



**HAL**  
open science

## Cours de construction

Yves Arnod, Patrice Doat, Hubert Guillaud, G. Beraldin, M. Dayre, Françoise Du Boisberranger, H. Houben, P. Lafavergeres, P. Rollet, Ruy Sauerbronn, et al.

► **To cite this version:**

Yves Arnod, Patrice Doat, Hubert Guillaud, G. Beraldin, M. Dayre, et al.. Cours de construction. [Rapport de recherche] 468/87, Ministère de l'équipement, du logement, de l'aménagement du territoire et des transports / Bureau de la recherche architecturale (BRA); Ministère de la recherche et de la technologie; Ecole nationale supérieure d'architecture de Grenoble. 1987. hal-01901243

**HAL Id: hal-01901243**

**<https://hal.science/hal-01901243>**

Submitted on 22 Oct 2018

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

488

---

# EAG COURS DE CONSTRUCTION

---



DIRECTION DE L'ARCHITECTURE  
ET DE L'URBANISME

ECOLE D'ARCHITECTURE  
DE GRENOBLE

■ 1987 ■

PHOTO de COUVERTURE

Thierry JOFFROY

Maquette d'atelier

---

# E A G      C O U R S   D E   C O N S T R U C T I O N

---

MINISTERE DE L'EQUIPEMENT  
DU LOGEMENT  
DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE  
ET DES TRANSPORTS

DIRECTION DE L'ARCHITECTURE  
ET DE L'URBANISME

SOUS-DIRECTION DE L'ENSEIGNEMENT  
DE L'ARCHITECTURE ET DE LA RECHERCHE

BUREAU DE LA RECHERCHE ARCHITECTURALE

CONTRAT ND 86  
01493.00.223.75.01

"COURS DE CONSTRUCTION  
CYCLE DEFA - E.A.G.

CHARGE DE MISSION POUR LE B.R.A.  
C. GENZLING

Le présent document constitue le rapport final d'une recherche remise au Bureau de la Recherche Architecturale en exécution du programme général de recherche mené par le Ministère de l'Équipement du Logement de l'Aménagement du Territoire et des Transports avec le Ministère de la Recherche et de la Technologie. Les jugements et opinions émis par les responsables de la recherche n'engagent que leurs auteurs.

# E A G COURS DE CONSTRUCTION

## Réalisation

ECOLE D'ARCHITECTURE DE GRENOBLE

10, GALERIE DES BALADINS  
38100 GRENOBLE

## Participation

Y. ARNOD  
G. BERARDIN  
M. DAYRE  
P. DOAT  
F. DU BOISBERRANGER  
H. GUILLAUD  
H. HOUBEN  
P. LAFAVERGES  
M. NEYRINCK  
P. ROLLET  
R. SAUERBRONN  
G. SCHNEEGANS  
F. VITOUX

## Textes

A.M. BARDAGOT  
H. GUILLAUD  
N. SABATIER

## Conception graphique

F. LIPSKY  
B. MONFROY  
P. ROLLET

Nous remercions particulièrement  
les étudiants de 1<sup>ère</sup> et de 2<sup>ème</sup>  
Année pour leur participation à  
l'iconographie de ce dossier et  
pour la qualité de leurs travaux.

juillet 1987

# E A G      C O U R S   D E   C O N S T R U C T I O N

**L**e décret du 9 avril 1984 a modifié l'organisation de l'enseignement dans les Ecoles d'Architecture. Désormais les enseignements se répartissent en deux cycles : un cycle d'orientation et de formation de base et un cycle d'études conduisant au diplôme d'architecte DPLG. Le cycle d'orientation et de formation de base, d'une durée de deux ans, est sanctionné par le diplôme d'études fondamentales en architecture, le DEFA.

Les enseignements de ce premier cycle doivent assurer aux étudiants :

"1 : l'acquisition et l'expérimentation des méthodes et des outils de travail propres à l'architecture;

2 : l'acquisition des savoirs fondamentaux permettant de lire l'espace, de le comprendre et de le construire;

3 : la compréhension du monde contemporain et du contexte socio-économique dans lequel se situent les interventions des professionnels de l'architecture;

4 : le développement des connaissances appartenant à d'autres champs disciplinaires, afin de favoriser l'insertion des savoirs et des pratiques utilisés en architecture dans des ensembles théoriques, scientifiques et historiques larges."  
(\* )

---

(\* ) Art. 5, Titre II, décret 6 avril 1984, J.O. 13 avril 1984.

# E A G COURS DE CONSTRUCTION



## SOMMAIRE

7  
VERS UN ENSEIGNEMENT SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

Une pédagogie novatrice  
Architecture et Construction  
Une culture architecturale

11  
VERS UN DEVELOPPEMENT DE LA CREATIVITE

Le savoir construire  
L'imagination constructive  
L'idée constructive

17  
APPLICATIONS

Les méthodes  
Les nouvelles perspectives  
Liaison Université  
Liaison Industrie

30  
LES EXERCICES

35  
LES OUTILS

le relevé / le trait / informatique et trame / modules et métamorphoses

63  
LES MATERIAUX ET LES STRUCTURES

la terre / le bois / la tour / les poutres / les Ponts  
les petits éléments / moulage et sculpture / structures complexes

115  
LA FORME

les sièges / les vêtements / la cage à oiseaux / sujets libres

141  
LE CHANTIER

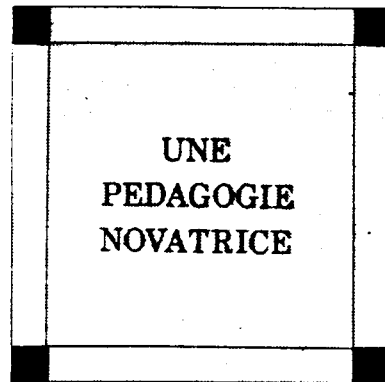
visite d'usines / stages et chantiers

# E A G COURS DE CONSTRUCTION

Les exercices et les expérimentations proposés aux étudiants du DEFA s'inscrivent dans le courant des recherches sur la structure et la forme et s'orientent vers la conception de structures légères en mettant en application le principe de l'économie maximale de moyens. Cette orientation est héritée de l'application des principes inhérents aux théories naturalistes du XIX<sup>ème</sup> siècle - maximum d'efficacité pour un minimum de matériau en utilisant le minimum d'énergie - théories qui ont inspiré de nombreuses recherches en construction et en architecture. L'enseignement qui est proposé s'inspire des travaux de Robert le Ricolais dans son atelier de recherche structurale à l'Université de Philadelphie, du Bauhaus, de l'enseignement de Peter Pierce à l'Institut de Design de Chicago puis à l'Université Northridge de Californie, des travaux de Buckminster Fuller et plus récemment des recherches et applications de Frei Otto. Travailler sur "les plus courts chemins" pour atteindre l'objectif de la performance optimale d'une structure et d'une forme en optimisant l'économie des moyens et d'action: travailler sur le minima.



# V E R S U N E N S E I G N E M E N T S C I E N T I F I Q U E E T T E C H N I Q U E

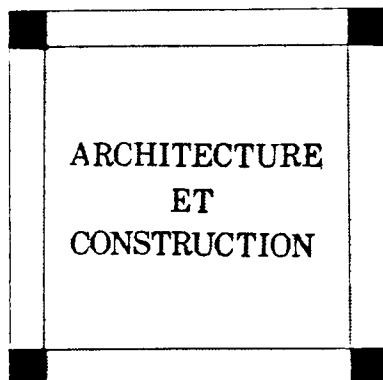


**L**es enseignants de 1<sup>ère</sup> et 2<sup>ème</sup> année du premier cycle de l' Ecole d' Architecture de Grenoble ont mené, dès 1983, une recherche pédagogique collective pour définir les objectifs, la méthodologie et la problématique générale d'un cours de construction. Cette recherche développe une réflexion globale sur l'architecture, affirme sa dimension scientifique, prône le dialogue entre la technique et l'architecture et souligne les rapports qui lient matière, structure, forme et usage. Simultanément, l'équipe enseignante a créé, en application directe de cette recherche, une structure originale d'enseignement collégial et pluridisciplinaire qui, non seulement regroupe l'ensemble de l'enseignement dispensé en deuxième année du cycle d'orientation et de formation de base mais établit une corrélation étroite entre cours théoriques et ateliers. Les préoccupations du cours de construction correspondent à l'esprit du décret du 9 avril 1984 et à ses directives générales de cohérence, d'acquisition de savoirs et de méthodes et de compréhension globale de l'architecture. Il garantit, en effet, aux étudiants, l'acquisition

de connaissances qui s'articulent sur le projet architectural et le savoir construire en abordant :

- le processus de fabrication avec la nécessité d'une connaissance de la matière et par extension d'une analyse des matériaux, de leur mise en oeuvre, des modes de production;
- le processus de conception avec une approche méthodique qui restitue toute "l'épaisseur" de l'architecture;
- le processus de programmation avec le besoin d'une analyse de la demande et des exigences de la maîtrise d'ouvrage.

L'enseignement dispensé met en relation les approches diversifiées de différentes disciplines et donnent ainsi les moyens d'atteindre les objectifs du cours de construction. Ce cours de construction, tel qu'il a été mis en pratique, a conduit l'équipe enseignante non seulement à s'orienter vers une nouvelle pédagogie, qui s'inscrit dans une refonte de l'enseignement de l'architecture, mais encore à réfléchir sur le rôle de la construction dans les projets architecturaux et sur la place de l'architecte dans les processus actuels de la production du bâti.



ARCHITECTURE  
ET  
CONSTRUCTION

**N**otre enseignement, tout comme notre recherche, repose sur le principe que l'architecture, scientifique et humaniste, doit trouver ses fondements entre le penser et le faire, entre la conception et la réalisation. Conscients de la grande diversité des orientations envisageables, il nous paraît essentiel de ne pas enfermer l'activité architecturale à l'intérieur d'un modèle figé et estimons indispensable un élargissement et une refonte de l'apport des connaissances. Dans cette optique, la construction, objet de nos préoccupations n'est pas coupée de la conception, elle n'est pas seulement un savoir mais donne également lieu à une réflexion intellectuelle, à une recherche sur la capacité de production et d'invention de notre société. La construction est une pratique sociale dont l'architecture est un miroir. Architecture et construction ne sont donc pas deux pratiques indépendantes, elles sont indissociables sans que l'une soit directement soumise à l'autre. Cette relation complexe, mouvante, participe aux processus d'évolution historiques, socio-

économiques, politiques et culturels. La construction ne doit pas devenir simple répétition de procédés dépassés ou, pire, inadéquats aux problèmes posés. Elle ne se résume pas à une série de savoirs distincts, elle est le résultat d'une synthèse faisant appel à des techniques diverses. Et il y a une situation spatio-temporelle de la construction qui ne peut pas être envisagée comme une discipline neutre relevant uniquement de critères objectifs. L'architecture est véritablement l'expression de connaissances scientifiques et techniques, de savoir-faire maîtrisés, recentrés et parfaitement situés dans le contexte historique de production. Des architectes comme Renzo Piano, ou des constructeurs comme Jean Prouvé, ont affirmé que le va-et-vient entre la réflexion abstraite et la mise en situation concrète, est la seule déontologie efficace pour une appréhension complète des phénomènes. Et créer un projet véritablement nouveau exige une vision d'ensemble et une prise en considération de l'utilisation, de la conception et de la réalisation.

"Construire implique cette ingéniosité qui consiste à rapporter les forces de l'esprit aux moyens disponibles dans le but de résoudre une situation."

J.P. EPRON



UNE  
CULTURE  
ARCHITECTURALE

**U**ne des finalités de notre enseignement est de fournir aux futurs architectes, une culture scientifique tout en leur faisant prendre conscience du rôle fondamental de la construction dans les projets d'architecture.

Il n'est évidemment pas question pour nous de réduire la profession d'architecte à celle de bâtisseur ou de technicien mais de donner les moyens aux étudiants d'adopter une démarche conceptuelle qui ne sépare pas la créativité du savoir-faire. Le cours de construction montre à quel point les contraintes du chantier, de la production, sans compter celles de l'espace, font partie intégrante du projet. Nous défendons l'idée qu'on ne peut penser la conception et la réalisation qu'en interrelation et que c'est dans la mesure où l'architecte fait jouer les effets de réciprocité entre la pensée théorique et la production que son projet pourra être adapté, original et innovant.

Mais transmettre une conception globale et ouverte du métier, c'est

aussi favoriser l'insertion de pratiques, telles que l'attention particulière aux clients et aux usagers, le travail en collaboration étroite avec les ingénieurs et les entreprises du bâtiment ainsi que la prise en compte des découvertes scientifiques, des techniques, moyens de production et matériaux nouveaux et de leurs potentiels créatifs.

L'enseignement du cours de construction propose donc une démarche incluant, dans un même souci de recherche, conception et exécution. Cette démarche requiert une vaste culture architecturale. Cette culture, nécessairement scientifique, technique et humaniste, est indispensable à l'émergence de projets architecturaux novateurs. Elle est fondée sur une capacité d'appréhension des problèmes sociaux associée à une maîtrise de la profession où l'acquisition de compétences techniques et l'ouverture vers la science viennent nourrir la sensibilité de l'architecte et enrichir ses aptitudes à la création.



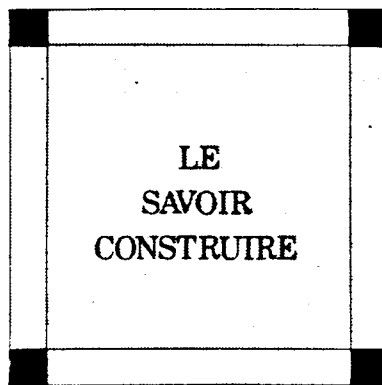
---

# V E R S U N D E V E L O P P E M E N T

---

# D E L A C R E A T I V I T E

---



**D**ans le cours de construction, parler du savoir-construire ne correspond ni à un enseignement condensé de formations pratiques qui engloberait les différents métiers de la construction, ni à celui d'une sélection des techniques les plus en usage. Notre définition du savoir-construire est essentiellement dynamique et prend sa source dans notre conception de l'architecture définie non seulement comme un art du dessin et d'une géométrie mais également par la dynamique qui lie le projet à la réalisation.

En axant notre enseignement sur le savoir-construire, nous avons cherché à donner aux étudiants les moyens de prendre conscience des rapports qui unissent créativité et savoir-faire, conception et exécution. La notion de savoir-construire est essentielle au développement du cours de construction. Elle est abordée à travers différentes approches qui chacune en privilégie un aspect. Mais, dans le cadre du cours de construction, le savoir-construire ne constitue pas une fin en soi, ce n'est qu'un moyen pour accéder à la maîtrise du métier d'architecte dans toute sa complexité et sa diversité.

Dans son travail de recherche et de conception, l'architecte est nécessairement pluridisciplinaire et son intervention se situe au point de rencontre de deux mondes, le social et le technique, qu'il tente de

mettre en accord à travers sa production architecturale. Savoir construire c'est donc aussi savoir répondre, dans une situation sociale particulière, à la demande et aux besoins de l'usager ; client, habitant, communauté...

L'aspect social est ainsi principalement étudié à partir du concept d'usage et de demande en accordant une attention particulière à l'analyse des modes de production à travers l'histoire et la théorie de l'architecture, l'histoire de l'art, le droit, l'organisation du travail et de la production dans leurs aspects sociologiques.

Particulièrement attachés à l'intégration d'une approche scientifique dans l'enseignement de l'architecture, nous organisons le cours de construction autour de cette volonté, sans cesse réaffirmée sous des formes différentes, d'associer étroitement savoirs pratiques, techniques et scientifiques. En dotant l'enseignement d'un savoir technique et pratique nous voulons offrir au futur architecte la possibilité de s'approprier les outils de production et d'acquérir la maîtrise des matériaux et des procédés de construction afin qu'il ne reste pas en marge des processus de fabrication et de réalisation. "Connaître les techniques c'est encore la meilleure clé pour s'en affranchir, pour ne pas être victime d'un chantage du pouvoir-faire sur

l'idée", déclare Renzo Piano. Le pratique est développé à partir d'une mise en situation concrète, expérimentale ou non, portant sur la mise en oeuvre de diverses techniques de construction. L'acquisition de ces connaissances pratiques prend des formes différentes en fonction de l'itinéraire personnel de l'étudiant, de son habileté et de ses capacités d'analyse et de réflexion. Cette accession au faire passe par l'acquisition d'un ensemble d'instruments qui doit pouvoir prendre en compte les technologies de pointe. Enfin, cette expérience permet de déboucher vers une analyse des processus de production et apporte les prémices de connaissances scientifiques et techniques.

L'expérimentation et la sensibilisation à la recherche sont particulièrement traitées à partir des études réalisées sur la matière, la structure, la forme et de leurs rapports dans le processus de formation d'une construction. Le concept de construction, ainsi défini par un ensemble de connaissances scientifiques et techniques, n'est plus alors un simple objet mais est, simultanément, le produit d'un processus de formation et son résultat. Toute construction est constituée de matière et possède une configuration propre, une forme et une structure, qui résultent d'un processus de formation déterminé. Aussi quel que soit le point de vue retenu, il nous paraît impossible de

concevoir et de construire en excluant l'un de ces éléments. C'est ainsi que toutes les orientations de recherche du cours se situent dans le cadre de cette problématique où matière, structure et forme, sont indissociables. Ces éléments font l'objet d'un enseignement particulier où l'approche expérimentale est associée aux méthodes d'analyses et de calculs scientifiques. Les expérimentations proposées dans le cours visent à favoriser et à multiplier les occasions de découvrir et maîtriser des savoirs pratiques et théoriques sur la matière, ses possibilités de transformation et son comportement.

Enseigner l'influence des matériaux, de leur nature et de leurs techniques de mise en oeuvre sur les formes architecturales, sans nier l'imagination créatrice, la subjectivité et la sensibilité personnelle de l'architecte nous situe hors du débat architecte-ingénieur. Notre enseignement basé sur l'intégration de savoirs scientifiques entraîne un renouvellement du savoir architectural et permet le développement d'une pensée constructive pour laquelle le vocabulaire des formes fait place à une notion dynamique.

L'enseignement est conçu comme une succession d'expériences et de recherches complémentaires où l'expérimentation, l'approche historique, l'analyse de bâtiments,

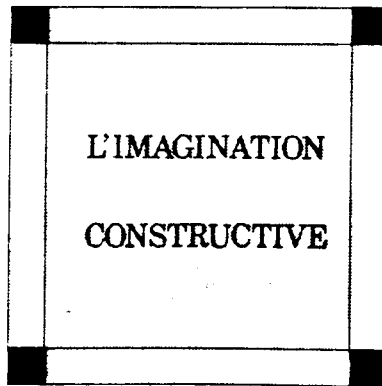
l'enquête sur des lieux de production, la conception de projet, l'application de l'analyse énergétique, la fabrication de prototypes, l'analyse de l'usage, les représentations du dessin, etc, sont autant d'éléments destinés à faire réagir l'étudiant. Celui-ci est confronté à des situations variées où il doit aussi bien faire appel à des

connaissances théoriques, pratiques qu'à son intuition.

De cette confrontation, nous attendons le déclenchement d'un processus de cristallisation qui, s'appuyant sur les connaissances acquises, favorise l'émergence d'une logique ou plus exactement d'une imagination constructive, base d'une véritable créativité architecturale.

"L'important c'est de construire, de savoir construire"

J. PROUVE



L'IMAGINATION  
CONSTRUCTIVE

**E**n axant le cours autour de la notion du savoir-construire, nous avons cherché à créer des conditions favorables à la constitution d'une imagination constructive c'est-à-dire d'une activité consciente qui se développe en confrontant l'idée avec les systèmes techniques constitués en savoirs architecturaux. Cette faculté de concevoir est ni de la fantaisie, ni de l'esthétisme, c'est une pensée construite qui est la traduction, personnelle, sous la forme de la maîtrise du métier, des données contenues dans la culture architecturale.

L'imagination constructive est donc tributaire des connaissances théoriques, pratiques et intuitives acquises par l'architecte et de l'ensemble technique qui permet la production architecturale. C'est ainsi que le progrès technologique et les découvertes scientifiques irriguent l'imagination constructive en intégrant de nouvelles

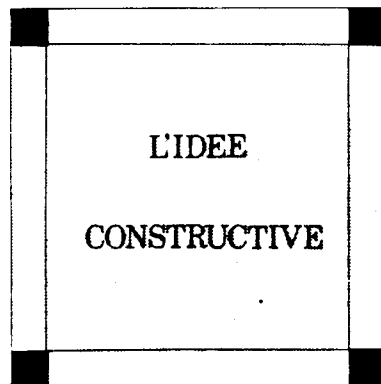
connaissances scientifiques et techniques au savoir-construire. L'imagination constructive que nous essayons de promouvoir à partir de l'enseignement du cours de construction s'appuie sur une analyse globale du projet de construction où le savoir-construire et l'imagination architecturale se conjuguent pour donner naissance à l'idée constructive.

L'imagination constructive se développe en reconstituant une sorte de banque de données architecturales où l'architecte vient puiser, assembler et ordonner, les connaissances dont il a besoin pour la réalisation de son projet. Faire preuve d'imagination constructive ou architecturale, c'est choisir - selon ses critères personnels ou selon les déterminants du projet, l'usage notamment - parmi la multitude de possibles la solution toujours unique pour résoudre un problème apparemment semblable.

"Cette faculté de concevoir des formes et de les transformer, par la maîtrise d'un métier, en édifices ou oeuvre d'art."

A. GAUDI





**L**ors du processus de conception, les connaissances accumulées dans l'imagination architecturale ouvrent la voie à une compréhension globale du problème sous la forme de l'idée constructive. Celle-ci est la formalisation et la concrétisation, à un moment donné et pour un problème donné, du potentiel de créativité emmagasiné dans l'imagination constructive. La vision d'ensemble coexistant à l'idée constructive s'appuie non seulement sur une connaissance approfondie des matériaux et des techniques mais aussi, au niveau de l'exécution, sur une collaboration étroite entre les différents exécutants : artisans, entrepreneurs, techniciens, ingénieurs, etc. Cette collaboration englobe non seulement la période de mise au point de l'idée mais aussi celle de sa production.

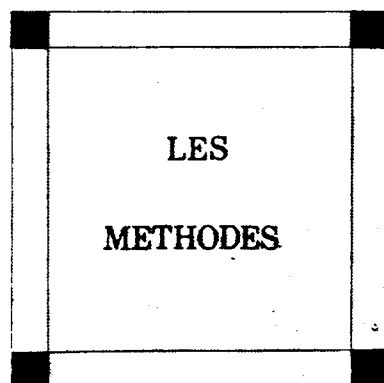
Le concept d'idée constructive prend sa source dans la résolution d'un problème donné. C'est une application concrète qui cherche à retrouver le processus qui va directement du schéma de l'idée à la fabrication. Ainsi la créativité contenue dans l'idée constructive dépend-elle étroitement de la capacité de l'architecte à connaître les instruments de la profession. L'idée constructive est une démarche appliquée à un problème concret, qui cherche toujours à lier le dessin à l'acte de construire. Le dessin est alors défini comme un langage graphique destiné à faire comprendre l'idée pour en permettre l'exécution. Aussi cherchons-nous, à travers l'expérimentation et la réalisation de maquettes, à permettre aux étudiants de mettre en œuvre une idée préalablement exprimée sous forme de dessin ou projet.

"La forme d'une chose dépasse la conception, elle est ce qu'elle doit être, comparée avec des gens qui la font le mieux possible."

J. PROUVE



# A P P L I C A T I O N S



**L** idée constructive, prise comme base d'une méthodologie de travail et d'analyse qui permet à l'étudiant de répondre aux demandes du marché en tenant compte de son évolution, s'appuie autant sur des connaissances théoriques que pratiques, c'est pourquoi nous avons centré l'organisation pédagogique du cours de construction sur les problèmes de conception et de fabrication. Pour cela nous avons organisé l'ensemble des cours et des ateliers autour d'exercices ou d'expérimentations. Il est évident, pour nous, que l'idée constructive ne peut passer que par une pratique et qu'un cours qui ne serait que théorique ne serait pas opérant. Ces exercices et expérimentations concrétisent, sous des approches disciplinaires diverses, les différentes composantes de l'idée constructive. Toute l'originalité du cours réside dans cette recherche pédagogique qui vise moins à inculquer des savoirs qu'à stimuler, par différentes approches et expériences, la constitution d'une imagination architecturale. Concrètement la pluralité des enseignants a permis de multiplier les approches et donc les exercices. Ceux-ci sont définis, collégialement, en début d'année et leur formulation correspond à une logique de la formation qui tente de mettre l'étudiant en situation de répondre à une demande. Les exercices, obligatoires et

exécutés aussi bien dans le cadre des cours que des ateliers, jouent ainsi un rôle primordial pour les étudiants dans la prise de conscience du lien entre l'esprit et la main, le projet et la réalisation. Les exercices se succèdent tout au long de l'année et peuvent être réalisés individuellement ou collectivement, en cours ou sur le terrain, être concentrés sur une courte période ou demander une longue préparation.

Tout exercice fait appel aux enseignements de plusieurs cours théoriques et les ateliers développent une approche spécifique basée sur l'apprentissage de la construction en liaison avec la connaissance de la matière, de la structure et de la forme. Cet apprentissage s'apparente plus à une imprégnation, par l'observation et la pratique, des techniques de construction qu'à une véritable maîtrise des savoir-faire. Les connaissances techniques acquises devront encore par la suite faire l'objet d'études approfondies. Les ateliers sont, dans certains cas, des sortes de mini-laboratoires d'architecture qui permettent de réaliser tout le processus du travail architectural. C'est le cas notamment de l'atelier mobilier qui permet à partir de la réalisation d'une chaise de passer de l'esquisse, à la maquette, au croquis technique pour aboutir à la réalisation d'un prototype, corrigé après avoir été soumis à des essais, et enfin dessiné en vue de la production.

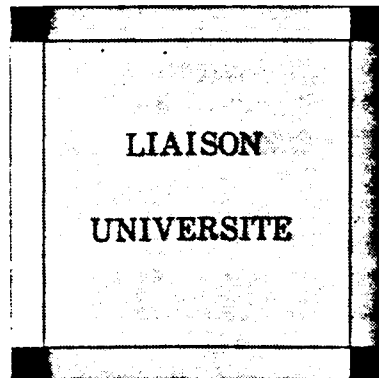


## LES NOUVELLES PERSPECTIVES

**L**a démarche suscitée par le cours de construction influence positivement la poursuite des études d'architecture. Cependant même si l'enseignement s'améliore chaque année grâce à une réflexion continue, il s'avère néanmoins indispensable de renforcer l'interpénétration des cours et des ateliers, certains cours théoriques restant encore trop centrés sur leur problématique propre. La conception d'exercices plus unitaires, combinant de manière plus étroite l'apport des différentes disciplines, contribueraient à l'établissement de cette osmose. Un autre moyen, plus décisif et qui permettrait une amélioration plus fondamentale, serait la création de véritables ateliers équipés où les étudiants pourraient prendre en compte simultanément la conception et la réalisation et où s'établirait une corrélation étroite entre dessin-projet et prototype-maquette. De plus ces ateliers offriraient des conditions de travail incomparables avec celles dans lesquelles opèrent actuellement enseignants et étudiants.

Par ailleurs, l'équipe enseignante a mis en place des relations avec l'université, l'industrie et le secteur bâtiment. L'ouverture sur l'université s'est confirmée par une

convention établie entre l'Ecole d'Architecture de Grenoble et l'Université Scientifique, Technologique et Médicale de Grenoble renforçant ainsi les collaborations, dans le domaine de la formation et de la recherche, qui existent depuis quelques années, spécialement avec quatre instituts : l'Institut de Recherches Interdisciplinaires de Géologie et de Mécanique, le département de Génie civil de l'Institut Universitaire de Technologie, le Laboratoire de Radiocristallographie-géochimie de l'Institut Dolomieu et la filière ingénieur-géotechnicien de l'Institut des Sciences et Techniques de Grenoble. Plus récemment viennent de s'instaurer des échanges, d'ores et déjà très positifs, avec l'Atelier Interuniversitaire de Productique. Ces collaborations permettent, non seulement de développer des recherches et des programmes pédagogiques, mais aussi de faire participer les étudiants à des réalisations in situ liant matériaux, structure et architecture. La liaison avec l'industrie et l'artisanat s'est développée allant même, dans le cas de l'atelier design-mobilier, jusqu'à la fabrication de pré-séries de meubles créés à l'Ecole d'Architecture de Grenoble.



L'idée constructive formalise l'imagination constructive et concrétise le projet. L'acte de dessiner, de concevoir invite l'exécution et la production du projet. L'idée constructive tend vers la maîtrise constructive. L'enseignement collégial du DEFA à l'E.A.G. sous forme de cours et d'exercices, d'expérimentations sur maquettes et sur prototypes des projets conçus en atelier convie petit à petit les étudiants à développer une connaissance approfondie de la matière, du matériau, de la structure et de la forme du projet. La concrétisation de l'idée constructive induit une tension vers l'exécution qui impose un élargissement des outils pouvant assurer la maîtrise constructive. Ainsi sont introduits des outils scientifiques permettant une optimisation de la connaissance de la matière, du matériau, de la structure et de la forme. Le lien avec l'étude et l'analyse scientifique qui conforte la maîtrise constructive du projet s'impose logiquement. Une convention entre l'E.A.G. et l'Université Scientifique de Grenoble, (USTMG), formalise cette relation avec l'analyse scientifique et donne accès au soutien des laboratoires de l'université, offrant la possibilité de développer cet approfondissement indispensable des connaissances relatives à la matière, au matériau, à la

structure et à la forme du projet. Cette approche permet un meilleur positionnement du projet vis à vis des contraintes de production. Cette relation entre l'E.A.G. et l'Université Scientifique de Grenoble s'exprime très concrètement dans le cadre d'opérations de projets réels auxquels participent les étudiants de l'E.A.G.. Tel est par exemple le cas du projet de "la maison en 24 heures", construction d'un petit logement de 50 m<sup>2</sup> sur le Domaine Universitaire de Grenoble, en novembre 1986. Ce projet a contribué à développer un axe de relations horizontales et verticales internes à l'Ecole et entre l'Ecole et l'Université. En effet, "la maison en 24 heures" a donné lieu, en amont de sa réalisation effective, d'une part à un appel d'offres de participation interne à l'E.A.G., s'adressant aux enseignants, aux équipes de recherche, aux étudiants de tous niveaux, et d'autre part à un appel d'offres s'adressant à des laboratoires de l'Université Scientifique. Côté E.A.G., on a observé une participation effective de divers ateliers du cycle DEFA (maçonnerie en petits éléments, moulage-sculpture, bois-design), d'équipes de recherche (Architecture de Terre, Dessin-Chantier, Espace Sonore) et d'étudiants du cycle DEFA, du cycle DPLG et du cycle CEAA. Le projet a été imaginé et son idée concrétisée à l'E.A.G., une

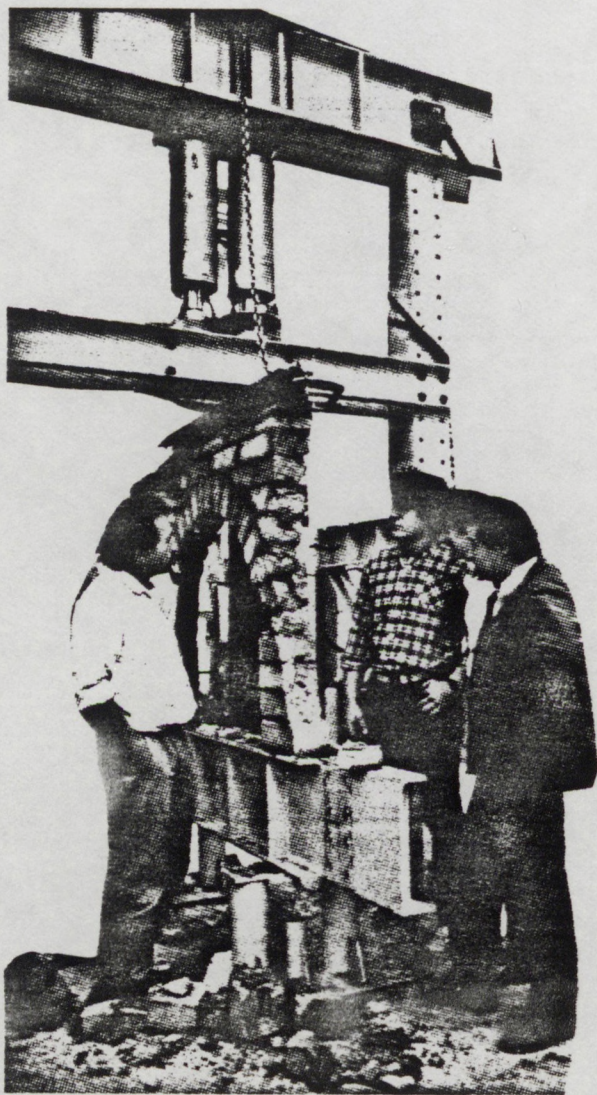
expérimentation sur prototype à l'échelle 1/2 a été réalisée dans l'atelier maçonnerie en petits éléments de l'E.A.G. L'atelier moulage-sculpture a réalisé certains éléments de consoles et corbeaux servant de naissance aux pendentifs des coupoles du projet. L'équipement de l'atelier bois a permis de réaliser l'ensemble des coffrages d'arcs. Des prototypes de pige de guidage de la construction des coupoles ont été mis au point et fabriqués à l'atelier ferronnerie de l'Ecole. Côté Université, plusieurs Instituts ont répondu à l'appel d'offres de participation, prêtant le concours de leurs laboratoires. Les analyses minéralogiques et chimiques de la matière (terre) ont été réalisées par le laboratoire de radiocristallographie-géochimie de l'Institut -Dolomieu. Les études de stabilisation par ajout de liant hydraulique et les essais de résistance sur les matériaux (blocs de terre comprimée stabilisée) ont été réalisés au laboratoire Matériau et Mécanique des Roches de l'Institut de Recherches Interdisciplinaires de Géologie et Mécanique, (IRIGM). Des mesures des déformations en photoélasticimétrie et le contrôle de la rupture des éléments de structure (systèmes d'arcs) ont été réalisés dans le hall d'essais du département Génie Civil de l'Institut Universitaire de Technologie, (IUT 1).

