

RAPPORT DE STAGE

VILLE DE BETON



R A P P O R T

D E

S T A G E

ECOLE D'ARCHITECTURE DU LANGUEDOC-ROUSSILLON

Etudiant:

BERGOUGNOUX NICOLAS 3° D.P.L.G.

Directeur du stage:

Mr ARTIGUES

Responsable du stage dans l'organisme d'accueil:

Mr DANIEL BORD

FESTES & ST ANDRÉ

AUDE

Chantier Daniel BORD

11300 Limoux

- se renseigner sur l'Association H & H.
- signaler le chantier à J.C. MARRE.
- se renseigner sur le chantier du CETED'Aix p 53
- se procurer la revue Techn. voie n° 86 - sept 86.

- Joël UNAL

ANNEE 1986-1987.

- Michel FARCE à Fontaines sur Saône 69.270.

- Jean Marc, Le mur d'escalade de Fontenay sous Bois.

S O M M A I R E

- PRESENTATION
 - LES OBJECTIFS
 - LES MOYENS A DISPOSITION
 - LES CONDITIONS DE DEROULEMENT
-

- DESCRIPTION DU TRAVAIL EFFECTUE ET LES RESULTATS OBTENUS
 - Présentation du projet d'habitation de Mr BORD
 - Réalisation de la terrasse
 - Réalisation des volumes habitables
 - Première estimation de coût
 - Conclusion
-

- VISITE D'AUTRES CHANTIERS

Résidence d'Autti hg.

~~Tourettes~~-sur-Loup

06140 VENCE

- Villa à Fontaines-sur-Saône

69270 - Fuc / Saône.

- ANALYSE SUR LE CONTENU ET LA QUALITE DU STAGE
-

- CONCLUSION
-

P R E S E N T A T I O N

En Octobre 1984 , le chantier de Daniel Bord débute
La technique du voile de béton a été choisie pour la qualité
de l'espace qu'elle procure . Daniel autoconstructeur bénéficie
de l'aide de Mr ANTTI LOVAG et de l'ASSOCIATION HOMME ET
HABITAT , pour l'élaboration de son habitation .

Technique peu connue en France , seulement un vingtai-
-ne de constructions y sont réalisées : les plus connues les
2 deux villas à Théoule-sur-mer : la villa Bernard et l'Esquillon
sont ce qui se fait de mieux et de plus cher dans ce domaine
actuellement . Le voile se répand peu à peu dans l'hexagone
sous l'influence de gens séduits par la richesse des sensations
produites . Antti Lovag s'est vu attribué le projet pour le
→ C.E.T.E. (Centre d'Etude Technique de l'EQUIPEMENT) à Aix-en-
-Provence , plusieurs techniques expérimentales existent pour
réaliser des voiles autoportants , beaucoup d'entre elles ont
été conçues par cet homme ingénieux .

Daniel Bord a choisi celle qui est la plus tradition-
-nelle et qui correspond à sa volonté de réaliser lui même
son Projet . Le stage s'est déroulé à différents stades d'é-
-volution de son chantier , permettant de mieux connaître ce
que peut représenter le choix d'une telle technique dans un
projet Architectural .

Théoule → Marin du Mercantour.

LES MOYENS A DISPOSITION

En participant aux différentes activités du chantier durant les phases successives de la construction , sous la direction de Daniel ou de Antti Lovag , cela permet de mieux apprécier ce que représente la réalisation du projet après sa conception sur le papier .

La visite d'autres chantiers finis ou pas , utilisant d'autres matériaux sur des sites différents , permet d'apprécier les possibilités innombrables qu'offre l'utilisation du voile de béton .

Cette maîtrise dans la conception est une résultante de la pratique sur le terrain , le voile comme toute technique innovatrice a besoin d'expérimentation , et ce n'est pas sans risque que Daniel a choisi cette technique , heureusement il peut bénéficier de l'expérience de Antti .

Participer au chantier avec Daniel , c'est bien sûr rencontrer toutes les personnalités compétentes dans le domaine des parois à doubles courbures . En effet l'association Homme & Habitat ; qui édite une revue diffusant une information sur la pratique du voile par des professionnels , des autoconstructeurs ; en organisant avec ANTTI LOVAG des stages , s'efforce de réunir ces Personnes afin que les stagiaires puissent profiter de leur expérience .

LES CONDITIONS DE DEROULEMENT

Lieux principal du stage : Le chantier de DANIEL BORD
à Feste-saint-André (Aude)

-du 24 AOÛT- 1 SEPT. 1985 : Organisé par H. & H. avec Antti Lovag Habitologue . Ce fut la première rencontre avec la technique du ferrailage selon la technique d'Antti , pour ce faire : réalisation de l'hémisphère de l'atelier (6m Ø) , puis différentes ouvertures avec utilisation de gabarits .

-du 29 MARS- 5 AVRIL 1986 : Les différentes pièces sont ferrées , les ouvertures en partie terminées , durant cette période nous avons réalisé le ferrailage de la terrasse , ainsi que la porte d'accès au séjour et l'ouverture de la cuisine . Nous avons aussi fait des essais de mise en place du tissu de coffrage .

-Stage du mois d'AOÛt 1986: Organisé par l'association sur trois chantiers : 6 jours avec ANTTI LOVAG à Tourette^r-Sur-Loup , 3 jours à Fontaines-Sur-Saône sur le chantier d'une habitation dont le ferrailage est réalisé par JOEL UNAL , et 3 jours chez Daniel Bord afin de continuer sa terrasse . Le programme permettait de prendre connaissance d'autres techniques du voile de béton possible , ainsi que la visite de la villa de l'Esquilon , puis la projection du mortier chez Daniel .

-du 8 au 14 SEPT. 1986 : Daniel entre temps avait projeté les parties basses de chaque bulle nous avons continué la terrasse et ses problèmes de finition , ainsi que le début de projection de la partie couverte du hall.

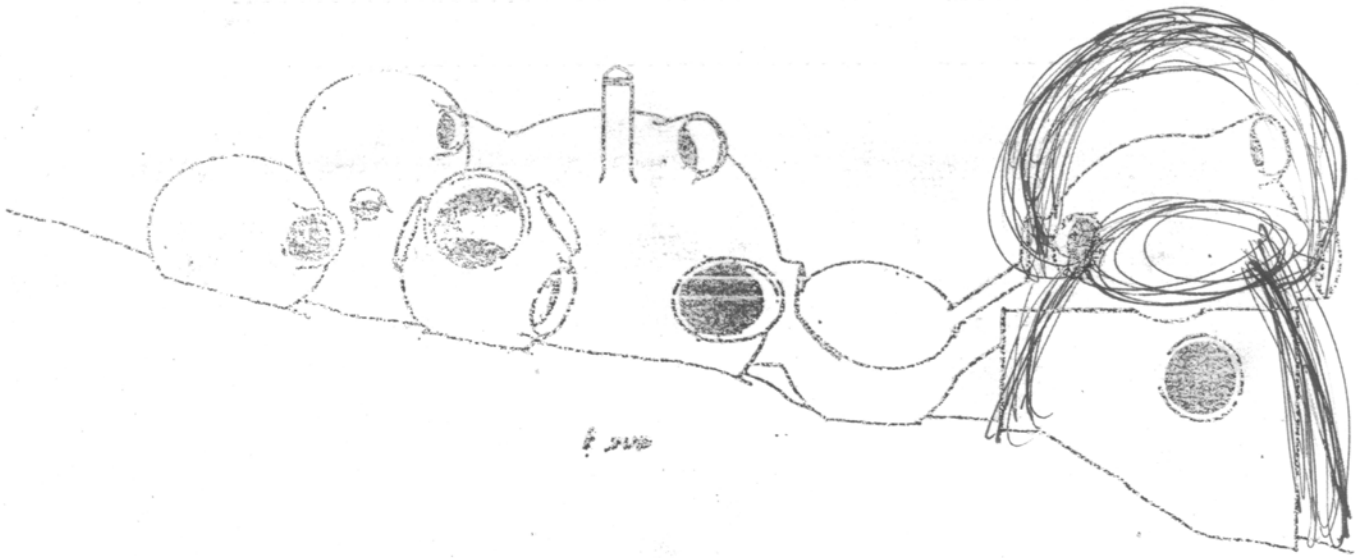
Prochaine période prévue chez Daniel , durant les vacances de pâques , afin de réaliser l'isolation extérieure et l'étanchéité . Daniel aura réalisé tout les planchers du rez-de-jardin , afin de mieux circuler avec le matériel de projection .



PRESENTATION DU PROJET D'HABITATION DE DANIEL BORD

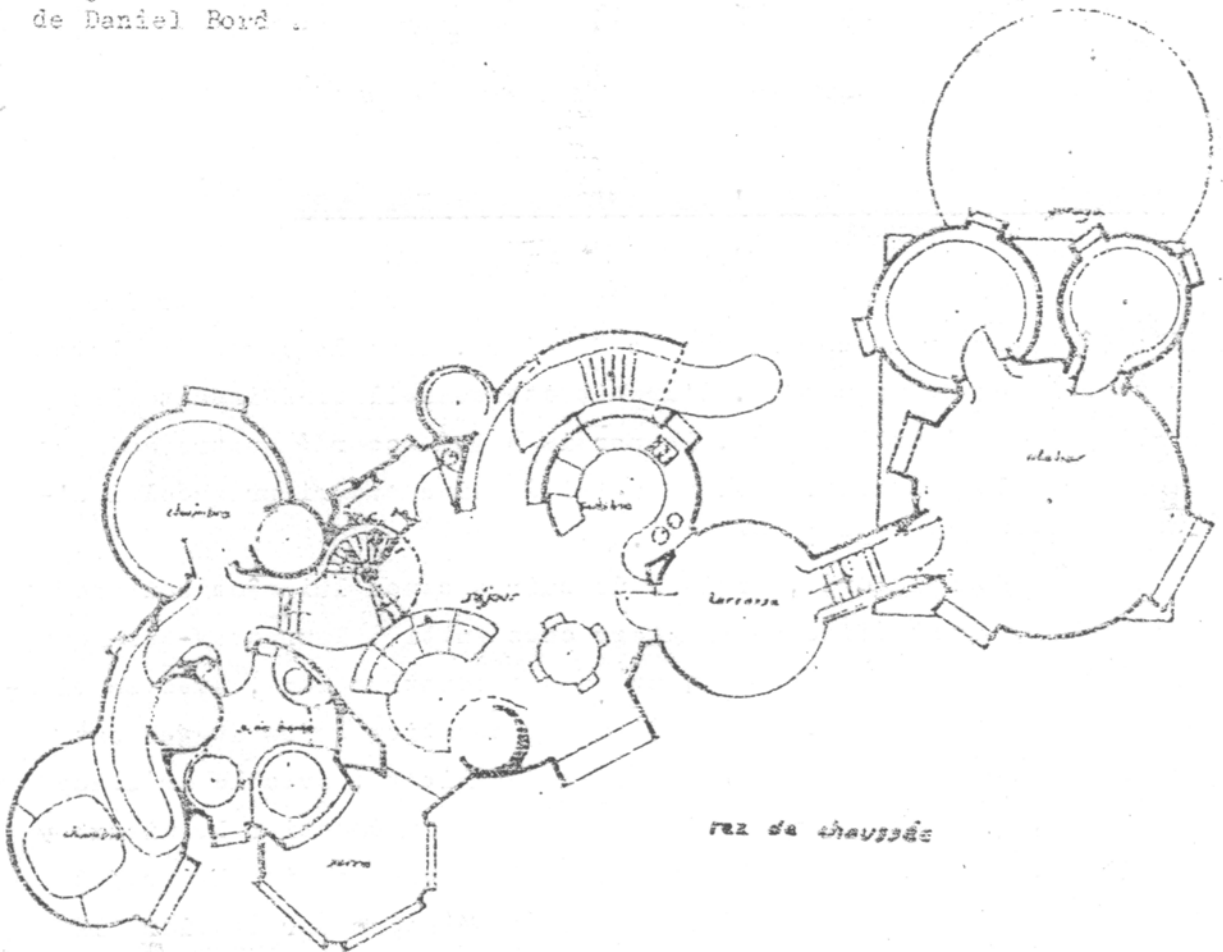
Après avoir déposé sa demande de permis de construire il a dû apporter un complément de dossier , sous la forme de photos du terrain et de maquette . L'architecte conseil connaissait les réalisations d'Antti Lovag . Le permis a été accordé quatre mois et demi après la demande , dans un délai à peine supérieur à celui d'une construction traditionnelle .

Daniel Bord , artisan du cuir a conçu lui-même son projet de 160 m² , ayant effectué un stage chez Antti à Tourette-sur-Loup il décida de réaliser les travaux en autoconstruction , avec sa bienveillante assistance . Dès le début du chantier , des stages ont été organisés par l'association Homme & Habitat , avec la présence d'Antti , afin que Daniel puisse démarrer son chantier le mieux possible . Nous verrons à la fin de cette étude combien le projet initial a subi de modifications , mais commençons par étudier la technique afin de mieux comprendre ses possibilités .

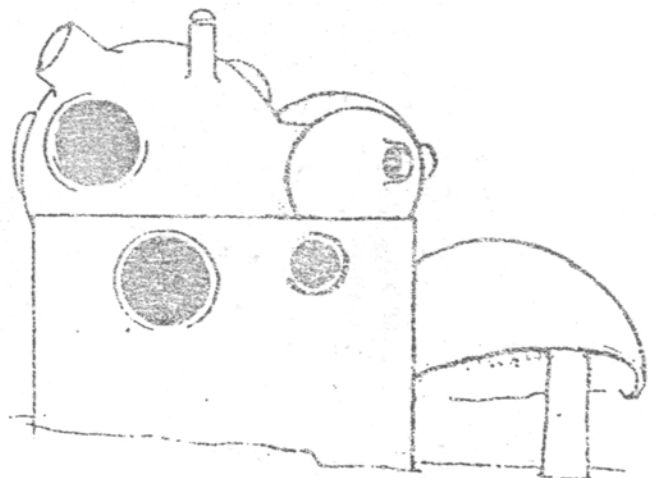
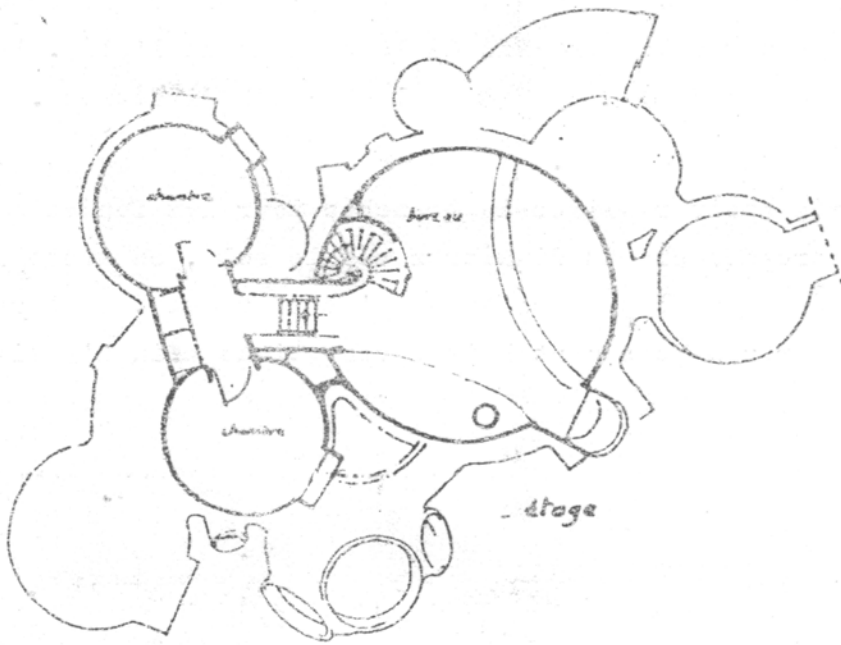
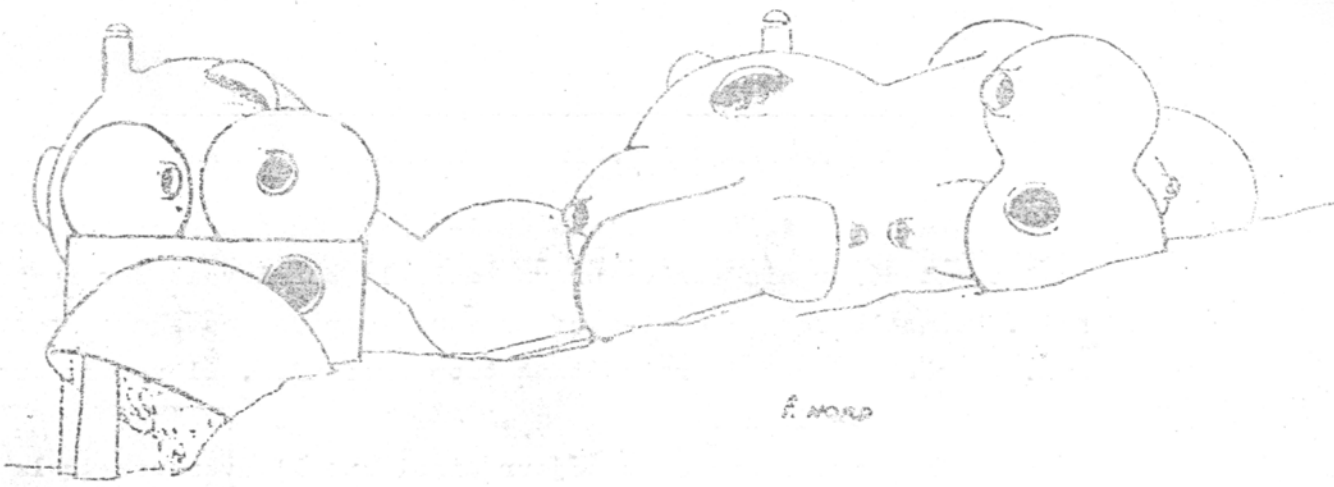


