

# A LA DÉCOUVERTE DU *CARBUNCULUS*

F. DAVIDOVITS

*Université de Caen*

## 1. INTRODUCTION

Pline l'Ancien, dans son *Histoire Naturelle*, mentionne plusieurs fois le terme *carbunculus*... Mais chez lui, le *carbunculus* possède différents sens: un minéral (sol et sable), une maladie et une pierre semi-précieuse, à savoir l'escarboucle<sup>1</sup>. Vitruve, quant à lui, mentionne le *carbunculus* comme un tuf et un type de sable qu'il faut employer pour le mur en *caementicium*. Il l'appelle *harena fossicia*, et il y en a quatre sortes: le noir, le blanc, le rouge et le *carbunculus*. Cette *harena fossicia* est traduite généralement par «sable de cave» ou «sable de carrière». Apparemment la nature de ce sable était proche des sables siliceux ou quartzeux. Les commentateurs de Vitruve utilisèrent la classification des sables de Vitruve du chapitre 4 –le sable de carrière (*harena fossicia*), le sable de rivière (*harena fluviatica*) et le sable de mer (*harena marina*)– en croyant que ces sables sont plus ou moins semblables. Ce sable n'avait pas les propriétés de la célèbre pouzzolane. De fait, pour eux, le sable, quel que soit son lieu d'extraction, est seulement une charge dans le mortier et non pas un matériau réactif chimiquement avec la chaux.

Il faudra attendre 1957 pour que G. Lugli remette en cause cette opinion qu'on croyait acquise. En effet, il associe la pouzzolane à l'*harena fossicia*, en se fondant sur le texte de Vitruve et sur la géologie italienne. R. Ginouves et R. Martin<sup>2</sup> écrivent à propos de *harena fossicia*:

«C'est dans cette dernière catégorie que se place une sorte de sable aux caractéristiques pétrographiques bien définies, la pouzzolane, forme meuble d'un tuf volcanique (*pulvis puteolanus*). Le mot vient de la ville de Pouzzoles, source normale d'approvisionnement pour les Romains; mais des roches analogues, provenant de Santorin, ou d'ailleurs, possèdent la même propriété de donner, mélangées à la chaux, de silicates qui font prise sous l'eau».

<sup>1</sup> PLIN. *Nat.* 17, 29; 17, 147; 31, 48; 18, 272; 18, 275; 18, 279; 37, 92.

<sup>2</sup> R. GINOUVÈS, R. MARTIN, *Dictionnaire méthodique de l'architecture grecque et romaine*, Tome 1, *Matériaux, techniques de construction, techniques et formes du décor*, Paris, Ecole française de Rome, 1985, p. 44.

Dans une note concernant la pouzzolane, ils ajoutent: «Vitruve II, 4, 1, distingue plusieurs variétés de pouzzolane d'après la couleur (rouge, grise) avec en particulier une variété noire nommée *carbunculus*»<sup>3</sup>.

L'on constate que les traductions ne s'accordent pas sur la nature du *carbunculus*. C'est pourquoi nous proposons de faire le point sur le *carbunculus* en tant que matériau chez Vitruve et de déterminer quelles sont ses caractéristiques.

## 2. LES TRAVAUX DE G. LUGLI

A la question comment les ruines romaines en *opus caementicium* ont pu survivre à des siècles d'érosion, G. Lugli<sup>4</sup> apporte une réponse fondée sur sa nouvelle interprétation des passages concernés dans le *De architectura*: pour lui, lorsque Vitruve décrit les matériaux de construction, celui-ci ne parle que de ceux qui se trouvent en Italie et nulle part ailleurs.

Pour faire un bon mortier, deux éléments priment: la «chaux» et le «sable». Or ce dernier terme, dans le vocabulaire technique, comme son équivalent latin *harena*, peut désigner aussi bien de la silice ou du calcaire (sable de rivière ou de mer) ou un minéral pouzzolanique ou à propriétés pouzzolaniques (pouzzolane ou argile kaolinite cuite appelée *testa*). On le voit, le sable, contrairement à l'opinion courante, ne désigne pas de minuscules morceaux de silice, mais toutes sortes d'éléments minéraux de petites dimensions. Donc la poudre de *testa*, ou de pouzzolane, entre dans cette définition et remplace parfaitement la silice. G. Lugli<sup>5</sup> analyse le sens de *harena*: il note que ce terme est employé par Sénèque (*Nat. Quaest.* 2, 30) pour désigner la cendre d'une éruption volcanique, de la même manière que la pouzzolane (que Vitruve nomme *puluis*) et dans Pline l'Ancien (*N. H.* 35, 167) où la poudre pouzzolanique (*puluis puteolanus*) est comparée au sable du Nil (*harena e Nilo*). Il rappelle en outre que les Romains appellent *harenariae* les carrières de pouzzolane ou de tuf granulaire dans lesquelles les chrétiens bâtiront leurs catacombes.

C'est pourquoi dans ses traductions des textes vitruviens, concernant le terme *harena*, G. Lugli<sup>6</sup>, parle de *sabbia*, *arena*, ou *rena* en se limitant au sable fluvial ou marin; pour *puluis* (*puteolanus*), il emploie le terme de *pozzolana*, traduction qui comprend l'*harena fossicia*, ce sable qu'on extrait du sol, par opposition aux autres sables qu'on peut ramasser tel quel. G. Lugli<sup>7</sup> utilise le terme *pozzolana* (pour traduire *harena*) lorsque Vitruve (2, 8, 2) parle de la composition du mortier à utiliser comme liant pour les différents *opera* (à savoir, *opus incertum* ou *reticulatum* pour les parements extérieurs et *opus*

<sup>3</sup> *Ibid.*

<sup>4</sup> G. LUGLI, *La tecnica edilizia Romana con particolare riguardo a Roma e Lazio*, Rome, 1957, pp. 390-401.