La relation dynamique entre l'imagination constructive, l'idée constructive et la maîtrise constructive, est renforcée par le pont créé entre l'Ecole d'Architecture et l'Université Scientifique de Grenoble. Cette relation esquisse déjà une relation avec l'entreprise et l'industrie, interpellant la maîtrise productive du projet. Tel sera le cas sur le terrain de nouveaux projets qui seront développés dans les années qui viennent et déjà, dans l'immédiat avec une opération intitulée "Habitat-Performance : une maison du futur" qui associe l'Ecole d'Architecture au VIA, (Valorisation Innovation Ameublement). Au stade actuel de l'imagination constructive du projet, un appel d'offres de participation a été lancé, s'adressant à l'ensemble de l'E.A.G. et à un nombre élargi de laboratoires de l'Université Scientifique tels que: Informatique et Microinformatique, Informatique et Circuits intégrés, Thermique du Bâtiment et Habitat solaire, Climatologie, Matériau Structure et Sismique. Un appel d'offres de participation sera également prochainement lancé à l'adresse des entreprises et industries de la Région Rhône-Alpes.

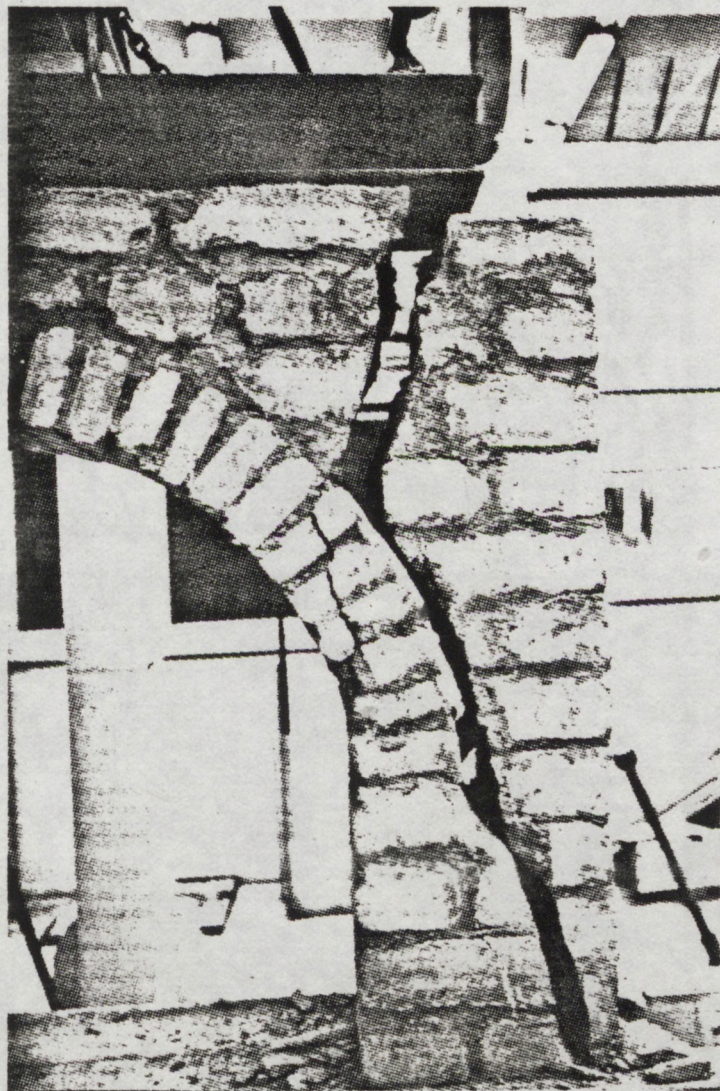
Ainsi se confirme la mise en place  
d'une nouvelle trame relationnelle  
entre l'E.A.G., l'Université et le  
secteur de la production qui

contribuera à renforcer le potentiel  
de concrétisation de la maîtrise  
constructive et de la maîtrise  
productive du projet.

L'accès aux laboratoires de  
l'Université Scientifique de  
Grenoble pour l'analyse des  
contraintes et les essais de  
rupture





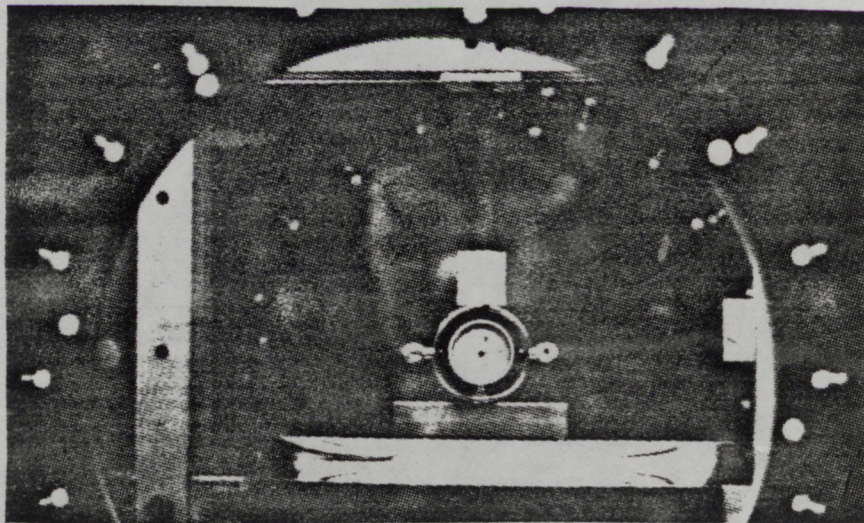
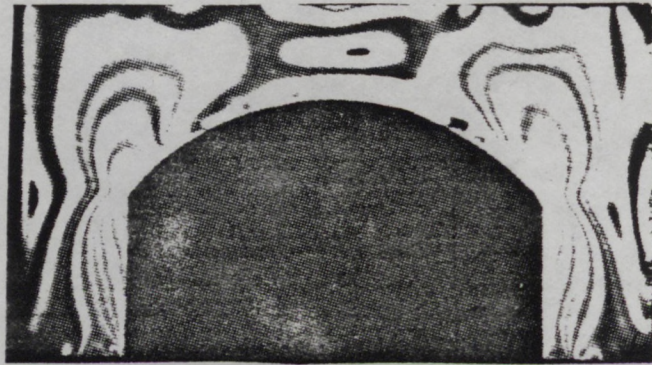
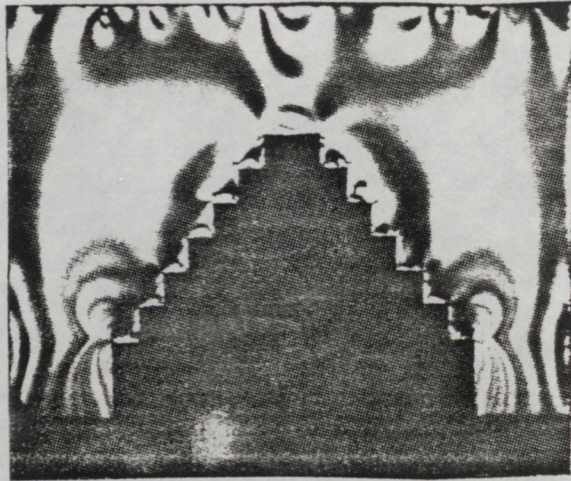


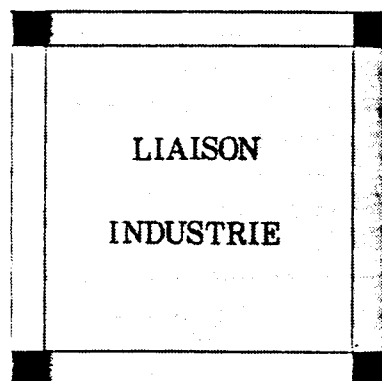
Analyse des contraintes  
en Photoélasticimétrie

Visualiser très facilement la  
distribution des contraintes  
suivant le mode d'application  
des forces. Par exemple:

- flexion pure de la poutre  
encastrée
- poutre en appui simple
- flexion circulaire par un  
moment constant
- chargement hyperstatique
- charge excentrée sur une  
colonne
- charges opposées concentrées
- chargement d'arcs

Tous les exposés de la  
Résistance des Matériaux sont  
fondés sur un principe  
fondamental de la Mécanique, à  
savoir que pour qu'un corps  
soit en équilibre, il faut que  
la résultante des forces qui  
lui sont appliquées et  
également celles des moments  
soient toutes deux nulles





Dans le cheminement et le questionnement qui jalonnent le passage de l'imagination constructive à la maîtrise constructive, le Cours de Construction induit chez les étudiants un apprentissage approfondi et raisonné de la matière, du matériau, de la structure et de la forme et suscite, dès le stade de l'imagination constructive du projet un apprentissage des techniques de transformation et des modes de production de la matière, du matériau, de la structure et de la forme. Les produits ou les projets imaginés et conçus dans les divers ateliers ne trouvent leur pleine réalité et cohérence qu'en étant confrontés aux contraintes réelles de la production. L'étudiant est donc très vite convié à s'intéresser directement à la logique productive. Il est très tôt mis en situation de scénario de réponse à une demande qui préfigure les conditions d'exercice du marché de la production du produit ou de la construction du projet. Ce questionnement des conditions de production suggère l'établissement de relations avec l'entreprise et l'industrie: apprendre et comprendre la production, tendre vers la maîtrise productive.

Les premières occasions de confrontation avec la production sont offertes par la visites

d'usines et d'entreprises locales ou régionales. Usines de production de matériaux ou de composants de construction préfabriqués, entreprises artisanales ou industrielles de charpenterie, de maçonnerie, société de B.T.P., visite de chantiers. Il est d'ores et déjà envisagé de développer cette relation de base avec le secteur de la production en favorisant dans les années à venir l'intervention d'entrepreneurs et d'industriels dans le cursus d'enseignement du Cours de Construction, sous forme de conférences, de rencontre-débats avec les enseignants et les étudiants.

Cette relation avec le secteur de la production est abordée de façon très concrète et opérationnelle dans le cadre de projets réels ou de la conception de produits réels dont la maîtrise d'oeuvre est assumée, en tout ou partie, par quelques ateliers et laboratoires de l'Ecole d'Architecture de Grenoble, opérations qui sollicitent directement la participation des étudiants. Tel est le cas de l'atelier moulage, de l'atelier bois-Design-mobilier et des laboratoires Architecture de Terre-CRATERre, CRESSON, ou Dessin-Chantier, par exemple. Le développement de relations horizontales et verticales interne à l'E.A.G. préfigure l'établissement des liens dynamiques entre

l'enseignement du Cours de Construction en cycle DEFA et les enseignements du cycle DPLG, du cycle des CEAA ainsi qu'avec les activités de la recherche architecturale à l'E.A.G.

Par ailleurs les tentatives de plus en plus nombreuses de prises de contact avec le secteur de la production industrielle permettent d'établir des liens avec l'entreprise, l'industrie et la recherche industrielle. Tel est le cas par exemple de l'atelier moulage qui s'est récemment investi dans un projet associant l'Ecole à l'industrie du ciment. Tel est également le cas de l'atelier bois-Design-mobilier dont les activités d'enseignement et d'expérimentations sur produits-design de ces dernières années ont abouti à la mise au point de deux collections de mobilier-design d'intérieur haut-de-gamme, conçus en bois. Les collections ORKIS et VARANG ont été lancées à partir d'une confrontation directe avec le secteur de la production, à l'occasion d'une consultation de l'atelier Design auprès de la Direction Départementale et de la Chambre des Métiers de Guyane pour le lancement d'une filière "mobilier en bois guyanais". Des étudiants ont directement participé à la mise au point des premiers prototypes de mobilier élaborés à partir d'exercices et de recherches, d'expérimentations sur maquettes

préalablement réalisés dans le cadre de l'enseignement de l'atelier bois du DEFA et du design à l'E.A.G. Des étudiants ont participé à des missions sur le terrain, en Guyane, pour effectuer les enquêtes de faisabilité technique et économique de la filière mobilier guyanais, auprès des administrations, d'organismes, d'artisans, de menuisiers-ébanistes. Les recherches d'ergonomie et de design sur prototypes, la réalisation des modèles puis d'un catalogue des modèles ainsi que l'établissement d'un cahier des charges pour la création d'un "Atelier-Formation-Production" en liaison avec la Chambre des Métiers de Guyane ont sollicité le concours d'étudiants qui ont pu être ainsi très directement confrontés aux contraintes du secteur de la production artisanale et industrielle du mobilier, à l'indispensable maîtrise constructive et productive du produit-design préalablement élaboré à l'E.A.G. et destiné à un contexte opérationnel de production et de diffusion. Cette relation avec la production sous-entend une relation avec la promotion, avec l'édition et avec la vente des produits. Promotion avec l'exposition des collections à l'occasion de plusieurs salons internationaux: Salon du Meuble de Milan, Italie, en septembre 1986, Salon "French Impressions" de Los Angeles, U.S.A.,

en novembre 1986, Salon Habiter 87 à La Villette et Vivre 87 à Grenoble. Confrontation avec la production opérationnelle puisque les collections ORKIS et VARANG sont actuellement réalisées en petite série par une entreprise régionale de Savoie. Confrontation avec la diffusion puisque l'Ecole d'Architecture, éditeur des collections, entame des prises de contact avec des réseaux de vente.

Confrontation avec la commande avec, par exemple, l'aménagement récent, une partie de l'ameublement et de la scénographie acoustique du Musée des Plans et Reliefs à l'Hôtel des Invalides, en liaison avec le Centre de Création Industrielle, (CCI), opération qui associait la collaboration de quatre équipes de l'Ecole d'Architecture de Grenoble: Design, CRESSON, Dessin-Chantier et Architecture de Terre. L'atelier bois-design a également participé récemment, en novembre 1986 à une opération d'aménagement d'un pavillon témoin, réalisé à Grenoble dans le cadre de "l'Année Internationale du Logement des Sans-Abris" qui l'associait directement à une entreprise locale, la Société Dauphinoise de Charpente et Couverture.

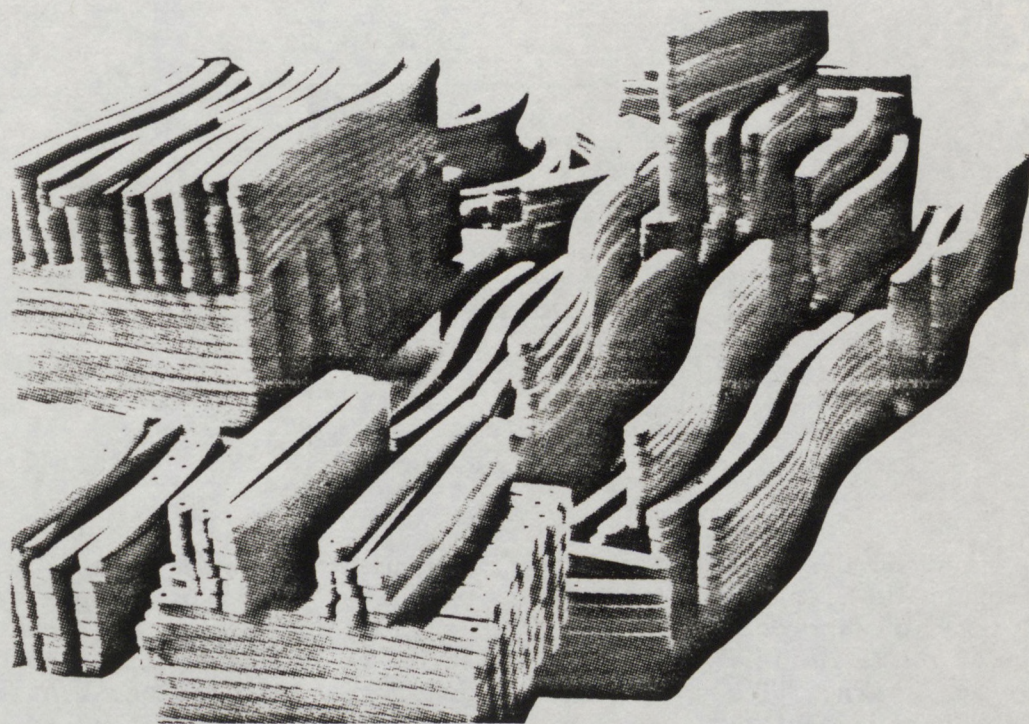
Les étudiants du Cours de Construction ont bien d'autres occasions, dans le cadre de

l'enseignement d'autres filières de construction d'être confrontés aux contraintes réelles de la production. Prenons pour exemple la participation des étudiants aux opérations de projets du Laboratoire Architecture de Terre-CRATerre. Dès 1982, des étudiants de deuxième année participaient à l'élaboration puis à la réalisation sur le terrain des prototypes de logements du programme d'habitat social de l'île de Mayotte. Ce programme a permis à plusieurs étudiants du cycle DEFA, puis DPLG et désormais du cycle CEAA de réaliser des stages opérationnels à Mayotte où ils ont pu ainsi être confrontés aux relations avec la maîtrise d'ouvrage, la maîtrise d'oeuvre et l'entreprise artisanale. Cette démarche a été depuis lors réitérée à l'occasion d'autres projets: réalisation de petits bâtiments, galerie artisanale et bâtiment polyvalent à La Roche Vineuse (Mâconnais) pour l'association "Village du Bout du Monde", réalisation d'une salle de fêtes et vestiaires sportif sur la Commune de Gières au cours de l'été 87 dans le cadre du 30<sup>ème</sup> anniversaire de la Fédération Mondiale des Villes Jumelées. Chacune de ces opérations passent par le cheminement qui a été mis en place avec l'enseignement du Cours de Construction et qui jalonne la production du projet depuis l'imagination constructive jusqu'à la maîtrise productive en passant

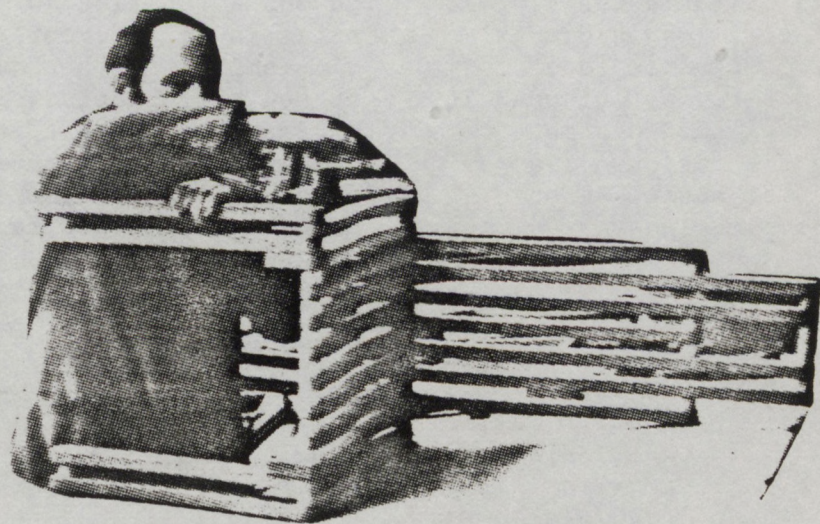
par la maîtrise de la matière, du matériau, de la structure, de la forme et des modes de production. Certains de ces projets offrent l'occasion d'engager et de développer une relation très directe avec l'entreprise et l'industrie. Tel fut le cas du projet de "la maison en 24 heures" qui permettait d'établir de nombreux liens avec des entreprises grenobloises et régionales: Chaux Balthazar et Cotte, société Altech Pact 500, Appro-Techno et SED (presses et malaxeurs), société Formaplex, Taraflex et Saft-Ondine (couverture), société Comabi (échaffaudages), Etablissements Floret (menuiseries industrielles), Samse et Dauphinoises de Matériaux Modernes (matériaux de construction). Le futur projet qui associe l'Ecole d'Architecture de Grenoble au VIA, (Valorisation Innovation Ameublement) : "Habitat-Performance,

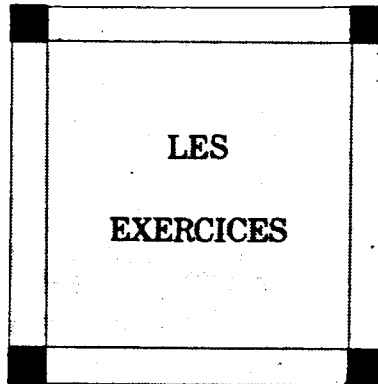
une maison du Futur", contribuera à renforcer cette liaison dynamique avec l'industrie régionale. D'ores et déjà des contacts sont pris avec l'industrie des matériaux et composants actuels de la construction: fonderie aluminium, textiles synthétiques nouveaux, équipements de la Domotique et de la Robotique, etc. L'appel d'offres de participation qui est lancé à l'adresse des différents ateliers et laboratoires de l'Ecole d'Architecture sollicite une participation active des enseignants, des chercheurs et des étudiants de l'E.A.G.

De l'imagination constructive à la maîtrise productive, construire un pont entre l'Ecole d'Architecture, l'université et l'industrie, telle est la voie sur laquelle s'est engagée la dynamique de l'enseignement du Cours de Construction à l'E.A.G.



Liaison entre l'Ecole  
d'Architecture de Grenoble et  
l'Industrie pour la réalisation  
des produits conçus avec les  
étudiants. Production en  
petites séries du mobilier de  
la collection ORKIS de  
l'atelier Bois-Design. Visite  
de l'entreprise avec  
explications données sur la  
filière de production, depuis  
l'exploitation du bois en forêt  
jusqu'à la finition du meuble.





LES  
EXERCICES

L'enseignement du DEFA à l'Ecole d'Architecture de Grenoble propose aux étudiants une approche sensible et raisonnée de la MATIERE, du MATERIAU, de la STRUCTURE et de la FORME. Cet enseignement est fondamentalement basé sur une pratique d'exercices et d'expérimentations qui visent à fournir aux étudiants les bases d'une expérience des principes fondamentaux de la conception des structures et des formes architecturales et du produit design. Dans le cheminement qui va de l'imagination constructive à l'idée constructive, l'objectif de ces exercices et de ces expérimentations est d'ouvrir, dans un premier stade, l'imagination constructive à une approche créative et raisonnée de la structure et de la forme. Eveiller la compréhension, chez les étudiants d'un processus de création des structures et des formes qui conduit le concepteur de l'environnement bâti ou du produit design à des solutions qui sont notamment en accord avec les principes

fondamentaux de la nature. Ces principes sont par exemple ceux de la conservation, de l'adaptation et de la fonctionnalité énergétique des formes naturelles. Eveiller cette compréhension tout en développant une aptitude à l'imagination et à la prospective structurale, constructive et morphologique, susciter la curiosité de l'étudiant à partir des formes naturelles, l'ouvrir aux critères de la nature pour percevoir les règles morphologiques qui initient aux fondements de la structure. Mais surtout, comprendre sans copier, sans simplement transposer, pour mieux organiser l'espace, pour mieux construire. En effet, la création d'une forme arbitraire, c'est à dire d'une forme créée sans tenir compte de son adéquation aux phénomènes naturels est souvent à l'origine d'un emploi pléthorique, inefficace et peu performant de matière, de matériau, d'énergie et de ressources humaines. La confrontation des étudiants à une compréhension de la grande variété des facteurs, des

*"la nature ne fait rien en vain ; or beaucoup est vain lorsqu'une moindre quantité suffit ; car la nature aime ce qui est simple et ne se revêt pas d'un luxe superflu."*

Isaac Newton, *Principia*



influences, des phénomènes, des contraintes et des intentions qui gouvernent les décisions pré-existant à la conception physique de la forme est un moyen didactique qui éveille leur attention sur la nécessité de minimiser l'arbitraire de la forme dans l'environnement bâti, cela pour répondre positivement à l'exigence de l'économie des moyens, de la conservation, de l'adaptation et de la fonctionnalité énergétique. Aussi, pour minimiser l'arbitraire faut-il maximaliser la performance c'est à dire viser l'accomplissement des objectifs poursuivis de la façon la plus efficace tout en minimisant l'emploi d'énergie et de ressources matérielles et humaines. Cela ne veut pas dire nécessairement que les objectifs de la conception sont exclusivement orientés vers l'économie des énergies et des ressources mais cela suggère que les objectifs de la conception doivent être orientés dans le sens de la performance. L'adéquation aux exigences de la performance doit être recherchée dans toutes les structures naturelles. Dans la nature, les formes et les structures sont créées en accord avec un principe fondamental qui est celui de la moindre énergie. Le processus de génération de la forme dans la nature agit selon des réponses de moindre énergie aux actions de forces extérieures. Dans la conception et la réalisation d'un

objet physique appartenant à l'environnement bâti, ce à quoi est appelé l'architecte, il importe d'être conscient d'un minimum de stratégie de conception. L'enseignement du DEFA propose donc une sensibilisation à une stratégie de conception qui adopte des critères et des directions qui puissent minimiser l'arbitraire et maximiser la performance. Dans cette orientation, la notion de forme peut être appréhendée comme un diagramme de forces internes et externes en interrelation qui gouvernent la conception de la forme, le diagramme de forces résultant de cette interrelation étant une réponse qui se doit d'être hautement performante. Une stratégie de conception qui intègre la notion de forme en tant que diagramme de forces peut offrir de réelles possibilités de génération de formes qui puissent cadrer avec les besoins de l'homme et avec les exigences naturelles de diversité, d'adaptation, de changement et d'emploi économe de ressources et d'énergies matérielles et humaines. Dans cette approche de la forme et de la structure au travers du prisme de l'interrelation de forces internes et externes qui gouverne le processus formatif, les étudiants sont conviés à identifier les différents types de forces qui agissent sur la genèse de la forme. C'est notamment à travers la BIONIQUE qui étudie les formes et

les structures dans la nature et dans la construction que les étudiants sont progressivement sensibilisés à cette nécessité d'identification des forces qui agissent sur le processus formatif. Ils apprennent à distinguer l'influence des forces internes, celles qui gouvernent des facteurs inhérents à tout système particulier et les arrangements possibles, les performances potentielles de ce système, de l'influence des forces externes, celles qui gouvernent des influences liées à l'environnement du système. Les exemples d'interrelation de ces forces internes et externes dans le processus de génération des formes naturelles sont relativement simples et compréhensibles mais la compréhension devient plus complexe lorsque l'on tente d'identifier ces forces à l'observation des structures et des formes biologiques. L'enseignement s'efforce de sensibiliser les étudiants à cette complexité. Cette approche développée au travers du prisme de la Bionique sur les formes naturelles est bien sûr ramené à des considérations relatives à la production de l'environnement bâti humain. Dans cette perspective, les forces externes peuvent être considérées comme des objectifs de conception, des critères variés d'ordre philosophique, esthétique, fantasque, performantiel,

bioclimatique, etc., qui peuvent être imposés sur la forme; les forces internes peuvent être considérées comme des règles de l'art des techniques et des limites de l'usage des techniques gouvernées par le niveau de compétence et les perceptions possibles du concepteur, par les habitudes et les pratiques techniques. La qualité de la réponse structurale et morphologique dépend directement de l'identification et de la compréhension de ces forces, ce à quoi l'enseignement du cycle DEFA s'efforce de contribuer.

Les exercices et les expérimentations proposés aux étudiants du DEFA s'inscrivent dans le courant des recherches sur la structure et la forme à partir de l'étude des formes naturelles précédemment évoqué et s'orientent vers la conception de structures légères mettant en application le principe de l'économie maximale de moyens. Cette orientation est héritée de l'application des principes inhérents aux théories naturalistes du XIX<sup>ème</sup> siècle - maximum d'efficacité pour un minimum de matériau en utilisant le minimum d'énergie - théories qui ont inspiré de nombreuses recherches et travaux en construction et en architecture. L'enseignement qui est proposé s'inspire des travaux de Robert le Ricolais dans son atelier de recherche structurale à l'Université

de Philadelphie, du Bauhaus, de l'enseignement de Peter Pierce à l'Institut de Design de Chicago puis à l'Université Northridge de Californie, des travaux de Buckminster Fuller et de D'Arcy Wentworth Thompson et plus récemment des recherches et travaux de Frei Otto. Dans les exercices et expérimentations proposés aux étudiants du DEFA de l'E.A.G., une orientation fondamentale est donnée au travail sur le principe de l'économie des moyens - économie de matière, de matériau - et orientation vers la simplicité de la structure et de la forme tout en assurant une performance optimale. Travailler sur "les plus courts chemins" pour atteindre l'objectif de la performance optimale d'une forme en optimisant l'économie des moyens et d'action: travailler sur le minima.

Quelques uns des exercices qui sont donnés aux étudiants ou des problèmes qui leurs sont posés sont conçus pour apprendre de façon empirique et de façon progressive les principes de la conception. Les exercices sont conçus pour développer une expérience et une compréhension sensible et pour que les critères adoptés lors de la conception des structures et des formes soient le moins possibles arbitraires ou ambigus. Dans cette approche, l'étudiant, tel un expérimentateur empirique peut

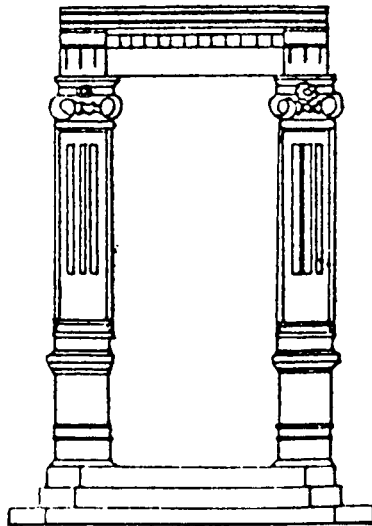
évaluer son propre travail au fur et à mesure de sa progression tout en comprenant des structures et des formes de base dont la conception laisse peu de champ aux décisions arbitraires. Par la nature des problèmes posés, clairement énoncés, l'implication des causes et des effets, l'interrelation des forces externes et internes qui gouverne la conception de la structure et de la forme deviennent évidentes et les critères adoptés par l'étudiant collent à la solution du problème posé. Le degré de qualité de la solution structurale et morphologique proposée est révélé par le critère le moins ambigu que se donne l'étudiant (identification et compréhension des forces externes) en réponse à une description préalable des forces externes dans l'énoncé de l'exercice ou du problème et par les limites inhérentes des techniques qu'il découvre et utilise (forces internes) dans le champ de techniques utilisables et de recommandations de conception également énoncés par l'exercice ou le problème posés. Les matériaux utilisés dans ces exercices - papier, carton, baguettes de bois - sont faciles à travailler et les outils et les techniques, les équipements utilisés - ciseaux, cutter, règle, crayon, colle, fil de couture - sont décrits et référenciés et faciles à utiliser. Des performances standard des

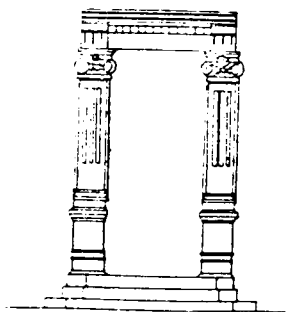
structures à concevoir et à construire sont énoncées (charges admises et poids des structures) qui permettent aux étudiants d'évaluer le seuil de performance qu'il faut atteindre puis la performance obtenue avec la solution proposée qui est testée.

Dans ce champ de travail qui s'écarte de la sophistication, des solutions structurales et morphologiques exemplaires aux problèmes posés peuvent être trouvées et les connaissances acquises par l'étudiant dans une ambiance de travail de compétition stimulante sont souvent gratifiantes.



