & la pouzzolane. On trouveroit alors chez les Romains un procédé qui se pratique encore de nos jours lorsqu'on fait du mortier de pouzzolane pour bâtir dans l'eau. On verra que dans le port de Toulon tous les ouvrages en pouzzolane construits dans la mer, ont du *cæmentum* fait avec de la recoupe de pierre calcaire.

mettre mot pour mot si notre langue avoit pu le permettre ; on doit , dans des objets de cette nature , chercher plutôt à rendre strictement la pensée de l'original , qu'à s'attacher à une diction élégante , qui éloigne souvent du véritable sens de l'auteur.

Pline le naturaliste & Sénèque (a) parlent de la pouzzolane , mais ils n'entrent pas dans un détail aussi intéressant que Vitruve , qui ne s'en tient pas à ce que nous venons de dire sur cette terre , & qui en fait mention encore dans un autre endroit que je rappellerai lorsqu'il en fera temps.

M. le chevalier Hamilton dans son savant ouvrage sur le Vésuve , n'a point négligé de parler de la pouzzolane ; il nous dit , à la page 58
du

(a) Pline s'exprime ainsi : *quis satis miretur , pulverem appellatum in puteolanis collibus opponi maris fluctibus ,mersumque protinus fieri lapidem unum inexpugnabilem undis & fortiozem quotidie utique si Cumano misceatur cemento.* Pline , lib XXXV , cap 13. Voici ce qu'en dit Sénèque , *natur. quæst. lib. III , puteolanus pulvis si aquam attigit saxum fit.*

du volume de ses lettres : » ce qu'il y a de plus
 » remarquable dans la composition du *tufa*,
 » me paroît être cette belle matière brûlée, ap-
 » pellée *pouzzolane*, dont les parties se lient
 » si parfaitement & sont si utiles employées
 » comme ciment, qualités reconnues par Vi-
 » truve, & qui ne peuvent se rencontrer que
 » dans les pays qui ont été travaillés par des
 » feux souterrains. »

Des lieux où l'on trouve de la Pouzzolane.

LES collines qui sont au pied du Vésuve & dans les environs de Naples, abondent en pouzzolane de différentes couleurs; les Italiens la nomment *terra Pozzolana*; il y en a de la brune & de la jaunâtre; il y a de la pouzzolane noire sur le Vésuve; la meilleure de cette couleur se tire de la *Torre dell'Anunziata*: on en trouve de la grise très-fine dans les environs de Pouzzole; il y a même quelques collines du voisinage qui en fournissent d'un gris blanchâtre, qui est mêlée de quelques parties alcalines qui font un peu d'effervescence avec les acides; la pouzzolane brune & jaunâtre est très - commune & se trouve dans presque toutes les parties

B

de l'Italie qui ont subi l'action des feux souterrains. L'état ecclésiastique renferme des pouzzolanes de différentes qualités; on y en trouve de la grise, de la jaunâtre, de la brune, de la rougeâtre : la meilleure des environs de Rome se prend dans la colline qui est à la droite de la *via Appia*, non loin du tombeau des deux Scipions. Cette pouzzolane qui est rougeâtre est une des meilleures. Les catacombes de Rome sont toutes creusées dans une espèce de pouzzolane d'un brun violet, parsemée de petits cristaux de schorl.

En France, l'Auvergne, le Velay, le Vivarais, les environs d'Agde, ceux de Toulon du côté d'Evenos, & les environs de la chartreuse de l'*Averne* en Provence, renferment de la pouzzolane de différentes qualités & de plusieurs couleurs : en un mot, on en trouve en général dans tous les pays où l'on voit des restes de volcans : c'est dans les environs des anciennes bouches & des cratères qu'il faut la chercher; il est vrai qu'elle n'est pas abondante par-tout, & qu'elle se rencontre souvent dans des lieux d'un accès difficile.

De quelle maniere se forme la Pouzzolane.

LA pouzzolane doit en général son origine aux débris graveleux de la lave poreuse ; ce n'est point une cendre ; les volcans qui ne fauroient être comparés aux incendies ordinaires , ne laissent point après eux , comme les matieres végétales ou animales , des traces de cendres : je fais cependant qu'on est en usage de donner le nom de cendres aux matieres brûlées & réduites en poussiere , élançées dans les airs par les explosions des volcans , aussi-bien qu'aux laves décomposées réduites en poudre fine ; mais depuis qu'on commence à voir avec des yeux plus attentifs , & qu'on apporte plus d'exactitude & de méthode dans l'étude de l'histoire naturelle , nous devons , en réformant des idées trompeuses , réformer aussi les mots qui servoient à les exprimer , & qui perpétuoient par là nos erreurs.

Il n'y a point de véritables cendres dans les volcans, je le répète; il n'y existe absolument que la matiere de la lave cuite , recuite , calcinée , réduite ou en scorie graveleuse , ou en poussiere fine ; ce que Vitruve a très-bien rendu par

penitus ignis & flammæ vapor per intervenia per-
manens & ardens efficit levem eam terram & ibi
qui nascitur tophus , exugens est & fine liquore.

Je vois dans Dion & dans quelques autres auteurs anciens , qu'ils n'emploient jamais le mot *cinis* pour désigner les matieres volcaniques en pouffiere ; ils se servent constamment du terme de *pulvis* qui est beaucoup plus convenable : mais comment imaginer que des nuages de pouffiere , élevés dans les airs , portés ensuite à plusieurs lieues , & tombant en forme de pluie , ne soient pas des cendres , tandis que cette pouffiere en a la couleur , & contient même quelquefois , comme nos cendres ordinaires , des substances salines.

Je vais tâcher de répondre à cette objection en hasardant rapidement quelques idées sur la théorie de la lave réduite en pouffiere , particulièrement sur celle qui est portée dans les airs & qu'on nomme cendre.

Les personnes qui observent les volcans avec attention n'ignorent pas que pendant le temps d'une forte éruption , on voit s'élever dans l'air des quantités prodigieuses de laves poreuses , d'écumes , de pierres-ponces jetées au loin par

les explosions ; mais la direction de ces matières étant verticale , une partie retombe ordinairement dans la bouche ou dans les environs de l'entonnoir : c'est ici un énorme canon chargé à mitraille , qui ne discontinue pas de tirer ; qu'on me passe cette foible comparaison . Il doit donc se former nécessairement des entassements immenses des scories ^(a) qui , retombant sans cesse sur elles-mêmes , & éprouvant l'action alternative & continue de l'air & du feu , doivent éclater , se heurter , se diviser , se réduire en sable ; d'autre part , les fumées acides & sulphureuses exerçant en même - temps toute leur action contre ces mêmes corps , les attaquent , les minent , les décomposent , les pulvérisent : il se forme alors des entassements qui comblent pour quelques temps une partie du gouffre enflammé : le feu ralenti & comme

(a) Il se forme quelquefois des monticules dans l'intérieur même des cratères . Le 15 décembre 1766 , M. Hamilton en observa un qui ne s'élevait pas au-dessus des bords de la bouche ; mais il augmenta tellement pendant l'éruption de 1767 . que le 15 octobre cette éminence formée par des entassements de laves poreuses , avait 185 pieds d'élévation .

étouffé n'en devient que plus formidable; il réunit toutes les forces , ébranle la montagne, rompt ses barrières, se développe en explosion, & se débarrassant avec fracas de ces monceaux de matières réduits en poudre , les élève dans le plus haut des airs où ils obscurcissent souvent la lumière & vont retomber au loin dispersés par le souffle des vents (a).

(a) On trouve dans presque toutes les relations des éruptions du Vésuve, que la poussière volcanique a été à des distances étonnantes ; Dion assure que pendant l'éruption qu'on éprouva sous Tite, *tantus fuit pulvis ut ab eo loco in Africam & Syriam & Ægyptum penetraverit*. Francesco Sorrata Spinola Galateo , dit que le 16 décembre 1631, le jour d'une grande éruption du Vésuve , la poussière tomboit comme une pluie, malgré le temps calme, à Lecce, éloigné de neuf journées de la montagne, que le ciel en étoit obscurci & que la terre en fut couverte de trois lignes ; que ce même jour une poussière d'une autre qualité tomba à Bari, ce qui alarma les habitans qui ne pouvoient rien concevoir à ce phénomène. Bulifon nous apprend des choses étonnantes à ce sujet ; mais comme tous ces détails peuvent être exagérés , entendons M. le chevalier Hamilton nous dire : » quelques gens dignes » de foi m'ont assuré qu'ils ont été témoins de la chute

Il arrive quelquefois que des matieres alkalines se subliment dans les crateres des volcans; l'acide sulphureux peut aussi s'y combiner avec le sel marin qu'entraînent les eaux de la mer qui s'ouvrent, dans certaines circonstances, des passages parmi les matieres enflammées : il arrive alors que les matieres volcaniques en poussiere contiennent quelques principes salins (a).

» des cendres pendant une éruption, à une distance
 » de plus de deux cents milles du Vésuve. L'abbé
 » Giulio Cesare Bracini, dans sa relation de l'éruption
 » du Vésuve en 1631, dit que la hauteur de la colonne
 » de fumée & de cendre, prise de Naples par
 » le quart de cercle, étoit au-delà de 30 milles. Quoique
 » des calculs si incertains méritent peu d'attention,
 » je suis néanmoins convaincu, parce que j'ai
 » remarqué moi-même, que dans des grandes éruptions
 » les cendres s'élèvent à une hauteur telle,
 » qu'elles peuvent rencontrer des caractères d'air
 » extraordinaires qui expliquent assez bien les longs
 » trajets qu'elles ont faits en si peu d'heures.» Observations
 » sur les volcans des deux-Siciles, par M. le chevalier
 » Hamilton, volume de discours, pages 28 & suiv.
 » aux notes.

(a) On lit dans plusieurs auteurs qui ont donné des détails sur l'éruption du Vésuve de 1660, qu'il

D'autres fois le feu après avoir réduit la lave en scorie , la vitrifie totalement & la divise en filets capillaires ; on a un exemple de cela dans le volcan de l'île de Bourbon , qui , en 1766 , fit une explosion qui couvrit la terre , dans un endroit nommé *l'Etang salé* , à six lieues du volcan , d'un verre capillaire , jaunâtre & brillant , en filamens minces & flexibles où l'on voyoit de distance en distance de petits globules vitreux.

Je n'entre dans tous ces détails que pour faire voir que loin de trouver ici une matiere de la nature des cendres, on n'y voit au contraire qu'une poussiere produite par une lave plus ou moins calcinée , plus ou moins divisée , quelquefois même convertie en un verre foyeux que l'air élève & fait retomber en filamens.

Ceci

tomba une poussiere qui avoit la forme de croix , ce qui fut regardé comme un prodige. Kircher, quoique fort crédule & amateur du merveilleux , donne cependant une assez bonne explication de ce phénomène dans un traité particulier, intitulé *de prodigiis crucibus* , &c. Rome , 1661. Il dit que cette espece de poussiere qui tomba depuis le 16 avril jusqu'au 15 octobre , étoit imprégnée d'un soufre nitreux.

Ceci n'est point étranger à notre sujet, & nous ramene naturellement à la maniere dont peuvent se former plusieurs pouzzolanes : c'est en observant avec beaucoup d'attention cette substance dans les differens endroits où on la trouve, & en examinant les différentes positions qu'elle occupe sur les lieux , qu'on peut conclure que la nature emploie plusieurs moyens pour convertir les laves en pouzzolane : je crois qu'on peut réduire les principaux aux suivans. 1°. Les laves poreuses se réduisant en sable ou se divisant en poussiere par les divers frottemens qu'elles éprouvent dans le cratere , ou subissant une calcination soutenue & sans fusion , deviennent friables & forment une excellente pouzzolane ; leur couleur est jaunâtre , grise, noire ou rougeâtre , en raison des différentes altérations que le principe ferrugineux qui s'y trouve contenu , a éprouvé.

2°. Les fumées acides sulphureuses frappant les laves les plus dures , les pénètrent , les attendrissent , changent leur couleur noire en rouge , & les convertissent en pouzzolanes ochreuses qui paroissent un peu argilleuses , mais qui n'en sont pas moins d'une très-bonne

C

qualité, ainsi que l'expérience le confirme : la couleur de celles-ci est ordinairement d'un rouge foncé assez vif ou jaunâtre. Il est quelquefois des vapeurs si actives dans certains volcans, que non-seulement elles amollient les laves, mais les dépouillant totalement de leur fer, les font passer à l'état d'une argille blanche : on voit ce phénomène à la *Solfatare*. Une telle substance seroit beaucoup trop altérée; la déperdition de la matière ferrugineuse lui enlèveroit la faculté de se fixer & de prendre un corps dans l'eau. *La propriété de la pouzzolane*, dit M. Ferber dans ses lettres sur la minéralogie de l'Italie, lui vient vraisemblablement de la vertu liante des particules ferrugineuses qu'elle contient. Voyez aussi la minéralogie de Cronstedt, édit. allem. de M. Brännich, page 47. *La chaux de fer*, dit M. le baron de Dietrich, a en général la propriété de lier les parties terrestres, car on remarque que les scories des fourneaux de fonte de fer font un très-bon effet dans les cimens. Quoi qu'il en soit, les Romains ont bien reconnu le bon usage de la pouzzolane; ils l'ont employée dans tous leurs mortiers quand ils ont pu s'en procurer; à son défaut, ils substituoient la brique rouge pilée,

qui étant aussi une terre vitrifiée un peu ferrugineuse , devoit la remplacer. Note de la page 179 des lettres de M. Ferber.

3°. Le basalte lui-même le plus compacte & le plus dur se trouvant exposé , dans certaines circonstances , à des vapeurs dont nous ne sommes point à portée d'étudier la nature dans le moment des éruptions , est converti lui-même en une pouzzolane rouge ou grise , douce au toucher , d'une très - bonne qualité. J'ai observé dans le Vivarais des bancs entiers de basalte convertis en pouzzolane rouge ; ces bancs ainsi décomposés étoient recouverts par d'autres bancs intacts & sains d'un basalte dur & noir ; on se tromperoit si on les regardoit comme une argille cuite & calcinée ; l'inspection des lieux & plusieurs autres circonstances démontrent que c'est un véritable basalte réduit en chaux & en partie déphlogistiqué, si je puis me servir ici de ce terme : on trouve même sur le plus haut de la montagne volcanique de *Chenavari* en Vivarais, & ailleurs dans le voisinage des cratères , le basalte décomposé attenant encore au basalte sain , & on peut suivre les gradations de la décomposition. J'ai parlé plus au

long, dans ma lettre à M. le chevalier Hamilton, du basalte passant à l'état de pouzzolane : je ne dois pas oublier de rappeler à cette occasion un phénomène intéressant, rapporté par ce savant, & qui peut répandre quelque lueur sur ce sujet. » J'ai souvent remarqué, dit le naturaliste anglois, sur le mont Vésuve, quand je me trouvois à côté d'une bouche d'où la lave sortoit, que la qualité de cette lave varioit de momens à autres ; je l'ai vu aussi fluide & aussi liquide que le verre en fusion, & je l'ai vu *farineuse*, les particules se séparant au moment de leur sortie, telles que la farine lorsqu'elle sort de dessous les meules. » Lettre à M. Maty, page 38, note a. Voilà un fait bien concluant pour la réduction des laves en chaux, dans l'intérieur même du foyer. Qu'on ne nous objecte pas que ces laves *farineuses* sont peut-être des matières pulvérulentes que le volcan rencontre dans l'intérieur de la terre, & qu'il vomit dans ses éruptions ; j'ai examiné plusieurs de ces laves farineuses, & je les ai toujours reconnu pour des déjections volcaniques réduites en chaux.

Je ne prétends pas au reste restreindre la na-

ture aux trois seuls moyens dont je viens de parler, pour la formation de la pouzzolane, dont la matiere primitive émane toujours des laves; nous sommes si peu avancés encore dans l'histoire des faits, nous savons si peu ce qui se passe dans les laboratoires de la nature, que nous devons avouer de bonne foi que la science n'est encore que dans son berceau. Je n'ai donc rapporté ici les trois circonstances où j'ai cru appercevoir le passage des laves poreuses & du basalte même, à l'état de pouzzolane, que parce que ce sont celles qui m'ont frappé le plus & qui m'ont paru les moins équivoques.

Analyse de la Pouzzolane.

JE vais d'abord rapporter ce que M. Sage dit de la pouzzolane, à la page 316 du tome I de ses *éléments de minéralogie* : le sentiment de cet habile chymiste vient si fort à l'appui de ce que j'ai avancé sur les laves & sur la pouzzolane, que j'ai cru devoir le rapporter ici tout au long. » La pouzzolane me paroît être une » espece de tufa, au moins celle qui est jaune » ou rougeâtre & qu'on trouve dans l'état ec-

» cléfiastique aux environs de Rome, & dans
 » d'autres parties de l'Italie ; on la transporte
 » à *Civita-Vecchia*, d'où on l'envoie en Suede,
 » en France, en Hollande & dans plusieurs
 » autres contrées de l'Europe pour en faire,
 » en l'uniffant avec de la chaux, un mortier
 » impénétrable à l'eau. Cette pouzzolane, ex-
 » pofée à un feu violent, éprouve les mêmes
 » altérations que le tufa d'*Herculanum* ; c'est-
 » à-dire, qu'elle fe réduit d'abord en une fco-
 » rie noire, cellulaire, & qu'enfuite elle forme
 » un émail noir. M. Cronftedt a placé la pouz-
 » zolane parmi les mines de fer, à caufe de
 » la portion de ce métal qu'elle contient, de
 » même que les bafaltes d'où elle tire fon ori-
 » gine. »

On voit que la pouzzolane fuit le fort de
 toutes les efpeces de laves plus ou moins altérées;
 c'eft-à-dire, que fi on l'expose à un feu violent,
 elle s'y réduit en fcorie & enfuite en émail noir.
 Les laves poreufes, brunes ou rouges, les la-
 ves compactes noires ou jaunâtres, en un mot,
 toutes les matieres volcaniques, de quelques
 climats qu'elles viennent, donnent toujours un
 verre lorsqu'on les foumet à un feu foutenu.