<sup>5</sup> *O. c.*, pp. 397-398.

<sup>6</sup> *O. c.*, p. 398.

<sup>7</sup> G. LUGLI, «L'*opus caementicium* in Vitruvio», *Classica et Mediaevalia*, 17, 1956, p. 99.

*caementicium* pour le noyau central). Il est donc clair que c'est du sable pouzzolanique (*harena fossicia*) que l'on emploie pour les maçonneries.

Résumons donc les interprétations de G. Lugli: Vitruve indique, dans le quatrième chapitre du livre deux, l'utilisation de chaque sable. Il y a trois sortes d'*harena*:

1. Les sables fluviaux (quartzeux): *harena fluviatica*.

2. Les sables marins (calcaires): *harena marina*. Ces deux sables sont utilisés pour les enduits.

3. Les sables pouzzolaniques que l'on extrait du sol et que l'on distingue les uns des autres par la couleur: *harena fossicia*.

Vitruve (2, 4, 1) conseille l'emploi de l'*harena fossicia* pour l'*opus caementicium* et distingue 4 *harenae fossiciae* par la couleur: *nigra* (noire), *cana* (grise ou blanche tout dépend du gisement), *rubra* (rouge) et le *carbunculus*.

Par comparaison, les sables de rivière ou de mer ne peuvent pas servir à l'édification des murs et des voûtes concrètes (2, 4, 2), alors, que les *fossiciae* fraîchement extraits ont cette capacité.

Dans le chapitre six, Vitruve parle des merveilleuses propriétés de cette poudre volcanique appelée pouzzolane et d'une autre sorte de pouzzolane qu'on trouve principalement en Etrurie, le *carbunculus*. G. Lugli ajoute que, pour Vitruve, la pouzzolane de Baïa (*pulvis Baianus*) est une catégorie à part d'*harena fossicia* et que pour lui *harena* et *pulvis* sont de nature identique. En effet, la géologie du Latium et d'Etrurie est d'origine volcanique, comme celle du golfe de Naples. C'est pourquoi, dans ses traductions, G. Lugli interprète *harena fossicia* par *pozzolana*.

### 3. LE *CARBUNCULUS* EST UNE POUZZOLANE

Si le *carbunculus* appartient à la catégorie de l'*harena fossicia*, les traductions hésitent quant à sa nature: «lignite» (F. Granger), «carboncle» (Cl. Perrault, F. Maufras), «rotbrauner Sand» (K. Fensterbusch), etc. En gros, l'on a le choix entre le charbon ou le sable rouge ou le carboncle.

En fait, *carbunculus* est le diminutif de **carbo, onis** m.: «charbon de bois, produit de la combustion».

*Carbunculus* possède quatre sens:

1. Charbon ardent ou braise.

2. Minéral qui se présente sous deux formes:

a) Une sorte de sable.

b) Une espèce de tuf.

3. Escarboucle.

4. Les diverses maladies qui frappent les végétaux et les hommes. A ce sens se rattachent deux dérivés:

a) *carbunculatio, -onis, f.*: broussure, atteinte portée par la gelée ou la chaleur aux bourgeons naissants des arbres.

b) *carbunculo, -are, int.*: être broui ou brûlé par la chaleur ou le froid en parlant des plantes; être atteint de la maladie du charbon [en parlant des hommes].

Pour déterminer quelle est la nature du *carbunculus*, nous groupons deux sens que l'on retrouve dans les textes –le premier désigne l'*harena fossicia* et le second le tuf volcanique– car il s'agit du même minéral, à savoir la zéolithe comparable de par sa nature géologique et ses propriétés à la pouzzolane.

### 3.1. *Le tuf*

Précisons maintenant la nature du tuf *carbunculus* d'où est tiré le sable *carbunculus*. Le *Liber Coloniarum* (I, p. 243, 11) indique que le *carbunculus* est une pierre avec laquelle on construit les bornes pour les frontières et les champs. C'est une pierre que l'on taille: «dans les pâturages, il y a des amas de pierres sèches et des “carbunculi”, c'est le fait de cet amas d'être une masse construite avec des pierres»<sup>8</sup>. Mais l'élément déterminant est donné par Columelle (*De re rust.* 3, 11, 7). Il donne des conseils pour la culture de la vigne. Et parlant du *carbunculus*, Columelle écrit:

«Quel cultivateur en effet, même médiocre, ignorerait que même le tuf le plus dur ou la roche charbonneuse [*carbunculus*], une fois qu'ils ont été concassés et ramenés à la surface, sous l'effet des tempêtes et du gel non moins que des chaleurs estivales, deviennent friables et s'ameublissent, que, l'été, ils rafraîchissent merveilleusement les racines des vignes et retiennent le suc –phénomènes très favorables à l'alimentation de l'arbuste?»<sup>9</sup>.

Ainsi, cette pierre, débitée en petits morceaux, est semée sur les racines ou mêlée à la terre. Elle absorbe l'humidité le jour, et la restitue la nuit, rafraîchissant ainsi les racines. Cette caractéristique, de retenir et de restituer l'eau est celle des pierres volcaniques qu'on appelle «zéolithes». La zéolithe est un silicate d'alumine qui après dégradation donnera de l'argile. Nous savons par la géologie que le Latium et l'Etrurie sont d'origine volcanique. De fait, les tufs volcaniques sont des tufs zéolitiques. La nature volcanique du *carbunculus* est donc bien établie. D'après Columelle, c'est un tuf volcanique très dur. Il est donc très différent d'autres tufs volcaniques, plus tendres. L'on employa l'un de ceux-ci, à cause de sa facilité à être taillé, comme brique dans les murs de l'*opus reticulatum* à la Villa Hadriana. Mais à cause de sa faible dureté, ce tuf se délite aisément sous l'effet des intempéries.

### 3.2. *Le sable*

Sous ce sens, se retrouvent trois occurrences de *carbunculus* chez Vitruve et cinq autres chez différents auteurs<sup>10</sup>. Nous examinerons d'abord celles-ci pour déterminer une première définition du sable.

