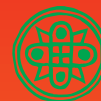


S. d'ORNANO



Petit Traité sur la Construction des Fours à Pain



© Les Ateliers du Boucaou. 1999





Table des Matières

	Page
Introduction	1
Principes de base	2
Comment ça marche ?	2
De la préhistoire aux maisons solaires	7
Implantation, Structure et Dimensions	9
Implantation	9
Structure	10
Fondation	11
Socle	11
Sole	14
Coupole	16
Enduit	17
Porte / Bouche	18
Étuves	19
Cheminée	19
Abri / fournil	22
Dimensions	22
La Forme	26
Choix des matériaux	34
Matériaux pour le socle	35
Matériaux pour la coupole	35
La terre crue	36
La terre cuite	41
La pierre	42
Matériaux pour la sole	43
Matériaux pour l'enduit	44
Matériaux pour la porte	45
Matériaux pour l'abri-fournil	45



Mise en Œuvre	47
Les étapes du chantier	47
La durée	48
Le matériel	48
Les matériaux	49
Implantation	49
Montage du socle	50
Pose de la sole	51
Montage de la bouche	52
Montage de la coupole	54
Montage sur structure réticulée	54
Montage sur coffrage ou forme	55
Montage sans coffrage	56
Détermination du profil de la coupole par tracé	61
Détermination du profil de la coupole par relevé	64
Enduit	68
Abri / Fournil	69
 Allumez le Feu	 72
 À Table	 78
 Conclusion & PostScriptum	 84
 Bibliographie & Bonnes Adresses	 87
Annexe 1 : Un Four dans les Landes	89
Annexe 2 : Un Four dans la Ville	94
Annexe 3 : Un Four dans le Sahel	95
Annexe 4 : Un Four de Boulanger	97





introduction

Le Centre du Monde ne se trouve pas dans la gare de Perpignan, contrairement à l'opinion du peintre Salvador Dali.

Le Centre du Monde est au milieu de la sole d'un four à pain. Le pain qui y repose est comme la terre sous la voûte du ciel. Les éclats des braises, enfouis dans la cendre, sont autant d'étoiles.

Construire un four, c'est toujours tenter de reconstruire le monde.

Et reconstruire le monde n'est jamais une aventure banale.

L'histoire des fours à pain a pourtant longtemps été liée à la «banalité» ; à l'article «four», on trouve dans l'Encyclopédie de Diderot et d'Alembert 1779 un violent réquisitoire sur :

" Le four banal est le four public d'une communauté ou d'une seigneurie et où les habitants sont obligés d'aller faire leur pain. La banalité des fours est un reflet de l'ancien droit féodal qui subsiste encore. L'on apporte des raisons fort spécieuses pour colorer la banalité des fours... "

Le débat révolutionnaire sur l'injustice de la banalité des fours à pain, associée aux privilèges féodaux, est-il encore d'actualité ? Certes, nos fours de campagne, le plus souvent laissés à l'abandon, ne sont plus attachés à un quelconque droit banal ; mais la banalité subsiste encore, elle s'est seulement déplacée sur d'autres moyens de production.

La restauration d'un four à pain ne vaut que pour le pain partagé. Faire revivre un four à pain, se retrouver le temps d'un repas autour de sa masse de terre chaude, participe à l'ambition déraisonnable de tuer un peu la banalité de notre monde, où le pain n'est pas toujours équitablement réparti.

Faire revivre un four est une opération aussi transpirante que joyeuse ; le bon maçon se juge tant au pied du mur qu'à sa faculté inépuisable à blagasser et nous nous permettrons parfois de l'imiter pour combattre les "...raisons spécieuses utilisées pour colorer la banalité des fours...".

   **Décolorons la banalité, en avant !**   





Principes de base



Comment ça marche ? De la préhistoire aux maisons solaires.

Comment ça marche ?

Les fours à pain, comme les bateaux, ne marchent pas. Les bateaux, contrairement à la chanson, n'ont pas de jambes, ils flottent. Les fours, eux, ne font rien. Ils se contentent d'être. C'est pourquoi, dans notre monde agité, ils apparaissent si étranges.

Le principe de fonctionnement d'un four est simple : le four est constitué d'une enceinte de terre cuite (ou de terre crue, ou de pierre) dans laquelle on allume un feu pendant une à deux heures. La chaleur du feu est absorbée par la paroi. Une fois le feu terminé, on évacue les dernières braises et les cendres, puis on place le pain, les gâteaux, le poulet, les pommes de terres, le ragoût, ... à cuire. La paroi restitue la chaleur emmagasinée. Peu à peu, la température s'abaisse. Il ne reste plus qu'à se mettre à table.

Le four à pain repose donc sur la capacité d'un matériau à absorber de la chaleur puis à la restituer. C'est un mécanisme physique bien connu et fort utile dans de nombreux domaines. L'énergie thermique stockée directement dans le matériau est appelée " chaleur sensible ". Lors de la phase de restitution de cette énergie la température de restitution va aller en diminuant. On parle de four à chaleur tombante.

La chaleur " sensible " se distingue de la chaleur " latente " qui désigne l'énergie thermique à mobiliser ou libérée au moment d'un changement d'état d'un corps. Par exemple, il faut un peu de chaleur latente pour que l'eau à 100°C passe de l'état liquide à l'état de vapeur. On utilise le principe de la chaleur " latente " dans les réfrigérateurs et congélateurs. Bref, l'utilisation de la chaleur latente dans un four n'aura d'intérêt que si l'on veut produire des pains de glace.





1

On lance le feu ; la fumée est épaisse ; le centre de la coupole commence à s'éclaircir.



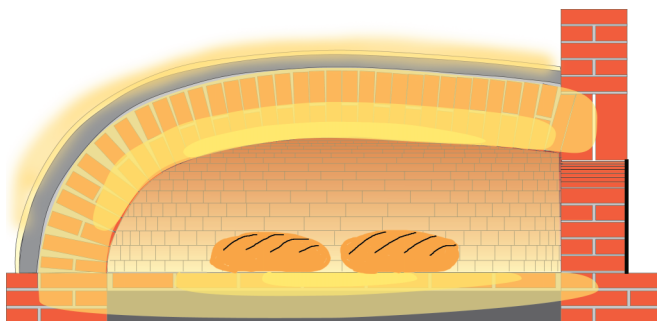
2

La fumée commence à s'atténuer ; la coupole commence à blanchir par le milieu.



3

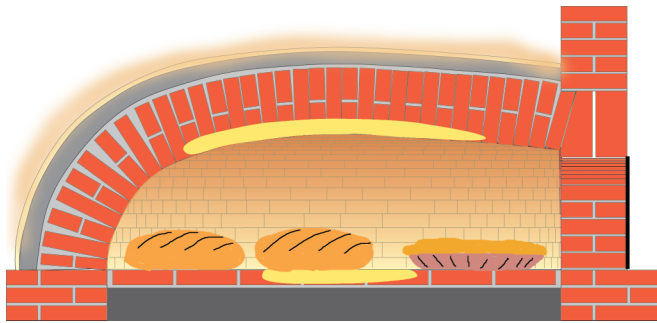
On fourgonne pour déplacer le feu dans toute la coupole et égaliser la température ; la coupole commence à tiédir légèrement à l'extérieur.



4

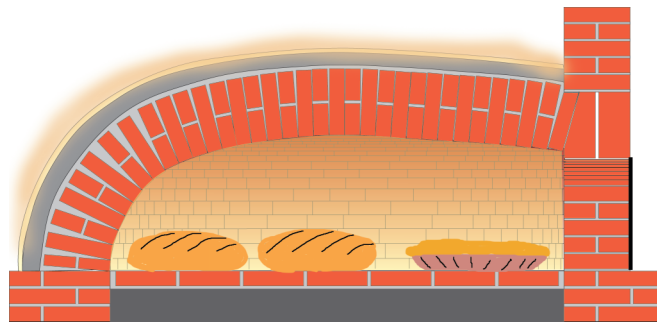
Toute la coupole est blanche ; on dégage les braises et les cendres ; on vérifie la température puis on enfourne et on ferme la porte.





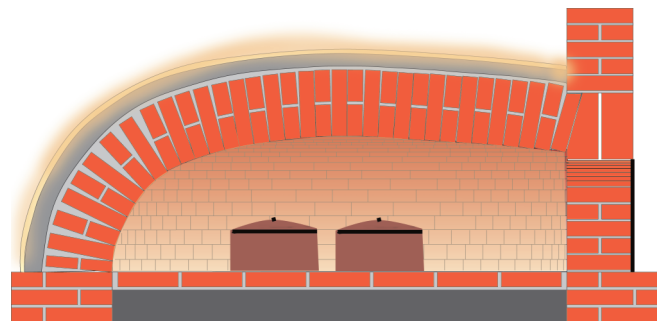
5

La température a encore baissé ;
c'est le moment de rentrer les
tartes.



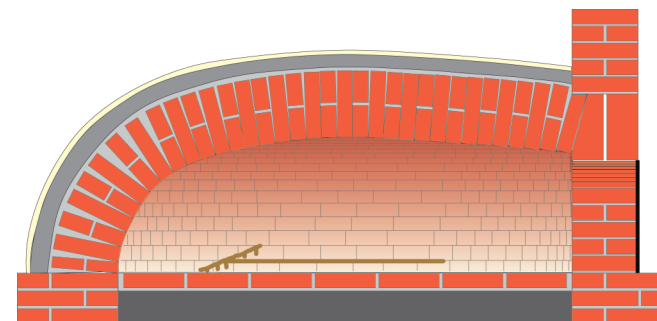
6

C'est la fin de la cuisson et le
moment du défournement du
pain.



7

Le four est encore chaud ; on peut
en profiter pour mettre des plats à
mijoter.



8

Le lendemain, le four est encore
tiède, on peut l'utiliser pour sécher
des fruits ou des manches d'outils.






Une bonne conception de four repose donc sur une bonne compréhension des notions de base sur l'énergie thermique. Sans aller dans le détail, il paraît nécessaire de faire quelques petits rappels.

Chaleur, température ? La chaleur, c'est scientifiquement parlant de l'énergie thermique. La température est une grandeur qui caractérise le niveau d'énergie thermique d'un corps. Bref, un pain brûlant est un pain plein d'énergie et un pain brûlé, un gaspillage d'énergie tout autant qu'une injure à la gastronomie.

L'énergie ? C'est la capacité d'un système (un objet, une personne, un ensemble d'objets, ... unis par des relations) à produire une action (un " travail ") sur un milieu extérieur ou sur un autre système. Le four est un système (un ensemble de briques assemblées suivant une certaine logique, sinon elles tombent) capable d'influencer un autre système : le pain. Pour cela, il faut fournir aux briques du système-four une énergie suffisante. Le système-pain, qui aura capté une partie de l'énergie du système-four, influencera ensuite notre système digestif de manière plus ou moins agréable suivant qu'il a été trop cuit ou pas assez. Finalement nous absorbons une partie de cette énergie qui était contenue dans les briques du four. Mais il vaut mieux manger le pain que les briques.

Le fonctionnement du four à pain repose donc sur la transmission et le changement de forme de l'énergie. L'énergie peut prendre des formes très diverses : cinétique, potentielle, élastique, interne, chimique, thermique, nucléaire, électromagnétique, ... Dans le four, l'énergie se présente d'abord sous forme chimique : le bois. Lors de la combustion, l'énergie chimique du bois est libérée et elle prend deux formes : de la chaleur (énergie thermique) et de la lumière (énergie radiante ou électromagnétique) qui se transformera elle aussi en chaleur. Une fois le feu éteint, les parois du four vont restituer de la chaleur et de l'énergie radiante.

L'énergie peut circuler selon trois modes :

-  par rayonnement,
-  par conduction,
-  par convection.

Dans le premier cas, la circulation se fait sans participation du milieu intermédiaire (ex : la chaleur du soleil).

Dans le second, l'énergie circule à l'intérieur et en fonction d'un milieu solide (ex : la chaleur à travers un mur).

Dans le troisième, l'énergie circule grâce au déplacement de fluides (ex : un courant d'air chaud ou froid).

Dans le four, l'énergie radiante va donc être transférée directement du feu aux parois du four. Si un observateur prenait la place d'une brique de la paroi et s'il restait assez longtemps pour contempler ce feu, il pourrait théoriquement bronzer comme lors





d'un bain de soleil. Dans la pratique, il paraît un peu compliqué de remplacer sa lampe à bronzer par un four à pain. Le plus simple est de construire un four à pain près d'une plage des Landes. On aura ainsi du pain et un bronzage parfait.

En plus de l'énergie radiante, la chaleur dégagée par la combustion du bois va d'abord se transmettre à l'air en circulation dans la chambre du four. Cet air va ensuite céder cette énergie aux parois. Il y a alors convection. L'air joue donc un rôle double : apporter l'oxygène nécessaire à la combustion, transférer la chaleur aux parois.

Pour assurer une oxygénation correcte, il faudra assurer un apport régulier d'air depuis l'extérieur et donc évacuer un volume correspondant d'air vicié. Vicié mais chaud. Il y a donc une perte d'énergie inévitable. Il y a un compromis à trouver entre une trop grande ouverture de la porte qui permet un bon tirage du feu mais aussi une évacuation accélérée d'air chaud et une fermeture de la porte qui permet de conserver l'air chaud mais qui étouffe le feu. Dans le cas de fours plus sophistiqués, comme les fours industriels, on place le feu à l'extérieur, mais on dirige l'air chaud vers l'intérieur avec un tirage réduit au strict minimum.

La paroi absorbe l'énergie que lui apporte l'air chaud. Cette énergie va se répartir dans la masse de la paroi en s'écoulant des zones les plus chaudes vers les plus froides. C'est le phénomène de la conduction. L'énergie aura donc tendance à passer de la face intérieure de l'enveloppe du four qui, en contact avec le feu, est chaude, vers la face externe. Là, elle se diffusera par convection dans l'air extérieur. Une part plus ou moins importante de l'énergie emmagasinée sera donc perdue. La conduction est plus ou moins rapide selon la nature du matériau. Un matériau qui ne laisse pas la chaleur s'écouler est dit isolant. Il faut donc que l'enveloppe du four ait une bonne " résistance thermique ".

Cette perte d'énergie qui est à éviter dans le cas d'un four à pain, est au contraire encouragée dans les poêles céramiques. Ces gros poêles de terre cuite sont construits au centre de la pièce. La chaleur sensible contenue dans l'enveloppe du poêle va se diffuser doucement et lentement dans la pièce.





De la préhistoire aux maisons solaires

Le four à pain n'est ni la seule ni la première application du stockage de l'énergie thermique dans un solide.

L'homme préhistorique avait découvert les secrets du feu. Premier et bon prétexte à faire la guerre. Mais quelle est l'utilité du feu si l'on ne dispose pas de casserole ? Certes, on peut griller les aliments. Mais, même si le " barbecue " garde un franc succès chez nos contemporains, cela reste une solution primitive et grossière, surtout quand on souhaite chauffer un liquide.

Notre approche moderne, dite approche des casseroles, est de placer ce liquide dans une enceinte rigide, la casserole, puis de chauffer cette enceinte. On place donc le liquide à l'intérieur d'une enceinte chaude. L'homme préhistorique nous donne un bel exemple en matière de résolution de problème. Quand un problème est difficile à résoudre, il est parfois avantageux de le poser à l'envers. Cro-Magnon, qui ne savait pas comment produire une enceinte rigide supportant la chaleur, a donc résolu le problème en faisant circuler un objet chaud dans le liquide, contenue dans une enveloppe froide. Pour cela, il a chauffé des pierres dans un feu puis les a jetées dans une poche d'eau réalisée avec des peaux. Puis il changeait régulièrement les pierres au fur et à mesure qu'elles cédaient leur énergie à l'eau.

Cette technique était encore employée par certaines tribus indiennes d'Amérique du Nord avant la vulgarisation de la céramique.

Ailleurs, en Polynésie, on utilise encore une technique proche. La première étape consiste à prévenir les amis et parents que l'on veut faire une fête. Nul besoin de se préoccuper du ravitaillement, chacun apporte qui du riz, qui du poisson, qui du cochon, qui des fruits. Durant la deuxième étape, les femmes préparent les aliments puis les enveloppent par petits paquets dans des feuilles et des palmes. Les hommes lancent un feu dans lequel on jette des pierres spécialement sélectionnées pour cet usage. La fête a en fait déjà commencé : on est ensemble, on rit, on chante, on parle.

Vient la troisième étape : les boulettes de feuilles sont placées dans une fosse avec les pierres chaudes. Puis on attend que tout cela cuise doucement. La nuit est déjà tombée quand vient le repas. La fête peut continuer, il y aura à manger pour tous. De la chaleur sensible à la chaleur humaine !

Ailleurs encore, au Soudan ou en Espagne, on peut déguster de la viande ou du poisson grillé sur des pierres chaudes.

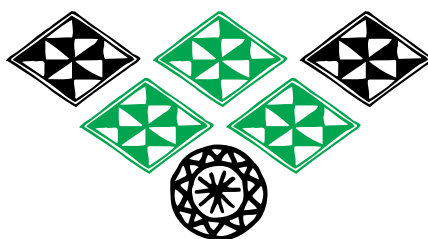




Il n'y a pas que dans le domaine culinaire que le principe est appliqué. L'homme préhistorique ne connaissait ni les casseroles ni le chauffage central. Comment faire pour ne pas mourir de froid quand une couverture en peau de bison ne suffit plus ? Pour survivre, l'homme a donc inventé un ustensile essentiel : la bouillotte. La forme la plus connue est bien sur celle d'un petit bidon d'eau chaude que l'on place sur son ventre. Mais il existe une forme plus rustique : celle de la brique que l'on fait chauffer avant de la placer sous son matelas. Cela a donné ensuite les poêles céramiques d'un usage encore courant en Finlande, en Allemagne, ...

Le principe de la valorisation de la chaleur sensible a été repris à une plus grande échelle dans le cadre de la conception de certaines maisons solaires. L'énergie solaire a bien des avantages et, en particulier, celui de nous permettre de vivre sur la terre. Mais elle a aussi des inconvénients. L'un d'entre eux est que le soleil se lève et se couche. Le lever et le coucher du soleil sont des instants très romantiques, mais ils marquent aussi le fait que nous recevons l'énergie solaire de manière discontinue. Il fait donc chaud et parfois trop chaud durant la journée et frais voire froid durant la nuit.

Il faut donc installer un mécanisme de régulation qui permette de récupérer les excès de chaleur de la journée pour les diffuser durant la nuit. Pour cela, on crée sous la maison un réservoir rempli de cailloux. Durant la journée l'air circule dans les capteurs où il se réchauffe. Il est envoyé dans la piscine-réservoir où il va cheminer entre les cailloux. Il cède une partie de son énergie. Durant la nuit, la circulation dans les capteurs est interrompue. Mais l'air passe dans la piscine où les cailloux vont lui rendre l'énergie qu'ils ont accumulée durant la journée. Cette piscine de pierres permet donc de " tamponner ", c'est-à-dire réguler, l'ambiance de la maison. Certaines expérimentations ont été menées avec des silos de 100 000 m³ pour restituer en hiver l'excès de chaleur capté en été.





Implantation, structure, et dimensions



Implantation

Les fours sont, soit construits à l'extérieur de la maison, soit accolés à la maison.

Dans les Landes, le premier type est le plus fréquent bien que l'on puisse observer aussi des fours de maison.

Certains ont émis l'hypothèse que le four était placé à distance de la maison pour éviter les incendies. Cela n'est pas absurde car la sortie des dernières braises n'est pas sans risque sur ce plan. On peut penser aussi que l'utilisation du four était partagée entre les différentes familles qui habitaient sur le quartier. La taille du four en témoigne car elle se rapproche plutôt de celle d'un four banal que d'un four familial. Enfin, on vivait surtout dehors et cela ne dérangeait guère d'aller faire la cuisson à l'extérieur.

Un dernier élément rend plus difficile l'intégration du four dans la maison landaise. Celle-ci est conçue sur un plan " basilical " c'est-à-dire avec une symétrie dans la disposition des poteaux. La cheminée simple ou double occupe une place centrale dans le plan. Or, pour évacuer les fumées du four, il est plus économique de coupler celui-ci à la cheminée. Cela se fait dans de nombreuses régions où la cheminée s'appuie sur un des murs de l'enveloppe de la maison. Cela est impossible dans le cas de la maison landaise à moins de créer une cheminée spécifique.

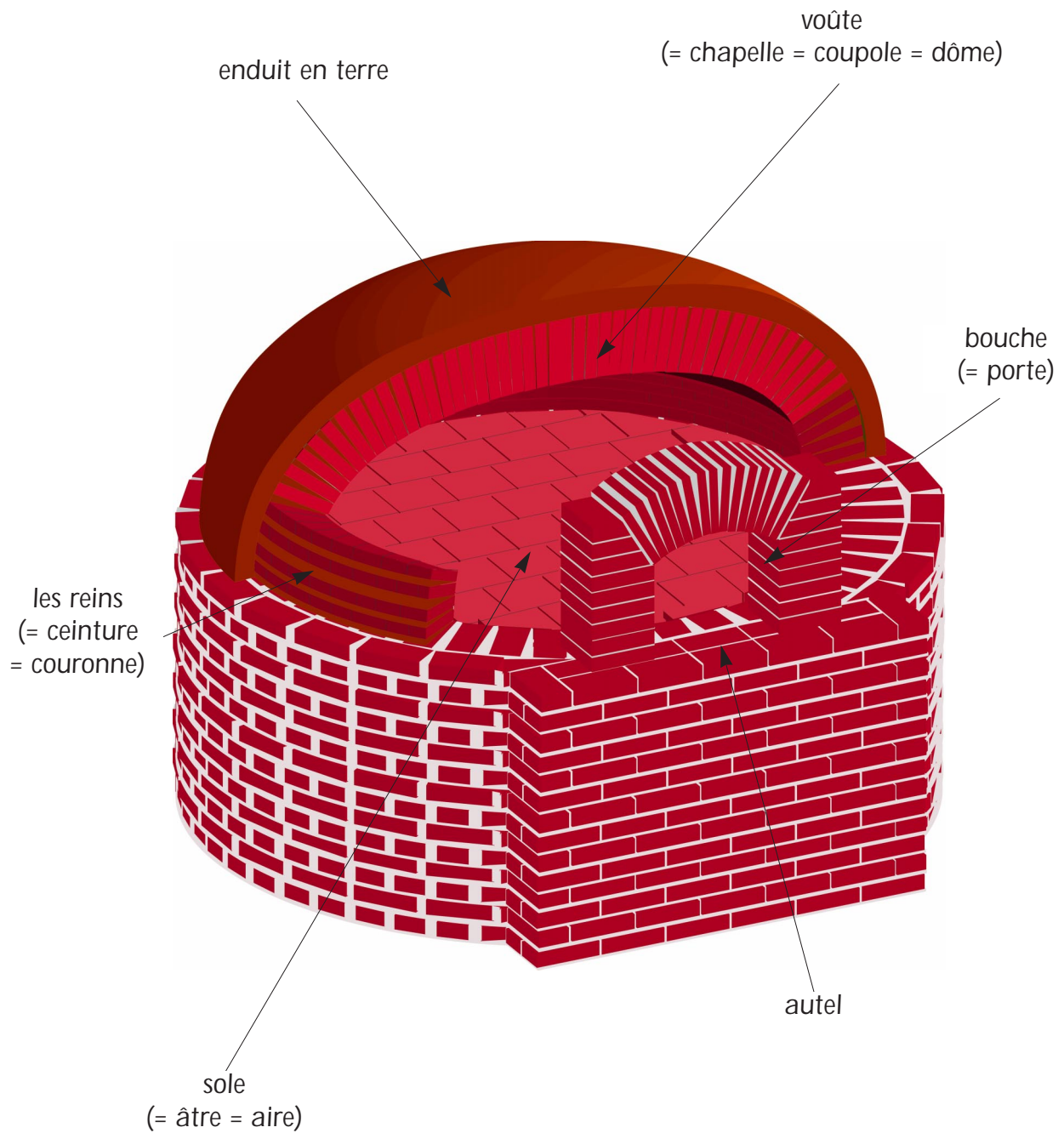
La silhouette du four landais n'est pas sans rappeler celle de la maison landaise : façade droite à l'Est et façade arrière ramassée à l'Ouest. La logique est la même : les vents dominants viennent de l'Ouest, ils sont souvent chargés de pluies et parfois violents. On arrondit le dos de la maison pour réduire la prise au vent. On mesure le comportement aérodynamique d'un avion, une voiture, ... Il serait intéressant de calculer celui d'une maison landaise car il doit être très bon. Sur le plan de l'aérodynamique, la maison landaise est au pavillon de banlieue ce qu'une Ferrari est à un autobus.





Structure

La structure d'un four est relativement simple : fondation/soubassement, socle, sole, coupole (chapelle), porte, abri.





La fondation

Le four n'a pas, à proprement parler, de fondation, c'est-à-dire une partie d'ouvrage spécifiquement conçue pour assurer la répartition de la charge totale sur le sol. C'est la base du socle qui assure ce rôle. La forme circulaire, la répartition de la charge ne rend pas nécessaire de prévoir un dispositif particulier comme un chaînage pour reprendre la charge issue de la structure. Le seul point à respecter est de démarrer la construction du four sur un " bon sol ". Théoriquement un bon sol se définit comme un sol aussi peu susceptible de se déformer que la tête d'un marin breton. Pour trouver ce bon sol, il est toujours nécessaire de procéder à une coupe de cheveux, c'est-à-dire dégager la couche superficielle du sol qui est meuble. On évite bien sûr d'implanter le four dans un terrain inondable, marécageux, ... La partie du socle en contact avec le sol sera réalisée avec des matériaux insensibles à l'eau.

Le socle

Puisque le four ne marche pas, il n'a pas besoin de pieds comme une table. Mais il lui faut tout de même un support. C'est le socle qui n'a d'autre fonction que de placer la sole à un niveau accessible. Il est formé d'une couronne ou d'un rectangle qui supporte la coupole. Le cœur de cette couronne est remblayé et supporte la sole.