DECOUVRIR DES  
TECHNIQUES DE  
CONSTRUCTION  
PAR L'ANALYSE  
DE BATIMENTS



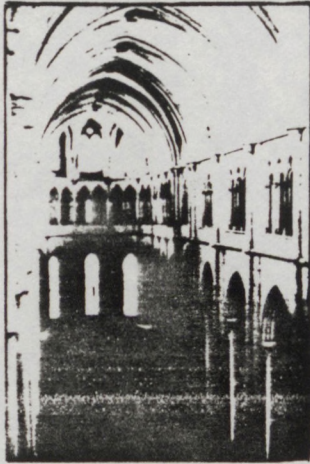


DECOUVRIR DES TECHNIQUES DE  
CONSTRUCTION PAR L'ANALYSE DE  
BATIMENTS : RELEVÉ

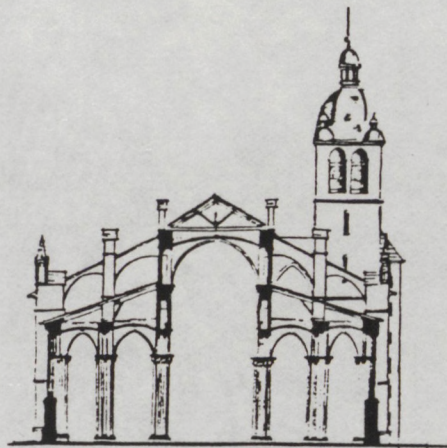
**C**et exercice d'analyse des structures de bâtiments, en liaison avec la nature des matériaux utilisés, contribue à la compréhension des techniques, des pratiques de construction et de l'influence du contexte historique et des connaissances techniques.

Les étudiants se basent sur l'observation détaillée des façades et des parties accessibles de l'immeuble pour dresser l'inventaire des matériaux utilisés, déterminer la structure du bâtiment et les fonctions des divers composants en faisant la différence entre ce qui a une fonction structurelle et ce qui est remplissage, habillage, décoration, et analyser les dégradations et le vieillissement des matériaux et composants. Ils doivent aussi présenter, en recomposant les processus de construction, une hypothèse sur la fabrication, l'approvisionnement, les procédés constructifs et la mise en oeuvre correspondant à l'époque de l'édification du bâtiment qui a été retenu pour son intérêt historique, technique et architectural.

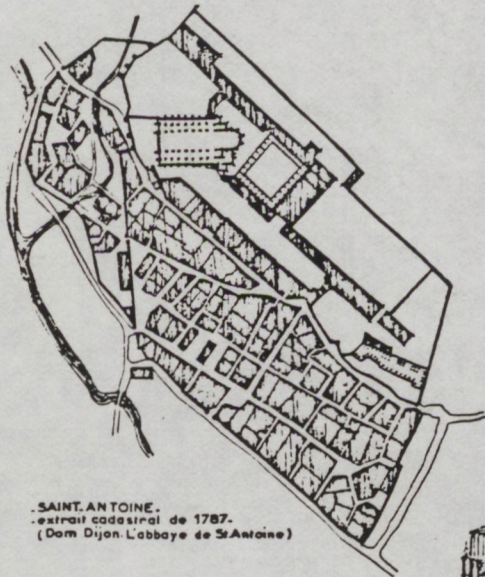
Cet exercice est aussi l'occasion pour les étudiants d'utiliser judicieusement les différents modes de représentation : croquis à main levée, aquarelles, perspectives, relevés, plans et coupes, dessins de détails...



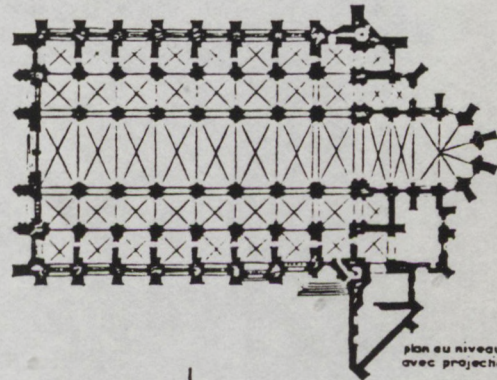
ABBAYE DE ST-ANTOINE  
ST-ANTOINE (ISERE) - 12<sup>e</sup> SIECLE



.coupe sur la nef.



.SAINT-ANTOINE.  
.extrait cadastral de 1787.  
(Dom Dijon. L'abbaye de St-Antoine)



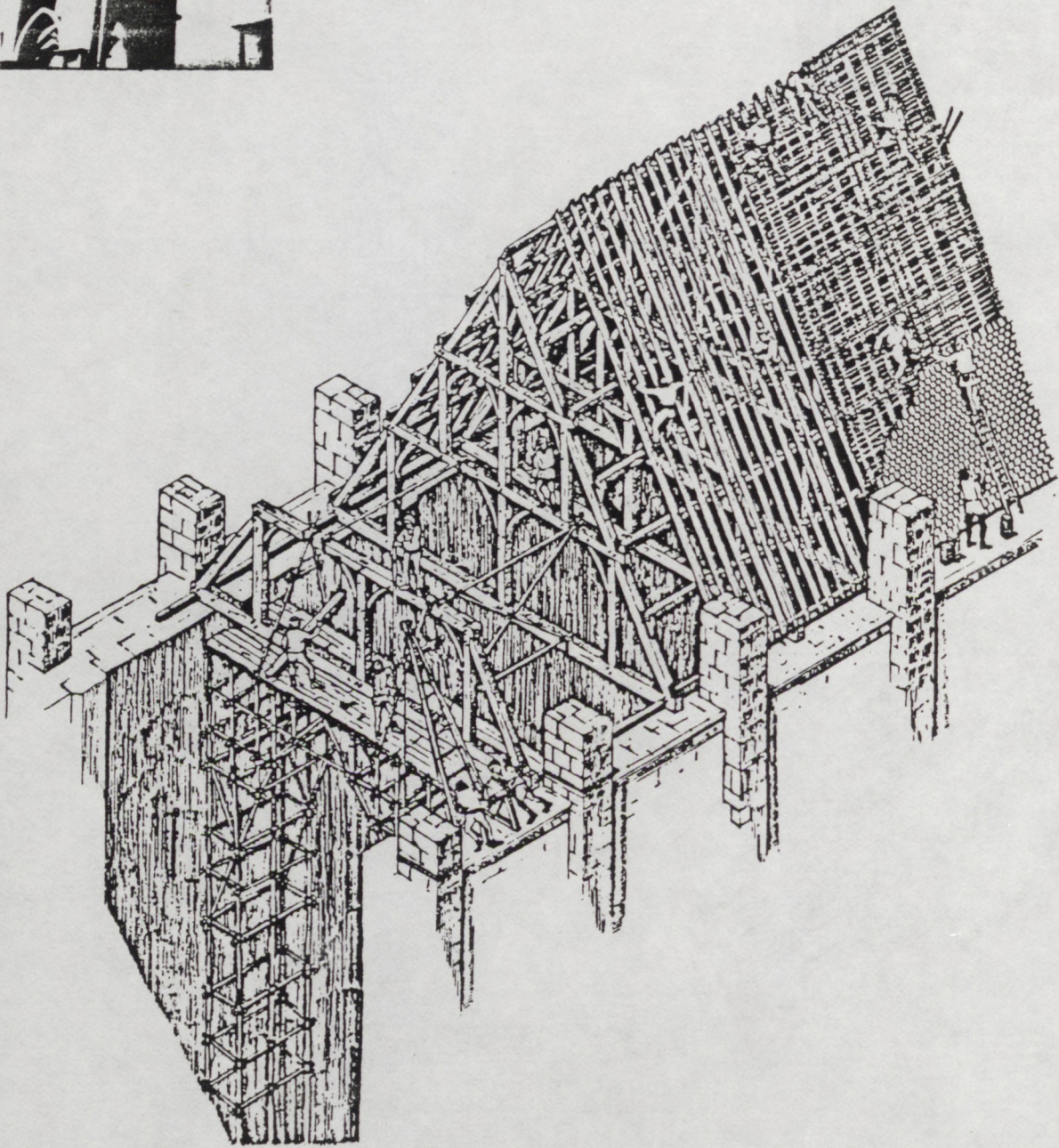
plan au niveau des piers  
avec projection des voûtes



.façade sud.

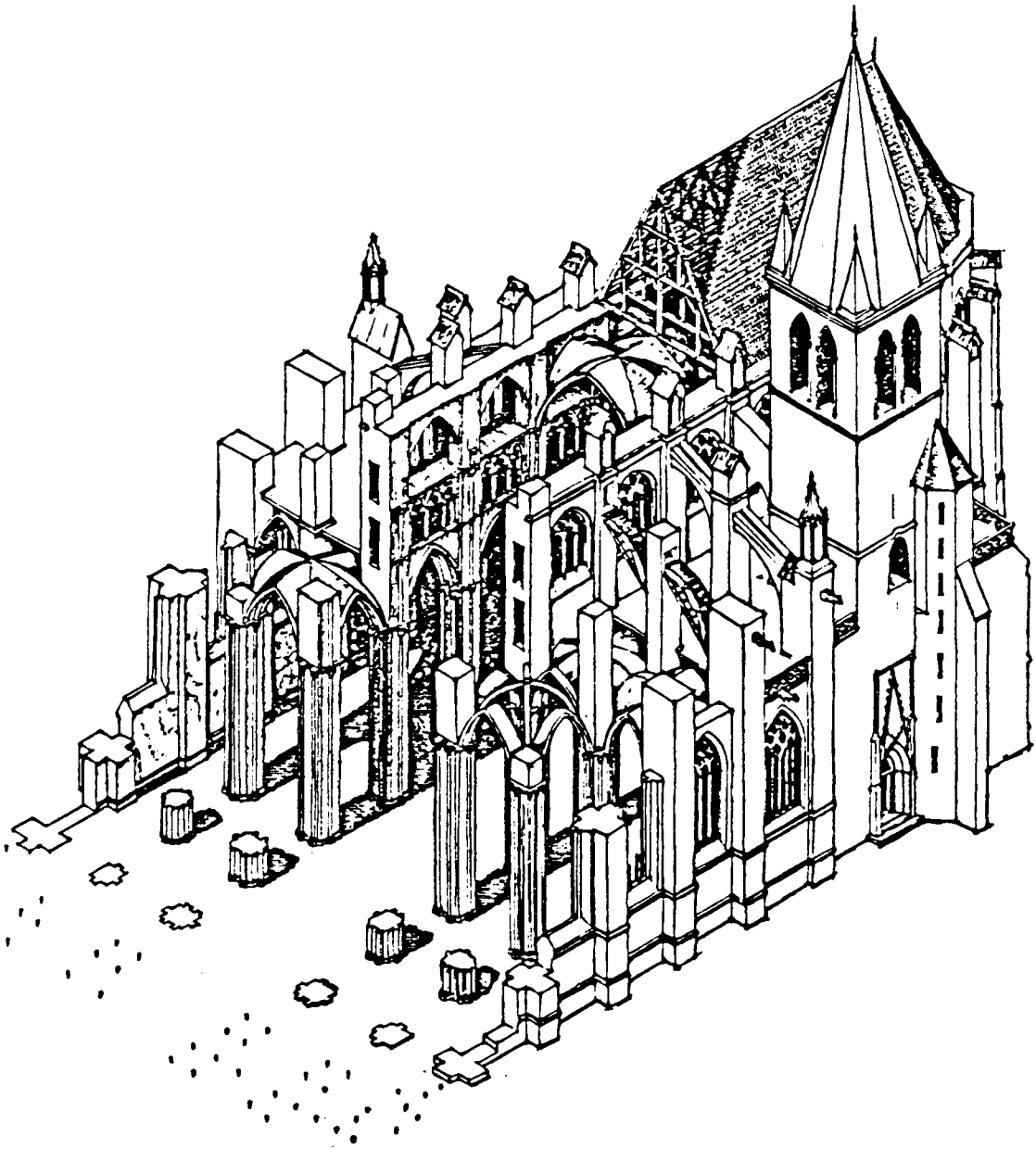


HYPOTHESE DE MISE EN OEUVRE DE LA  
CHARPENTE ET DE LA COUVERTURE

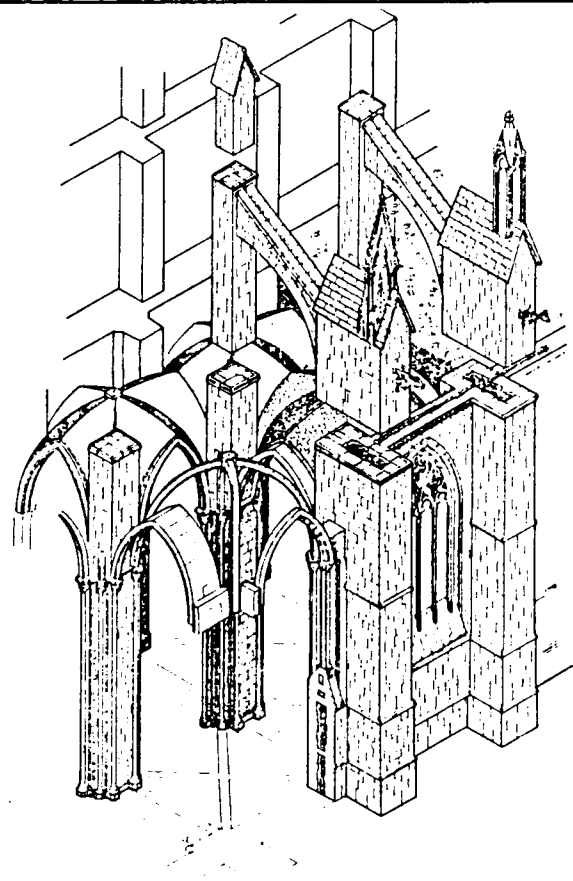




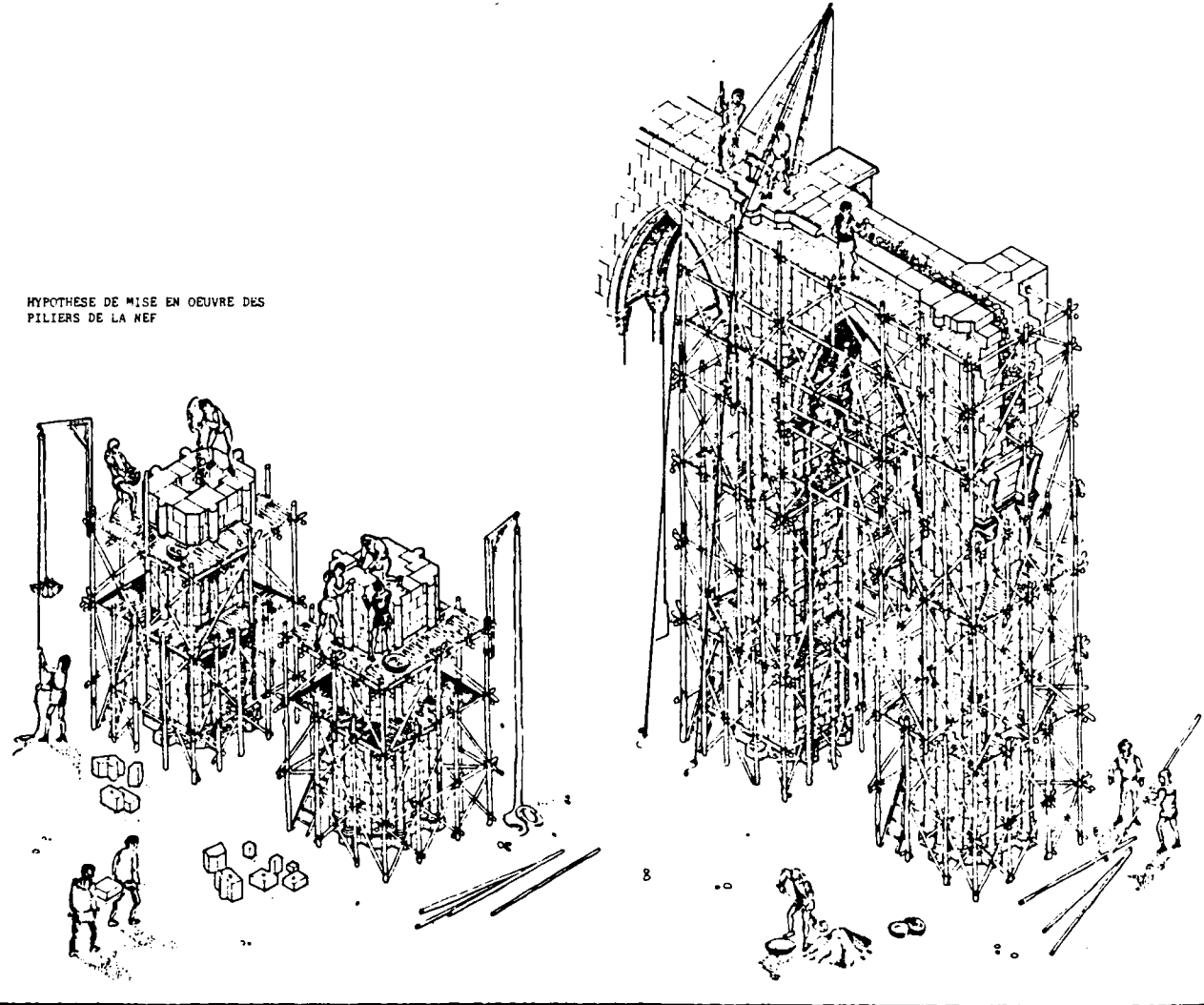
DECOMPOSITION DES ELEMENTS DE  
CONSTRUCTION EN VUE ANOMOMETRIQUE  
GENERALE



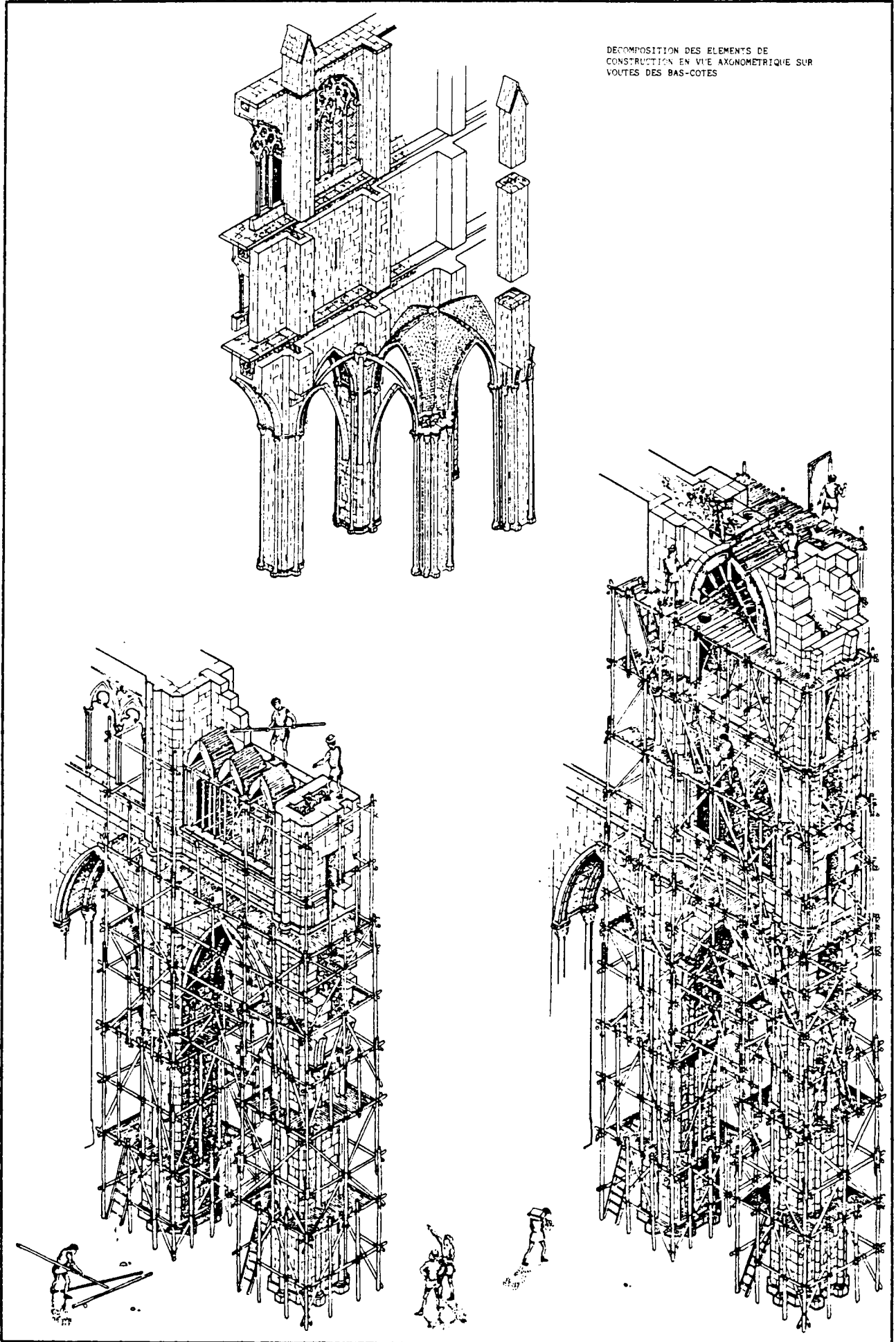
DECOMPOSITION DES ELEMENTS DE  
CONSTRUCTION EN VUE AXONOMETRIQUE AVEC  
SYSTEME DES ARCS VOUTANTS DE LA GRANDE  
NEF

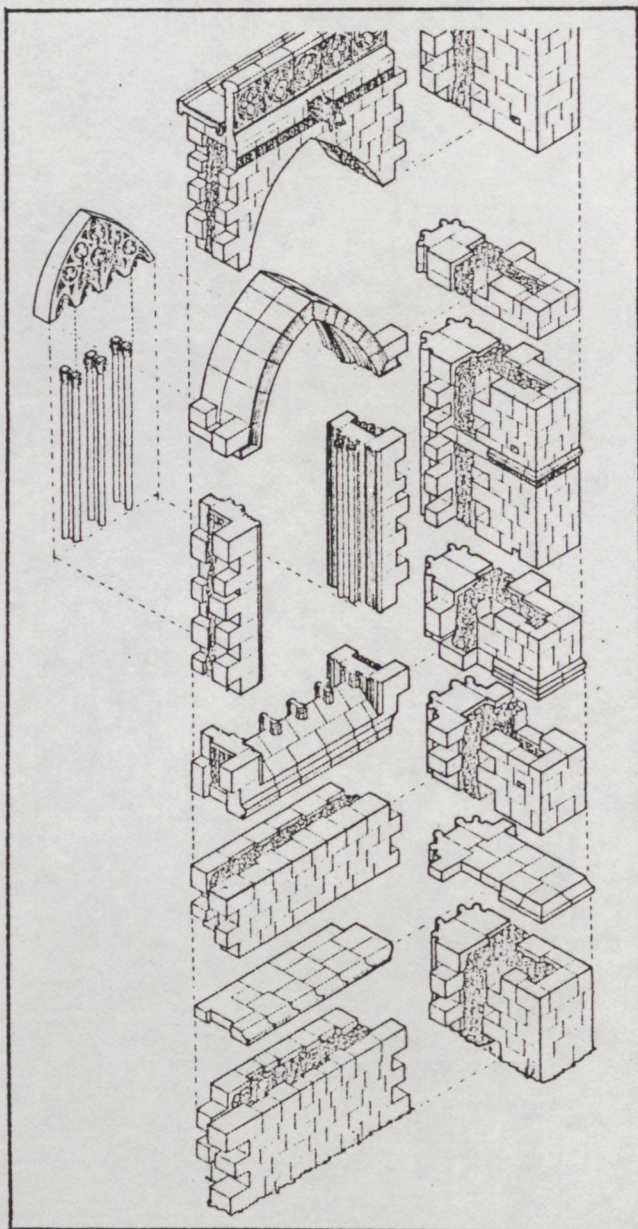
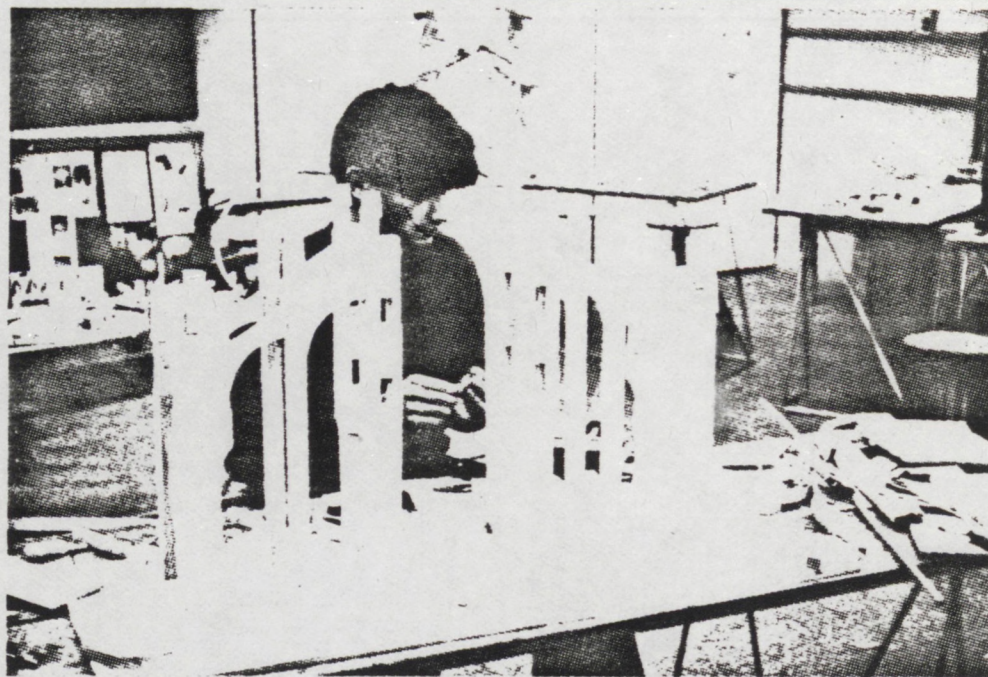


HYPOTHESE DE MISE EN OEUVRE DES  
PILIERIS DE LA NEF

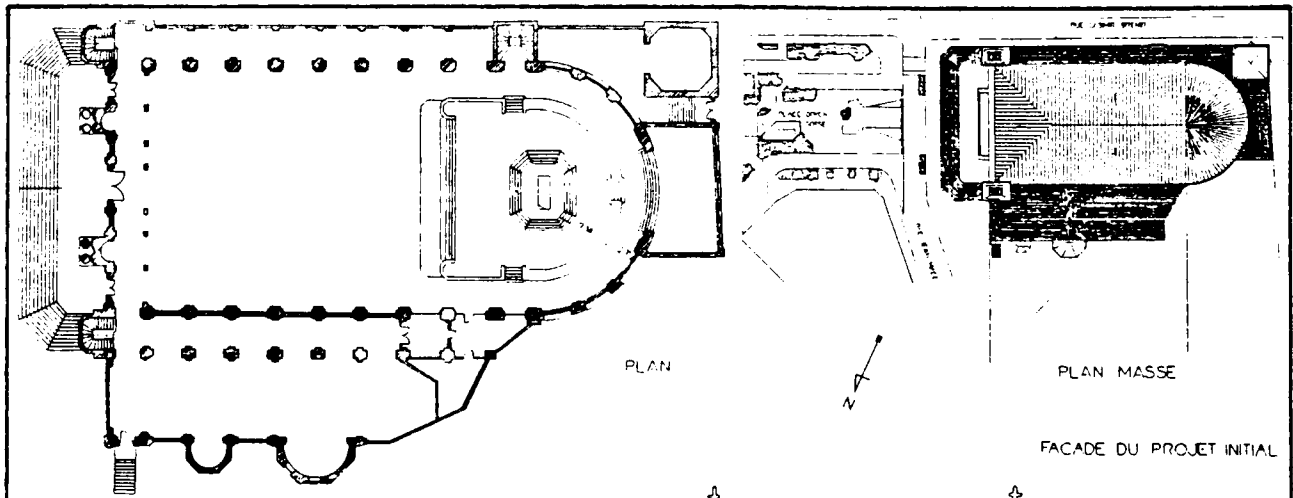


DÉCOMPOSITION DES ÉLÉMENTS DE  
CONSTRUCTION EN VUE AXONOMETRIQUE SUR  
VOUTES DES BAS-CÔTES

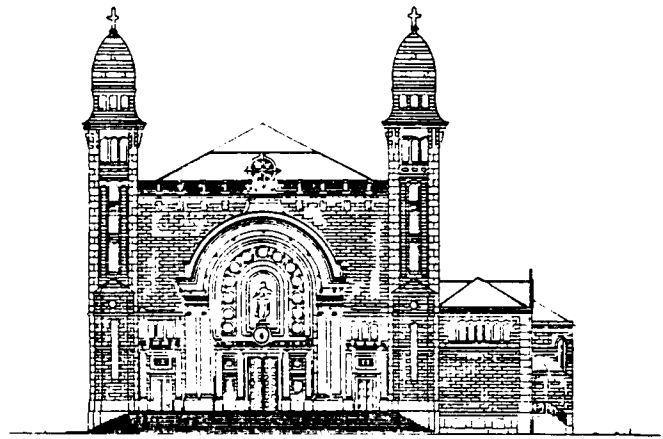




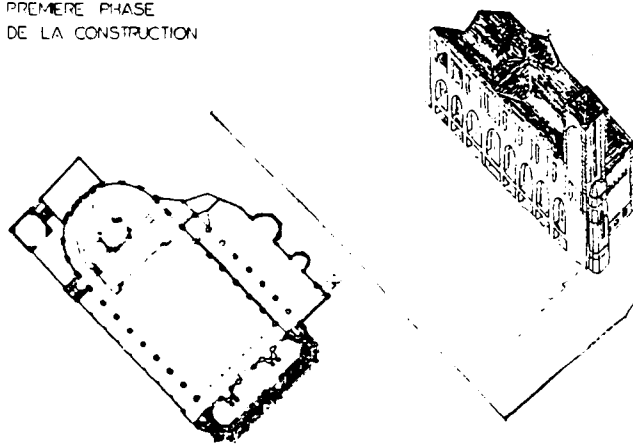
DECOMPOSITION DES ELEMENTS DE  
CONSTRUCTION D'UNE OUVERTURE ENTRE  
DEUX PILLIERS DES BAS-COTES EN VUE  
AXONOMETRIQUE



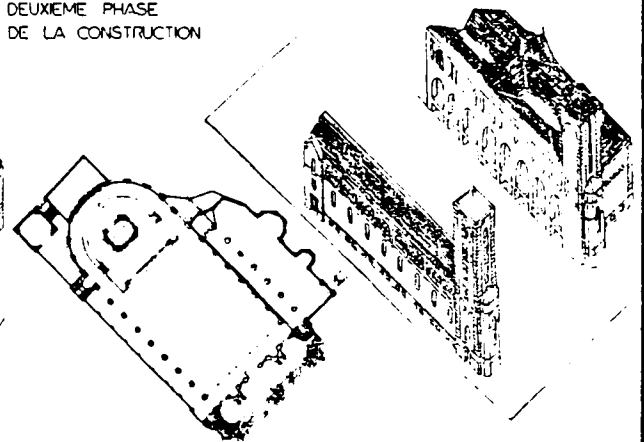
**LA BASILIQUE DU SACRE COEUR  
GRENOBLE - CONSTRUCTION DE 1922**