<sup>8</sup> *Lib. Col.* I, p. 243, 11: *In saltibus scorofiones et carbunculus, id est scorofion molis petrarum constructi*. De même, 227, 16; 228, 6; II, p. 252, 21; 259, 26.

<sup>9</sup> COLUMELLE, *De l'agriculture* (edit. J. C. Dumont), Paris, 1993; Columelle 3, 11, 7: *Quis enim uel mediocris agricola nesciat etiam durissimum tufum uel carbunculum, simulatque sit confractus et in summum regestus, tempestatibus et gelu nec minus aestiuis putrescere caloribus ac resouli; eumque pulcherrime radices uitium per aestatem refrigerare, succumque retinere-quae res alendo surculo sunt accommodatissimae?*

<sup>10</sup> VITR. 2, 4, 1; 2, 6, 6; 8, 1, 2; PLIN. *Nat.* 31, 48; COLUM. 3, 11, 7; PLIN. *Nat.* 17, 29; 17, 147; GARG. MART. *Pom.* 4, 5.

### 3.2.1. Le *carbunculus* chez les agronomes latins

#### 3.2.1.1. J. André et la critique textuelle

Le *carbunculus* est aussi une terre sur laquelle on cultive: Varron (*R. R.* 1, 9, 2) la mentionne dans son traité d'agriculture comme une terre qui brûle les racines des plantes<sup>11</sup>. J. André note que Varron fait cette définition du *carbunculus* «avec peut-être quelque souci d'étymologie»<sup>12</sup>. Pline (*Nat.* 17, 29) écrit que la terre qu'on appelle "charbon" semble s'améliorer à la marra»<sup>13</sup>. Le sens de ce texte pose une certaine difficulté: s'agit-il de *marra* (houe) ou de *marga* (marne) ou de *uite macra* ou encore de *idemacra* (vignes). J. André<sup>14</sup> expose le problème: il présente les différentes versions du texte. Concernant *uite macra* et l'interprétation d'Hardouin («il semble s'amender avec de la vigne maigre»), cette version renvoie à un passage de Caton, *Agr.*, 37<sup>15</sup>. J. André rejette cette version car:

«Sans doute, les serments enlevés par la taille, dans les composts ou directement dans les enfouis, forment une bonne matière fertilisante, mais Caton parle seulement de vignes chétives sans considération du sol où elles étaient plantées, et surtout sans allusion au *carbunculus* ou à quelque terre de ce genre»<sup>16</sup>.

J. André<sup>17</sup> écarte *marga* car cette technique d'enrichissement du sol par l'adjonction de phosphates minéraux est propre à la Gaule et à la Bretagne, alors que le *carbunculus* se rencontre en Italie. En comparant les différents manuscrits, J. André propose la correction: *marra*. Car on ne peut pas préparer le terrain de tuf dur sans le défoncer et l'ameublir en le brisant. On employait pour cela une *marra* qui servait à briser les mottes après le bêchage (cf. Columelle 10, 88-89). La forme de cet instrument devait être à peu près celle d'un râteau, avec des dents plus longues et plus fortes.

La critique du texte de Pline 17, 29 hésite entre deux solutions: la correction de J. André (*marra*) et la proposition d'Usener, que soutient J. C. Dumont<sup>18</sup>, qui préconise l'emploi de *marga* (les phosphates minéraux de Gaule et de Bretagne). Ce passage défailant pose le problème de l'interprétation des textes techniques. Doit-on se fier à l'argumentation de la critique textuelle (J. André) ou préférer la solution technique de la *marga*?

<sup>11</sup> VARRON, *Economie rurale*, livre 1 (édit. J. Heurgon), Collection des Universités de France, Paris, 1978. VARRON, *R. R.*, 1, 9, 2: *carbunculus, id est quae (sc. terra) sole perferue ita fit, radices satorum comburat.*

<sup>12</sup> J. ANDRÉ, «Notes critiques sur le texte de Pline», *R. Ph.*, 35, 1961, pp. 58-59.

<sup>13</sup> PLIN. *Nat.* 17, 29: *Et carbunculus, quae terra uocatur, emendari marra uidetur.* Commentaire de PLIN. *Nat.* 17, 29; note 1, p. 127; PLINE L'ANCIEN, *Histoire Naturelle*, livre 17 (édit. J. André), Paris, 1964.

<sup>14</sup> J. ANDRÉ, *o. c.*, pp. 58-59.

<sup>15</sup> CATON, *agr.* 37: *Vitis si macra erit, sarmenta sua concidito minute et ibidem inarato et infodito*: CATON, *De l'agriculture* (édit. R. Goujard), Paris, 1975: «si une vigne est maigre, coupez-en les sarments menu et enfouissez-les sur place à la charrue ou à la bêche».

<sup>16</sup> J. ANDRÉ, *o. c.*, pp. 58-59.

<sup>17</sup> *Ibid.*

<sup>18</sup> J. C. DUMONT: Columelle 3, 11, 7, note 14, pp. 91-92.

Nous ne prétendons pas trancher cette difficile question, mais nous voudrions seulement, pour y voir un peu plus clair, faire le point sur ces textes parlant de la vigne et du *carbunculus*. J. André évoque une lacune dans le texte de Pline: «Le texte de Pline ne permet pas de savoir si le *carbunculus* dont il parle constitue la terrain lui même ou s'il est seulement répandu en surface par l'agriculteur. La question n'a d'ailleurs que peu d'importance»<sup>19</sup>.