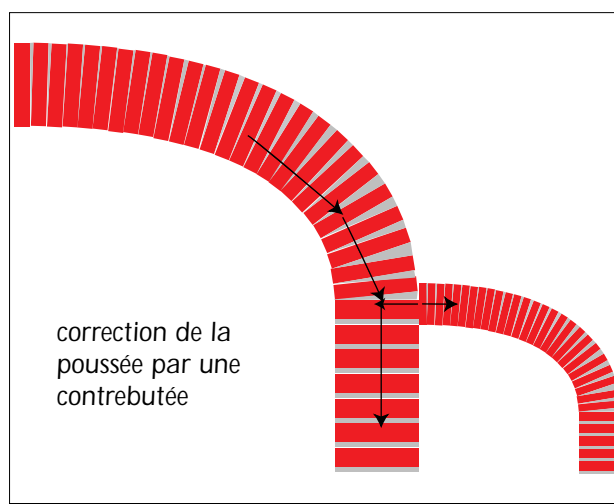
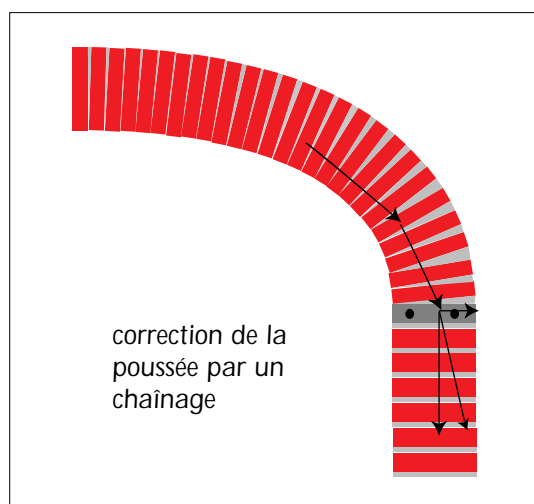
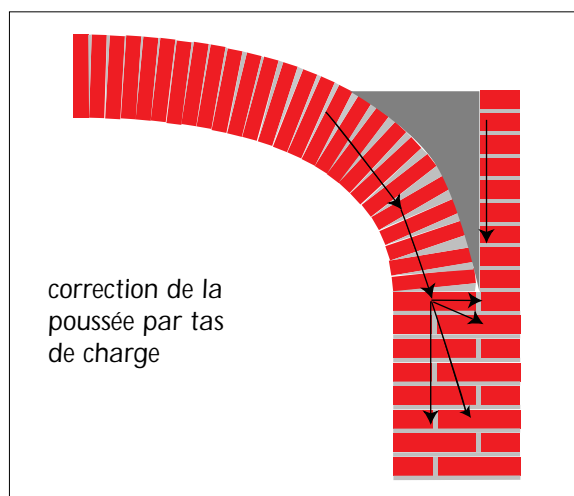
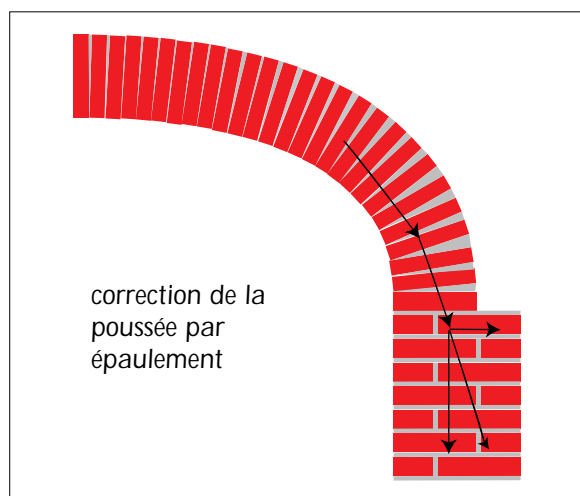
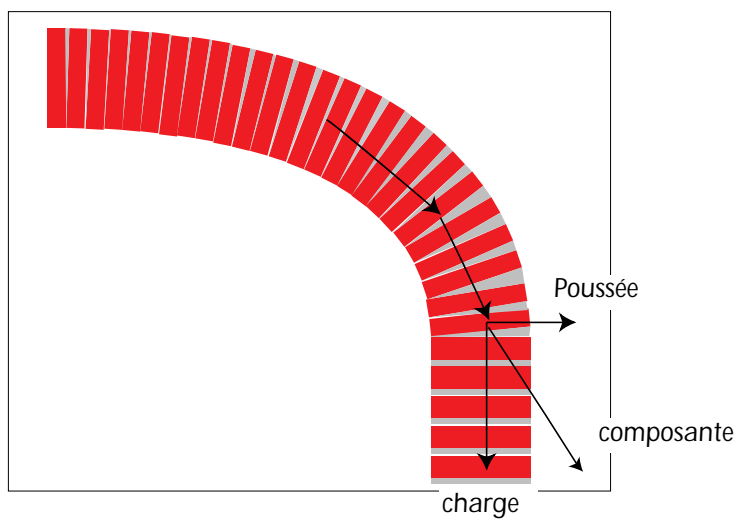
Il n'a que peu de charges à supporter. Cette charge est régulièrement répartie. Toutefois, la contrainte issue de la coupole n'est pas verticale. Cette contrainte est composée d'une force verticale (la charge) et d'une force latérale (la poussée). Pour résister à la première, il suffit d'employer un matériau résistant en compression. Pour absorber la seconde, il y a quatre options :

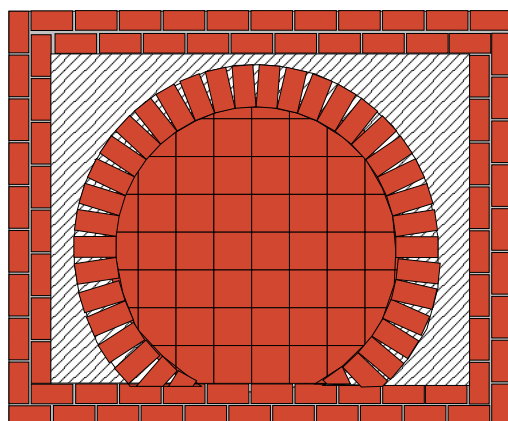
- ⊗ épaissir la couronne du côté extérieur pour que la contrainte reste dans le quadrilatère de la section (principe de l'épaulement),
- ⊗ opposer une force inverse à la poussée (principe de la contrebutée),
- ⊗ charger la structure au-dessus de la périphérie de la coupole pour forcer la composante à se rapprocher de la verticale (principe du tas de charge),
- ⊗ mettre une ceinture à la couronne pour éviter qu'elle ne prenne du ventre (principe du chaînage).

Les solutions évoquées ci-dessus sont surtout indispensables pour des ouvrages de grande dimension. C'est le cas de la coupole des mosquées dont on contient la poussée latérale en la chargeant par de multiples minarets. C'est aussi le même principe qui guide le dessin des arcs-boutants des cathédrales.

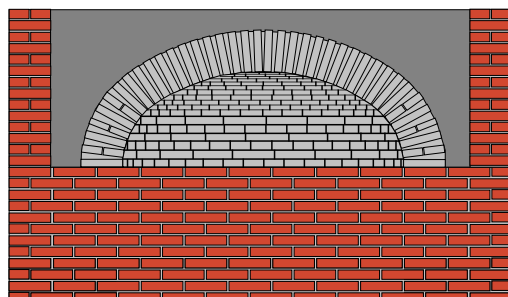
Dans un four traditionnel, la poussée latérale est faible et l'on remarque que le socle de beaucoup de fours n'a pas fait l'objet d'un dessin particulier. À titre de précaution, il est toutefois préférable de tracer le socle plus large que la coupole. De plus, le débord du socle se révélera très utile lors du montage de la coupole (voir plus loin).





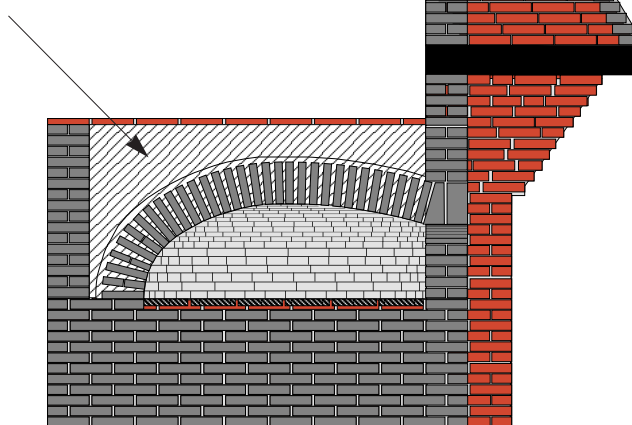


Socle carré. vue du dessus



Socle carré. coupe médiane. vue de face

Remplissage de sable ou de terre



Socle carré. coupe longitudinale. vue de face



Les fours intérieurs, ou les fours extérieurs implantés dans des régions froides sont souvent montés sur un socle rectangulaire. La maçonnerie est prolongée autour de la coupole. On peut ainsi noyer le four dans de la terre ou du sable. Cela a pour but d'améliorer l'inertie et l'isolation thermique. Par ailleurs, cela contribue aussi à améliorer la descente de charge.

Les socles rectangulaires sont parfois évidés ; la cavité obtenue permet de stocker du bois ou de ranger des ustensiles. Toutefois cette disposition ne peut être retenue que pour un four en intérieur, bien isolé comme dans une boulangerie professionnelle. Si l'épaisseur entre le sole et la cavité est trop faible, la sole risque de se refroidir trop vite.

La sole

La sole est un poisson plat, ovale de la famille des anacanthiniens. Malgré son origine familiale, on la sert rarement à la cantine. On la trouve plus souvent au four. La sole est la couche qui va recevoir d'abord le feu puis le pain. Elle a un double rôle : mécanique et thermique.

Elle va subir des chocs mécaniques dus au bois, au racloir (le fourgon) et à la pelle du boulanger. Elle subira aussi des chocs thermiques avec l'échauffement rapide et intense de certaines zones. Elle souffre donc beaucoup et c'est en général la partie la plus abîmée des fours anciens. Il est souvent nécessaire de la remplacer.



Sole effondrée dans un four à l'abandon



Niveau
normal
de la sole

Sole affaissée



Sole restaurée



Elle repose sur le remplissage en gravats de la couronne du socle. Ce remplissage devra donc avoir été bien damé. Ce remplissage, s'il est en terre ou en sable sert souvent de refuge à des insectes, des rongeurs, qui, au sec et au chaud, y creusent des galeries. La sole s'effondre alors sur certaines zones. Un remplissage en dur est préférable pour éviter ce genre de problèmes.

Le tassement de la sole avec le temps va entraîner une augmentation de la hauteur de voûte et du volume de la chambre. Le rendement du four peut en être affecté. On peut remonter le niveau de la sole pour réduire la hauteur de voûte et gagner en efficacité.

On préconise parfois de donner une petite pente à la sole pour faciliter la sortie des braises.

La coupole

La coupole sert de masse d'accumulation pour la chaleur dégagée par le feu. Sa forme, le plus souvent en demi-sphère aplatie, favorise une bonne circulation de l'air et de la chaleur et une concentration du rayonnement. Le choix des matériaux répond à des considérations mécaniques mais surtout d'efficacité thermique.



Coupole ancienne



La coupole subit quelques contraintes dues à sa forme et son poids mais surtout dues aux échauffements et refroidissements. Sous l'action de la chaleur la maçonnerie se dilate ce qui engendre des tensions dans la matière. Les petites fissures que l'on constate sur l'enduit d'un four chaud permettent de repérer les zones de tension maximum. Le choix des matériaux et du profil de la chambre va être essentiel pour gérer ces mouvements de la structure.

La partie centrale de la voûte est souvent la plus abîmée. C'est en effet la partie qui s'échauffe le plus vite et le plus violemment. Il peut y avoir aussi des petits problèmes d'infiltration d'eau sur les coupoles mal protégées. L'usure des briques centrales permet de juger de l'usure du four.

La base de la coupole que l'on désigne comme les reins (ou la ceinture) s'échauffe plus lentement. Cette partie de la coupole est souvent montée directement alors que le reste de la coupole est montée à l'aide d'un coffrage ou d'une forme.

L'enduit

Il est souhaitable que la chaleur emmagasinée dans la coupole soit restituée vers l'intérieur et non vers l'extérieur. La coupole doit donc être enveloppée par une couche isolante. C'est d'ailleurs la structure des fours modernes qui est composite : une couche interne d'accumulation et une couche externe d'isolation. Dans le cas des fours traditionnels, la coupole joue les deux rôles. Toutefois, l'isolation et la capacité d'accumulation thermique est souvent renforcée par un enduit épais en terre crue ou avec un mélange de terre et de débris de tuiles ou de briques. C'est le cas dans les Landes.



Restauration de la couche d'enrobage en terre crue par une équipe de grands professionnels





Dans d'autres régions de France, plus froides, on peut remarquer des fours qui sont noyés dans du sable. Celui-ci augmente la capacité de stockage du four et une isolation quasi totale. Le four reste longtemps tiède et redémarre rapidement d'une journée sur l'autre.

Cette couche d'enrobage de terre est souvent dégradée ou même a disparu avec le temps. La disparition de l'enduit sur un four extérieur est le point de départ de la disparition du four lui-même. Une fois l'enduit dégradé, les joints de terre crue sont érodés par les intempéries. La stabilité des assises de la coupole n'est plus assurée et les premières briques commencent à se desceller.

Cette couche d'enrobage est souvent négligée lors de la restauration de fours. La coupole est alors directement couverte par un enduit hydraulique. Celui-ci, trop rigide, ne manque pas de claquer dès les premières chauffes (O ! Moun Diou ! Le four a ess-plosé!)

La couche d'enrobage peut être laissée en l'état si le four est bien protégé ou couverte avec un enduit. Dans ce cas, il faut un enduit très souple comme un enduit à la chaux aérienne peu dosé. De toute manière, on constatera quelques micro-fissures sur cet enduit, surtout lorsque le four est chaud.

La porte - Ouvertures de tirage

La porte (=la bouche) permet l'introduction du bois et du pain dans la chambre du four. Son ouverture permet de régler le tirage durant la période de feu. Elle participe peu à l'accumulation de chaleur, mais elle doit limiter les pertes de chaleur durant la cuisson. L'idéal serait donc une porte très isolante. Elle doit aussi permettre le passage pour réaliser des interventions dans la chambre : changement de carreaux de la sole, ... Elle peut être pourvu d'un œilleton pour suivre la cuisson du pain sans avoir à ouvrir la porte.

Pour un réglage plus fin du tirage, on remarque sur certains fours que les maçons ont réservé parfois une ou plusieurs petite(s) ouverture(s) latérale(s) qu'il était possible de boucher par une brique en fin de feu. C'est un principe courant sur les fours à poterie ou les fours à haute température où il est indispensable de disposer d'un mécanisme de réglage précis. Dans le cas des fours à pain, on arrive à maîtriser la chauffe et la cuisson même en l'absence de ce genre de dispositif.





Ouverture latérale sur la coupole
(dispositif assez rare dans les Landes)

La partie basse de la bouche du four, l'autel, vient parfois en léger débord par rapport au socle. En fin de feu, on place le cendrier sous ce débord et cela permet une évacuation rapide des braises. Dans les fours plus sophistiqués, l'autel comporte une grille qui permet l'évacuation des cendres dans un conduit droit ou incliné débouchant dans une caisse à cendre située sous la sole.

La bouche du four est souvent bâtie autour d'un cadre en fer dont la partie basse fait office d'autel et la partie haute de gabarit pour la maçonnerie.

Les étuves

On cite dans des ouvrages anciens les étuves : «...*Le dessus de ces fours serait une grande et belle étuve pour les bleds et même pour les farines ; car on peut étuver la farine avec grande utilité en plusieurs cas....*» (Encyclopédie Diderot). En fait il faudrait parler plutôt de séchoirs que d'étuves. Il s'agit de pièces ou cavités sur le dessus du four ou sur les côtés où l'on peut placer des plats à mijoter ou des denrées à sécher. On profite donc de la chaleur perdue par la coupole. Nous n'avons pas constaté ce dispositif dans les Landes.

La cheminée

La cheminée n'est pas systématique dans les fours traditionnels de plein air. Elle est surtout nécessaire dans le cas de fours en intérieur pour éviter l'enfumage du fournil ou de la pièce de la maison.





La cheminée peut être complètement extérieure soit au droit de la bouche du four. Dans ce cas, la porte ne sert que pour l'entrée d'air et il faut prévoir une trappe (un registre) dans le conduit de la cheminée pour bloquer le flux durant la phase de cuisson.

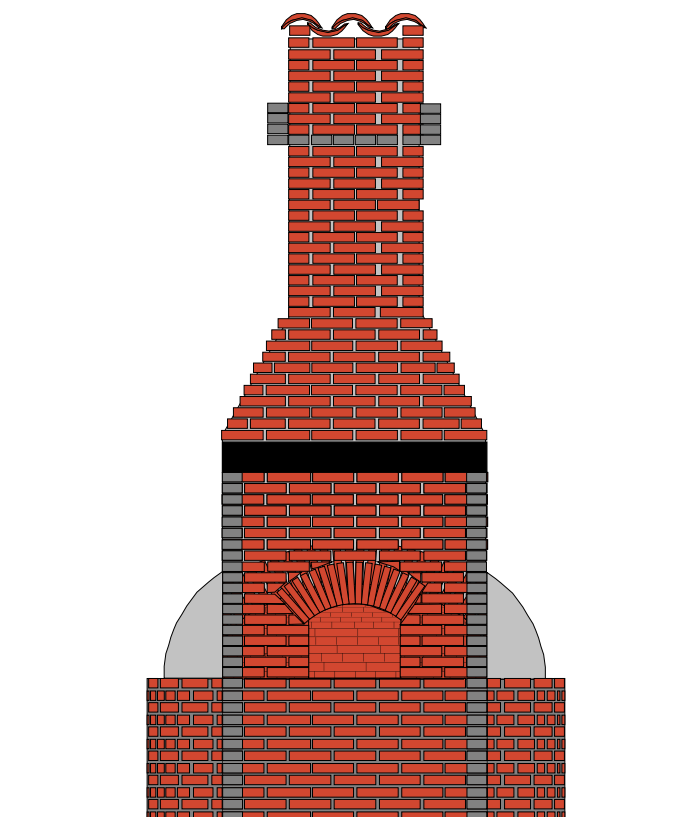
Dans les fours familiaux ou de quartier, la cheminée est souvent courte et ne permet pas un tirage puissant. Il y a donc souvent un enfumage partiel et temporaire du local mais qui se dégage rapidement dès que la température du four s'élève et que le rendement du feu s'améliore. Les boulangeries professionnelles ont une cheminée beaucoup plus conséquente qui permet d'éviter l'enfumage.

On trouve aussi quelques fours très particuliers avec une cheminée en serpentin. La bouche de la cheminée est en fond de four. Le flux d'air passe donc à l'horizontale de la porte à la cheminée. Le conduit de celle-ci revient par-dessus la coupole pour venir s'échapper dans un conduit vertical classique. Cette disposition répond sans doute à un souci de limiter l'enfumage inévitable au démarrage. Mais on peut contester le principe. Dans le cas de l'utilisation de la porte comme entrée et sortie d'air, l'air froid se réchauffe au contact de l'air chaud qui sort. Il y a un échangeur de chaleur naturel. Dans le cas d'une disposition horizontale l'air froid ne bénéficie pas de ce réchauffage gratuit et il y a une perte d'efficacité.

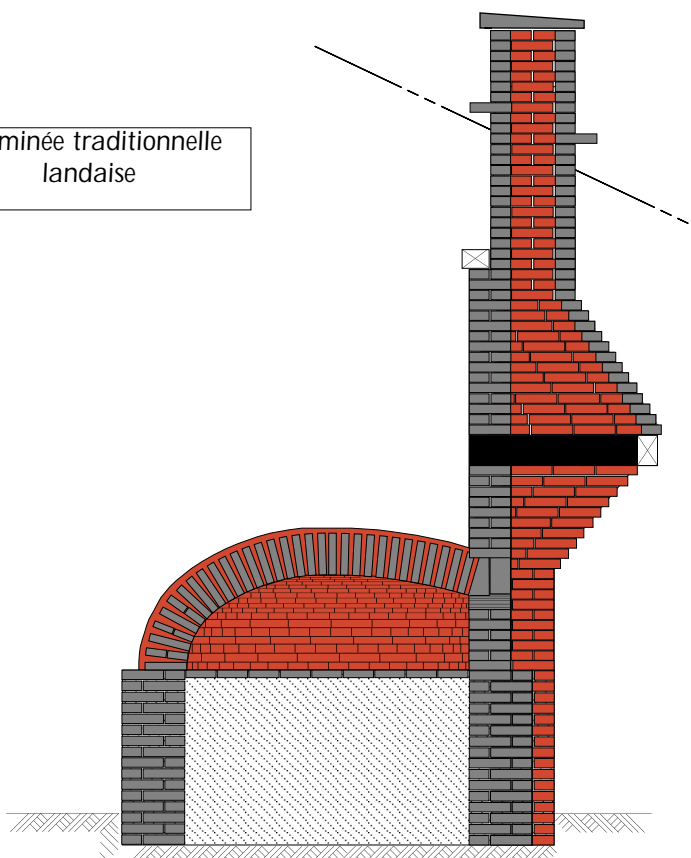


Four avec cheminée en serpentin

(dispositif atypique sur un four probablement assez récent ou restauré récemment comme en témoigne la présence de briques extrudées et de briques pressées et l'absence d'un enrobage de terre)



Cheminée traditionnelle
landaise





L'abri / le fournil

Les fours extérieurs faisaient souvent l'objet d'une petite construction.

Son rôle apparaît comme très important dans la durabilité des fours. L'enduit ne peut être suffisant pour protéger la coupole de la pluie. Par contre, sous un abri, un four peut même se contenter d'un enduit de terre crue.

L'abri ou le fournil s'avère à l'usage aussi très commode pour travailler : on peut cuire même un jour de pluie, on peut ranger les accessoires, préparer à l'abri du vent et du soleil les plats avant de les enfourner, on peut aussi conserver une petite réserve de bois sec.



Four landais classique, avec cheminée et abri

Les dimensions

Le mètre est exactement la distance parcourue par la lumière en $1 / 299\,792\,458$ ème de seconde. C'est aussi, en poésie, la mesure d'un vers rapportée à son nombre de pieds.

Pour calculer les dimensions d'un four en mètres et centimètres, il faut donc soit disposer d'un chronomètre précis soit être un poète.





Les dimensions d'un four ne se calculent pas en mètres mais en utilisant divers systèmes d'unités naturelles. Les maçons et charpentiers ne connaissaient pas encore le mètre et nos unités modernes lorsqu'ils édifièrent les cathédrales. Ils mesuraient et calculaient avec ce qu'ils avaient sous la main, à commencer par le pouce puis la main, puis la coudée, puis le pas, puis la journée à pied, ...

La coudée est l'exemple d'une unité naturelle ingénieuse : c'est la longueur d'un avant-bras. Mais sur cet avant-bras, on peut enrouler de la ficelle. Chaque tour donnera deux coudées. En utilisant une ficelle, on pourra donc mesurer une maison, un champ. La coudée reste encore employée par les pêcheurs sur le fleuve Niger pour calculer et se répartir des territoires de pêche qui font parfois plusieurs centaines de mètres de long.

Un système d'unité naturelle ne pose pas de problème durant l'exécution d'un ouvrage, puisque le système de référence est stable : le maçon a toujours la même taille d'avant-bras du début à la fin du chantier.

Par contre, les unités naturelles sont plus difficiles à utiliser dans le cadre d'un échange surtout entre des personnes qui n'ont pas de contact direct. On ne peut que rappeler la tragique mésaventure de la sonde américaine qui s'écrasa sur le sol de Mars au lieu de le survoler : les constructeurs de la sonde calculaient encore en pieds et en pouces alors que les ingénieurs de vol travaillaient en mètres (États Unis d'Amérique, en de grâce 1999) !

Les fours à pain datent d'avant la mondialisation et comme ils n'est pas prévu de les lancer sur Mars, on peut adopter le système d'unités naturelles qui a l'avantage de la simplicité et parfois d'une rationalité supérieure aux unités modernes.

La première dimension est celle du diamètre intérieur de la chambre du four (la chapelle). On peut partir sur une base de 3 à 4 coudées (1,5 m à 2 m pour les modernes). Tout dépend de votre appétit. Un four de 3 coudées vous permet de cuire dans une seule fournée un repas entier : soupe, pain, poulet ou gigot, pommes de terre, tarte, ... pour dix personnes. Un four de 4 coudées permet de cuire 80 livres de farine donnant 110 livres de pain (la livre pesant entre 380 et 550 grammes suivant les régions).

La hauteur de la chambre en son milieu doit être ni trop haute ni trop basse. Le rapport entre le diamètre de la chambre et sa hauteur centrale va conditionner toute la géométrie du four. Traditionnellement on observe une hauteur d'une coudée (40-50 cm). C'est une hauteur empirique, mais le maçon moderne prouvera sa sagesse en la respectant. Elle n'a dû être obtenue qu'après de nombreux et vains essais qu'il paraît inutile de répéter. Une hauteur plus importante facilitera la construction, mais aboutira à une chambre inutilement grande. Une hauteur plus faible rend la réalisation très délicate, risque d'aboutir à un four qui brûlera plus facilement le pain. De plus, on augmente les risques de donner des chocs sur la voûte avec le bois lors de l'enfournement de celui-ci.



La hauteur de la sole du four doit être ni trop haute ni trop basse. Pour trouver la juste mesure, il suffit de simuler l'enfournement du pain avec la pelle. Trop haut, c'est la crampe dans les triceps. Trop bas, c'est le tour de rein assuré. Pour les poètes qui préfèrent l'usage du mètre, cela situe la hauteur de la sole par rapport au sol à environ 70-75 cm à quelques dièses près.

La taille de la bouche du four doit être ni trop grande ni trop petite. Pour trouver la juste mesure, il suffit de prendre un honnête maçon du Sud Ouest c'est-à-dire nourri au bon confit et à la poule au pot. On simule l'enfournement. Il faut qu'il passe sans coincer mais sans flotter. Sinon, comment pourra-t-il intervenir dans la chambre du four pour des finitions ou pour des réparations. Pour les poètes, cela donne un rectangle de 46-48 cm de base et de 31 cm de côté avec un rayon d'arc de 38-40 cm (le centre de l'arc se trouve au milieu de la base de la bouche).

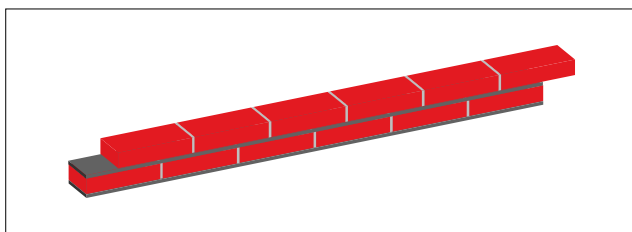
La hauteur du début de la cheminée sera ni trop haute ni trop basse. Pour l'évaluer, il suffit de simuler l'enfournement du pain. Si à chaque fois que l'on se redresse, on s'assomme, elle est trop basse. Si on ne s'assomme pas elle est trop haute.

Le reste de l'ouvrage est dimensionné à partir d'une unité naturelle qui reste encore en vigueur dans le monde de la maçonnerie : la brique. La brique est l'élément unitaire de la construction, c'est donc logique de l'utiliser comme unité. Le système ne vaut pourtant que si les dimensions de la brique respectent un rapport simple : la longueur vaut deux largeurs plus une épaisseur de joint. Si cette proportion est respectée, on peut alors jouer dans " l'appareillage " des briques (la manière de disposer les briques entre elles) sur des combinaisons rationnelles. La largeur (souvent appelée l'épaisseur) du mur s'évalue en demi-brique, brique, brique et demi. La longueur se calcule en nombre de briques. La hauteur, en nombre d'assises.

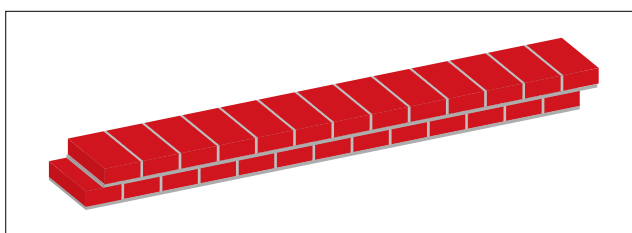
Dans le four à pain, l'épaisseur du socle est d'une brique et demi, l'épaisseur de la coupole d'une brique. La hauteur du socle est de 10 à 14 assises, à moduler en fonction de l'épaisseur des briques et des joints pour arriver à une hauteur finale confortable pour l'enfournement. On prévoit une petite fondation enterrée d'environ 3 assises.

La bouche du four a une largeur équivalente à la longueur de 2 briques. Sa hauteur sera de 5 à 7 assises.