1. 210

Projet d'habitation
de Daniel Bord .



rez de chaussée



R E A L I S A T I O N D E L A T E R R A S S E

La forme initiale d'une demi-sphère inclinée a été gardée mais elle est désormais posée sur un socle la surélevant par rapport au sol . Le socle est un demi-oeuf traversé par un passage en partie basse . La roche à cet endroit étant trop profonde , il repose sur des semelles gros-béton .

La porte d'accès du séjour ainsi que l'ouverture de la cuisine restent ,mais l'escalier initialement prévu est placé de l'-autre coté afin de descendre sur le terrain , qui recevra après une piscine . En cours de ferrailage il a été décidé de réaliser une tonnelle afin de protéger la terrasse de la chaleur de l'été . Les dimensions choisies sont de 4 mètres pour les grands diamètres .

MISE EN PLACE DES GABARITS .

Après avoir réaliser la tranchée pour les fondations et indiquer le centre des grands diamètres sur le sol , on monte la tour centrale destinée à supporter les tubes d'échafaudage . La tour est composée de deux roues possédant huit reservations afin d'y fixer les tubes .





L'axe de la tour est ici horizontal , mais on peut l'incliner ce qui permet de varier indéfiniment les volumes voulus si besoin est . Les roues peuvent être hissées à la hauteur choisie suivant les trois tubes verticaux qui les relient . Cela permet de fixer sur les huit tubes horizontaux une "ceinture" .



En fait c'est un cercle constitué par des aciers ceintrés ici de quatre mètres destinés à recevoir les gabarits et de les fixer , afin d'obtenir une forme régulière . Deux autres cercles de diamètre moindre sont fixés sur les trois tubes verticaux . Ils recevront en partie haute les gabarits de la terrasse et du socle .



" Pose des gabarits "



Une fois ces cercles dessinés dans l'espace en quelque sorte il ne reste plus qu'à fixer les gabarits .

Ce sont des barres d'acier cintrées à différentes dimensions . Le socle a un rayon de courbure plus grand 4m50 (gabarits rouges) , ceux de la terrasse 2m puisque destinés à former la sphère de 4m de diamètre .

L'échafaudage ainsi que les gabarits ont été aimablement prêtés à Daniel par Antti .

Nous verrons sur le chantier de Lyon notamment que l'on peut arriver à s'en passer , ou du moins à les remplacer par des poutrafils que l'on cintre à la forme voulue manuellement .

Les gabarits mis en place on peut deviner la forme que l'on obtiendra . Il ne reste plus qu'à consolider l'échafaudage permettant la circulation , afin de passer à la phase suivante .

C'est à dire le ferrailage .



" GABARITS & ECHAFAUDAGE "
" Marquage de l'intersection des deux
volumes par un fer tor de 8mm "



" La première couche de fer
horizontale est posée "

Le fer utilisé est du fer tor de 6 mm , sauf pour l'intersection et ses deux renforts en 8 mm . On pose une première couche horizontale espacée de 24 cm , les raccords sont de quatre fois le diamètres .

Comme la terrasse est une demi sphère inclinée , il convient de ne pas tout ferrailer mais de laisser une longueur suffisante , afin de réaliser le rebord de la terrasse . La deuxième couche est verticale ; on commence par le plus grand diamètre en y plaçant un fer , elle est attachée à la première .



L'autre couche est aussi verticale , mais on commence perpendiculairement à la précédente . Cela permet de trianguler le quadrillage obtenu et donc de le rendre indéformable .

Le fait d'utiliser trois couches donne une plus grande souplesse d'utilisation : le ferrailage plus solide rend la circulation plus aisée , on peut y grimper , s'y agripper et par la suite pour des petits diamètre l'étayage lors de la projection, n'est pas nécessaire comme c'est le cas ici .

IL est à noter que le socle en partie basse sera renforcé , après la pose de la troisième couche , par une ceinture en barre de 8 mm pour absorber les efforts agissant sur cette partie . En effet comme pour une coupole il faut combattre les efforts résultant . Le ceinturage est généralisé pour chaque hémisphère , il commence au niveau de chaque plancher .

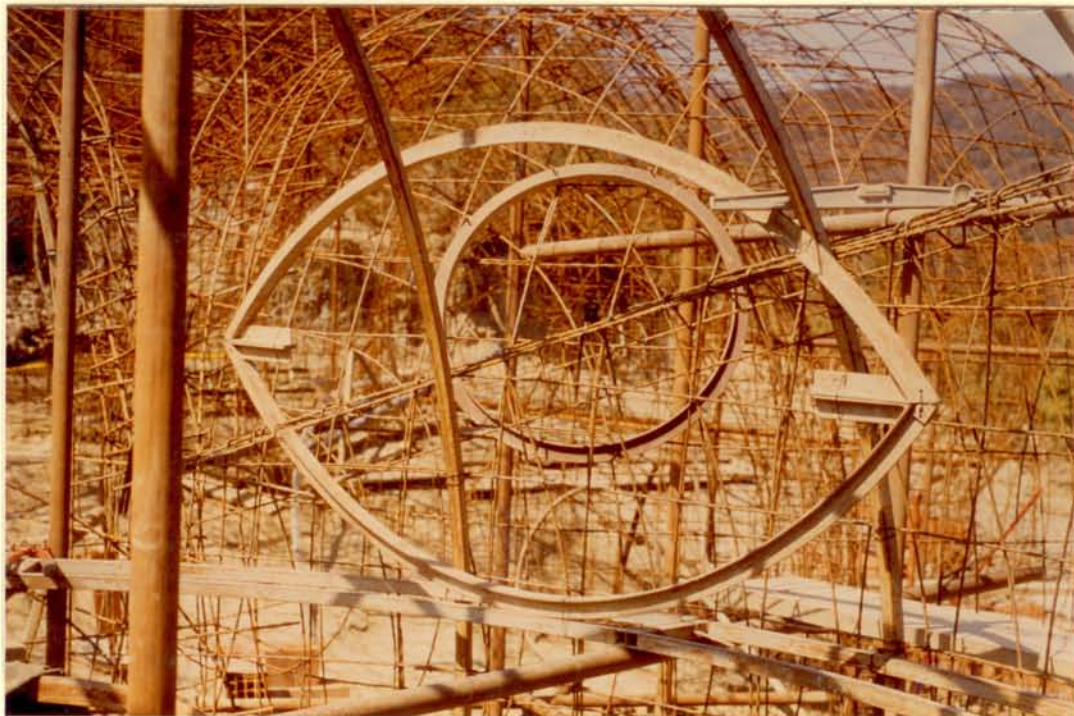


Comme le montre la photo , pour réaliser le rebord de la terrasse les fers sont retournés dans le plan de coupe , pour former la demi sphère .

Le fer du rebord intérieur est renforcé par un autre , placé à une dizaine de centimètres environ

Il est important de doubler de la même façon chaque coupe , intersection que subit le ferrailage.





REALISATION DE LA
FENETRE





Par la pose des gabarits on obtient la forme souhaitée si sur le plan du projet une ouverture ronde était signalée , la forme originale donnée par les deux arcs de cercle permet une ouverture plus importante , afin de favoriser la vision . Cela a été décidé sur place en fonction des gabarits lors de sa réalisation . Cela permet une liberté de forme infinie , mais plus celle-ci est complexe plus les finitions demanderont de temps lors de la projection .

Après avoir placé les gabarits on les joint régulièrement par des fers droits avec un espacement maximum de 24 cm environ . Puis on ceinture ces fers aux endroits remarquables (intersection : fenêtre-cuisine , fenêtre-terrasse et position du futur dormant) . Après on choisit la découpe de la fenêtre au dessus du rebord , en y plaçant un fer . Il ne reste plus

qu'à renforcer le ceinturage , retourner les fers afin de rigidifier la découpe . Les fers de la terrasse sont coupés et retournés dans

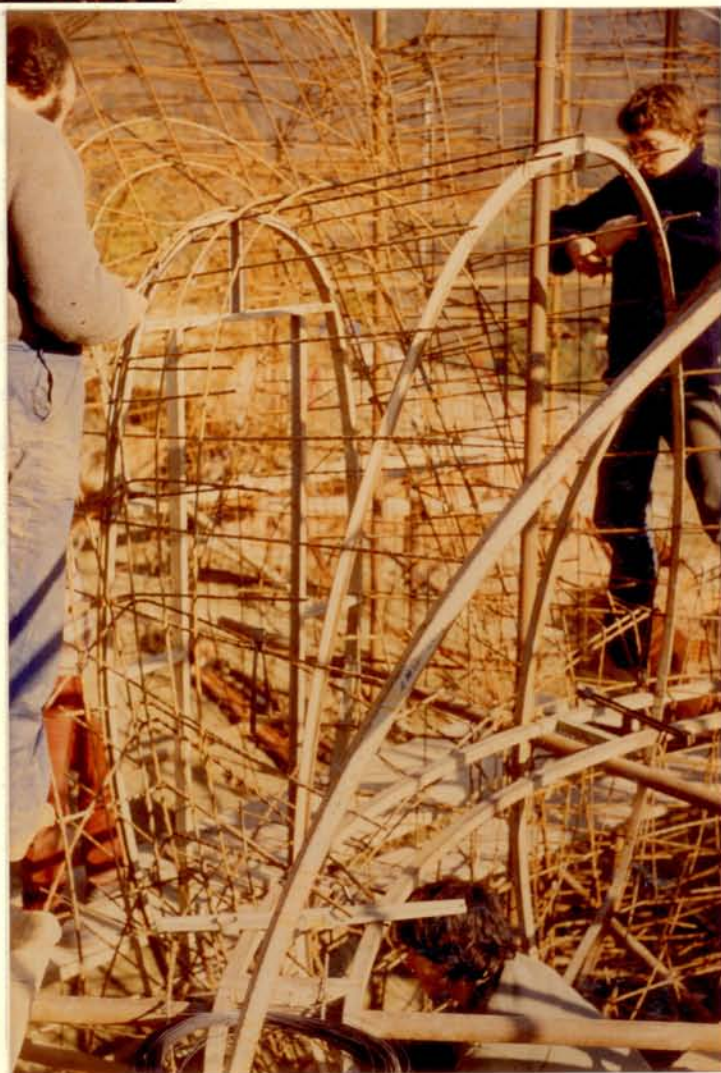
l'épaisseur de l'avancée de fenêtre et inversement . Après on renforce l'intersection par un fer .





O U V E R T U R E

TERRASSE -----SÉJOUR



La technique de réalisation est la même que pour la fenêtre , après avoir placé le gabarit de la porte au bon niveau , on a posé un anneau sur le ferrailage du séjour afin de relier celui-ci au haut du gabarit .

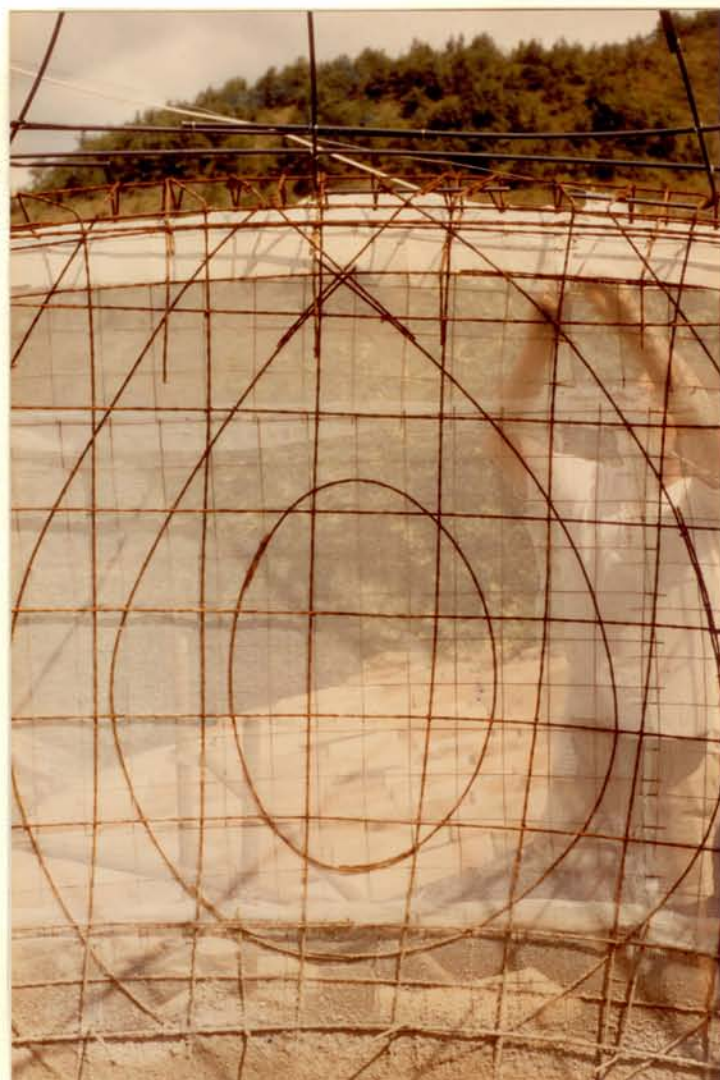
L'épaisseur de l'ouverture est réalisé en utilisant un autre gabarit plus grand , on y place des fuyantes , comme pour la fenêtre , et on choisi la découpe de cette avancée . On renforce en plaçant d'autres fers l'intersection avancée-séjour est doublée de part et d'autre par une barre à 10 cm environ , une fois ce travail achevé on peut découper les fers obstruant le passage au séjour , et les retourner dans l'épaisseur du ferrailage .

le fer de la découpe est doublé pour rendre indéformable le ferrailage , cela évitera les déformations éventuelles .