### 3.2.1.2. Les avantages et les inconvénients du *carbunculus* dans un sol de culture

En fait, elle en a, car elle répond à des réalités pratiques pour le paysan latin. La présence de *carbunculus* dans la terre a des avantages et des inconvénients. D'après les textes de Pline et de Columelle, nous pouvons déduire alors deux cas de figures:

1. le paysan apporte artificiellement à la terre qui n'en a pas de la zéolithe d'une part pour apporter un engrais potassique et d'autre part pour éviter l'évaporation du sol;

2. le sol cultivable repose sur une couche de *carbunculus* et le paysan se contente de modifier la proportion de zéolithe dans le limon.

Pour ce dernier cas, le sol en *carbunculus* n'a pas que des avantages. En effet, les pluies lessivent le tuf zéolithique et bientôt celui-ci connaît un excès en potassium. Alors, comme l'écrit Varron (*R. R.* 1, 9, 2) le *carbunculus* brûlera les racines. Pour rééquilibrer le sol, le paysan a le choix: soit il élimine la quantité de zéolithe en trop, soit il rajoute à la terre une certaine proportion d'argile. De plus, il faut ajouter des engrais à la vigne car, d'après Columelle 3 11, 9, «quant au terrain de roche charbonneuse [*carbunculosus ager*], si l'on n'a pas recours au fumier, ils [les Anciens] écrivent qu'il fait maigrir la vigne»<sup>20</sup>. Ces engrais peuvent être le fumier ou les sarments de vigne enterrés dans le sol ou bien la *marga*.

En fait, tout est question de proportion; suivant les besoins et les cultures, le paysan ôtera ou ajoutera de la zéolithe à la terre. En conclusion, au delà d'un certain pourcentage dans le sol cultivable, la présence de zéolithe risque de nuire à la culture; l'excès de potassium sera néfaste à la plante mais il sera excellent pour la qualité du mortier.

### 3.2.1.3. Le vocabulaire granulométrique chez les agronomes latins

Si la culture de la vigne demande certains aménagements, le châtaignier, lui, aime les sols en *carbunculus* (cf. Palladius 12, 7, 19). Les conseils de Pline et de Palladius indiquent quels sols sont propices à sa culture: «Il demande un sol meuble sans être sablonneux, et surtout le gros sable humide ou le "charbon" ou même le tuf pulvérulent, dans un lieu aussi ombragé qu'on voudra, exposé au Nord et très froid»<sup>21</sup>.

<sup>19</sup> J. ANDRÉ, *o. c.*, pp. 58-59.

<sup>20</sup> COLUMELLE, 3, 11, 9: *nam carbunculosum agrum, nisi stercore adiuues, macras uinas efficere dixerunt.*

<sup>21</sup> PLINE, *Nat.* 17, 147: *Quaerit solum facile nec tamen harenosum maximeque sabulum umidum aut carbunculum uel tofi etiam farinam, quamlibet opaco septentrionalique et praefrigido situ uel etiam decliui.*

Palladius dit exactement la même chose: «Les châtaigniers aiment un sol meuble et friable, mais non pas aréneux. Ils viennent dans le [gros] sable. Pourvu qu'il soit humide. La terre noire leur convient, de même que le charbon et le tuf, quand il est pulvérisé avec soin. Ils viennent difficilement dans une terre rouge, et point dans l'argile ni dans le gravier»<sup>22</sup>.

J. André, dans son commentaire du § 29, 147 du livre 17 de Pline sur le *carbunculus*, note: «Pline, 17, 147, le distingue de *harena* le sable proprement dit et le recommande pour le châtaignier». La distinction est d'importance car elle fait une différence entre le sable de calibre standard, *harena*, et un autre sable (Pline: *maxime sabulum*; Palladius: *sabulo*). De cette distinction lexicale, nous pouvons conclure que les auteurs techniques différenciaient les matériaux par leur granulométrie, si Palladius qualifie le *carbunculus* de *sabulo*, pourquoi Vitruve (2, 4, 1) l'appelle-t-il *harena*?

Les textes de Palladius et de Pline ont un intérêt: l'on peut y identifier un vocabulaire granulométrique. Le châtaignier demande une terre qui ne sera pas *harenosa*. En effet, sa culture exige une terre très fine et un sol avec un sable trop gros serait mauvais. C'est pourquoi, pour la granulométrie, *harena* sera la taille standard, à partir de laquelle on établira d'autres unités granulométriques équivalentes. Chez Pline, trois expressions sont sur le même plan: «**maximeque** *sabulum* umidum aut **carbunculum** uel **tofi** etiam **farinam**». Cette dernière locution qui est littéralement de la «farine de tuf» est suffisamment claire pour se passer de commentaire, de sorte qu'elle définit un sable qui aura une taille inférieure à *harena* et que les autres locutions correspondent à une taille au moins inférieure à *harena*. C'est pourquoi, en comparant les expressions de Palladius avec celle de Pline, nous pouvons donner des équivalences quant aux expressions:

PLINE	PALLADIUS
<i>Masime sabulum umidum</i>	<i>sabulo umectus</i>
<i>carbunculus</i>	<i>carbunculus</i>
<i>farina tofi</i>	<i>tofus diligenter infractus.</i>

Si le *carbunculus* a une taille inférieure à l'*harena*, à l'opposé, Vitruve (8, 1, 2), comme Pline (31, 48), indique que l'eau que l'on trouve dans un sol de *carbunculus* sera de bonne qualité. Tous deux qualifient le *carbunculus* d'*harena*. En fait, il semble que nous sommes en présence de deux terminologies granulométriques différentes:

1. Lorsque Pline et Palladius désignent *carbunculus* par *sabulo*, ils emploient un vocabulaire appartenant aux agriculteurs ou aux géologues.

<sup>22</sup> PALLADIUS, *De l'agriculture* (édit. Saboureux de la bonnetterie), Paris, 1851; PALLADIUS 12, 7 19: *Amant solum molle et solutum, non tamen harenosum. In sabulone proueniunt, sed umecto. Nigra terra illis apta est et carbunculus et tofus diligenter infractus. In spisso agro et rubrica uix prouenit; in argilla et glarea non potest nasci.*

2. Quand Vitruve (8, 1, 2) et Pline (31, 48) qualifient *carbunculus* de *harena*, celle-ci désigne un terme de maçonnerie.

