

**Temps de construction et de transport.
Etude d'une maison romane à claire-voie.**

Philippe Griot, tailleur de pierre ©Décembre MMXII

Sise au 15 de la rue d'Avril à Cluny, cette maison romane à claire-voie du XIIème n'a pas subi de modification de forme et de structure. Aussi elle représente à nos yeux un exemple type de programme architectural civil de cette période.

La réflexion consiste à tenter une évaluation des temps de transport de l'ensemble des matériaux nécessaires au bâti, et des temps de mise en œuvre de la globalité du gros œuvre, des fondations à la couverture. Les matériaux pèsent toujours le même poids qu'au moyen-âge, et les murs se maçonnent toujours à la main.

Les calculs sont fondés sur des expériences de terrain par des professionnels du bâti traditionnel.

De la carrière, au 15 rue d'Avril.



Clichés Ph Griot



Données quantitatives des matériaux nécessaires déplacés :

La maison située sur une parcelle en lanière occupe une surface au sol de 80 m², avec un étage habitable de 60 m² et des combles identiques. Le volume total de maçonnerie pierre est de 215 m³, soit 205 m³ de petit appareil et 10 m³ de gros appareil non sécable constituant les organes de la façade.

215 m³ représente un « trou » de carrière de 10,75 m de long, 5 m de large et 4 m de profondeur.

Cette petite maison romane est composée de 472 tonnes de matériaux, dont 13000 litres d'eau, 79t de sable, 15t de chaux, 12,5t de bois, 12t d'enduits, 10t de tuiles et tomettes.

Les terres extraites des fondations et donc évacuées, représentent 57,6 tonnes.

Les pondéreux non sécables : pierre de gros appareil, d'unités supérieures à 75 kg : 10,4 t, constituant les arcs brisés, claire-voies, emmarchement, linteaux et dalles de sol. La pierre représente 59% du poids total de l'ouvrage ; bois d'œuvre, 10,5t de poutres et pannes.

Simulations de calcul et données fiables et constantes. Un mur de pierre maçonné se « monte » à la main. Une équipe de maçons avertis (rare de nos jours) peut bâtir en une journée entre 4 et 6 m³ de mur pierre à double parement et blocage, en fonction de l'élévation. Nous avons donc considéré que, au regard de la grande qualité du bâti médiéval, les maçons du XIIème étaient au moins aussi performants que ceux d'aujourd'hui. 4 m³/jour bâtis en moyenne a été retenu pour le calcul.

Pour bâtir 4m³ de mur à la journée une équipe de 4 maçons, (un maître, un ouvrier, un manœuvre et un apprenti), a besoin sur place de 4 680kg de pierres, 1468 kg de sable, 280kg de chaux, et de 240 litres d'eau, ce qui représente 6 668 kg de matières à livrer au moins, chaque jour ouvrable sur site.

L'acheminement des matériaux n'excède pas à Cluny une distance de 1 500m.

L'évaluation du temps de transport consiste à comparer ici, trois possibilités : à bras d'homme chargé de 50 kg, par mules bâties de 150 kg, et par char à bœufs chargé de 1 250 kg.

En l'absence de toute référence de coût chiffré : le nombre de repas (2/jours pour les hommes, et en moyenne 7kg de foin et 20 à 40l d'eau/jour pour les animaux) peut illustrer un des aspects financiers incontournable de la construction.

La simulation de calculs tient compte des allures de déplacements spécifiques, et d'un nombre de navettes journalières compatibles avec les kilomètres possibles à parcourir pour chacun durant une journée et chargé.

Transporter c'est conditionner et manutentionner ; il faut donc associer au transport les actions de chargement et de déchargement, techniques souvent spécifiques, (bardage, débardage), exclusivement manuelles.

Les résultats obtenus montrent par exemple, en effectifs minimums, qu'un groupe de 22 hommes, ou 8 mules ou 1 char à bœufs, sont capable d'alimenter tout le chantier (472t) en 76 journées. 152 repas ou 1,4 à 2,9t de foin plus 8 à 16 t d'eau sont nécessaires à la nourriture des hommes, mules ou bœufs.

L'élevage et l'entretien à l'année de 8 mules et 2 bœufs impliquent entre 6 et 8 hectares de prairie.

(Pour un homme seul, 3ans ½ serait nécessaire, alors que 1 224 hommes assureraient l'approvisionnement en 1 journée).

La construction complète, du creusement des fondations aux finitions, peut être assurée par 9 professionnels en 124 journées, 900 repas. Ici, maçonnerie et taille de pierre sont considérées comme une seule et même activité. La claire-voie mise à part.

Par exemple 2 terrassiers 4 maçons et 3 charpentiers peuvent suffire. (Les 4 maçons peuvent aussi assurer le creusement des fondations).

Le bois semble être une activité particulière. Les maçons posent les dalles de pierre du rez-de-chaussée et les tomettes des étages.

Des expériences inédites de taille de pierre et de sculpture exclusivement manuelles ont permis d'évaluer la réalisation de la claire-voie, arcs et parements à 4 ou 5 mois de travail pour 2 ouvriers. Le delta réside dans la quantité des ornements.

A partir de ces résultats, on remarque que :

61% du temps global est consacré à l'approvisionnement.

36% du « budget repas » (384 repas sur 1 052) est réservé à la fabrication et la pose de la façade à claire-voie,

la construction de cette maison peut s'envisager sur les 5 à 6 mois de bonne saison. Si on intègre les aléas climatiques et autres impondérables, une année peut-être nécessaire à la construction du « 15 rue d'Avril »

Le ratio général temps/cubage donne une moyenne de 2,3 m³/jour.