LA TONNELLE : Daniel a utilisé du fer rond de 10 mm recouvert d'antirouille qui sera peint par la suite . Placé d'une manière libre sur les gabarits laissés en place , il a obtenu une forme en continuité avec la demi-sphère de la terrasse . Les fers sont scellés dans l'épaisseur du rebord .

"Matériaux de coffrage"



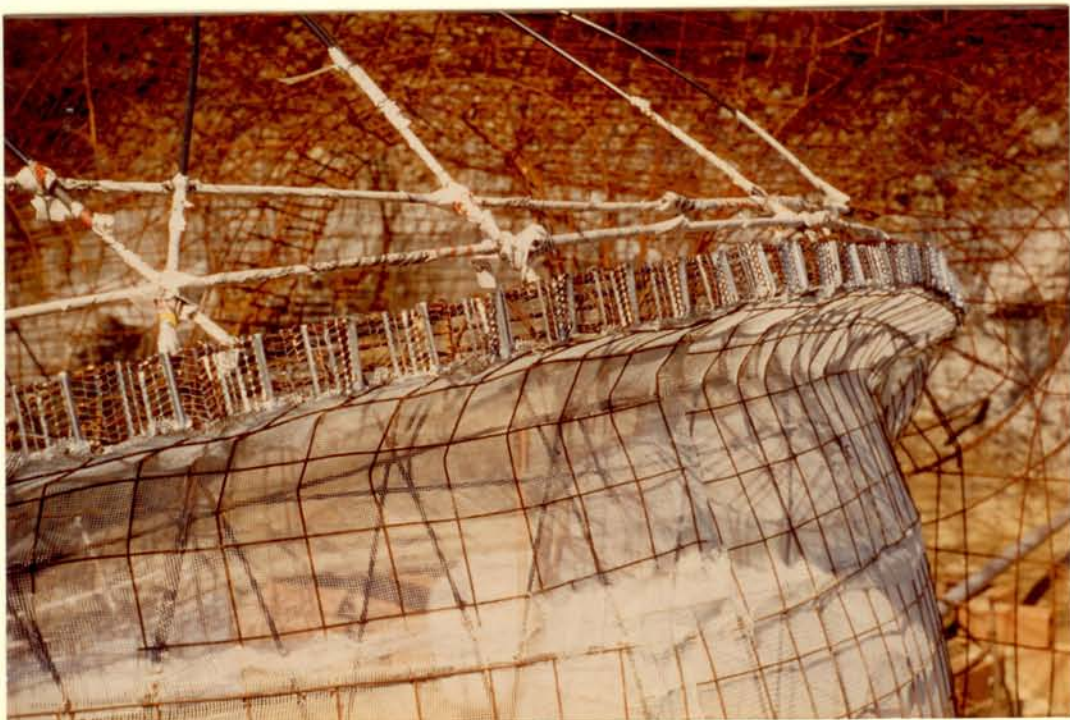
"Visualisation des trois couches"

Des réservations réalisées par des sections de tuyau en pvc sont placés pour l'emplacement futur de l'éclairage . Les gaines d'électricité sont fixées au ferrailage après la pose du tissu de coffrage .



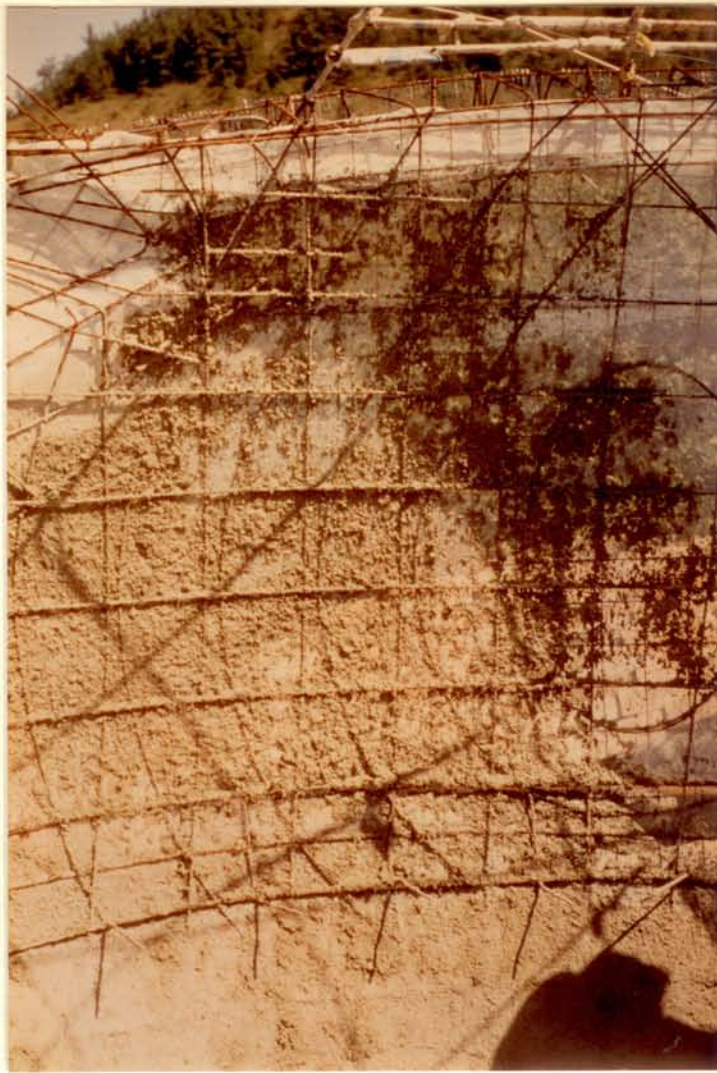
LE COFFRAGE : Une fois le ferrailage fini , on procède à la pose du coffrage , plusieurs matériaux existent , le nerlat , le nergalto ou toute sorte de métal déployé équivalent . Bien que leur prix est de l'ordre de 25 F le m² , Daniel a choisi d'utiliser le tissus de fibres de verre tendus sur treillis soudé , plus économique (18 F le m²) pour lui à l'achat ; malgré une préparation nécessaire avant la mise en oeuvre afin d'obtenir des panneaux de 2 m² ou des raccords .

Le tissus doit être posé afin qu'il retienne le mieux possible le mortier de projection , du fait des doubles courbures une sphère par exemple , obligera à poser en partie basse le coffrage à l'extérieur du volume et en partie haute à l'intérieur , le tissus devant être pris en sandwich entre les fers et le treillis . Pour la réalisation de parties délicates on utilise le nergalto .



LA PROJECTION



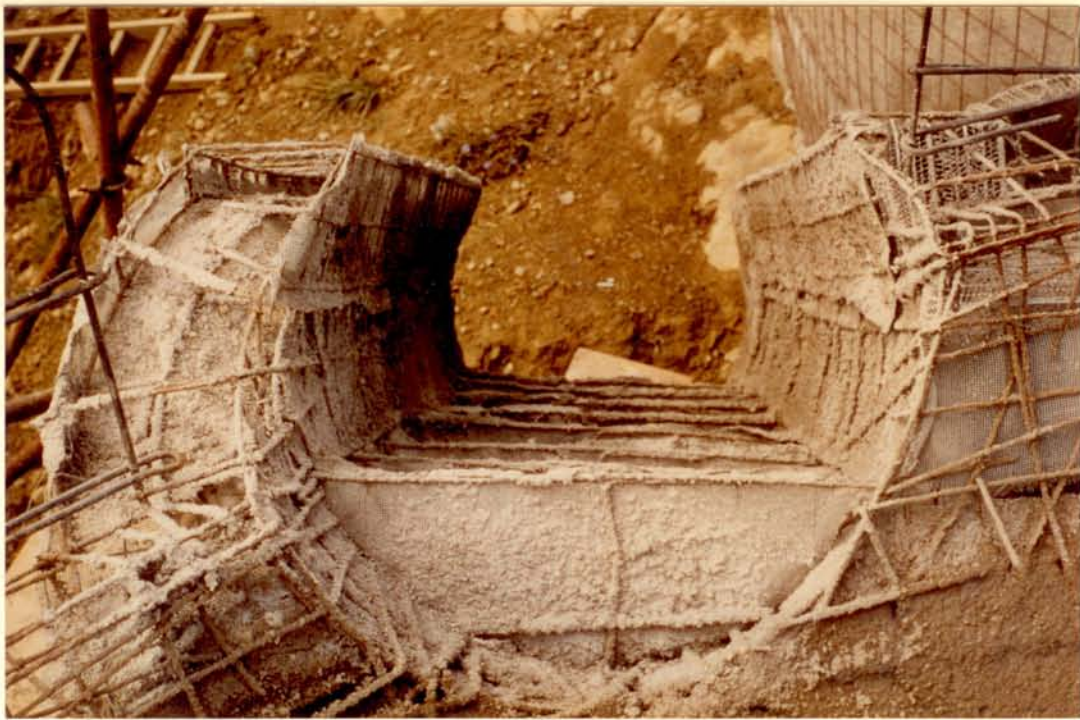


La composition du mortier projeté est la suivante :

- pour deux brouettes :
- 13 pèlles de sable (0 à 0,8)
 - 2 seaux de ciment 45 (25 Kg)
 - ½ seau de chaux (10 Kg)

Pour obtenir l'épaisseur du voile de béton de 7 cm environ il faut procéder par plusieurs couches impérativement . Sinon la projection massive de béton sur l'ensemble d'une paroi , ne peut pas être supportée par le ferrailage qui subirait une énorme contrainte risquant sa déformation .

La première couche de sallissage est destinée à rigidifier le tissu , elle doit être uniformément répartie , et la trémie de projection doit être inclinée de part et d'autre du fer de façon à remplir l'espace qui le sépare du tissu , et qu'il soit bien noyé dans le mortier . Quand on procède par étape comme ce fut le cas pour le hall , on prévoit de laisser une bande de 20 cm de tissu vierge afin de mieux raccorder la prochaine étape .



La finesse de la première couche entraîne une prise rapide du mortier projeté , quand elle est suffisamment dure , on procède à une autre projection plus épaisse .

Elle doit en effet couvrir l'espace entre les fers horizontaux , comme la première il faut veiller à bien noyer les fers.

Après la projection on commence à dégrossir la paroi en lissant , à l'aide de "dés" de mousse de polyuréthane , de façon à éviter les trop grandes surépaisseurs , notamment sur les fers horizontaux .





Après prise de la deuxième la troisième projection recouvre les fers horizontaux , elle se réalise peu à peu de façon à pouvoir lisser correctement , éviter les manques et obtenir ainsi la forme définitive voulue . Cette phase beaucoup plus longue que les précédentes demande un soin particulier .

Quand il s'agit de parois extérieures une quatrième opération consiste à recouvrir le treillis de mortier et d'obtenir une surface propre, avant cela on brûle au chalumeau les surplus de tissus de fibre de verre .



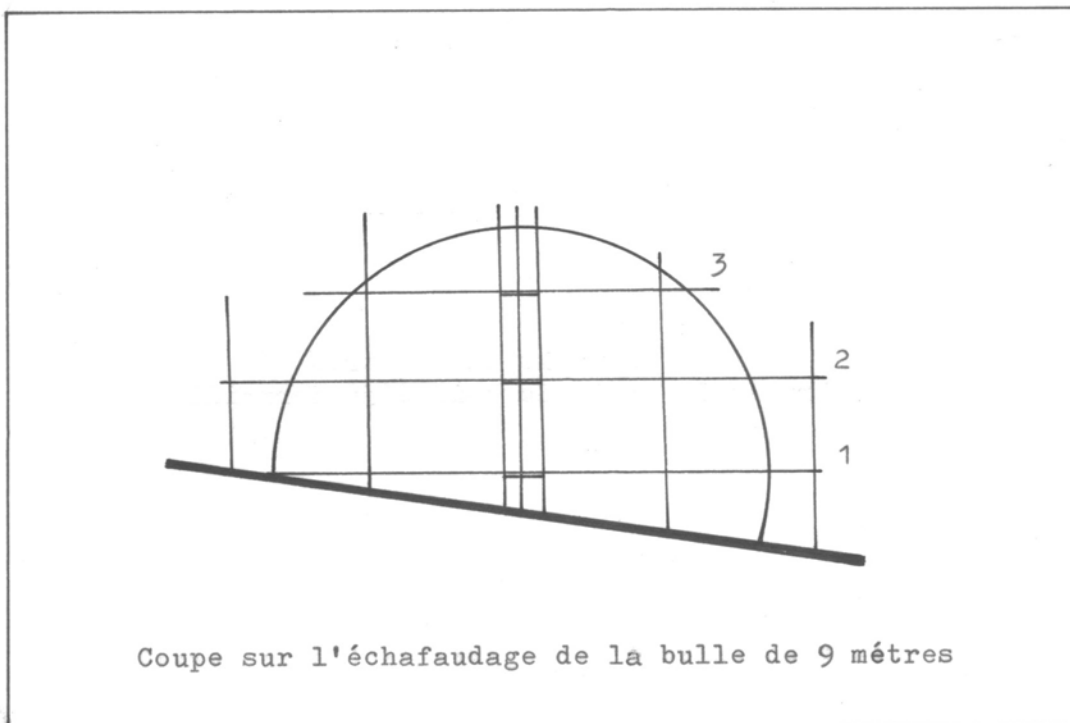
Comme finition pour la terrasse , il est prévu un enduit d'étanchéité recouvrant le mortier qui a une épaisseur de l'ordre d'une dizaine de centimètres .



La finition du rebord de la terrasse s'est effectué durant le stage du 8 au 14 Septembre , elle a exigé une journée de travail à deux afin d'obtenir une arête régulière .

Avant la mise en place des gabarits le terrain avait été décapé au bulldozer jusqu'à la roche . Il n'y a pas eu de fondations . lors de la mise en place du ferrailage , les barres de fer à béton étaient enfoncées dans la roche en faisant des trous à la perceuse .

La méthode de ferrailage est la même , suivant la dimension voulue on choisie les gabarits . Daniel a commencé par réaliser deux bulles une de 4m50 la salle de bain puis une de 6m la chambre du rez de chaussée . Pendant le stage du mois de Juillet 1985 , l'équipe a réalisé la mise en place des gabarits et le debut du ferrailage de la bulle de 9m du séjour , qui a demandé un échafaudage assez important :



Coupe sur l'échafaudage de la bulle de 9 mètres

En plan la bulle de 9m est divisée en seize parties au lieu de huit pour les petites bulles , ceci afin que l' écartement entre les gabarits ne soit pas trop importants . Il y a donc :

- 3 tubes pour la tour centrale ;
- 16 tubes horizontaux pour le 1° étage d'échafaudage
- 16 tubes verticaux pour le 1° et 2° étage
- 16 tubes horizontaux pour le 2° étage
- 8 tubes verticaux et 8 tubes horizontaux pour le 3°

Au total 67 tubes , plus 6 pour contreventer .

L'échafaudage est revenu à 10 000 Francs .