Deux corps de métiers possèdent deux terminologies différentes. Un même matériau, le *carbunculus*, est appelé soit *sabulo* soit *harena*. Il est difficile d'établir des équivalences granulométriques: un *sabulo* chez Palladius aurait-il la même taille qu'une *harena* chez Vitruve? Seule une étude pratique agronomique et géologique des sols italiens pourrait fournir des renseignements.

Les questions de granulométrie chez les auteurs anciens définies et les occurrences du minéral *carbunculus* examinées, nous pouvons désormais les confronter avec les passages de Vitruve qui nous intéressent. Chez celui-ci, ces occurrences sont au nombre de trois: 2, 4, 1; 2, 6, 6; 8, 1, 2. Vitruve 8, 1, 2<sup>23</sup> et Pline *Nat.* 31, 47<sup>24</sup> parlent en termes similaires du tuf zéolithique. La présence de celui-ci est donnée comme un signe d'eau de bonne qualité.

#### 4. LA NATURE DU *CARBUNCULUS*

Pour en savoir plus sur la nature réelle du *carbunculus*, il faut examiner avec attention le chapitre consacré à la pouzzolane. Vitruve compare au chapitre 6 du livre 2, deux minéraux aux propriétés analogues mais d'usages distincts: le *carbunculus* et la pouzzolane. C'est ce chapitre qui nous en apprend le plus sur le *carbunculus*. Dans ce chapitre, Vitruve présente non seulement la pouzzolane et le carboncle, mais aussi une longue théorie sur la formation de ces deux matériaux.

##### 4.1. *La description de la pouzzolane*

Voici sommairement résumé ce qu'il écrit: la pouzzolane possède de merveilleuses propriétés: elle fait durcir le mortier et permet donc de construire sous l'eau de solides maçonneries. Vitruve explique ses propriétés par la présence de chaleur sous la terre, chaleur produite par du soufre, de l'alun, du bitume en incandescence (2, 6, 1). La vapeur qui en résulte brûle la terre des profondeurs et de cette terre naît le tuf. Or c'est la chaleur qui permet d'expliquer la cohésion et la solidité qui fait le mortier.

Ces trois corps (la chaux, la pouzzolane, le tuf) brûlés sous l'effet de la chaleur, lorsqu'on les mélange ensemble avec de l'eau produisent un liant d'une extraordinaire solidité. Cette chaleur est le signe d'une activité volcanique au Vésuve. Celle-ci se révèle dans la présence de grottes creusées dans les montagnes de Cumès et de Baïa pour servir d'étuves. Ces grottes contiennent de la vapeur chaude produite par la violence du feu. De fait, la pré-

<sup>23</sup> VITRUVÉ, 8, 1, 2: *Item sabulone masculo harenaque carbunculo certiores et stabiliors sunt copiae.*

<sup>24</sup> PLINÉ L'ANCIEN, *Histoire Naturelle*, livre 31 (édit G. Serbat), Paris, 1972. PLINÉ, *Nat.* 31, 48: *Sabulum exiles limosaque promittit, glarea incertas uenas, sed boni saporis, sabulum masculum et harena carbunculus certas stabilesque et salubres, rubra saxa optimas speique certissimae, radices montium saxosae et silex hoc amplius rigentes.*

sence de pierres ponce, de sources d'eau chaude, la possibilité donc d'une activité volcanique, tout porte à croire que c'est le feu qui rend les matériaux de constructions (pouzzolane, tuf) aptes à l'emploi en les desséchant.

Vitruve en conclut que des corps de matières différentes, quand ils sont brûlés de cette manière, perdent leur humidité et acquièrent cette propriété d'absorber l'eau du mortier et de durcir solidement. Mais, ajoute Vitruve, la présence de sources thermales dans une région ne signifie pas qu'il y a de la pouzzolane, car la nature dispose des matières, selon son bon plaisir sans se préoccuper des besoins de l'homme.

Ainsi, si toutes les régions au sud des monts Apennins contiennent un sable pouzzolanique, hors de cette région ce type d'*harena* est inconnu. Or, même au sud des Apennins, la pouzzolane se trouve dans la région du Vésuve, mais on trouve en Etrurie un équivalent de la pouzzolane, le *carbunculus*. Si tous deux se forment par la chaleur, leur usage diffère: la pouzzolane sera réservée pour les constructions sous l'eau, le carboncle sera employé pour les maçonneries en plein air.

#### 4.2. *Materia excocta: un matériau cuit dans un four*

Telle est la description la plus complète que nous ayons du *carbunculus*. Si nous savons par les travaux de G. Lugli que *harena fossicia* désigne un sable pouzzolanique qu'on extrait du sol, ce qu'on appelle en minéralogie une zéolithe, nous en déduisons que le *carbunculus*, qui est une *harena fossicia*, est aussi une zéolithe. Mais de par son nom, *carbunculus*, cette zéolithe s'oppose aux autres zéolithes colorées.

Nous avons vu Vitruve comparer les vertus de la pouzzolane et du *carbunculus*. Pour lui, c'est la chaleur qui donne aux divers matériaux de construction la force de faire un mortier solide. La pouzzolane et le carboncle sont «cuits», mais Vitruve émet des nuances sur leur cuisson. Vitruve emploie les participes passés de deux verbes (*Excoquo* et *exuro*). Ceux-ci ont des sens opposés. La pouzzolane est désignée par *exusta tera* alors que le carboncle est une *materia excocta* (Vitruve 2, 6, 6). En cela, les deux matériaux s'opposent, car *exusta* signifie «brûlée», «détruite par le feu» alors que *excocta* veut dire «cuite à haute température».