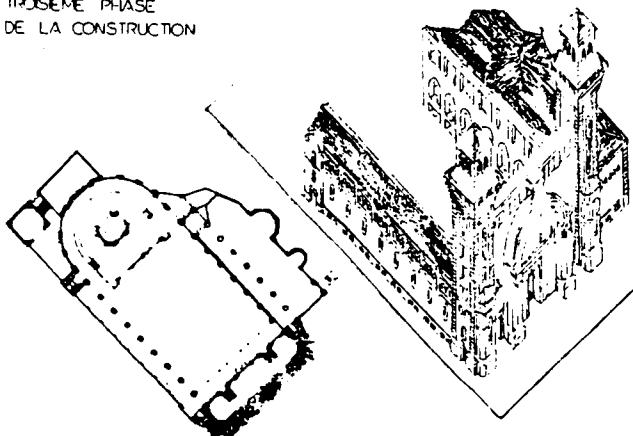
PREMIERE PHASE  
DE LA CONSTRUCTION



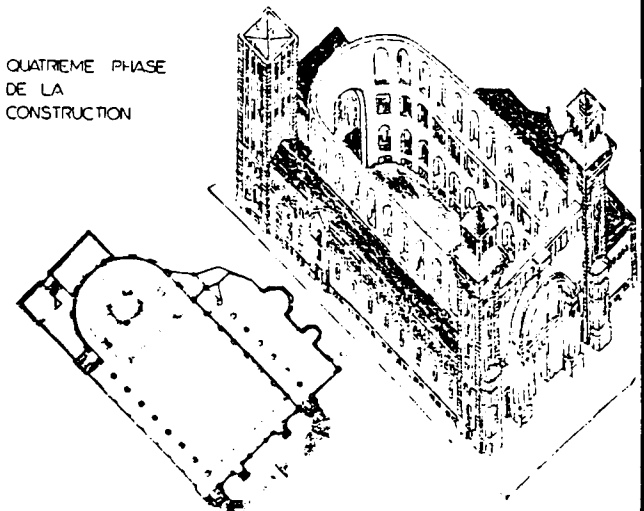
DEUXIEME PHASE  
DE LA CONSTRUCTION

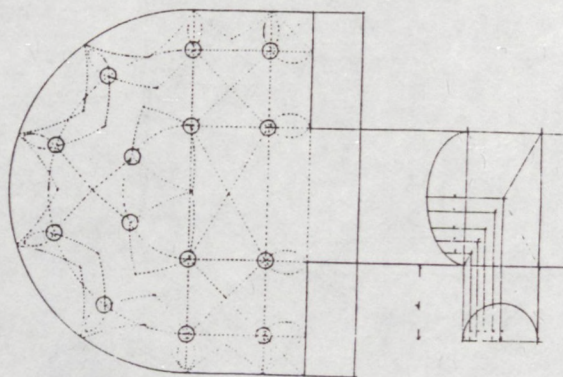


TROISIEME PHASE  
DE LA CONSTRUCTION

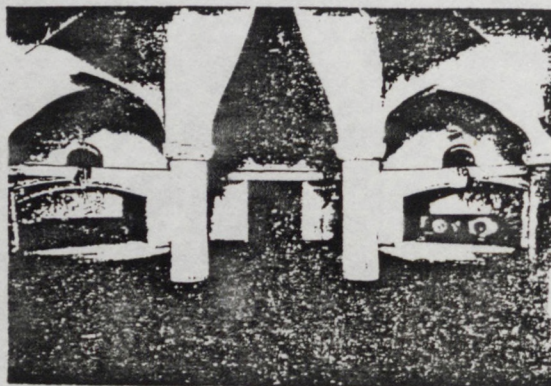
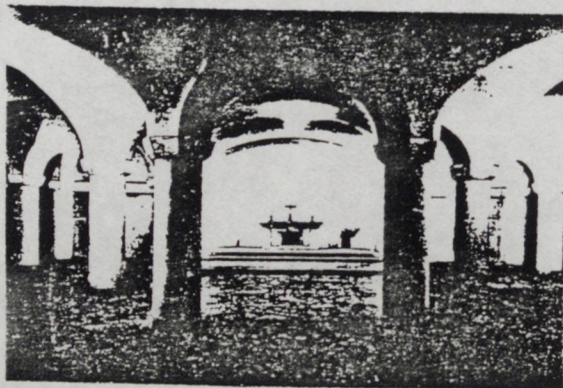
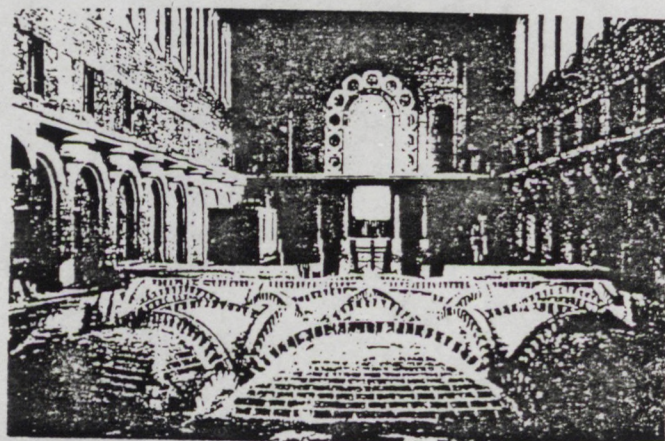
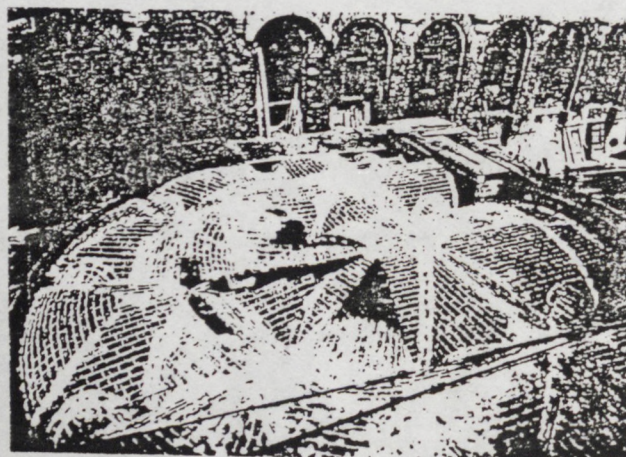
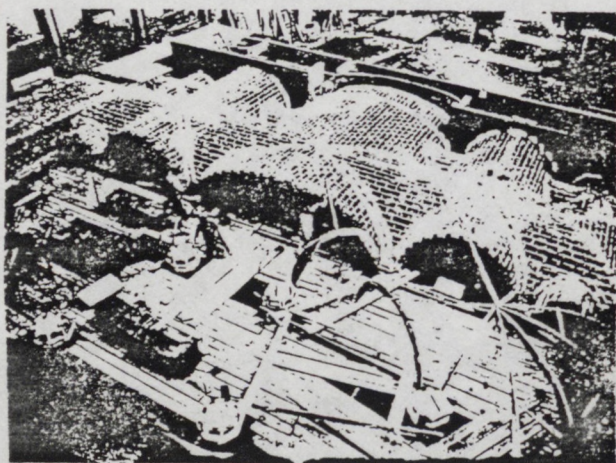


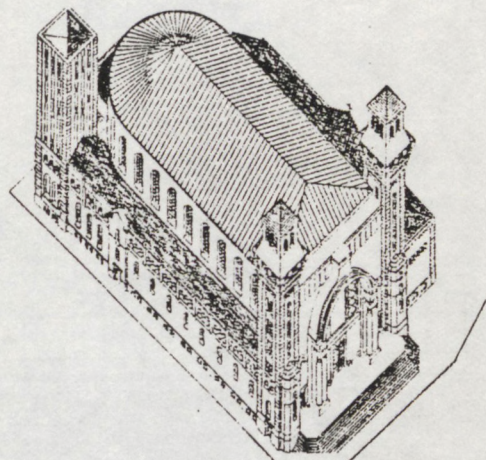
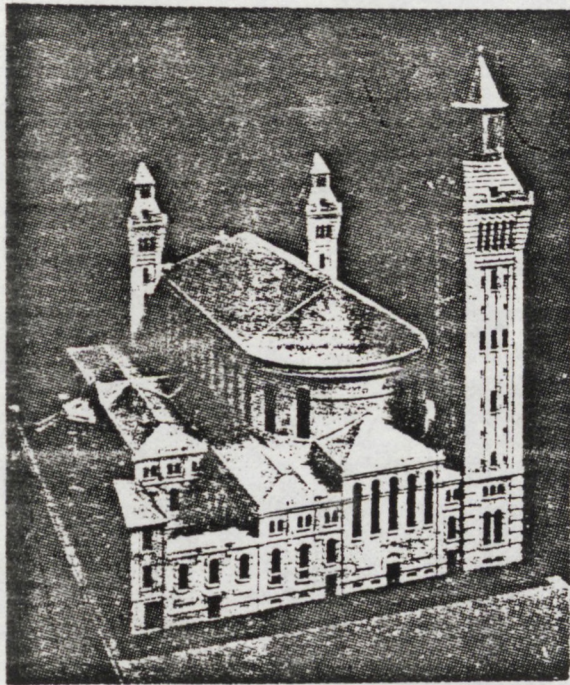
QUATRIEME PHASE  
DE LA  
CONSTRUCTION



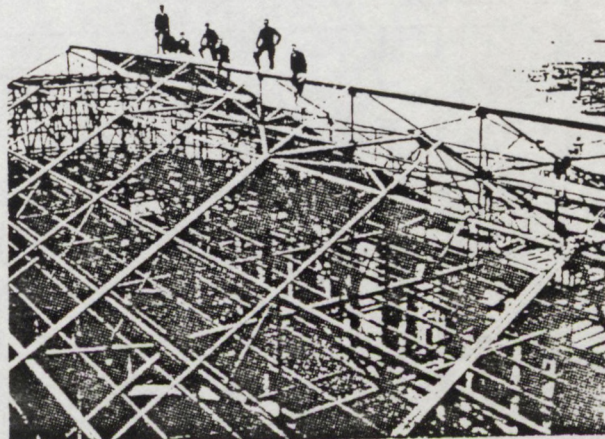
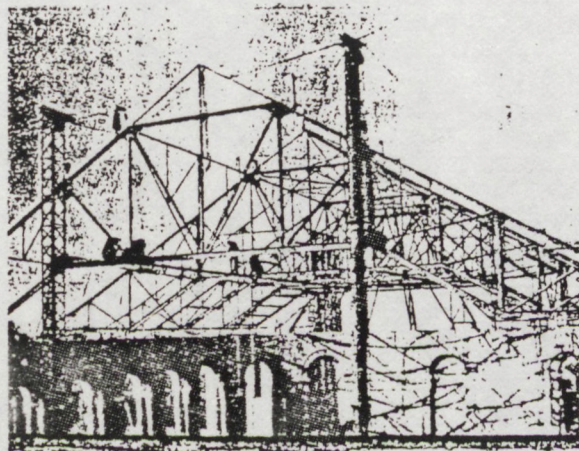


EPURE DES VOUTES DE LA CRYPTÉ  
VUE DU CHANTIER - PHOTO D'EPOQUE



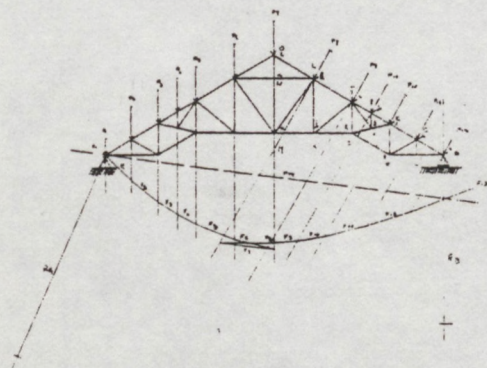


BASILIQUE DU SACRE COEUR ETAT ACTUEL

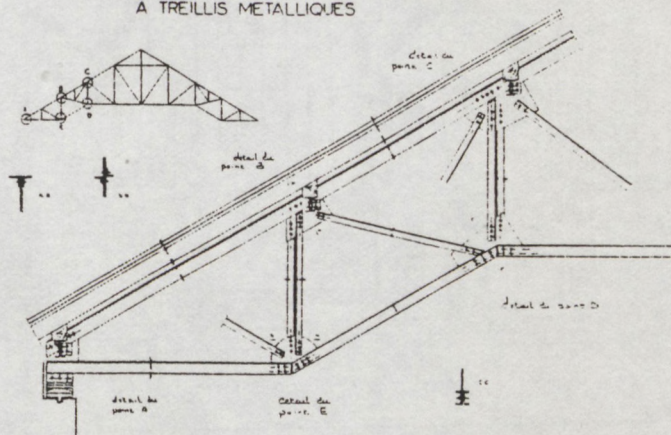


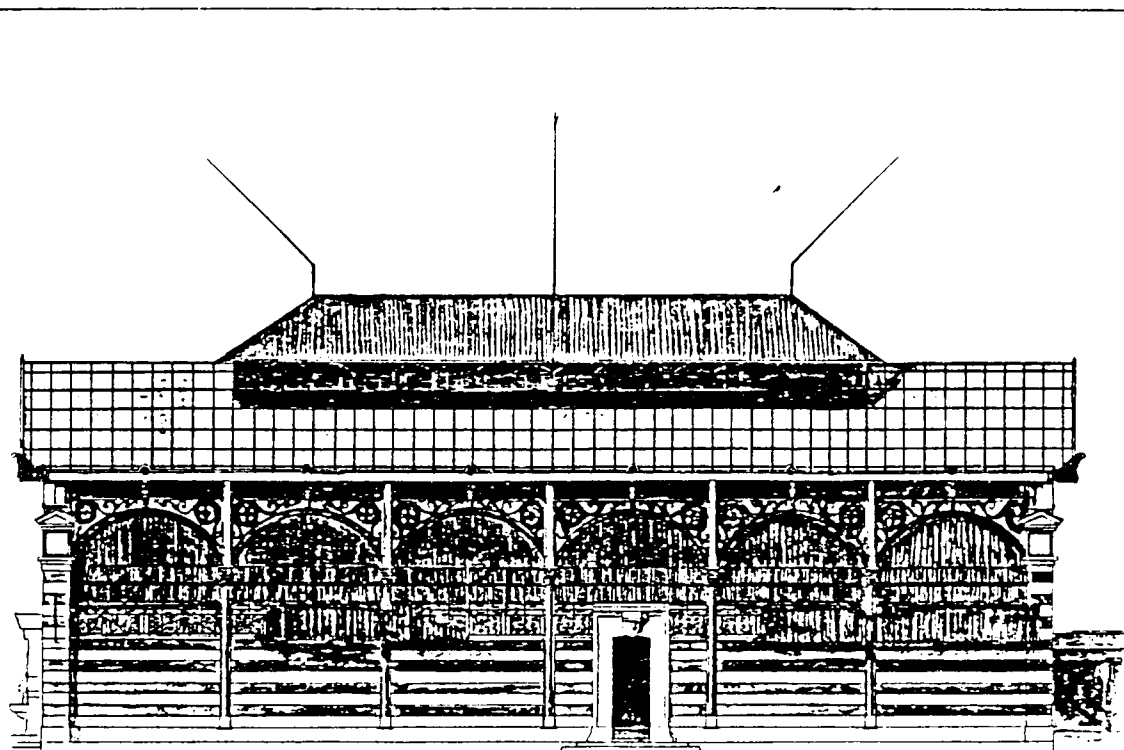
CHARPENTE METALLIQUE

CALCUL DES EFFORTS  
DANS UNE FERME



DETAILS D EXECUTION DES FERMES  
A TREILLIS METALLIQUES

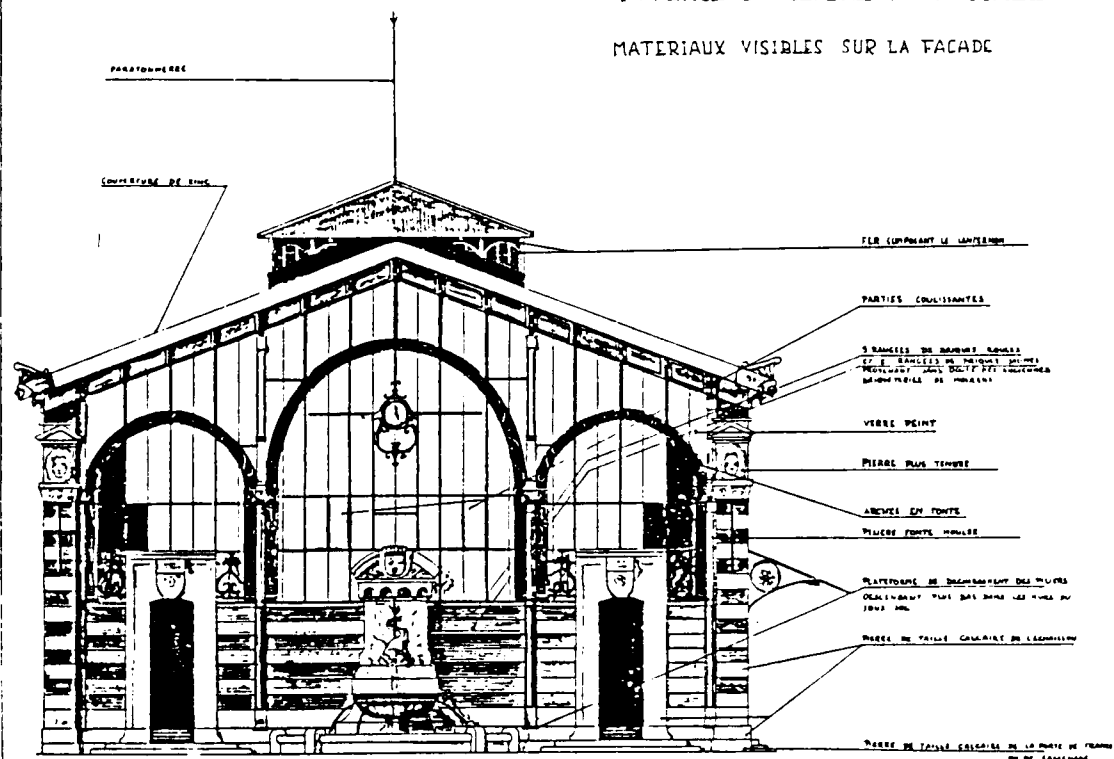




FACADE LATÉRALE

1. PLACE S<sup>TE</sup> CLAIRE, LA HALLE

MATÉRIAUX VISIBLES SUR LA FACADE



FACADE PLACE S<sup>TE</sup> CLAIRE

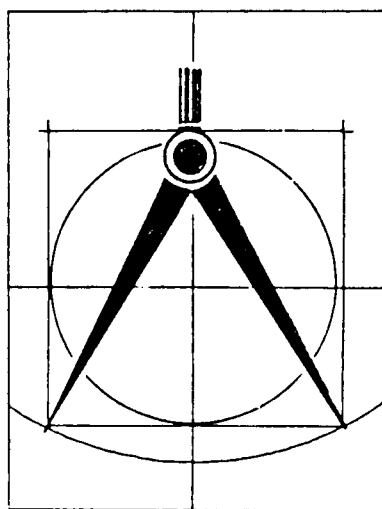
S. BORDENAVE.

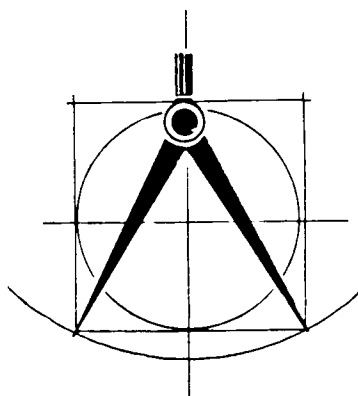




DECOUVRIR  
UNE TECHNIQUE  
DE REPRESENTATION  
PAR LE TRAIT  
DE CHARPENTE:

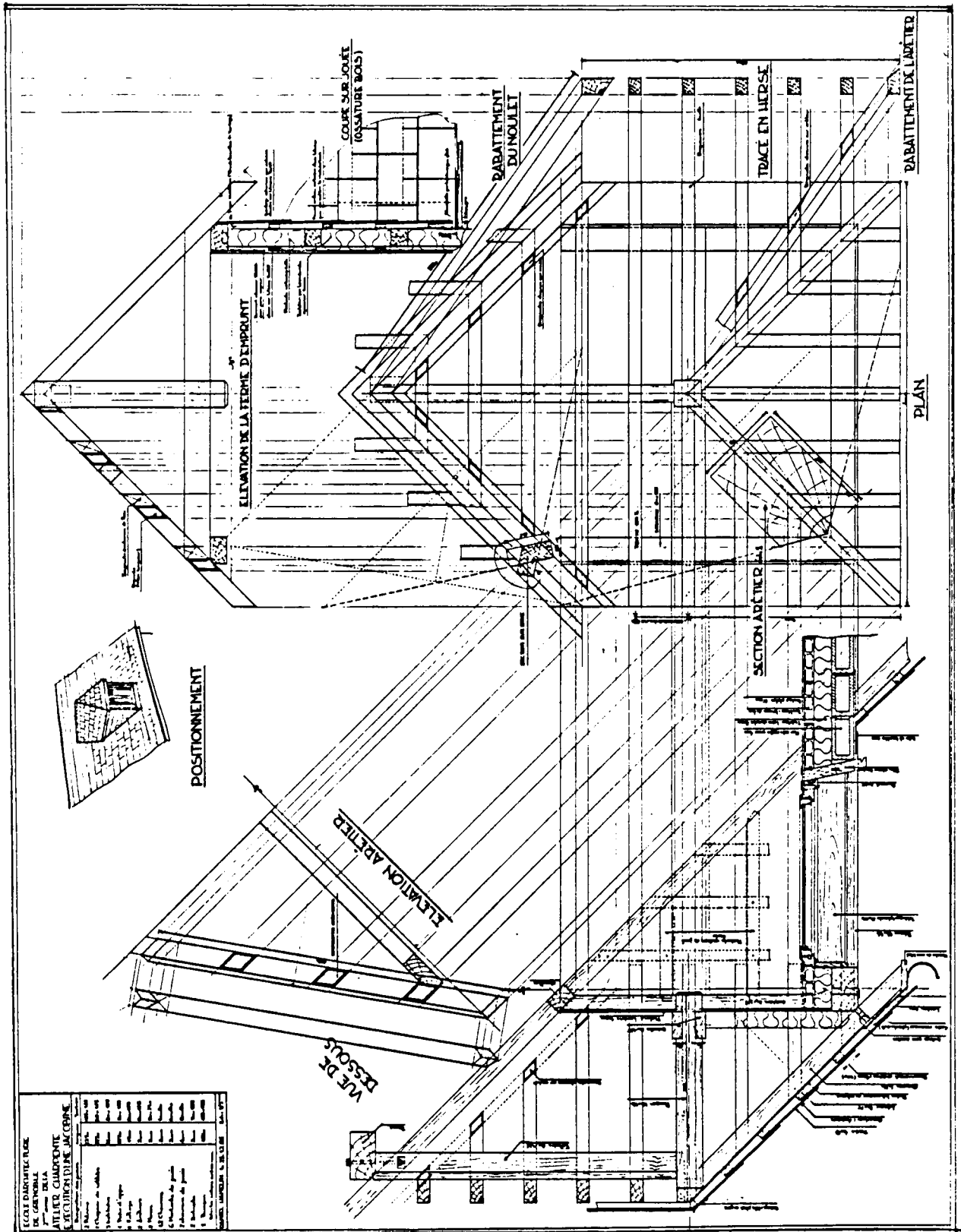
UNE EPURE



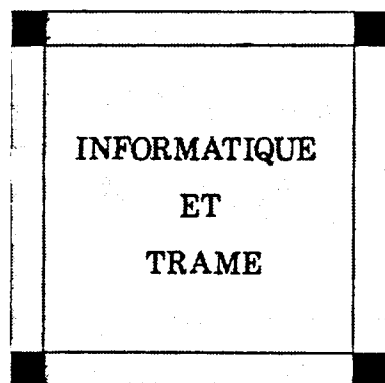


DECOUVRIR UNE TECHNIQUE DE  
REPRESENTATION PAR LE TRAIT DE  
CHARPENTE : EPURE

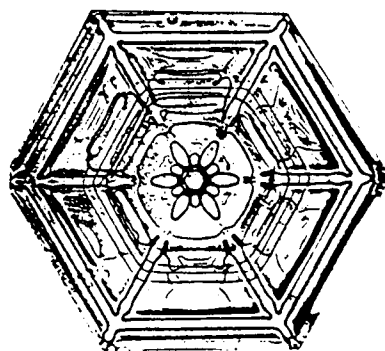
**L**es étudiants apprennent à connaître un métier du bâtiment, celui de charpentier, et sont ainsi confrontés à des pratiques professionnelles et des savoir-faire spécifiques. Initiés au trait de charpente, application concrète de la géométrie descriptive, ils tracent l'épure d'une charpente ou d'un élément, une lucarne par exemple, qu'ils réalisent ensuite en maquette au quart de grandeur. Avec cet exercice, ils étudient également la statique, les assemblages, les ancrages... Cet atelier les incite à comparer savoirs théoriques et savoirs pratiques et à réfléchir aux multiples compétences exigées par la réalisation de tout projet architectural.

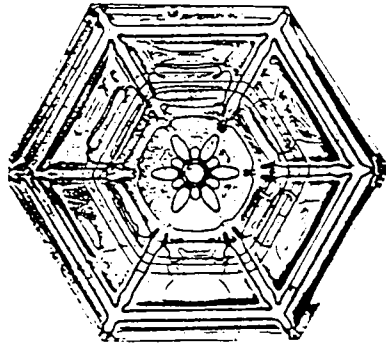


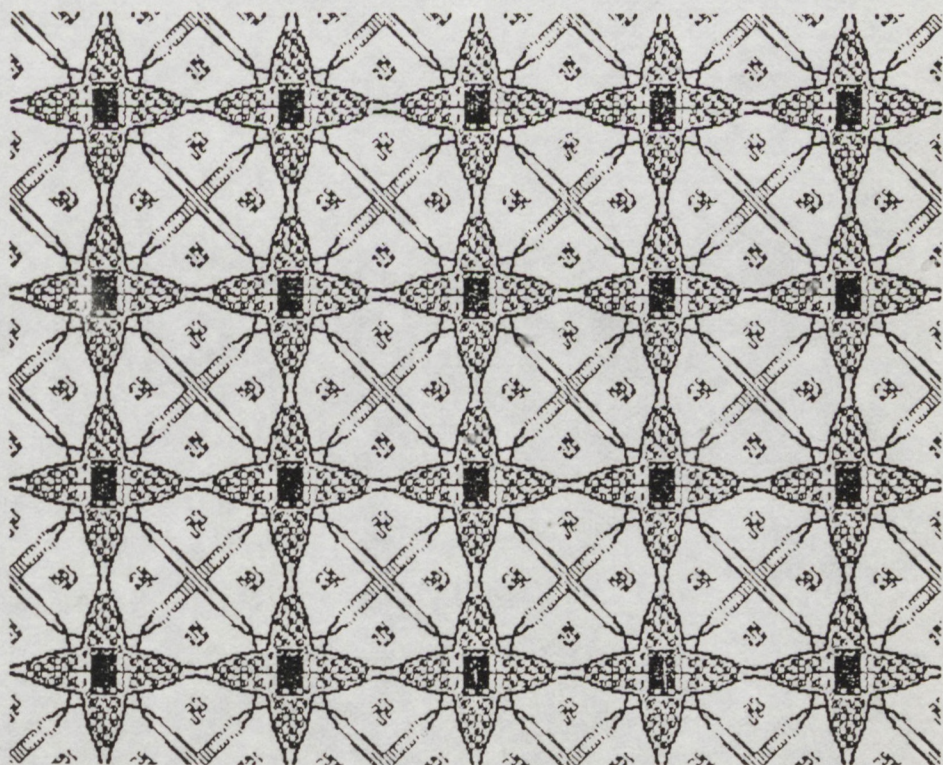
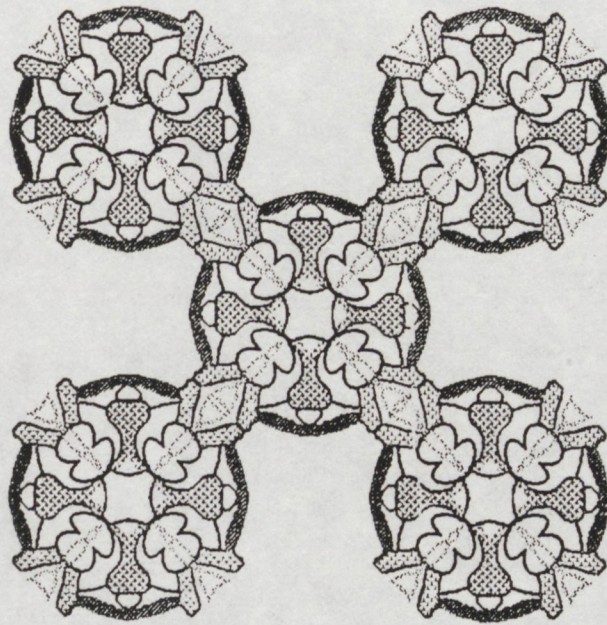
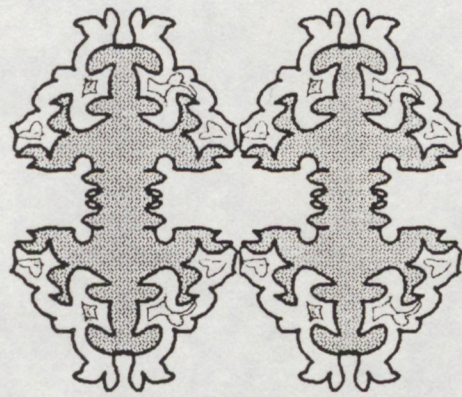