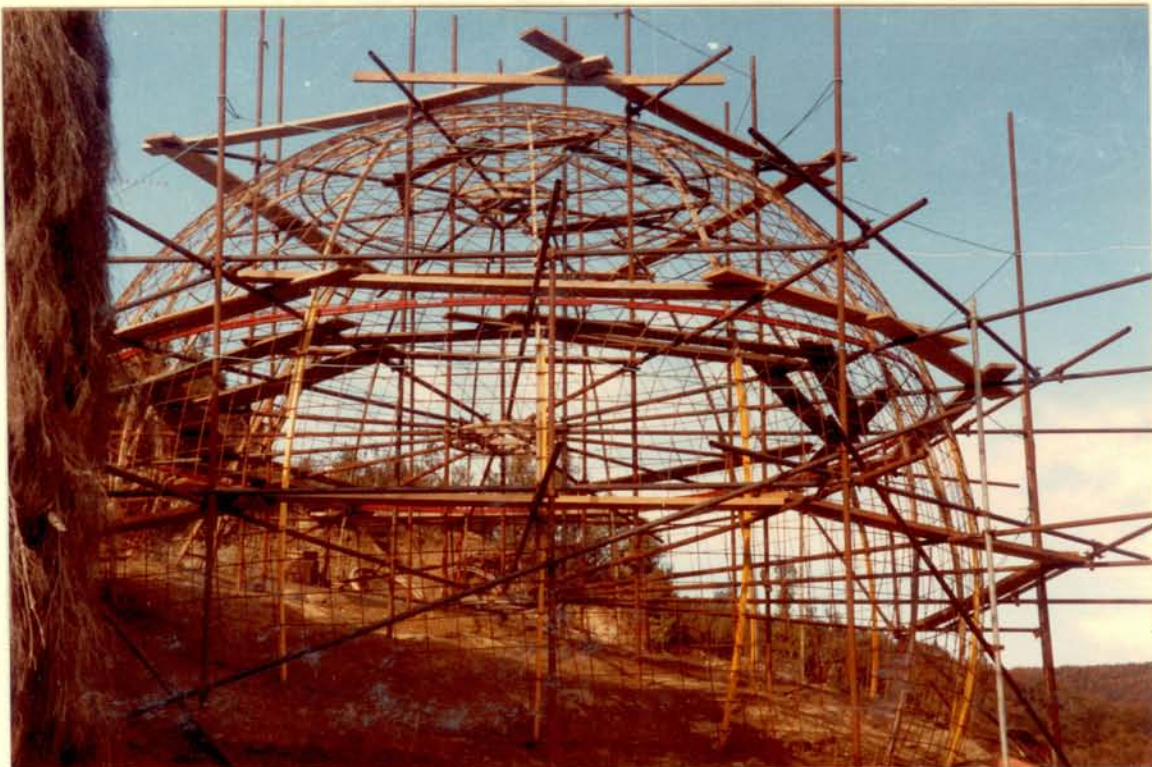
Avant la mise en place des

Lors de la phase de projection pour les grandes parois , il sera bon de placer convenablement le béton , c'est à dire de charger les parties où le béton travaille en compression , mais la surepaisseur sera de l'ordre de quelques centimètres . En posant le tissu du bon coté , on peut facilement l'obtenir .

Daniel en constatant le travail considérable que représente déjà la projection , chercha une autre solution pour réaliser les parois plus rapidement , surtout pour celles destinées à recevoir l'isolation

Au début du chantier , le choix s'était porté tout naturellement sur la solution "classique" , mais coûteuse de la projection de mousse de polyuréthane revêtue de polyester armé de fibres de verre .

Mais en effectuant des devis par des entreprises spécialisées , cela revenait énormément cher , surtout qu'elles laissaient l'isolant



DEBUT DU CHANTIER :

L'échafaudage de la bulle de 9 mètres

La chambre et la salle de bain déjà ferrillées



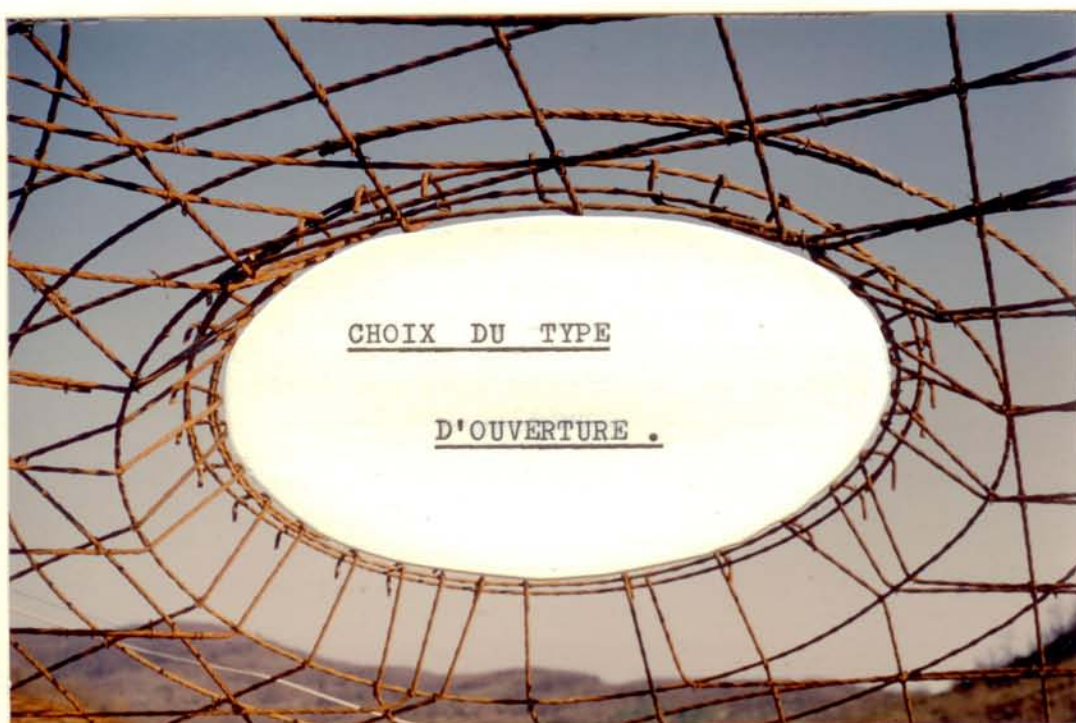


brut de projection , il fallait alors ponçer le polyuréthane afin d'obtenir des formes lisses . Ce travail pénible est dangereux , car la poussière obtenue est nocive , puis il faut appliqué le polyester , matériau coûteux

Lors du dernier stage la discussion portait essentiellement sur ce problème : finalement Daniel fit des essais en employant des panneaux de mousse de polyuréthane de 5 cm , et actuellement cela semble satisfaisant , outre de très gros avantages sur le plan financier avec économie de temps , le polyuréthane se courbe en se comprimant dans son épaisseur sans se casser . Il le fait tenir à distance du ferrailage en le posant sur cales spéciales Le ciment accroche bien et le papier kraft sert de pare-vapeur . Il n'y a donc plus de tissus à poser , le lissage est d'un seul coté , prix à l'usine du polyuréthane 35 Francs TTC le m2 en 5 cm d'épaisseur , cela fait une économie de 100 Francs au m2 par rapport à la solution originelle . Un seul inconvénient , tout est projeté de l'intérieur , plus difficile , parce que plus de surfaces à projeter par dessous . Les joints seront effectués à la bombe contenant de la mousse de polyuréthane expansive . Le treillis non utilisé sera fixé dessus l'isolant , afin d'y accrocher un enduit traditionnel d'étanchéité .



L'ATELIER



Dans la réalisation des ouvertures la technique du voile permet une très grande liberté de choix , de forme d'-orientation . Antti Lovag utilise tous les types possibles d'ouvertures , pour l'ensoleillement , pour l'aération , pour la vue et pas seulement pour éclairer une pièce .

Par exemple : l'avancée des fenêtres permet de cadrer le paysage , de guider le regard , comme on le fait en utilisant une longue-vue , où en entourant ses yeux avec les mains pour se protéger du soleil . Elles jouent le rôle de grand angle ou de téléobjectif .



L'éclairage est principalement zénithal , en plaçant un hamac , ou une jardinière suspendue on peut se protéger du soleil d'été et l'ouverture de cette protection , permettra de profiter des bienfaits du soleil l'hiver .

Sur le projet les ouvertures peuvent bien sûr être indiqués , afin d'avoir une idée du matériel nécessaire , mais c'est surtout sur le terrain après avoir réalisé le ferrailage de la pièce que l'on peut réellement définir sa position , sa forme , ses dimensions , en fonction des réalités du site .



" OUVERTURE DANS LE HAMAC DU SÉJOUR "

" OUVERTURE DU SÉJOUR "

" DERRIÈRE , CELLES DE LA SERRE "

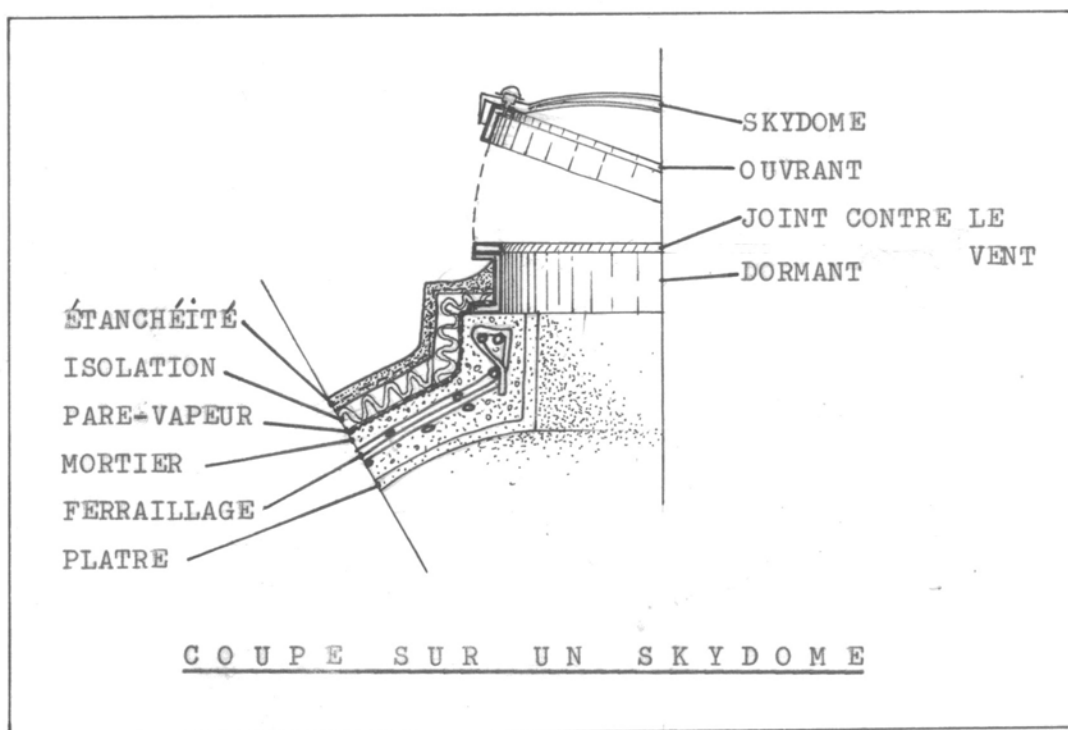


Daniel , quand il réalisa le ferrailage de ses ouvertures , profita de cet avantage qu'offre le voile de béton . AU point de vue de la technique de réalisation choisie , l'utilisation d'ouverture , ronde , ovale dans le bâtiment est peu répandue ; ce qui se traduit par des produits relativement coûteux , et il faut quand même les adapter au voile .

Les baies fixes ou ouvrantes , peuvent être réalisées en 'plexi' ou en verre trempé , pivotant sur deux axes standards , et venant plaquer sur des joints en mousse souple à la façon d'un volet de vanne papillon : un simple volume en verre trempé réalise sans complication une fenêtre ouvrante d'une grande simplicité , jusqu'à un diamètre de deux mètres (axe pivotant vertical pour les volumes de plus de 1,5 m de diamètre), pour des questions de tenue mécanique du verre . LES verres peuvent être découpés à n'importe quelle forme , avant la trempe .

Les éclairages zénithaux par skydôme sont très complémentaires à l'architecture du voile de béton . Daniel les a achetés , dès le début du chantier , en Italie , ce voyage lui permis de réaliser une économie appréciable , jusqu'à 50 % par rapport au même produit en France et ce malgré la taxe de passage .

Les costières vendues dans le commerce , ne sont pas très solides à l'usage , si on peut se le permettre , il vaut mieux les fabriquer artisanalement en acier profilé cintré .





OUVERTURES CONÇUES PAR ANTTI LOVAG SUR LE CHANTIER DE
LESQUILLON — THÉOULE





Eclairage zénithal de la cuisine suspendue
au ferrailage du séjour

Il est évident que l'on peut améliorer les ouvertures au point de vue étanchéité , par la forme de l'avancée , afin de s'abriter du vent , ou de pouvoir permettre une meilleure évacuation des eaux de pluies .

N'ayant pas encore effectué la réalisation d'ouverture chez Daniel , je n'ai pu me rendre compte de la difficulté de pose , ce sera l'objet d'un prochain séjour .

P R E M I E R E E S T I M A T I O N D E C O Û T

Ces quelques chiffres permettront de se faire une idée de ce que peut coûter une habitation en voile de béton . La solution de l'auto-construction permet de le réduire considérablement , mais encore faut-il pouvoir disposer d'un capital Argent-Temps suffisant .

Ce n'est qu'en choisissant des solutions à la fois économiques et efficaces , que l'on peut réduire le coût , l'expérience dans ce domaine est donc primordiale .

D'après les premiers calculs effectués avec Daniel , nous pouvons maintenant que le ferrailage est presque achevé , à part quelques détails de finition , faire un premier calcul :

Quantité de fer tor utilisée :

- Tor Ø 6 mm :	2181 KG	, PRIX :	11.791 Francs
- Tor Ø 8 mm :	1927 KG	,	13.701 Francs
- TOR Ø 10 mm :	412 KG	,	2.078 Francs
- 6 rouleaux de treilli soudé		:	4.511 Francs
- Fil recuit pour les fixation		:	1.702 Francs
		TOTAL :	33.783 FRANCS

Cette quantité à permis de réaliser :

- En fer tor de 6 mm :
 - L'entrée
 - La lingerie
 - 2 chambres (Bulles de 4 mètres)
 - Hamac
 - Serre (B. DE 4 mètres)
 - Terrasse (2 B. DE 4 m)
 - Cuisine (B. DE 3,80 m)
 - L'escalier
 - Le couloir

Il faut compter environ l'équivalent de dix bulles de 4 mètres de Ø soit 200 KG de Fer pour une , soit environ 1100 FRANCS pour réaliser le ferrailage complet d'une bulle de 4 mètres de diamètre .