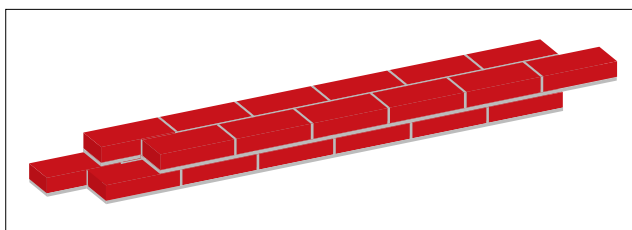
L'épaisseur des briques est variable ; elle doit seulement rester homogène sur une assise pour ne pas perturber la pose. Dans les parties en arc, on utilise des briques fines qui permettent de mieux suivre la courbe.



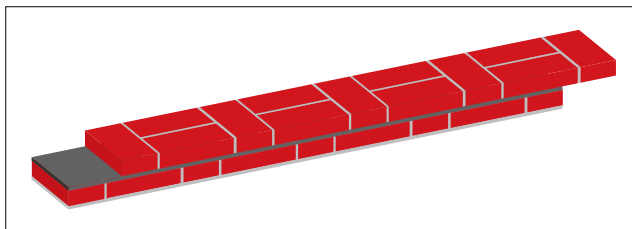
mur en une demi-brique.



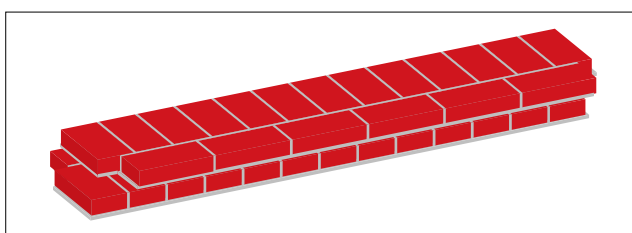
mur en une brique ; l'épaisseur du mur est donc de 22 cm ; appareillage en «boutisse» : les bouts de la brique sont visibles latéralement ; c'est la disposition de la maçonnerie de la coupole.



mur en une brique ; appareillage en panneresse : les bords de la brique sont visibles latéralement.



mur en une brique avec alternance de boutisses et paneresses.



mur en une brique et demi ; l'épaisseur du mur est donc d'environ 33-35 cm ; c'est la disposition de la maçonnerie pour le socle



La forme

Une apparente simplicité qui cache la complexité. Il n'y a pas d'autre manière pour qualifier le " design " d'un four à pain traditionnel.

Le four illustre parfaitement toute la problématique de la construction traditionnelle : comment réaliser un ouvrage efficace avec un choix très limité de matériaux, dont les performances sont, de plus, souvent médiocres ?

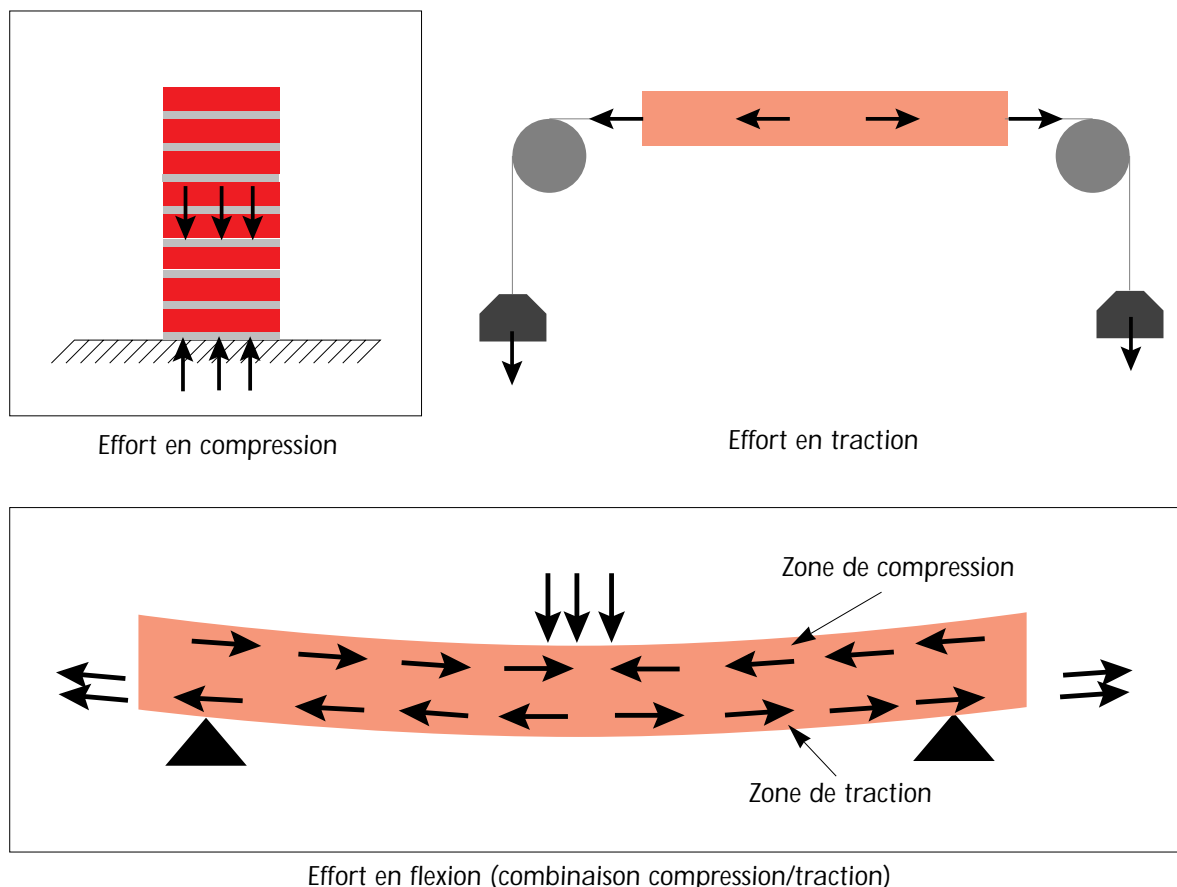
Une seule solution : travailler sur la forme.

Nous disposons actuellement de toute une gamme de matériaux et nous pouvons aller vers une architecture de lignes droites sans même une oblique et encore moins une courbe. Une équerre et une règle suffisent pour tracer la forme de nos gratte-ciel. La connaissance des tables de résistance des matériaux l'a emporté sur la maîtrise du tracé et de la géométrie.

Dans le cas du four, il faut résoudre avec le dessin un double problème de résistance des matériaux et de thermique. Les principales contraintes sont dues d'une part au poids propre des matériaux et d'autre part aux dilatations/retraits thermiques qui accompagnent le cycle de chauffe. De plus, il faut assurer un tirage correct par une égale circulation de l'air chaud dans la chambre.

Pour bien comprendre la démarche des anciens bâtisseurs, il faut rappeler quelques notions élémentaires sur les efforts qui s'exercent dans une construction. On distingue ces efforts en fonction de la direction de la force (la contrainte) qui est appliquée au matériau. Les principaux efforts se font en compression et en traction. L'association des deux efforts donne la flexion.

Chaque matériau a une capacité plus ou moins grande à résister à tel ou tel type d'effort. Les briques pleines résistent très bien en compression. Une poutre de bois a une bonne résistance en traction. Dans un poteau, l'effort se fait de haut en bas, les matériaux travaillent seulement en compression. Par contre, pour passer à l'horizontale, il faut un matériau résistant à la flexion (traction + compression) comme une poutre en bois, en fer ou en béton armé. Dans le cas de la poutre en béton armé, le béton donne la résistance en compression et l'armature la résistance en traction.

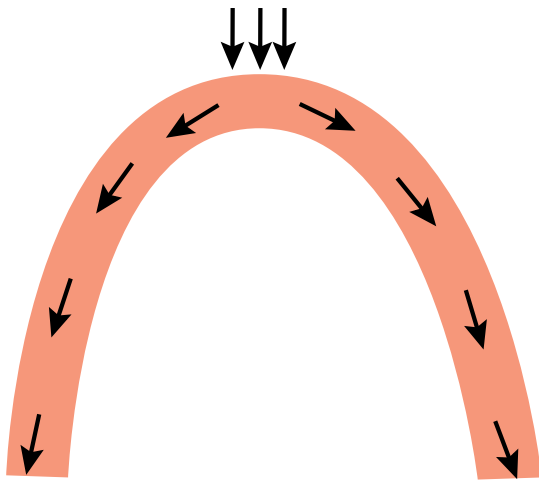


En clair, il est plus facile de réaliser une tour qu'un pont. Et si M. Eiffel a conquis le monde par sa tour, il faut rappeler qu'il avait acquis sa science en lançant des ponts.

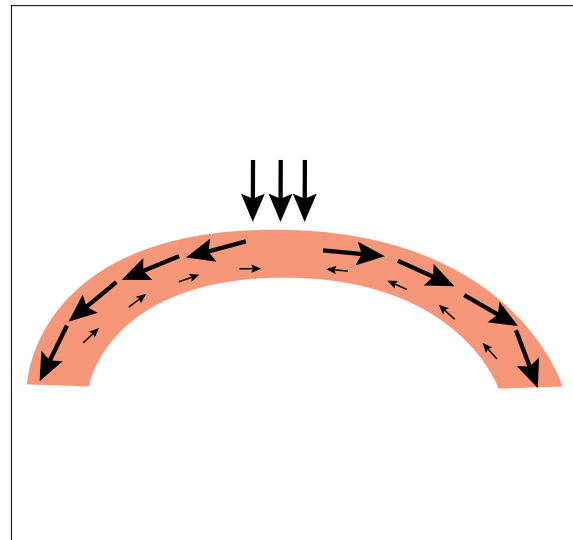
Comme matériaux ayant une bonne résistance en flexion et donc aptes à être utilisés pour réaliser les parties horizontales des structures, les anciens maçons ne disposaient que de planches et de poutres en pin. Ce n'était pas le matériau idéal pour réaliser la voûte d'un four. Restaient donc les briques cuites qui ont un bon comportement thermique, une très bonne résistance en compression mais aucune résistance en traction.

Pour contourner le problème de l'absence de résistance en traction, il faut réaliser une poutre qui travaille surtout en compression. Cela est possible soit en augmentant artificiellement la compression (ex : tenir plusieurs livres à l'horizontale entre ses mains) soit en donnant une courbure à cette poutre. Plus la courbure est accentuée, plus la poutre pourra supporter de lourdes charges. On arrive donc à assurer le franchissement mais en s'écartant de manière plus ou moins importante de l'horizontale. C'est le principe de la courbure de la colonne vertébrale du chameau qui donne à celui-ci, quand il daigne travailler, une plus grande capacité de charge que le cheval qui a une colonne horizontale.





Arc très accentué
avec effort en traction minime



Arc surbaissé
avec début d'effort en traction



Arc trop surbaissée. La traction l'a emportée sur la compression !
(O ! Moun Diou ! Le four s'est esscroulé)

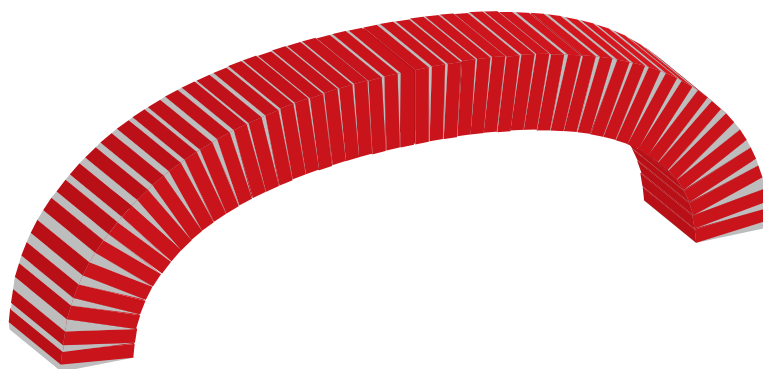
Les anciens bâtisseurs ont donc développé jusqu'à la perfection une maîtrise des arcs, voûtes et coupoles. Les fours à pain qui combinent ces trois formes sont les témoins de cet art.

En géométrie, un arc est une portion de cercle. En construction, la définition est plus large. Un arc est une portion de courbe ou l'association de portions de courbes. Ces courbes peuvent être des cercles ou aussi des coniques : ellipse, hyperbole, parabole.

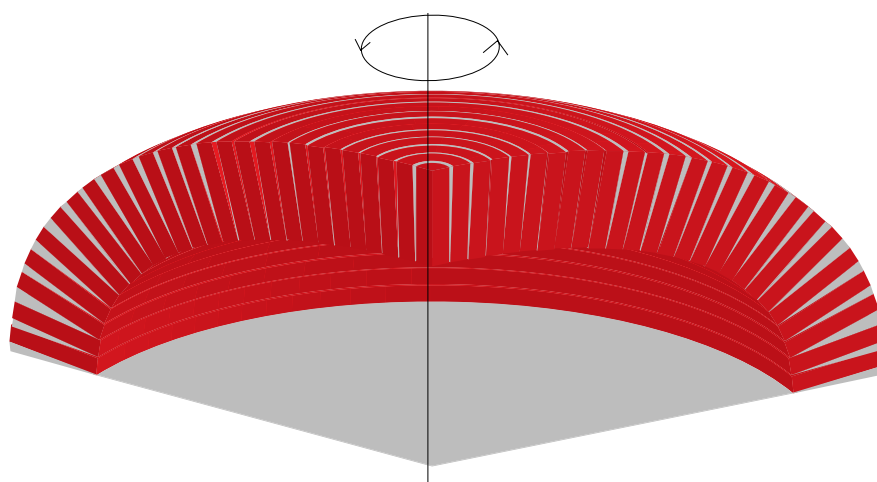
Une voûte est définie par le déplacement d'un arc sur un plan horizontal ou incliné.

La coupole est obtenue par la rotation d'un arc sur son axe.

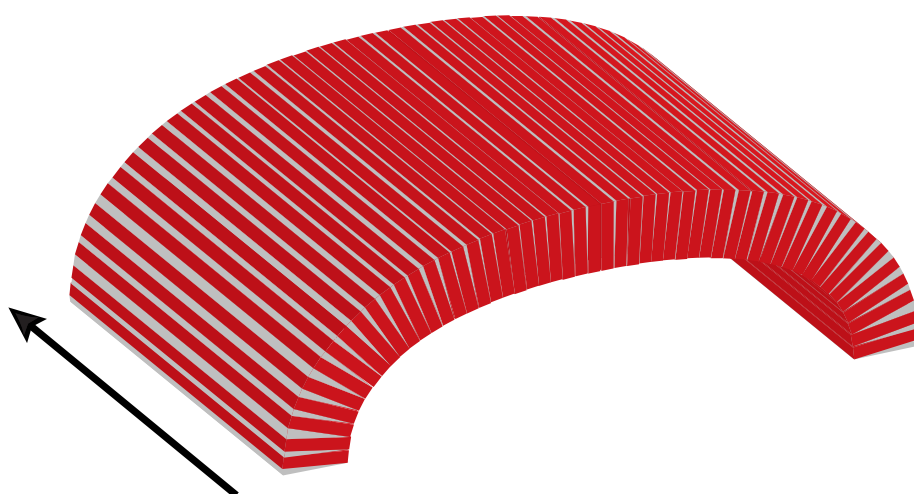




Arc : portion de cercle ou association de portions de courbes



Coupole : rotation d'un arc sur son axe



Voûte : translation d'un arc





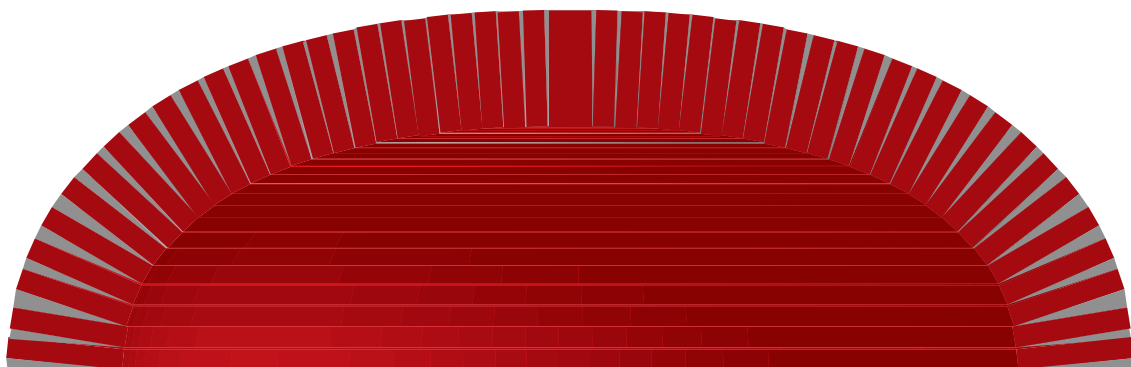
Les maçons auraient pu se contenter de réaliser le four avec une chambre rectangulaire couverte par une voûte surbaissée appuyée sur deux murs d'appui massifs. C'est d'ailleurs le dessin des fours modernes. Mais ce dessin présente certains inconvénients :

- ✳ la forme rectangulaire n'est pas adaptée à une bonne circulation de l'air ; cela ne vaut donc que pour des fours à chauffage externe (ex : résistances électriques incluses dans la maçonnerie),
- ✳ il n'y a pas continuité de forme : l'arc vient en butée sur un mur droit ; les dilatations et les retraits devront être contenus ; dans le cas des fours modernes, la voûte est réalisée en matériaux réfractaires à faible dilatation et elle est ceinturée par un châssis fait de poutrelles métalliques dont ne disposaient pas les maçons landais.

Il fallait donc partir d'un plan circulaire pour assurer la circulation de l'air et la répartition de la chaleur lors de la chauffe et concentration lors de la cuisson. Par ailleurs, la forme devait être sans rupture de continuité pour une bonne transmission des efforts jusqu'au socle.

La sphère serait la forme parfaite si Newton n'avait pas inventé la gravité pour justifier ses escapades dans les vergers. Comment mettre en suspension un feu puis un pain au centre d'une sphère soumise à la gravité terrestre ? Plus sagement, on prévoira une chambre en demi-sphère et une sole pour supporter le feu.

Mais la demi-sphère entraîne un volume de chambre plus grand que nécessaire puisque les pains sont placés à plat sur la sole et n'occupent qu'un volume réduit en hauteur. Pour réduire ce volume inutile, il faut aplatir la demi-sphère. Vu de profil, le demi-cercle évolue vers une demi-ellipse. La coupole d'un four se définit alors comme la rotation sur axe d'une demi-ellipse.



Coupe, vue de face, de la coupole d'un four





La forme en arc permet aussi d'absorber les dilatations thermiques, pour autant qu'elle ne soit pas enchâssée dans une structure rigide. En période de chauffe, la coupole va gonfler un peu mais régulièrement et librement puis elle reprendra sa forme initiale.

L'étude de l'équation qui régit les pertes d'énergie sur la surface extérieure du four confirme la justesse de ce choix de forme :

$$Q = \lambda \times (S / e) \times (T_{int} - T_{ext}) \times t$$

Cette équation inclut des coefficients de forme avec :

S = surface de la coupole qui doit être minimum

e = épaisseur de la paroi qui doit être importante.

(λ , T_{int} , T_{ext} sont explicités au chapitre consacré aux matériaux)

C'est la sphère qui donne le meilleur rapport volume intérieur/surface de l'enveloppe. C'est la meilleure forme sur le plan thermique.

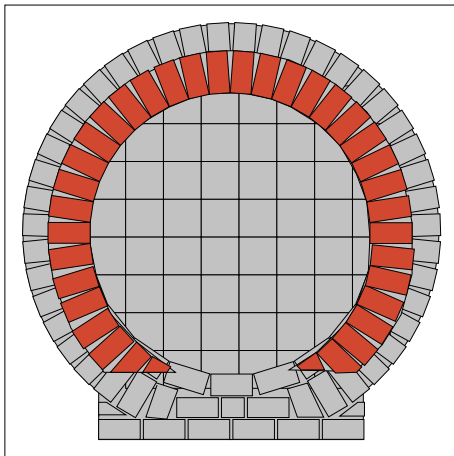
Mais il reste un dernier problème à résoudre : la porte. Une première analyse pousserait à couper la coupole sur une petite portion d'arc dont la corde serait égale à la largeur de la porte. Le plan circulaire, initialement choisi, serait alors fortement perturbé et la surface de chauffe diminuée.

Dans les fours traditionnels, on constate que le plan de la porte est situé de manière tangente au cercle de base de la coupole. Cela aboutit à un problème de déformation de cette coupole dans la partie avant. Il aurait été possible d'adopter une position moyenne. Mais si la tangente a été privilégiée dans les fours traditionnels, il y a sûrement une raison : maximiser le volume de la chapelle, favoriser le tirage,...? Une raison que nous respecterons sans vraiment la connaître. Cela s'appelle l'empirisme. Ce n'est pas très scientifique, mais cela évite souvent de réinventer la roue, ou pire d'inventer des roues carrées.

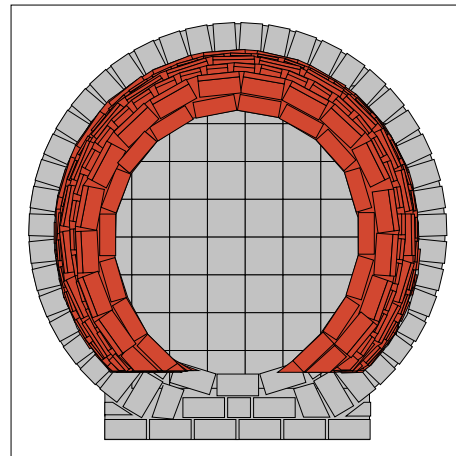
La chambre du four est donc composée dans sa partie arrière d'une demi-coupole elliptique régulière (rotation d'un arc autour du centre) et dans sa partie avant d'une voûte en berceau, à section elliptique progressive (la demi-ellipse ne suit pas une progression régulière du fait que les bords de la porte sont droits). C'est pourquoi on peut hésiter à désigner cette partie du four comme une coupole ou comme une voûte.

Pour visualiser la géométrie du four, on peut imaginer une ampoule électrique molle. On coupe cette ampoule en deux dans la longueur. On pose cette demi-ampoule à plat. Enfin on appuie sur le sommet de la demi-ampoule pour l'aplatir. On peut faire la même démonstration avec un oeuf. Si l'on a pris le soin de faire l'expérience avec un oeuf dur et non un œuf frais, on aura une assez bonne idée du tracé de la chambre d'un four à pain.

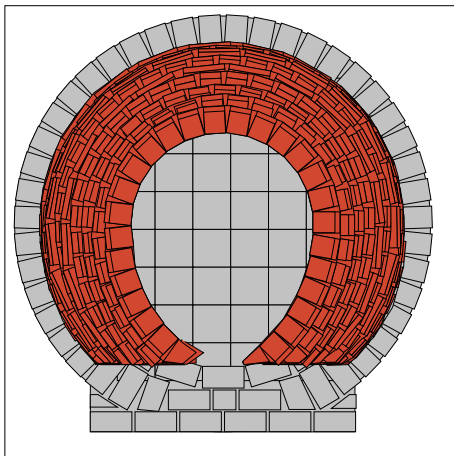




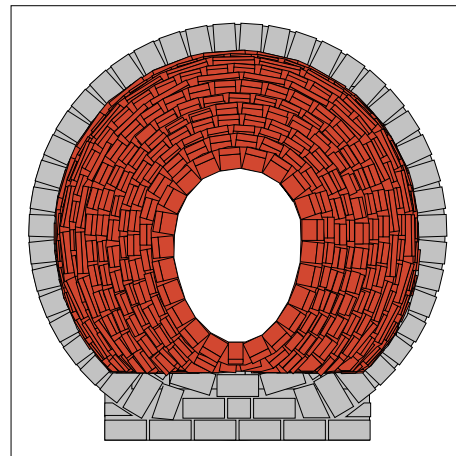
1^{ère} assise de la coupole ; la sole définit le cercle de base ; l'ouverture vient en tangent à ce cercle



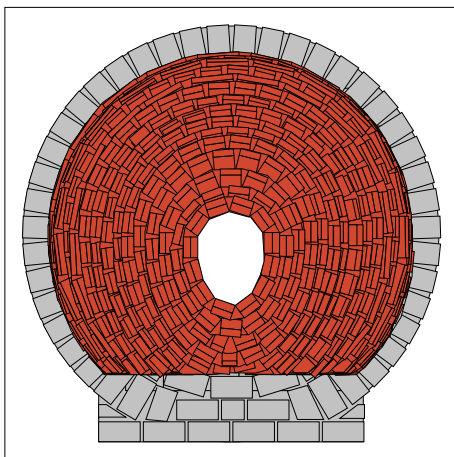
5^{ème} assise ; fin des «reins» de la coupole



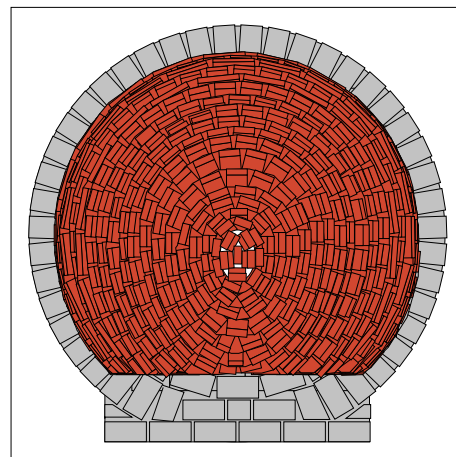
9^{ème} assise ; la forme en fer à cheval est évidente



13^{ème} assise ; la coupole se ferme sur elle-même ; forme en oeuf

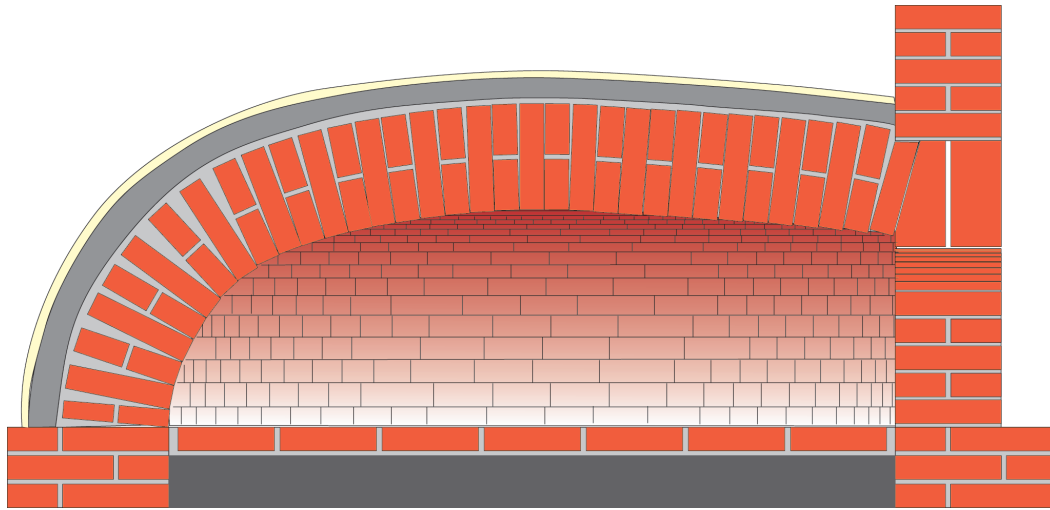


17^{ème} assise ; l'oeuf s'arrondit



19^{ème} et dernière assise ; fermeture de la coupole ; le centre de cette assise est en avant du centre de la sole.