DECOUVRIR  
L'OUTIL  
INFORMATIQUE  
DANS LA  
REPRESENTATION  
DE TRAMES





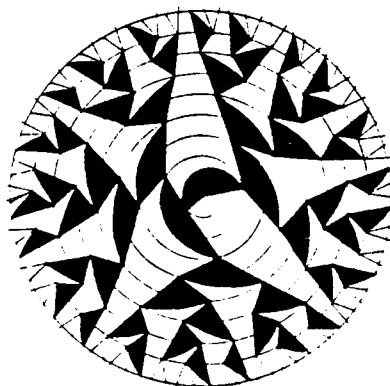


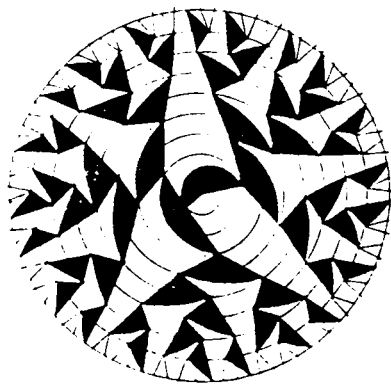




MODULES  
ET  
METAMORPHOSES

S'INITIER A  
LA CONCEPTION  
DES STRUCTURES  
ET DES FORMES  
PAR L'APPROCHE  
DU MODULE  
ET DE SES  
TRANSFORMATIONS

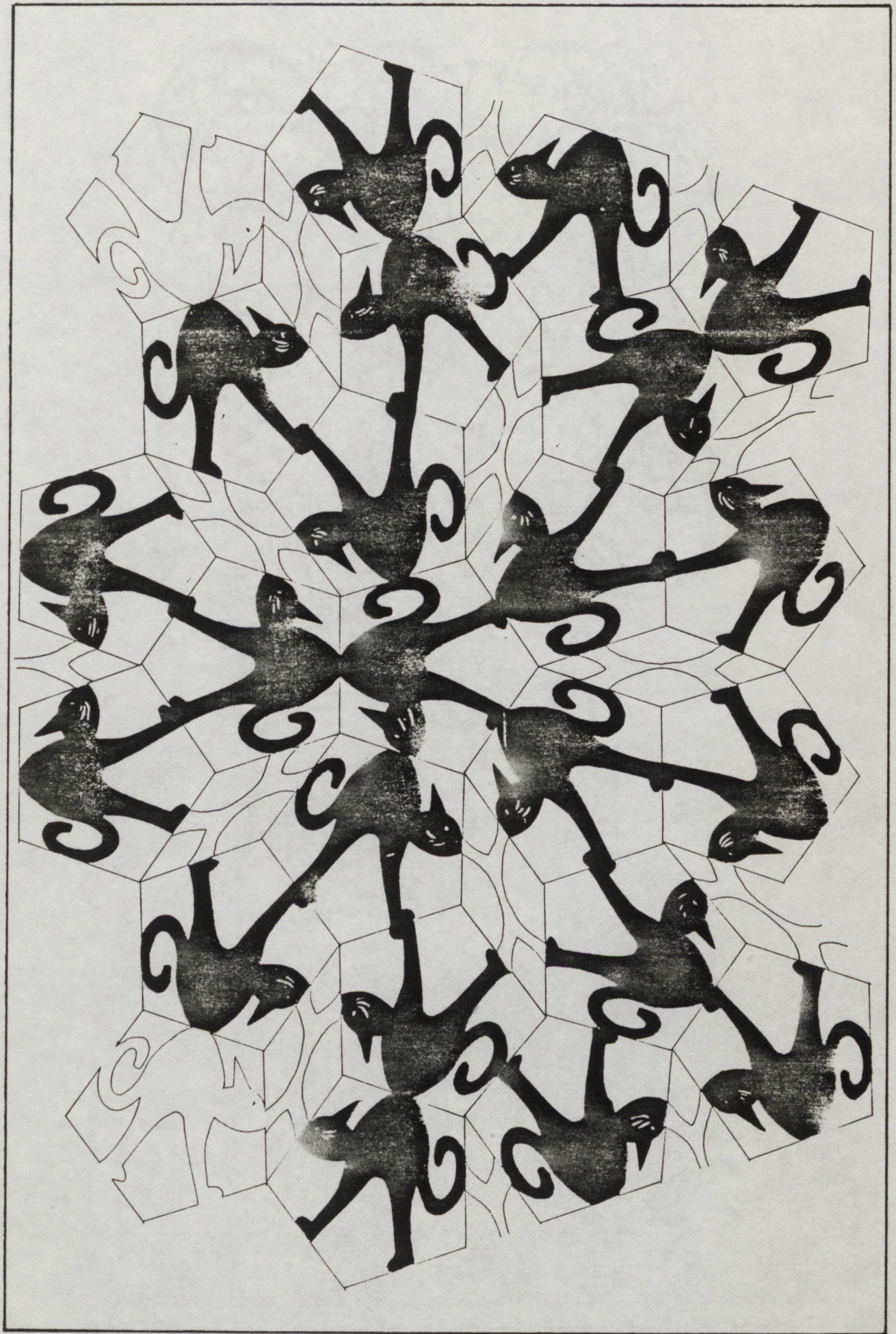


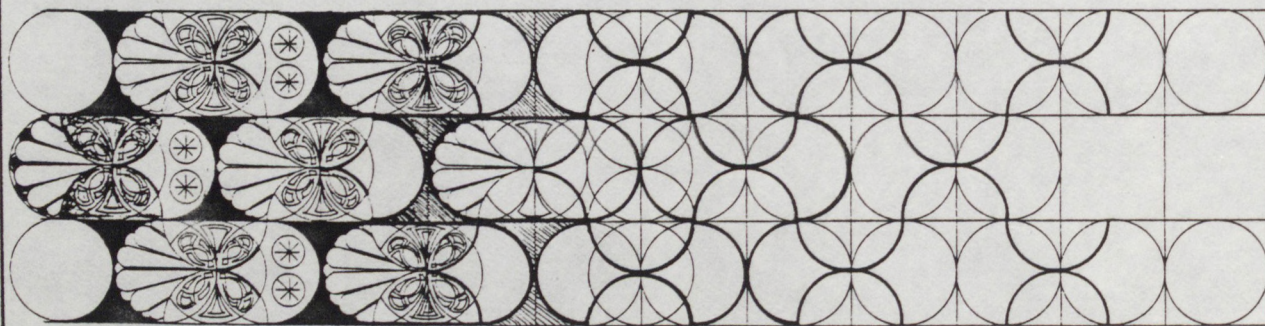
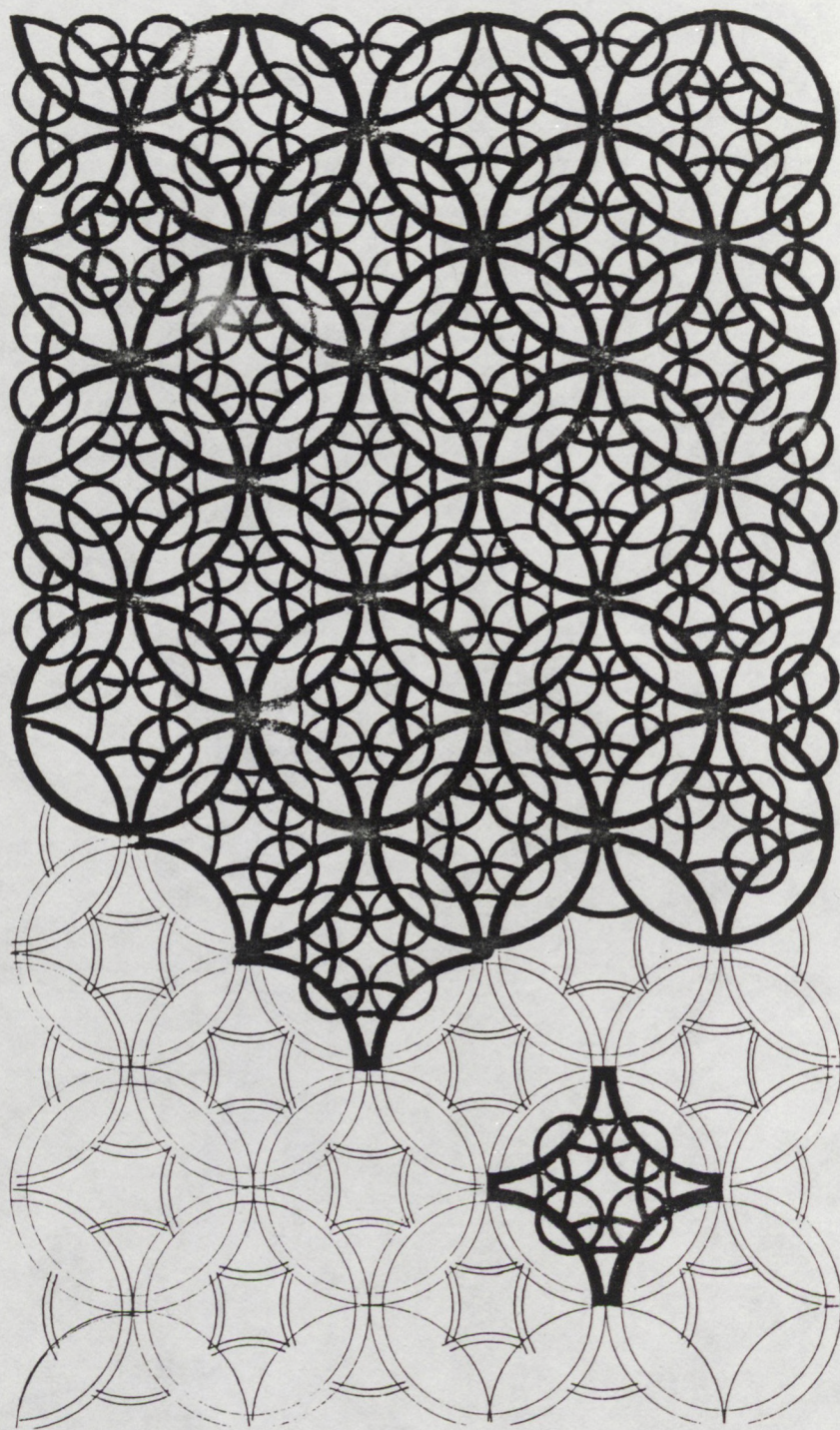


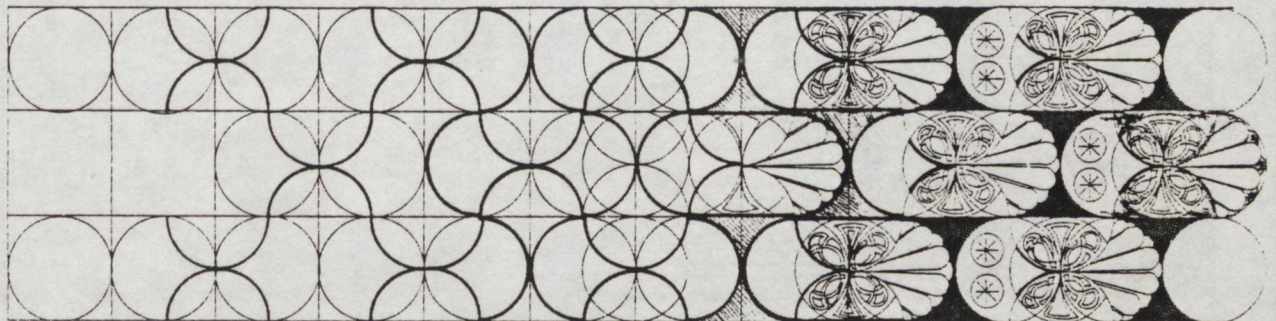
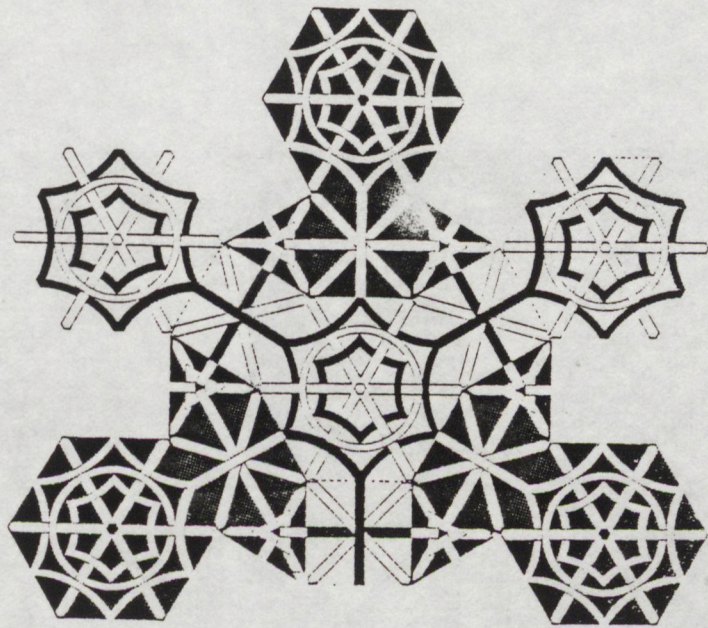
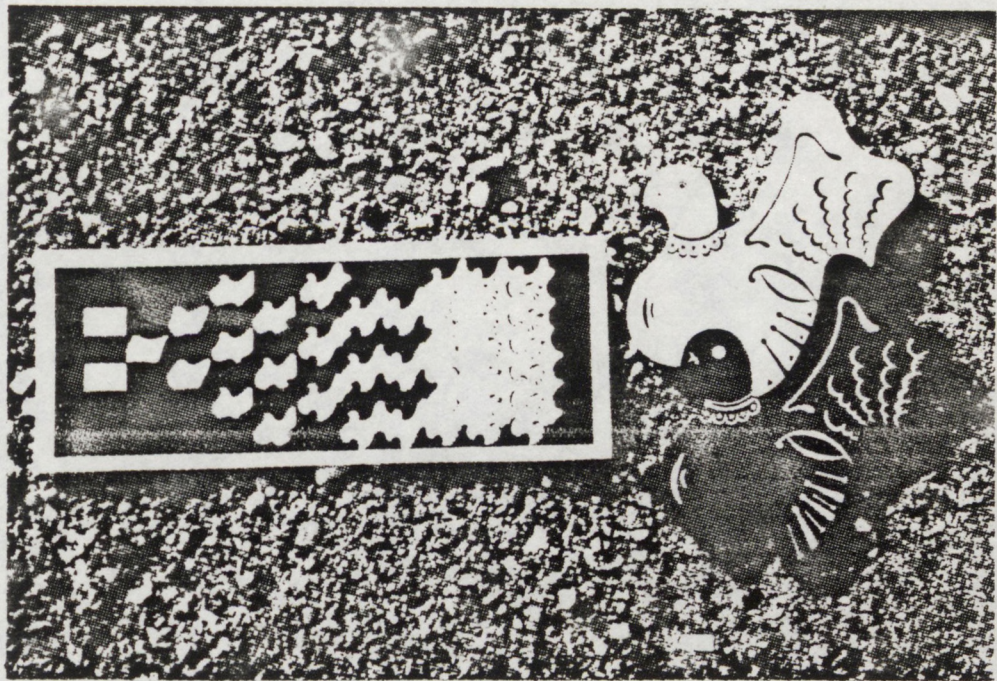
COMPRENDRE DES METHODES DE  
CONCEPTION PAR LA BIONIQUE :  
MODULES ET METAMORPHOSES

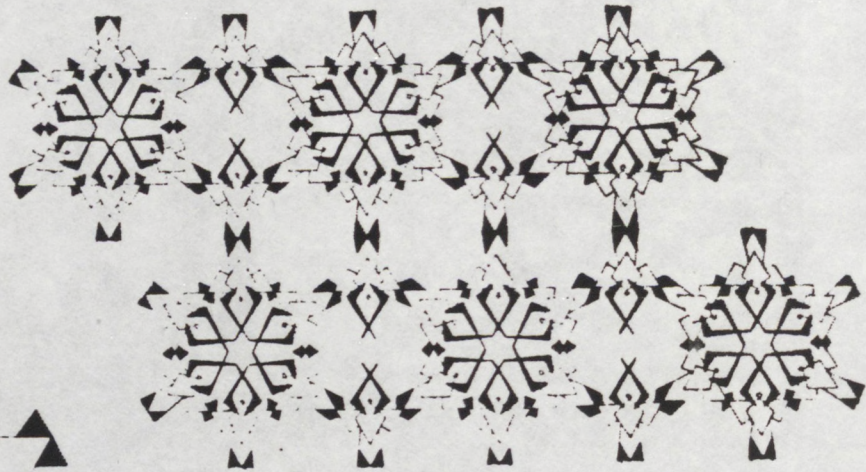
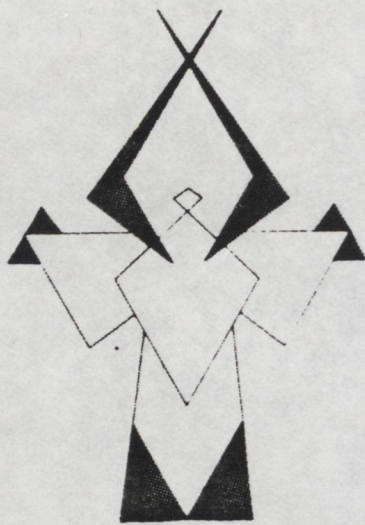
**E**n partant des connaissances apportées par la bionique, l'analyse des solutions architecturales données par différentes civilisations, en particulier islamiques, et diverses recherches comme celles d'Escher ou de Piano, les étudiants conçoivent une trame de base qui doit permettre, par métamorphose, répétition ou assemblage, de définir un module et, à partir de celui-ci, de réaliser en maquette un objet, une structure ou un espace à trois dimensions.

Cette expérimentation enrichit la compréhension des rapports qui lient la matière : brique, bois, acier, etc., aux composants structuraux qui donnent une forme architecturale.

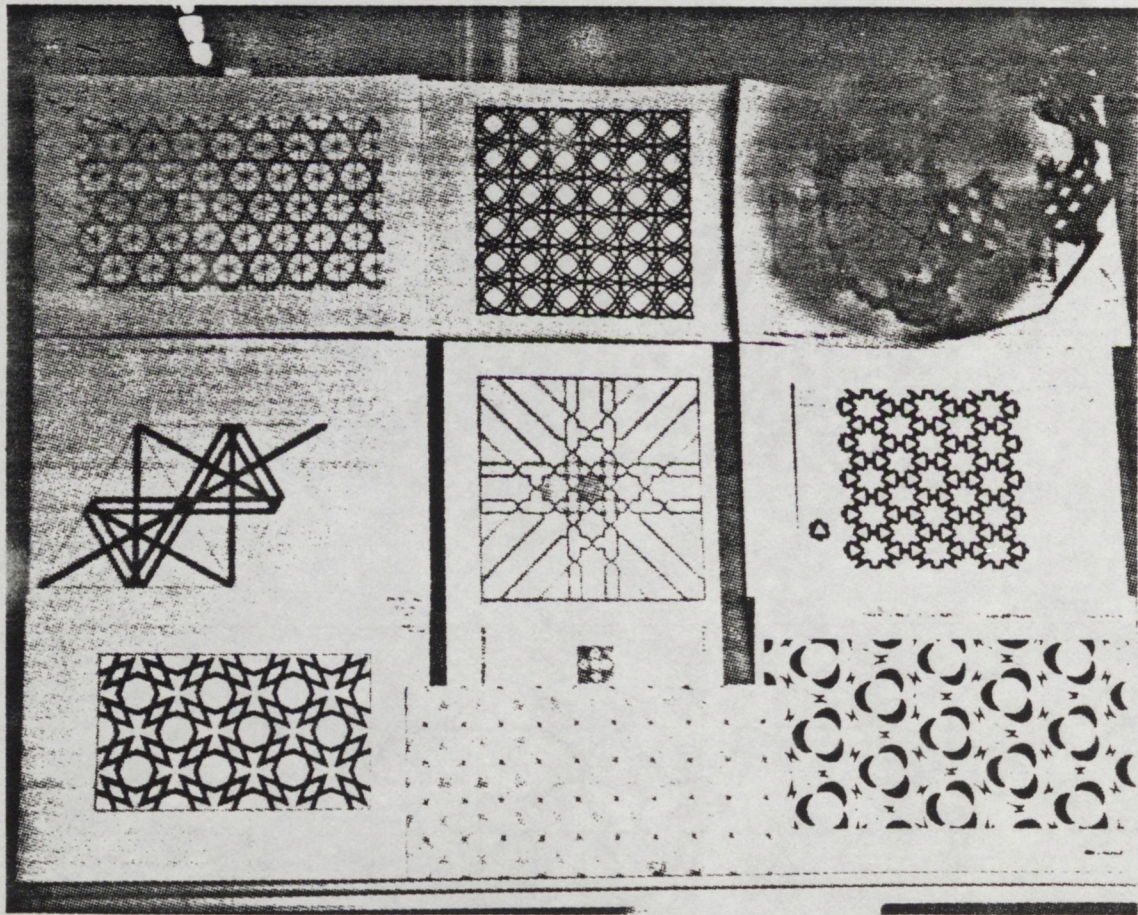


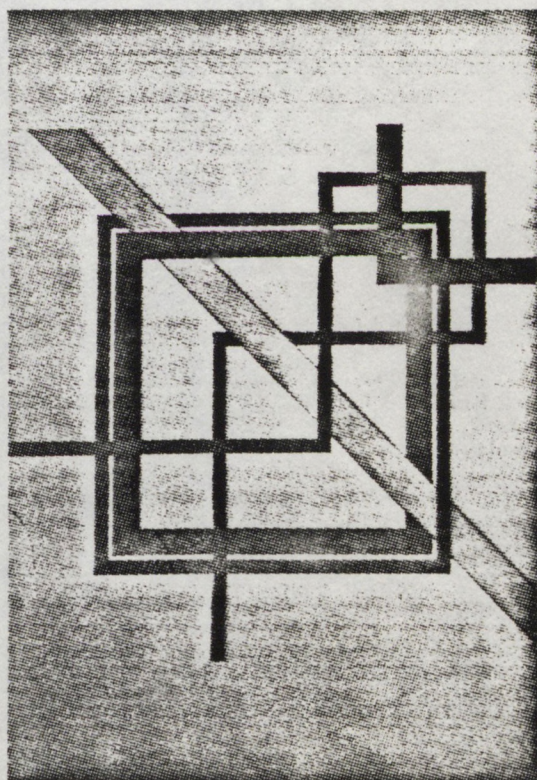
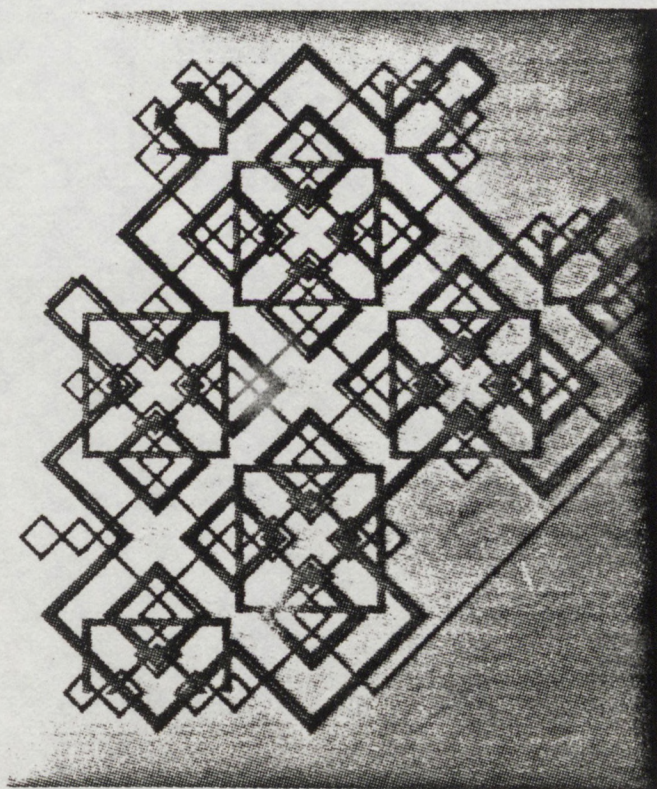
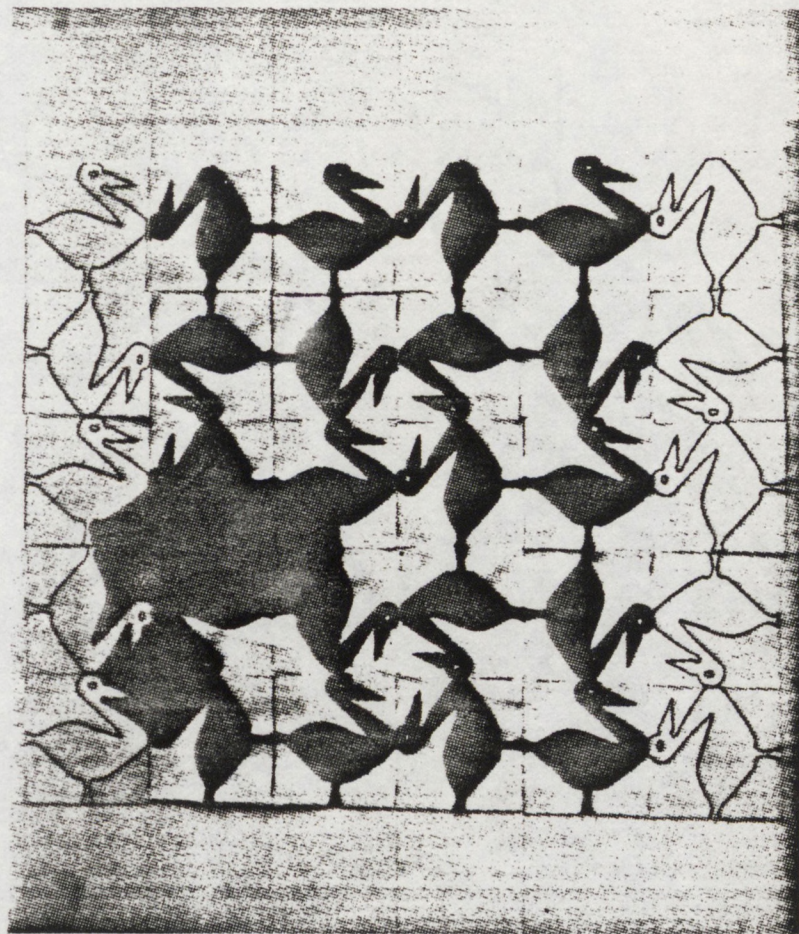


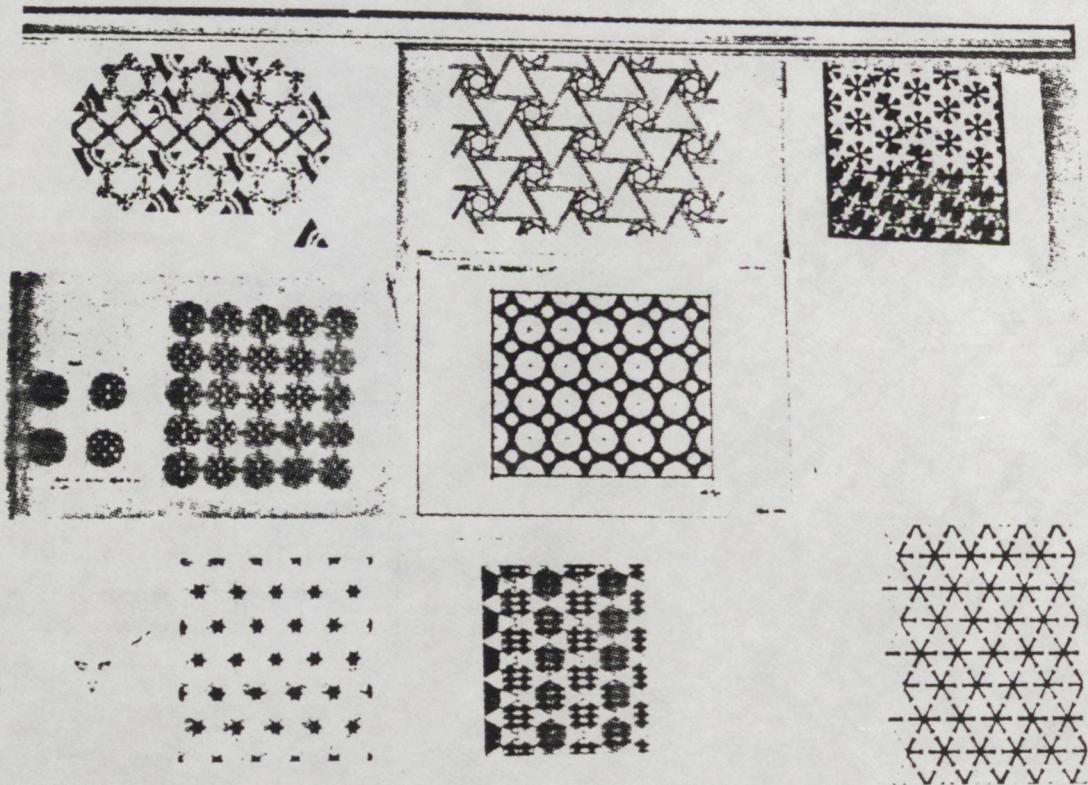
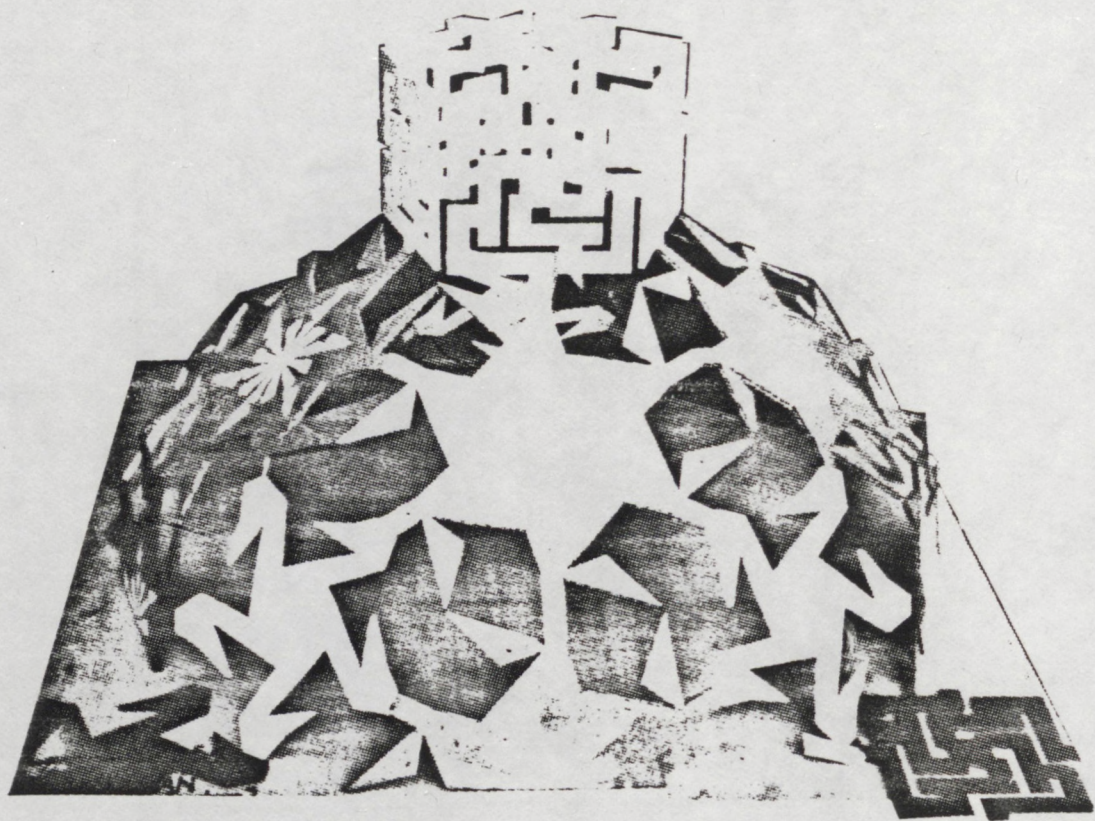




de la Esquima  
1<sup>re</sup> partie  
Dessiné C.



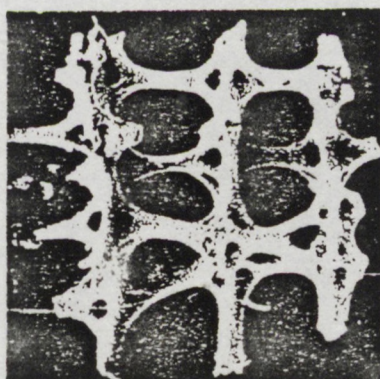


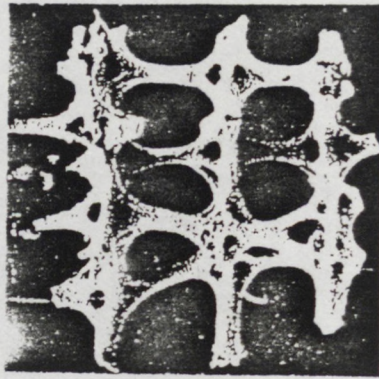




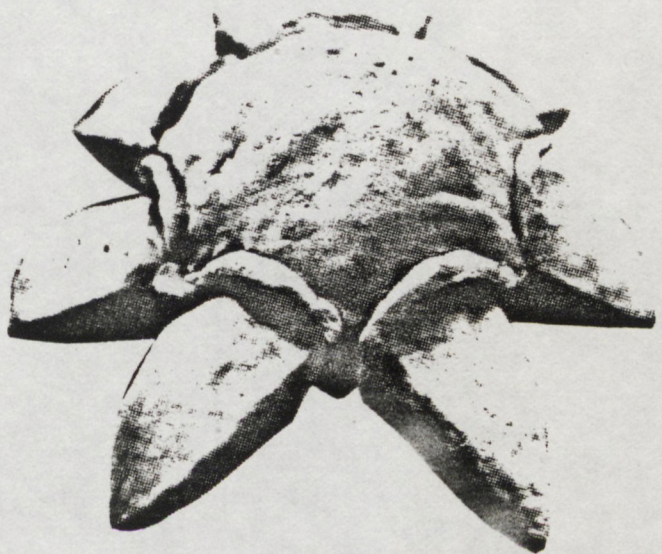


DECOUVRIR  
UN MATERIAU  
QUI TRAVAILLE  
EN COMPRESSION  
AVEC  
L'OPTIMISATION  
DU MINIMA

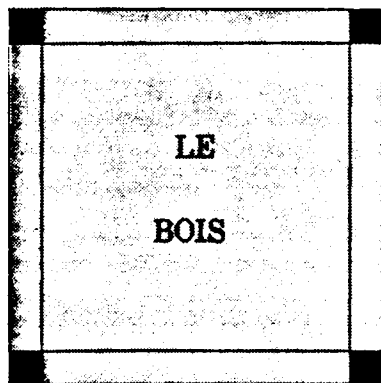




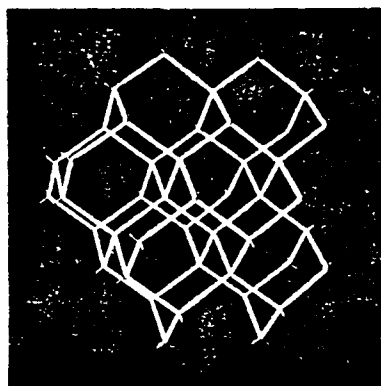
En utilisant une quantité de terre argileuse donnée, soit 1 kg, les étudiants doivent optimiser la conception d'une structure et atteindre une performance d'espace optimum.