Voici une expérience fort simple qui prouve que la pouzzolane a la même identité que les laves : prenez deux gros de pouzzolane rouge ou d'un brun rougeâtre, ou de la noire ; réduisez-les en poudre fine & impalpable dans un mortier d'agate ou de verre ; faites la même opération sur de la lave poreuse ou compacte, sur du basalte en prisme ; prenez toutes les variétés des matières volcaniques , ayez soin qu'elles ne contiennent aucun corps étranger ; faites-en autant de lots séparés du même poids & bien étiquetés ; placez ces différentes poudres dans autant de verres ou de petits bocaux bien propres ; versez dessus six parties d'acide marin concentré, vous ne tarderez pas à voir l'acide prendre une couleur citrine ; décantez & versez alors la liqueur dans autant de verres séparés qu'il y a de différens lots ; prenez ensuite avec la pointe d'un petit tube de verre quelques gouttes de cet acide qui a passé sur les laves ; noyez-les dans un verre ordinaire plein d'eau de pluie ou d'eau distillée ; jetez-y deux ou trois gouttes de bon alkali phlogistique , & vous remarquerez sur le champ un beau précipité de bleu de Prusse.

La pouzzolane rouge , celle qui est d'un brun rougeâtre , le basalte & quelques laves poreuses fournissent les teintures les plus chargées & les plus fortes ; mais toutes les autres matieres donnent une belle couleur plus ou moins foncée en raison du plus ou du moins d'altération que le fer a éprouvé à l'époque des éruptions volcaniques. Versez encore sur la poudre qui est au fond de vos verres du nouvel acide marin ; laissez le tout en digestion pendant vingt - quatre heures ; l'acide s'imprégnera encore d'une couleur citrine ; décantez de nouveau ; mettez toujours en réserve la liqueur chargée des molécules ferrugineuses , & continuez cette manœuvre pendant plusieurs jours ; vous vous apercevrez alors qu'à mesure qu'un nouvel acide marin vient s'approprier le fer des laves , leur couleur s'affoiblit ; elles blanchissent. Si vous continuez quelque temps cette expérience qui , quoique très-facile en apparence , exige néanmoins beaucoup de patience & une certaine dextérité , vous viendrez à bout de décolorer entièrement vos matieres , qui vous offriront une substance blanche , homogène , de la nature du quartz en poudre. J'ai observé que si
cette

cette poussière, quoique déjà décolorée, n'a pas entièrement perdu tous ses principes ferrugineux, elle est toujours fusible & ressemble alors à une espèce de feld-spath pulvérulent : si au contraire on vient à bout d'en enlever tout le fer, cette poussière est alors de la nature du quartz pur & infusible. Si on veut savoir ensuite exactement la quantité de fer qu'on a extrait des laves par l'intermède de l'acide marin, l'opération sera facile par les lotions & les filtrations de l'acide qu'on a mis en réserve.

M. Sage est le premier qui m'a mis sur la voie de faire cette suite d'expériences ; il a fait un travail à peu-près semblable sur la lave noire du Vésuve, dont il rend compte à la page 323 du tome I de ses élémens de minéralogie.

Il résulte des expériences dont je viens de parler, & de plusieurs autres qu'il feroit trop long de rapporter ici :

1°. Que toutes les laves en général ont pour base une matière quartzreuse ou vitrifiable, unie avec beaucoup de fer, & que leur fusibilité n'est due qu'à ce même fer.

2°. Que le basalte est de toutes les matières volcaniques, celle qui est la plus intimement

D

liée & combinée avec les élémens ferrugineux; que le fer y est très-voisin de l'état métallique, & que c'est à cette cause qu'on peut attribuer la facilité qu'a le basalte de se fondre.

3°. Que les laves se trouvent plus ou moins altérées, soit dans leur dureté, leur contexture ou leur couleur, en raison des différentes modifications qu'a éprouvé le principe ferrugineux attaqué par les fumées volcaniques plus ou moins acides, plus ou moins imprégnées de phlogistique ou de substances salines fixes ou volatiles.

4°. Cette similitude dans le résultat de mes expériences sur les laves, annonce une identité parfaite dans la matière qui les compose toutes : donc les pouzzolanes, les tufa, les laves tendres, rouges, jaunâtres ou de différentes couleurs, les laves poreuses, les laves compactes sont les mêmes quant à leur essence, & ne diffèrent que par les modifications que le feu & les vapeurs qui s'en émanent, y ont occasionnées : donc si la matière ferrugineuse, comme il y a lieu de le croire, a le pouvoir de donner de la consistance & de la dureté aux corps avec lesquels elle s'unit, la substance qui en

contiendra le plus fera sans doute la plus féconde en principes propres à fournir ce lien , ce gluten invisible qui joint , qui resserre les molécules & produit ce que nous appelons la dureté : donc la pouzzolane rouge ou d'un brun rougeâtre étant une des productions volcaniques non-seulement la plus riche en fer , mais celle où ce minéral se trouve atténué & le plus à découvert , doit produire les effets les plus marqués en ce genre (a).

(a) Le basalte est à la vérité pour le moins aussi chargé de principes ferrugineux que la Pouzzolane , parce que c'est lui qui donne naissance à cette dernière ; mais comme le fer s'y trouve enchaîné par les liens d'une espèce de vitrification particulière & de l'essence du basalte , il ne pourroit être substitué à la pouzzolane qu'autant qu'on le diviserait en parties très-fines , & dès-lors cette pouzzolane factice seroit à peu-près aussi bonne que celle que la nature prépare ; mais il y auroit de grandes difficultés pour réduire en poudre un corps aussi dur ; cependant les Hollandois qui mettent tout à profit , ont eu l'industrie d'imaginer des moulins où ils réduisent en poussière le basalte en prismes & les laves poreuse dures , qu'ils vendent sous le nom de pouzzolane , & qui en effet en a toutes les qualités.

En voilà assez pour donner une idée de la pouzzolane; il est temps de passer à l'objet d'utilité qu'on en retire dans l'art de bâtir; c'est de quoi je vais m'occuper dans la division suivante.

D O S E S & Proportions dans les Cimens de Pouzzolane.

ON peut employer la pouzzolane dans l'eau ou hors de l'eau : quoique sa principale vertu, celle qu'on a toujours regardée comme la plus utile & la plus intéressante, soit relative à la propriété qu'elle a de prendre corps dans l'eau, & d'y former un ciment inattaquable aux flots, qui augmente même sans cesse de dureté, je ferai voir qu'on peut en tirer un parti très-avantageux dans la construction de plusieurs ouvrages exposés à toutes les intempéries de l'air.

La pouzzolane a cela d'agréable, que le ciment qu'on en forme n'exige absolument aucune manipulation difficile & compliquée; ce qui n'est certainement pas un petit avantage, car les personnes accoutumées à diriger des constructions, connoissent les peines qu'on a

de faire mettre en œuvre , d'une manière exacte , les pratiques souvent les plus simples ; on fait que pour peu qu'elles exigent de soin , les manœuvres s'en ennuiant , s'en dégoûtent & reviennent promptement à leurs premiers errements que l'habitude les a accoutumé à regarder toujours comme ce qu'il y a de mieux.

Ici le ciment ou le mortier , soit qu'on le destine à être employé sous l'eau ou en plein air , se fait comme tous les mortiers ordinaires , en mélangeant la chaux nouvellement éteinte avec la pouzzolane , le sable & les recoupes de pierre , lorsque le cas l'exige , dans les proportions que je vais indiquer , en y jetant de l'eau & en broyant le tout à la manière ordinaire , comme si on faisoit un mortier commun. On ne sauroit certainement rien voir de plus simple que ce procédé. Passons à des détails plus circonstanciés.

Proportions d'après Vitruve , dans la construction des Ouvrages sous l'eau.

JE vais rapporter ici une partie du passage du chapitre 12 du livre V de l'architecture de

Vitruve , qui a pour titre : *des ports & de la maçonnerie qui se fait dans l'eau*. Un double motif m'oblige de transcrire ici ce morceau intéressant ; on y verra d'abord la manière dont les Romains faisoient des môles & des ouvrages avancés dans la mer : on y trouvera en second lieu les proportions des trois matières qui servoient à former le mortier ou ciment dont ils faisoient usage dans cette occasion. » La » commodité des ports , dit Vitruve (a), est » une chose assez importante pour nous obliger à expliquer ici par quel art on les peut » rendre capables de mettre les vaisseaux à » couvert des tempêtes. Il n'y a rien de si aisé » quand la nature du lieu s'y rencontre favorable , & qu'il se trouve des hauteurs & des » promontoires qui s'avancent & laissent au » milieu un lieu naturellement courbé ; car il » n'y a qu'à faire autour du port des portiques, des arsenaux ou des passages pour » aller du port dans les marchés, avec des tours

(a) Je me sers ici de la traduction de Claude Perault. Voyez page 185 , édition de 1673.

» aux deux coins , qui soient jointes par une
 » chaîne que des machines soutiennent ; mais
 » si ce lieu n'est pas propre de foi pour couvrir
 » les vaisseaux & les défendre contre la tem-
 » pête, pourvu qu'il n'y ait point de riviere qui
 » incommode , & que la profondeur soit suf-
 » fisante d'un côté, il faut bâtir dans l'autre
 » côté un môle qui s'avance dans la mer &
 » qui en ferme le port.

» La maniere de bâtir le môle dans l'eau est
 » telle : il faut faire apporter de cette poudre
 » qui se trouve dans les lieux qui sont depuis
 » Cumes jusqu'au promontoire de Minerve ,
 » (de la pouzzolane) & la mêler en telle pro-
 » portion , qu'il y ait deux parties de poudre
 » sur une de chaux. Pour employer ce mor-
 » tier il faut , dans la place où l'on veut bâtir
 » le môle , planter dans la mer & bien affer-
 » mir des poteaux rainés & liés fermement en-
 » semble par de fortes pieces de bois ; ensuite
 » remplir les entre - deux avec des ais , après
 » avoir égalé le fond & ôté ce qui pourroit nuire.
 » Cela étant fait , la propriété de la poudre
 » dont il a été parlé ci-devant est telle ,
 » qu'il n'y aura qu'à jeter & entasser le mortier

» qui en sera fait ; & des pierres autant qu'il
 » en faudra pour emplir tout l'espace qui aura
 » été laissé pour le môle.

» Mais si l'agitation de la mer est si grande
 » que l'on ne puisse suffisamment arrêter ces
 » poteaux, il faudra bâtir dans la terre, même
 » au bord de la mer, *un massif* qui s'élève jus-
 » qu'au niveau de la terre, en sorte néanmoins
 » qu'il n'y en ait pas la moitié à niveau, parce
 » que l'autre partie qui est la plus proche de la
 » mer doit être en talus. Ensuite on bâtera,
 » tant du côté de l'eau que des deux côtés du
 » massif, des rebords d'environ 1 pied $\frac{1}{2}$ jusqu'à
 » la hauteur de la partie du massif qui est à ni-
 » veau, ainsi qu'il a été dit, & on emplira de
 » sable le creux du talus jusqu'au haut des re-
 » bords. Cette esplanade étant faite, on bâtera
 » dessus une masse de maçonnerie de la gran-
 » deur que l'on jugera suffisante, & l'ayant
 » laissé sécher du moins pendant deux mois,
 » on abattra les rebords qui soutiennent le sa-
 » ble qui, étant emporté par les vagues, lais-
 » sera tomber & glisser la masse dans la mer,
 » & par ce moyen on pourra peu à peu s'avan-
 » cer dans la mer autant qu'il sera nécessaire. »

Le

Le résultat de ce passage qui renferme des objets de détails fort curieux , est que lorsqu'on bâtit dans la mer , il faut que le mortier soit formé avec une portion de chaux & deux portions de pouzzolane : ce procédé , qui est en effet le meilleur , devroit faire règle constante par-tout ; cependant , par un principe d'économie mal entendu , on s'en écarte un peu dans les lieux où il faut apporter la pouzzolane de loin.

Il est absolument essentiel, lorsqu'on veut employer de la pouzzolane pour les constructions dans l'eau , de se procurer de la chaux vive. Je suis obligé de parler ici de la chaux : on ne nous a point encore donné des détails assez clairs & assez à portée de tout le monde sur cette matière qui mériterait les plus grandes recherches , & qui exigerait une suite d'expériences faites avec soin , rien n'intéressant autant la physique & les arts. Je ne jetterai ici , pour ainsi dire , qu'un coup d'œil général sur cette substance , mes occupations ne m'ayant pas encore permis de l'examiner dans un aussi grand détail que je l'aurois désiré.

E

De la Chaux.

ON divise ordinairement la chaux en *chaux vive* & en *chaux grasse*.

La *chaux vive* est celle qui est faite avec une qualité de pierre calcaire pure, faine, vive & crySTALLINE dans sa cassure, & qui tend à se rapprocher de la nature du spath calcaire : une telle chaux, lorsqu'elle est cuite à propos, a des qualités qui different de la chaux commune ordinaire, ou de la chaux grasse.

Voici ce que j'ai observé de plus particulier sur la *chaux vive* : 1°. Les pierres qui la forment, quoique cuites & calcinées au point d'avoir perdu la moitié de leur poids, sont néanmoins assez dures & assez sonores lorsqu'on les frappe.

2°. Lorsque cette chaux se trouve d'une bonne qualité, elle peut rester impunément un mois & même davantage à l'air, sans perdre considérablement de sa vertu, pourvu qu'elle ne soit pas dans un endroit humide ; elle pompe à la vérité les molécules aqueuses qui flottent dans l'air, se les approprie, se divise & tombe en poussière ; mais elle n'en fait pas

moins un très-bon mortier ; il vaut cependant toujours mieux , dans les constructions soignées , faire usage de la chaux nouvelle.

3°. La chaux vive , dissoute & fondue dans l'eau , doit être amalgamée sans retard avec le sable ; elle durceroit & feroit corps , quoique seule & malgré qu'elle fût humectée & qu'elle nageât même dans l'eau (a) ; mais une fois qu'elle est mêlée avec le sable , elle peut se conserver , en la tenant fraîche , quinze jours dans l'été & environ un mois dans l'hiver : on peut l'employer utilement alors , en l'humectant avec de l'eau , & en la broyant de nouveau.

4°. Cette chaux employée en mortier avec du sable non terreux , prend corps beaucoup plus promptement que la chaux commune , & forme des ouvrages d'une grande solidité.

La *chaux grasse* ou la chaux commune est celle qui est faite avec des pierres calcaires tendres , souvent un peu marneuses , qui contiennent quelquefois beaucoup de corps marins fossiles , ou celle qui ayant un grain rappro-

(a) Du moins certaine espèce comme celle de Montelimar.

ché de la meilleure pierre à chaux , se trouve néanmoins tellement chargée de principes gras ou d'acide volatil phlogistique , que l'eau a de la peine à en dissoudre les molécules ; ce qui est cause qu'on est obligé , avant d'employer une telle chaux , de la faire macérer longtemps dans l'eau , afin qu'à la longue cette matière gazeuse se décompose : *in maceratione diuturna* , a dit Vitruve , *liquore defervere coacta*. Aussi voyons - nous dans les anciennes loix romaines , qu'il étoit défendu aux entrepreneurs d'employer cette espèce de chaux , qu'ils nommoient *calx macerata* , chaux macérée , à moins qu'elle n'eût trois ans de fusion.

Il existe quelquefois dans l'intermédiaire différentes chaux qui tiennent le milieu entre la *chaux vive* & la *chaux grasse*. On comprend même combien il doit y avoir de nuances & de modifications différentes dans ce genre. Il n'y a presque point de pays où la chaux soit absolument égale & ressemble en tout à celle d'un autre pays ; ces différentes variétés ont été de tous les temps la cause que les personnes qui ont voulu donner des procédés strictes & généraux pour les doses de chaux dans plusieurs cimens qui

ont été imaginés depuis peu, ont presque tous jours échoué, & cela devoit être.

La chaux vive, d'une bonne qualité, est la seule qui puisse être utilement employée dans la fabrication du mortier de Pouzzolane, destiné à servir dans les constructions sous l'eau ; si on faisoit usage des chaux communes, je ne répondrois pas du succès, je le croirois même d'avance incertain ; il est cependant toujours bon de faire des essais, & voici une méthode simple pour procéder à des épreuves.