Coupe latérale du four ; partie arrière en coupole et partie avant en voûte

Il est étonnant de constater la familiarité géométrique de la chambre du four à pain et de l'œuf. L'œuf est sûrement l'objet biologique dont la forme géométrique est la plus achevée sur le plan du " design " et de la pureté des lignes. Mais plus que cela, cette géométrie, produit de l'évolution, est le signe qu'il s'agit d'une forme qui donne une excellente résistance mécanique à l'enveloppe. L'œuf cubique, rêve des emballeurs d'œufs, est une hérésie mécanique. Mécaniquement parlant, la forme du demi-œuf était certainement le meilleur choix que l'on pouvait faire pour les fours à pain.

Dans la pratique, il n'y a pas une forme standard et chaque four a son profil. Cela dépend du style local et surtout du coup de main du maçon. Dans les Landes, le profil est souvent plus proche de l'anse de panier que de l'ellipse. Cela tient en partie au mode de construction (voir plus loin) et aussi à la volonté d'avoir une certaine homogénéité dans la distance entre le dessus des pains et la partie supérieure de la voûte. Dans un four en ellipse, les pains de la périphérie sont plus proches de la voûte que les pains du centre. On observe parfois des fours avec une voûte quasiment plate, voire même en creux. L'effondrement de ces coupoles n'est évité que par le poids total de l'ensemble qui met en compression la partie centrale de la voûte. Il suffit d'une infiltration, d'un choc ou d'une brique qui se descelle pour que l'équilibre soit rompu et que l'ensemble s'affaisse.





Choix des matériaux

La construction traditionnelle est basée sur le fait que les bâtisseurs n'avaient pas le choix des matériaux. Il fallait travailler avec les matériaux que l'on trouvait dans un rayon défini par une journée de marche pour un bœuf ou un mulet tirant une charrette. Il fallait compenser la faible diversité des matériaux et souvent la médiocre qualité de ceux-ci par une intelligence constructive plus aiguë.

C'est la locomotive qui a tué les savoir-faire constructifs. Avec l'apparition de la locomotive, il a été possible de transporter par voie terrestre des matériaux pondéreux : des pierres, du charbon, du minerai, des briques, de l'acier, ... On a pu développer l'industrie lourde et aussi les villes car on disposait d'un moyen pour les ravitailler.

Les régions se sont alors spécialisées et des circuits de production et de distribution de plus en plus longs se sont mis en place dans tous les secteurs. Les modes de vie se sont uniformisés, les cultures locales ont été poussées à la trappe par la culture des écoles de M. Jules Ferry. Dans la construction, tous les matériaux : la terre crue, les roches locales type garluche, les bois de pays, ... qui ne correspondaient pas aux exigences des circuits de distribution (comportement au stockage, résistance aux chocs de transport, facilité de manutention, calibrage, ...) furent éliminés. Les systèmes constructifs se sont standardisés. Enfin, l'industrie a été capable de produire des matériaux nouveaux allant toujours dans le sens d'une plus grande préfabrication. Le maçon, le charpentier, le menuisier ne sont plus que des monteurs de structures préfabriquées identiques d'un bout à l'autre du pays ou de la terre.

Les grandes surfaces de bricolage regorgent de matériaux extraordinaires et même de fours à pain en kit. Il suffit d'assembler, de peindre en blanc et le tour est joué. Plus besoin de savoir, à peine faut-il faire, il suffit de payer. Si l'on peut payer. Passer du savoir-faire au savoir-payer. Mais le prix à payer, c'est la perte de l'intelligence constructive.

Quelle bonne raison pourra nous détourner du chemin de la facilité et du rayon du prêt à monter des grandes surfaces ? Il en reste deux : l'envie d'échapper à la musique que la direction se croit obligée d'offrir à ses clients, et la lassitude à faire la queue à la caisse.





Matériaux pour le socle

Pour le socle, n'importe quel matériau doté d'un minimum de résistance en compression fera l'affaire. La pression (poids de la coupole/surface d'appui) subie est très réduite. Le socle n'a pour fonction que de mettre le niveau de la sole à une hauteur ergonomique (ergonomique est une expression pédante pour dire : travailler sans attraper de crampes ou un tour de rein).

On peut donc travailler en briques cuites, en moellons, en garluche (grès ferrugineux des Landes) ... Cette maçonnerie peut être montée au mortier de terre crue ou de chaux aérienne. Le montage à la terre crue est déconseillé si le four n'est pas protégé par un abri et dans tous les cas, la base devra être montée à la chaux pour limiter les problèmes dus aux remontées d'humidité ou aux inondations accidentelles.

Matériaux pour la coupole

Pour la coupole qui est la partie vivante du four, il est préférable de réfléchir un peu. On rappelle les termes de l'équation de base qui permet de calculer la quantité de chaleur que peut emmagasiner le four :

$$Q = m \times C \times (T_0 - T_1)$$

avec :

- * m = masse du four,
- * C = capacité massique des matériaux à absorber de la chaleur,
- * T_1 = température de la paroi et T_0 = température de la chapelle.

On rappelle aussi les termes de l'équation de base qui permet de calculer la perte d'énergie par conduction à travers la paroi pendant un temps t :

$$Q = \lambda \times (S / e) \times (T_{\text{int}} - T_{\text{ext}}) \times t$$






avec :

- * λ = coefficient de conductivité thermique
- * S = surface de la coupole
- * e = épaisseur de la paroi
- * T_{int} = température à l'intérieur de la chambre
- * T_{ext} = température à l'extérieur du four
- * t = durée.





Ces deux équations nous disent presque tout. Il faut trouver pour l'enceinte un matériau qui soit :

-  dense pour donner une enceinte lourde (m élevé),
-  un bon accumulateur thermique (C élevé),
-  peu conducteur sur le plan thermique (λ faible),
-  mécaniquement résistant à des températures élevées,
-  résistant aux changements de température (T_1 ne cesse de monter et descendre).

Et qui soit disponible dans un rayon d'une journée à dos de mulet.

Matériaux pour la coupole (1) : la terre crue

Avec un peu de chance, nous n'aurons même pas besoin de grimper sur cet animal à la monte si peu ergonomique (ergonomique, expression pédante pour dire : mal au dos, mal partout, ...). Ce matériau, nous l'avons sous les pieds : la terre. C'est le matériau de construction le plus vulgaire. Vulgaire cela signifie, au sens péjoratif, grossier mais le sens originel est " pour le commun des hommes ". C'est-à-dire pour nous, à moins que nous nous croyons obligés d'appartenir à la petite élite qui aime faire la queue au supermarché du bricolage.

La terre, cette inconnue, objet de tous les mépris. Nous avons encore du respect pour la terre cuite qui a reçu l'épreuve du feu. Mais notre mépris est complet pour la terre crue. Et pourtant, tentons d'imaginer un monde sans terre : comment aurions-nous réalisé les temples de Babylone, la Grande Muraille de Chine (en pisé avec un parement de pierre), ... et nos fours à pain ?

Mépris, méprise, mal prise, mal comprise, mal connue. Une locomotive est passée et les maçons ont perdu la mémoire, perdu le savoir.

La terre est un matériau simple et complexe. Elle est constituée de grains de différentes tailles : graviers, sables, limons. Ces grains sont inertes. Ces grains sont agglomérés par de l'argile. C'est l'argile qui est l'élément complexe de la terre. L'argile est constituée d'éléments extrêmement fins qui sont organisés en feuillets. Ces grains d'argiles ont le pouvoir de retenir de l'eau et de développer des liaisons de cohésion avec les limons, les sables et les graviers.

Il n'y a pas une argile mais des argiles. On classe ses argiles par famille suivant leur comportement par rapport à l'eau. Certaines argiles fixent beaucoup d'eau. Certaines gonflent beaucoup en volume lors d'un apport d'eau et connaissent réciproquement un fort retrait lorsque, durant le séchage, l'eau s'échappe.





Le comportement à l'eau et la cohésion d'une terre seront donc liés d'une part à la proportion d'argile et d'autre part à la nature exacte de cette argile.

L'avantage et la faiblesse de l'argile sont que son pouvoir de cohésion est dépendant de la teneur en eau dans la terre. La cohésion diminue lorsque la teneur en eau augmente. Lorsqu'elle est sèche, une brique de terre crue a une bonne cohésion et une résistance mécanique suffisante. Au fur et à mesure que la teneur en eau s'accroît, la cohésion diminue et la plasticité augmente. On peut alors mouler, pétrir, façonner la terre. À une teneur plus élevée, la cohésion s'estompe et la terre se disperse.

La terre crue a donc beaucoup d'avantages mais un gros défaut : son manque de résistance à l'excès d'eau. L'intelligence constructive qui s'est développée autour de l'utilisation de la terre crue consiste essentiellement à éviter les situations de surexposition à l'humidification.

Dans le cas du four à pain, il n'y a des risques à réaliser la coupole en terre crue que si celle-ci n'est pas protégée des intempéries. Or dans la plupart des cas, les fours sont protégés de la pluie par une petite structure en charpente avec une couverture de tuiles ou même intégrés dans une petite construction fermée. À moins d'une fuite, il n'y a donc pas à craindre de pathologie humide.

Il est seulement impératif d'utiliser des briques de terre crue (des «adobes») bien sèches et un minimum de mortier. En effet, lors de la chauffe du four, si les briques sont encore un peu humides, il y aura du retrait, des tassements et des fissurations plus ou moins importantes.

La réalisation de toute la coupole en terre crue n'est pas dans la tradition des Landes, du moins dans ce que l'on connaît de celle-ci. Mais c'était un mode courant de construction en France à l'époque où Diderot supervisa la rédaction de l'Encyclopédie. Cette technique était encore vivante récemment dans beaucoup de région du monde comme au Québec ou dans le Sud des États-Unis.

D'après les descriptions de l'Encyclopédie, la coupole n'était pas réalisée avec des briques de terre crue mais avec de la terre à torchis (mélange moitié terre/moitié foin) que l'on plaquait sur une sorte de nacelle inversée faite de baguettes de coudrier entrelacées.

Dans les fours des Landes, ainsi que dans d'autres régions, la terre crue intervient surtout comme mortier pour le montage de la coupole et souvent pour le socle. Sa plasticité et son adhérence à l'état humide font de la terre crue un matériau de choix pour le jointoiement des assises. Seul le mortier en terre crue permet de monter la coupole selon la technique dite " sans coffrage " (voir plus loin). La terre crue humide a en effet une adhérence suffisante pour coller une voir deux briques verticalement sur un support vertical. Lors du montage d'une assise de la coupole qui n'est stable que lorsqu'elle est fermée (voir mise en œuvre), cette adhérence donne au maçon le temps de terminer son assise sans avoir à étayer au fur et à mesure.



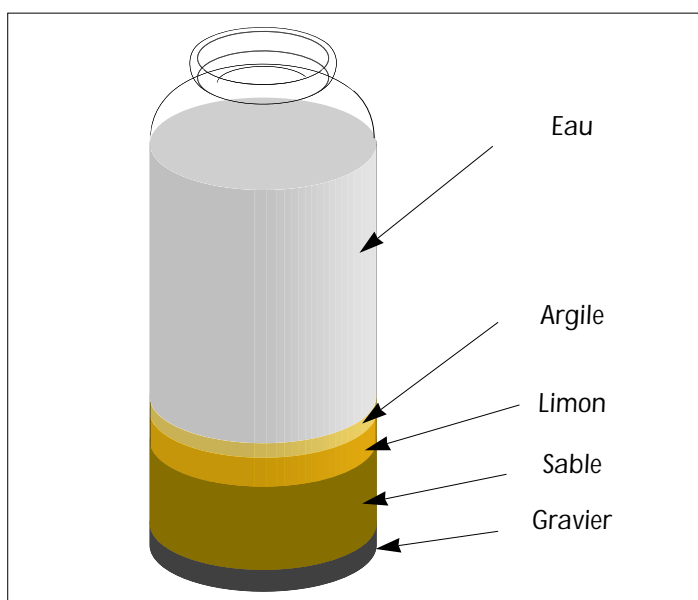


De plus, un mortier de terre aura un meilleur comportement à la chaleur qu'un mortier à base d'un liant hydraulique qui aura tendance à claquer à la chaleur. La coupole va sans cesse se gonfler et se rétracter. Même si ce phénomène n'est pas visible à l'œil nu, il est réel et le joint doit être plus élastique que les briques de la structure.

La sélection d'une terre peut se faire en laboratoire d'abord par analyse de granulométrie et sédimentométrie qui donneront la proportion d'argile dans la terre. Puis, on procède à l'analyse de plasticité qui permettra de jauger la réactivité de la terre à l'eau.

Mais on peut plus simplement se livrer à quelques petits essais de terrain qui permettront de se faire une bonne idée de l'aptitude d'une terre à son utilisation comme mortier.

On évitera une terre graveleuse (avec des graviers). Les graviers gênent lors de la pose et entraînent des joints épais. Par une granulométrie simplifiée, on peut visualiser la présence éventuelle de gros éléments comme les graviers. Pour cela, il faut prendre une bouteille en verre incolore. Pour réaliser le test dans de bonne condition, il faut préalablement vider la bouteille si elle est pleine. S'il s'agit d'une bouteille d'alcool fort, on réalisera le test sur plusieurs jours sinon les résultats risquent d'être confus. On remplit la bouteille mi-eau propre mi-terre avec un peu de sel. Le poivre est inutile. Le sel permet d'accélérer la dispersion des particules. On agite avec vigueur la bouteille, puis on laisse reposer un certain temps. Au bout d'un temps certain, on constate que les particules les plus grosses sont tombées au fond selon la loi de M. Stocke qui passa sa vie à observer la vitesse de sédimentation des dépôts au fond des bouteilles. Donc, on observe au fond les graviers, puis viennent les sables, puis les limons, puis l'argile qui parfois reste en suspension dans l'eau. On évalue donc le rapport d'argile par rapport aux autres éléments. On utilise des terres où la proportion d'argile est de 15 à 20 % en volume.

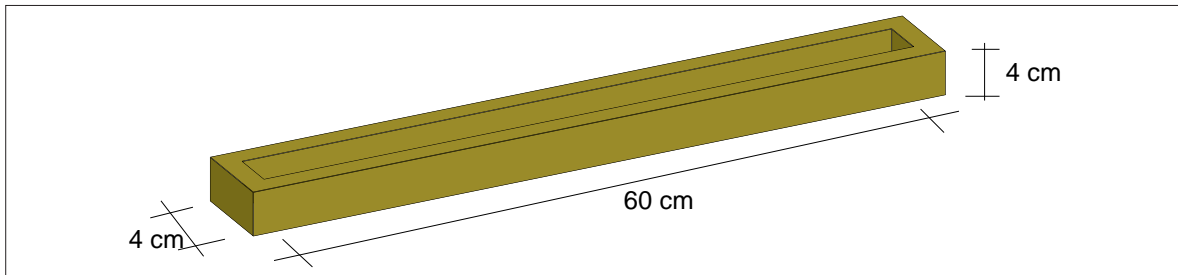


Essai simplifié de sédimentométrie

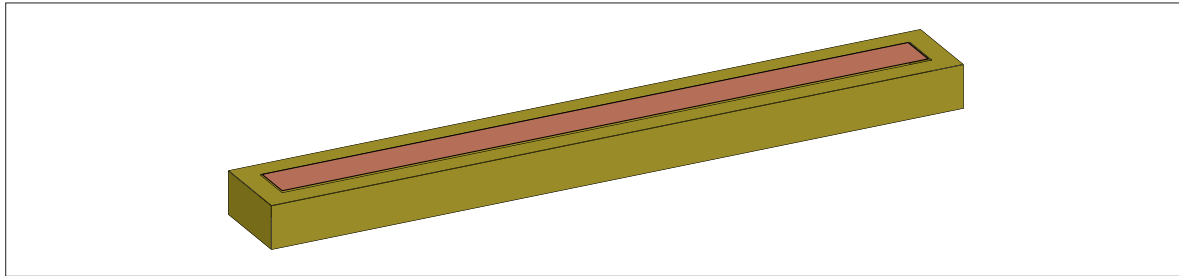




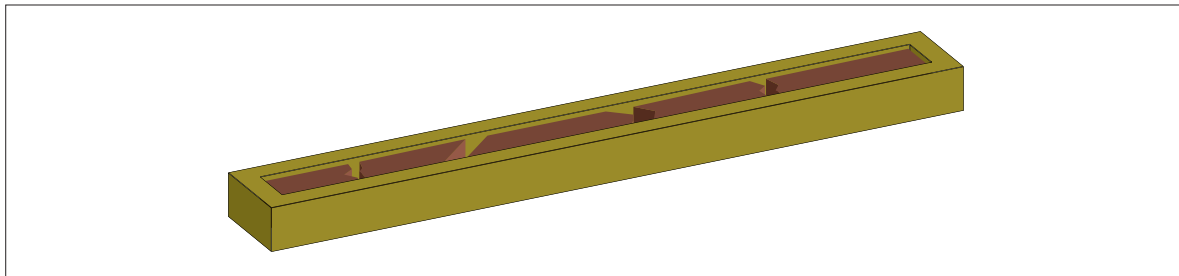
Comme on va en effet mettre en œuvre la terre à l'état plastique avec donc un gros apport d'eau, on s'intéressera surtout à la cohésion et au retrait au séchage. Pour le retrait, on peut pratiquer un test simple, dit test d'Alcock.



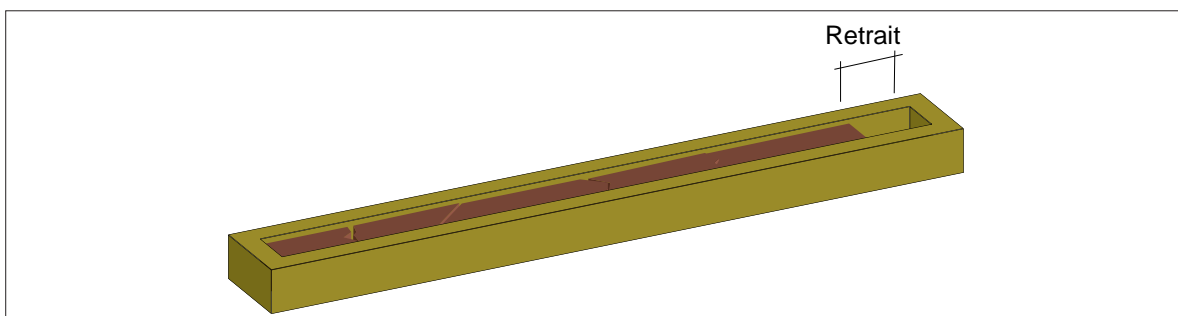
Boite d'essai pour test de retrait d'Alcock



La boîte est d'abord graissée à l'intérieur puis remplie de terre légèrement humide ; puis elle est placée au soleil pendant 3 jours ou à l'ombre pendant 7 jours



La terre se dessèche et se fissure



On tasse la terre sèche d'un côté et on mesure la longueur du retrait





La résistance et la cohésion s'apprécient à partir du comportement de la partie fine de la terre, c'est à dire la partie dont le diamètre des particules est inférieur à 2 mm. On isole cette partie fine par décantation. Pour cela on prépare un mélange terre + eau comme pour l'essai de sédimentation ; on agite fortement et on laisse décanter 30 secondes puis avec un tuyau de caoutchouc, faisant siphon, on prélève l'eau chargée de fine particule en suspension au dessus du sable et des graviers. On laisse décanter le liquide trouble obtenu. Puis on évacue l'eau claire.

Pour évaluer la résistance de la terre, on prépare avec ce «mortier» de petites pastilles (un peu plus grosses que des capsules de bouteilles) que l'on place à sécher au soleil ou au four. On essaie ensuite de casser ces pastilles avec le pouce et l'index.

Pour évaluer la cohésion, on prépare avec de la terre humide un cigare d'un diamètre de 12 mm que l'on façonne de manière à obtenir un cordon de 3 mm de diamètre. On aplatit ce cordon entre le pouce et l'index de manière à obtenir un ruban de 3 à 6 mm de largeur que l'on essaiera d'étirer au maximum. Avec une terre sableuse, sans cohésion, il est impossible de faire un boudin. Si le ruban obtenu à partir du cigare est aussi long qu'un discours de Fidel Castro (20 à 30 cm), la terre est très argileuse.

Il est évident que l'appréciation d'une terre à partir de ces tests demande une petite pratique ; il est judicieux de se faire la main en testant plusieurs terres bien caractéristiques en même temps : une terre très sableuse, une terre argileuse, ...

Une terre qui contient 30 % d'argile est une terre déjà très collante. Très plastique, elle sera trop collante pour être d'une maniabilité acceptable. Elle présentera un fort retrait au séchage. On peut la rectifier en la " dégraissant " par apport de sable. On fait cet apport de manière progressive jusqu'à trouver le bon équilibre entre la cohésion et la maniabilité. L'apport de foin dans des terres argileuses vise aussi à limiter les effets du retrait au séchage.



La terre crue :
un matériau à laisser
entre toutes les mains





Matériaux pour la coupole (2) : la terre cuite

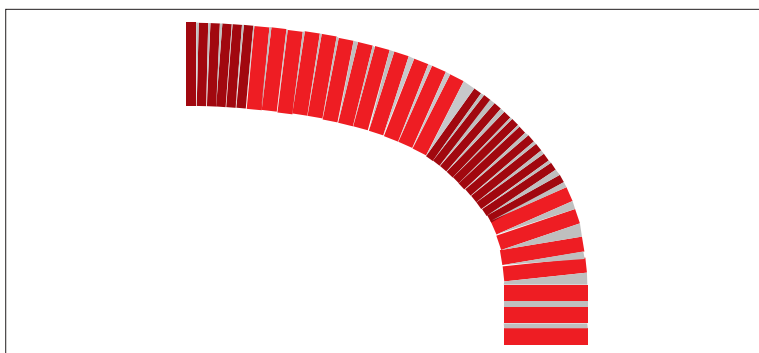
C'est encore l'argile qui est à la base de la terre cuite (la cuisson du sable n'a d'intérêt que d'aboutir à la formation du verre dont on tire des bouteilles dont on tire les bouchons). L'argile est constituée de minéraux hydratés. La cuisson de l'argile va d'abord conduire à l'évacuation de l'eau de constitution (vers 400-500 °C) puis, vers 900-1100°C, à la transformation des minéraux vers des formes non hydratées. L'intérêt de cette transformation est d'être irréversible. Le matériau cuit a perdu toute plasticité, mais il est insensible à la présence d'eau.

Suivant la nature minéralogique de l'argile, la température et le rythme de cuisson, on obtiendra des matériaux plus ou moins durs, plus ou moins résistants au feu, plus ou moins colorés.

Une bonne brique, comme un bon pain, doit être cuite également en tous points. C'est pour cela qu'il n'est pas possible de produire des éléments épais en terre cuite. Au-delà de 5-7 cm d'épaisseur, il devient difficile d'arriver à cuire correctement le cœur de la brique. Les grosses briques modernes sont creuses et sont obtenues avec des extrudeuses, machines qui sont nées avec la révolution industrielle.

Les briqueteries de campagne, qui n'utilisaient que la technique de la brique pleine moulée, en étaient donc restées à des briques minces. Dans la région toulousaine, l'épaisseur descend même jusqu'à 3,5 cm. La longueur (L) s'est fixée depuis longtemps autour de 22-23 cm pour une largeur (l) de 10,5-11 cm pour obtenir $L = 2l + e$, où (e) est l'épaisseur moyenne des joints. C'est en fait un format aussi naturel que la coudée. La taille de la brique s'apparente à l'empan, c'est-à-dire à la largeur de la paume de la main. Une brique cuite traditionnelle se tient bien en main, elle n'est pas trop lourde et un bon maçon peut en passer plusieurs centaines dans la journée sans arrêter de raconter de bonnes histoires.

Les briques fines (tuileaux, 22 x 10,5 x 2) ont aussi un intérêt dès lors qu'il faut réaliser des formes en courbes. Une courbe n'est que l'association de segments droits. Plus ceux-ci sont courts et nombreux, plus la courbe est élégante, et le joint arrière moins épais. On peut donc utiliser les briques épaisses pour les sections droites : le socle, le tableau autour de la porte du four, et réserver les briques fines pour l'arc de la porte et surtout pour la coupole.



Utilisation de briques de différentes épaisseurs en fonction de la partie de la coupole





Les briques anciennes qui étaient moulées ont un avantage sur les briques modernes qui sont extrudées : elles sont rugueuses. L'adhésion du mortier est meilleure. Les briques modernes pleines sont avant tout destinées au parement et donc c'est l'effet visuel qui compte. Il existe toutefois quelques briques modernes avec un effet de rugosité. Sinon, il existe des producteurs de briques à l'ancienne mais il faut alors compter un surcoût et des délais car la plupart d'entre eux ont du mal à suivre la demande.

Faut-il employer des briques réfractaires pour le four ? Il est peu probable que les anciens maçons aient eu à leur disposition des briques réfractaires à moins d'un jour de mulet. Ils devaient trier dans leur stock de brique et réserver les meilleures pour la coupole. La température de la chambre en début de cuisson du pain est de l'ordre de 200 à 270°C. Durant la phase de chauffe, il est probable que la température s'élève beaucoup plus par endroits. Mais pour arriver à déformer les briques, il faudrait dépasser les 1 000 °C, ce qui est peu probable.

L'intérêt d'un matériau réfractaire est de ne pas se déformer à haute température et d'avoir un faible coefficient de dilatation. Dans le cas des fours traditionnels en coupole, il n'est pas très grave que les briques se dilatent un peu. Les joints en terre crue peuvent absorber une partie de cette déformation. Et la coupole peut se gonfler sans que cela risque de provoquer de fissuration.

On trouve dans certains fours traditionnels des briques réfractaires. Il ne peut s'agir que de fours récents (c'est-à-dire début XXe siècle) car les briques réfractaires n'étaient pas disponibles avant cette période dans le commerce local. Il n'est pas sûr que l'emploi des matériaux réfractaires ait été toujours rationnel. À l'introduction de chaque innovation technique, il y a une phase d'engouement où le matériau, nouveau, est supposé plus performant. Ensuite, à l'usage, on revient à un comportement plus rationnel. L'emploi des matériaux réfractaires, briques et mortiers, se justifient dans des fours pour la production de céramique où l'on dépasse fréquemment les 1100 °C, mais leur emploi dans des fours à basse température comme les fours à pain est inutile.

Matériaux pour la coupole (3) : la pierre

La pierre est d'un usage moins fréquent pour la réalisation des coupoles que la terre cuite. Deux raisons à cela : la pierre est plus dure à mettre en oeuvre et rares sont les roches qui ont un bon comportement au feu. Les pierres calcaires, tendres, faciles à tailler, ont une fâcheuse tendance à produire de la chaux lorsqu'elles sont soumises à une feu un peu vigoureux. Les pierres plus dures sont difficiles à tailler et résistent mal aux chocs thermiques.





Il existe toutefois certaines régions où la pierre locale se prête bien à la construction des fours : molasse des préalpes... Mais il faut aussi mobiliser un savoir faire particulier pour assurer la taille des «pendants». Cette taille doit être parfaite dans les trois directions.

Une roche a pourtant un comportement très intéressant sur le plan thermique. Il s'agit de la stéatite (ou pierre ollaire, ou pierre arctique, ou soapstone). Cette pierre dont l'extraction est très développée en Finlande, a une capacité de stockage thermique très élevée ce qui en fait un matériau de choix pour la fabrication de poêles céramiques, de cheminées avec récupération de chaleur, ... Mais son emploi, qui suppose son importation, nous fait sortir de la logique de l'emploi des matériaux locaux.