La pouzzolane est «brûlée» à très haute température par le volcanisme. Ce participe passé passif du verbe *exuro*: «détruire par le feu, incendier» appartient au vocabulaire de la destruction, de la violence. Ainsi, Virgile (*Aen.* 6, 741-742) parle des tortures que l'on inflige aux âmes dans les enfers: «pour d'autres [âmes], c'est dans un vaste gouffre que l'infection du crime est emporté par lavage ou consumée par la feu»<sup>25</sup>. Pour Vitruve, la pouzzolane est donc créée par la violence des volcans.

A l'inverse, le *carbunculus* est «cuit» à moindres températures que la pouzzolane; *excocta* est le participe passé passif de *excoquo*: «cuire, faire cuire, faire fondre». Tacite (*H.* 5, 7) emploie ce verbe pour désigner le sable qui

<sup>25</sup> VIRGILE, *Enéide*, livres 5-8 (édit J. Perret), Paris, 1982: VIRGILE, *Aen.* 6, 174-742: *aliis sub gurgite uasto infectum eluitur scelus aut exuritur igni.*

fond dans la fabrication du verre: «Le fleuve Bélius s'écoule aussi dans la mer de Judée, et autour de son embouchure on recueille des sables qui mêlés à du natron sont mis à la fonte [*excocuntur*] pour donner du verre»<sup>26</sup>. *Excoquo* s'oppose à *exuro* car il indique un processus artificiel.

Si Vitruve met sur le même plan les deux produits, quant à leurs propriétés, le vocabulaire est différent. Comparativement et pour un cuisinier, le *carbunculus*, serait cuit «à point», alors que la pouzzolane serait «carbonisée»!<sup>27</sup>.

Les deux verbes ont en commun le préfixe *ex-* en composition. A. Ernout et A. Meillet<sup>28</sup> traduisent *excoquo* par «achever de cuire ou chasser (extraire) par la cuisson». En effet *ex-* ici exprime l'idée d'une montée en température qui constitue la dernière phase de la cuisson. En pratique, *excoquo* signifie alors pour un chauffournier, un potier «monter en température». Quant au métallurgiste, celui-ci utilisera *excoquo* pour «extraire le minerai par la cuisson, faire fondre le minerai». Dans les fours, la montée en température représente la partie la plus délicate. Pour le *carbunculus*, *excocta* signifierait «traitée par de hautes températures». Dans le même ordre d'idée, le verbe *exuro* voudrait dire «brûler à haute température». Dans le contexte technique vitruvien, le préfixe *ex-* exprimerait un processus de traitement à haute température.

Vitruve dit dans le chapitre 6 que ce qui fait la caractéristique de la chaux, c'est le fait qu'elle soit cuite artificiellement, alors que le tuf et la pouzzolane le sont naturellement<sup>29</sup>. Ainsi lorsqu'il compare la pouzzolane et le carbun-

<sup>26</sup> TACITE, *Histoires*, livres 4 et 5 (édit. H. Le Bonniec, com. J. Helgouarc'h), Paris, 1992: Tacite H. 5, 7: *Et Belius amnis Iudaico mari inlabitur, circa cuius os lectae harenae admixto nitro in uitrum excocuntur.*

<sup>27</sup> *Excoquo* appartient évidemment à la même famille que *coquo*. Ce dernier signifie aussi «cuire» et appartient aux mêmes domaines d'application qu'*excoquo*. En voici quelques exemples. CICÉRON [*Tusculanes*, tome 2 (III-V) (édit. G. Fohlen et J. Humbert), Paris, 1931] dans son cinquième livre des *Tusculanes* (XXXIV, 98) présente l'anecdote célèbre concernant le plat «gastronomique» le plus réputée de la «cuisine» spartiate, le fameux brouet noir! Denys le tyran y goûtait et trouvait ce plat quelconque. Le cuisinier répondit que cela n'avait rien de surprenant et qu'il était fait pour le Lacédémonien qui rentre fatigué de la chasse, qui a transpiré, faim et soif et qui, en fait, ne se pose pas de questions sur la qualité gastronomique de ce qu'il mange, pourvu que ce plat soit comestible. Cicéron n'emploie pas le terme *cocus* ou *coquus* «cuisinier» mais la périphrase *is qui illa coxerat* «celui qui fit cuire [le brouet]». Plaute [PLAUTE, *Aulularia* (édit. A. Ernout), Paris, 1944], dans l'*Aulularia*, au vers 325, utilise le mot «cuisinier» et le supin de «coquo» *coctum*: *Cocus ille nundinalest: in nonum diezm / Solet ire coctum.* «C'est un cuisinier de foire: il est au fourneau tous les neuf jours». Mais en fait, *coquo* appartient aussi et surtout au vocabulaire des artisans: le métallurgiste, le potier, le chauffournier. Caton, dans son *De agricultura*, décrit son four à chaux, et indique: «Voici ce qui indiquera quand la chaux sera cuite [*ubi calx cocta erit*]: il faudra que les pierres du haut soient cuites; de plus, les pierres du bas, cuites, s'affaisseront, et la flamme donnera moins de fumée» [CATON, *De l'agriculture* (édit. R. Goujard), Paris, 1975: CATO, Agr. 38, 4: *Hoc signo erit ubi calx cocta erit: summos lapides coctos esse oportebit; item infimi lapides cocti cadent et flamma minus fumosa exhibit.* Ibid. 16: *Calcem patiario conquendam qui dant, ita datur: perfecit et coquit et ex fornace calcem eximit calcarius et ligna conficit ad fornacem;* «Si l'on confie la cuisson de la chaux à un chauffournier partiaire, on la confie ainsi: le chauffournier prépare le travail, cuit, retire la chaux, débite le bois pour le four»].

<sup>28</sup> A. ERNOUT, A. MEILLET, J. ANDRÉ, *Dictionnaire étymologique de la langue latine, histoire des mots*, 4<sup>e</sup> édition, Editions Klincksiek, Paris, 1985.