Prenez une mesure de chaux du pays dont vous voudrez faire l'essai, ayez attention qu'elle soit nouvelle ; faites-la détremper à la manière usitée du lieu ; joignez-y deux mesures de pouzzolane, une demi-mesure de gros sable non terreux ; si vous n'êtes pas à portée de vous procurer du sable de cette qualité, il vaut mieux s'en passer que d'employer du sable altéré ; joignez au tout deux mesures de recoupes de pierres ou de blocailles dont les plus gros fragmens n'excèdent pas la grandeur de la main ; faites soigneusement broyer le tout en employant de l'eau de rivière, de fontaine ou de puits, pourvu qu'elle ne soit pas chargée de

félenite. Votre mortier ainsi fait , laissez-le reposer l'espace de six heures ; jetez-le après ce temps-là dans une bonne & forte caisse percée dans tous les sens par des trous d'environ 3 ou 4 lignes de diamètre , afin de donner issue à l'eau ; que la caisse ait la grandeur convenable à la quantité de matière que vous voulez mettre en épreuve ; on peut en employer deux ou trois pieds cubes. Ayez attention non-seulement de remplir exactement la caisse , mais faites-y entrer avec force & à coups de marteau quelques pierres par dessus , de la grosseur environ du poing ; fermez alors votre caisse avec un couvert également percé , que vous fixerez avec de gros cloux ; descendez le tout dans une pièce d'eau , dans un puits , dans une mare ou dans une rivière où vous le laisserez en dépôt pendant trois mois : ce délai expiré , retirez la caisse , & si la chaux que vous avez employée se trouve bonne & convient à la pouzzolane , le mortier aura formé un corps dur , un ensemble de la plus grande solidité , que l'eau & le temps durcissent encore davantage.

Cette épreuve , aussi simple que peu dispendieuse , peut être de la plus grande utilité pour

faire des essais ; on pourra facilement connaître par là la qualité de la chaux du pays qu'on habite ; il est bon même de ne pas négliger cette épreuve , car j'ai vu quelques espèces de chaux assez médiocres en apparence & foibles , employées avec le sable , réussir parfaitement & prendre corps dans l'eau , lorsqu'on les unissoit avec la pouzzolane ; ce qui prouve combien cette substance tend à augmenter la qualité de la chaux.

Composition du mortier de Pouzzolane pour les grandes Constructions dans la mer.

Douze parties de pouzzolane.

Six parties de gros sable non terreux.

Neuf parties de chaux vive bien cuite.

Six portions de blocaille ou recoupe de pierre.

Préparation du mortier. 1°. On prend la quantité de chaux vive nouvellement cuite qu'on veut employer , on l'étend de gros en gros en rond , & on l'entoure d'une digue circulaire de pouzzolane pour retenir l'eau ; le gros sable , les recoupes de pierre doivent être prêtes , mesurées & sous la main.

2°. On jette d'abord sur la chaux de l'eau de fontaine , de rivière ou de puits , mais il faut que cette dernière ne soit point chargée de fé-lénite. Ayez attention, en versant l'eau, de la répandre par gradation & à plusieurs reprises, afin que la chaux s'échauffe lentement, mais fortement, & qu'elle puisse se diviser en molécules très-fines, cette méthode au reste est connue par tous les maçons expérimentés ; elle est essentielle ; *il ne faut pas noyer la chaux*, disent-ils, & ils ont raison.

3°. Dès que la chaux sera bien divisée, bien fondue & réduite en pâte laiteuse, il faut la mêler sur le champ avec la pouzzolane ; c'est-à-dire, que des ouvriers jetteront alternativement sur le monceau, de la pouzzolane & du gros sable, tandis que d'autres broyeront & gâcheront le tout avec foin.

4°. Cette opération faite, il faut rebroyer une seconde fois sur le champ le mortier, & y introduire les recoupes de pierre : pour que cet amalgame se fasse bien, il faut rendre la pâte liquide en y jetant un peu de nouvelle eau si la chose paroît nécessaire.

5°. Faites mettre le tout en tas, & laissez-le

le reposer en cet état pendant six heures ; on peut , après ce temps-là , en faire usage & employer ce gros mortier pour les constructions dans l'eau , soit par encaissement , par jetée , ou selon les différens procédés usités dans l'art de bâtir dans la mer ou dans les rivières.

Ce procédé se pratique depuis long-temps à Toulon , où l'on voit de très-grandes constructions dans la mer , soit à l'arsenal , soit au port.

La pouzzolane acquiert par le temps une si grande dureté dans l'eau , que j'ai vu dans un ancien bâtiment de Toulon , nommé *la vieille tour* , construit dans la mer , des murs en pierre de taille , que le sel marin & le coup des vagues ont usés & détruits ; les joints qui étoient en pouzzolane ont résisté , & sont d'une dureté extrême ; ils forment des bordures & des encadremens en saillie fort singuliers , qui indiquent jusqu'à quel point s'avançoient les paremens de ces pierres : rien n'annonce autant l'excellence de la pouzzolane. Ceci me rappelle ce que M. le chevalier Hamilton dit des blocs de maçonnerie en pouzzolane qui sont sur le rivage de Pouzzole ; la causticité du sel marin

F.

ne leur a pas porté la moindre atteinte ; & le frottement continuel des vagues , loin de les détruire & de les renverser , les a unis & polis comme des cailloux. Les restes de l'ancien môle de Pouzzole , nommé communément *le pont de Caligula* , résistent depuis des temps reculés à l'attaque journaliere des flots ; c'est à la pouzzolane à qui ils doivent cette inébranlable solidité.

Mortier pour les aqueducs , cîternes , bassins , souterrains humides , &c.

IL est nécessaire , pour des ouvrages de cette nature , d'avoir un mortier moins graveleux & plus propre à être égalisé ; en voici le procédé qui differe peu du premier.

Une mesure de chaux vive nouvellement cuite.

Deux mesures de pouzzolane.

Une mesure de sable de riviere , non terreux.

Comme la chaux vive d'un pays peut consommer plus de sable & plus de pouzzolane que celle d'un autre , les gens de l'art auront soin de se conformer à la qualité de la chaux du lieu ; c'est-à-dire , que si deux mesures de pouzzolane & une de sable formoient un mortier

trop gras , on devroit augmenter la dose de pouzzolane & de sable dans les mêmes proportions , jusqu'à ce que le mortier fût au point convenable ; si au contraire les doses que j'indique étoient trop fortes pour certaines qualités de chaux , on pourroit les diminuer : on comprend qu'il est impossible de donner à ce sujet des regles strictes & positives , qui puissent généralement convenir à tous les cas.

Je n'entrerai pas ici dans les détails déjà connus de la construction des bassins, & des autres différens ouvrages propres à recevoir l'eau : je dirai seulement que si on veut leur donner un degré de solidité à toute épreuve , il faut les bâtir entièrement en mortier de pouzzolane & en moilons , & à défaut de ceux-ci en gros cailloux. Lorsque la maçonnerie en sera achevée , faites jeter sur l'aire ou sur le plancher une couche de mortier d'environ 2 pouces $\frac{1}{2}$ ou 3 pouces d'épaisseur, qu'il faudra également lisser, battre & massiver avec un battoir dont le plateau doit avoir environ 1 pied de longueur sur 8 pouces de largeur (a).

(a) Cet instrument , très-simple & très-aisé à façonner , se fait avec un plateau en bois de noyer ,

Vous ferez crépir également tout le tour du bassin avec une couche moins épaisse, qu'on unira soigneusement avec la truelle, en revenant à cette opération à plusieurs reprises, & en appuyant fortement cet instrument, dès que la matière commencera à prendre de la consistance : enfin lorsque le ciment sera assez dur pour repousser le battoir, vous remplirez le bassin d'eau, quoiqu'il ne soit pas encore sec; la chose est nécessaire & essentielle pour la bonté de l'ouvrage : il faut avoir attention seulement, en faisant entrer l'eau dans le bassin, de prendre des précautions pour qu'en tombant elle ne dégrade pas le plancher encore tendre; mais il est aisé de parer à cet inconvénient. C'est en s'y prenant de cette manière, qu'on réussira à faire un ouvrage qui ne laissera jamais perdre une goutte d'eau, qui acquerra avec le temps une dureté & une solidité inébranlable,

qui doit avoir au moins 2 pouces & demi d'épaisseur, pour que l'humidité continuelle ne le fasse pas déjeter, & qu'il puisse rester toujours égal; il doit être emmanché perpendiculairement avec un liteau de même bois, implanté au milieu d'une des grandes faces.

& résistera aux gelées les plus fortes & les plus soutenues.

Si au lieu de faire la totalité des bassins en pouzzolane, on étoit à portée de se procurer à meilleur compte des pierres de taille impénétrables à l'eau , & propres à résister aux gelées , ce motif d'économie pourroit faire donner la préférence à ces dernières ; mais il feroit toujours important de fermer les joints avec du mortier de pouzzolane. Il faudroit au reste être dans des pays bien retirés , pour que la pierre de taille pût y revenir à meilleur compte que la pouzzolane : en général cette substance volcanique doit faire un objet d'économie au moins de la moitié sur la pierre de taille.

Je n'ai point encore parlé du couronnement des bassins : si on veut les faire en pierre de taille , il faudra les cimenter avec du mortier de pouzzolane ; mais il est bon de se procurer une pierre d'une excellente qualité , car rien n'est aussi désagréable & aussi défectueux dans les jardins que le tour d'un bassin , lorsqu'il est écaillé & dégradé par les gelées. Si on veut éviter cet inconvénient & diminuer la dépense au moins de la moitié , il faut simplement employer

du mortier de pouzzolane , & en jeter un b^eton sur le mur du bassin , d'une épaisseur environ de 3 pouces , & le massiver de la même manière que le fond du bassin , en ayant soin , dès qu'il repoussera le battoir , de le couvrir de paille , que vous tiendrez journellement humectée , en l'arrosant de temps en temps pendant environ un mois & demi : cette partie se trouvant hors de l'eau , on doit prendre la précaution que j'indique pour éviter les gerçures & même l'action des gelées , car rien n'est si sujet à se détruire & à s'exfolier qu'une partie de maçonnerie exposée alternativement à l'humidité , à la chaleur & à toutes les injures de l'air : mais si la couverture de votre bassin est à l'abri du vent & du soleil pendant environ un mois & demi , elle aura acquis une partie de sa solidité , & elle sera dès-lors à l'abri de tout danger.

Je dois observer ici que si on est dans le cas de construire un bassin en plain air , dans le temps des grandes chaleurs de l'été , comme la dessication du mortier se fait d'une manière très-rapide , il est essentiel de battre & de massiver sans relâche le plancher jusqu'à ce qu'il

ait acquis la consistance nécessaire. Il faut aussi lasser continuellement le tour des murs avec la truelle , pour éviter les gerçures & les fentes que l'ardeur du soleil ne manqueroit pas d'occasionner: si la chaleur étoit même extrêmement forte, il seroit nécessaire d'arroser de temps en temps l'ouvrage , qui acquerra de la dureté en très-peu de jours. J'ai vu dans un cas pareil un très-grand bassin qu'on crépissoit , être en état de recevoir l'eau le troisième jour. En général cependant il ne faut pas choisir le temps des chaleurs pour les ouvrages en maçonnerie; les travaux du printemps & de l'automne sont toujours plus solides & mieux conditionnés.

Les procédés que je viens de rapporter ici sont applicables aux citernes , aux aqueducs , aux souterrains humides , & en général à tous les ouvrages exposés à l'eau. C'est là le vrai triomphe de la pouzzolane. Les épreuves réussissent toujours constamment , pour peu que la chaux vive soit bonne.

*Différentes méthodes employées pour
suppléer à la Pouzzolane.*

On a tellement senti de tous les temps l'u-

rité de la pouzzolane , particulièrement pour la solidité des constructions dans l'eau , que les personnes qui n'ont pas été à portée de s'en procurer , ont tâché de lui substituer des matieres qui s'en rapprochoient ; les unes ont fait usage des scories des fournaux , de certains laitiers, de mâche-fer ; d'autres de différentes matieres plus ou moins calcinées , & le plus grand nombre en général de briques ou de tuiles pulvérisées.

Il n'est pas douteux que ces substances maniées par le feu , ne soient très-propres à donner plus de consistance & plus de solidité aux ouvrages exposés à l'humidité , que le simple sable quartzeux ; mais la différence entre la propriété de la brique pilée & de la pouzzolane est grande.

Il est assez généralement reçu que les Romains employoient dans leur ciment de la brique pulvérisée ; on en a souvent jugé par la couleur : or, la plupart de ces cimens , dit-on , ont résisté à un laps de temps de quinze ou dix-huit siècles : donc , a-t-on conclu , rien n'est aussi utile , rien n'est aussi propre à résister au temps qu'un ciment , qu'un mortier fait avec de la brique réduite en poudre. J'ai été dans le cas de faire
à

à ce sujet des recherches assez suivies sur certains cimens rouges des anciens. Je possède une collection assez nombreuse de différens échantillons venus d'Italie & des environs de Rome , détachés de plusieurs monumens antiques ; mais je me suis apperçu , en les examinant avec soin , que la plus grande partie est fabriquée avec de la véritable pouzzolane rouge & non avec de la brique pilée. On en juge facilement par les petits globules de lave poreuse , & par les points de schorl noir qu'on y remarque pour l'ordinaire encore : j'ai trouvé de pareils échantillons en France , dans les environs de Vienne , à Orange & à Nîmes , & j'ai reconnu qu'ils étoient faits également avec de la pouzzolane. J'en ai observé à la vérité quelques-uns pétris avec de la brique pilée ; mais ces derniers étoient toujours friables & tendres , & avoient perdu leur consistance , tandis que les cimens faits en pouzzolane , n'ont rien perdu de leur dureté , particulièrement ceux qui se trouvent dans la terre , & qui sont exposés à l'humidité.

Mon intention n'est certainement pas ici de dégoûter les constructeurs de faire usage de la brique pilée , qui produit toujours un bon effet

G

dans le ciment ; mais toutes les fois qu'on pourra se procurer de la pouzzolane , il ne faut pas balancer à la préférer.

De tous les procédés propres à imiter la pouzzolane , je n'en trouve point de si ingénieux que celui qu'a imaginé un suédois , pour fabriquer une pouzzolane factice , devenue très-utile à sa patrie , en ce que , outre qu'elle remplit à peu-près le même objet que celle d'Italie , elle revient encore à un prix moins cher , à cause de l'éloignement & du transport de celle de Pouzzole , & qu'elle empêche la sortie de l'argent hors de ce royaume , ce qui n'est pas un des moindres avantages que puisse procurer cette découverte due à M. Baggé , de Gothenbourg. Voici la manière de faire cette pouzzolane ; j'en dois la recette à la complaisance de M. Escalier , commissaire de la marine , qui a été envoyé très-utilement & en excellent observateur dans cette partie du nord. Non-seulement il a eu la complaisance de me communiquer l'observation qu'il a faite à ce sujet , extraite du journal de son voyage ; mais il a joint encore à cette honnêteté les deux échantillons de cette pouzzolane qu'il avoit ap-

portés de Suède , dont l'un consiste en la pouzzolane toute préparée , & l'autre en la matiere premiere qui sert à la former : voici cette notice intéressante.

» La difficulté du transport & la cherté de
 » la pouzzolane que nous employons pour ci-
 » menter les maçonneries hydrauliques , a
 » exercé l'imagination d'un suédois ingénieux ,
 » pour trouver à la remplacer par artifice : il a
 » considéré que cette terre que l'on tire d'Ita-
 » lie y a été travaillée & cuite par l'effet d'un
 » volcan , & qu'il étoit possible (en trouvant
 » une matiere semblable à celle sur laquelle la
 » nature a opéré dans ce pays-là ,) de la cuire
 » & de la fabriquer en pouzzolane par une
 » opération analogue à celle de la nature. Il a
 » été assez heureux pour trouver auprès de
 » *Wennersborg* , une pierre noire & dure ,
 » dont j'ai montré un fragment à M. Guettard ,
 » qui m'a dit que c'étoit de l'ardoise dure , &
 » qu'il s'en trouvoit en France : cette pierre
 » se cuit dans des fours à peu près à la ma-
 » niere de la chaux ; à la premiere cuisson elle
 » devient rougeâtre , gardant sa consistance
 » & sa dureté ; mais en la cuisant une se-

» condé fois , elle se résoud en une espece
 » de pâte qui se met facilement en poudre , en
 » la passant sous des pierres à meule, tournées
 » par des chevaux , à la maniere de nos mou-
 » lins à olives. On m'a assuré que cette prépa-
 » ration avoit toutes les qualités de la pouzzo-
 » lane , à laquelle elle ressemble parfaitement ,
 » & on s'en fert comme telle avec tous les suc-
 » cès possibles , dans les bassins & écluses que
 » l'on fait dans ce voisinage , pour franchir les
 » cascades de *Trollæta*.

» Cette invention est due à M. Baggé , de
 » Gothenbourg. »

J'ai examiné soigneusement la pierre noire dont on fait cette pouzzolane ; elle n'est autre chose qu'une véritable ardoise dure , très-pure , ne faisant pas la moindre effervescence avec les acides , & paroissant se diviser en feuillets assez épais , à en juger par l'échantillon qu'a eu la bonté de me donner M. Escalier , lorsque j'eus l'honneur de le voir à Toulon , où M. de Sartine , ministre & secrétaire d'état au département de la marine , m'avoit envoyé pour faire mettre en épreuves les pouzzolanes que j'avois découvertes dans le Vivarais. Cette même espece

d'ardoise se trouve en plusieurs endroits de la France ; j'en ai vu dans les Alpes & ailleurs.