Matériaux pour la sole

Pour la sole, on pourrait être tenté d'utiliser des matériaux réfractaires car elle est en contact direct avec le feu. Mais elle est aussi soumise à des frottements. Or il faut savoir que les briques réfractaires sont plus fragiles aux chocs, surtout à chaud. En fait, on peut utiliser des carreaux de terre cuite standard, les joints entre les carreaux reprendront les effets de la dilatation.

L'idée d'utiliser une plaque de fonte est à proscrire car elle brûlerait inmanquablement les pains et les plats que l'on poserait dessus.

Pour la sole, la question sera surtout l'épaisseur des carreaux. On remarque que les carreaux anciens étaient épais. On a pu trouver des carreaux jusqu'à 5 cm d'épaisseur. Ce type de carreau est difficile à retrouver dans le commerce. On peut donc placer un double lit de carreaux de moindre épaisseur ou réaliser la sole avec des briques pleines de 5 cm d'épaisseur.

On essaie autant que possible d'utiliser des carreaux assez grands (20 x 20 cm mini) pour obtenir une surface avec un minimum de relief qui puisse gêner le glissement de la pelle, des pains ou des plats.

Une pratique traditionnelle remarquée en Afrique (où la sole est souvent réalisée en terre crue), mais qui est signalée aussi en Italie, consiste à saturer la sole avec du sel. C'est une pratique à rapprocher de la glaçure au sel telle qu'on la pratique en céramique : lors de la cuisson de poteries, on pulvérise du sel sur le tesson (= la poterie en train de cuire) au moment où celle-ci est à la température de cuisson de l'argile. La vapeur de sodium se combine avec la silice qui est à l'état vitreux pour donner un film fin et dur. Cette technique a été développée par les potiers allemands depuis le XVe siècle et sert encore pour la fabrication des célèbres chopes à bière.





Nous n'avons pas encore eu l'occasion d'expérimenter le principe d'une sole en terre crue préparée avec un mortier saturé au sel, mais il est probable qu'au bout de quelques cuissons, on obtienne une sole d'une qualité au moins aussi qu'une sole de terre cuite.

Une autre pratique traditionnelle en Afrique est de réaliser une couche de verre pilée sous la sole. Il est probable que cette couche améliore le comportement thermique de la sole en améliorant la capacité de réflexion et d'isolation.

Matériaux pour l'enduit

L'enduit doit être adhérent, étanche et souple et surtout élastique pour suivre les mouvements de dilatation/retrait de la coupole. L'étanchéité est facile à obtenir : épaisseur de la couche, liant adéquat, ... L'élasticité est beaucoup plus difficile à obtenir.

L'élasticité est en général inverse de la résistance mécanique. Les enduits à base de liants hydrauliques (chaux hydraulique, ciment) ne conviennent absolument pas. Dès les premières chauffes, ils claqueront et se décolleront de la coupole.

Pour la première couche d'enrobage, on ne peut utiliser qu'un mortier de terre crue avec peu d'argile. Ce mortier peut être préparé comme un mortier à torchis, c'est-à-dire avec addition de foin ou de paille coupée (ana de lin par exemple). L'apport de fibres permet de mieux répartir les tensions lors du séchage et de limiter les fissures.

Une fois la couche d'enrobage parfaitement sèche (après plusieurs cuissons), on peut procéder à un enduit de finition à la chaux aérienne faiblement dosé (1 vol de chaux pour 3-3,5 vol de sable à granulométrie répartie et pas trop fine).

Il y a souvent confusion entre les différents type de chaux. Il faut distinguer les chaux hydrauliques (ciment, chaux artificielle, chaux blanche, chaux hydraulique naturelle, ...) et la chaux aérienne (CAEPB : chaux aérienne éteinte pour le bâtiment = chaux grasse = chaux calcique).

Les premières sont produites à partir de calcaire et de divers composants (argile, ...), cuites à 1100 °C. Elles font leur prise à l'eau et le phénomène de la prise démarre rapidement (30 mn pour le ciment, 2 heures pour une chaux hydraulique naturelle). Le maximum de résistance mécanique est obtenu rapidement (28 jours pour le ciment, 2-6 mois pour la chaux hydraulique). La résistance mécanique est élevée, l'élasticité et la perméabilité à la vapeur d'eau faible.

La chaux aérienne est produite par calcination d'un calcaire pur à 900°C. La prise se fait avec le gaz carbonique de l'air. La réaction de prise est donc très lente. Le maximum de résistance n'est atteint au plus tôt qu'au bout de 6 mois, la résistance





mécanique est faible. Par contre l'élasticité et la perméabilité sont élevées. Ces dernières caractéristiques en font un matériau durable, capable de suivre les dilatations du support dues des variations hygrométriques ou thermiques.

On peut rajouter des fibres à ce mortier de chaux. Les meilleurs résultats sont obtenus avec des fibres animales : crins de cheval, ... Mais encore faut-il en disposer et avoir la patience de faire le mélange. On utilise plus couramment de l'ana de lin, c'est-à-dire de la paille de lin hachée. L'ana de lin est utilisé comme litière pour les chevaux et on peut donc s'en procurer des balles dans les clubs hippiques. La proportion d'ana de lin est d'environ 1 à 1,5 volume d'ana pour 1 volume de chaux.

Matériaux pour la porte

Les portes traditionnelles étaient en fonte. La porte et son encadrement étaient fondus dans le même temps. L'encadrement de la porte servait de coffrage à l'arc de la porte. Dans un sens, on peut dire que l'on construisait le four autour de la porte. Certains fondeurs ont encore des moules et procèdent à la demande à la coulée d'une porte. Il faut alors adapter la dimension de l'ouverture à celle proposée par le fondeur.

La fonte d'une porte reste une solution onéreuse. On peut tailler une porte dans une tôle épaisse (minimum 6 mm). La découpe de l'arrondi ne peut guère se faire qu'au chalumeau. Il faut donc passer par un serrurier.

On peut se contenter au pire d'une simple plaque de bois, protégée d'une feuille de métal. C'est souvent le dispositif que l'on peut retrouver sur les vieux quartiers landais.

Matériaux pour l'abri/le fournil

Il s'agit d'une structure en bois de dessin classique. On peut travailler en pin ou en chêne, si on en dispose. La conception du fournil est très représentative de l'approche traditionnelle de la charpente :

- * à défaut de maîtriser le calcul en résistance des matériaux, la tendance est à surdimensionner la section des bois et à multiplier les triangles qui vont assurer la rigidité de la structure.
- * autant que possible on utilise le vieux pour faire du neuf en récupérant de vieilles poutres ou d'anciens poteaux avant de tailler de nouvelles pièces.
- * on essaie de valoriser tout ce qui est abattu, y compris les pièces à fil courbe qui trouveront leur place en sablière basse ou en lien.



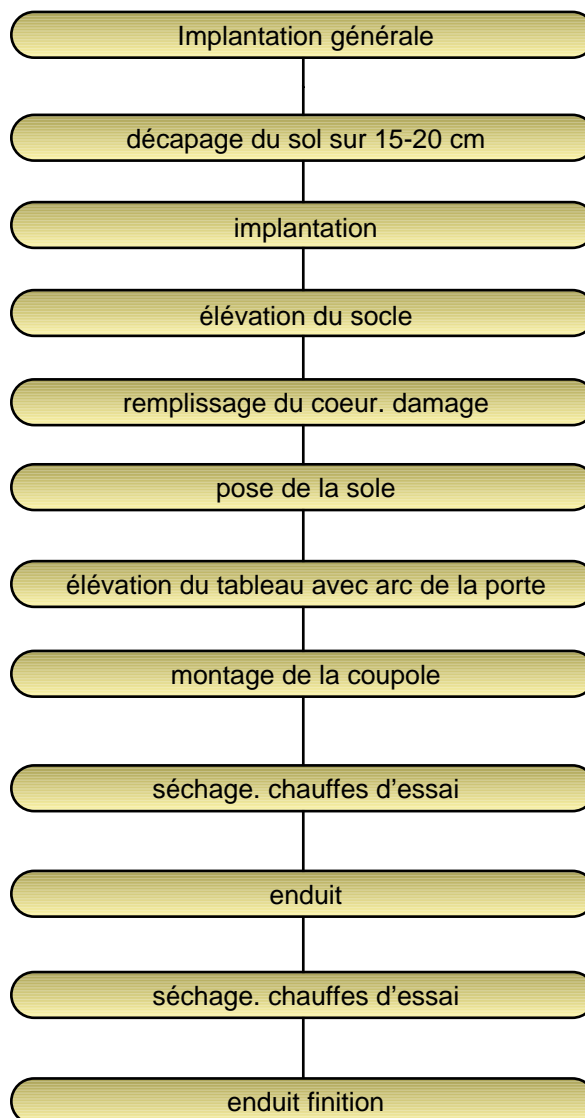


Le remplissage de la structure peut se faire en torchis, en béton de chaux aérienne/déchets de briques ou éclats de garluche, ou en maçonnerie de briques. On peut aussi se contenter d'un bardage à clins.



✚✚✚ Mise en œuvre ✚✚✚

Les étapes du chantier





La durée

Le chantier se mène à deux ou trois : un maçon et un ou deux aides.

De l'implantation à la finition de la sole, il faut compter 5 jours. Pour le tableau et la coupole, 5 jours. L'enduit du socle et du tableau prend une journée. L'enduit de la coupole, une demi-journée. Mais il faut compter les temps de séchage et d'essai. Plus ils seront longs mieux cela vaudra. En travail effectif, il faut donc compter de l'ordre de 2 semaines (2 x 5 jours). En temps réel, avec les période de séchage, il faut compter 1 à 2 mois.

La réalisation de la charpente peut venir avant ou après. Si une cheminée est prévue, la charpente vient forcément après. La préparation en atelier prendra 2 à 3 jours. La pose peut se faire en 2 jours avec une équipe expérimentée et dotée d'équipement de levage.

Le matériel

Il s'agit d'un matériel classique de maçonnerie :

- . seaux, auge, tuyau d'arrosage/pulvérisateur
- . taloche, tamis
- . pelle, bêche, pioche, dame
- . truelles : italienne ronde, langue-de-chat, fer à joint plat et demi-lune
- . massette, ciseaux et broches de maçon, maillet caoutchouc
- . fil à plomb, équerre de maçon, mètre, traceur à cordeau, une boussole
- . niveau 60 cm, règle à niveau 1,50 ou 2 m
- . piquets, ficelle
- . petite bétonnière
- . meuleuse tronçonneuse avec disque diamant
- . équipement de sécurité : lunettes pour meuleuse, chaussures de sécurité, gants, masques à poussière
- . un couteau (pour le pain)
- . un tire-bouchon (pour le fromage).

Spécifiquement, il faudra préparer :

- . un gabarit pour l'arc de la porte
- . un gabarit tournant pour la coupole
- . un bidon d'huile de coude.





Les matériaux

Un four à pain et un éléphant ont en commun une chose : le poids. La maçonnerie d'un four à pain traditionnel des Landes pèse dans les 6 tonnes.

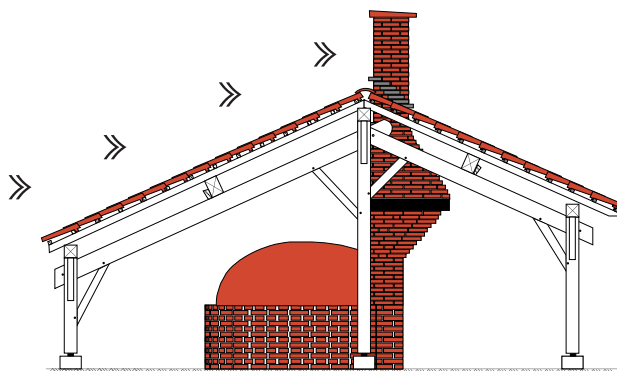
Pour un four de 3 coudées de diamètre (1,50 m de diamètre intérieur), il faut compter :

	u	qté
briques cuites 22x10,5x5 pleine standard (900 pour le socle / 800 pour la coupole)	p	1700
sable de construction	m3	3
chaux CAEB Baltahazard par 25 kg	sac	7
carrreaux terre cuite rustique (ou 100 briques 22 x10,5x5)	m2	2,048
porte en tôle 8 mm	p	1
terre crue pour mortier	m3	2
gravats	m3	1,5

Pour un four plus grand, il faudra bien sûr interpréter (pour un four de 2 m de diamètre, il faut compter 2 600 briques).

Implantation

Nous l'avons dit, les fours ne marchent pas, ne flottent pas mais se contentent d'être. D'être certes, mais d'être là et pas ailleurs. L'implantation et l'orientation du four ne doivent rien au hasard. Il est donc, dans ce contexte, important que la bouche du four soit à l'Est. Une orientation à l'Ouest risquerait de rendre difficile le tirage. Et, dans d'autres contextes, il faut veiller à éviter d'implanter le four à contrevent. De même, on évite les terrains qui sont susceptibles d'être inondés.





Le décapage se fait à la bêche. Il faut aller jusqu'à un niveau de sol homogène. Dans les Landes, la couche superficielle est très faible et il suffit de dégager la terre sur une quinzaine de centimètres. L'implantation définitive se fait à partir d'un piquet que l'on enfonce solidement au centre de la couronne du socle. Avec une ficelle, on trace la limite extérieure et intérieure du socle. Il faut ensuite tracer les limites du tableau avant. Pour cela, on trace d'abord l'axe est-ouest puis on tire les perpendiculaires tangentes à l'intersection de l'axe et du cercle extérieur. On peut confirmer l'implantation en faisant une pose à sec d'une assise de brique.

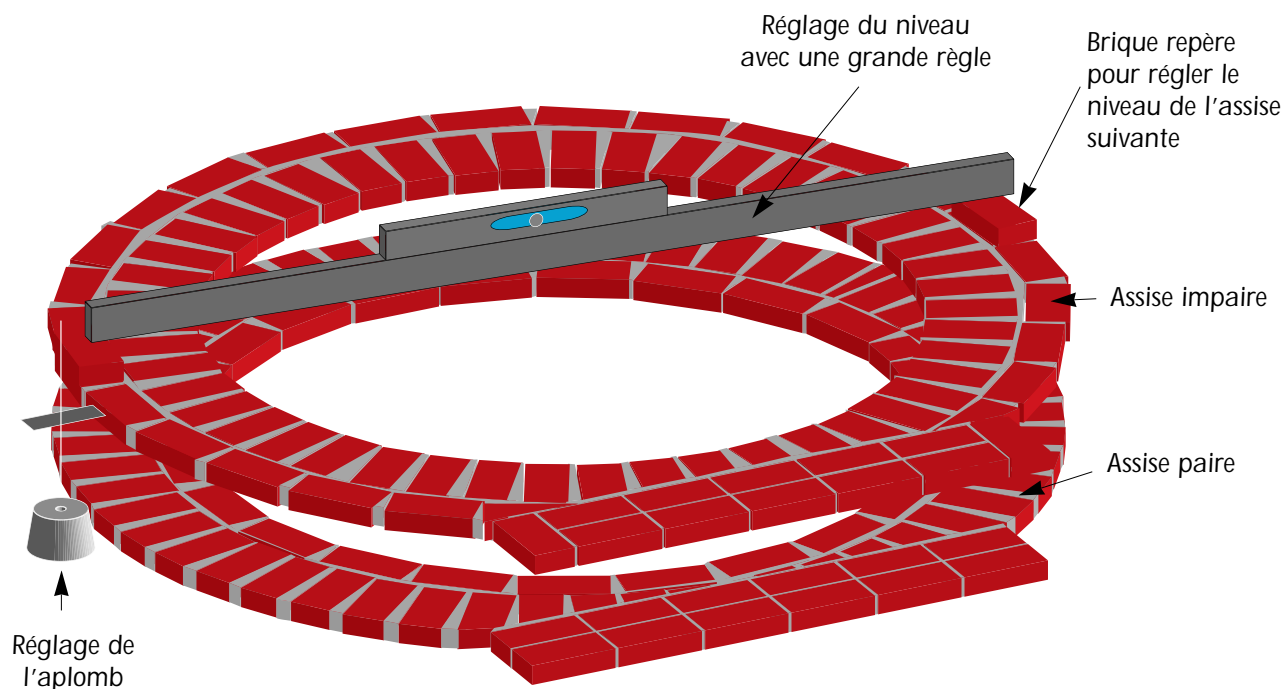
Montage du socle

L'élévation du socle peut commencer. Le mortier de chaux aérienne (1 vol. de chaux pour 3 vol. de sable) peut être préparé au fur et à mesure, mais il peut aussi être préparé à l'avance. Tant que le mortier est conservé à l'humidité et à l'abri de l'air, il reste utilisable. Avant la pose, les briques, qui sont poreuses, doivent être plongées dans l'eau, surtout par temps chaud, pour éviter de dessécher brutalement le mortier. Il est conseillé d'utiliser des gants lors de la manipulation du mortier de chaux surtout en cas de petites écorchures sur les mains. De même, lors de la préparation du mélange, il est déconseillé de respirer la poussière qui se dégage des sacs ou de la bétonnière.

Le réglage vertical de la maçonnerie ne peut se faire qu'avec un plomb. Le réglage horizontal se fait avec une grande règle. Au départ de chaque assise, on monte d'abord 4 ou 6 briques de repère à espace régulier. Ces briques serviront d'appui pour la règle. On attaque ensuite l'assise en vérifiant le niveau à chaque fois.

L'appareillage est du type une brique et demi ; à chaque assise, on inverse l'appareil. Il est souhaitable de terminer la dernière assise avec un appareil où la rangée externe est en boutisse. De cette manière, elle sera bloquée à demi par la coupole, alors qu'une rangée en panneresse serait complètement à découvert. Si le nombre d'assise est impair, il faut que le premier appareil soit à boutisse extérieure ; si le nombre est pair, le premier appareil est à boutisse intérieure.





Montage du socle

Pose de la sole

Une fois le socle terminé, on remplit le cœur de la couronne de gravats ou de sable. Il faut damer au fur et à mesure. Dans les cas d'un remplissage au sable ou à la terre, il faut humidifier le matériau pour obtenir un meilleur résultat au damage. On maintient durant le remplissage un piquet central bien vertical. Cela permettra de placer ensuite l'axe du gabarit tournant de la coupole (technique de montage sans coffrage).

La pose de la sole se fait sur du sable humide damé. On taille au fur et à mesure les carreaux à la meuleuse pour respecter l'arrondi. Le niveau se vérifie à la grande règle en appui sur le socle. On peut donner une légère pente à la sole. On veille à éviter tout porte à faux en tapant les carreaux au maillet de caoutchouc. On sable la sole pour remplir les joints, ou bien on remplit ces joints au mortier de terre crue.





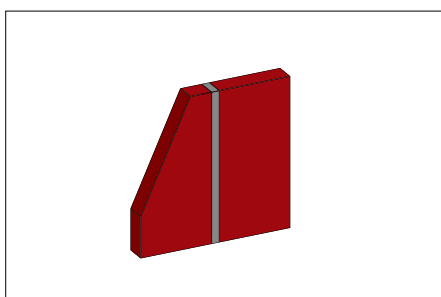
Montage de la bouche (arc et tableau)

Le tableau qui entoure l'arc consiste en une maçonnerie droite dont l'élévation ne pose pas de problème particulier.

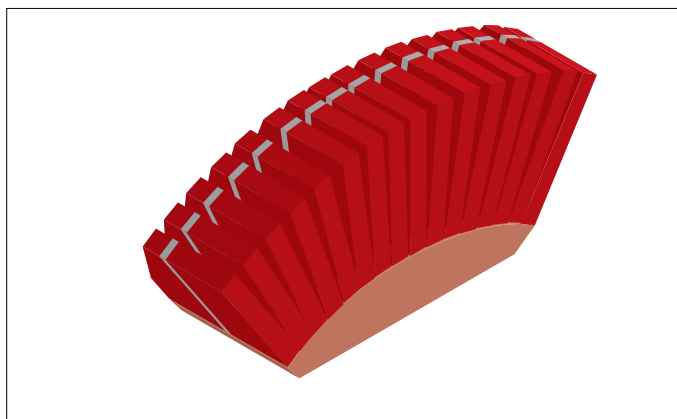
Pour l'arc de la bouche, on utilise un coffrage. On pose celui-ci sur un jeu de 4 double cales. Ces cales permettront de régler l'aplomb et le niveau du coffrage et permettront ensuite de descendre celui-ci sans forcer sur la maçonnerie.

Durant le montage, on insère des petites pierres ou déchets de briques dans les joints. Une fois l'arc terminé, on frappe ces petits coins pour bloquer la maçonnerie. Le coffrage est dégagé dès la fin de l'arc. Il s'agit d'un arc surbaissé qui se mettra en pression naturellement.

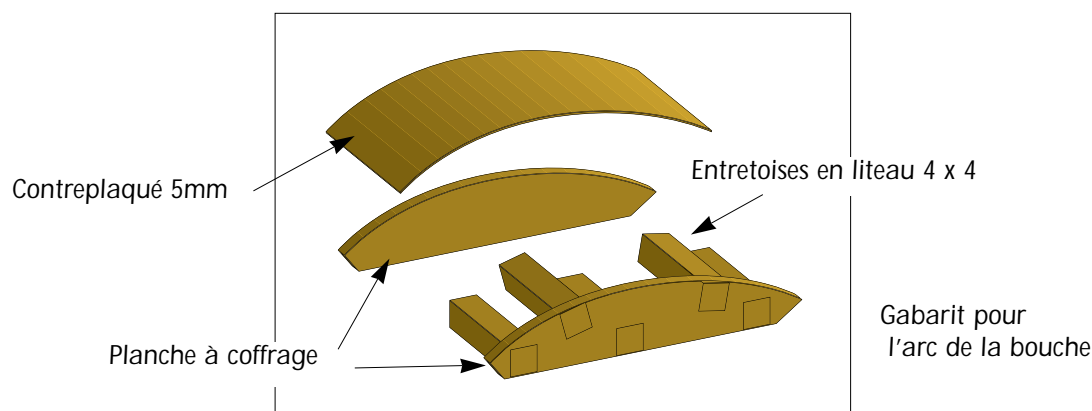
La coupole va s'appuyer sur l'arrière du tableau. Il faut veiller à une bonne liaison entre ces deux éléments pour éviter les fuites et donc les pertes de chaleur. C'est pourquoi on préfère souvent monter le tableau en même temps que la coupole pour lier ces deux éléments à chaque assise. De plus, au-dessus de la bouche du four, on taille en biais l'arrière de l'arc pour assurer un appui incliné aux briques de la coupole. Faute de cet appui, les briques seraient à la verticale et glisseraient facilement.



La brique arrière de l'arc est taillée de biais pour permettre l'appui des briques de la coupole



Vue 3/4 dessus de l'arc de la bouche



Gabarit pour l'arc de la bouche



Pose du coffrage et début de l'arc
pose symétrique des deux côtés



Finition des joints



Calage de l'arc



Décoffrage par dégagement des
cales d'appui du gabarit







Mise en charge





Montage de la coupole

Il y a le choix entre 4 approches :

-  sur structure réticulée
-  sur forme
-  avec coffrage
-  sans coffrage.

Montage sur structure réticulée

Réticulée signifie en réseau (en petit filet). Internet partage donc avec les très anciens fours à pain une structure réticulaire. La technique de montage sur ossature en baguette est en effet très ancienne et on ne trouve plus guère d'exemple de fours construits selon cette technique. C'est pourtant un système constructif très commun que l'on retrouve dans l'habitat de nos amis Pygmées, Shonghaïs, Zoulous, Peuls, Sambar, Ouadaïs, Touaregs et aussi dans les oeuvres (?) de nos illustres (?) bétonneurs lorsqu'ils se lancent dans les voiles de béton sur armature.

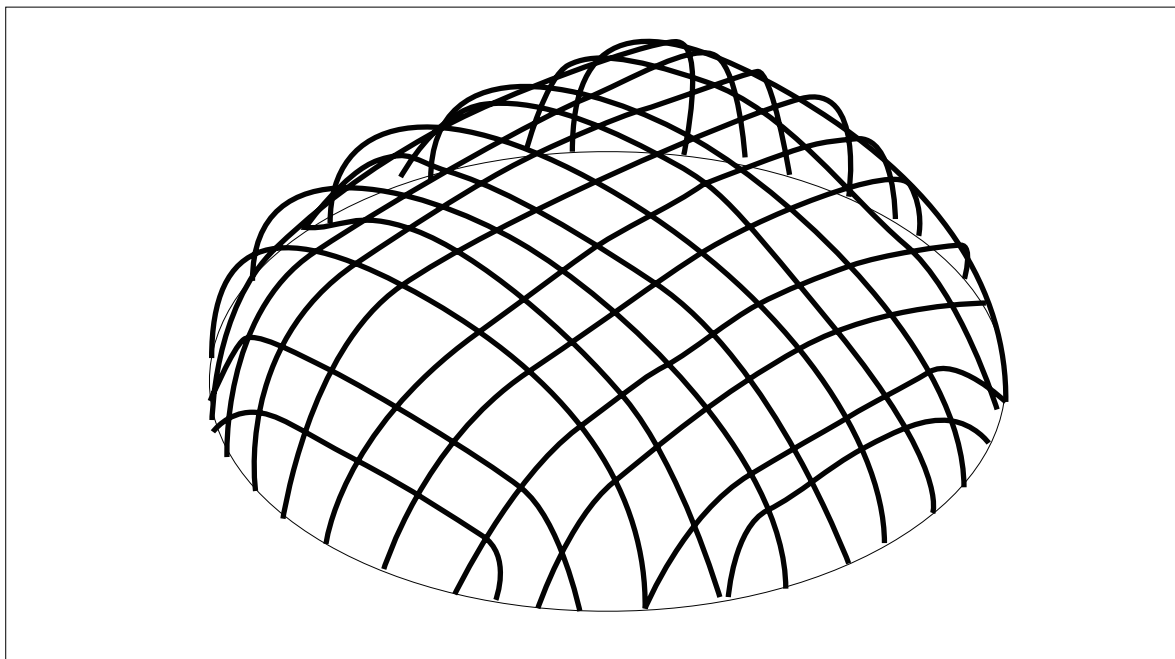
Cette technique est pourtant simple, très économique et semble donner de très bons résultats en terme de qualité de four. Cela a d'ailleurs incité quelques uns de nos cousins du Canada à remettre cette technique à l'honneur.