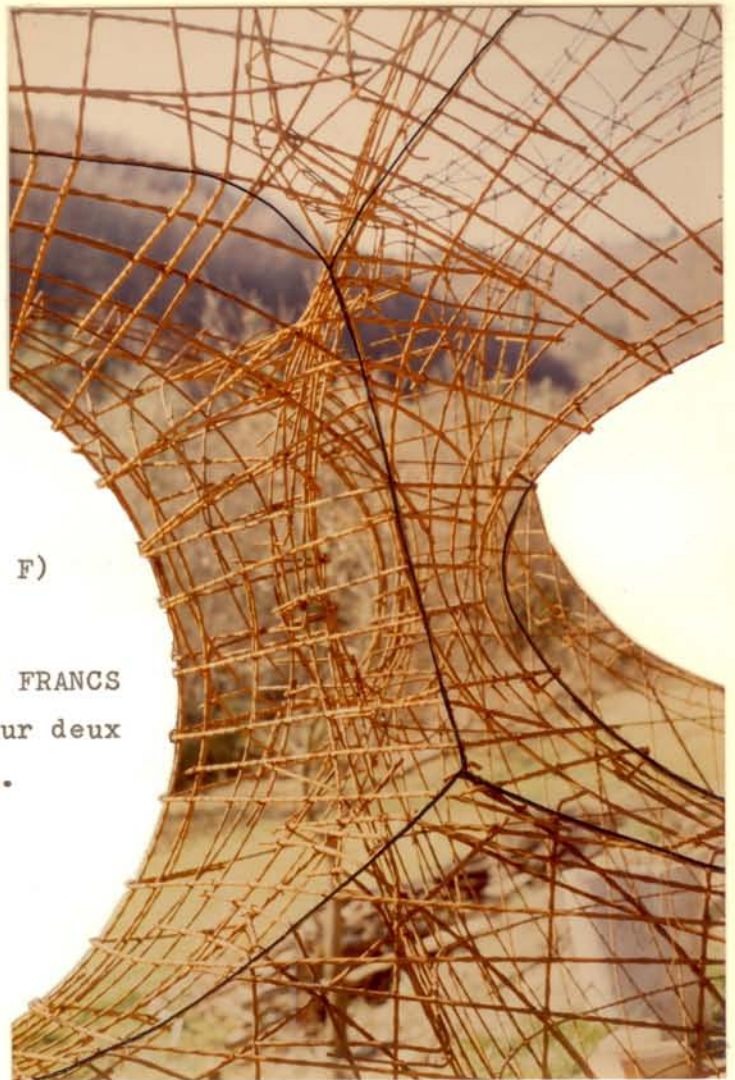
- EN fer tor de 8 mm :
 - Séjour + Hamac (le grand , B. de 9 m)
 - L'atelier (B. DE 6 m 20)
 - La salle de bain (B. de 4 m 50)
 - LE restant est pour la piscine future

Pour une bulle de 4 m de \varnothing , soit 50 m² de coque avec une hauteur de 3 m et une surface au sol de 12,50 m² nous avons :

- ferrailage : 200 KG ---- 1.100 F
- isolation : 35 F/m² --- 1.750 F
- projection : 2,5 m³ ---- 1.200 F
(12 sacs/m³---30 sacs x 40 F = 1.200 F)
- sable ----- 500 F

T O T A L M A T É R I A U X : 4.550 FRANCS

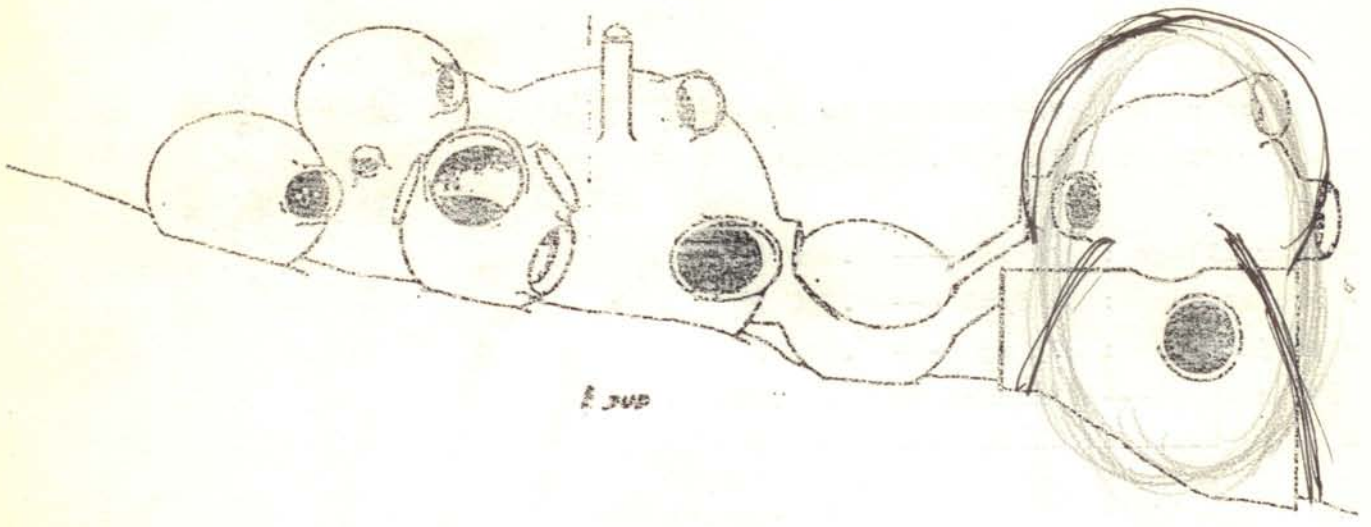
Cela représente un mois de travail pour deux personnes , soit un total de 320 heures .



Le matériau pour le gros oeuvre revient donc . pour la paroi~~ç~~ à 91 FRANCS DU M² de coque , soit $4.550 : 12.5 = 364$ Francs le m² , on aura donc pour une habitation de 160 m² à effectuer un achat de l'ordre de 58.240 FRANCS ; afin de pouvoir réaliser la coque . Bien sûr reste le problème de la main d'oeuvre , car pour la réaliser il faut compter une année de travail effective , à deux .

Ces chiffres ne sont qu'approximatifs , mais ils permettent d'estimer la quantité nécessaire de matériaux , qui sont quand même moindre si on compare aux nombreuses constructions habituelles en maçonnerie .

Bien qu'ayant essayé d'estimer cette quantité dès le début du chantier , Daniel par le calcul sur papier n'a pu , faute de données suffisantes , commander en gros le matériel afin de réaliser une économie non négligeable .



D I F F E R E N C E E N T R E P R O J E T I N I T I A L

E T C E L U I R E A L I S E .



Par cette étude du chantier de DANIEL BORD , nous avons pu nous rendre compte au fil des stages de la façon , dont il s'appro-
-pria cette technique . Le projet ne resta pas figé , il évolua
sans cesse , et de nombreuses modifications virent le jour .

Outre le changement de forme des volumes ,(les deux bulles
superposées deviennent un oeuf) , des ouvertures , l'atelier venant
au Nord accolé au projet , et non sur l'habitation existante , qui
sera modifiée une fois le chantier actuel fini ; ce sont les consé-
-quences des possibilités innombrables d'adaptabilité du voile de
béton . Cela permet l'obtention d'une habitation sur mesure , qui
correspond le mieux possible aux désirs de ceux qui la réalisent .

Le fait de réaliser les parois en ferrailage d'abord ,
permet de visualiser rapidement ce que sera l'habitation , et donc
de vivre complètement son projet : chaque problème peut être étudié
à sa dimension réelle sur place .

Le temps peut être une contrainte pour certain , mais ne vaut
il pas mieux le passer sur le terrain principalement plutôt que sur
sa planche avec des hypothèses utiles mais non vécues réellement .
Le projet défini les grandes lignes d'organisation de l'espace , mais
nous avons vu qu'elles peuvent subir des modifications sans trop de
problème . Cela demande une autre façon de concevoir , de construire
l'autoconstruction est une solution , mais il faut avoir les ressources
suffisantes , la volonté et puis tout le monde n'a pas la facilité
de Daniel à manier cette technique .

D'autres solutions existent , par exemple JOEL UNAL , que
nous verrons au chantier de Lyon , réalise le ferrailage de tout
projet , il s'est associé avec une entreprise pour la projection,
mais les prix sont quand même élevés . Il est pensable que d'ici
quelques années , le nombre de chantier employant cette technique
augmentera , une équipe bien organisée pourrait répondre aux souh-
-aits de gens désireux d'avoir eux aussi un habitat différent .



VISITE DES AUTRES CHANTIERS



MAISON GAUDET A TOURETTE^R-SUR-LOUP
Vue générale du chantier

06140 VENCE



PRESENTATION DU CHANTIER

L'habitation demandée à ANTTI par un riche commanditaire lui permit de réaliser des expériences nécessaires pour mettre au point les techniques du voile . Profitant du site extraordinaire , ce chantier devient la zone d'expérimentation où de nombreux stagiaires se rencontrèrent . La première habitation réalisée suivant la technique du voile de béton avec isolation en mousse de polyuréthane s'y trouve , c'était une "maquette" grandeur nature , aujourd'hui elle est le lieux de résidence d'Antti .



Pour ce chantier la technique du ferrailage est la même que précédemment , l'utilisation de gabarits permet d'obtenir les volumes , l'intersection entre les pièces n'est pas forcément un simple cylindre , mais souvent une petite sphère , qui donne une autre dimension au lieu de passage , une autre sensation beaucoup plus riche . Commencé en 1968 , après de nombreuses péripéties , il semble bien que ce projet sera finalement achevé , et qu'il sera l'occasion d'expérimenter de nouvelles techniques .



" Les aciers sont enfoncés dans la roche"





C O F F R A G E
A V E C
U T I L I S A T I O N
D E
N E R G A L T O



" UN BARRAGE APPUYANT DE PART ET D'AUTRE DU ROCHER SERA CONSTRUIT A CET ENDROIT .



La dernière technique mis au point par Antti a vu le jour à cause des inconvénients , que la projection de polyuréthane entraînait ainsi que l'emploi du polyester . La recherche d'un seul matériau capable de réaliser la coque est un des buts de Antti Lovag . C'est pour cela qu'il eut l'idée d'employer du "béton-styrène" , c'est un mélange de billes de polystyrène avec

du mortier et de l'ammoniaque pour favoriser l'homogénéité . On obtient ainsi une paroi d'une épaisseur de l'ordre de vingt centimètres , afin d'avoir une résistance thermique suffisante .

Un seul problème : la mise en oeuvre , ce mélange est coulé entre deux coffrages , il faut donc réaliser deux couches de ferrailage . Pour cela Antti utilise des poutrafils triangulés ou carrés , dont il manque un ou deux fers , afin de pouvoir les courber facilement sur le ferrailage ils sont posés de façon régulière à 50 cm environ , et donnent ainsi l'espacement nécessaire . Pour faciliter le coffrage , il faut des formes simples .





ENTREE DU STUDIO
DONNANT DANS LE
COULOIR



FERRAILLAGE
DU COULOIR
CIRCULAIRE
RECOUVERT
DE
POUTRAFILS

Après avoir fixé les poutrafils on les rend indéformables en plaçant les fers manquant , et on fixe une couche de fer horizontale pour pouvoir y fixer le matériau de coffrage . Les gaines sont incluses dans la paroi .

Après coulage , on pose un enduit traditionnel d'étanchéité et à l'intérieur une mince couche de mortier pour ragréer , puis une de plâtre, après la finition peinture ou enduit .

A Tourettes-sur-loup , le studio d'amis est réalisé , composé d'un Séjour-chambre-cuisine et d'une Salle de bain :



INTÉRIEUR DU STUDIO D'AMIS





LIAISON SEJOUR-SALLE DE BAIN

Fond de la Salle de bain ;
cette partie cylindrique
une penderie "tournante" .



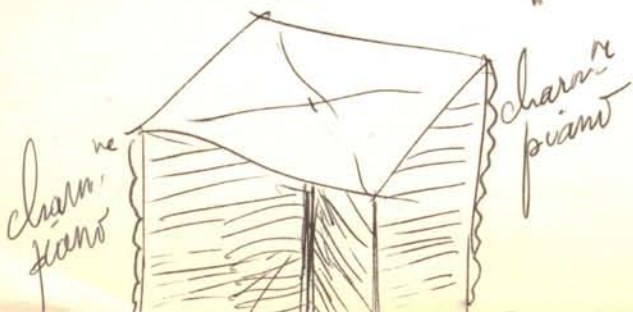
Vue depuis la S.D.B. , un grand
ouvrant éclaire le coin repos .



L'emploi de cette technique est quand même aussi chère que l'ancienne , mais elle est plus rapide et moins dangereuse . La solution employée par Daniel est plus longue , mais moins onéreuse. Le choix de la technique dépend beaucoup des conditions d'exécution .

ANTTI LOVAG dans sa démarche continuelle de recherche et de perfection , conçoit tout naturellement le mobilier partie intégrante de l'habitation . Pour lui , celui ci doit être le moins encombrant possible , et le plus performant en employant des matériaux variés , comme le contreplaqué pour le studio , ce meuble cylindrique qui s'ouvre en plusieurs parties , Bar , Frigo , Etc.... en fait c'est le meuble cuisine permettant un gain de place , outre ses qualités fonctionnelles le mobilier séduit par sa pureté dans l'emploi des matériaux .

Tourrette sur Loup 06 140 VENCE





Lors d'un stage à Tourette^r en 1979 , ce volume d'essai a été réalisé afin de tester la projection de mortier armé de fibre de verre , sur tricot tendu sur gabarits gonfables (tuyaux de pompier) , l'épaisseur de la paroi~~est~~ est inférieure à 5 millimètres , recouverte après d'un enduit .

D'autres systèmes ont vu le jour , la projection sur tricot bien qu'expérimentale peut être appelé à se développer Ici un gonfable sur lequel on place le tricot , pour tester les solutions adoptées . Des habitations sont réalisées avec le tricot , la coque est constituée d'un sandwich PLATRE-MOUSSE PUR.-MORTIER SPECIAUX ARME DE FIBRE DE VERRE. Les surfaces intérieures sont laissées brutes de décoffrage .





Afin de mettre au point ses projets , ANTTI a réalisé de nombreuses maquettes au début de ses travaux sur le voile de béton . Maintenant cela lui arrive rarement , sauf pour étudier un problème précis .

Ces maquettes de bar et d'un banc permettent une fois mis en place , de modifier le tricot afin d' inclure le mobilier futur mobilier dans l'habitation utilisant cette technique .





MAQUETTE
ET
RÉALISATION

Le coin repas
pivotant de
l'Esquilon



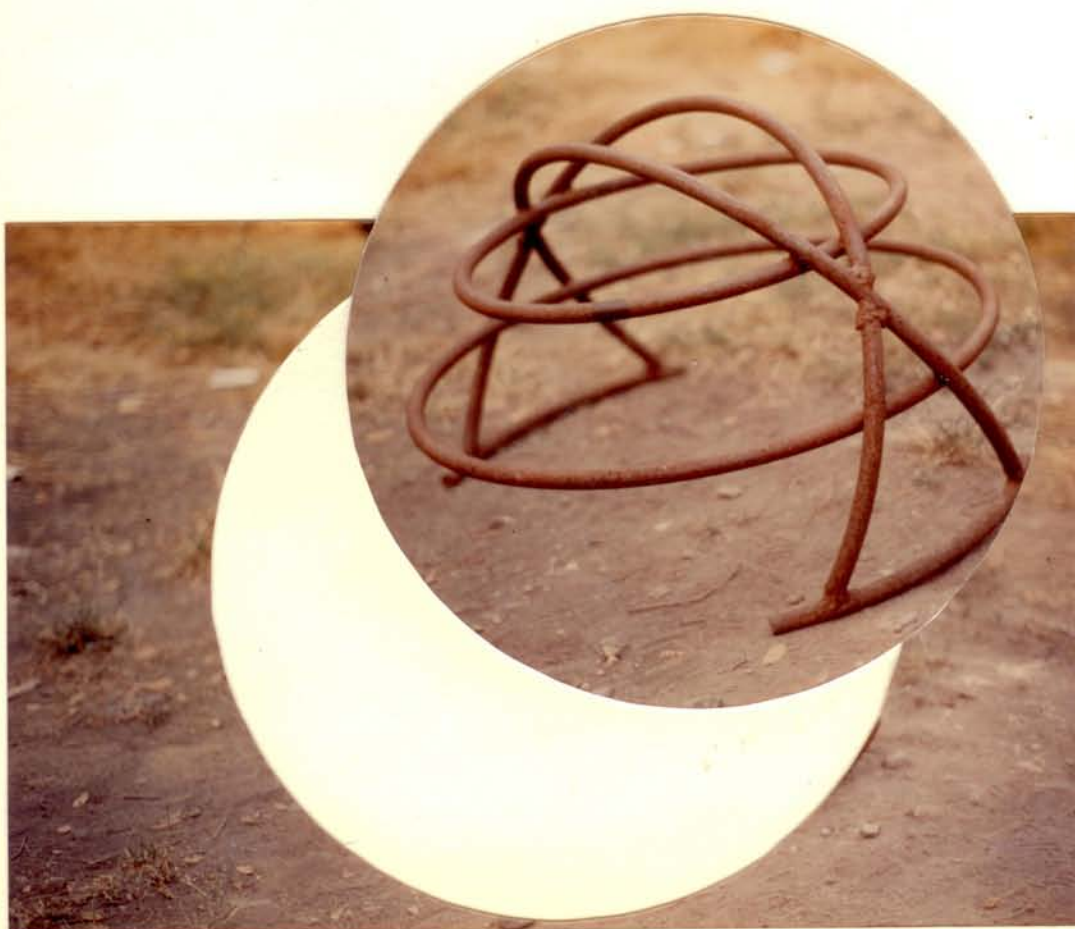
Chaque chantier pour Antti est l'occasion d'expérimentations nouvelles , avec un soucis constant de donner à son futur habitant une Architecture qui soit un lieu de vie idéal et non de survie .