Comme on est obligé de calciner deux fois cette pierre en Suede, cette opération doit consommer beaucoup de bois, & rendre cette pouzzolane factice chère : on pourroit donc demander la raison pourquoi, dans un pays où l'argile ne doit pas être rare, on ne préfère pas la brique pulvérisée, qui coûteroit le double moins, puisque l'extraction en seroit beaucoup plus facile, & qu'on se trouveroit dispensé de la faire cuire deux fois. Cette première idée s'est d'abord présentée à moi ; mais ayant analysé cette pouzzolane de M. Baggé, j'ai reconnu qu'elle étoit chargée d'une très-grande quantité de molécules ferrugineuses, que le feu convertit en une espece de chaux d'un brun rougeâtre ; j'y en ai trouvé presque autant que dans la pouzzolane d'Italie, & que dans celle du Vivarais : c'est certainement à cette abondance de principes métalliques qu'est due la propriété qu'a cette matiere de se rapprocher par ses effets des pouzzolanes volcaniques.

Il ne faut pas se persuader au reste que le schiste ardoisé de Suede étant calciné, ait la

même apparence extérieure & la même texture que la pouzzolane ordinaire : cette dernière est poreuse & remarquable par de petits grains de schorl noir qu'on y voit briller : on voit d'ailleurs qu'elle est le produit d'un feu d'une nature bien différente , tandis que la pouzzolane de Suede ressemble à une pierre terreuse , d'un brun rougeâtre , compacte & nullement poreuse.

Il feroit donc difficile d'après cela de tirer la moindre induction sur l'espece & la qualité des pierres primitives qui servent à former les laves & les pouzzolanes volcaniques; ce qui auroit pu être une conclusion bien intéressante du mémoire de M. Baggé; mais cette ardoise noire donne , par la calcination , un produit si différent des véritables matieres volcanifées , qu'on auroit tort de croire que les volcans opèrent sur des productions de cette nature pour en former des laves.

Conjectures sur la théorie de la dureté du Mortier.

LE meilleur mortier , celui qui est fait avec une chaux vive de bonne qualité , n'a pas en-

core acquis son dernier degré de dureté au bout de trente ans , disent journellement les maçons consommés dans la pratique des bâtimens : c'est en démolissant des maisons plus ou moins anciennes , qu'ils ont été à portée de faire souvent cette observation : les maisons les plus ordinaires , ajoutent-ils , celles qui ont été bâties avec des matériaux communs & avec un mortier médiocre , ont des murs peu solides , friables & faciles à abattre ; mais les murs de ces mêmes bâtimens , qui se trouvent dans les fondations , étant à l'abri de l'air , & éprouvant une humidité constante , deviennent à la longue de la plus grande dureté , tandis que ceux qui sont au niveau de terre , se trouvant exposés à l'action alternative d'un air sec & d'un air humide , souffrent le plus & tombent en éclat & en pourriture.

J'ai souvent réfléchi sur les causes qui pouvoient occasionner des modifications si différentes dans un même mur , ce qui m'a engagé à faire quelques recherches suivies à ce sujet : je vais donc hasarder à cette occasion quelques conjectures qui ont pour but l'utilité publique & l'avantage des particuliers. Je ferai

trop récompensé si je puis mettre sur la voie de perfectionner un art aussi nécessaire & aussi utile que celui de bâtir. Je me suis principalement attaché à étudier & à suivre les procédés de la nature. Ils sont unis, peu compliqués, simples comme elle ; & si en voulant la copier, nous nous écartons si souvent de notre modèle, nous sommes bien excusables ; le temps nous manque , & nous sommes pressés de jouir.

Je vais poser ici quelques principes préliminaires , dont il est essentiel que je donne la notice , afin que les naturalistes , les physiciens & les autres personnes instruites qui liront ces recherches , sachent de quel point je suis parti : c'est pour me rendre plus clair & plus méthodique que j'adopterai l'ordre qui suit.

» 1°. Le spath calcaire blanc , transparent ,
 » dit un de nos habiles chymistes , doit être
 » considéré comme la pierre calcaire la plus
 » pure ; il se dissout entièrement dans l'acide ni-
 » treux , décrépite lorsqu'on l'expose au feu ,
 » & produit par la calcination l'une des meil-
 » leures chaux connues. La bonne qualité de
 » la chaux dépend en partie de la pureté de
 » la pierre qu'on calcine ; la chaux qu'on obtient
 » du

» du marbre blanc & du marbre noir est préférable à celle de la pierre à chaux commune ,
 » & celle de la pierre à chaux vaut mieux que
 » celle qu'on feroit avec la craie. » M. Sage ,
élémens de minéralogie , tome I , pag. 143.

2°. La solidité & la dureté de la pierre calcaire doivent être , selon toutes les apparences , attribuées à une espèce de crySTALLISATION. Voyez avec la loupe le marbre le plus pur , vous y découvrez des lames , des éclats vitreux , qui annoncent une crySTALLISATION spathique , plus ou moins confuse , soit en raison des corps intermédiaires qui ont intercepté le rapprochement des molécules , soit parce que l'opération s'est faite d'une manière trop précipitée.

3°. La pierre calcaire calcinée perd environ la moitié de son poids ; l'eau de la crySTALLISATION est enlevée par le feu ; la matière grasse est brûlée ; la pierre devient tendre & acquiert la plus grande aptitude à s'emparer des molécules humides de l'air ; l'eau y est bientôt absorbée ; une chaleur forte se manifeste ; la chaux se dilate & tombe en poussière.

4°. Cette poussière de chaux qui est le produit de la calcination , ne peut regagner une

H

partie de sa dureté que par un nouveau rapprochement des molécules , que par une nouvelle réunion des parties , en un mot , que par une nouvelle crySTALLISATION opérée à l'aide d'un liquide.

5°. Ce liquide est l'eau la plus pure & la moins chargée de corps étrangers ; la chaux y devient soluble , elle s'y fond , elle s'y dissout avec facilité ; dès-lors la superficie de cette eau se couvre de petits cristaux feuilletés , qu'on a nommés improprement *crème de chaux* ; ces petites lames sont les véritables élémens de la pierre calcaire , qui se revivifient ; ce n'est plus de la chaux , c'est un spath calcaire régénéré.

6°. » Lorsqu'on distille de la pierre calcaire
 » dans une cornue de verre , dit M. Sage , *élé-*
 » *mens de minéralogie* , tome I , pag. 121 , il se
 » dégage un acide volatil surchargé de phlogis-
 » tique ; cet acide , fourni par la décomposi-
 » tion de la matière grasse contenue dans la
 » pierre calcaire (*a*) , est réduit en vapeurs si
 » expensibles par le moyen du feu , que si l'on

(*a*) Si l'on fond du *minium* avec six parties de terre calcaire , une portion de cette chaux se revivifie.

» n'avoit pas soin de les coercer par un alkali ;
 » elles romproient les vaisseaux qu'on auroit
 » lutés avec trop de soin ; mais lorsqu'on a mis
 » de l'alkali dans le récipient , on ne court au-
 » cun danger ; l'acide devenu libre , se com-
 » bine immédiatement avec lui pour former un
 » sel qui crystallise en cubes , & semblable à
 » celui dont j'ai parlé dans mon analyse des
 » bleds , sous le nom de *sel marin volatil*. Si au
 » lieu de récipient dont je viens de parler , on
 » fait usage de l'appareil chymicopneumatique
 » de Halles , on apperçoit un déplacement
 » d'eau très-considérable , ce qui a fait croire
 » à plusieurs physiciens que c'étoit de l'air qui
 » se dégageoit ; de là le nom d'*air fixe* donné
 » à un acide volatil qui n'est point de l'air & n'en
 » contient point : cette opinion née en Angle-
 » terre , a depuis été adoptée par quelques Fran-
 » çois.

» Cet acide volatil, surchargé de phlogisti-
 » que , est plus pesant que l'air , & le déplace
 » au point que je crois pouvoir avancer que par-
 » tout où cet acide se rencontre en certaine
 » quantité, l'espace qu'il occupe est privé d'air.
 » L'expérience m'a convaincu que dans l'at-

» mosphere de la cuve où fermente la biere
 » & où s'éteint une lumiere par la présence
 » d'un acide volatil analogue à celui dont je
 » parle , il n'y a point d'air , quoiqu'on ait pré-
 » tendu le contraire : on peut s'assurer en un
 » instant qu'il s'y trouve un acide , en introdui-
 » sant dans cet athmosphere de la teinture de
 » tournesol , puisqu'elle y rougit aussi-tôt ; de
 » plus , si l'on y introduit un bocal avec de
 » l'esprit alkali volatil saturé à froid , on ob-
 » tient des crystaux d'une espece de sel ammo-
 » niac dont j'ai parlé dans mes mémoires de
 » chymie , pages 96 & suiv. »

Sans entrer ici dans la question aussi délicate qu'épineuse , relative à cette vapeur , à cette émanation que M. Sage nomme acide volatil , que d'autres appellent du nom de *gas*, d'*air fixe* , &c. je me bornerai à dire qu'il s'élève de la pierre calcaire , par la calcination , une vapeur acide , qui étant séparée de la pierre , lui fait perdre sa dureté , sa consistance. Si je soumets également un morceau de pierre calcaire à l'action de l'acide nitreux , il s'en dégage une grande quantité de vapeurs à peu près semblables. Cette vapeur acide , cet acide volatil feroit - il

le principe de l'adhésion & de la dureté des corps ? feroit - ce un tel menstrue qui auroit la faculté de communiquer à l'eau qui en feroit imprégnée , la propriété de dissoudre , non-seulement les pierres , mais la plupart des matières métalliques ?

Si la chose est ainsi , (& une foule d'expériences nouvelles , particulièrement celles que M. Achard , chymiste , de l'académie de Berlin , a communiquées au mois de janvier dernier au prince de Gallitzin , tendent à la confirmer de plus en plus) on pourroit se former quelques idées raisonnables sur la théorie de la dureté de certains corps , particulièrement sur celle des matières calcaires : en effet , en considérant une pierre calcaire comme formée à l'aide d'une eau fortement chargée de cet acide , ne feroit-on pas fondé de conjecturer que par l'intermède du fluide aqueux , cet acide volatil s'est combiné avec la substance alcaline , avec la matière absorbante calcaire , pour former avec elle une espèce de substance neutre , une espèce de crystal pierreux , dont les molécules , en s'unissant plus ou moins rapidement , ont formé une pierre calcaire commune , un marbre ou un spath rhomboïdal.

S'il étoit permis de comparer les chaux calcaires avec les chaux métalliques, on pourroit peut-être en tirer des inductions, y découvrir quelques rapports qui tendroient à jeter du jour sur un sujet si délicat & si difficile à bien faire.

Je dirois, par exemple, cette modification du principe igné, qui est lumière dans l'air, électricité dans la foudre, phlogistique dans les métaux, qui brûle, qui détruit tout en se développant dans la combustion, tandis qu'il se laisse approcher, qu'il se laisse manier sous certaine enveloppe (*a*); qui, sous la forme d'un liquide trompeur & avec tous les caractères apparens de l'eau, produit tous les ravages du feu dans certains acides (*b*); en un mot, ce Protée étonnant qui fait se diviser, se modifier à l'infini; qui s'alliant à l'eau, lui donne la fluidité; qui s'introduisant dans les végétaux, y circule avec la sève qui donne la vie aux animaux, les soutient, les anime; je dirois, en un mot, c'est ce principe, c'est cet agent universel qui doit être sans

(*a*) Dans le soufre, la poudre à canon, &c.

(*b*) Tels que l'acide vitriolique concentré, l'acide marin, &c.

cesse l'objet des spéculations & des recherches du naturaliste & du physicien.

Cherchons donc dans le feu , ou dans la diversité de ses modifications , le principe de la dureté des corps ; mais comparons auparavant les chaux métalliques avec les chaux calcaires.

Un métal tel que l'étain , le cuivre , l'argent , &c. qui a une consistance & une dureté qui lui est propre & relative , soumis à l'action d'un acide , fait effervescence , perd son brillant , sa dureté , & se réduit en une poussière qu'on nomme *chaux métallique*. La couleur de cette chaux est toujours analogue à la qualité du métal.

La pierre calcaire , soumise également à l'action de l'acide , fait effervescence , perd son adhésion , sa dureté , & se convertit en une poussière fine qu'on appelle *chaux calcaire*.

Les matières métalliques , soumises à un feu violent & soutenu , s'y fondent , s'y calcinent , perdent peu à peu leur éclat , & s'y réduisent en *chaux* : la calcination commence toujours vers les parties qui se trouvent en contact immédiat avec l'air , ce qui feroit croire , ou que la violence du feu pousse le principe acide volatil vers les parties extérieures , ou que ce même

acide volatil , phlogistique, se trouvant presque à nud par l'effet de l'incandescence , l'air extérieur a le pouvoir de s'en emparer : en un mot, cette calcination , de quelle maniere qu'elle s'opère , se fait plus ou moins promptement , en raison du plus ou moins d'adhérence & de combinaison de ce principe igné avec les molécules métalliques.

La matiere calcaire la plus dure , exposée à un feu soutenu , perd d'abord , non-seulement une grande partie de l'eau qui entroit comme principe constitutif dans sa cristallisation , mais encore une portion de l'acide volatil qui lui servoit de lien. Les matieres calcaires sont plutôt ou plus tard converties en chaux , en raison du plus ou du moins d'adhérence & d'abondance de ce même principe.

Les matieres métalliques exposées à la calcination dans des cornues de verre lutées , ne s'y réduisent point en chaux.

Les pierres calcaires mises également dans des cornues , hermétiquement fermées , n'y passent point à l'état de chaux. *

* Voyez
la note des
pages 67
& 68.

La chaux des matieres métalliques se revivifie à l'aide du principe inflammable ; tiré du charbon

charbon ou des différentes matières combustibles, & le métal paroît sous sa forme primitive. Cette régénération qui a lieu ici par la voie sèche, ne peut s'effectuer pour la matière calcaire que par la voie humide, la chose est naturelle, la chaux ne se revivifie qu'en se cristallisant par l'intermède d'un liquide; mais il faut toujours que ce liquide s'impregne de la vapeur de l'acide volatil : une telle eau revivifieroit également à la longue les chaux métalliques, c'est ainsi qu'en agit la nature dans ses laboratoires souterrains; car faisons attention que les métaux lorsque nous les avons purifiés dans nos usines pour les rendre malléables, sont plutôt l'ouvrage de l'art que celui de la nature : nous profitons de mille combinaisons, de mille ressources pour accélérer notre jouissance. Les métaux, osons le dire, n'ont pas été faits pour l'homme, puisqu'ils se trouvent pour l'ordinaire cachés à sa vue & ensevelis à des profondeurs extraordinaires, d'où la cupidité les a retirés, plutôt pour en faire l'instrument de son malheur, que pour soulager ses besoins. Or, la nature unit, combine les productions métalliques à l'aide du principe du feu,

mais c'est toujours par l'eau qu'elle élabore la plus grande partie des trésors qu'elle recèle. Regardons donc dans le grand la revivification des chaux métalliques, aussi bien que celle des matières calcaires, comme l'ouvrage d'une eau plus ou moins imprégnée d'un feu qui fait se travestir sous mille formes différentes.

Ce parallèle nous montre des parités qui à la vérité n'expliquent pas ce que c'est que ce principe caché, ni comment il agit, mais qui annoncent une espèce d'uniformité dans la marche de la nature, lorsqu'elle veut détruire ou régénérer certaines de ses productions. Tout ceci paroîtra trop long, trop abstrait, je le sens; mais ce n'est qu'en tâtonnant qu'on peut faire quelques pas dans une carrière si difficile & si peu avancée: je voudrois être moins prolix & sur-tout pouvoir rendre mes idées d'une manière plus claire; mais il n'est pas aussi aisé qu'on pourroit le croire de mettre à la portée de tout le monde un sujet si abstrait par lui-même.

Si l'on me demande à présent pourquoi la chaux métallique ne s'échauffe pas comme la chaux calcaire, lorsqu'on l'imprègne d'eau,

car cette dernière développe des phénomènes bien différents, & produit un degré de chaleur capable de convertir en charbon des brins de matières végétales, tels que la paille de froment ou de seigle; je répondrai qu'il est probable que la chaux métallique, d'une nature différente de la chaux calcaire, a perdu entièrement, par la calcination, son acide volatil surchargé de phlogistique, tandis que la matière calcaire n'a perdu que l'eau de sa cristallisation & un peu de ce principe volatil qui lui servoit de lien : je dis un peu, puisque par l'addition de l'eau, elle se cristallise de nouveau; mais si on l'expose à un feu nud, trop long - temps soutenu, & qu'on sur-calcine cette chaux, elle perd ses propriétés (a); ce qui prouve que la

(a) Voici ce que dit très-ingénieusement M. Sage, au sujet de la calcination, page 119 du tome I de ses *éléments de minéralogie*. » Par la calcination. la pierre » calcaire perd d'abord l'eau de sa cristallisation ; » c'est cette eau qui, en s'échappant, soulève les lamelles salines & occasionne le bruit de la décrépitation ; la matière grasse de la pierre calcaire s'altère ensuite, brûle & passe à l'état de charbon : ce passage est très-sensible lorsqu'on calcine du spath

calcination que nous donnons à la pierre calcaire, ne fait que lui enlever beaucoup d'eau, & mettre à découvert son gluten, son acide

» jaunâtre transparent, car après cette opération, il
 » devient opaque & prend une couleur bleuâtre :
 » si l'on distille cette espece de spath dans une cor-
 » nue de verre lutée, *il n'y éprouve que ce genre d'al-*
 » *tération sans se convertir en chaux.* J'ai tenu la cor-
 » nue rouge pendant quinze heures, ce spath n'avoit
 » perdu que très-peu de son poids, & avoit pris une
 » couleur bleuâtre par le charbon très-divisé qui se
 » trouve entre ses lames crySTALLINES.