<sup>29</sup> VITRUVÉ 2, 6, 3: *Si ergo in his locis aquarum feruentes inueniuntur fontes et in omnibus excauatis calidi uapores ipsaque loca ab antiquis memorantur peruagantes in agris ha-*

culus<sup>30</sup> pouvons-nous conclure vraisemblablement à la nature artificielle du *carbunculus*. Celui-ci est cuit dans un four, comme la chaux.

Pour Vitruve, le *carbunculus* est cuit comme la chaux, parce qu'un matériau desséché par la chaleur, perd son humidité et acquiert cette propriété d'absorber l'eau du mortier. Celui-ci durcit plus solidement. Donc, la cuisson naturelle ou artificielle est l'élément déterminant de la qualité des matériaux destinés au mortier. Dans son esprit, lorsque l'on cuit la chaux et le *carbunculus*, que la chaux est *coca* (cf. Caton) et que le carboncle est *excocta*, l'artisan recrée, à une température bien moindre certes, et imite la cuisson volcanique de la pouzzolane et du tuf.

Vitruve rattache son exposé sur la pouzzolane à une théorie du volcanisme et manifeste peut-être ainsi sa volonté d'imiter ses grands prédécesseurs grecs. Sa théorie de la chaleur interne répond à un double objectif: elle permet non seulement de donner une explication «scientifique» aux propriétés des matériaux de construction, à leur formation mais aussi d'exposer ce qui se passe sous terre. Le volcanisme de Vitruve a le mérite de réunir dans une même théorie des phénomènes aussi différents que les sources thermales, les tufs, la pouzzolane, et d'expliquer pourquoi le tuf, la chaux et la pouzzolane forment un tout solide quand on les mêle à l'eau.

Vitruve reconnaît que sa théorie peut être sujette à caution: si l'eau chaude est le signe d'un volcanisme et marque donc la présence de pouzzolane, pourquoi trouve-t-on en Etrurie cette pouzzolane? A cette objection, Vitruve (2, 6, 5) répond que la nature, sans consulter la volonté de l'homme, met partout où il lui plaît les matériaux.

Vitruve place le *carbunculus* à égalité avec la pouzzolane, car apparemment ses qualités «pouzzolaniques» sont aussi bonnes que celle-ci; et comme au niveau du vocabulaire il fait la distinction entre les *harenae* de couleurs et le *carbunculus*, nous pouvons supposer qu'il y a une quelconque différence de nature entre le carboncle et les autres sables et que cette différence concerne la cuisson artificielle et non volcanique comme la pouzzolane.

## 5. LA COULEUR DU *CARBUNCULUS*

La zéolithe est un silico-aluminate issu du volcanisme. C'est un minéral que l'on retrouve dans les terrains volcaniques au même titre que la pouzzolane. Après dégradation, elle devient de l'argile. Géographiquement, Vitruve situe les lieux où l'*harena fossicia*, donc la zéolithe, se trouve en deçà des

*buisse ardores, uidetur esse certum ab ignis uehementia ex tofo terraque, quemadmodum in fornacibus ex calce, ita ex his ereptum esse liquorem.*

*L'architecture de Vitruve* (édit Ch.-L. Mauffras), Paris, Editions Panckoucke, 1847: «Si donc on trouve dans ces endroits des fontaines d'eau bouillante; s'il y a dans les grottes de ces montagnes des vapeurs chaudes; si, comme nous l'apprend l'antiquité, des flammes se sont autrefois répandues sur ces contrées, tout porte à croire que la violence du feu a enlevé au tuf et à la terre, comme il le fait à la chaux dans les fours, leurs principes humides».

<sup>30</sup> Arch. 2, 6, 6: *Itaque uti Campania exusta terra cinis, sic in Etruria excocta materia efficitur carbunculus.*

Apennins. Nous avons vu que la zéolithe est employée pour la culture comme pour la construction.

Nous avons déjà mentionné que Vitruve (livre 2, chapitre 6) indique qu'il y a deux très bonnes pouzzolanes: celle de Baïa, et le *carbunculus* qu'on trouve en Etrurie. G. Lugli<sup>31</sup> rappelle le «mystère» du *carbunculus*: on a supposé qu'il s'agissait de tout sauf d'un sable pouzzolanique. Pour sa part, G. Lugli<sup>32</sup> émet l'hypothèse que le *carbunculus* d'Etrurie est un tuf volcanique que l'on appelle «nenfro» et qui est de couleur brune. Mais parce qu'il est tendre quand on le taille, il faut le faire vieillir pendant un an. Il durcit quand on l'expose aux intempéries, comme beaucoup de tufs légers. Il est brun et non pas noir comme son nom pourrait le faire croire, malgré la présence de noyaux de carbone noir.

Quelle est alors la différence entre une pouzzolane noire ou rouge ou blanche à l'état naturel et le *carbunculus* noir ou rouge ou blanc? De fait, par le vocabulaire, comment Vitruve distingue-t-il une *harena fossicia* noire, rouge, d'un *carbunculus*? La cuisson des zéolithes et du *carbunculus* nous permet d'apporter une réponse et d'expliquer cette distinction.

On ajoute dans les ciments Portland des zéolithes cuites à 600° C. Cette calcination améliore leurs vertus pouzzolaniques et augmente la qualité du ciment<sup>33</sup>. Si l'on applique cette méthode à l'Antiquité, on peut énoncer cette proposition: la zéolithe ou le déchet des carrières de tufs volcaniques sont cuits à hautes températures (à partir de 800° C) afin de rendre meilleurs leurs caractères pouzzolaniques. Cette cuisson transforme la couleur de la zéolithe: de noire, rouge ou blanche, elle devient rouge. Ainsi peut s'expliquer le caractère du *carbunculus* par rapport aux autres pouzzolanes: il faut cuire une zéolithe pour en faire une pouzzolane rouge propice à la maçonnerie et pour obtenir un produit équivalent à celui de Baïa.