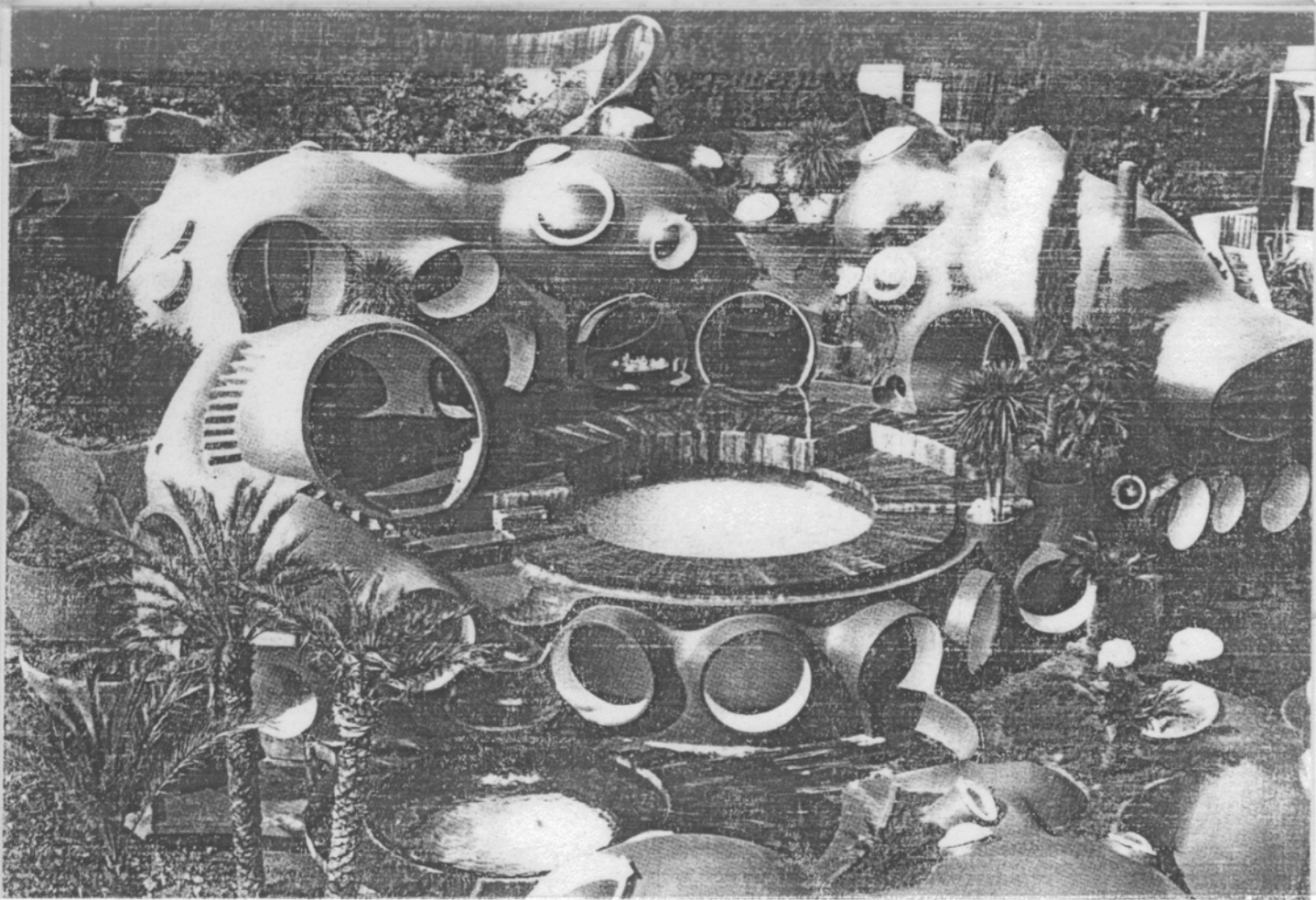
Le chantier du C.E.T.E. à Aix-en-Provence sera l'occasion de tester ses dernières recherches , il s'agira d'expérimenter plusieurs techniques de voile .

Des coques seront construites avec sept procédés différents:

- Eléments en polystyrène avec enduit sur deux faces
- Eléments en polystyrène servant de coffrage pour la projection du plâtre ; mise en place d'un treilli soudé embouti et projection de mortier ; utilisation des elts. en polystyrène pour réaliser l'isolation extérieure .
- Utilisation d'éléments en polystyrène pour assurer la finition intérieure .
- Elements en polystyrène avec projection de G.R.C.
- Projection sur tricot avec gabarits perdus
- Projection sur tricot avec enlèvement des gabarits
- Projection avec utilisation de ballons gonflables

Le chantier a débuté en septembre , des stages seront organisés par l'association Homme & Habitat . 86





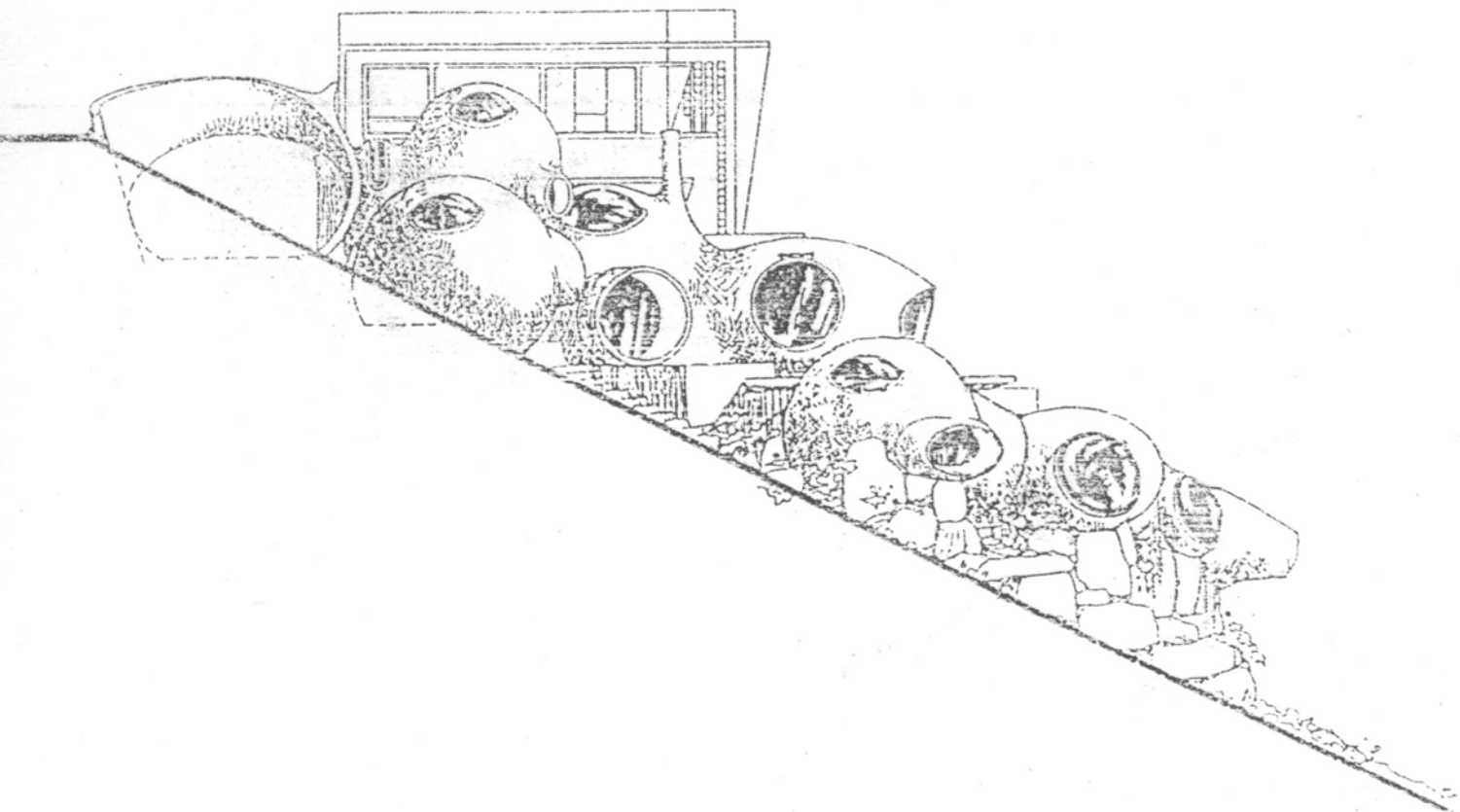
L' ESQUILON

VISITE DE LA VILLA L'ESQUILON
A TREBOULE-SUR-MER

Au départ le propriétaire du terrain proposait à ANTTI LOVAG d'utiliser celui-ci pour tester de nouvelles techniques de construction. Puis très vite il a été décidé de construire une maison dont la vente devait permettre de financer les expériences. Plus tard, il est apparu que les plans d'Antti, répondant à diverses reprises à la demande du maître d'ouvrage, devaient être modifiés, celui-ci prenant peu à peu la silhouette du futur propriétaire. Il semble que celui-ci devienne pratiquement un autoconstructeur en ce qui concerne la fin des travaux engagés et la mise en route d'une nouvelle tranche, sur le terrain agrandi par l'acquisition d'une parcelle voisine. ANTTI continue cependant à apporter des suggestions.

En définitive (ou pour l'instant), il s'agit d'un ensemble prévu pour un acquéreur potentiel, susceptible de modifications à la demande du client.

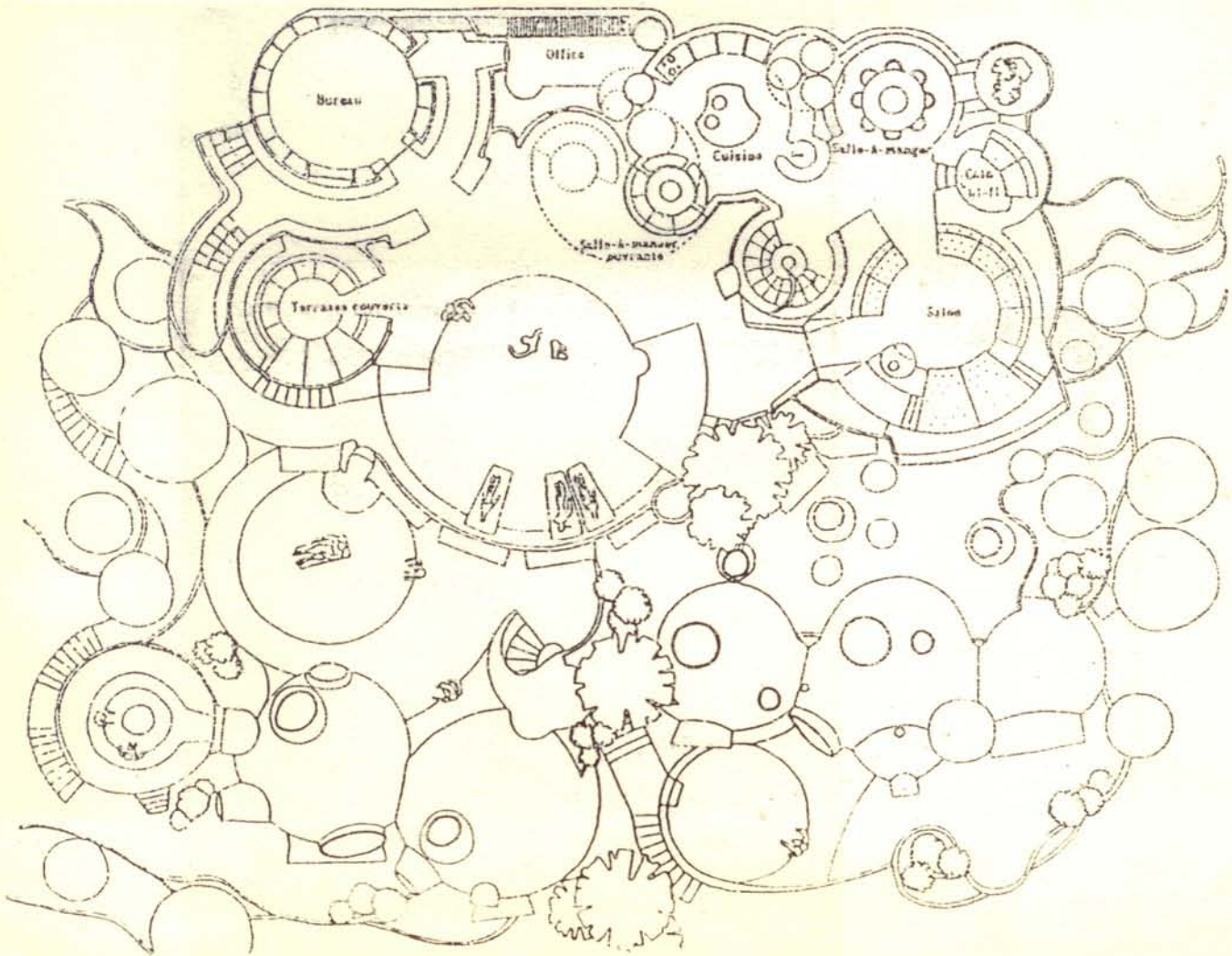
PROJET INITIAL POUR L'ESQUILON :





L'ENTRÉE









" SALLE DE BAIN "

La technique utilisée est principalement la projection de mousse polyuréthane sur un voile de béton , l'étanchéité est assurée par deux couches de polyester armé de fibre de verre .

" PLAN DE TRAVAIL DE LA CUISINE ET COIN-REPAS "





L'ENTRÉE
DE
L'APPARTEMENT
PRINCIPAL



LE SALON



" LA SALLE A MANGER , UNE MINI SERRE ET LE "
COIN RHIFI (bleu)

" L ' ESCALIER A COTE DU SALON "





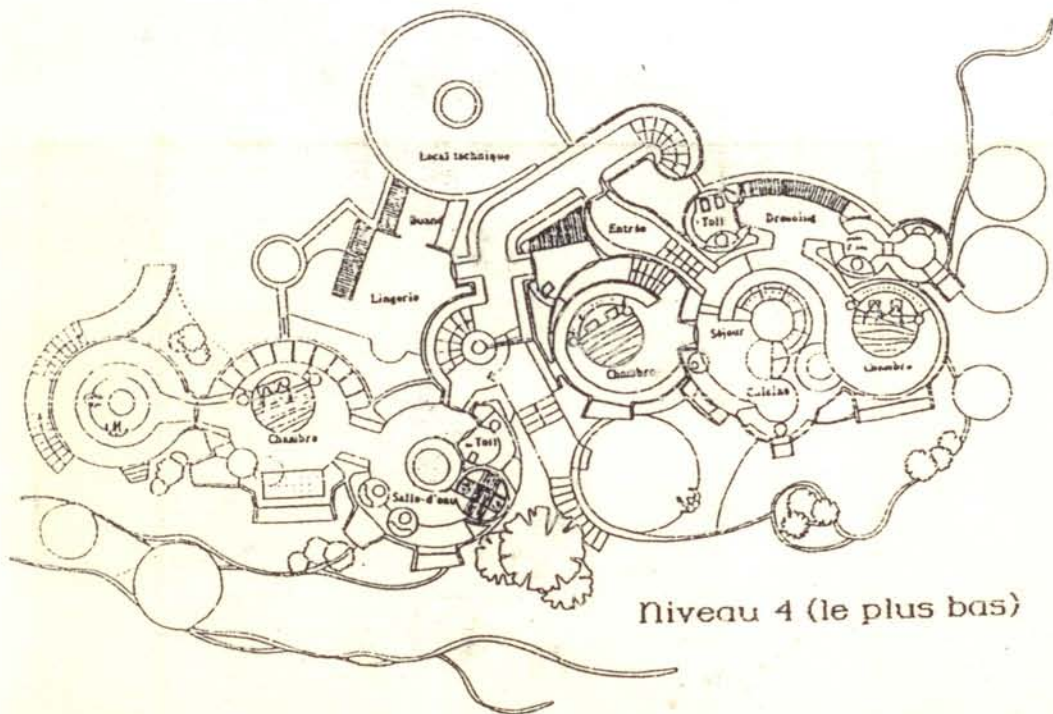
La cascade et au fond
le chantier de la
deuxième tranche .