» Ce même spath, mis à calciner dans un têt, de-
 » vient blanc, alors le charbon, fourni par les ma-
 » tieres grasses, est totalement décomposé, & le
 » spath ainsi converti en chaux, perd, durant cette
 » opération, environ la moitié de son poids; cette
 » chaux vive étant sur-calcinée, perd ses propriétés ;
 » l'acide qu'elle contenoit se dissipe en partie, & il
 » ne reste plus que la terre absorbante un peu sa-
 » pide, mais qui n'a plus la propriété de la chaux
 » vive ; c'est ce que j'ai vérifié en tenant rouge &
 » embrasée pendant cinq jours de la chaux vive que
 » j'avois faite avec du spath calcaire ; après cette lon-
 » gue calcination, elle ne s'échauffoit plus avec l'eau
 » & ne prenoit plus corps avec le sable. »

qui a la faculté en cet état de se combiner de nouveau avec ce liquide , & d'en reprendre la dose nécessaire pour se régénérer & acquérir une nouvelle dureté.

M. Sage a dit des choses très-bien vues sur la calcination de la pierre calcaire ; il est bon de l'entendre lui-même : voici comment il s'exprime. » La chaux vive , nouvellement faite ,
 » imprime sur la langue une faveur caustique.
 » Lorsqu'on verse un acide sur cette chaux , il
 » se fait bien moins d'effervescence que si l'on
 » en verfoit sur la pierre calcaire , même avant
 » sa calcination. La Théorie suivante peut servir à rendre raison de ces divers phénomènes.
 » Dans la calcination de la pierre calcaire ,
 » l'eau de la crySTALLISATION se dégage , la matière grasse qui rendoit cette pierre insoluble ,
 » venant à se décomposer , l'acide de la pierre calcaire , qui pour lors est très-concentré ,
 » tend à s'en échapper & est à la surface de
 » chaque molécule de terre absorbante ; aussi-tôt
 » donc qu'on lui présente de l'humidité , il l'absorbe , & la chaleur qui s'excite alors est
 » produite par l'union rapide de l'eau avec
 » l'acide phosphorique très-concentré , qui fai-

» soit partie de la pierre calcaire. » *Elémens de minéralogie*, tome I, page 123.

Phénomènes de la calcination.

TOUTE la théorie de la combustion de la chaux peut être envisagée sous les points de vue suivans.

1°. Le feu enlève à la pierre calcaire l'eau de sa crySTALLISATION.

2°. La matière grasse, fournie peut-être en partie par les substances animales à qui la terre calcaire doit, selon toutes les apparences, son origine, s'altère, brûle & passe à l'état de charbon. Il y a des pierres calcaires plus ou moins chargées de cette substance grasse, ce qui influe sur la qualité des chaux.

3°. Il se dégage de la matière calcaire, pendant qu'elle est en incandescence, un peu de son principe acide volatil; mais cet acide n'est enlevé qu'en petite quantité toutes les fois que la combustion n'est poussée que jusques à un certain degré. Si le feu au contraire est trop vivement & trop long-temps soutenu, la chaux se déphlogistique entièrement & perd alors ses principales propriétés; aussi les chauxfourniers

sont-ils très-attentifs à la conduite de leur feu pour que la pierre calcaire ne reçoive que le degré de calcination convenable.

4°. Dès que la matière calcaire est réduite en chaux vive, elle se trouve dépouillée de l'eau de sa cristallisation; il ne lui reste donc qu'un acide igné très-concentré, environnant la surface de chaque molécule de terre absorbante; cet acide qui est presque à nud, est pour ainsi dire prêt à s'échapper.

5°. Cet acide igné concentré, en un mot, cette modification quelconque du principe inflammable, est tellement avide d'eau, que le moindre atôme humide qui s'en approche est promptement saisi, & il se forme dans le point de contact une combinaison subite de la terre absorbante, du principe phosphorique & de l'eau.

6°. Si l'on jette de l'eau sur la chaux vive, elle est promptement absorbée, la matière s'échauffe, se gonfle, éclate & tombe en poudre. Nous ignorons encore la véritable cause qui peut développer dans la chaux un si puissant degré de chaleur: on croit en général que ce phénomène peut être occasionné par

l'union rapide de l'eau avec cet acide concentré; on observe pareille chose toutes les fois qu'on verse de l'eau dans l'acide vitriolique. Je crois que la véritable cause du développement de cette chaleur n'est pas encore connue. La supposition du frottement des molécules ne satisfait pas assez.

*Phénomene de la régénération de la
matiere calcaire.*

1°. DES que la chaux vive a été bien divisée & réduite en poudre par le moyen d'une eau pure, si on continue de la mouiller elle se délaye, forme une espece de bouillie, un lait de chaux qui s'épaissit jusqu'à un certain point, ce qui annonce que les molécules de la matiere calcaire calcinée se divisent encore, se gonflent, augmentent de volume, présentent de nouvelles surfaces, & développent encore de l'acide phosphorique. Si on noye cette pâte dans beaucoup d'eau, & qu'on l'agite, on forme une eau de chaux. Comme l'eau est ici surabondante, les molécules calcaires flottent dans le liquide, s'y unissent, s'y combinent,

&

& on ne tarde pas à voir sur la superficie une pellicule à demi-transparente, qui examinée à la loupe, offre une multitude de petites lames, de petites écailles de spath calcaire régénéré.

2°. Ce spath calcaire revivifié d'une manière très-prompte & très-précipitée, n'offre qu'un assemblage de très-petits feuillet minces, divisés & sans consistance; c'est moins un véritable spath solide, qu'une espèce de *gurrh* friable & tendre. La crySTALLISATION s'est opérée trop rapidement : l'acide phosphorique n'a pas eu la liberté de se porter d'une manière égale sur la terre absorbante qui lui sert de base, ou plutôt cet acide n'a pas eu le temps de se déployer entièrement. Il en est à peu près de même des crySTALLISATIONS salines, si on presse trop l'évaporation, & qu'on la pousse jusqu'à siccité, les cristaux sont confus, imparfaits, & la masse est tendre & friable.

3°. Si dans le moment où les molécules de la chaux nagent dans une eau surabondante, on introduit dans cette eau du nouvel acide volatil, en un mot, de l'air fixe, elle se trouble dans le premier moment, parce que cet acide, analogue à celui du spath, s'unit à la terre ab-

K

forbante de la chaux, & forme sur le champ des lames spathiques ; mais si on continue à imprégner cette même eau d'air fixe, & qu'on l'en sature , elle devient pour lors acidule , & acquiert la propriété de redissoudre le spath qui s'étoit d'abord formé ; l'eau redevient transparente & limpide , & tient le spath calcaire en dissolution.

4°. Il est des pierres calcaires qui , soit qu'elles contiennent des principes gras , soit que leur crySTALLISATION , à l'époque de leur formation , se soit faite d'une manière trop précipitée , ne produisent pas par la calcination une chaux abondante en air fixe. De telles chaux qu'on regarde comme mauvaises , parce qu'elles sont lentes à prendre corps , & que même souvent elles ne durcissent pas , exigent de rester longtemps en macération ; il faut donc les laisser plusieurs mois dans des fosses , après les avoir bien délayées dans l'eau ; elles gagneront au lieu de perdre en cet état , parce que l'eau qui les tient en dissolution , fait entrer en une espèce de fermentation les molécules grasses qui enchaînent le phlogistique : ce dernier se dégage , éguise l'eau , & lui donne le pouvoir

de redissoudre la terre absorbante, & de la changer en spath. Une telle chaux peut donc se bonifier par le laps de temps; mais il faut avoir soin de la couvrir pendant qu'elle est en macération, afin d'empêcher qu'une nouvelle eau ne vienne affaiblir la première. J'observe que malgré tous ces soins, cette chaux n'égale jamais en bonté la chaux vive, qui est celle que l'on doit le plus rechercher pour la solidité & la durée des constructions, en employant néanmoins les moyens que j'indiquerai bientôt.

On voit en général que toute la théorie de la régénération de la matière calcaire consiste en une dissolution parfaite de la terre absorbante, par l'intermède d'une eau fortement imprégnée d'un principe que la chaux elle-même lui communique, principe qui donne à cette eau la propriété de dissoudre la matière, & de la déposer en forme de petits cristaux qui ont plus ou moins d'adhésion, de consistance & de dureté, en raison du plus ou du moins de temps qu'ils ont resté à se former. Tout tend donc à prouver, & l'expérience est ici d'accord avec la théorie, que si on accélère trop la cristallisation de la chaux, elle ne produit que des lames

minces & friables , qui ne pourront jamais former qu'un mortier lâche & terreux.

Mais quel est le temps à peu près nécessaire pour que la matière de la chaux tenue en dissolution dans l'eau imprégnée d'air fixe , puisse produire un spath d'une dureté convenable & propre à former un mortier d'une grande solidité ? Je répondrai qu'à en juger par une expérience que tout le monde est à portée de vérifier , il faut un temps très-long pour que les molécules de la chaux aient acquis leur dernier degré de dureté , lorsqu'elles sont mêlées avec le sable & l'eau. Examinez en effet avec une loupe un fragment de mortier détaché d'un bâtiment ; si les murs ont été construits dans un temps de vent , de sécheresse & de chaleur , eussent-ils été faits avec la plus excellente qualité de chaux , ils n'acquerront jamais une grande dureté : la croûte extérieure vous paroîtra à la vérité dure , mais cette dureté n'est que superficielle ; & si après l'avoir enlevée , vous passez à plusieurs reprises le doigt sur la contexture du mortier , vous l'égrenez facilement , & vous l'aurez bientôt fait tomber en poussière : la loupe ne vous montrera dans un pareil mor-

ceau que des grains sablonneux, foiblement joints & liés par une espece de pouffiere blanche & farineuse , de la nature de la craie. De tels murs ne tiennent & ne résistent que parce qu'ils sont appuyés sur de bons fondemens , & parce que les pierres , le mortier , le bois , les charpentes font un ensemble , un tout qui se soutient respectivement ; ils peuvent être comparés à ces maçonneries en argille , qui n'ont de la consistance que parce que la terre est bien jointe , bien massivée , liée par les charpentes , & à l'abri des pluies par des combles avancés : de telles maisons, malgré cela, quoique composées avec des matériaux peu solides , ne laissent pas que de se soutenir & de durer long-temps.

Si les murs d'un bâtiment fait à la hâte , & dans un temps où le mortier séchoit trop rapidement , n'offrent qu'une chaux friable & terreuse , il n'en est pas de même ordinairement des murs de fondation de ce même bâtiment , car si on n'a rien épargné dans sa construction , vous reconnoîtrez que la nature est venue ici au secours de l'art ; les matieres s'étant trouvées à l'abri de l'air , & à un même degré de température & d'humidité , n'ont point éprouvé une

dessication prompte ; l'eau au contraire tenant les molécules calcaires en macération pendant long-temps , s'empare de tout l'air fixe qui s'y trouve contenu ; elle acquiert alors le pouvoir de dissoudre , de fondre , de remanier la terre absorbante , de la régénérer , de la lier , de la joindre au quartz ; & comme l'évaporation du liquide ne se fait que d'une manière insensible & lente , ou plutôt qu'une partie du liquide lui-même se combine avec la matière pour former l'eau de la cristallisation , cette opération se trouve d'autant plus parfaite , qu'elle est plus longue & plus élaborée. Ce n'est ordinairement qu'au bout de trente ou quarante ans que le mortier acquiert en cet état une dureté singulière , époque qui à la vérité est bien longue pour nous , mais qui n'est rien pour la nature. Détachez des fragmens d'une pareille maçonnerie ; considérez - les avec la loupe , vous ne verrez plus alors cette poussière farineuse qu'on remarque dans les murs qui ont séché trop promptement , mais vous distinguerez des molécules calcaires , métamorphosées en spath dur & souvent brillant , en un mot , changées en une véritable pierre calcaire , so-

lide & compacte , qui enchaîne & lie les grains de quartz qui s'y trouvent mêlés.

C'est ainsi que la nature opere d'une maniere bien plus lente & bien plus graduelle encore dans les antres souterrains où elle se plait quelquefois à construire de vastes édifices , dont les formes & la singularité nous étonnent ; c'est dans les grottes telles que celle d'Antiparos & dans plusieurs autres cavernes de cette espece , qu'il faut aller étudier la maniere tranquille , lente , mais solide & admirable , dont la nature met en œuvre les élémens de la pierre calcaire. Ce beau mécanisme mérite toute l'attention d'un observateur ; c'est toujours l'eau imprégnée du principe dissolvant qui transporte , qui manie , qui façonne ces grands rideaux de spath brillant , ces voûtes hardies , ces piliers inébranlables , ces arceaux qui nous étonnent par leur forme & leur élévation , ces baldaquins , ces girandoles , ces cascades surprenantes d'une matière solide , aussi éclatante que le crystal ; en un mot , cette variété d'ornemens & de figures bizarres qui , séduisant & échauffant notre imagination , semblent nous transporter subite-

ment dans le palais magique de quelque divinité enchanteresse (^a).

Les spaths calcaires , les stalactites , les stalagmites , les incrustations , &c. sont l'ouvrage de l'eau , & d'une eau chargée du dissolvant de la terre absorbante ; plus l'eau en est saturée , mieux la matière se dissout , & tend à une homogénéité parfaite. Si l'évaporation s'en fait d'une manière lente & insensible , dès-lors les cristaux tendent à se rapprocher , à se resserrer , à former un tout , un ensemble d'autant plus solide que les élémens sont mieux liés & laissent moins de vuide. La découverte ingénieuse de M. Achard , chymiste , de l'académie de Berlin , sur la manière de composer des cristaux factices de spath , vient fort à l'appui de ce que j'avance : j'ai déjà parlé de la lettre que ce savant a adressée à ce sujet au prince Gallitzin , ambassadeur de Russie à la Haye , qu'on trouve à la page 12 du journal de physique , du mois de

(a) Ceci pourra paroître un peu trop poétique , mais j'en appelle aux naturalistes qui ont visité des grottes souterraines.

de janvier de cette année (1778). Je vais en rapporter ici quelques passages, qui tendront à répandre un plus grand jour sur la théorie délicate que je viens de tenter de développer, ou plutôt dont je n'ai donné qu'une très - foible ébauche.

» Je prends la liberté de soumettre au jugement de votre altesse, une découverte à laquelle j'ai été récemment conduit par l'analyse chymique du rubis, de l'émeraude, du saphir, de l'hyacinthe, de la topaze orientale & des grenats de Bohême. Les naturalistes ont jusqu'à présent regardé ces pierres comme composées de terre vitrifiable, & j'ai trouvé au contraire qu'elles sont composées de terre alcaline, c'est-à-dire, de terre calcaire & de terre allumineuse, mêlées en différentes proportions avec une petite quantité de terre vitrifiable & de terre métallique, principalement avec la terre ferrugineuse. Je crus pouvoir expliquer par-là pourquoi on trouve les pierres cristallisées. Cette explication avoit paru jusqu'à ce jour très-difficile & très-peu possible, parce que toute cristallification suppose nécessairement une dissolution

L

» préliminaire , & parce qu'on ne connoît pas
 » dans la nature un dissolvant de la terre vitrifi-
 » ble , tandis qu'elle nous présente plusieurs
 » menstres capables de dissoudre les terres
 » alkalines.

» Pour que les crystaux soient indissolubles ,
 » comme cela a lieu à l'égard des pierres pré-
 » cieuses , il est essentiel que le dissolvant aban-
 » donne les terres qu'il tient en dissolution , au
 » moment où les parties se réunissent & se
 » crySTALLisent. Or , de tous les dissolvans con-
 » nus des terres alkalines , il n'y a que l'*air fixe*
 » qui puisse satisfaire à cette condition. Je pen-
 » sai donc que l'eau imprégnée d'air fixe , sa-
 » turée de terres alkalines , en se filtrant par
 » des couches de terre , & en s'attachant en
 » gouttes à la partie inférieure de ces couches ,
 » pouvoit , lorsque l'air fixe s'en échappe , oc-
 » casionner la réunion des parties de la terre
 » que l'eau avoit dissoute par son intermede ,
 » & former de cette maniere des crystaux dif-
 » férens , suivant les circonstances dans les-
 » quelles se fait la crySTALLisation , & suivant
 » la nature & la proportion des terres alkali-
 » nes dont l'eau imprégnée d'air fixe étoit char-

» gée. L'observation qu'on a faite sur l'origine
 » des spaths calcaires crystallifés, sembloit con-
 » firmer cette idée. Je crus cependant qu'il
 » étoit essentiel de la déterminer d'une manière
 » plus précise par l'expérience»

M. Achard décrit ensuite la machine ingénieuse qu'il a inventée pour la formation de ces crystaux, à l'aide de l'eau imprégnée d'air fixe : comme le dessous du vase ou de l'instrument où se fait l'opération est en terre cuite, l'eau s'infiltré à travers cette matière poreuse, & dépose, sous la partie extérieure qui est supportée par des pieds, des crystallisations factices très-curieuses. Il seroit trop long de détailler ici cette machine qui est gravée dans le journal de M. l'Abbé Rozier ; j'y renvoie le lecteur ; j'ajouterai seulement ce que dit M. Achard à la fin de cette description ; c'est - à - dire, que je vais donner la conclusion de la lettre qui renferme le résultat de l'opération.