On trouve la description de cette technique dans l'encyclopédie de Diderot : *«...Pour la voûte ou chapelle du four, on peut la commencer avec des branches de coudrier, attachées ensemble en forme de mailles carrées avec de la ficelle. Les brins perpendiculaires sont fichés dans le mortier de l'aire du carreau. Cette cage est très solide. On enduit intérieurement avec parties égales de mortier et de foin, dont on fait des pièces longues comme le bras, en forme de raves, et qui bouchent les mailles, en rabattant les bouts par dedans les angles des deux mailles voisines, et bourrant bien le trou de la maille ; on couvre le dehors de cette voûte comme on le juge à propos....»*

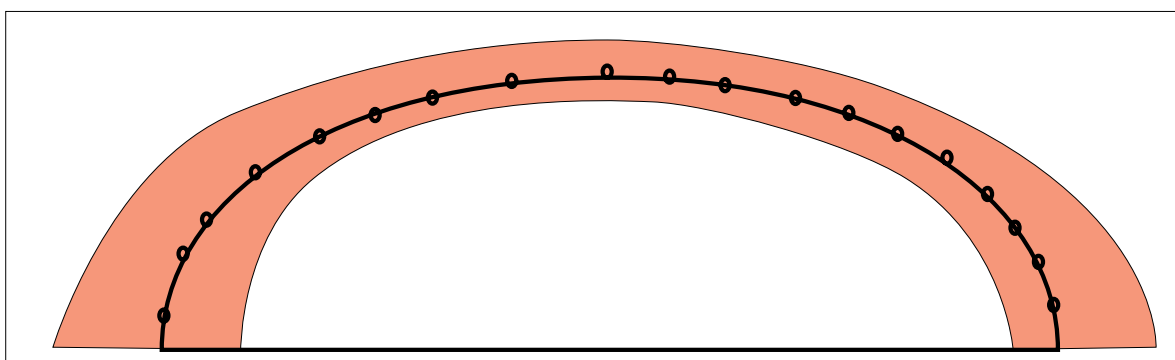
C'est donc une technique proche de celle du torchis tressé où l'on tisse des «torches» de paille enduites de mortier de terre dans une ossature en bois. La présence de foin est nécessaire pour limiter les fissurations au séchage. Une fois enduite la cage sert de coffrage perdu. Une fois sèche, la croûte de terre au dessus de la nacelle constituera une coupole autoportante. Cette structure sera stable surtout si : *«...lorsqu'on a eu soin de donner beaucoup d'épaisseur aux reins de la voûte et réparé exactement les crevasses...»* Peu importe alors que le bois de la nacelle, la ficelle ou le foin se consume lors de la chauffe.

Bien sûr, ce type de four est très sensible à l'eau et il doit être parfaitement abrité de la pluie.





Cage en baguettes de coudrier formant l'ossature de la coupole



Coupe d'une coupole sur ossature de terre crue.
L'épaisseur est renforcée au niveau des reins. Les fissures de séchage sont soigneusement colmatées

Montage sur forme ou sur coffrage

On monte les premières assises peu inclinées sans gabarit. Puis on réalise une forme en brique, en terre et en sable à la dimension exacte de la chambre du four. On monte ensuite la coupole. Une fois celle-ci terminée, on évacue la forme par la bouche du four.

Dans cas d'un montage avec coffrage, on monte les premières assises peu inclinées sans gabarit. Puis, on installe un coffrage en bois en appui sur un ou plusieurs piquets. Ce coffrage sera en plusieurs morceaux pour qu'on puisse le sortir par la porte, une fois la coupole achevée.





Les solutions sur forme et avec coffrage semblent plus simples. En fait, il n'est pas si facile de réaliser une forme régulière, à moins de réaliser la partie arrière avec un gabarit tournant en creux et une série de profils (voir préparation des profils plus loin) pour la partie avant. Durant le montage, la forme peut se tasser légèrement. De même, la réalisation d'un coffrage tridimensionnel n'est pas aisée et on a tendance à simplifier le dessin.

De plus, le danger d'une forme ou d'un coffrage est qu'une pose incorrecte ne se révèle qu'après le décoffrage : chaque assise forme une couronne qui est auto-bloquante ; chaque brique est tenue par ses voisines puis elle se trouve aussi bloquée par les briques des assises supérieure et inférieure ; si une brique n'a pas été correctement serrée à la pose ou si on a utilisé trop de mortier et que celui-ci fait un retrait au séchage, la continuité de la couronne est rompue et la brique peut glisser. De même, si le dessin de la forme ou du coffrage a été bâclé, c'est l'ensemble qui peut s'écraser. On raconte toujours l'histoire du maçon qui dit à son aide : *" tiens bien le piquet(du coffrage), le temps que j'aie me faire payer "*.

Ces deux techniques et surtout la première étaient les plus utilisées dans les Landes. On comprend d'ailleurs la forme en anse de panier avec les premières assises, réalisées sans gabarit, quasi verticale puis une voûte très aplatie. Le profil final s'approche même souvent plus du trapèze que de l'anse de panier.

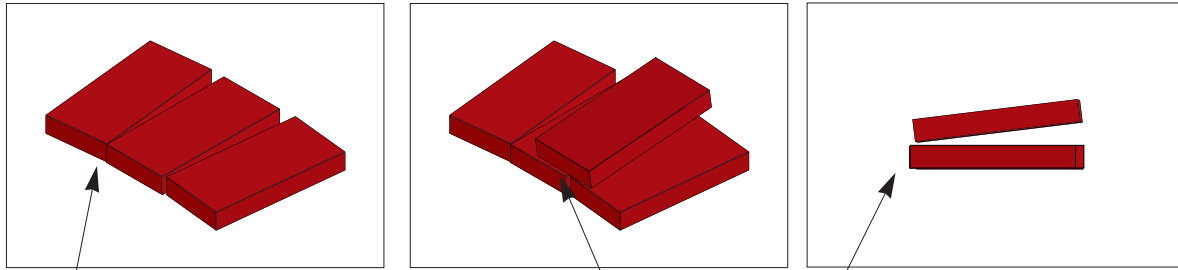
Montage sans coffrage

Dans le dernier cas, on ne s'aide que d'un gabarit tournant qui donnera la courbure à respecter.

La technique sans coffrage est plus rapide à mettre en place : ni forme, ni coffrage. Ensuite, elle présente l'avantage d'éviter les déceptions au décoffrage. Sans coffrage, une brique mal posée descend immédiatement. Le point délicat est donc de poser les briques et de les faire tenir jusqu'à la fermeture de la couronne qui assurera le blocage latéral de la brique. Pour cela, on travaille avec un mortier de terre crue un peu argileux. Avec ce type de mortier, on peut plaquer une brique verticalement, voire 2 briques. La pose demande d'acquiescer un certain tour de main : bien doser l'épaisseur du mortier nécessaire, bien plaquer la brique avec un petit va-et-vient. Il est préférable de travailler avec des briques fines, qui sont moins lourdes.

Si les qualités adhésives du mortier sont importantes dans la phase du montage de la coupole, il faut rappeler que dans une maçonnerie, le mortier a pour but essentiel de remplir les trous et non de coller les éléments entre eux. Une bonne maçonnerie tient par sa géométrie et non pas la colle employée. L'apparition des liants hydrauliques a fait perdre de vue ce rôle fondamental du mortier. Et cela reste valable aussi bien dans une coupole que dans une maçonnerie droite.





Sur une même assise
les arrêtes des briques sont
toutes jointives

Entre deux assises
les arrêtes des briques sont
toutes jointives



La coupole est une succession de couronnes tronconiques.
Chaque couronne doit être soigneusement bloquée.

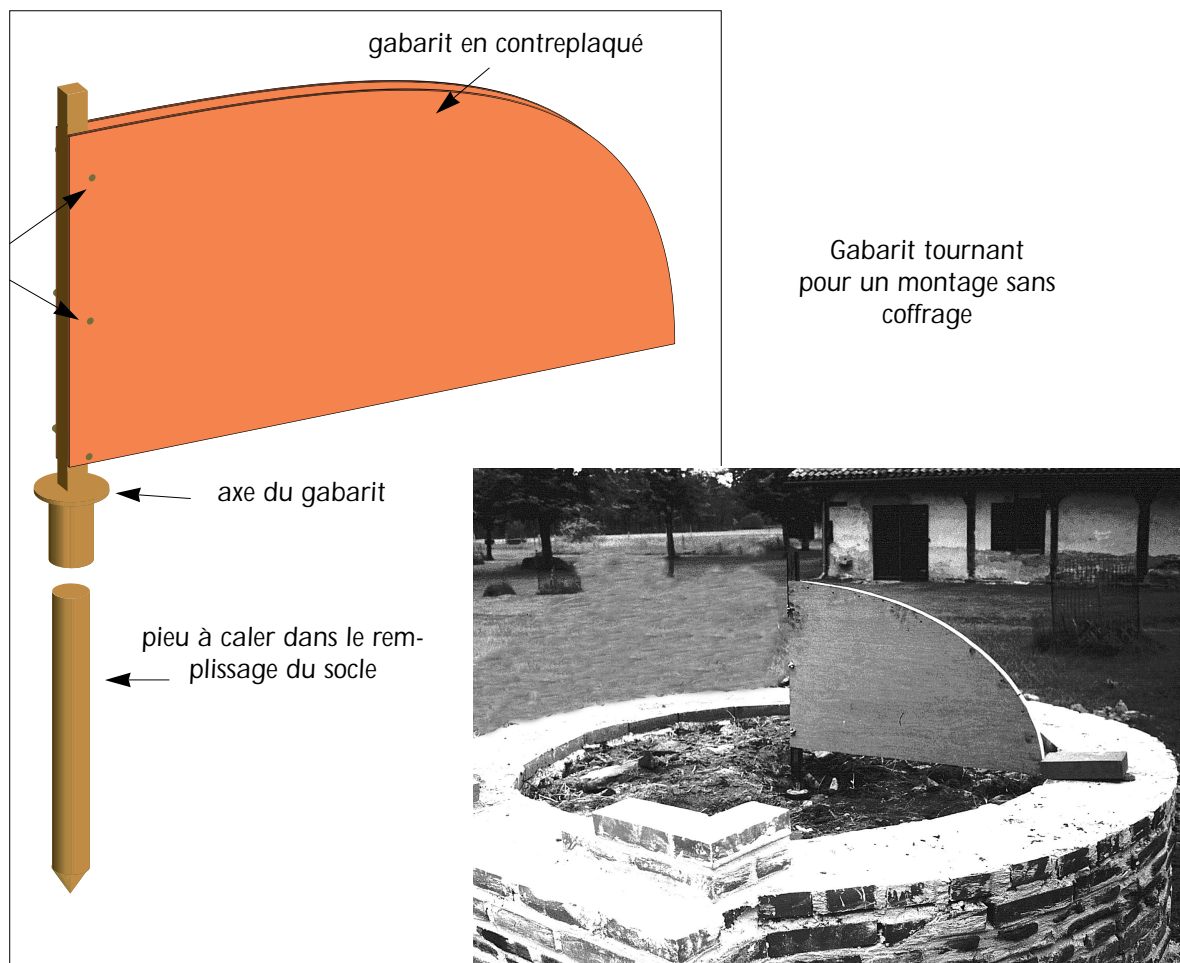




Dans le four, le mortier va surtout assurer l'étanchéité entre les briques et donc limiter les pertes de chaleur. Il va aussi permettre une transmission régulière des efforts. Il faut donc veiller à bien remplir les espaces entre les briques et entre les assises mais aussi éviter les surépaisseurs qui fausseraient les contacts d'appui et de blocage des briques entre elles. Lorsque l'on regarde la coupole de l'intérieur, les briques doivent toutes être jointives au niveau des arêtes et l'on ne doit pas voir de joint de mortier.

Plus on monte la coupole, plus il faut tailler les briques en largeur pour éviter les porte-à-faux avec l'assise précédente. Contrairement à l'intuition qui porterait à tailler la brique en pointe comme dans le cas d'un clé de voûte, il faut plutôt les réduire en largeur. Pour encore améliorer le blocage de chaque assise, on peut tailler en biseau certaines briques. La taille à la main est rapide mais demande une certaine pratique. La taille à la meuleuse permet une taille précise.

Le gabarit tournant permet de respecter une courbure régulière. Mais la coupole n'est pas circulaire et a plutôt la forme d'une goutte d'eau. Dans la zone de liaison avec la porte, on travaille à l'œil. Il ne faut pas hésiter à descendre pour voir la coupole par-dessous via la porte.





Montage sans coffrage à l'aide d'un coffrage tournant.



Montage sans coffrage à l'aide d'un coffrage tournant. Dernières assises.
Chaque brique est bien plaquée sur la couronne précédente et collée à la brique voisine.
La couronne ne sera bloquée qu'avec la dernière brique.





Utilisation du débord
entre le socle et la coupole
comme appui



Dernières briques.
Chaque brique est soigneuse-
ment plaquée. Peu de mortier.

Démontage du coffrage tournant.
La bouche a été calculée au tour de
taille du maçon.



Sortie du coffrage.
La hauteur du coffrage est
égale à la diagonale de la
bouche du four.
Cela sort sans problème.





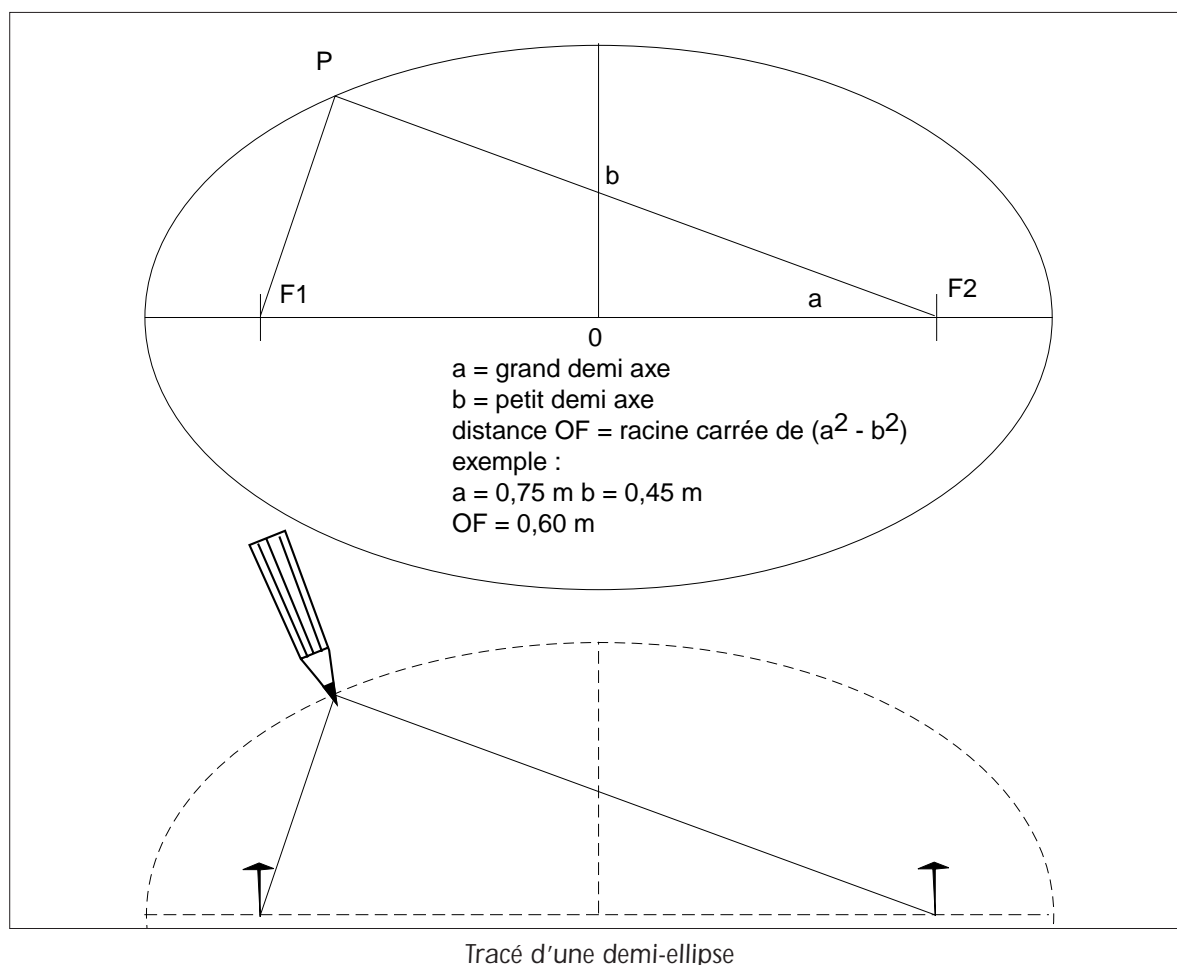
Le gabarit doit être démontable et d'une taille appropriée pour pouvoir sortir par la porte en fin de travail !

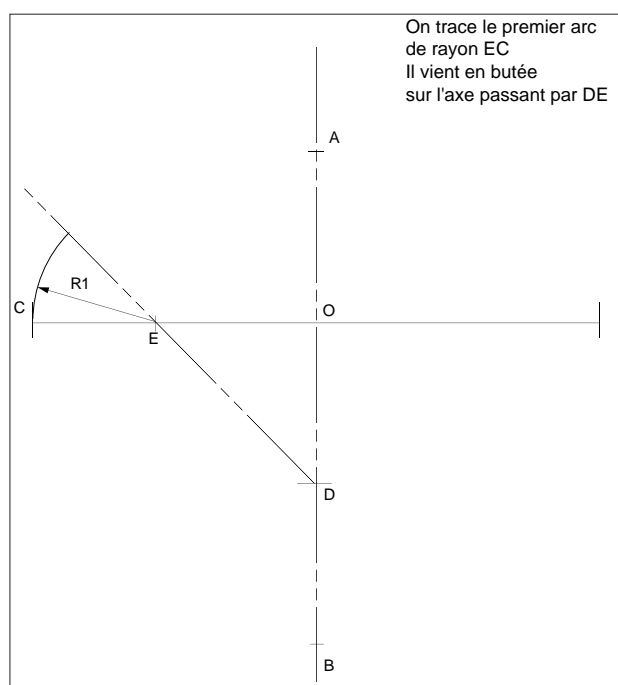
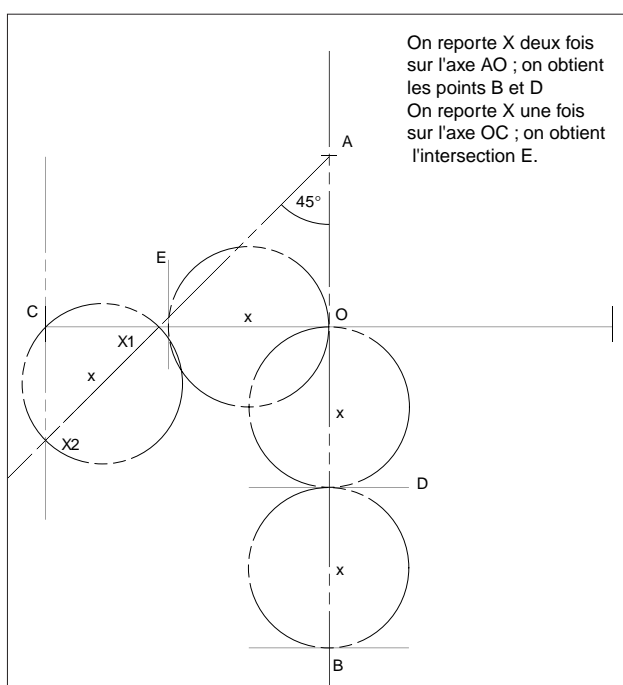
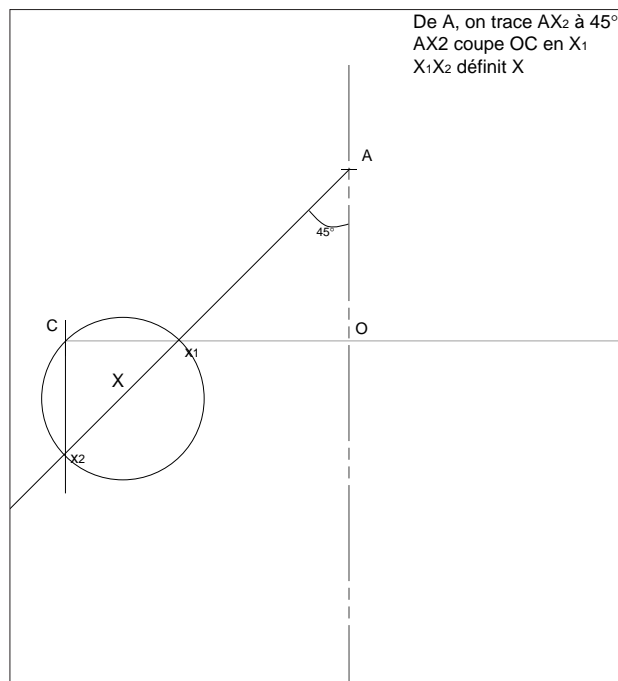
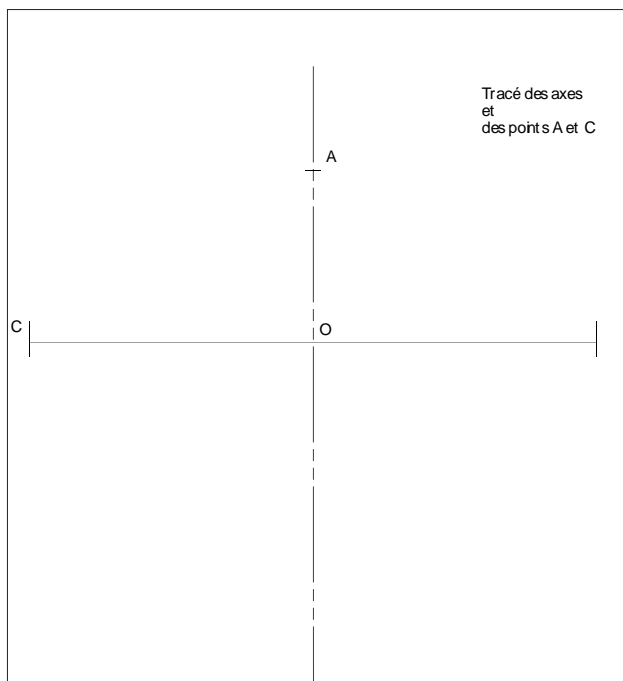
Pour les premières assises, on peut travailler de l'intérieur. Mais rapidement, on ne peut plus travailler que de l'extérieur. C'est à ce moment que l'on comprend l'intérêt du débord de la couronne sur socle par rapport à la coupole. On peut y prendre appui pour travailler. Cela évite d'avoir à mettre en place un système d'échafaudage.

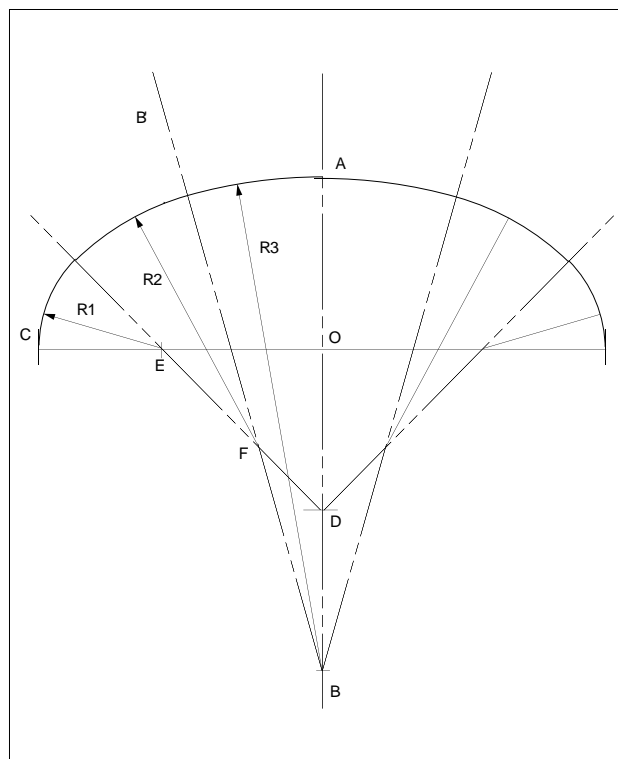
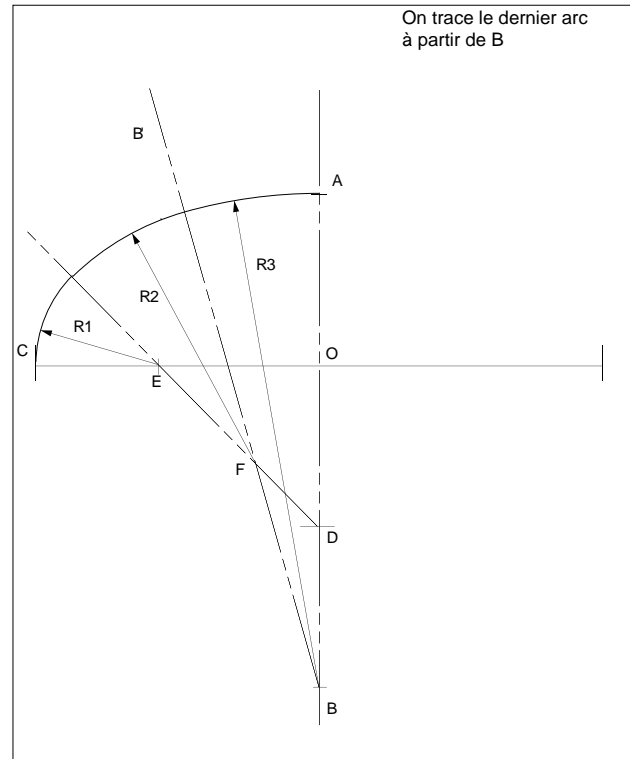
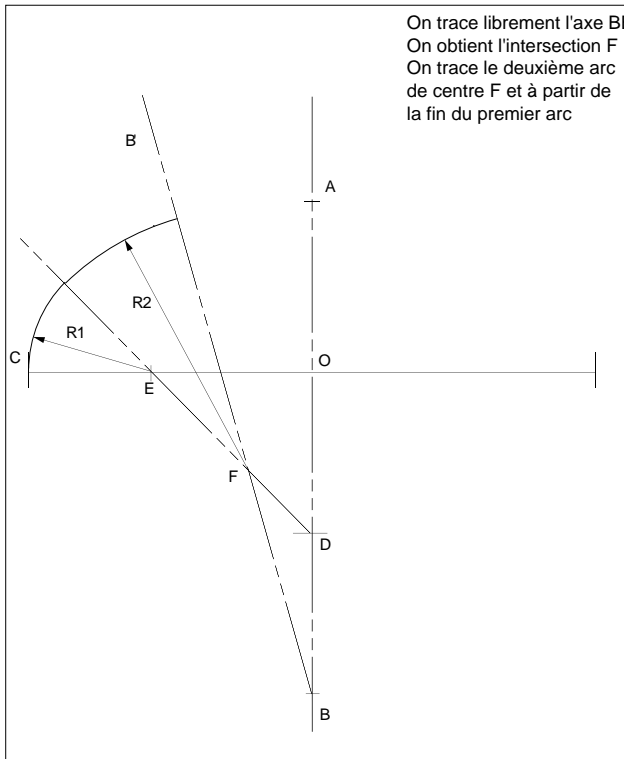
Détermination du profil de la coupole par tracé

Quelque soit la méthode retenue pour le montage de la coupole, la question délicate est le choix du profil. À partir du profil, on préparera des contreformes pour un montage sur forme, un coffrage fixe ou un gabarit tournant.

Le profil est contenu entre la demi-ellipse pure et l'arc en «anse de panier». La première est assez simple à tracer. Le second demande un peu plus d'attention car il s'agit en fait d'un tracé en 5 arcs.









Détermination du profil de la coupole par relevé

On peut aussi reprendre de profil d'un four ancien. Pour cela, il faut d'abord faire le relevé.