PASSAGE
COUVERT





LA VÉGÉTATION
ÉLÉMENT
INDISPENSABLE
DE
L'ARCHITECTURE
D'ANTTI LOVAG



Niveau 4 (le plus bas)

CHRONOLOGIE DU CHANTIER :

- DEBUT 81 : Permis de construire sur un terrain de 2380 m² , à Théoules-sur-Mer (Alpes-Maritimes) , lieu-dit l'ESQUILON , orienté plein est , face à la mer et au fîes de lérins , surplombant la route de corniche , mais disposant d'un accès par une voie détournée . Antti Lovag passe d'esquisses pour tissus tendu à des projets de ferrailage sur gabarits .
- JUIN 81 : Des murs jardins ; une mini réalisation expérimentale sur tissu tendu ; quatre bulles au niveau le plus bas , près de la limite nord .
- DECEMBRE : Niveau intermédiaire au Nord , construction d'une chambre à parois verticales et plafond en plâtre sur tissu tendu ; puis escalier , grand séjour ; niveau d'accès avec grappe de trois bulles imbriquées .
- JUIN 1982: Bassin principal entre son local technique et la galerie-cloître semi-circulaire , ainsi que la terrasse sur laquelle sont réalisés trois volumes en arcade , prolongeant le séjour vers le Sud.
- DECEMBRE : Deux nouvelles bulles au niveau le plus bas , équilibrant vers le Sud le premier appartement construit au Nord .
- JUIN 83 : Second bassin en contrebas du premier et début des finitions .
- DECEMBRE :
84 Mise en place de l'armature de la salle-à-manger ouvrante ; trois augets intermédiaires entre les deux bassins .





CHAMBRE ET ESCALIER D'ACCÈS AU HAMAC
DU SÉJOUR



GRAND SKYDOME DE LA TERRASSE

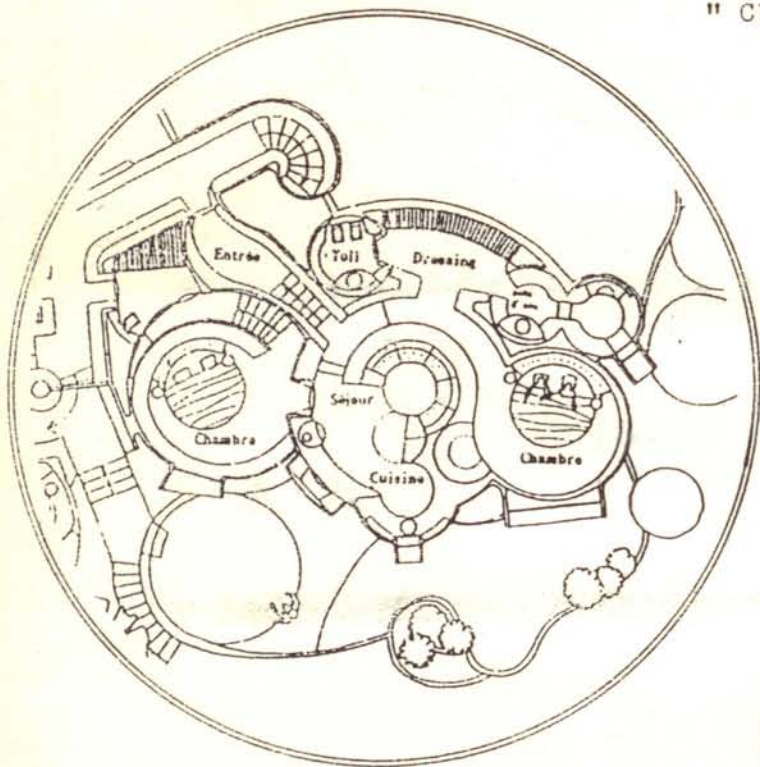
JUILLET 84 : Inauguration justifiée par un habillage extérieur très avancé (dallage des escaliers et des passages , revêtement des bulles) , ainsi que par des finitions intérieures , sauf pour les deux dernières bulles inférieures .

Il convient de préciser que les plantations ont été faites à un rythme parallèle à celui de la construction : à tout moment le végétal a " collé " au minéral . Enfin un autre chantier ouvert ailleurs et simultanément a retardé celui de l'ESQUILON .

L'ensemble pourrait également inclure , à la demande de l'acquéreur , une hémisphère faisant office de grande salle polyvalente destinée à recevoir des conférences , spectacles , concert , sports ou autre . Au surplus , trois autres chambres d'amis totalement indépendantes pourraient être intégrées à cette dernière partie de la résidence .



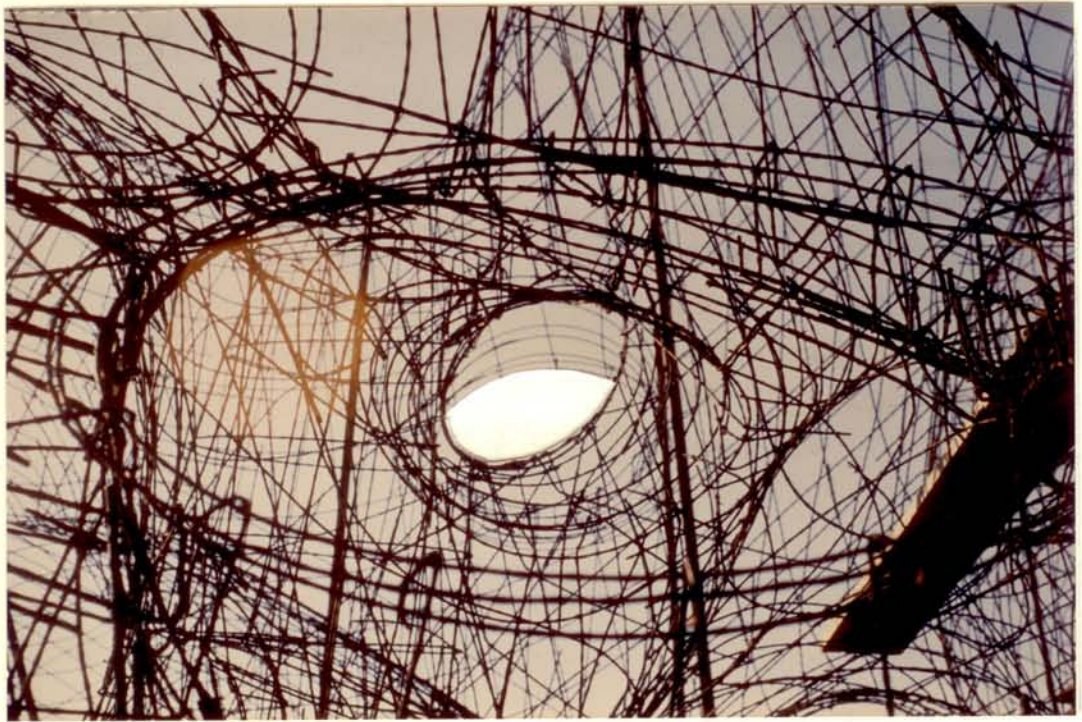
" CUISINE ET TABLE PIVOTANTE "



PLAN DE L'APPARTEMENT DU
NIVEAU QUATRE

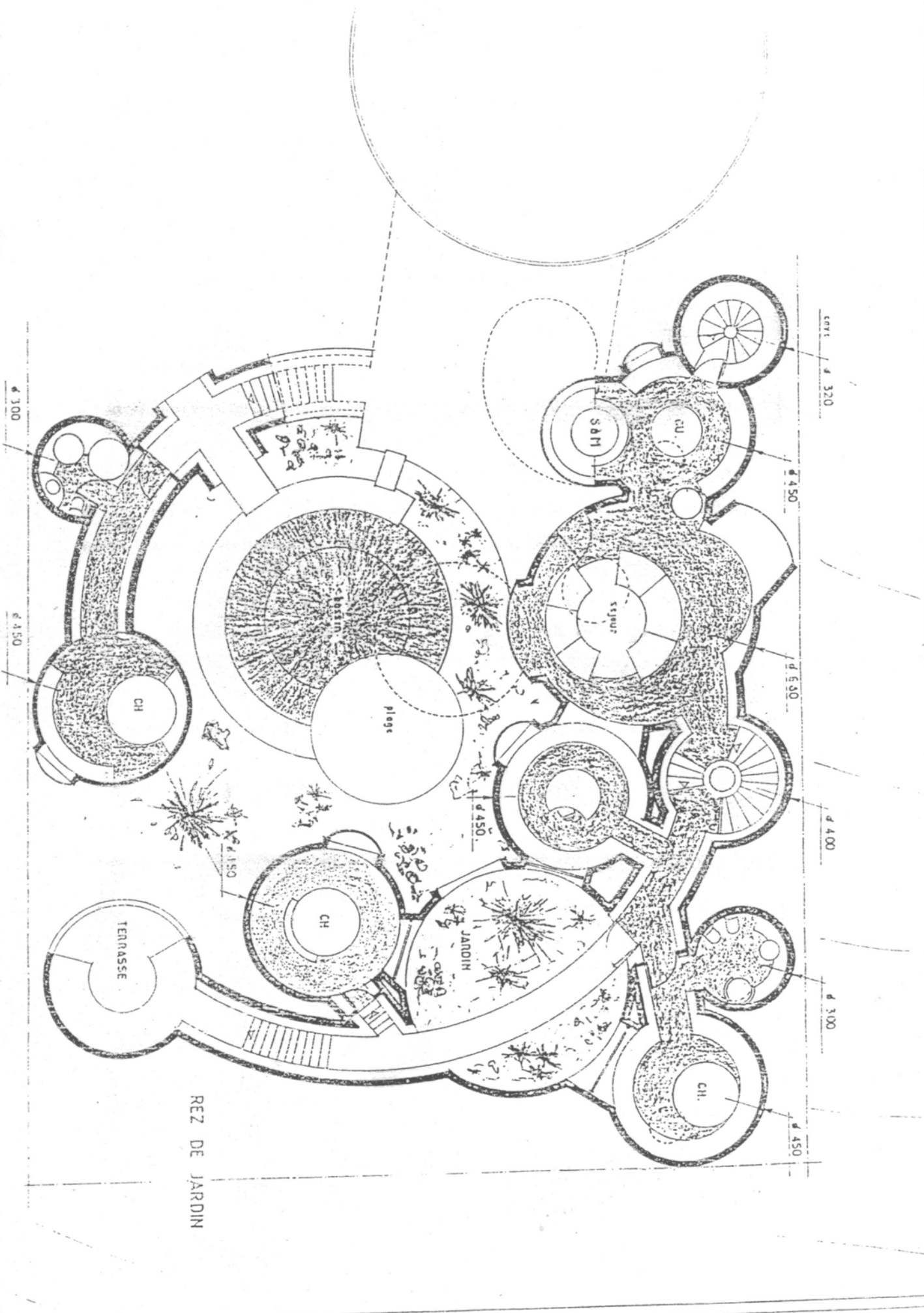
" Vue de la chambre "
depuis la terrasse



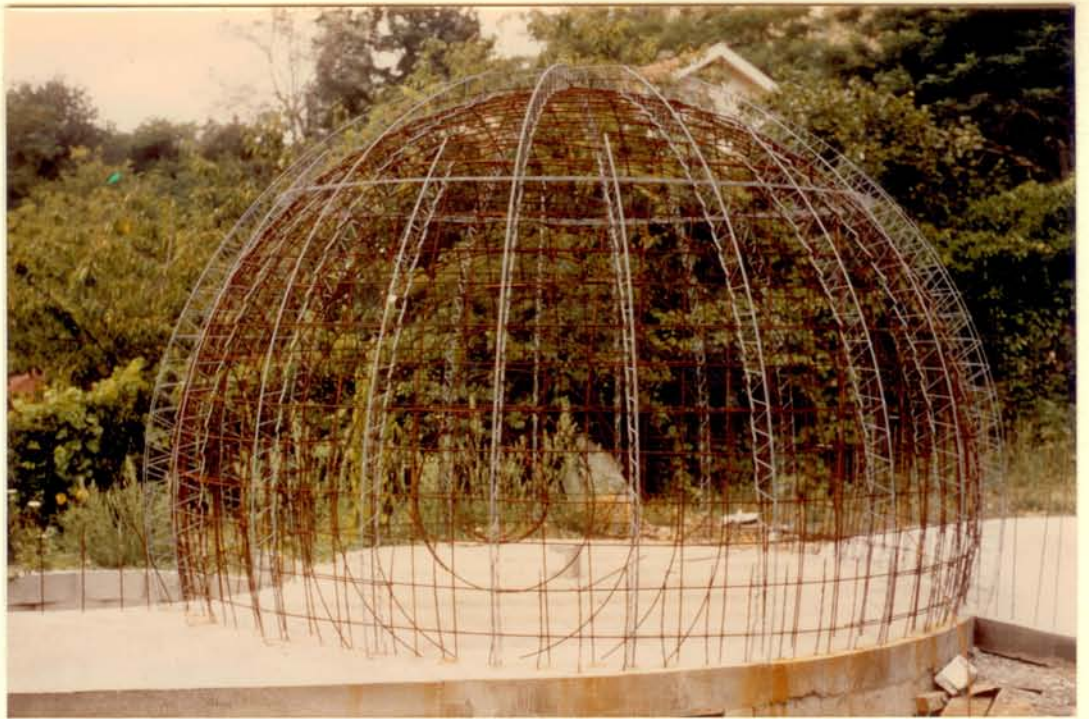


Le travail réalisé par ANTTI LOVAG , fait de lui un homme important de l'Architecture contemporaine. Là où l'on trouve habitudes , solutions évidentes , monotonie , lui propose : innovation dans tout les domaines , multiplicité des formes , des matériaux , des fonctions .

Cette remise en question de chaque jour , des choses acquises la veille , fait de cet Habitologue un éternel quêteur , par cette recherche d'espaces nouveaux , il donne à la fonction HABITER un nouveau sens , une nouvelle façon de vivre .