» L'eau se filtre alors fort lentement par les
 » deux diaphragmes & par le sable
 » broyé qui est entr'eux, & s'attache en gout-
 » tes & en dessous Pour que l'expérience
 » réussisse, ces gouttes ne doivent se succéder

» que dans l'espace d'une demi-heure à l'autre ,
 » & même davantage.

» Après l'expiration de la dixième semaine ,
 » j'ai obtenu de cette manière de petits crys-
 » taux fort durs & transparens ; ils n'a-
 » voient aucune couleur lorsque je n'avois pas
 » mis de la terre métallique dans le tube ;
 » mais lorsque j'y eus mis un peu de chaux de
 » fer , ils avoient une belle couleur rouge ,
 » approchant de celle du rubis. Lorsque je n'ai
 » mis que de la terre calcaire dans ce tube , j'ai
 » obtenu alors des cristaux bien plus promp-
 » tement (*a*), »

(*a*) On lit dans le mercure de France du 5 juillet, les détails suivans, que le lecteur verra sans doute avec plaisir.

» M. Magellan , de la société royale de Lon-
 » dres , a fait voir à l'académie des sciences , dans
 » son assemblée du 17 juin (1778) deux cristaux
 » artificiels qui lui ont été envoyés de Berlin par M.
 » Achard. Ils ont été formés , l'un en faisant filtrer
 » très-lentement à travers de la craie , de l'eau sa-
 » turée d'acide, connu sous le nom d'*air fixe*; l'autre
 » en faisant filtrer cette même eau à travers la terre
 » qui sert de base à l'alun. Le premier ressemble

Il fuit naturellement de tout ce que nous venons de déduire, que la régénération de la pierre calcaire convertie en chaux, n'est pas une opération prompte & rapide.

Il faut dix semaines à M. Achard pour former des crystaux par le moyen du procédé ingénieux qu'il a découvert; mais qu'on fasse attention que ce chymiste exige que l'eau dont on se sert comme dissolvant, soit fortement & continuellement imprégnée d'air fixe; il recommande de redonner toutes les huit ou toutes les douze heures du nouvel acide volatil à l'eau;

» singulièrement, par sa forme & ses propriétés, à
 » un crystal de spath calcaire; le second, à une ai-
 » guille de crystal de roche, & il en a toute la du-
 » reté. M. Baumé a publié un procédé par lequel il
 » étoit parvenu à faire de l'alun avec du crystal de
 » roche. En rapprochant ces deux expériences, il
 » paroît que la terre de l'alun n'est que le crystal de
 » roche privé d'air fixe, & que le crystal de roche
 » n'est que la terre de l'alun devenue, comme les
 » alkalis, susceptible de se crystalliser par sa combi-
 » naison avec l'air fixe. » *Mercur de France par une*
société de gens de lettres, 5 juillet 1778, pages 63 &
suiv.

& d'y en introduire par un double appareil propre à en développer une grande quantité. On voit donc qu'en multipliant les moyens, en forçant pour ainsi dire la nature, il faut cependant soixante-dix jours pour pouvoir obtenir des crystaux.

Qu'on daigne à présent jeter un coup d'œil sur quelques procédés modernes qui viennent de nous être communiqués, pour former avec la chaux divers cimens qui ont la propriété d'acquérir de la solidité & de la dureté d'une manière très-prompte ; ils paroissent si fort s'écarter des loix de la nature, qu'il me semble qu'on doit être très-circonspect pour les mettre en usage dans des ouvrages en grand (a).

(a) A dieu ne plaise que je veuille par-là déprécier les recherches de M. Lorient & de M. de la Faye : tout citoyen qui s'occupe d'objets qui tendent à l'avancement des arts utiles, a des droits à notre reconnaissance. L'ouvrage de M. Lorient, intitulé *mémoire sur une découverte dans l'art de bâtir*, est intéressant ; & quoique je sois éloigné de croire que son procédé est celui qu'employoient les Romains, en partant même du passage de Pline, qui sert d'appui & de fonde-

Mais , pourra-t-on me dire , donnez vous-même de meilleures méthodes , des moyens plus sûrs & établis sur des principes mieux analysés ? Je répondrai , copiez la nature , ou plutôt efforcez-vous de l'imiter de loin , non pour tenter d'exécuter comme elle des ouvrages qui

ment au mémoire de M. Lorient , néanmoins cet ouvrage mérite l'estime du public. Le procédé d'employer la chaux vive réduite en poudre est propre à la vérité à donner une certaine dureté au ciment , parce que cette chaux vive ajoute de l'acide à l'eau qui tient la chaux éteinte en dissolution , & commence à la revivifier d'une manière très-prompte ; mais cette régénération est d'autant plus sujette à n'avoir qu'une adhésion factice , à peu-près semblable à celle du gypse dans l'eau , qu'elle est occasionnée par un effet trop précipité. D'ailleurs , la méthode de M. Lorient a été regardée comme un peu trop compliquée pour le commun des ouvriers , qui ont déjà beaucoup de peine à exécuter les choses les plus simples : toutes les différentes chaux , même souvent les meilleures , ne s'accoutument pas de ces mélanges , & il paroît que ce nouveau procédé est négligé dans ce moment.

M. de la Faye , dans ses *recherches sur la préparation que les Romains donnoient à la chaux* , a traité ce sujet d'une manière très-détaillée & même scientifi-

bravent la durée des temps, nous n'avons ni le loisir ni les moyens, mais du moins, en la prenant pour modèle, tâchons de ne pas nous écarter si directement du plan qu'elle semble nous tracer.

Toutes les fois donc que nous voudrions élever
des

que, & quoique cet auteur, en disant que les anciens faisoient du véritable grânit, & qu'on pouvoit même en fabriquer encore, ait prévenu contre lui les naturalistes, néanmoins on ne peut qu'applaudir à la manière de préparer la chaux pour les constructions ; la façon de la dissoudre, quoiqu'un peu gênante, lorsqu'il s'agit de grands travaux, est néanmoins très-bonne, parce qu'elle tend à diviser la chaux & à en développer l'air fixe. Lorsqu'on est dans le cas de faire usage d'une excellente chaux vive, on peut se dispenser de mettre en œuvre la pratique de M. de la Faye ; mais toutes les fois qu'on sera forcé d'employer de la chaux d'une qualité médiocre, je conseille, j'exhorte fort d'en faire usage. Voyez la page 34 du tome I de son livre, où cette méthode se trouve détaillée. Au reste, l'ouvrage de M. de la Faye renferme des recherches intéressantes. On lit à la fin du second volume plusieurs lettres très-curieuses de M. de Bruno, sur la manière de bâtir dans les Indes.

des monumens publics, dont la durée doit répondre à la magnificence , puisqu'ils sont faits , ou du moins qu'ils doivent l'être , pour transmettre à la postérité des exemples d'héroïsme , de vertu , de patriotisme , ou pour servir de dépôt aux sciences & aux arts qui honorent l'humanité , dès-lors nous ne devons absolument rien négliger de tout ce qui peut tendre & concourir à porter de tels monumens à leur perfection. Quelle idée les peuples de l'antiquité , tels que les Egyptiens , les Grecs & les Romains ne nous ont-ils pas donné de leur grandeur , de leur magnificence & de leur faveur en ce genre ? Mettons comme eux le plus grand choix dans les matériaux que nous devons employer dans nos constructions ; cherchons moins ce qui peut être le plus à notre portée , que ce qui peut convenir à la perfection de l'art ; nous ne ferons plus exposés alors à voir périr & tomber en ruine des monumens que nous avons vu construire sous nos yeux , qui étoient faits pour immortaliser à jamais le siècle qui les avoit produits , & les artistes qui les avoient dirigés. Au lieu d'employer des routines grossières , qui s'éloignent directement des procédés

M

de la nature , au lieu de mettre en œuvre des méthodes compliquées & embarrassantes , simplifions au contraire les choses. L'histoire naturelle qui étale à nos yeux mille objets précieux & utiles que nous foulions autrefois aux pieds , la chymie qui vient de s'élever & de s'enoblir par la sagesse de ses méthodes , par la multiplicité de ses moyens , nous fournissent mille ressources qui doivent nécessairement rapprocher les arts de leur perfection.

Celui de bâtir est un de ceux qui peut profiter le plus avantageusement de plusieurs découvertes. Nous sommes forcés de convenir que jusqu'à présent nous n'avons rien de sûr , rien de fondé en principes sur l'art des cimens : voyons s'il ne seroit pas possible de trouver quelques points d'appui qui pussent nous servir de règle & nous mettre au moins sur la bonne voie.

Il est certain que la théorie de la régénération de la pierre calcaire réduite en chaux , est un fil propre à nous diriger & à nous conduire dans cette route non frayée ; mais malheureusement elle nous apprend que la plupart du temps nous avons suivi des manipulations qui nous en écartoient directement. Nous construi-

sons ordinairement nos édifices fort à la hâte ; nous donnons à nos mortiers des préparations mal entendues ; nous bâtissons dans toutes les saisons & sans précaution ; ce sont ordinairement les cimens qui nous procurent les plus promptes jouissances , que nous reconnoissons comme les meilleurs ; c'est ainsi que depuis plusieurs siècles nous procédons presque à l'aventure , en tâtonnant & en nous écartant souvent des règles. Les Romains , dans leurs beaux siècles , avoient tellement l'objet des bonnes constructions à cœur , que les loix n'avoient pas dédaigné de s'occuper à dresser des réglemens sages , qui soumettoient les ouvriers & les constructeurs à se conformer à des méthodes reconnues , tant dans le choix des matériaux , que dans la manière de les employer.

Nous avons vu que la théorie & l'expérience concouroient à nous apprendre que la chaux la plus fortement imprégnée d'air fixe , est celle qui se revivifie le plus solidement & le plus promptement ; mais nous avons vu combien il étoit important de ne pas précipiter cette opération. Il faut donc avoir attention de ne pas bâtir dans les chaleurs brûlantes de la canicule,

ou, si des circonstances forcées nous obligent d'entreprendre ou de continuer des ouvrages dans cette saison, il faut avoir soin d'employer plusieurs fois dans la journée des manœuvres à jeter de l'eau sur les murs nouvellement construits, & à les arroser souvent pour les maintenir frais; rien n'importe autant que de ne pas se négliger sur cet article; ce ne fera qu'en évitant la trop prompte dessication qu'on parviendra à avoir des murs d'une meilleure qualité. Il n'est point d'ouvriers qui ne sachent très-bien que les bâtimens construits dans l'automne ou dans la saison pluvieuse du printemps, ne soient les meilleurs & ne diffèrent totalement de ceux qui ont été édifiés dans l'été.

Il est important aussi, lorsqu'on est dans un pays où les pierres calcaires sont tendres & ne donnent qu'une chaux grasse & onctueuse, une chaux qui manque de nerf, de tenter de faire macérer cette chaux plusieurs mois dans des fosses couvertes, en y mettant la quantité d'eau suffisante. L'eau peut à la longue, en décomposant le principe gras, trop abondant quelquefois dans ces qualités de chaux, développer l'air fixe qui se trouvoit enchaîné par ce

lien , & lui donner par ce moyen le gluten nécessaire pour former un mortier de bonne qualité. On comprend qu'on ne peut fixer aucune règle à ce sujet ; on ne fauroit cependant trop recommander de multiplier les essais en ce genre.

Mais n'existe-t-il point de procédés pour construire en peu de temps des ouvrages d'une grande solidité , pour faire par exemple des terrasses sur des voûtes ou sur des charpentes , qui puissent résister aux vents , aux pluies , à toutes les intempéries de l'air ? Je crois qu'à l'aide de certaines précautions la chose n'est pas impossible.

Nous avons vu par la belle expérience de M. Achard , que plus l'eau est imprégnée d'air fixe , plus elle a la propriété de dissoudre les matières calcaires ; nous avons même pu observer que M. Achard étoit parvenu à former de véritables cristaux de roche. Plus l'eau se trouvera chargée du dissolvant , plus les opérations en ce genre seront parfaites & promptes.

La chaux vive la plus excellente ayant perdu par la calcination des portions de son gas acide , ne pourra jamais , en se régénérant , acquérir un degré de dureté égal à la pierre primitive

qui a servi à la former. Il faut donc chercher le moyen de lui restituer la perte qu'elle a supportée ; il faut même , s'il est possible , lui procurer une surabondance de ce même acide , & nous serons parvenus alors au véritable but de la nature. Nous pourrons , à l'exemple du chymiste de l'académie de Berlin , nous procurer dans l'espace environ de dix semaines, une régénération de la pierre calcaire , qui aura toute la dureté que nous pouvons desirer. Mais où trouver dans la nature un agent qui puisse nous fournir en grand & à très-peu de frais la quantité d'air fixe nécessaire , non-seulement pour remplacer celui que la chaux a perdu par l'effet de l'incandescence, mais encore pour lui en procurer une surabondance ? c'est ce que nous allons examiner à présent.

Il existe dans la terre un grand nombre de substances naturellement chargées de beaucoup d'acide volatil, saturé de phlogistique ; mais ce principe, je le répète , qui paroît n'être qu'une modification du feu, se trouve si souvent lié & emprisonné dans certains corps , qu'il est très-difficile & même souvent impossible de l'en dégager , sur-tout par des procédés simples & fa-

ciles : les minéraux , les métaux en sont abondamment pourvus ; le fer particulièrement , ce minéral universel , répandu avec tant de profusion dans la nature , où il joue des rôles si variés & si différens en apparence , est un de ceux qui en renferme le plus ; ce principe s'y trouve quelquefois si à découvert , que l'humidité seule est souvent capable de le lui enlever pour se l'approprier. C'est donc à ce dernier métal qu'il faut avoir recours , comme le plus commun , pour redonner à la chaux ce gas qui lui manque souvent , & qui cependant lui devient si nécessaire ; mais comme le fer en son état métallique feroit trop exorbitamment cher , pour en faire usage dans les constructions , il faut s'attacher à des matieres plus communes , où on puisse le trouver en assez grande abondance , & sur-tout où il se rencontre dans une combinaison rapprochée de l'état métallique.

On a cru de tout temps reconnoître le fer comme propre à donner de la solidité à certains corps : on trouve dans les plus anciennes recettes qu'il a été employé machinalement dans les cimens fondus & chauds , pour rejoindre & rajuster les marbres rompus ; mais comme ce métal s'y trouve enveloppé par des substan-

ces réfineuses, sa vertu doit être regardée comme nulle; d'ailleurs, des cimens de cette espèce ne sont bons que pour de petits raccommodages, & ne sauroient être employés en grand & en plein air.

On a fait assez souvent usage des scories de forges & de fourneaux, des mache-fer, &c. qu'on a mêlés avec la chaux : de tels mortiers sont assez bons, parce que tous ces laitiers contiennent du fer, mais ces matières ne sont pas assez abondantes, & chacun n'a pas la facilité de pouvoir s'en procurer.

La brique cuite pilée a eu son tour, on en fait usage depuis des temps très-reculés; elle produit d'assez bons effets, parce que le feu y a développé quelques principes ferrugineux, mais le fer n'est pas encore en assez grande abondance ici.

La nature nous a offert des trésors en ce genre dans les produits volcaniques; les laves, depuis le basalte jusqu'aux pouzzolanes, contiennent beaucoup de fer; ce minéral s'y trouve sous un cachet si remarquable, que si on présente de ces matières au barreau aimanté, elles le font mouvoir. On a vu dans l'analyse simple
que

que j'ai donnée de la Pouzzolane, combien elle est en général chargée de fer ; l'expérience de l'acide marin & de l'alkali phlogistique, celle de l'aimant, l'annoncent d'une manière non-équivoque.

La pouzzolane a encore l'avantage de contenir le fer sous une forme qui se rapproche de l'état métallique, elle ne feroit pas sans cela attirable à l'aimant : or, point de métal sans phlogistique, point de phlogistique sans principe acide volatil phosphorique, c'est-à-dire ; sans air fixe, ou si on aime mieux sans air inflammable, qui est toujours une modification de la matière ignée (^a) : donc la pouzzolane étant très-ferrugineuse, & ayant action sur l'aimant, contient le *gas*, le principe que nous cherchons.

(^a) On sent combien je suis gêné ici par le mot ; les uns veulent qu'on désigne ce singulier agent sous le nom d'*acide volatil surchargé de phlogistique*, d'autres sous celui de *gas*, d'*acidum pingue*, d'*émanation*, de *vapeurs méphitiques*, d'*air fixe*, &c. En attendant que ce procès soit jugé, je fais usage de la plupart de ces différentes dénominations pour désigner la même chose.