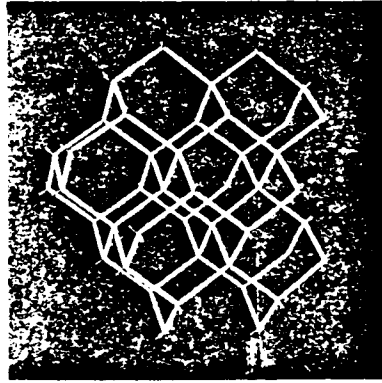




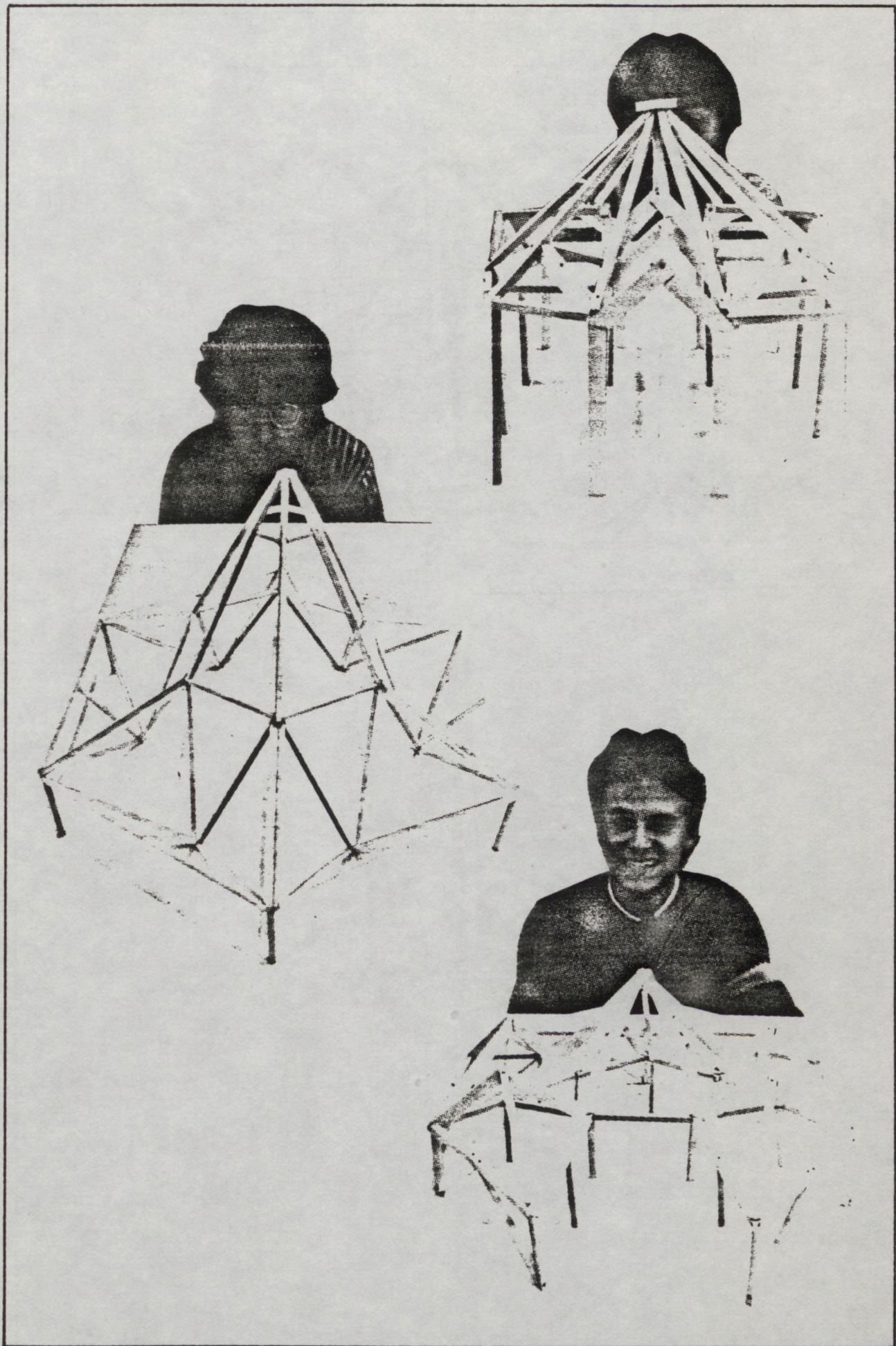


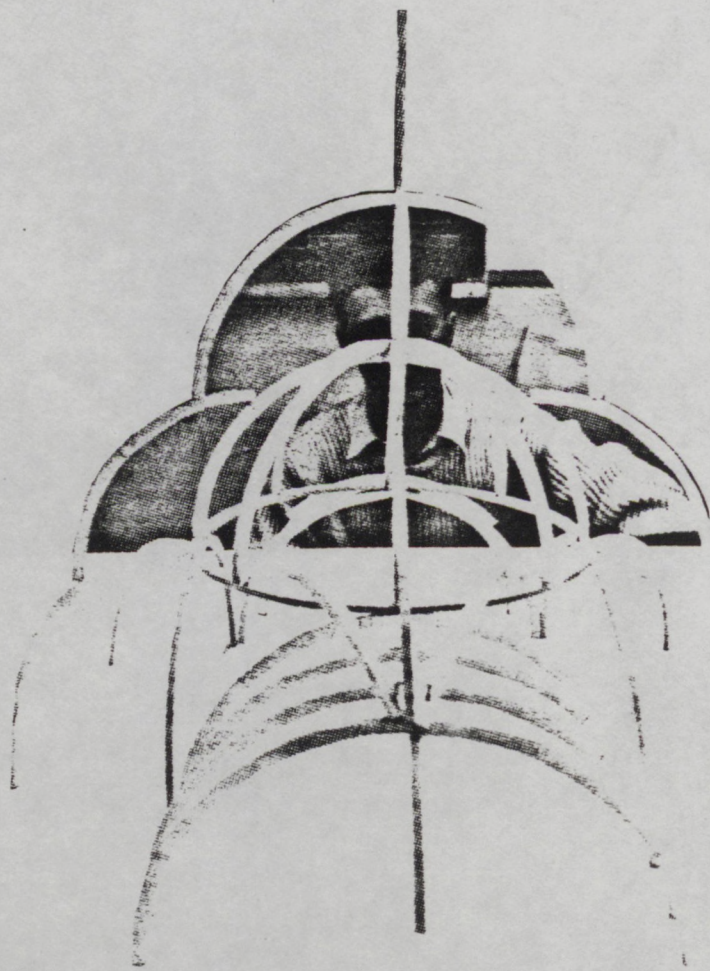
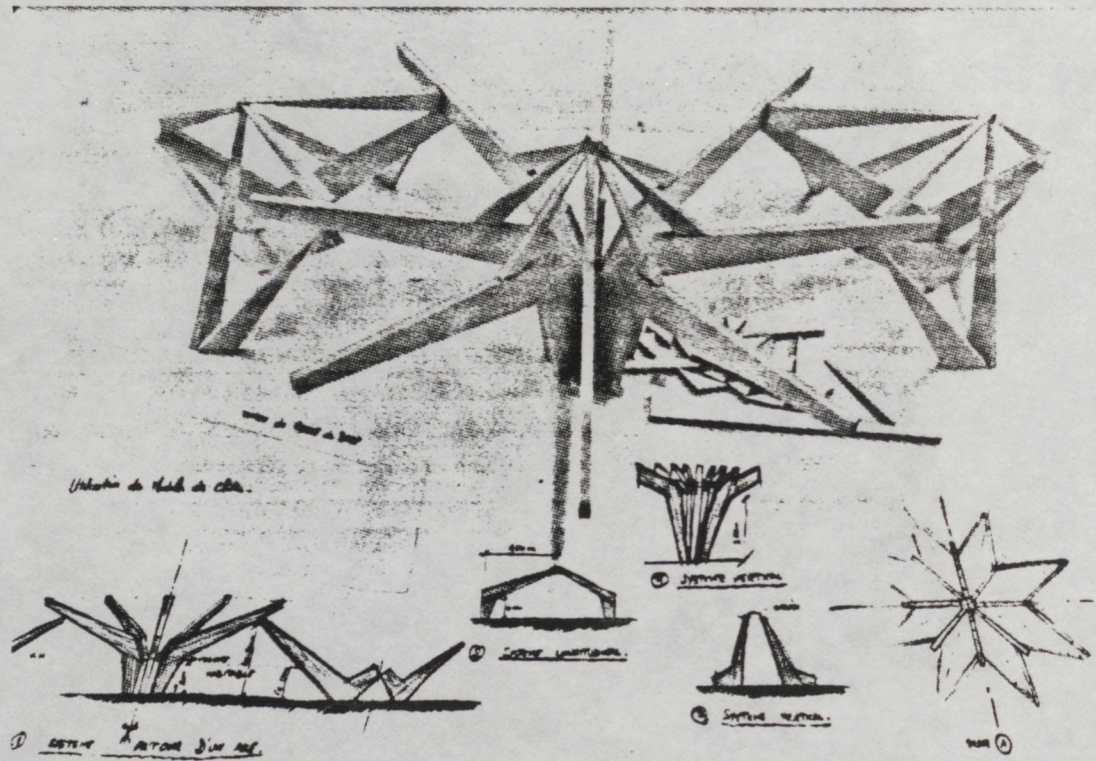
DECOUVRIR  
UN MATERIAU  
EN CONCEVANT  
ET REALISANT  
UN SYSTEME  
CONSTRUCTIF



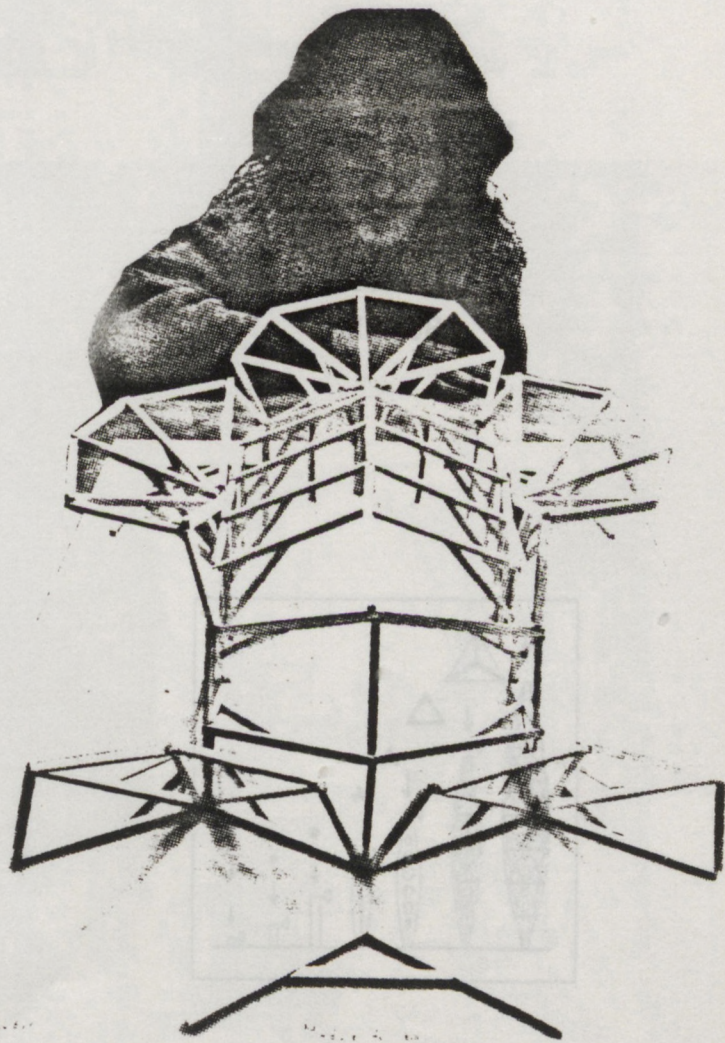


En utilisant une quantité de  
bois donnée, les étudiants  
doivent optimiser la conception  
d'une structure et atteindre  
une performance d'espace  
optimal

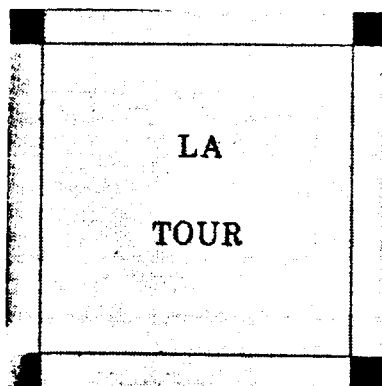




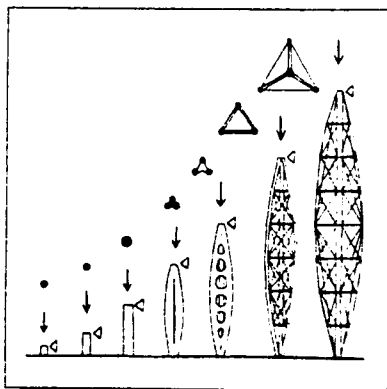


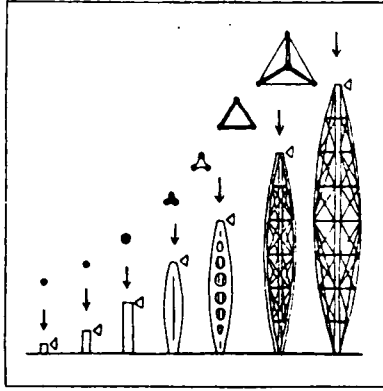




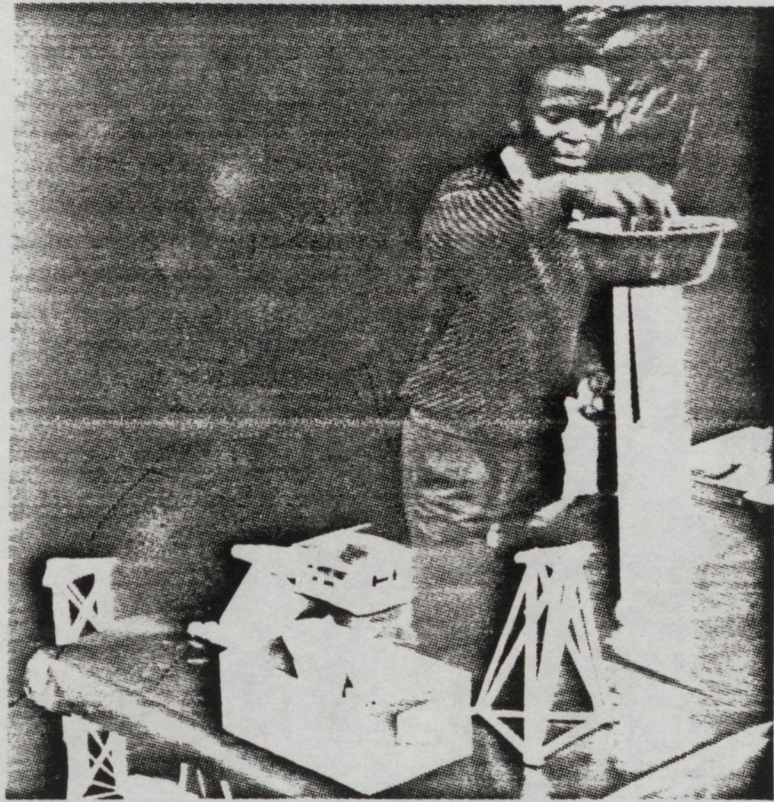


OPTIMISER  
LA RESISTANCE  
D'UNE  
STRUCTURE EN  
FONCTION D'UNE  
CHARGE

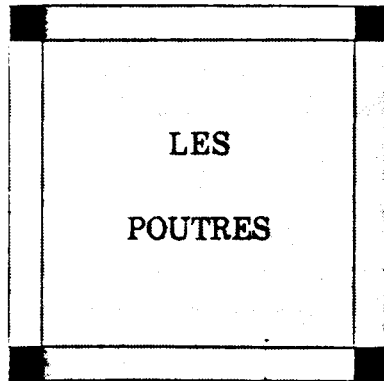




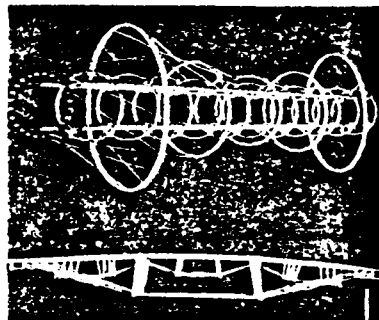
Concevoir et construire une  
tour en papier destinée à  
supporter le maximum de charge.

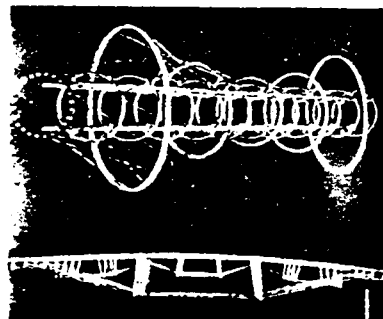






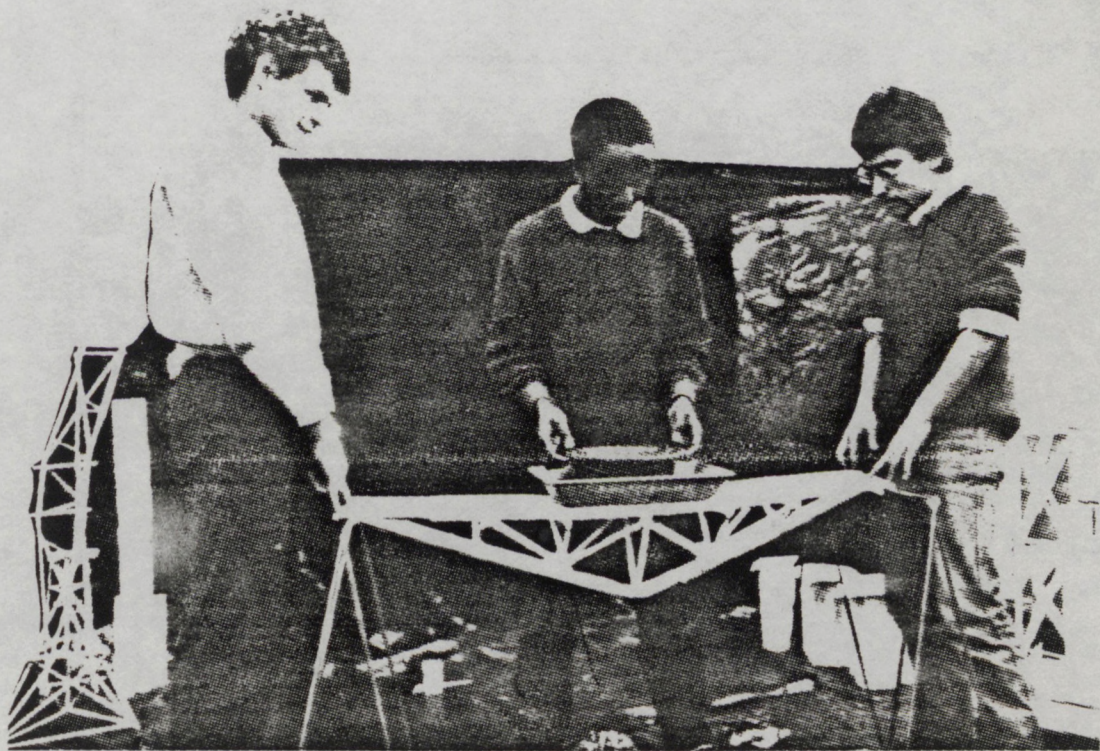
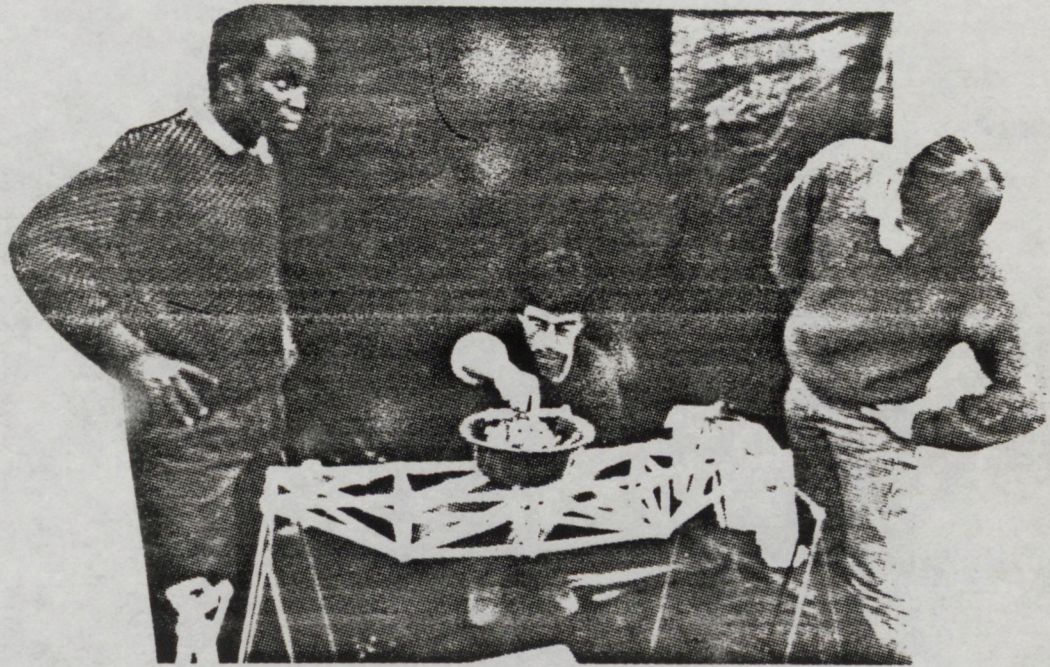
APPROCHER LA  
RESISTANCE DES  
MATERIAUX  
PAR LA CONCEPTION  
DE MAQUETTES

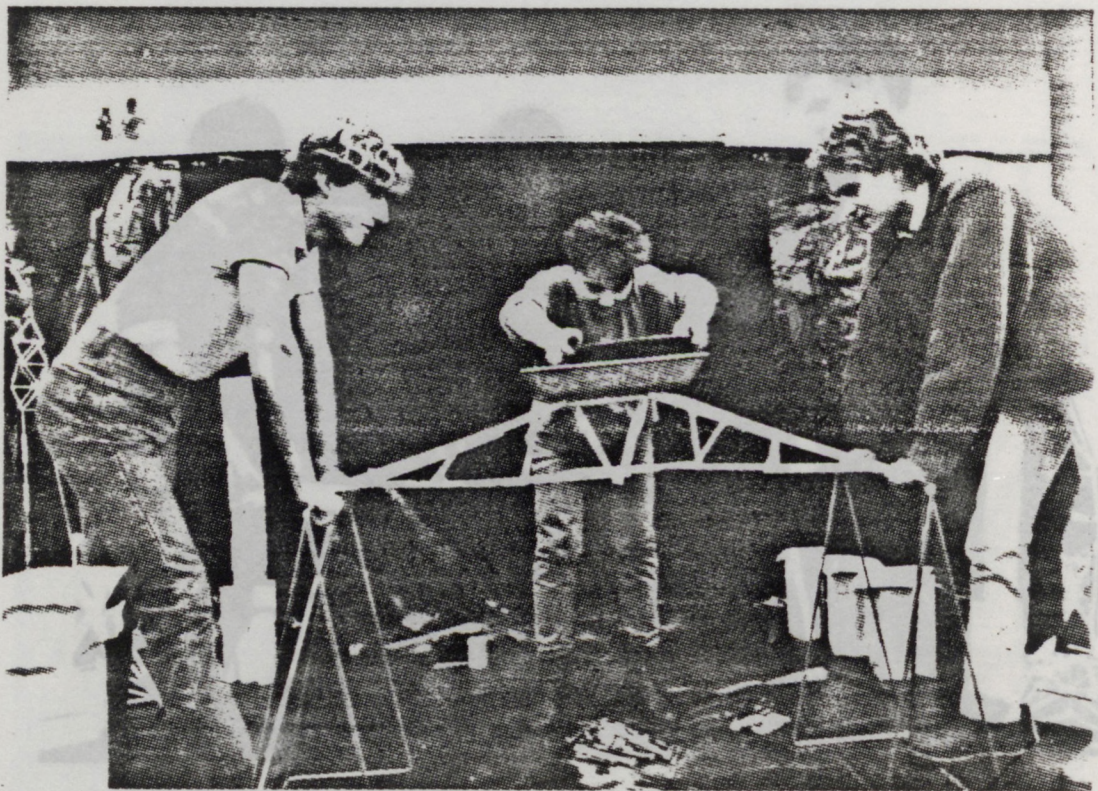
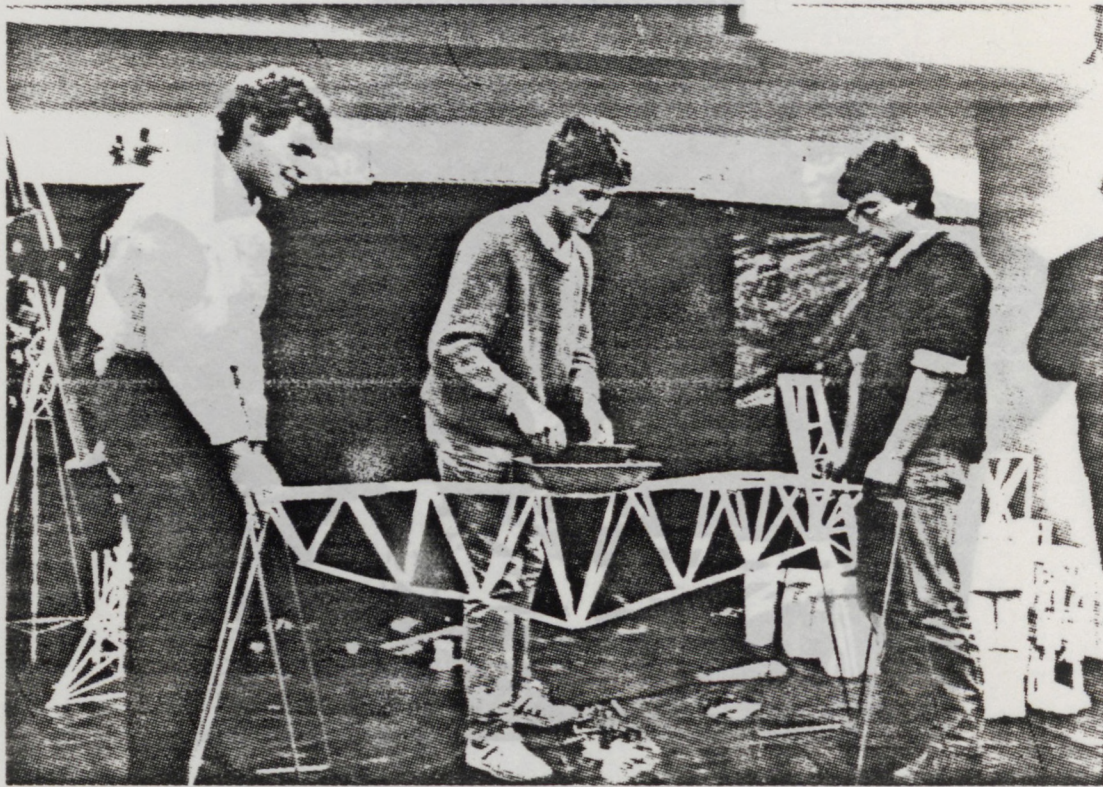




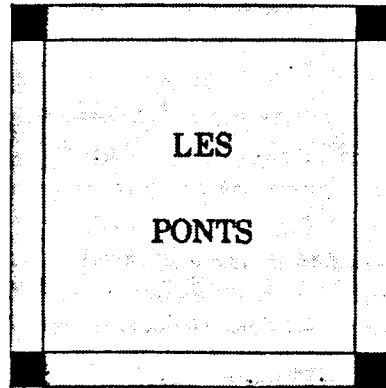
Avec du papier, les étudiants  
conçoivent et réalisent une  
structure de poids minimum  
destinée à franchir une portée  
maximum.



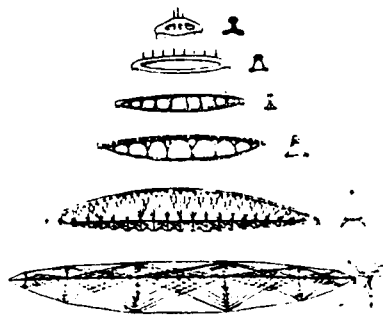


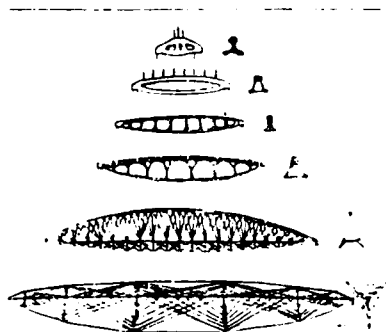


Avec du papier, les étudiants  
construisent et testent les  
structures de ponts simples.



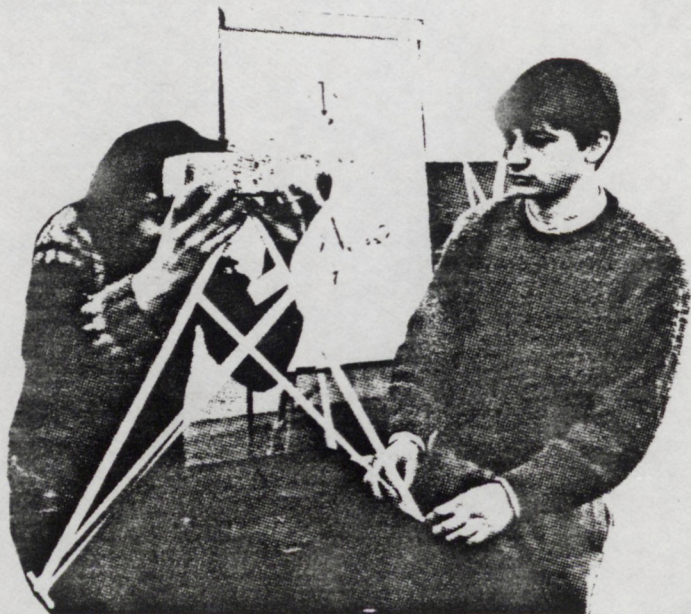
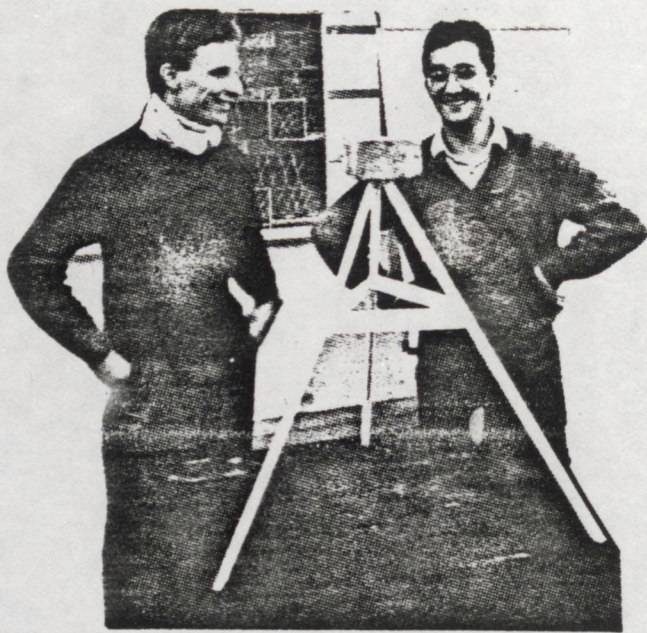
APPROCHER LA  
RESISTANCE DES  
MATERIAUX  
PAR LA CONCEPTION  
DE MAQUETTES

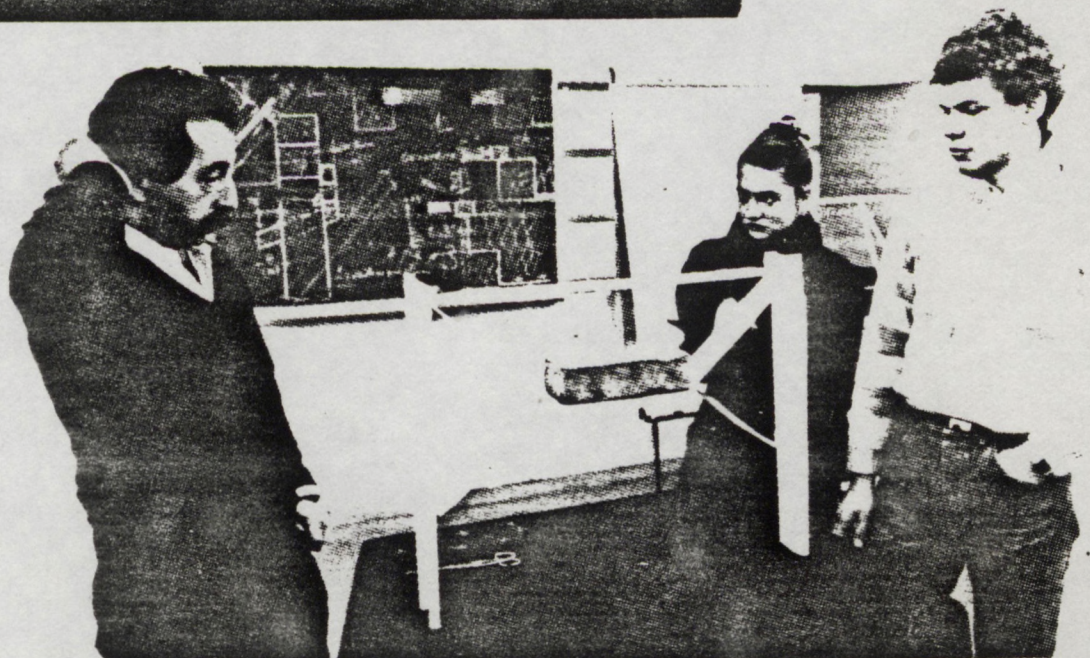
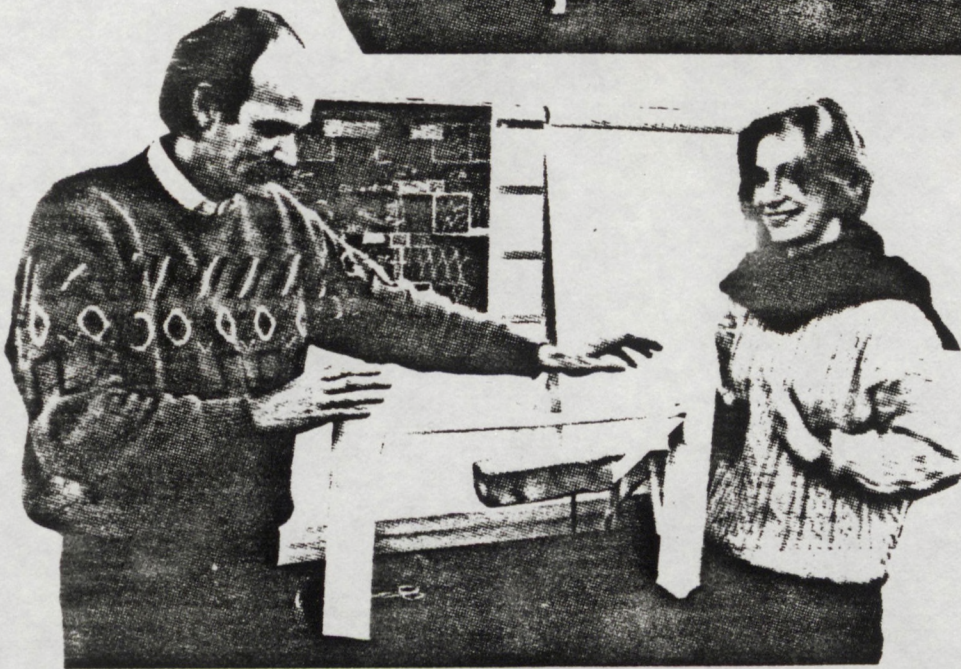
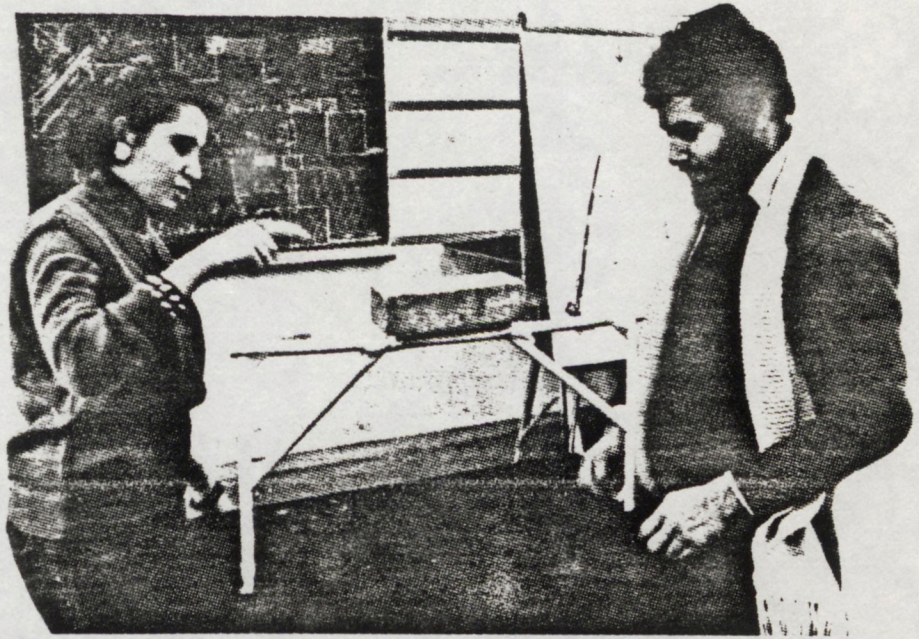




Il s'agit de concevoir et de construire une structure de pont destinée à supporter une charge de 2,7 kg en son centre. La structure est en papier (premier exercice) et en baguette de bois (deuxième exercice) et doit être la plus légère possible. Le pont doit laisser libre une hauteur de 30 cm en son centre et une largeur de 60 cm correspondant à sa portée. Dans ces dimensions qui définissent un triangle, on doit pouvoir faire passer, sous le pont, un objet de forme triangulaire sans que cet objet touche le pont lorsque la charge est appliquée. Les pieds de la structure ne doivent pas être fixés sur la surface d'appui, qui est lisse, ni reliés entre eux.