Dans le vocabulaire technique de Vitruve, *carbunculus* désigne un résultat: une zéolithe qui, quelque couleur qu'elle ait à l'origine, devient couleur de braise à la cuisson; de fait la notion de braise est dominante dans les autres sens.

Ainsi, cette couleur de braise est présente dans l'escarboucle ou grenat qui est une pierre semi-précieuse ressemblant au rubis. Elle est d'un rouge ardent foncé. Pline l'Ancien (37, 92) en fait la description:

«Au premier rang se placent les escarboucles, qui doivent leur nom à leur ressemblance avec le feu; néanmoins elles sont insensibles à l'action du feu; d'où le nom que certains leur ont donné»<sup>34</sup>.

<sup>31</sup> G. LUGLI, *La tecnica...*, pp. 398-399.

<sup>32</sup> *O. c.*, p. 399.

<sup>33</sup> J'avais rapporté cette particularité dans mon mémoire de D.E.A. dactylographié: *Les mortiers de pouzzolanes artificielles chez Vitruve, évolution et historique architecturale*, Université Paris X-Nanterre, Année 1992-1993.

<sup>34</sup> PLINE L'ANCIEN, livre 37 (édit. E. de Saint-Denis), Paris, 1972; PLINE, *Nat.* 37,92: *Principatum habent carbunculi a similitudine ignium appellati, cum ipsi non sentiant ignes, a quibusdam ob hoc acaustoe appellati.*

Pour être précis, l'escarboucle est comparable par sa taille et sa couleur à un morceau de charbon ardent. En cela, *escarboucle* se rapproche du premier sens de *carbunculus*.

Aux yeux des Anciens la maladie végétale appelée «charbon» est le résultat d'une brûlure. Pline l'ancien (18, 272) explique l'emploi de *carbunculus* ainsi:

«Dans cet intervalle de temps se joue le sort de la vigne, car la constellation que nous avons appelé Canicule a une influence décisive sur les raisins; ce qui fait dire qu'ils charbonnent, *parce qu'ils sont brûlés par un charbon ardent*»<sup>35</sup>.

Le charbon est donc pour Pline, une calamité céleste qui brûle les plantes par l'effet du froid ou de la chaleur. Le terme *carbunculus* désigne un résultat: quelque chose qui porte les marques de brûlure.

L'équivalent grec de *carbunculus*, *ἀνθραξ*, possède à peu près les mêmes sens<sup>36</sup>:

- «charbon de bois», plus rarement «houille».
- «escarboucle, grenat».
- «furoncle» dans les traités de médecine.

On ne trouve pas la première acception de *carbunculus* qui est «braise». Mais P. Chantraine écrit que si l'étymologie d'*ἀνθραξ* est obscure, l'on rapproche le mot de l'arménien *ant-'el*, qui signifie «charbon ardent». P. Chantraine ajoute que cette dernière signification «semble être le sens original du terme grec»<sup>37</sup>.

La couleur essentielle du *carbunculus* chez Vitruve est donc celle qu'elle acquiert à la cuisson. C'est en cela qu'elle diffère des autres *harenae fossiciae* colorées. Peu importe alors la couleur d'origine de la zéolithe. En effet, celle-ci devient, lors de la cuisson, rouge et conserve définitivement une teinte qui rappelle la braise.

Peu importe alors la couleur d'origine de la zéolithe. En effet, celle-ci devient, lors de la cuisson, rouge et conserve définitivement une teinte qui rappelle la braise.

## 6. CONCLUSION

En conclusion, nous pouvons dire que le *carbunculus* est une pouzzolane artificielle. Vitruve qualifie le *carbunculus d'excocta materia*, ce qui indique la nature synthétique du produit. Le verbe *excoquo* implique une cuisson faite

<sup>35</sup> PLINE L'ANCIEN, *Histoire Naturelle*, livre 18 (édit. H. Le Bonniec, A. Le Boeuffle), Paris, 1972: PLINE, *Nat.* 18, 272: *In hoc temporis interuallo res summa uitium agitur decreterio uuis sidere illo, quod Caniculam appellauimus, unde carbunculare dicuntur ut quodam uredinis carbone exustae.*

<sup>36</sup> P. CHANTRAINE, *Dictionnaire étymologique de la langue grec*, Paris, Editions Klincksieck, 1990, p. 90.

<sup>37</sup> *Ibid.*

par l'homme. La cuisson est destinée à améliorer une zéolithe afin d'en faire une pouzzolane synthétique. Au *carbunculus* cuit, donc de nature artificielle, s'opposent les pouzzolanes colorées et naturelles. Il reste à nous poser la question du pourquoi.

Le *carbunculus* est à l'origine une pouzzolane de qualité inférieure qu'on perfectionne pour la rendre aussi bonne que les autres. A la Villa Hadriana, dans les parements en *opus reticulatum*, on trouve un mortier de zéolithe noire et un liant de zéolithe rouge. A titre d'hypothèse, le passage du mortier noir au rouge pourrait s'expliquer par la cuisson d'une zéolithe noire: après être devenue rouge, celle-ci serait ajoutée au mortier.

D'un autre côté, la cuisson répond à une nécessité de transport. En effet à la fin du quatrième chapitre du deuxième livre. Vitruve écrit que seuls les sables zéolitiques fraîchement extraits du sol peuvent bien réagir avec la chaux. C'est pourquoi, pour conserver leurs qualités, il faut soit les enfermer dans des récipients hermétiques (céramiques bouchées à la cire) soit les cuire. Dans ce dernier cas, nous avons du *carbunculus*.

Dans tous les cas, le *carbunculus* est un produit fini; c'est une excellente pouzzolane artificielle, riche en éléments alcalins. On assiste semble-t-il par la suite à un déplacement de sens: le *carbunculus* est un produit fini d'une telle qualité qu'il désigne aussi la matière première: un tuf zéolitique d'une grande dureté.