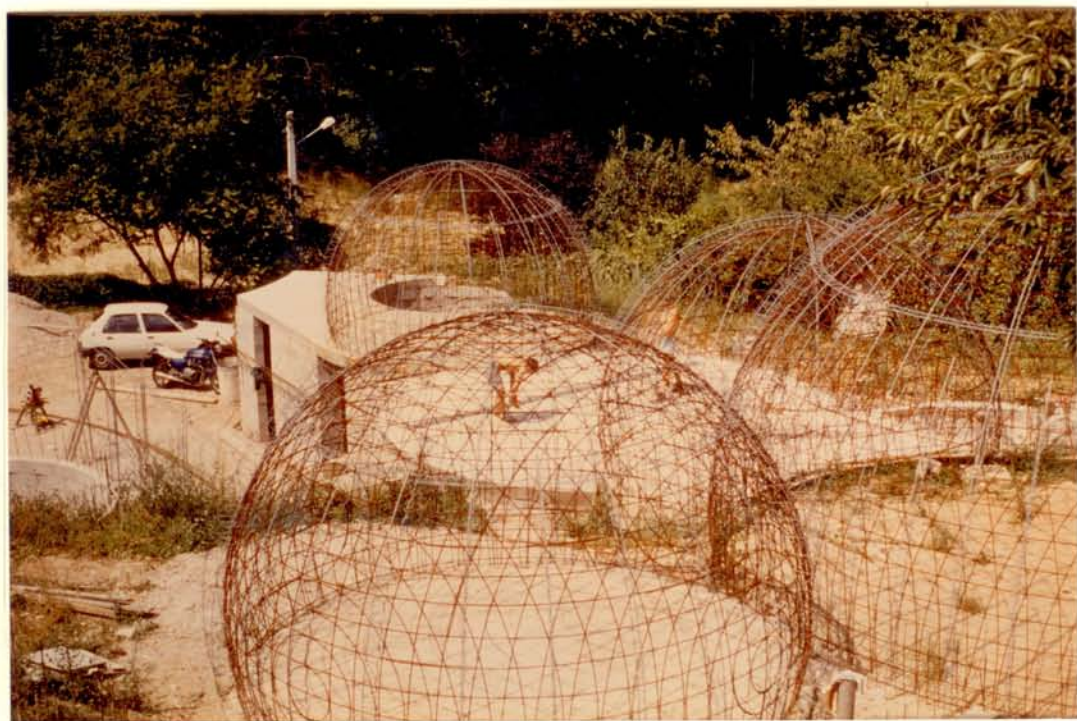
REZ DE JARDIN



Après avoir placé les gabarits on peut procéder à la pose du ferrailage, de la même manière que chez Daniel . Le matériau de coffrage est un nouveau métal déployé qui se courbe assez bien , grâce à sa souplesse , mais il faut veiller à bien l'attacher avant la projection du mortier . Après cette opération , la coque recevra une couche de polyuréthane , il ne sera pas poncé mais on laissera une fine lame d'air entre lui et le nouveau ferrailage , moins important , reposant sur le ~~postes~~ ^{poutres} poutrefil . Ce ferrailage est destiné à recevoir un enduit d'étanchéité .

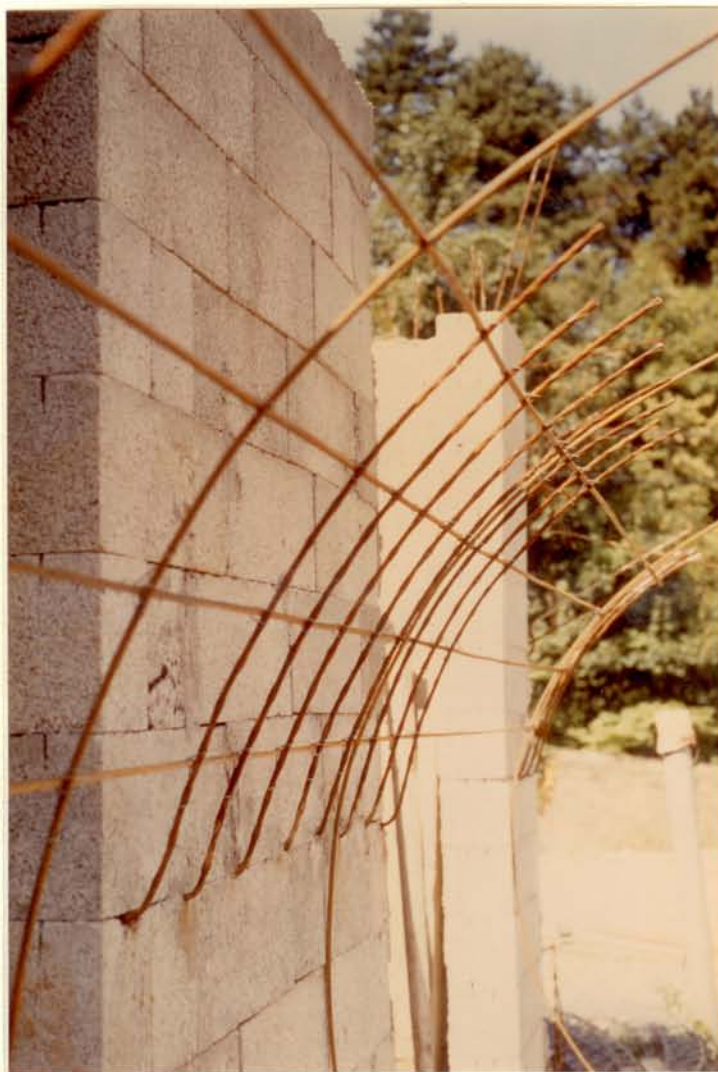


Une autre solution pourrait être envisagée : après la projection l'isolant pourrait être de la laine de roche en rouleau , remplaçant le polyuréthane mais il faudrait une épaisseur plus importante , environ dix centimètres donc des poutrefils plus larges .



LA MISE EN PLACE DES GABARITS DU GARAGE , A ETE EFFECTUE
LORS DU STAGE DU MOIS D'AOÛT





Fers en attente pour fixer le ferrailage
aux murs de soutènement .

JOEL UNAL réalise habituellement, le ferrailage sans utiliser de gabarits . Il cintre directement des barres de fer de plus gros diamètre avec une cintreuse manuelle , son experience lui permet d'obtenir la courbe approximative, et en mesurant les premières barres il les fixe directement en place , peu à peu il obtient le volume désiré . Utilisant des fers plus gros , il se contente de deux couches horizontale et verticale , puis il contrevente le ferrailage par des barres judicieusement placées .

La technique d'ANTTI a été utilisée à la demande des maitres d'ouvrage , afin d'obtenir des formes géométriques pures , bien que Joël maîtrise parfaitement sa technique ayant réalisé déjà de nombreux projets .



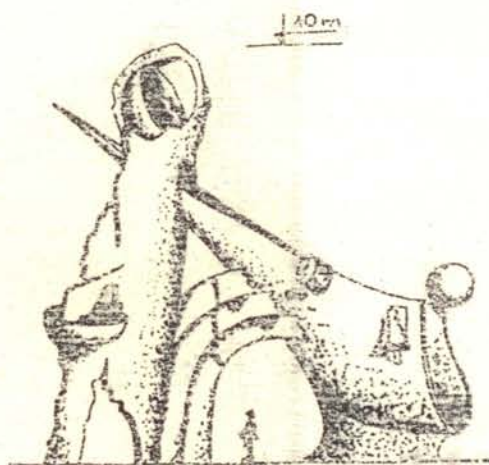
LA CINTREUSE DE
JOEL UNAL



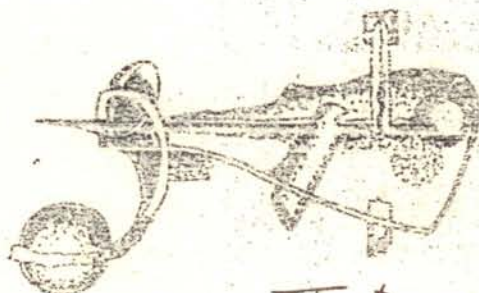
JOEL UNAL réalise uniquement le ferrailage maintenant , il travaille comme artisan . Il commence à avoir quelques chantiers, une habitation est en cours d'achèvement , des piscines , et aussi d'autres plus important comme les murs d'escalades qui se développent beaucoup .

→ Jean Marc architecte , a fait appel à lui pour réaliser le projet ci-contre :

La technique du voile mince à double courbure , est sans doute la mieux adaptée aux "murs d'escalade" grimpables sur toutes leurs faces , ainsi qu'à tout les critères que réclament ces compléments de la montagne , avec en plus une dimension esthétique à la mesure de l'imaginaire des concepteurs et des désirs des maîtres d'ouvrages .



arborescence + CAF



Fontenay sous Bois

Projet pour Fontenay/Bois (Val de Marne)

Robert ORAUZ ET.

ANALYSE PORTANT SUR LE CONTENU ET LA
QUALITÉ DU STAGE

La formule choisie , pour effectuer le stage sur plusieurs semaines m'a permis de mieux analyser le déroulement du chantier de Daniel Bord . Bien qu'il ne soit pas encore fini , les difficultés visualisées sur place , en effectuant les différentes opérations permettent de comprendre la mise en oeuvres des matériaux .

Cette approche sera utile pour tout emploi de cette technique dans un projet futur , l'expérience permettra de mieux visualiser sur la feuille , lors de la phase de conception , tous les problèmes que pourrait poser la réalisation .

La rencontre avec les personnalités compétentes a été riche en enseignement , se rendre compte de leurs travaux , voir leur façon de travailler , comprendre leur démarche de créateur , leur façon de concevoir des espaces nouveaux à partir de l'intérieur et non principalement de l'extérieur : c'est se rendre compte des possibilités que nous offrent l'Architecture , afin de bâtir des espaces différents .

La visite de plusieurs chantiers a montré combien le voile de béton est une technique en plein développement , espérons qu'elle gardera la qualité de son espace habitable tout en devenant accessible à toutes les personnes désireuses de consommer un tel Habitat .

OBSERVATIONS ---- SUGGESTIONS

Il est regrettable que des techniques expérimentales comme le voile de béton , ne soient pas mieux abordées dans le cadre des études conduisant au diplôme d'Architecte .

L'expérience du chantier est une chose indispensable , elle permet de se rendre compte des problèmes de réalisation et ce qu'est le chantier . Sur la technique du voile de béton , pour être compétent dans ce domaine , la présence sur le chantier ainsi que la participation aux tâches de réalisation , sont une très bonne chose . La théorie est une chose importante , mais la pratique est aussi primordiale , on l'oublie hélas trop souvent .

Le fait d'autoriser la réalisation de ce stage sur plusieurs semaines différentes , permet de mieux étudier cette technique en pouvant suivre chaque phase importante .

CONCLUSION

Après avoir étudié cette technique , il serait bon de s'interroger sur ce qui pousse ANTTI LOVAG , JOEL UNAL , DANIEL BORD à vouloir l'utiliser . La recherche d'un habitat différent accessible par tous , est une des principales causes .

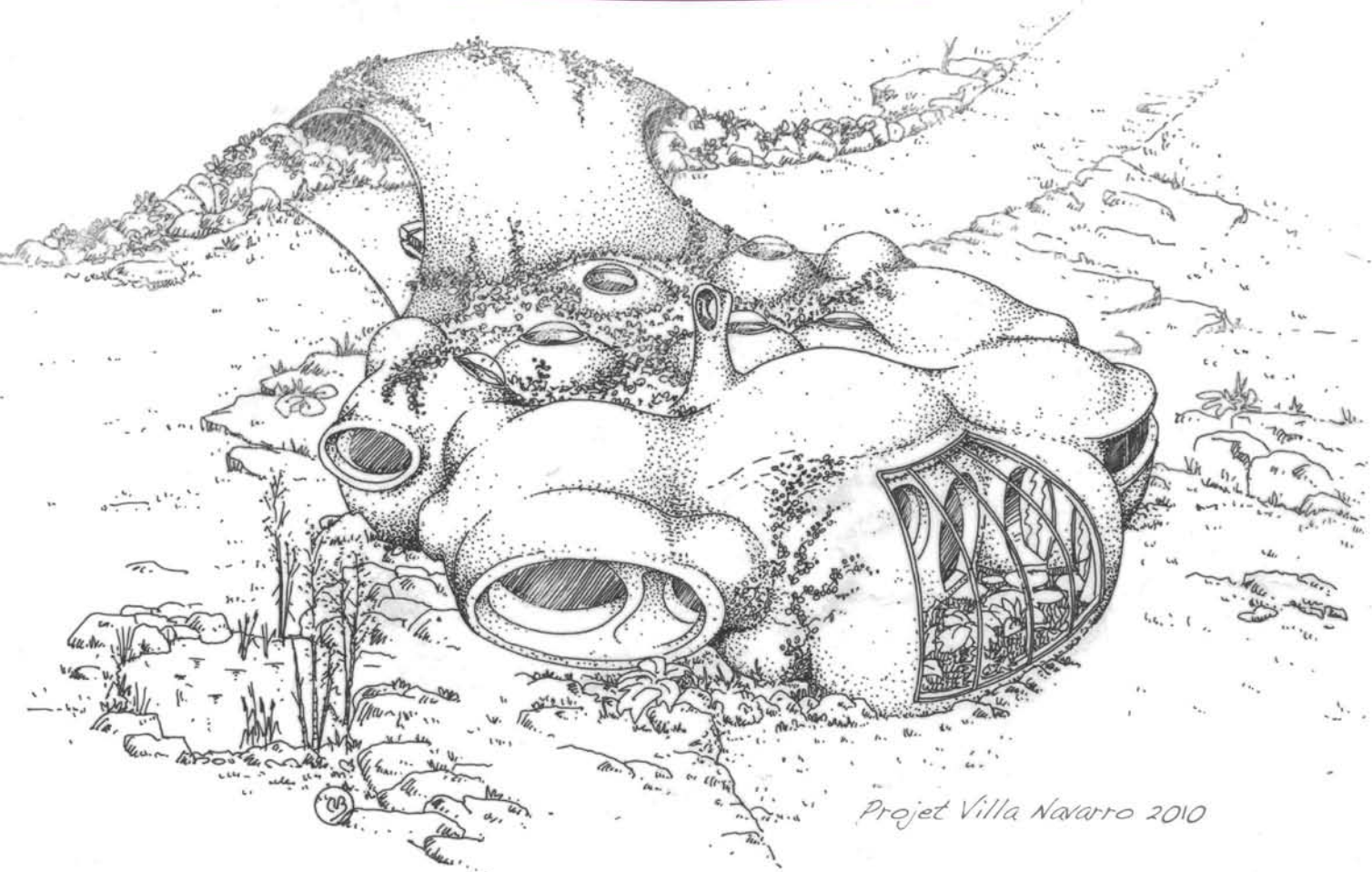
La remise en question de ce qui est établi fait que cette démarche ne peut être considérée comme une mode , une façon originale de bâtir seulement . En fait ce sont les principes fondamentaux du domaine de la construction qui sont remis en cause : l'emploi des matériaux en fonction de leurs résistances de leurs spécificités naturelles et non en fonction des règles établies , les matériaux sont au service de l'Habitat et non l'inverse.....

C'est pourquoi , même si on n'aime pas l'habitat obtenu par l'emploi de la double courbure , on ne peut que respecter une telle démarche .

Voile de Béton

Rapport de Stage de 1987

Encore un grand merci à ceux qui m'ont accueilli pour réaliser ce rapport de stage.
Antti Lovag, Anne Marie & Daniel Bord, Joël Unal, Pierre Roche, Christian & Hélène Roux.
25 ans après, je rêve toujours de pouvoir réaliser une telle construction
avec mon expérience et mes compétences d'Architecte.



Projet Villa Navarro 2010

NICOLAS
BERGOUX
Architecte
Dipl. libéral

LA VILLA - 38 Rue de la Croix du Baron
30210 SAINT BONNET DU GARD

☎ 06.63.87.41.02

NB.gnoux@yahoo.fr

04.66.37.16.10

www.nb-gnoux.odexpo.com

Prochainement :

La Villa de L'Esquillon - travail d'étudiant
Voile de Béton - rapport de Diplôme



Les créations de Nicolas BERGOUX sont mises à disposition selon les termes de la licence Creative Commons Paternité - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 3.0 non transcrite.
Les autorisations au-delà du champ de cette licence peuvent être obtenues auprès de : NB.gnoux@yahoo.fr.