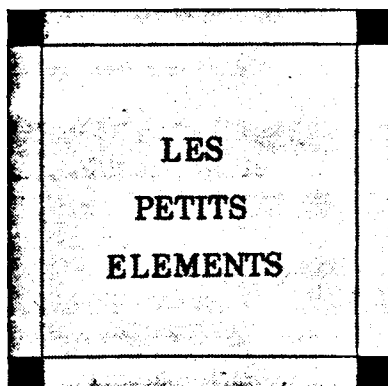












DEVELOPPER  
L'IMAGINATION  
CONSTRUCTIVE  
PAR LA  
DECOUVERTE  
D'UNE  
TECHNIQUE

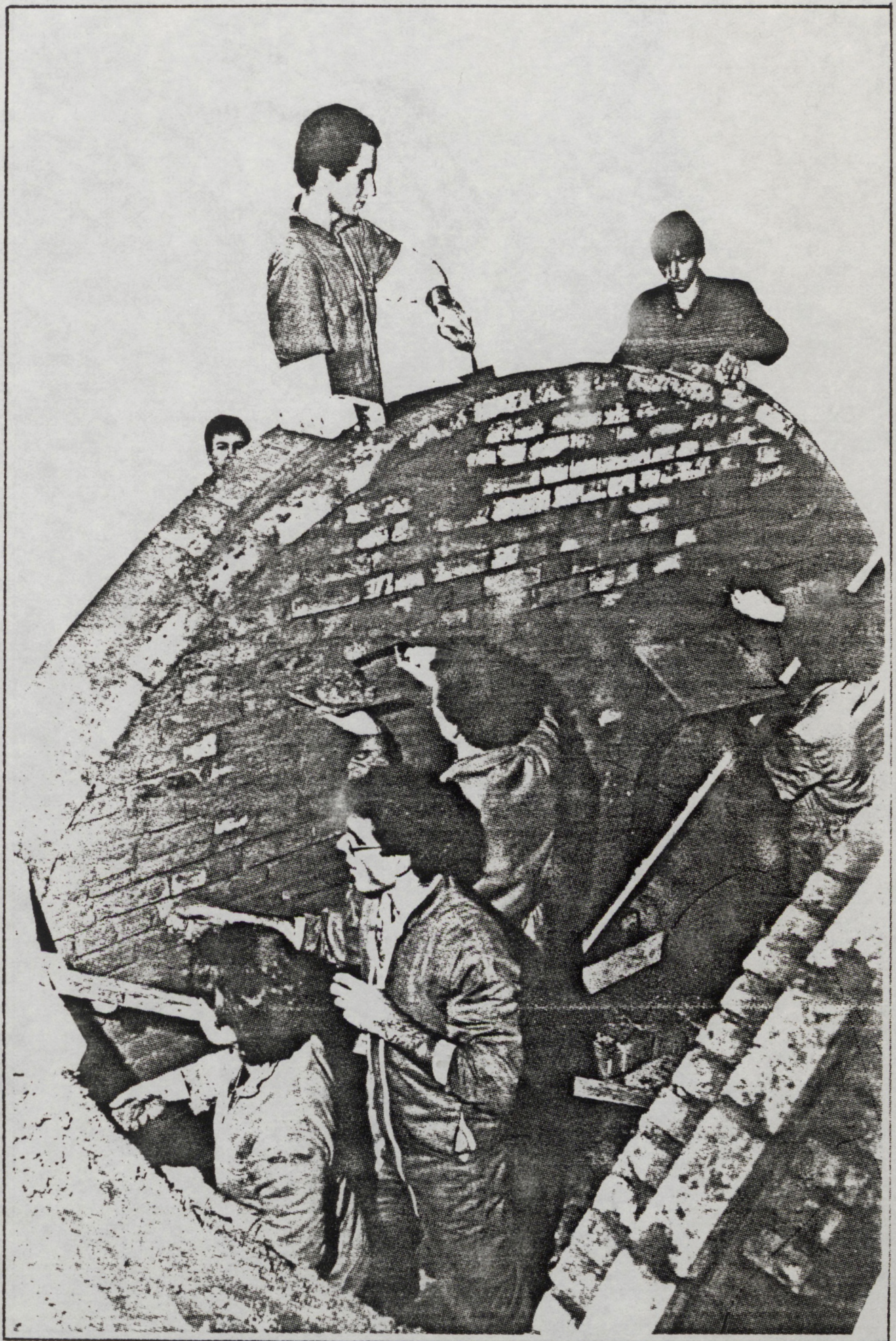




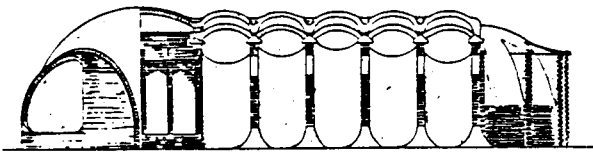
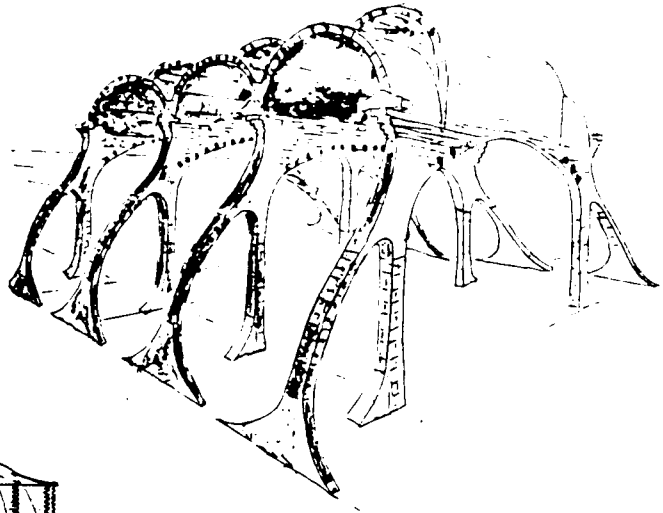
DEVELOPPER L'IMAGINATION  
CONSTRUCTIVE PAR LA DECOUVERTE  
D'UNE TECHNIQUE : MACONNERIE DE  
PETITS ELEMENTS

**A**pprendre à concevoir et à réaliser un projet architectural en utilisant un élément aussi simple que la brique ou l'aggloméré, développe une sensibilisation aux matériaux, permet de découvrir des systèmes constructifs et favorise une réflexion sur le lien fondamental qui associe conception d'un projet et choix des matériaux.

Les étudiants conçoivent et construisent un prototype, en grandeur réelle ou à échelle 1/2, en utilisant uniquement des petits éléments travaillant en compression, sans apport d'autres techniques que celles de la maçonnerie. Cette règle contraignante met concrètement en évidence les rapports entre matière, structure et forme et montre les riches potentialités d'éléments de petites dimensions notamment avec l'édification d'arcs et de voûtes.

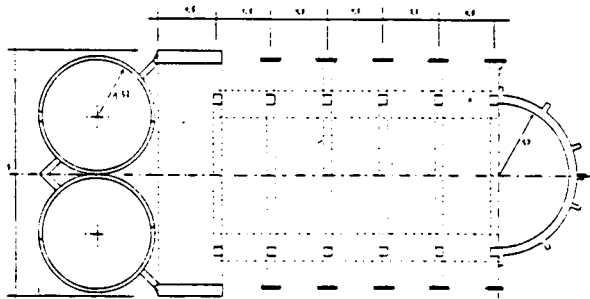


La CHENILLE

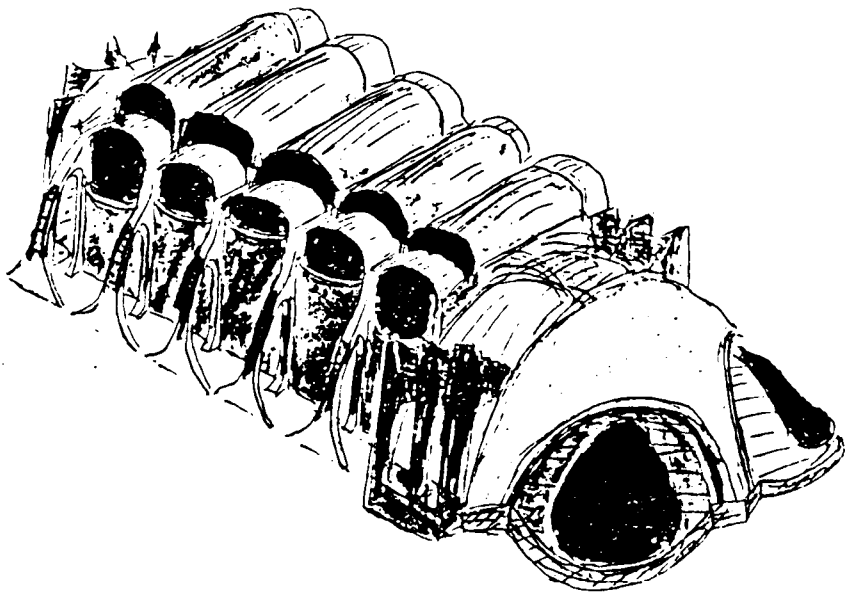


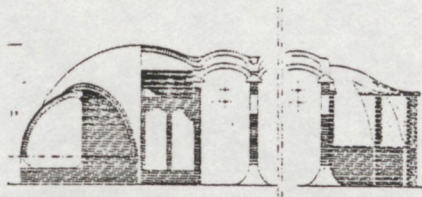
constructif; arcs et voûtes

PLAN AU SOL

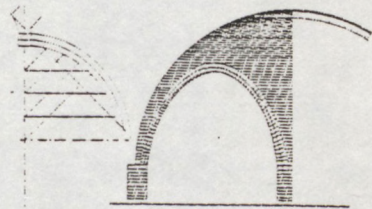


G. BLANCHARD

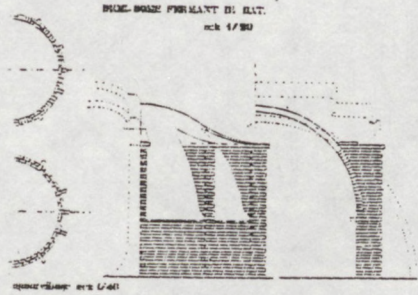




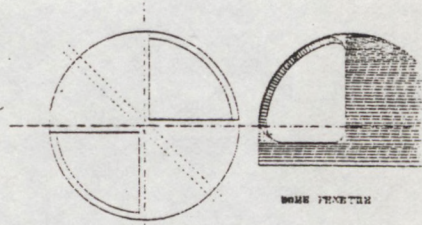
**REMARQUE:**  
 Le système constructif arc-voute donne la possibilité de créer  
 un bâtiment de grandes dimensions sans un pilier central.



**DOME DE TETE**  
 éch. 1/20

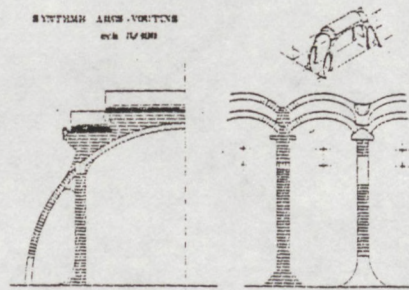


**DOME-BOISE PERMANT EN ELAT.**  
 éch. 1/20

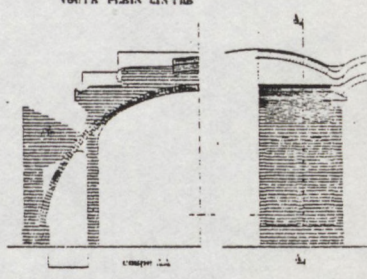


**DOME PERMETTE**

**SYNTHÈSE ARC-VOUTURE**  
 éch. 1/40

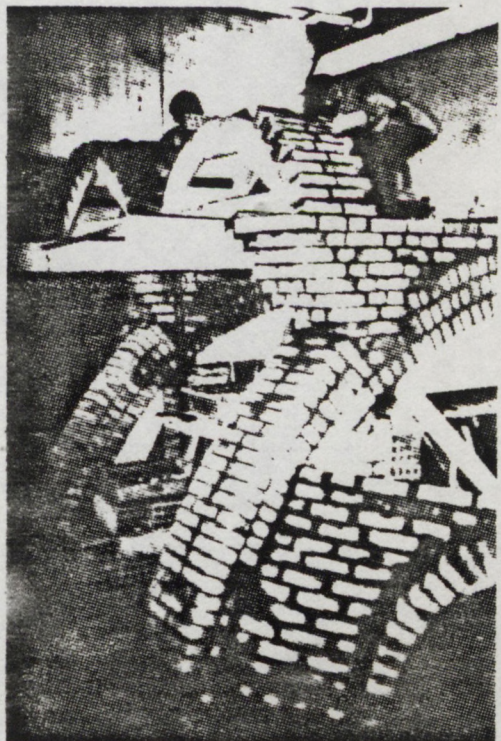


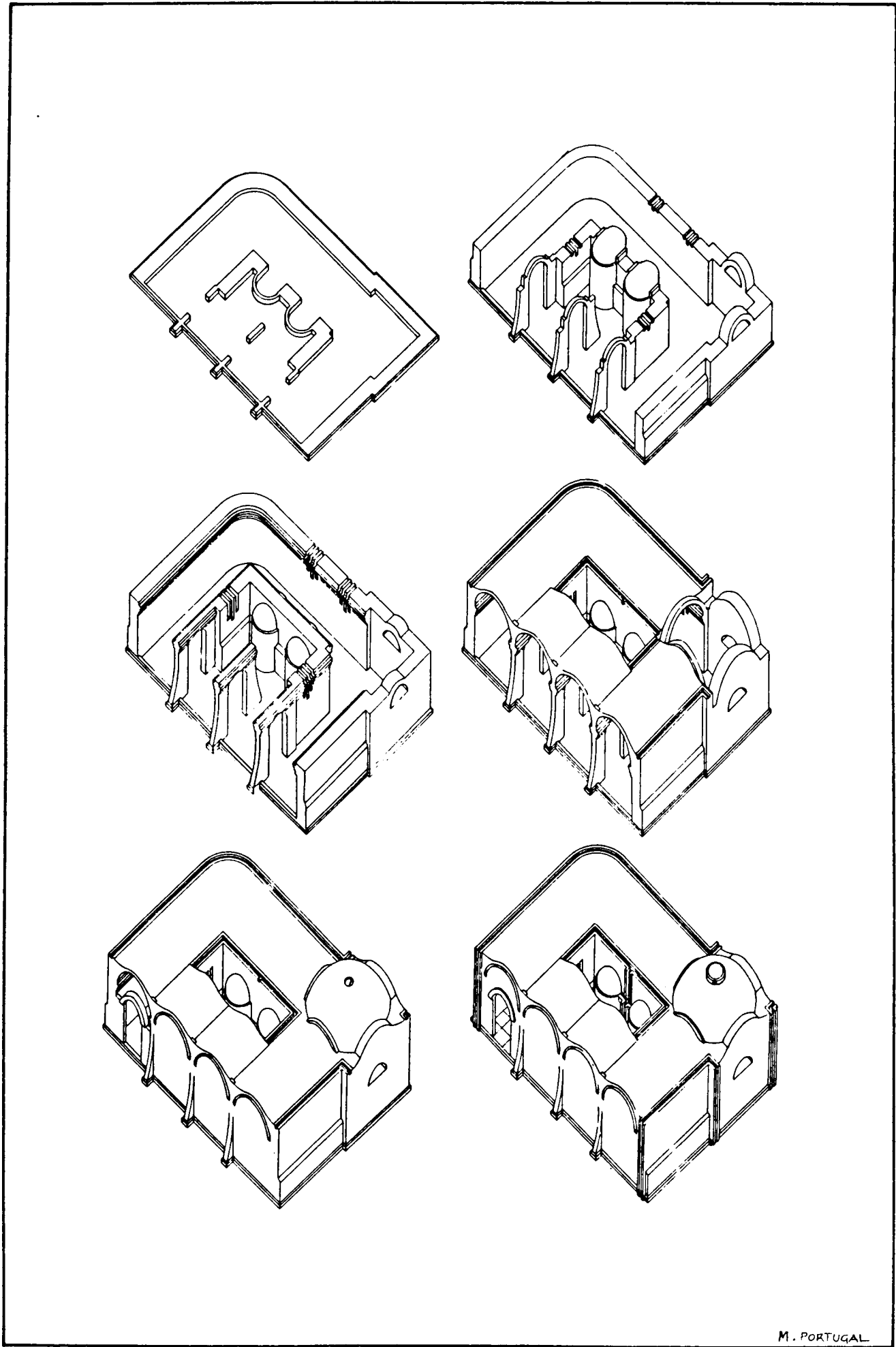
**VOUTE PLAIN CENTRE**



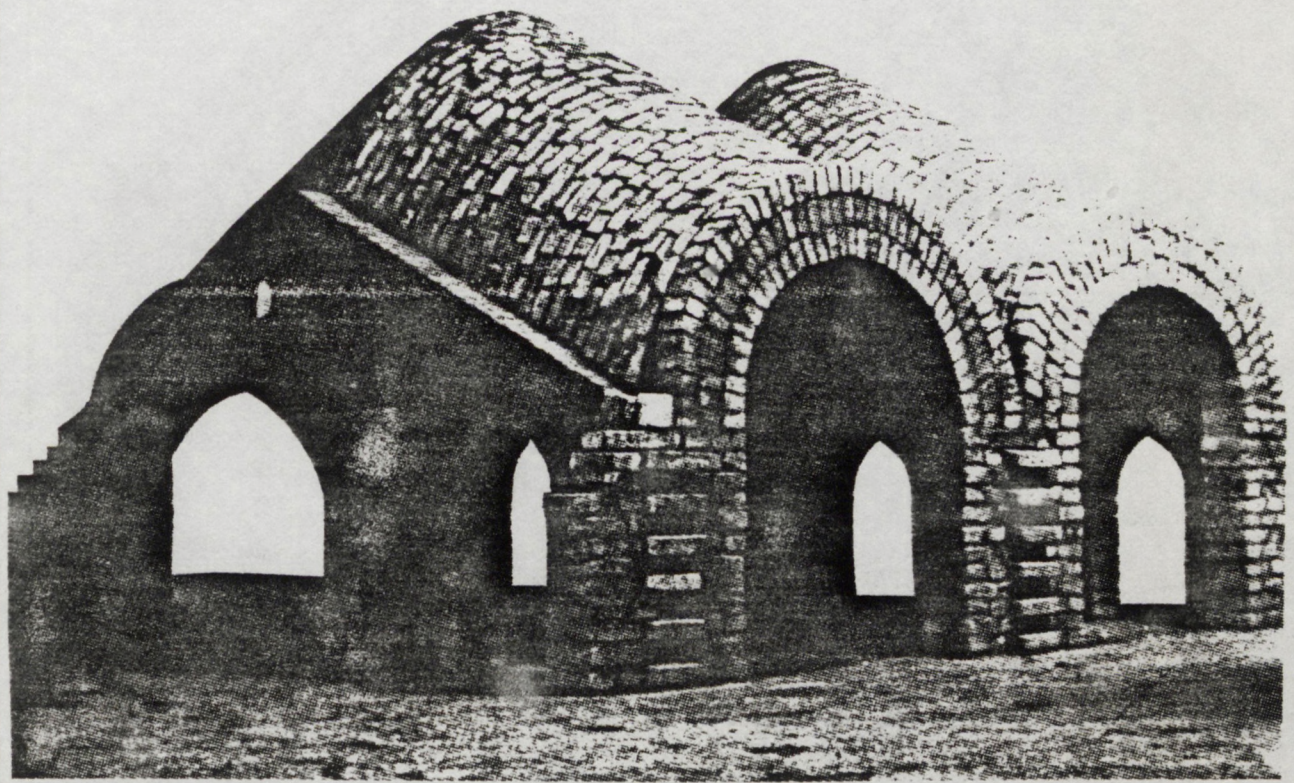
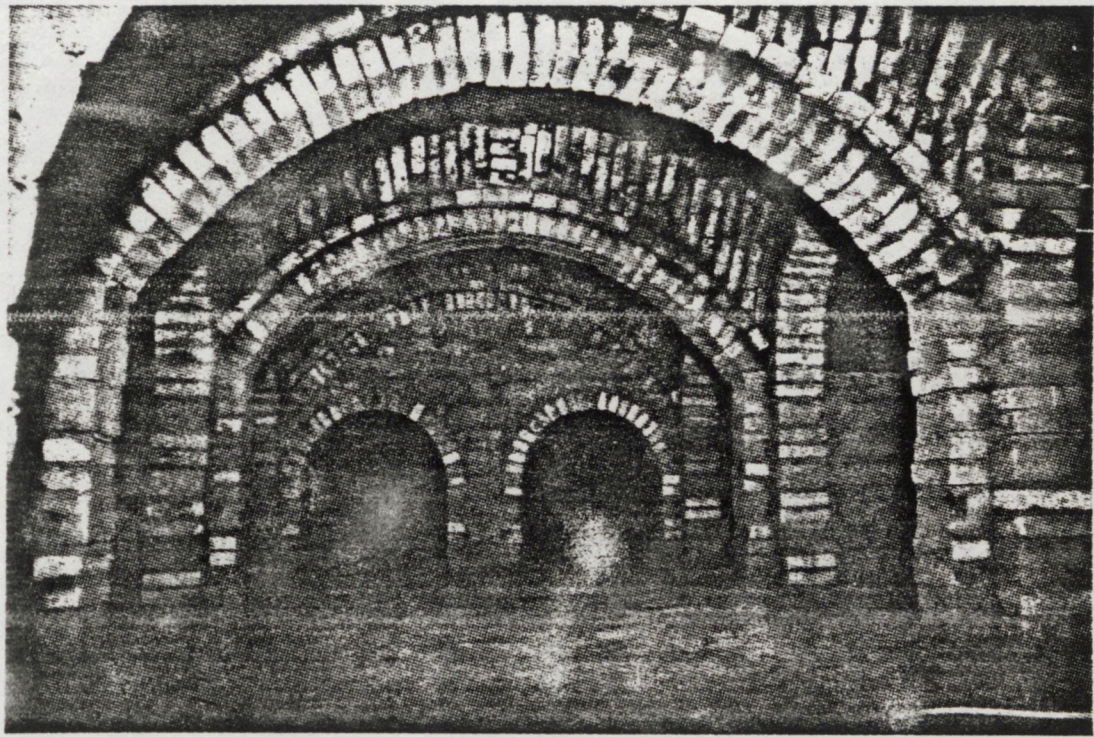
coupe 22 23

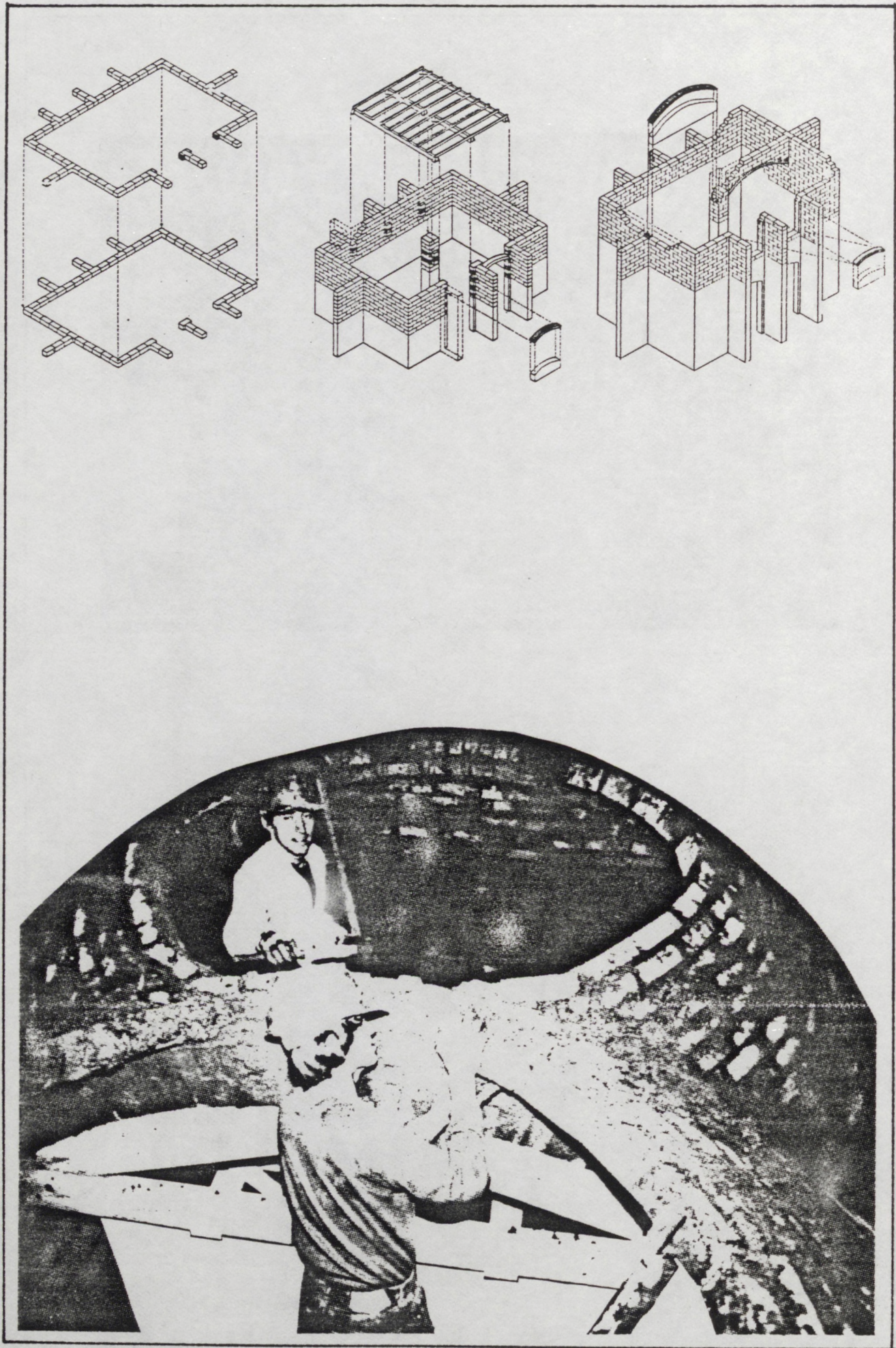
**Gargouille**



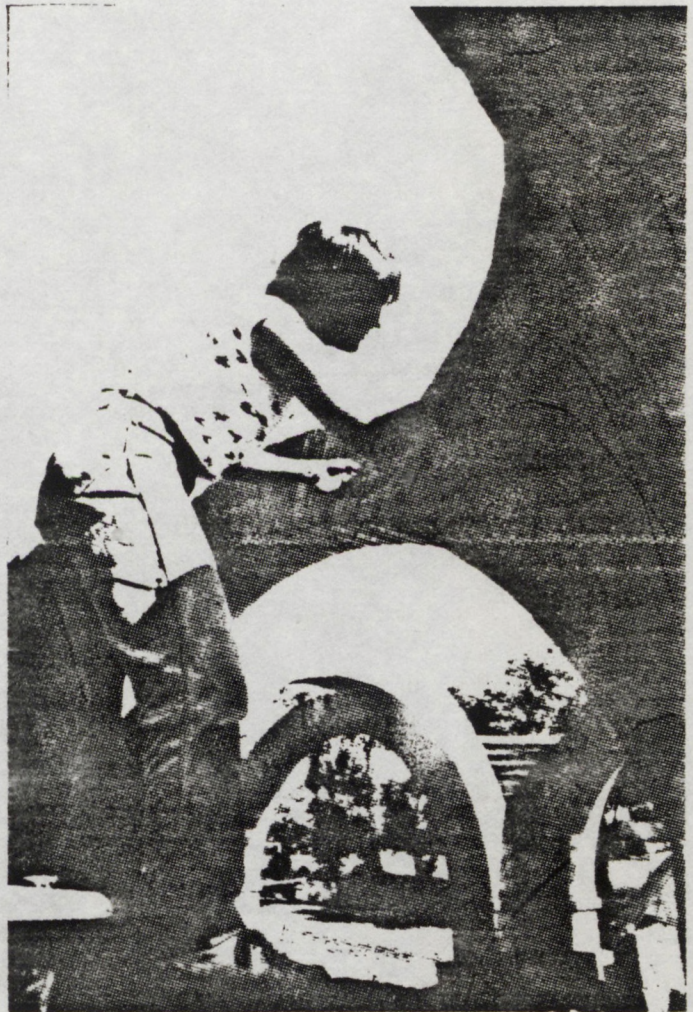
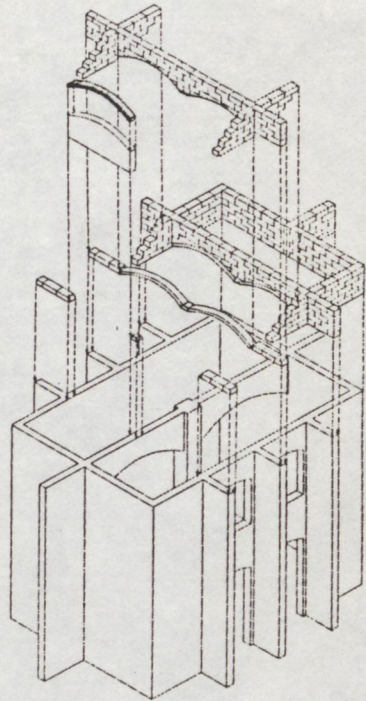
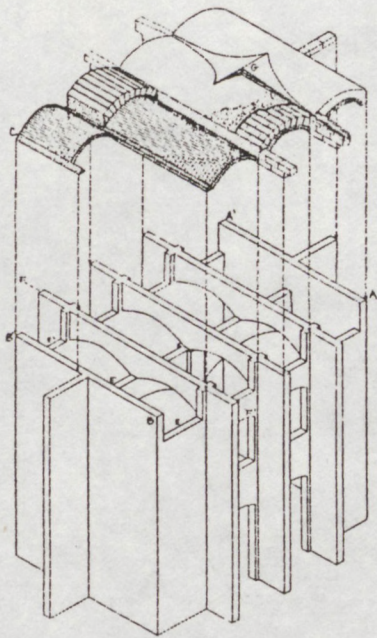