N

Voici ce qui s'opere toutes les fois qu'on fait un mortier avec de la chaux vive & de la pouzzolane : l'eau s'empare promptement de l'air fixe de la chaux, s'en imprégne , & acquiert par-là , non-seulement la propriété de dissoudre les élémens de la terre calcaire , mais elle porte encore son action sur la pouzzolane même qui, soit en raison de quelques loix d'affinité ou de quelque cause que nous ignorons, perd à son tour son propre air fixe qui s'unit promptement à l'eau ; ce liquide s'en trouvant doublement saturé, a le pouvoir alors de revivifier , de la maniere la plus puissante, la terre absorbante de la chaux , & même celui de réagir sur la pouzzolane , en régénérant la matiere vitrifiable de sa base , & en la métamorphosant en petits crystaux élémentaires, d'une nature approchante de celle du *feld-spath* : on comprend alors combien l'union intime de ces différentes substances doit faire un ensemble, un corps parfait.

Il ne faut pas se persuader qu'une pareille opération puisse acquérir toute sa perfection dans un moment ; on a vu que M. Achard, en faisant usage d'une eau fortement & continuellement imprégnée d'air fixe, n'obtient des crys-

taux qu'au bout de soixante & dix jours. Il s'offre ici une parité bien remarquable & bien surprenante, c'est que le mortier fait avec de la pouzzolane & de la chaux vive, forme également un corps dur dans l'eau après un laps de temps pareil ; ce n'est pas qu'à l'expiration de ce terme, la pouzzolane & la terre calcaire soient entièrement & parfaitement régénérées, mais la masse a déjà acquis une dureté telle qu'elle surpasse de beaucoup celle qu'un mortier simple & sans pouzzolane auroit pu acquérir au bout de vingt ans.

Voilà un moyen simple & facile pour faire des constructions d'une grande solidité, dont on peut se procurer la jouissance d'une manière très-prompte.

Mais, pourra-t-on observer, nous sommes obligés de tirer de la pouzzolane des environs de Naples, d'où elle ne peut venir qu'à grand frais, l'exportation dans l'intérieur du royaume devient ruineuse ; comment donc se déterminer à en faire usage ? Nous allons voir dans la section suivante qu'il est facile dans ce moment en France de pouvoir s'en procurer à peu de frais, dans presque toutes les différentes parties du

royaume : je donnerai ensuite quelques procédés simples, faciles & éprouvés pour construire des terrasses à l'italienne, & faire des pavés dans les appartemens, de la plus grande solidité & d'une propreté qui ne laissera rien à désirer.

Des différentes especes de Pouzzolanes de France, particulièrement de celles du Vivarais.

LE Vivarais, le Velay, l'Auvergne, &c. ayant été très-anciennement ravagés par les feux souterrains, (& la chose est incontestable) ces pays doivent offrir les mêmes accidens, les mêmes phénomènes, les mêmes matières que les parties de l'Italie & que les autres contrées où les volcans ont manifesté les effets de leur puissance. Des yeux exercés & accoutumés à l'observation, n'y trouveront absolument aucune différence; mêmes *crateres* plus ou moins vastes, plus ou moins profonds; mêmes courans anciens de laves; mêmes chauffées de basaltes en prismes; memes buttes de basaltes en masses; mêmes laves poreuses; mêmes sites; mêmes dispositions dans les montagnes : on doit

Donc y retrouver les mêmes pouzzolanes, & en effet la chose est ainsi ; mais comme cette matière volcanique est un détriment de laves poreuses , on ne peut en rencontrer des amas considérables que dans les parties voisines des cratères , ou près des anciennes bouches où l'action du feu & des fumées sulphureuses a réduit le basalte le plus compacte & le plus dur en scorie, en pierres poreuses , ou l'a converti en une espèce de chaux ferrugineuse plus ou moins colorée.

On peut trouver à la vérité assez facilement quelques portions de pouzzolane dispersées çà & là dans les environs de certains cratères ; mais il est assez difficile , en Italie tout comme en Vivarais, en Velay & ailleurs, d'en rencontrer des mines considérables & abondantes , où la matière , convenablement préparée , soit prête à être mise en œuvre.

On a reconnu depuis plus de vingt ans qu'il avoit existé autrefois des volcans en Auvergne (a).

(a) On peut consulter une lettre de M. Ozi , chimiste de Clermont , imprimée à la fin de mon ouvrage sur les volcans éteints du Vivarais & du Velay.

On lit dans le recueil de l'académie royale des sciences plusieurs mémoires relatifs à ces volcans; on parle même dans les derniers des pouzzolanes qu'on y rencontre en général parmi les autres matieres volcanisées; mais personne jusqu'à présent, à ce que je sache, n'avoit fait des recherches suivies pour découvrir des mines de cette terre, & personne n'avoit encore tenté des expériences sur les pouzzolanes de France, pour en introduire l'usage dans ce royaume; je ne connois du moins aucun titre, aucune espece de renseignement notoire & public qui l'annonce.

Un des principaux buts dans mes recherches sur les volcans éteints du Vivarais & du Velay, a toujours été, en recueillant des faits qui pouvoient être utiles à une des plus nobles branches de l'histoire naturelle, celle de l'étude de la théorie de la terre, de m'occuper également des objets qui pouvoient concourir à l'utilité publique & particuliere.

Ce fut dans ces vues qu'en suivant une carriere qui secondoit mes goûts, je me déterminai sans peine à y donner tous mes soins & tous mes momens, à y sacrifier au-delà même

de mes revenus , à renoncer à un état qui me donnoit une existence agréable , pour m'ériger en voyageur dans des lieux retirés , pénibles , dangereux , & d'un accès difficile. Je m'enfonçai dans les montagnes du Vivarais & dans les chaînes du Velay , avec des deffinateurs , des instrumens & tout l'attirail nécessaire pour pouvoir suppléer , par mes soins & par mon exactitude , au peu de connoissance que j'avois. Plus je voyois la nature , plus je commençois à me familiariser avec elle , & plus je sentoís les difficultés que cette belle étude entraîne , les réflexions qu'elle exige , & l'examen répété qu'elle demande des mêmes objets. Il ne fallut donc plus se contenter d'un voyage & de deux , j'en fis jusqu'à douze & même jusqu'à quinze dans certaines parties intéressantes du Vivarais ; je cherchois en vain de la pouzzolane ; j'en rencontrois à la vérité de temps à autre , mais c'étoit toujours en petite quantité , ou si j'en trouvois des mines un peu abondantes , c'étoit ordinairement dans des lieux abruptes , d'un accès difficile , isolés & écartés de toute espece d'habitation.

Ce ne fut qu'après plusieurs voyages & vers

1775 , que je me déterminai à revoir de nouveau une montagne voisine du Rhône , que je n'avois parcourue que rapidement , & sur laquelle je me rappelai d'avoir apperçu quelques indices de pouzzolane. Arrivé sur la sommité de cette montagne , nommée la montagne de *Chenavari* , je vis en effet des amas de laves poreuses & les plus fortes indications d'une mine abondante de pouzzolane ; mais comme le tout étoit recouvert par une légère couche de terre végétale , je fis faire dans cette partie divers puits d'épreuves , & je ne tardai pas à reconnoître que j'entrois dans une carrière riche & fertile de pouzzolane rouge. J'en découvris non loin de là une seconde d'un brun rougeâtre , un peu plus sèche & plus friable que la première , mais d'une excellente qualité pour certains ouvrages.

Je ne tardai pas alors à faire ouvrir la mine en grand & par tranchées. L'analyse chymique & les différens essais que j'avois faits sur ces pouzzolanes , ne me laisserent aucun doute sur leur identité avec celle d'Italie ; j'en envoyai plusieurs boîtes à Paris , où elles furent reconnues pour excellentes.

Je

Je résolus ensuite d'en faire des essais en grand ; mais j'étois assez embarrassé pour les doses & pour les proportions. J'écrivis en conséquence en Italie ; on me répondit qu'on n'y suivoit aucune règle fixe & déterminée, & que les doses de pouzzolane étoient ordinairement subordonnées aux qualités de la chaux, souvent même à la fantaisie & au caprice de l'ouvrier. Cet incident m'embarrassa un peu ; cependant je me déterminai à faire divers essais & à chercher moi-même les proportions les plus convenables.

M. le marquis de *Geoffre de Chabrinia*c, colonel du régiment de Barrois, avec lequel j'étois en liaison, & à qui je fis part de mes idées, me pria de vouloir faire faire mes essais à son château de *Serdeparc*, situé à une demi-lieue de Montelimar, sur la route de Provence. Nous dirigeâmes notre première opération sur une terrasse voûtée en plain air, au-dessous de laquelle est une orangerie ; on avoit tenté vainement plusieurs fois d'y jeter divers carrelages qui, malgré toutes les précautions qu'on avoit prises, n'avoient jamais pu garantir l'orangerie des filtrations & des suintemens. Nous fîmes donc en :

Q.

lever avec soin les débris de l'ancien pavé, & nous jetâmes sur l'aire de la terrasse un béton composé d'une portion de chaux vive, d'une portion de pouzzolane & d'une partie de sable. Comme le temps étoit alors pluvieux, nous fûmes obligés de faire usage d'une chaux déjà ancienne, ne pouvant pas nous en procurer de la nouvelle : nous parvîmes malgré cela à construire un pavé de la plus grande solidité, qui a résisté non-seulement aux chaleurs qu'on éprouve dans cette partie méridionale de la France, mais encore aux gelées, à la neige & à l'hiver rigoureux de cette année ; il est dans ce moment de la plus grande intégrité, & l'orangerie a été absolument à l'abri de toute espèce d'humidité.

Nous fîmes ensuite garnir & incruster le tour de deux bassins, que l'alternative continuelle de l'humidité, de la chaleur & du froid faisoit sans cesse éclater ; cette dernière épreuve eut un succès égal à la première. Ces ouvrages ont acquis une solidité inébranlable.

Enfin, je multipliai les expériences, & je parvins à reconnoître les doses convenables pour les constructions exposées à l'air, qui étoient celles qui exigeoient le plus de soin, &

qui étoient les plus difficiles à bien traiter.¹

J'allois faire entreprendre divers travaux en ce genre, lorsque, vers le commencement du mois de novembre 1777, je fus chargé par M. de Sartine, ministre & secrétaire d'état au département de la marine, dont le zèle, égal aux connoissances, ne néglige rien de ce qui peut intéresser le service du roi, d'envoyer à Toulon plusieurs tonneaux de différentes pouzzolanes que j'avois découvertes dans le Vivarais, pour en faire faire les épreuves dans la mer, & les comparer avec celles d'Italie, dont on fait un grand usage dans ce port. Je fis partir plusieurs tonneaux de cette terre, & je me rendis quelques temps après à Toulon. On y convoqua un conseil de marine, & dix commissaires furent nommés pour assister aux expériences. Il fut procédé, en la présence de ces messieurs & en la mienne, à l'examen analytique & comparé des deux especes de pouzzolanes du Vivarais avec celle d'Italie. On en fit ensuite trois lots distincts & séparés; le premier en pouzzolane d'Italie, le second en pouzzolane rouge du Vivarais, & le troisième en pouzzolane grise rougeâtre du même lieu. On amalgama ces terres, toujours

par lots séparés , avec de la chaux vive , du gros sable , de la recoupe de pierres & de l'eau douce , & on en fit un mortier qui fut placé dans trois caisses numérotées , propres à contenir chacune trois pieds cubes de matiere. Ces caisses , percées de gros trous , furent remplies , clouées , liées avec des chaînes de fer , & coulées à fond dans la mer , où elles devoient rester plusieurs mois en épreuve. Il fut dressé procès-verbal de toute cette opération , & l'original en fut déposé au contrôle de la marine, le 24 du mois de décembre 1777. Voici la teneur de ce procès-verbal.

COMPTE qu'ont l'honneur de rendre au Conseil de Marine, les Commissaires par lui nommés pour examiner les Terres - Pouzzolanes découvertes dans le Vivarais , sur les bords du Rhône, par M. FAUJAS DE SAINT-FOND , & les comparer avec celles d'Italie.

LES commissaires soussignés, s'étant fait représenter les terres-pouzzolanes du Vivarais, déposées au magasin général, ensuite de l'envoi qui en avoit été fait par M. Faujas de Saint-Fond , une partie de couleur rouge , l'autre grise, ont reconnu, lui présent,

par des expériences analytiques, la même analogie & les mêmes principes qui constituent la bonté de celles d'Italie.

Ils ont ensuite fait peser un pied cube de chaque espèce de pouzzolane , ils ont trouvé que la rouge du Vivarais pesoit 76 livres, la grise 79 livres, & celle d'Italie 91 livres.

Continuant ensuite leur opération, ils ont fait faire l'amalgame des différentes matières qui doivent, suivant l'usage de ce port, composer le béton ou ciment que l'on emploie dans les ouvrages de maçonnerie sous l'eau , à laquelle composition il a été procédé, toujours en leur présence , de la manière suivante ;

S A V O I R ,

Douze parties de pouzzolane ,
Six parties de gros sable non terreux ,
Neuf parties de chaux vive bien cuite ,
Seize parties de blocaille ,
Et la quantité d'eau douce nécessaire pour éteindre la chaux & lier le ciment.

Dans cette opération ils ont reconnu que la qualité de pouzzolane rouge du Vivarais formoit un mortier plus gras , ce qui annonçeroit qu'elle seroit propre à produire une économie utile sur l'emploi de la chaux.

L'amalgame fait , le ciment formé par les pouzzolanes du Vivarais , leur a paru se rapprocher parfaitement de celui des pouzzolanes d'Italie.

Après avoir , suivant l'usage , laissé reposer les différens bétons l'espace de six heures , ils en ont fait remplir trois caisses , contenant chacune trois pieds cubes de matiere amalgamée : savoir , dans la caisse n°. 1. celle de pouzzolane rouge du Vivarais ; dans la caisse n°. 2, celle grise dudit lieu , & dans la caisse n°. 3. celle d'Italie ; ces caisses solidement construites & percées dans tous les sens , pour donner issue à l'eau , ont été fermées , liées avec des chaînes de fer en leur présence , & coulées à fond dans le bassin de l'arsenal , au sud du pavillon des peintres.

Il y a tout lieu d'espérer qu'après que lesdites caisses auront restées dans l'eau le temps nécessaire , l'expérience donnera le succès désiré ; succès qui ne peut être que très-avantageux au service du roi.

A Toulon, le 24 décembre 1777. *Signés* , LOMBARD, le Chevalier D'ALBERT, S. HYPOLITE, CHAMPORCIN, D'ALBERT DE RIONS, BOADES, LA CLUE, VIDAL DE LERY, VERRIER & PAUL.

Collationné à l'original déposé au contrôle de la marine , à Toulon le 30 décembre 1777.

Signé , MOLLIERE.

On voit , par ce procès-verbal , que MM. les commissaires ont reconnu dans les pouzzolanes du Vivarais , la même analogie & les mêmes principes qui constituent la bonté de celle d'Italie.

De la maniere d'employer la Pouzzolane hors de l'eau , soit pour construire des terrasses à l'italienne , exposées à l'air , soit pour former dans les appartemens des carrelages en compartimens , qui ne produisent jamais de poussiere , & dont la solidité l'emporte de beaucoup sur les carrelages en briques.

QUOIQUE la principale propriété de la pouzzolane soit de prendre corps dans l'eau , d'y acquérir une extrême dureté , & de former par-là le plus excellent & le plus parfait ciment que nous connoissons pour les constructions dans la mer , pour celles des bassins , des aqueducs , des citernes & des différentes pieces destinées à recevoir l'eau ou à être exposées à l'humidité ; néanmoins je crois qu'en employant cette matiere volcanisée avec certaines précautions , on peut en tirer un parti très-avantageux pour les ouvrages hors de l'eau ; c'est à quoi je me suis particulièrement attaché dans une suite d'expériences que j'ai tentées à ce sujet.

Je fais qu'en Italie on fait usage de pouzzo-

lane pour couvrir les terrasses ; mais comme on n'y apporte pas ordinairement tout le soin qu'exige l'emploi & le traitement de cette matière , il arrive qu'on est souvent obligé de revenir à de nouvelles opérations & de rétablir les dégradations qui se manifestent de temps en temps.

Je crus donc qu'il feroit possible de construire *dans ce genre des ouvrages de la plus grande solidité* , en faisant usage d'un procédé bien simple , c'est-à-dire , en prenant toujours la nature pour guide & pour modèle. Or , je dis en moi-même , la pouzzolane mêlée avec la chaux vive prend corps dans l'eau au bout de dix semaines , je n'ai qu'à faire faire des terrasses avec un bon mortier de cette matière , les tenir humectées pendant tout ce temps-là , & je dois obtenir un corps solide , homogène , & d'une dureté à peu près égale à celle qu'acquiert le mortier de pouzzolane dans l'eau.