Constatations :

Des tableaux de calculs plus affinés montrent aussi que le meilleur rapport « temps de transport/prix (en nb de repas) » est obtenu avec 8 mules et un muletier, plus un char à bœufs et un bouvier. Cet effectif assure le transport de tous les pondéreux, sécables ou non. Transport assisté, hommes plus animaux de bât et de traction.

Cependant, il est difficile d'imaginer sur ce site de grandes quantités d'animaux de sommes en raison des surfaces de prairies limitées.

Le convoi de mules est le moyen le plus rapide et le moins cher quelque soit la topographie, mais il est limité à deux modules inférieurs ou égaux à 75kg maximum, équilibrés de part et d'autre du dos de l'animal. Des moyens différents sont à définir pour le transport des charges importantes.

La main d'œuvre exclusivement humaine, transport « porté » non assisté, reste la plus onéreuse, même sous forme de corvée ou d'esclavage ; la nourriture reste une dépense incontournable. Il faut là aussi envisager d'autres hypothèses pour les charges manuellement non portables.

La construction seule, c'est à dire l'organisation manuelle réglée des matériaux pierre et bois de toute structure, ne prenait pas plus de temps au moyen-âge qu'aujourd'hui, à compétence égale. Un long « apprentissage » serait sans doute nécessaire de nos jours pour égaler les performances médiévales.

Le transport est le facteur économique qui a le plus évolué et fait, au fil des siècles, diminuer les temps et les coûts.

La claire-voie pose des questions particulières. 4 à 5 mois de taille et de décoration spécialisée sont nécessaires à sa réalisation, et son installation ne peut s'envisager que dans la continuité du travail de maçonnerie liaisonnée. Soit la construction évolue au rythme de la fabrication des organes de la façade dans ce cas, le temps de construction peut doubler, soit l'idée de façades à claire-voie « en kit » prêt à monter, est envisageable. Ce qui induirait l'existence d'ateliers très spécialisés pour la construction civile au XIIème à Cluny.

L'ensemble des maisons civiles à claire-voie de Cluny constitue un ensemble architectural hors norme mais en phase avec le très ambitieux programme de la Grande Abbaye. La ville montre au XIIème une demande unique et spécifique, avec en réponse, des compétences techniques locales hors du commun.

La maison à claire-voie est un programme architectural ambitieux et ostentatoire, financièrement lourd.

Dans ce cas, le maître d'ouvrage n'est peut-être pas l'artisan local que l'on a coutume de voir représenté sur des gravures finalement très récentes ? Cette vision romantique s'avère peu compatible économiquement avec les estimations chiffrées de cette expérience.

Il était aussi intéressant de compléter ces simulations de temps par 3 autres exemples.

La grande Abbaye, les bâtiments conventuels et autres, remparts, représentent en gros 130.000m³ de construction, réalisés en 92 ans. Si l'on compte 200 jours ouvrés par an, la moyenne de construction religieuse est de 5,76 m³/jour bâti

L'ensemble des maisons romanes à claire-voie de Cluny répertoriées, représente sur la même période, une moyenne de 3,45 m³/jour bâti.

Le viaduc de Mussy-sous-Dun, 75.000 m³ construit en 42 mois à la fin du XIXème par 80 ouvriers, montre une moyenne de 3,45 m³/jour bâti. Ici, les pierres proviennent de deux carrières distantes de plus de 100 km. Le transport fut effectué par le train avec un relais de 6 km par char à bœufs entre la gare la plus proche et le chantier. (Sources, mémoire de Maîtrise de Mr D. Trouillet, 1996-LyonII)

Si l'exemple du viaduc se passe de commentaire, il se dégage de ces calculs une constante : le nombre d'ouvriers-bâtisseurs sur un chantier n'est pas proportionnel à l'importance du chantier.

La construction religieuse avait sans doute les moyens de mobiliser plus de personnel sur un même site, mais plus les maçons sont nombreux, plus l'avancement de la construction est dépendante de l'efficacité du transport.

Ce sont les transports et l'ensemble de la taille de pierre préparatoire qui mobilisent le plus de moyens humains et de matériel, donc de temps.

En amont, l'extraction de la pierre et l'exploitation des bois d'œuvre conditionnent pour beaucoup l'avancement du futur chantier.

Si les carrières du Clunisois sont nombreuses, rares sont celles capables de produire des blocs importants. La pierre de gros module implique donc un surcoût financier, et probablement très souvent des délais supplémentaires difficilement gérables.

Ce qui est toujours le cas de nos jours, malgré les moyens modernes.

Dans une région où les gros modules de pierre sont difficiles à trouver, une façade à claire-voie est un vrai luxe. L'architecture de l'abbaye obligera par exemple à élargir de plus en plus le rayon d'approvisionnement des pierres d'œuvre dont le transport unitaire se chiffre en journées de marche au lieu de navettes de proximité.

Que la construction du moyen-âge soit religieuse ou civile, tout oblige à constater qu'il ne peut exister de patrimoine ordinaire.

Les simulations de calcul ne peuvent évoquer qu'une sorte de modélisation des fourchettes plausibles de temps.

Ce type de raisonnement peut s'appliquer pour d'autres études comparables, dès qu'il est possible de mettre en relation carrières et constructions sur un site géographique spécifique. L'analyse de l'appareil pierre maçonnée est toujours quantifiable avec la connaissance des techniques manuelles d'extractions et de la taille des pierres dures ou tendres, puisque les coefficients de dureté ont une influence considérable sur les temps de mise en œuvre, donnée essentielle rarement prise en compte.