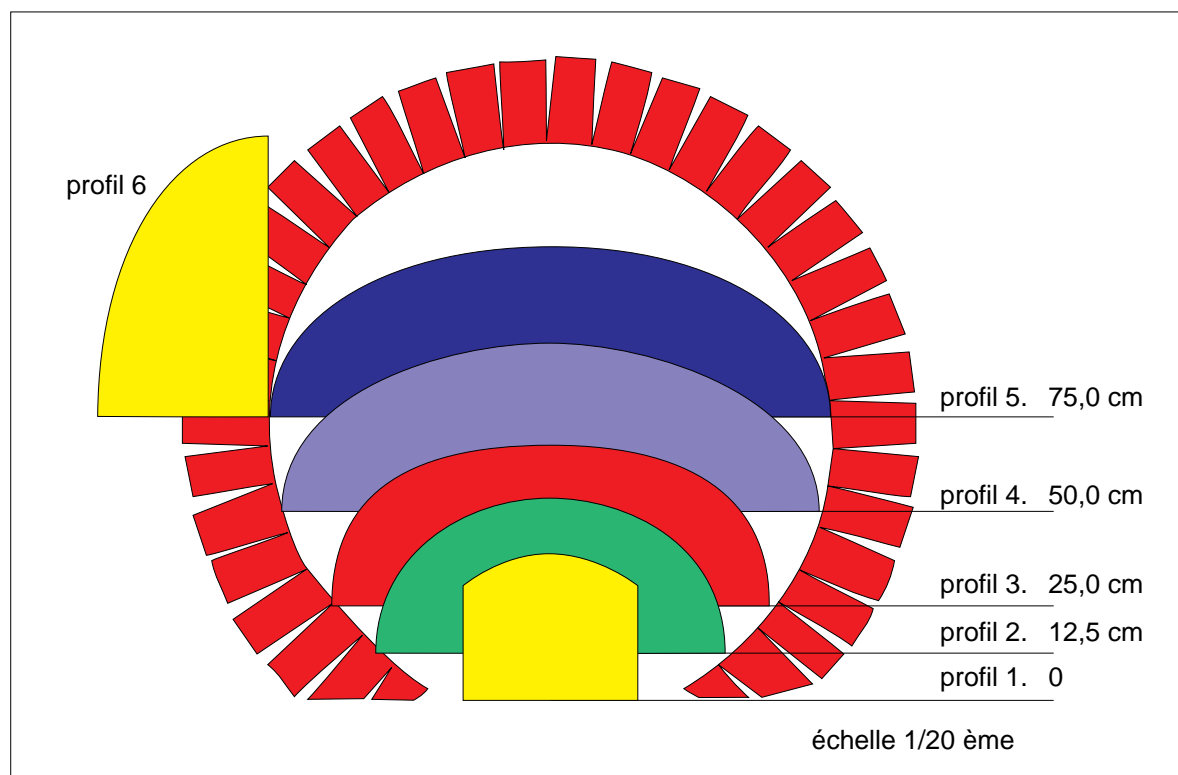
On mesure plusieurs hauteurs sur des lignes parallèles au plan de la porte. Ces mesures vont permettre de tracer plusieurs profils. Soit on reporte directement ces profils sur des plaques de contreplaqué, soit ces profils ont été dessinés à l'échelle. On reporte alors le tracé en utilisant une grille repère. Il ne faut pas changer le rapport d'échelle (par exemple, pour tracer un four avec un plus grand diamètre) car cela modifierait certaines hauteurs qui sont fixes. Il s'agit en particulier de la hauteur maximum au centre de la coupole qui est de 45 à 50 cm maximum.

Les tracés suivants ont été réalisés sur un four landais de 1,5 m de diamètre ayant un bon comportement au tirage et à la chauffe. Le profil central est entre l'ellipse et l'anse de panier.

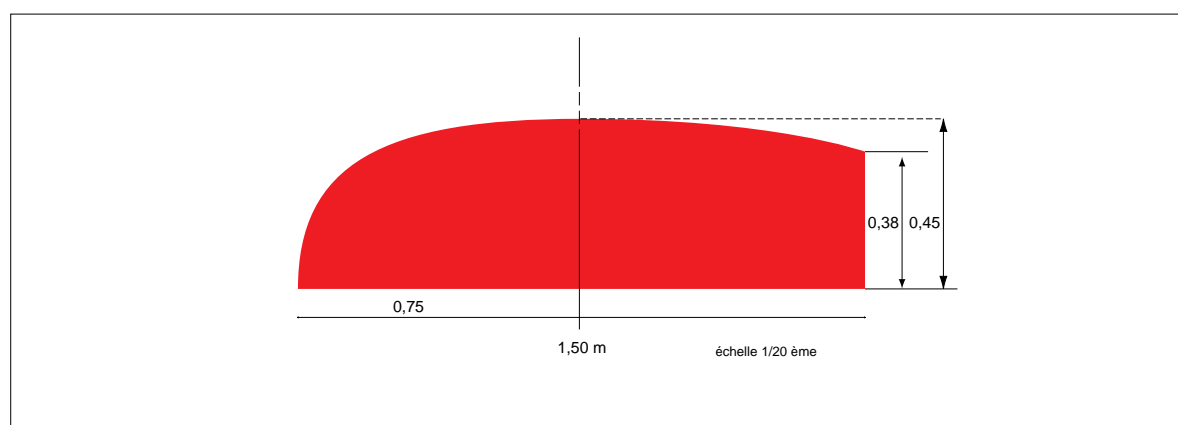


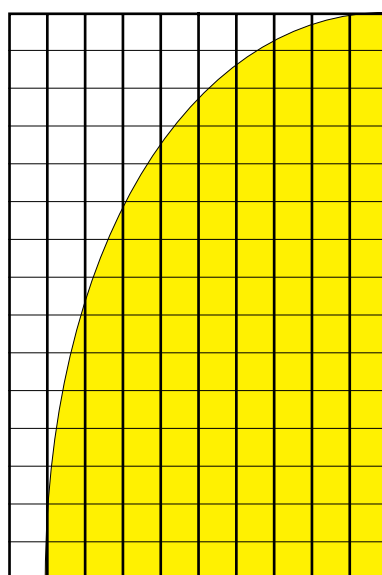
Four ayant servi de modèle





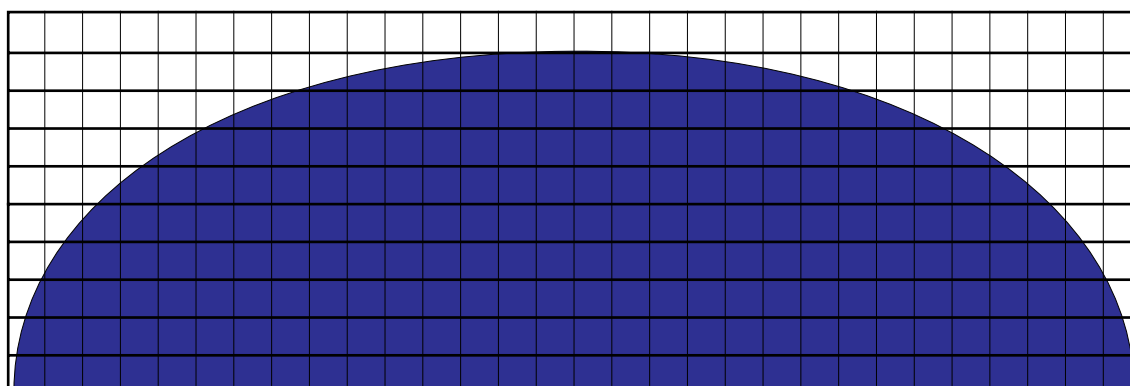
Récapitulatif du relevé (au 1/20 ème)



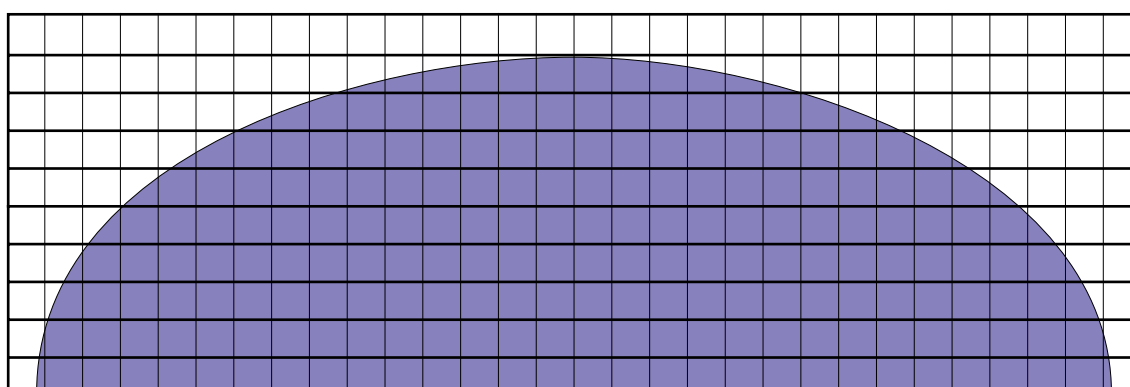


profil 6

carré : 5 cm x 5 cm



profil 5



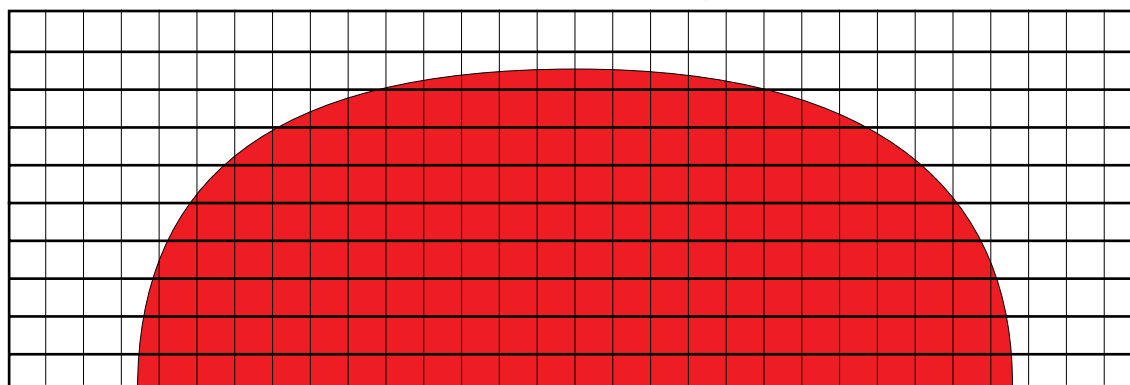
profil 4

échelle 1/10 ème

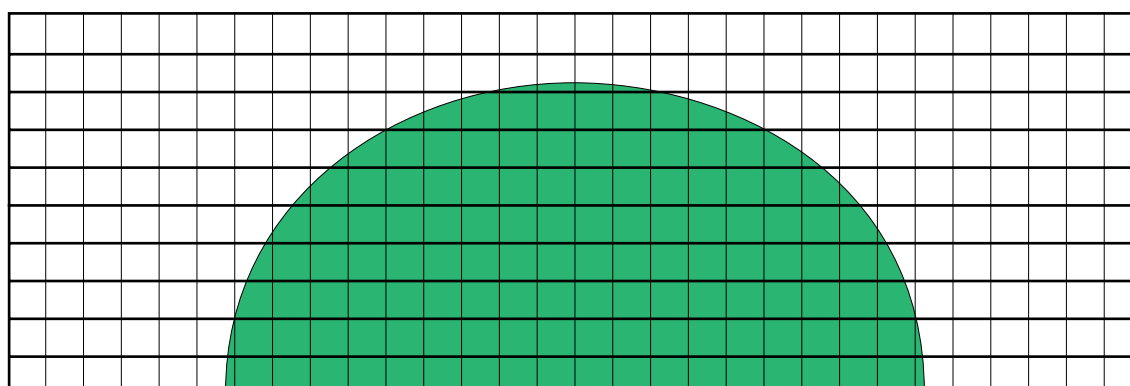




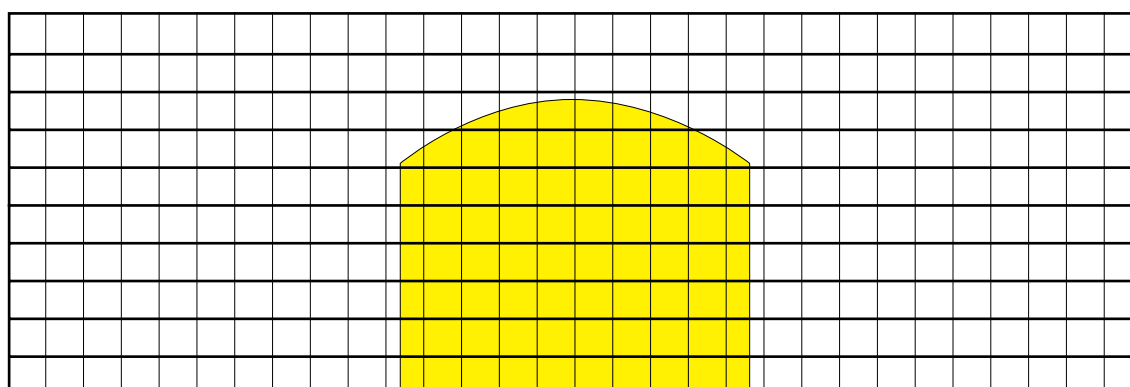
carré : 5 cm x 5 cm



profil 3



profil 2



profil 1

échelle 1/10 ème





Enduit

La préparation de la terre pour la couche d'enrobage se fait en plusieurs étapes : pulvérisation des mottes, humidification, malaxage, addition du dégraissant, malaxage, addition de fibres, malaxage. Pour des petits chantiers, ces opérations se font manuellement ou plutôt podologiquement. Sur des chantiers plus importants, il est possible de mécaniser les opérations à condition d'utiliser du matériel adapté : malaxeur horizontaux (le mélange est trop collant pour les bétonnières), broyeur à terre, ...

On pulvérise les mottes de terre soit en les éclatant avec une masse soit en les rognant avec une binette. Cette pulvérisation facilitera l'humidification de la masse. Pour celle-ci, on arrose généreusement, on brasse un peu à la binette ou à la bêche. Puis, on retire les chaussures, les chaussettes et on piétine jusqu'à fatigué. Ce qui arrive très vite, alors que le mélange n'est pas encore bien homogène. On reprend alors courage et on recommence. On ajoute le sable (ou de la poussière de brique cuite). On piétine. On ajoute les fibres (foin, paille hachée type ana de lin) presque à volume égale. On piétine jusqu'à très fatigué.



Le mortier de terre crue s'applique en plusieurs passes. On attend que chaque couche fasse son retrait avant d'appliquer la couche suivante ; ainsi, chaque couche bouche les fissures de la couche précédente. On laisse chaque couche rugueuse pour améliorer l'accroche entre couches.





Pour l'enduit de finition, on prépare un mortier à la chaux. On peut suivre les recettes conseillées pour le torchis :

- 3 volumes de sable de rivière
- 1 volume de chaux aérienne
- 1/6 volume de chaux hydraulique naturelle
- 1,5 volume d'eau
- 1,5 volume de terre à torchis
- 1,5 à 2 volumes de paillettes de lin.

ou

- 4,5 volume de sable de carrière lavé («sable à lapin»)
- 1 volume de chaux aérienne
- 1/6 volume de chaux hydraulique naturelle
- 1,5 volume d'eau
- 1,5 à 2 volumes de paillettes de lin.

Un enduit à la chaux directement appliqué sur les briques du four claquera inévitablement sous l'action de la chaleur. Il faut donc attendre que la couche de terre se soit stabilisée, après plusieurs cuisson, avant de passer à un enduit à la chaux.

On humidifie le support en lui laissant le temps de bien absorber l'eau. La mise en oeuvre est réalisée en une seule couche, par projection à la truelle. Il doit être le moins possible travaillé. On le lisse grossièrement à la truelle. Après quelques heures il est brossé pour activer la recarbonatation et enlever la laitance de chaux.

Par temps chaud et sec, on veille à protéger l'enduit d'une dessiccation trop rapide en l'humidifiant et/ou en le protégeant d'une bâche ventilée.

Abri/fournil

C'est un travail de charpente classique, c'est-à-dire avec préparation des bois en atelier puis montage. Il est préférable de reprendre le tracé sur un ancien fournil. En effet, le tracé en charpente traditionnelle respecte certaines proportions qui ne sont pas toujours maîtrisées par les charpentiers modernes. Par exemple, les liens qui lient les poteaux et les poutres ne sont pas à 45° mais s'inscrivent le plus souvent dans un rapport 3-4-5.

Pour la couverture, on reprend des tuiles traditionnelles mais dans le cas des toitures en tuiles romaines, on peut introduire des tuiles neuves pour les tuiles de courant. cela permet de préserver l'aspect tout en garantissant un bon niveau d'étanchéité.





Poteau de récupération
en chêne

Lien en rapport 3-4-5

Ferme surdimensionnée

Tuiles de courant neuves
Tuiles de couvert de récupération





Four à pain landais traditionnel, près de Luxey





Allumez le feu



Plutôt que de tenter de réinventer la roue, il est toujours préférable de se replonger dans les bons auteurs :

“ ... Les éclats de bois sec y sont beaucoup meilleurs que les fagots, et les fagots préférables à d'autres bois dont on se sert pour chauffer le four. Il y en a même qui sont obligés d'employer de la bruyère ou de la paille. Chacun chauffe selon que la nature du lieu qu'il habite permet.



On prendra garde de ne point brûler le bois partout en même temps, mais tantôt d'un côté et tantôt de l'autre, nettoyant continuellement les cendres en les attirant avec le fourgon.

Lorsqu'on voudroit savoir si le four est chaud, on n'aura qu'à frotter un bâton contre la voûte ou contre l'âtre : lorsqu'on s'apercevra qu'il fera des petites étincelles, ce sera un gage une marque qu'il sera chaud ; et pour lors, on cessera de chauffer ; on ôtera les tisons et les charbons, rangeant un peu de braise à l'un des côtés près de la bouche du four ; ce que l'on fait ordinairement avec un crochet de fer nommé fourgon.





On nettoiera le reste avec la patrouille, faite de vieux linges ; on la mouillera dans de l'eau claire, puis on la tordra avant de s'en servir. Après cela on bouchera le four un peu de temps, afin de laisser abattre sa chaleur, qui pourroit noircir le pain si l'on l'enfourrait aussitôt. Lorsqu'on juge que l'ardeur est un peu ralentie, on ouvre le four et on enfourne le plus promptement qu'il est possible..."



Manière d'enfourner :

" ...On prend la pelle destinée à cela, qui doit être toujours tenue fort propre et on met le pain dessus. On commence toujours par les plus gros pains, dont on garnit le fond et les côtés du four, gardant le milieu pour y placer le petit pain. C'est aussi par ce milieu qu'on finit d'enfourner.

Après avoir enfourné, on a soin de bien boucher le four et d'en étouper la bouche avec des linges mouillés, de crainte que la chaleur ne se dissipe. Deux bonnes heures et demie après, qui est environ le temps nécessaire pour cuire le pain bourgeois, on en tire un pour voir s'il est assez cuit, particulièrement dessous. On le frappe du bout des doigts et s'il résonne ou qu'il soit assez ferme, c'est une marque qu'il est temps de le tirer ; sinon, on le laisse encore quelque temps, jusqu'à ce qu'on reconnoisse qu'il soit tout à fait cuit.

Pour le gros pain, on ne le tire du four que quatre heures après qu'il a été enfourné, examinant s'il est cuit de la même manière qu'on l'a dit pour le pain bourgeois ; car sans une parfaite cuisson, toute sorte de pain a toujours quelque chose de désagréable. S'il n'est pas cuit, il sent la pâte, s'il l'est trop, il devient rouge et perd tout son goût. À force de faire du pain, l'expérience rend savant dans cet art.





Lorsque le pain est bien cuit, on le tire du four, puis on le pose sur la partie la plus cuite, afin qu'il s'humecte en refroidissant : par exemple, s'il a trop de chapelle, c'est-à-dire si la croûte de dessus est trop élevée, ce qui arrive ordinairement lorsqu'on n'ôte pas la cendre en chauffant le four, on range ce pain mettant dessus dessous ; au lieu que s'il est également cuit, on l'appuie contre le mur, en le posant sur le côté qui est assez cuit.

Le pain étant cuit comme il faut et rangé de la manière que je viens de dire, on observera de ne le point renfermer qu'il ne soit refroidi.

Sa chaleur étant absolument passée, on l'enfermera dans une huche, observant toujours de l'y poser sur le côté, afin qu'il puisse avoir de l'air également partout. Bien des gens le laissant indifféremment sur la table de la boulangerie ; jamais il ne s'y conserve aussi bien que lorsqu'il est renfermé à propos ; car ou il se sèche trop en été, ou en hiver il est susceptible de gelée. On aura soin aussi pendant les grandes chaleurs, que la huche soit placée dans la cave, afin d'empêcher le pain de moisir.

Extrait de l'Encyclopédie de Diderot et d'Alembert 1779 : Manière de chauffer le four

Tout est dit et bien dit.

Pour allumer le feu, il suffit de quelques silex, d'un peu de lichens ou de feuilles sèches, et de brindilles. À défaut de silex, on peut emprunter quelques braises ou des allumettes à son voisin à moins que cela soit déjà la guerre avec lui.

On lance le feu près de la porte. Au démarrage, on a un dégagement de fumée noire, très chargée en goudron. Puis au fur et à mesure du réchauffement du four, le dégagement de fumée s'atténue.

Une fois qu'il aura bien démarré, on pourra le repousser dans la chapelle, avec le dos du racloir. On aura pris la peine de fabriquer ce racloir avant d'allumer le feu. Les meilleurs racloirs s'obtiennent en forgeant une lame de ressort d'amortisseur de Peugeot 404, tous les forgerons du Sahel vous le diront. À défaut, on peut utiliser un râteau aux dents duquel on fixera une planchette (qui prendra inévitablement feu au bout d'un certain temps et que l'on trempera souvent dans l'eau d'un seau).

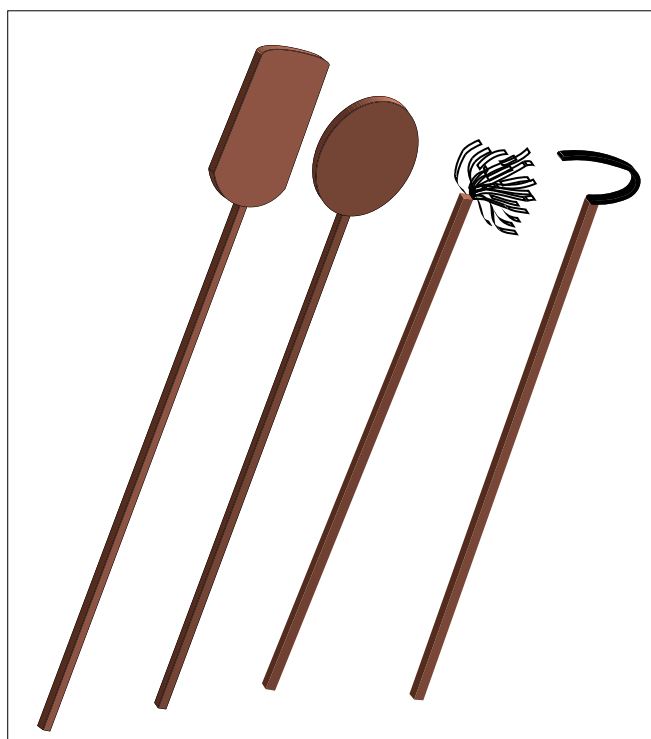




Pour le bois, tout est bon pourvu que cela soit sec. On peut utiliser des bûchettes, de déchets de scierie ou de menuiserie, des cagettes, des palettes (" *Chacun chauffe selon que la nature du lieu qu'il habite permet* ") On ne cherche pas un feu calme et lent comme dans une cheminée, mais un feu vif, rapide, très chaud. Dans une cheminée, un feu trop chaud risque de se perdre dans la cheminée, alors que, dans le four, cette chaleur est absorbée par les parois.

Dans le cas d'un four neuf ou de la remise en activité d'un four ancien, on préconise souvent de démarrer par des petits feux sous risque de faire " claquer " le four. Il n'est pas certain que ce principe soit fondé. Si un four neuf claque, c'est surtout qu'il a été mal réalisé et il finira par claquer de toute manière. Sur un four ancien, il y a souvent confusion sur le terme de «claquage». Les fours anciens ont souvent été maladroitement protégés ou décorés par des enduits modernes, à base de liants hydrauliques. Ces enduits rigides se fissurent et se décollent et se fissurent très rapidement dès que le four est remis en route. Mais le four proprement dit est intact.

Il est toutefois certain que les nouveaux fours ou les fours longtemps inactifs ont une teneur en eau non négligeable et qu'il faudra du temps et beaucoup de chaleur pour évacuer cette masse d'eau. Il faut parfois attendre 10 à 20 cuissons pour voir un four réagir normalement à la chauffe. Durant les premières cuissons, il faudra allonger le temps de chauffe, la coupole sera rapidement chaude à l'extérieur et la chaleur tombera un peu trop vite.



Accessoires :

pelle de boulanger
pelle à pizza
écouvillon
racloir

non représenté :

bol en fonte ou en terre à cuire
seau d'eau
table de travail
cendrier
gants



Durant la chauffe, on fait circuler le feu sur la sole pour bien répartir la chaleur. C'est le principe du " fourgonnage " que l'on pratique avec le " fourgon " (*" On prendra garde de ne point brûler le bois partout en même temps, mais tantôt d'un côté et tantôt de l'autre, nettoyant continuellement les cendres en les attirant avec le fourgon. "*).

On conduit le feu jusqu'à ce que toutes les briques de la coupole aient pris une couleur blanche, presque scintillante. Pour un four de 3 coudées de diamètre, bien rodé, il faut compter 1,5 à 2 heures (un peu plus en hiver, un peu moins si le four est encore tiède d'une cuisson précédente).

On retire alors les braises avec le racloir. Si on a oublié de prévoir un cendrier, on risque de créer devant le four un lit de braises qu'il faudra traverser pour enfourner et défourner le pain. Pour le cendrier, on évitera de prendre une caisse en carton, un vieux fût métallique fera bien l'affaire. On sera particulièrement vigilant au moment de la sortie des braises, cela évitera aux pompiers d'avoir à se déplacer. Il est plus prudent de toujours disposer au moins d'un seau d'eau ou mieux d'un tuyau arrosage. Par ailleurs, on veillera à ce que les enfants aillent jouer ailleurs qu'autour du cendrier qui est très chaud (penser à prendre des gants pour le manipuler). Si le cendrier est muni d'un couvercle, on peut étouffer les cendres qu'il contient. On gardera précieusement ces cendres qui pourront servir un jour à faire la lessive si l'on est en panne de poudre à laver industrielle.

L'encyclopédie préconise : *" rangeant un peu de braise à l'un des côtés près de la bouche du four "*. Il s'agit peut-être de compenser les pertes de chaleur près de la porte. Il faut être prudent sur le volume de braise à laisser, pour éviter de brûler le pain (*" : par exemple, s'il a trop de chapelle, c'est-à-dire si la croûte de dessus est trop élevée, ce qui arrive ordinairement lorsqu'on n'ôte pas la cendre en chauffant le four "*). On peut utilement placer un petit bol d'eau dans le four ; cela humidifiera un peu l'atmosphère durant la cuisson du pain.

Vient le moment clé de l'utilisation d'un four à pain : tester la température du four. Trop chaud, le pain sera irrémédiablement brûlé, trop froid, le pain ne cuira jamais. Au stade de la voûte blanche, la température est en général trop élevée. Il faut donc attendre un peu.

On en profite pour passer une «gueille» humide (= une vieille serpillière)(mais propre !) pour dégager le restant de cendre et humidifier l'atmosphère du four.