Ce fut en partant de ce principe , qui se trouvoit d'accord avec ce que j'ai dit de la théorie de la dureté de la chaux , que je pris le parti de faire carreler en pouzzolane un fallon que je venois de construire au rez-de-chaussée de ma maison. Pour

Pour parvenir à faire un ouvrage solide ; voici de quelle manière je procédai : je fis faire deux espèces de mortiers , le premier consistoit en une portion de chaux vive nouvellement éteinte ; une portion de pouzzolane du Vivarais , une partie de gros sable de rivière non terreux , une portion de recoupe de pierres , dont les plus grosses n'excédoient pas la grandeur d'un écu de trois livres.

Ce fut avec ces différentes matières , & d'après les procédés dont j'ai déjà fait mention , qu'on forma un gros mortier qu'on mit en tas pour y rester quarante-huit heures , afin de donner le temps à tous les grains de chaux de se dissoudre exactement , pour éviter les pousfées.

Le second mortier qui fut construit en même-temps , consistoit en une partie de chaux vive nouvelle , deux parties de pouzzolane rouge du Vivarais , pilées & passées au sas * ; le tout exactement broyé , fut également mis en monceau pour reposer quarante-huit heures comme le premier mortier.

Ce délai expiré , l'aire de mon fallon bien égalisée & bien nivelée à l'aide d'une couche

* J'ai reconnu depuis qu'on peut économiser la pouzzolane, & qu'une portion suffit en y ajoutant une

P

partie de
sable fin
de rivière.
Le ciment
enferme mé-
me plus so-
lide qu'en
pouzzola-
ne pure ,
sur - tout
dans les
endroits
secs.

de sable d'un demi-pouce de hauteur , sur laquelle j'eus l'attention de faire verser plusieurs arrosoirs d'eau , pour tenir le sol frais & humide , ce qui est important ; je jetai alors à la manière accoutumée le premier mortier , & par-dessus celui-ci le mortier fin qu'on égalisa avec la truelle , en se conformant au niveau qu'on se procure facilement à l'aide d'une grande règle.

J'observe qu'il faut donner à ce carrelage l'épaisseur de 3 pouces en tout , non compris le sable , & que la couche supérieure en mortier fin ne doit avoir tout au plus qu'un demi-pouce.

Le béton ainsi jeté & bien égalisé , fut abandonné jusqu'à ce qu'il commença à prendre un peu de consistance , ce qui entraîna un délai de deux jours (dans les chaleurs un jour doit suffire). Au bout de ce temps , un ouvrier commença à massiver le pavé avec le battoir dont j'ai déjà parlé , & continua cette opération pendant six jours à différentes reprises ; je dis à différentes reprises , car cette manœuvre est nécessaire trois ou quatre fois dans la journée , on doit même se régler à ce sujet sur la tem-

pérature de l'atmosphère plus ou moins chaude, sur la qualité du mortier plus ou moins prompt à durcir. L'opération de massiver doit être d'autant moins négligée, qu'elle est essentielle & absolument indispensable pour lier le mortier, le raffermir, lui faire rendre la surabondance d'eau qu'il contient, & éviter les gerçures & les fentes qui ne manqueroient pas d'arriver sans cela, sur-tout si la dessiccation se faisoit d'une manière prompte ; il faut même avoir un tel soin d'éviter les fentes, que dès qu'on en appercevra la moindre indice, il faut redoubler d'attention & en arrêter les progrès en battant & en massivant plus souvent.

Dès qu'on reconnoîtra que le ciment durcit & refuse le battoir, dès-lors la principale opération sera faite ; il ne s'agit plus que de couvrir l'ouvrage avec de la paille neuve & propre, de seigle ou de froment, & la tenir continuellement humide en y jetant de temps à autre quelques arrosoirs d'eau.

Ce fut au bout de quinze jours que je fis enlever la paille, balayer avec soin l'appartement, & que je fis dessiner le carrelage ; cette dernière opération se pratique d'une manière très,

simple & très-aisée, à l'aide de plusieurs ficelles qu'on tient tendues horizontalement sur le pavé, & qu'on fait entrer de force dans le ciment encore frais, en frappant doucement & à petits coups redoublés, avec le bout du manche d'un marteau, sur une truelle qu'on tient à plat sur la ficelle. On peut par ce moyen imiter des fougères & divers compartimens agréables qui ne s'effacent jamais.

Cette opération faite, on recouvre encore le tout avec de la nouvelle paille qu'on laisse un mois & demi, & qu'on tient humide, si on veut se procurer un ouvrage parfait en ce genre. Au reste, cette attente n'est point longue pour les gens de l'art, puisqu'elle tend à procurer un carrelage qui durera à jamais, qui formera un bel ensemble, & ne donnera aucun atome de poussière. La dépense en est d'ailleurs beaucoup moindre que celle d'un carrelage en brique.

Cette manière de carreler un appartement ayant réussi au mieux, au-delà même de mes espérances, tant du côté de la solidité que de l'élégance, je fis construire une terrasse à l'italienne à peu près dans le même goût; mais comme un ouvrage de cette nature, en exigeant

la même solidité , ne méritoit pas autant de recherches dans l'agrément & la propreté , je procédai de la maniere suivante ; c'est-à-dire , que je fis faire simplement un gros mortier avec une partie de chaux vive , une partie de gros sable non terreux , une partie de pouzzolane & une partie de grosses recoupes de pierres. D'autre part , je fis composer un second mortier avec chaux vive, sable de riviere, pouzzolane ordinaire sans être passée au sas , par portions égales & à la maniere accoutumée. Je laissai reposer le tout quarante-huit heures.

Ce fut après avoir fait égaliser l'aire de ma terrasse , située sur une voûte de 48 pieds de longueur , sur 24 de large , que j'y jetai environ un pouce $\frac{1}{2}$ de sable de riviere. Cette premiere couche est doublement utile , en ce qu'elle est très-commode pour égaliser le sol & lui donner le niveau nécessaire , & en ce que étant bien imprégnée d'eau , elle conserve long-temps une humidité & une fraîcheur très-utile à la bonté de l'ouvrage. Après que ce sable fut bien arrosé , je fis jeter le gros mortier sur une épaisseur de 2 pouces $\frac{1}{2}$; le second mortier fut jeté en même temps sur celui-ci * ; le tout fut égalisé à la truelle.

* On peut
donner 3
pouces ou

3 pouces
& demi
d'épaisseur
en tout,
non com-
pris le sa-
ble.

Comme c'étoit dans un temps de chaleur que je faisois construire cette terrasse , & que la maçonnerie en plein air se seche très-rapidement , je fus forcé le lendemain de faire jouer le battoir & d'occuper un homme qui travailla sans relâche à cette manœuvre , pendant près de trois jours consécutifs. Le vent du midi qui regnoit alors , occasionnoit une si prompte desiccation , que j'étois obligé de faire arroser l'ouvrage dans les momens où l'ouvrier prenoit ses repas. Au bout de trois jours , le pavé refusa le battoir ; je le fis couvrir alors de paille que l'on tenoit humectée , & huit jours après j'y fis tracer de grands carreaux de 3 pieds de longueur sur 3 pieds de largeur , qui imitoient au parfait de grandes dalles en pierre de taille. On remit ensuite la paille qu'on continua d'humecter de temps en temps , & dans moins de trois semaines ce pavé en pouzzolane avoit acquis une dureté étonnante ; malgré cela , je laissai la paille pendant deux mois & demi , en la faisant arroser quelquefois. Ce fut après ce délai que j'eus la satisfaction de voir un pavé inébranlable , propre à résister à toutes les chaleurs de la canicule & aux plus fortes rigueurs des hivers.

J'avois fait donner une pente légère & comme imperceptible à cette terrasse pour l'écoulement des eaux, & dans un temps où elle a éprouvé des pluies longues & constantes, je ne pus jamais découvrir le moindre suintement sous sa voûte, qui sert de couvert à une remise dont je fais journellement usage.

Voilà donc la bonté, l'efficacité & l'utilité de la pouzzolane, reconnues pour les constructions hors de l'eau; je fais qu'on en fait usage depuis long-temps en Italie pour les terrasses; mais comme on n'y apporte pas toutes les précautions que j'indique, qui sont cependant très-simples, on ne s'y procure certainement pas des pavés de la solidité de ceux que j'ai fait exécuter, qui doivent être regardés comme les premiers faits en France avec de la pouzzolane du pays.

Il me resteroit encore à tenter les mêmes épreuves pour former des terrasses sur le haut des maisons, ce que je regarde comme très-pratiquable; je me serois même déjà occupé de cet objet si des travaux relatifs à mon ouvrage sur les volcans, m'avoient donné plus de momens; mais dès que j'aurai tenté des expériences à ce

sujet , je me ferai un plaisir d'en instruire le public & de lui en rendre compte.

Ce mémoire pourra peut - être paroître trop prolix & trop chargé de détails minutieux , mais un objet aussi important exigeoit le plus sérieux examen ; je ne doute pas même qu'il ne reste beaucoup de choses à dire sur ce sujet : j'ose espérer cependant qu'on voudra m'excuser , en faisant attention que j'ai travaillé ici sur une matière neuve , & que je n'ai eu absolument aucune ressource dans les auteurs dont quelques-uns seulement ont parlé rapidement & en passant de la pouzzolane , sans qu'aucun soit entré dans les détails mécaniques de sa manipulation. On pourra me reprocher aussi peut-être quelques répétitions , mais j'y en ai placé à dessein , dans l'intention de familiariser ceux des lecteurs qui ne font pas profession d'histoire naturelle & de chimie , avec une théorie délicate , peu facile à bien saisir , par les difficultés qu'il y avoit à la bien rendre. Il falloit en un mot envisager sous plusieurs rapports l'analyse de la chaux , de la pouzzolane , les différentes combinaisons qui en résultent , &c. Je me trouvois forcé par-là
de

de revenir souvent sur les mêmes objets ; mais je suis trop heureux si j'ai rendu d'une manière intelligible cette suite d'analyses , de rapports , de faits , d'observations , & trop récompensé si je puis mettre seulement les autres sur la voie de perfectionner un travail que je n'ai pas l'amour propre de regarder comme achevé.

Voici l'extrait de quelques pièces qui constatent le succès de mes expériences.

CERTIFICAT de l'Ingénieur en chef pour les ponts & chaussées , employé en Dauphiné.

NOUS , ingénieur du roi , en chef , pour les ponts & chaussées , employé en Dauphiné , certifions , qu'ayant examiné avec attention dans la maison de M. Faujas de Sain-Fond , située à Montelimar , tant l'aire d'un salion , au rez-de-chaussée , que celle d'une terrasse sur voûte , exposée à l'air , celle-ci contenant trente-deux toises quarrées ; avons reconnu que l'une & l'autre de ces aires , formées avec ciment composé *d'un tiers de chaux vive , d'un tiers de sable pur de rivière , & d'un tiers de matières volcaniques ou pouzzolane* , nouvellement découverte en Vivarais par mondit sieur Faujas , le tout bien & dûement amalgamé suivant un procédé simple , employé de trois pouces d'épaisseur , sur une forme affermie de gros sable ou gravier , lissé à la truelle , & suffi-

Q

salement battu , a produit une chape unie , d'une couleur agréable , d'une très-grande ténacité , sans aucunes gerçures , ni fissures ; de sorte que nous croyons ce ciment très - propre à résister , sur les terrasses découvertes , aux effets de la pluie , de la gelée , des filtrations , ainsi qu'à enduire l'intérieur des citernes & à faire tous autres ouvrages semblables ; outre sa propriété reconnue de se durcir à l'eau & hors de l'eau , comme le ciment fait avec pouzzolane d'Italie. Mais ce qui ajoute aux avantages de celle du Vivarais , sur-tout pour l'intérieur du royaume , c'est sa proximité du Rhône & de la grande route de Lyon à Marseille. En foi de tout quo nous avons dressé & signé le présent. A Montelimar ce 5 juin 1778.

Signé , PAULMIER DE LATOUR.

*PROCÈS-VERBAL , contenant rapport
d'architecte.*

NOUS ALPHONSE-LAURENT-ANTOINE SALAMON , baron de Salamon , vice-sénéchal, lieutenant-général civil & criminel , juge-mage en la cour du grand sénéchal des comtés de Valentinois & Diois , séant à Montelimar ; certifions que ce jourd'hui à dix heures du matin , pardevant nous , en notre hôtel , seroit comparu M^{re}. Faujas de Saint-Fond , ci-devant lieutenant-général en ladite sénéchaussée , lequel auroit exposé qu'il y a environ trois ans qu'il découvrit , non loin du village de Rochemaure , sur la montagne nommée *Chenavari* , une mine de pouzzolane sembla-

ble à celle de Pouzzole , pour la couleur & pour la qualité : qu'il fit ouvrir cette mine dans le commencement de l'année 1777, & qu'il fit construire divers ouvrages, soit dans l'eau, soit hors de l'eau, avec ladite pouzzolane, au château de *Serdeparc*, appartenant à *M. le marquis de Geoffre de Chabrignac*, colonel en second du régiment de Barrois ; lesquels ouvrages auroient eu un succès accompli : que dans le courant du mois de novembre 1777 , *M. de Sartine*, ministre de la marine , chargea l'exposant de se rendre à Toulon pour faire mettre en épreuve dans la mer , ladite pouzzolane , & la comparer à celle de Pouzzole , ce qui fut exécuté conformément au procès-verbal dressé à ce sujet par MM. les commissaires nommés dans un conseil de marine , tenu à cette occasion : qu'enfin l'exposant a fait faire dans sa propre maison , divers ouvrages avec ladite pouzzolane , entr'autres le carrelage d'un salon & une terrasse à l'Italienne , de quarante-huit pieds de longueur sur vingt-quatre de largeur ; & voulant constater la bonté de ladite pouzzolane , & la solidité qu'elle donne aux différentes constructions dans lesquelles elle est employée , il nous auroit requis de commettre un architecte & quatre maîtres maçons , à l'effet d'être par eux accédé sur les lieux où il a été employé de la pouzzolane , & de faire leur rapport sur la solidité & propreté des ouvrages qu'ils auroient visités : sur quoi nous aurions pour ce commis & député le sieur Jean Jacques Bros , architecte arpenteur à la maîtrise royale du Diois , Jacques Davin , Louis Vidal , François Bernard &

André Mariton, tous quatre maîtres maçons de cette ville , lesquels après ferment par eux fait pardevant nous , auroient procédé à la vifitation des fufdits ouvrages , & fait enfuite leur rapport , par lequel il confte que les architectes & maîtres maçons fufnommés ont reconnu que les ouvrages en pouzzolane étoient également folides , propres & impénétrables à l'eau , d'après l'effai qu'ils en auroient fait eux-mêmes : que d'ailleurs chacun d'eux ayant été dans le cas de fe fervir de cette même pouzzolane , ils avoient lieu de s'en applaudir chaque jour , ainfi que les propriétaires pour lesquels ils l'avoient employée : que notamment le nommé **André Mariton**, l'un defdits maîtres maçons , auroit conftruit fous la direction dudit fieur **Faujas de Saint-Fond**, une terrasse à l'italienne, fur une voûte de quarante-huit pieds de longueur & de vingt-quatre pieds de largeur , en pouzzolane du Vivarais , dans les proportions fuivantes : une portion chaux vive ; une portion de fable de riviere , bien pur ; une portion de pouzzolane du Vivarais , & une portion de blocaille ou recoupe de pierres ; ladite chaux vive ayant été éteinte & détrempée à la maniere accoutumée , il en auroit été fait un mortier avec les matieres ci-deffus , dans les proportions défignées , lequel mortier , très-aifé & très-fimple à faire , a été gâché & corroyé avec foin , afin que le tout fût exactement mélangé & amalgamé : quoi fait , après avoir laiffé repofer le mortier vingt quatre heures , il a été employé à conftruire le *glacis*, *béton*, ou *pavé* de ladite terrasse , ce qui a donné une épailfeur de trois pouces

& demi, ayant eu l'attention auparavant de répandre sur l'aire de ladite terrasse & sur ledit *glacis*, un demi-pouce de sable, bien égalisé & fortement humecté avec beaucoup d'eau, pour donner de la fraîcheur audit ouvrage; que ledit *glacis* fut construit en un jour & demi, & fut battu & massivé le même soir & tout le lendemain, par un homme occupé à cette manœuvre; qu'ensuite on couvrit ledit *carrelage* qui avoit déjà de la solidité, avec de la paille qu'on tint humectée avec de l'eau, & que le quinzième jour ladite terrasse avoit acquis une très-grande solidité, n'ayant absolument aucune gerçure: que le *glacis* du susdit salon fut fait sans blocaille, & qu'il est aussi propre & beaucoup plus solide que les carrelages en brique les plus recherchés; qu'enfin ces ouvrages ne laissent rien à désirer, ni pour la solidité, ni pour la propreté, & sur-tout que le susdit carrelage ne donne jamais aucune espèce de poussière. De tout quoi nous avons, à la requête dudit sieur Faujas de Saint-Fond, fait dresser le présent certificat conforme à la plus exacte vérité, & comme tel, l'avons signé avec ledit sieur Faujas de Saint-Fond, les experts susnommés, à l'exception de Jacques Davin, qui a déclaré ne savoir écrire, & notre greffier: ce fut fait à Montelimar le cinq juin mil sept cent soixante-dix-huit.

Signés, FAUJAS DE SAINT-FOND. J. J. BROS. VIDAL.
BERNARD. MARITON. SALAMON. CABESTAN, greffier.

F I N.