Pour mesurer la température on peut, bien sûr, recourir à un pyromètre et enfourner lorsque la température tombe vers 220°C. Ou bien on peut adopter la méthode traditionnelle où l'on teste d'une part la température de la chambre et d'autre part celle de la sole. Pour la chambre, on pique une feuille de journal sur un manche et l'on maintient la feuille à mi-hauteur de la chambre, sans contact avec les parois ou la





sole. Le papier doit brunir légèrement mais sans s'enflammer. Pour la sole, on jette un peu de farine qui doit brunir sans carboniser. Traditionnellement le test se faisait avec un épi de seigle, mais il est maintenant rare d'en disposer.

Pour la durée de la cuisson, cela dépend de beaucoup de choses, de l'âge du capitaine, de la marée, de la taille du pain, de l'humeur du boulanger. Pour un honnête pain, c'est-à-dire un pain de 4 à 6 livres, il faut compter 1 à 1,5 heure. L'encyclopédie cite un temps beaucoup plus important : " *Pour le gros pain, on ne le tire du four que quatre heures après qu'il a été enfourné* ". Ce décalage est sûrement dû à la différence de composition des pains plus souvent au seigle et plus compacts que les pains modernes. De toute manière, il n'est pas grave de laisser le pain un peu plus longtemps dans le four car la chaleur ne cesse de tomber.



À table

C'est en défournant que l'on comprend que la boulangerie est un métier à part entière et que l'on peut être bon maçon et piètre boulanger (" ... sans une parfaite cuisson, toute sorte de pain a toujours quelque chose de désagréable... ").



Au défournage le pain est encore humide et encore indigeste de gaz carbonique ; on résiste pourtant rarement au plaisir de se rendre malade à le goûter. Il y a pourtant un art dans la manipulation du pain à la sortie du four : " Lorsque le pain est bien cuit, on le tire du four, puis on le pose sur la partie la plus cuite, afin qu'il s'humecte en refroidissant : par exemple, s'il a trop de chapelle, c'est-à-dire si la croûte de dessus est trop élevée, ce qui arrive ordinairement lorsqu'on n'ôte pas la cendre en chauffant le four, on range ce pain mettant dessus dessous ; au lieu que s'il est également cuit, on l'appuie contre le mur, en le posant sur le côté qui est assez cuit. ".

Enfin, lors des premiers essais de cuisson, il y a une astuce qui consiste à bien choisir ses convives et ne retenir à manger que ceux qui comprennent que l'important n'est pas de bien manger mais de partager le pain, pour le meilleur et pour le pire.




L'utilisation du four, c'est aussi la redécouverte voire la découverte de la fabrication du pain. Il y a des milliers de façons de faire du pain et bien des ouvrages qui les décrivent parfaitement.

Le premier point est de trouver une farine correcte, riche. Il faut être attentif au degré de mouture et si possible n'utiliser que de la T65 (c'est en général écrit sur le côté ou le dos du paquet ; la T 45 ne convient que pour les gâteaux ; la T 55 est utilisable à la rigueur) et une farine fraîche sans additif (c'est de plus en plus dur à trouver).

Pour les premiers essais, on peut travailler avec de la levure de boulangerie industrielle, on peut aussi faire le détour chez le boulanger pour obtenir de la levure fraîche.

La préparation de pain se déroule en plusieurs étapes :

- 
- ① préparation du levain (2 ou 3 jours avant la pâte)
 - ① préparation de la pâte
 - ① le pétrissage
 - ① le pointage (1ère fermentation)
 - ① le façonnage
 - ① la deuxième fermentation
 - ① la cuisson

Il n'y a de bon pain qu'au levain. Le levain est une pâte qui a déjà fermentée et qui servira de ferment. Le pain qui en résulte est plus digeste et se conserve mieux. Il faut donc préparer le levain à l'avance. Deux jours avant on mélange 50 g de levure fraîche (ou 30 g de levure deshydratée) avec une demi-litre d'eau et 300 g de bonne farine. On laisse le mélange au repos dans un endroit frais (12°). On travaille parfois ce levain avec du lait fermenté. Il s'agit en fait d'orienter la fermentation vers une fermentation de type lactique, moins spectaculaire mais plus digeste. La fermentation à la levure tend, elle, plutôt vers une fermentation alcoolique.

Pour la pâte, on rajoute le sel (1 grosse petite cuillère par 500g), la farine (1kg) et l'eau (un gros tiers de litre par kg de farine). Celle-ci doit être tiède (ni trop chaude ni trop froide) pour favoriser le développement de la fermentation. En fait, c'est l'ensemble du mélange qui doit être à bonne température ; il existe des formules savantes sur la somme des températures de l'eau, de la farine et du levain. On pétrit le tout en ajoutant si nécessaire un peu de farine. L'eau doit être «propre» ni trop calcaire ni trop javellisée, ... sinon il faut prendre de l'eau de source.

Le pointage, conduit dans un pétrin recouvert d'un linge humide, dans une ambiance humide et chaude, est d'environ 3 heures et la pâte double de volume.





Puis on pétrit encore et enfin on forme les pains qu'on laisse encore reposer 1-2 heures. Avant d'enfourner, on scarifie au couteau la surface du pain.

Avec ce type de recette, on obtient un pain sans prétention mais nourrissant, ce qui est, somme toute, le but recherché.



Du four, on sort le pain. Bien sûr, puisqu'il s'agit d'un four à pain. En fait, avant d'être " à pain ", un four est un four tout court. Le pain était l'aliment principal des familles jusqu'à la fin du XIX^{ème} siècle. C'est donc normal que la fonction principale du four ait été la cuisson de celui-ci. Mais le four se prête à la cuisson de :

" la tarte à la reine-claude, le gratin dauphinois, le cassoulet, le poulet au piment basque, les lasagnes, le confit ("*mais ce n'est pas gras, le confit*"), la tourte aux pommes, le bœuf bourguignon, les haricots au jus,
.....
.....
.....
.....
....., la tourte aux poireaux, le rôti de porc aux cinq-parfums, la pintade au chou, les tomates farcies, le poulet rôti au poivron, le brochet au four, la tourte de poulet aux poireaux, le gratin dauphinois (encore ! mais on ne s'en lasse pas), la tourtière, ... "

Préparer un repas autour d'un four traditionnel, c'est comme lire un chapitre de Pantagruel.



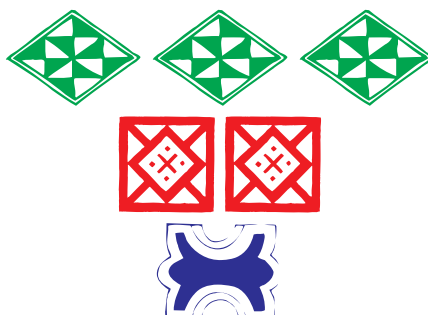


Le tout est de bien gérer les enfournements. On commence par le pain, on peut ensuite enfourner assez rapidement les viandes et les gratins. Pour les tartes, on attend que la chaleur s'abatte un peu et c'est souvent une demi-heure ou trois quart d'heure après le pain qu'on les fait entrer. Pour les ragoûts et tous les plats à mijoter on peut attendre encore. Le lendemain le four est encore tiède et certains l'utilisent comme séchoir soit pour sécher des fruits (copeaux de pomme, ...) soit pour faire sécher des manches en bois.

Préparer un repas autour du four à pain, c'est l'occasion d'explorer les mille facettes de la cuisine traditionnelle française ou étrangère. C'est surtout l'occasion de faire un effort pour sélectionner de bons produits de base. Bref, c'est un bon prétexte pour aller au marché. Préparer un repas pour un four à pain est long, cela commence souvent la veille parfois même encore avant. Mais le travail peut être partagé, chacun peut apporter sa part tout comme les familles apportaient les plats à enfourner et les confits au boulanger du village. Il faut gérer aussi le matériel : réunir des plats en terre cuite adaptés à la cuisson au four, les plaques pour les tourtières, prévoir une table pour 15 convives près du four mais à l'ombre, ...

Le four peut se prêter aussi à des cuissons à feu ouvert pour des pizzas ou des grillades. Pour cela, on chauffe le four rapidement puis on laisse un tas de braises voire un petit feu sur un des côtés. Pour les grillades, il est inutile de placer la grille sur le feu. La chaleur est en fait renvoyée par les parois et il suffit donc de placer la grille devant le feu, verticalement ou même horizontalement. La graisse tombe dans la sole. On obtient une viande grillée à point sans la désagréable odeur de graisse brûlée habituelle. Il n'y a pas à s'inquiéter de la graisse absorbée par la sole, le prochain feu fera effet de pyrolyse et le four sera de nouveau propre.

Pour les pizzas, ils suffit de les enfourner quelques minutes. On déplace régulièrement, entre des séries de pizzas, le feu pour maintenir la sole suffisamment chaude. Le lancer de la pizza est un art subtil ; il faut s'assurer d'une pâte bien adaptée, ne pas oublier de fariner généreusement la pelle, sinon la garniture part inmanquablement s'écraser au fond du four alors que la pâte reste fermement collée à la pelle (l'effet comique est assuré).





Vendanges 1999 Château Saint Loubert



La vigneronne est dans le pétrin !



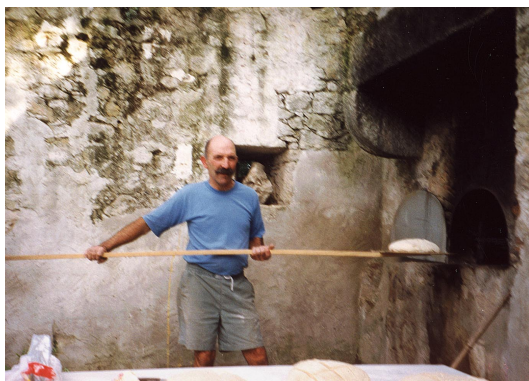
Pâte feuilletée, faite main
(pur beurre breton, bien sûr)



Mamie surveille les tourtières
(pur sucre, bien sûr)



On a réveillé le four (XVIII^{ème})
qui dormait depuis un siècle.



Le vigneron n'est ni au moulin
ni à la vigne, il est au four



Début de la cuisson
de la première fournée





Le repas dans le chais



Le vin
(pur raisin, bien sûr)





Conclusion

Nous laisserons à Diderot le soin de tirer la morale de ce petit traité :

" . À force de faire du pain, l'expérience rend savant dans cet art. "





Post Scriptum



(pour ceux qui ont fait vœux de devenir savants)

Bon courage !





Post Scriptum (suite)



(pour les savants et leurs amis)

Bon appétit !





Bibliographie & Bonnes Adresses



Les incontournables

«Les Vieux Fours à Pain», Pierre Delacrétaiz
Editions Cabédita, 1995, CH-1137 Yens. Suisse. (Diffusé aussi en France).

«Les Fours à Pain», dossier de Maisons Paysannes de France
42, rue du Faubourg Montmartre 75009 Paris tel 01 44 83 63 63.

En vidéo

"Le Pain d'habitant (1re partie) - Construction du four", Bernard Gosselin, Léo Plamondon
Société Radio-Canada, 1977, 27 min 40 sec

Les Incontournables sur Internet

<http://www.mha-net.org/msb>

le site américain de référence, animé par l'association des maçons spécialisés dans la maçonnerie chauffante (cheminées, poêles, fours, ...) ; un point de départ pour voir des images de fours d'un peu partout, de nouer des contacts, ...

<http://www.boulangerie.net>

Le site de la boulangerie française, des recettes, des adresses, ...

<http://pro.wanadoo.fr/ateliers.boucaou/>

Pour nous laisser un petit message !

Sur la fabrication du pain

«Faire son Pain», Aglaé Blin
Éditions Rustica, Paris, 1997

Pour accompagner le pain

Château Saint Loubert, C/O François et Roseline Garbay, viticulteurs
3, Peyroutet. 33124 Savignac.
Tél: 05 56 65 45 65 Fax : 05 56 65 51 05
Le four est près du chais et le vin est pur raisin, pur plaisir.





Sur les fours, plus technique

"Les Fours", Daniel Rhodes

Édition Dessain & Tolra, Paris. 1976.

(sur les fours de poteries, mais permet de bien comprendre la logique d'un four)

Sur les fours, encore plus technique

"Principes & Techniques de Cuisson et de construction de Fours Céramiques", Krause, Plaul, Zöllner.

Edition Septima, Paris 1973

(sur les fours céramiques, mais idéal pour ceux qui voudraient calculer les variations du niveau d'enthalpie de leur pain).

Sur la terre crue

"Traité de Construction enTerre", H.Houben & H. Guillaud (CRATerre-EAG)

Éditions Parenthèses, Marseilles, 1989.

" Fascicule technique sur la mise en œuvre du torchis " F. Lahure

Parc Régional de Brotonne / Fédération du bâtiment 76 / Chambre des Métiers 76

Sur les Arcs, Voûtes et Coupoles

"Construction en Arcs, Voûtes et Coupoles", SKAT / CRATerre-EAG

Édition du SKAT, Vadianstrasse 42, CH-9000 St. Gallen. Suisse.

Sur le bâti pan de bois

"Le Bâti Pan de Bois", Brindel-Beth et al,

Edition Électricité de France, collection Techniques d'amélioration de l'habitat existant, 1993





Annexe 1



Un four dans les Landes



Four du quartier Lestage, à Mézos (40), reconstruit d'après original.

Un four dans les Landes

Le four à pain est un élément de l'habitat traditionnel des Landes. On en compte encore plusieurs milliers. Malheureusement peu ont fait l'objet d'une restauration correcte. Pourtant, les travaux à entreprendre sont souvent limités : réfection de la sole, mise en place d'une porte, enrobage de la coupole, ... pour que le four puisse redevenir opérationnel.

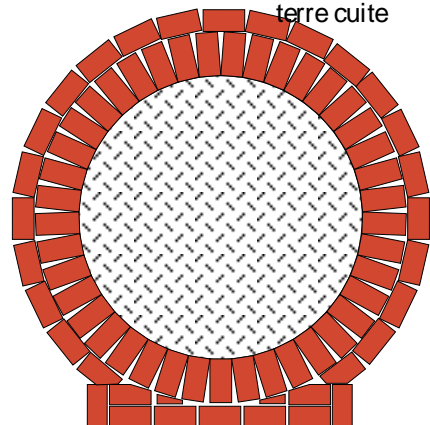
Toutefois, il existe quelques particuliers et quelques associations passionnés du «bien-vivre» qui font l'effort de relancer ces fours pour mettre un peu de feu dans la vie de nos quartiers.

Lou pan blous sou gasoun
Qu'e hort boun.

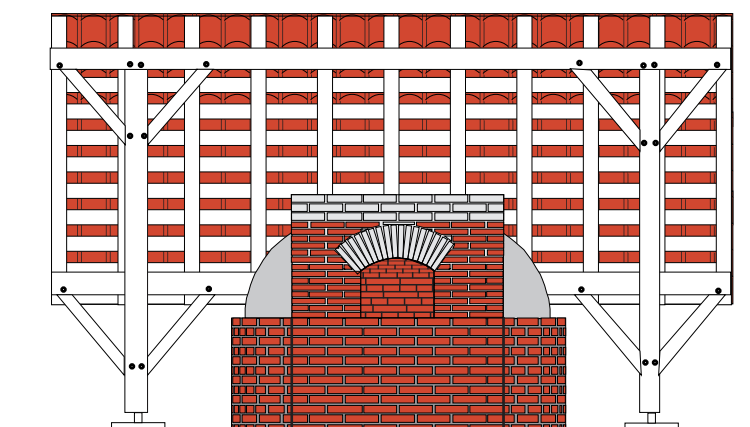
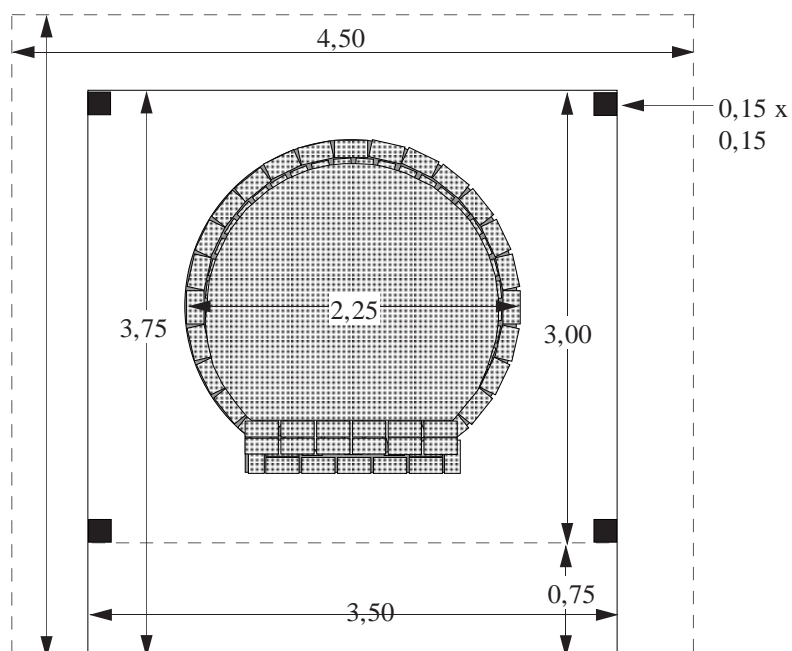
Le pain sec sur le gazon est fort bon
(Toute nourriture est bonne, mangée en plein air)





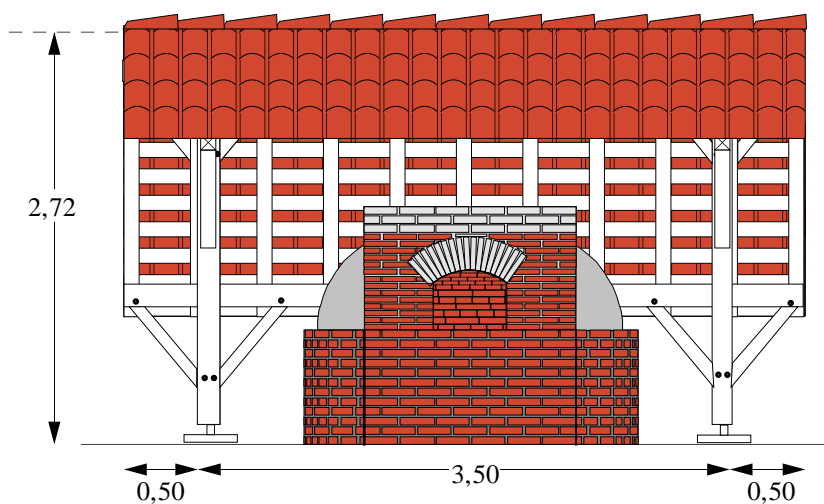
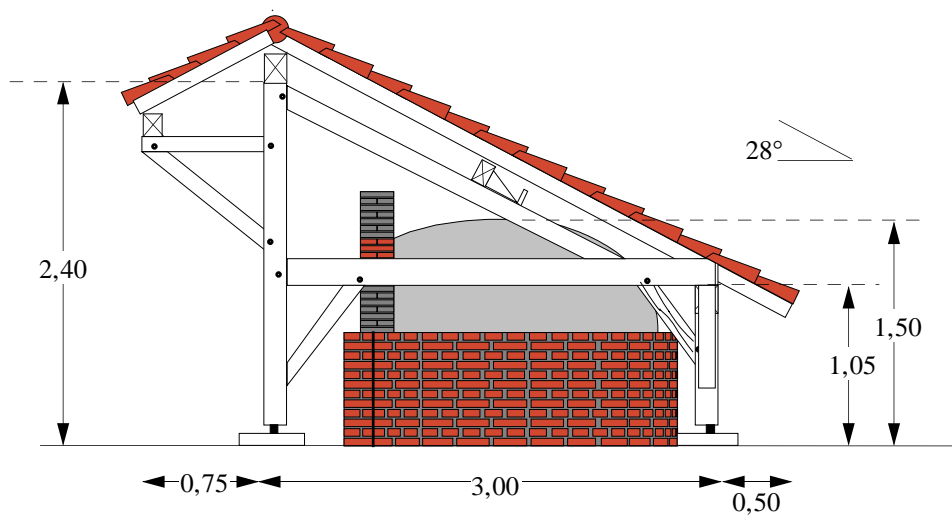


© Les Ateliers du Boucaou. 1999



coupe au niveau des poteaux
centraux

échelle 1/50 ème



échelle 1/50 ème





Annexe 2

◆ Un four dans la ville ◆



Projet mené en 1992 dans la Ville Nouvelle de l'Isle d'Abeau (38) par les enfants du centre de loisirs avec l'aide d'étudiants de l'École d'Architecture de Grenoble. L'inauguration fut l'occasion de célébrer la fête du pain qui fut suivie d'une grande dégustation de pizzas.

Un four dans la ville

Un four à pain peut devenir un outil d'animation dans un quartier urbain. Le four rassemble les générations et les cultures.

Les enfants découvrent le cycle du pain. Les familles étrangères retrouvent un instrument souvent familial. Le four est un prétexte pour des rencontres associatives ou un support pour les repas accompagnant des fêtes familiales ou religieuses.

C'est l'occasion aussi de renouer avec des vieilles traditions où chacun apporte à cuire ses grands plats qui ne tiennent pas dans les fours individuels.

Le four, c'est aussi quelques lignes courbes et harmonieuses dans un univers rectiligne.





Annexe 3

◆ Un four dans le sahel ◆



Four construit à l'initiative d'un groupe de femmes du quartier Moursal.
N'Djaména, Tchad, 1989.



Ce jour-là, le grand Akai, s'était mis en tête de terminer la coupole par l'intérieur !





Un four dans le Sahel

Le four à pain traditionnel est devenu dans les pays industrialisés d'un usage surtout récréatif, les boulangers travaillant avec des fours électriques. Mais dans les pays les moins développés, le four reste un outil de travail. C'est un investissement important qui permet la création d'une petite entreprise et de plusieurs emplois.

C'est le cas de ces femmes du quartier Moursal, à N'Djaména, qui avaient décidé de créer une petite entreprise. Pour réunir les fonds de départ, elles avaient organisé un "Pari Vente", soirée spéciale dans un dancing de la ville dont elles ont assuré l'animation. Avec cette première mise de fonds, elles ont lancé un petit commerce de beignets au marché. Une fois l'argent réuni en volume suffisant, elles ont décidé de monter un four. Pour la réalisation du four, elles ont reçu l'aide d'un centre de promotion des matériaux locaux de construction. Avec le four, elles ont pu proposer d'assurer la cuisson des méchouis et lancer une production régulière de pâtisseries.

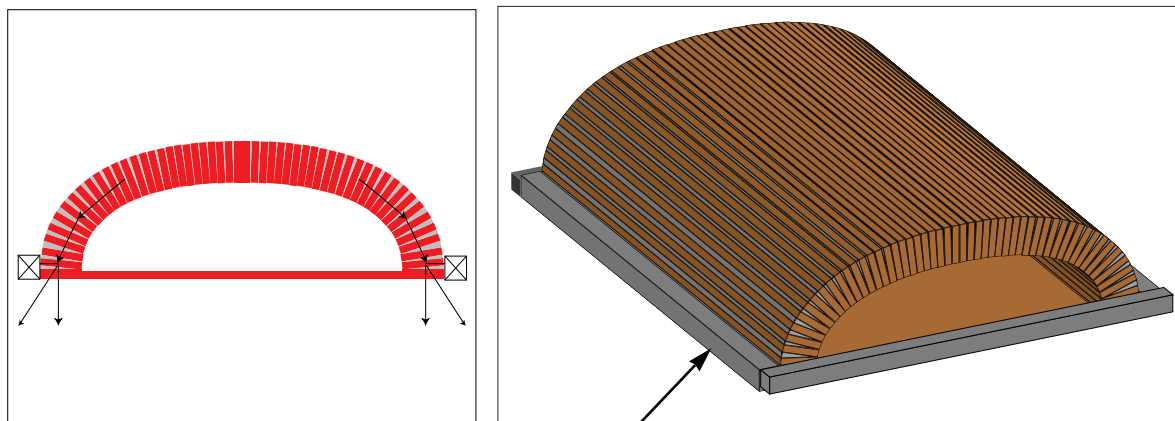
Toutefois, l'urbanisation est très rapide dans les pays en développement et l'approvisionnement en bois devient de moins en moins évident, surtout dans les pays du Sahel qui connaissent une déforestation sévère. Le four à bois est donc en passe de devenir une technologie inappropriée sauf dans le cadre d'opérations globales avec une réflexion sur la production de combustible (reforestation, combustibles alternatifs, ...)





Annexe 4

Un four de boulanger




Les poussées latérales sont
contenues par un chaînage

Un four de boulanger

Entre l'époque des fours traditionnels circulaires et le développement des fours électriques actuels, on a continué à construire des fours à pain en maçonnerie dans les boulangeries mais avec une géométrie en voûte surbaissée au dessus d'une sole rectangulaire. Ce type de four est plus facile à réaliser (montage sur un coffrage) et la forme de la sole est plus rationnelle sur le plan du remplissage surtout pour des pains en long. La hauteur maximum est plus faible que dans les anciens fours et convient mieux pour les pains de faible épaisseur. Le chauffage au bois a été progressivement remplacé par un chauffage par brûleur : le brûleur est fixé sur un bras articulé que l'on introduit dans le four et on balaie les parois pour chauffer régulièrement la voûte.

La forme en voûte surbaissée entraîne une poussée latérale qu'il est essentiel de contenir soit par une maçonnerie très massive en pieds de voûte soit par un chaînage souvent réalisé avec des poutrelles métalliques. La voûte étant bloquée latéralement, il faut éviter qu'elle se dilate car cela entraînerait un effort susceptible de déformer la structure. Dans ce cas, il est nécessaire de travailler avec des briques réfractaires ayant un faible coefficient de dilatation.

Les fours de ce type sont caractéristiques de l'évolution de la construction où la maîtrise des matériaux l'emporte sur le savoir faire constructif. La forme se simplifie mais tout repose sur les qualités du matériau 



Petit Traité sur la Construction des Fours à Pain

Ce traité couvre les principes du fonctionnement, la description de la structure, le choix des matériaux, les techniques de construction et l'utilisation des fours à pain traditionnels.

Basé sur l'étude des fours landais, le traité est illustré de photos, de dessins et aussi de plans.

Il est destiné à tous ceux, particuliers ou professionnels, qui souhaitent en savoir plus sur les fours traditionnels ou qui veulent se lancer dans la restauration ou la construction de fours.

L'auteur

Ingénieur en Agriculture, l'auteur a travaillé plusieurs années dans des pays en développement dans le cadre de l'appui aux petites entreprises rurales. C'est dans ce cadre qu'il a découvert la construction traditionnelle («l'architecture sans architecte»). Il a approfondie cette expérience de terrain par un post-diplôme en architecture «construction en terre» à l'École d'Architecture de Grenoble.

Il est à l'origine de la création des Ateliers du Boucaou et partage son temps entre l'enseignement, l'édition numérique de documents sur le patrimoine de pays et l'animation de chantiers de formation ou d'insertion.



Les Ateliers du Boucaou

Le développement local et la promotion du patrimoine de pays sont les thèmes moteurs des *Ateliers du Boucaou*, Sarl créée en 1998, dans les Landes, grâce à l'appui du programme européen Leader et du club d'investissement CIGALE.

Les Ateliers sont actifs dans l'édition numérique et multimédia, la formation, l'animation de stages et de chantiers d'application, la conception de projets autour du patrimoine de pays.

Petit Traité sur la Construction des Fours à Pain

© Les Ateliers du Boucaou. 1999

Texte, dessins, photos, maquette : Sébastien d'ORNANO

Gravure : Les Ateliers du Boucaou.

La Courgeyre. F-40 110 Onesse.

Tél / Fax : 05 58 42 64 66

E-mail : ateliers.boucaou@wanadoo.fr

dépôt légal : octobre 1999