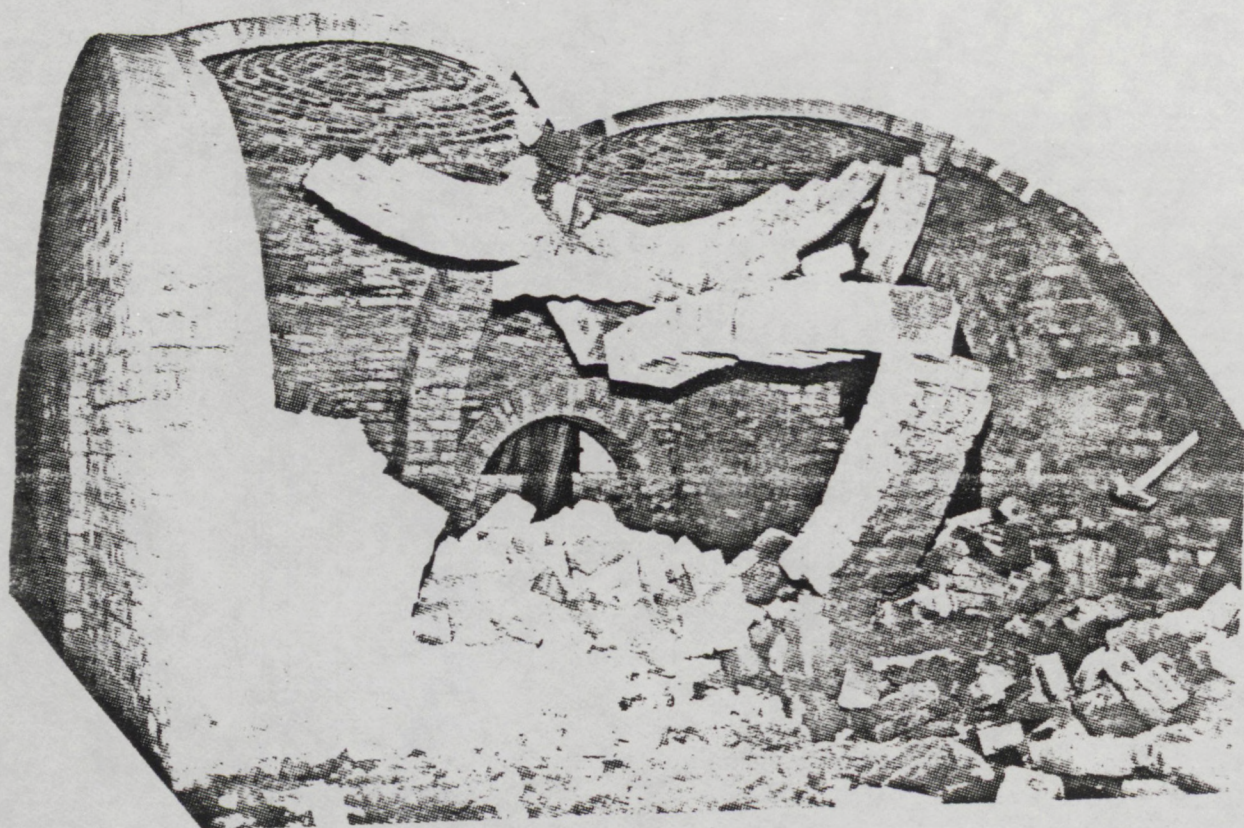
M. PORTUGAL





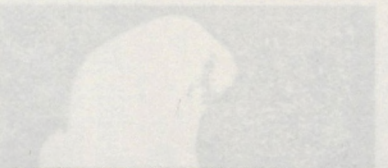






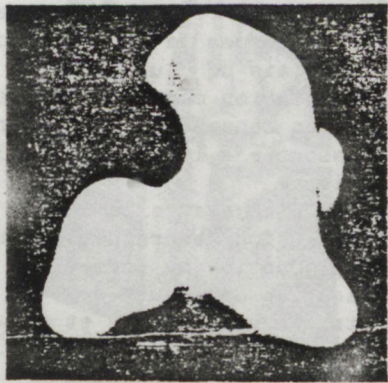
Essais de rupture à l'Ecole  
d'Architecture de Grenoble

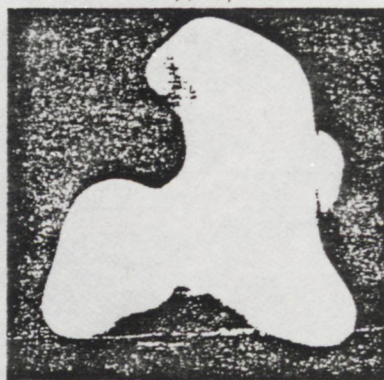




MOULAGE  
ET  
SCULPTURE

CONCEVOIR  
UN OBJET  
ARCHITECTURAL  
PAR UNE  
TECHNIQUE  
DE MOULAGE

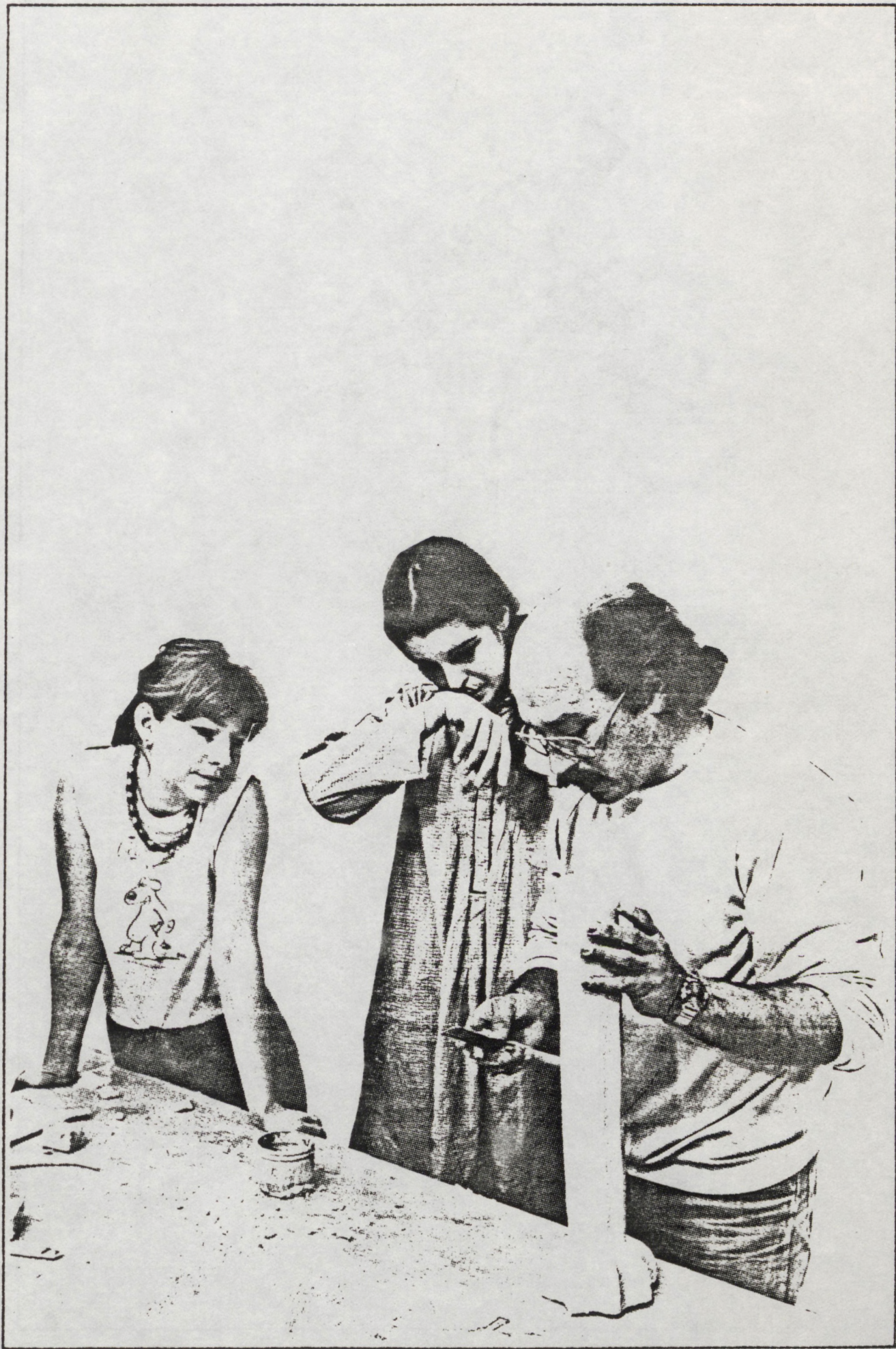


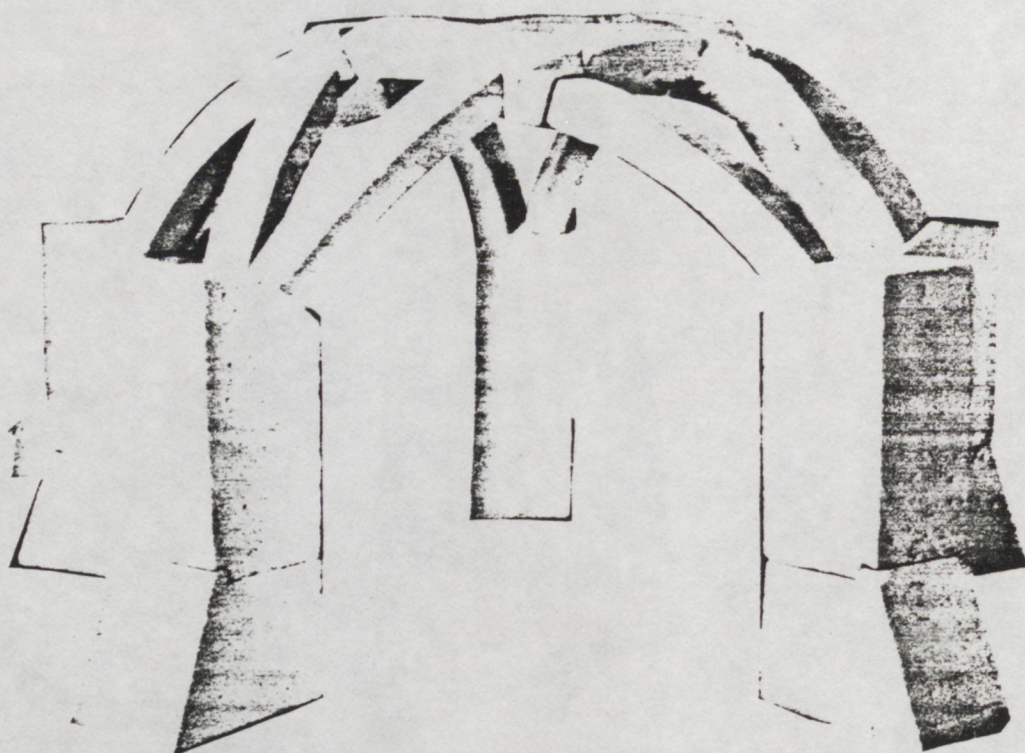
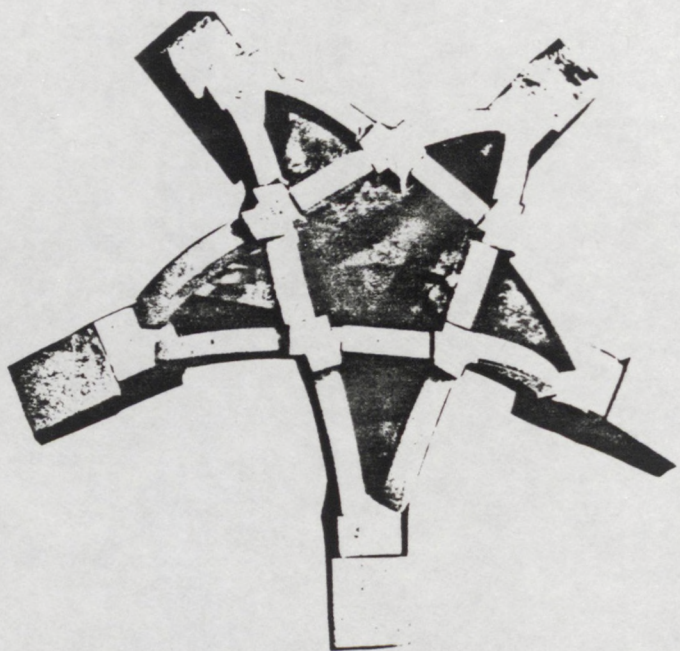


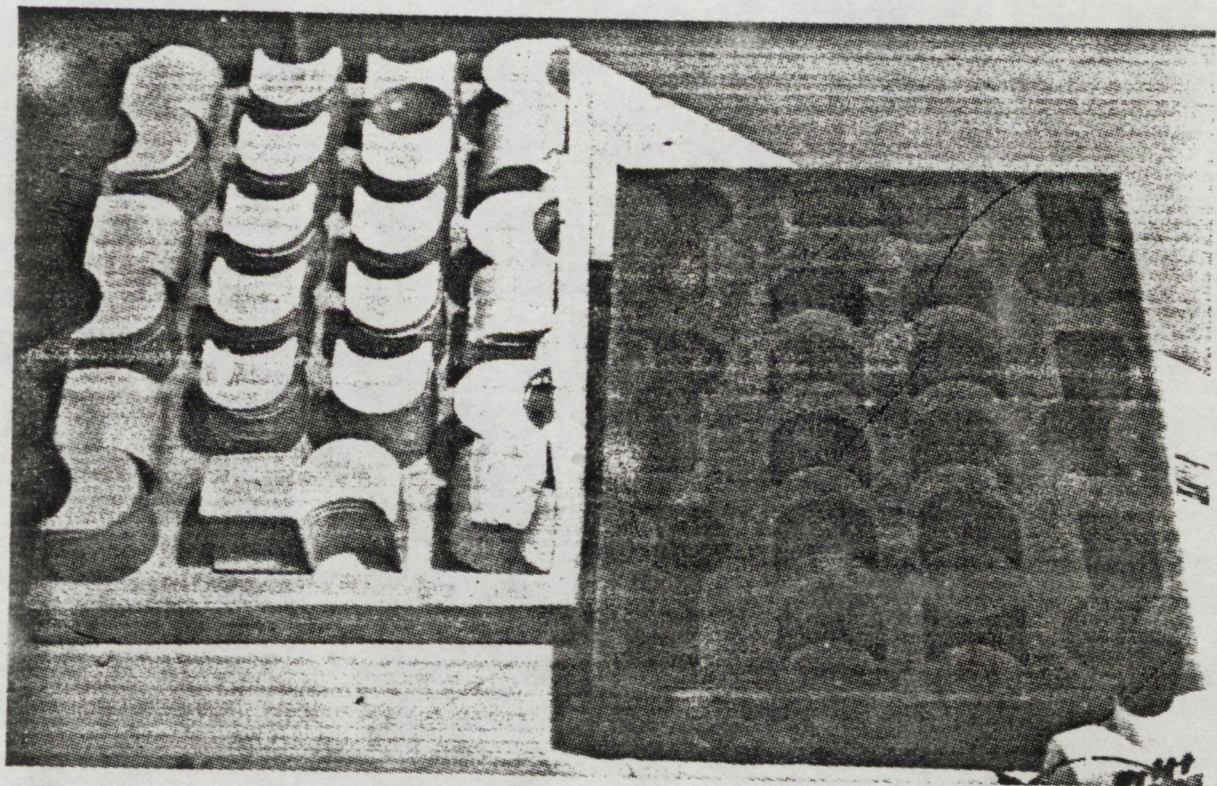
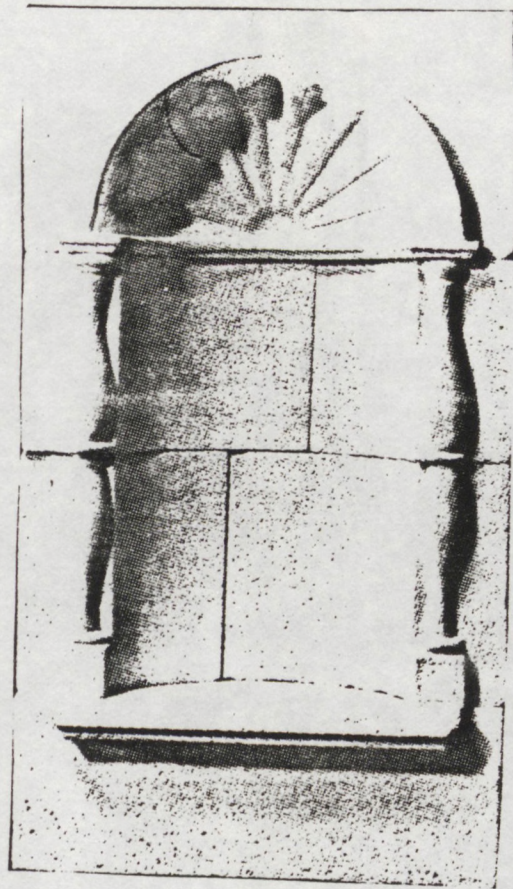
CONCEVOIR UN OBJET ARCHITECTURAL  
PAR UNE TECHNIQUE DE FABRICATION  
D'ELEMENTS DE CONSTRUCTION :  
MOULAGE ET SCULPTURE

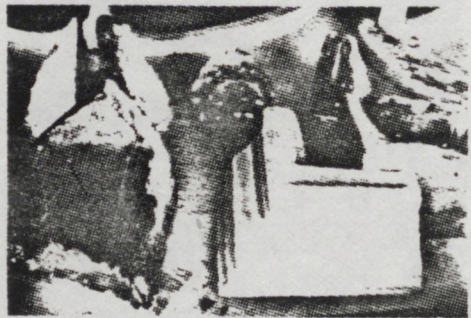
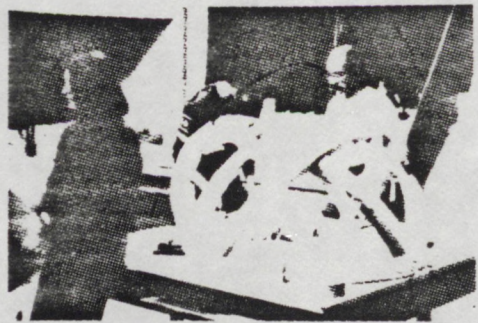
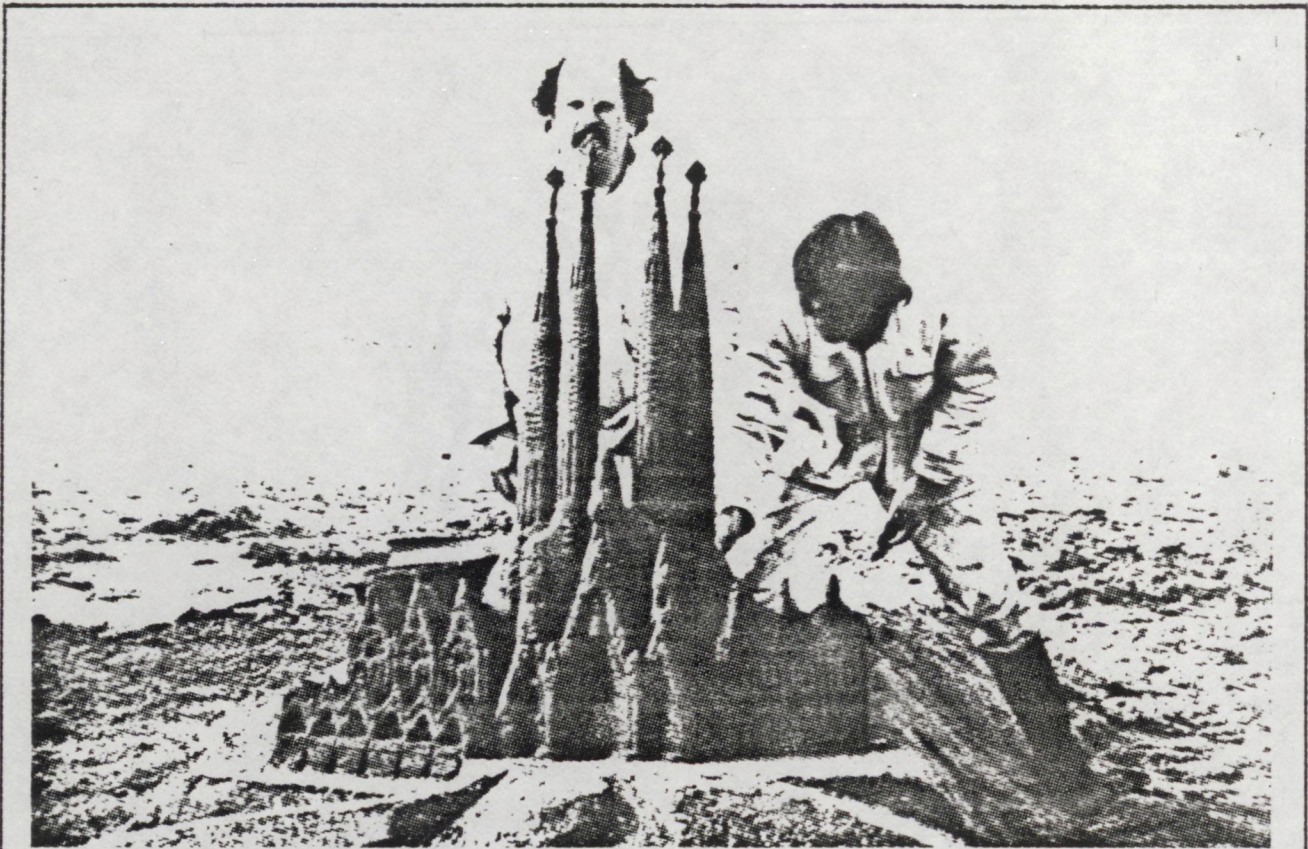
Ces objets réalisés à échelle réduite permettent d'aborder la construction par le biais du moulage et de la représentation mécanique de la forme. La conception de la forme est associée à la manière de la produire.

Cet exercice assure la compréhension des rapports formes et reproduction de formes. Application des cours de construction, de trame et de design, il constitue une initiation aux techniques courantes du moulage : moule perdu, moule à pièces, moule souple, etc., et incite les étudiants à respecter la phase indispensable à la reproduction de tout élément de construction ou sculpture : l'étude préalable des formes.

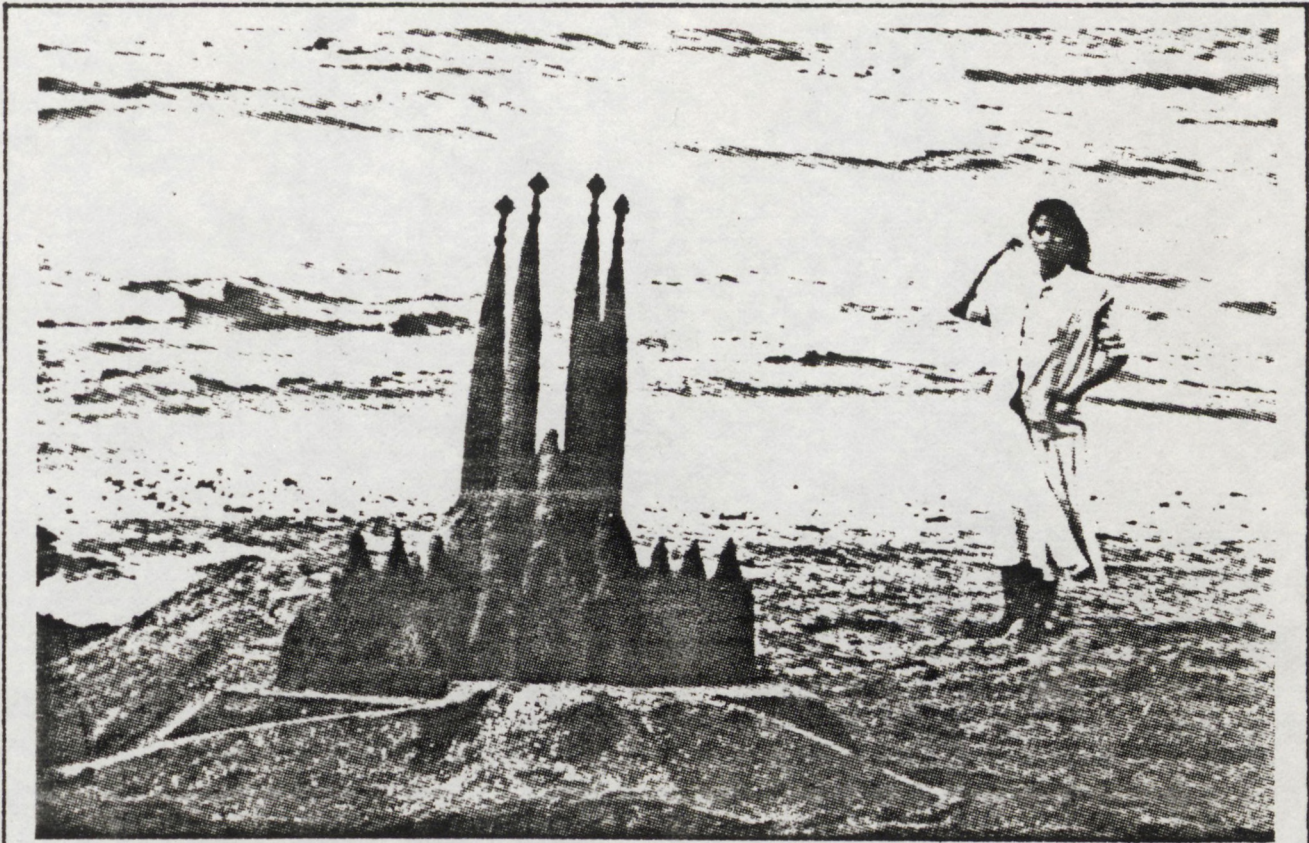










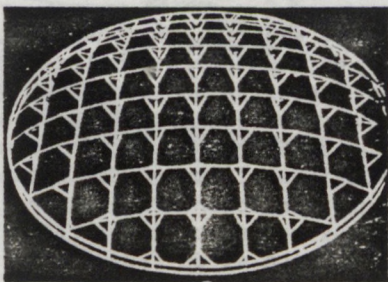


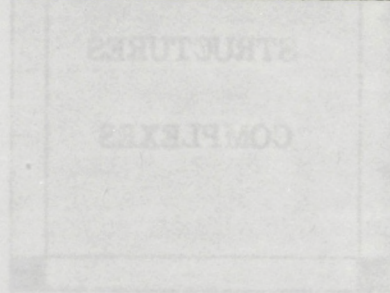
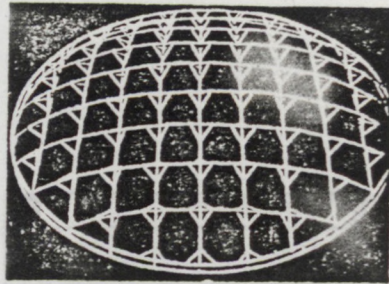




**STRUCTURES  
COMPLEXES**

DEVELOPPER  
L'IMAGINATION  
CONSTRUCTIVE  
PAR LA  
DECOUVERTE  
DE SYSTEMES  
CONSTRUCTIFS  
PERFORMANTS



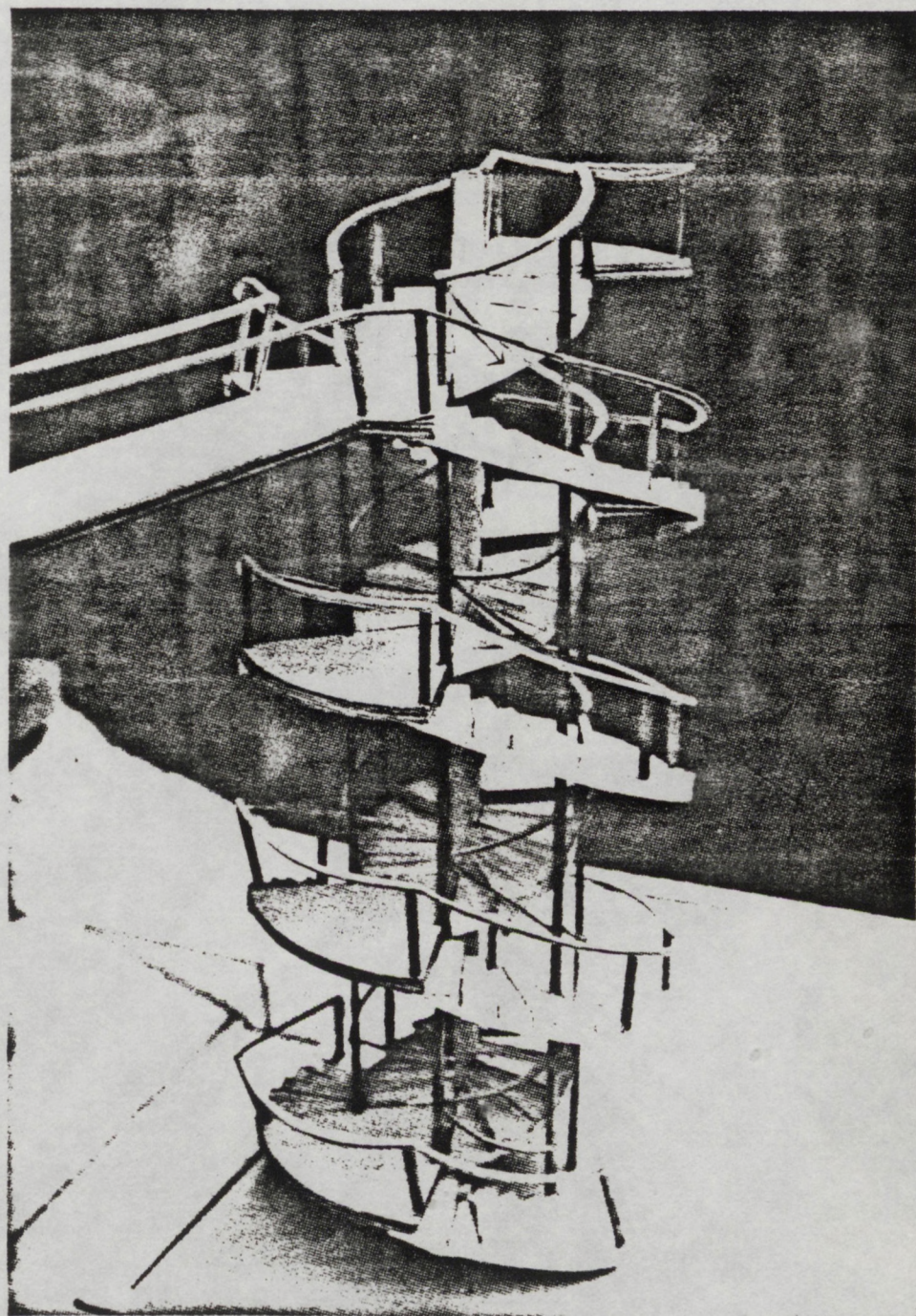


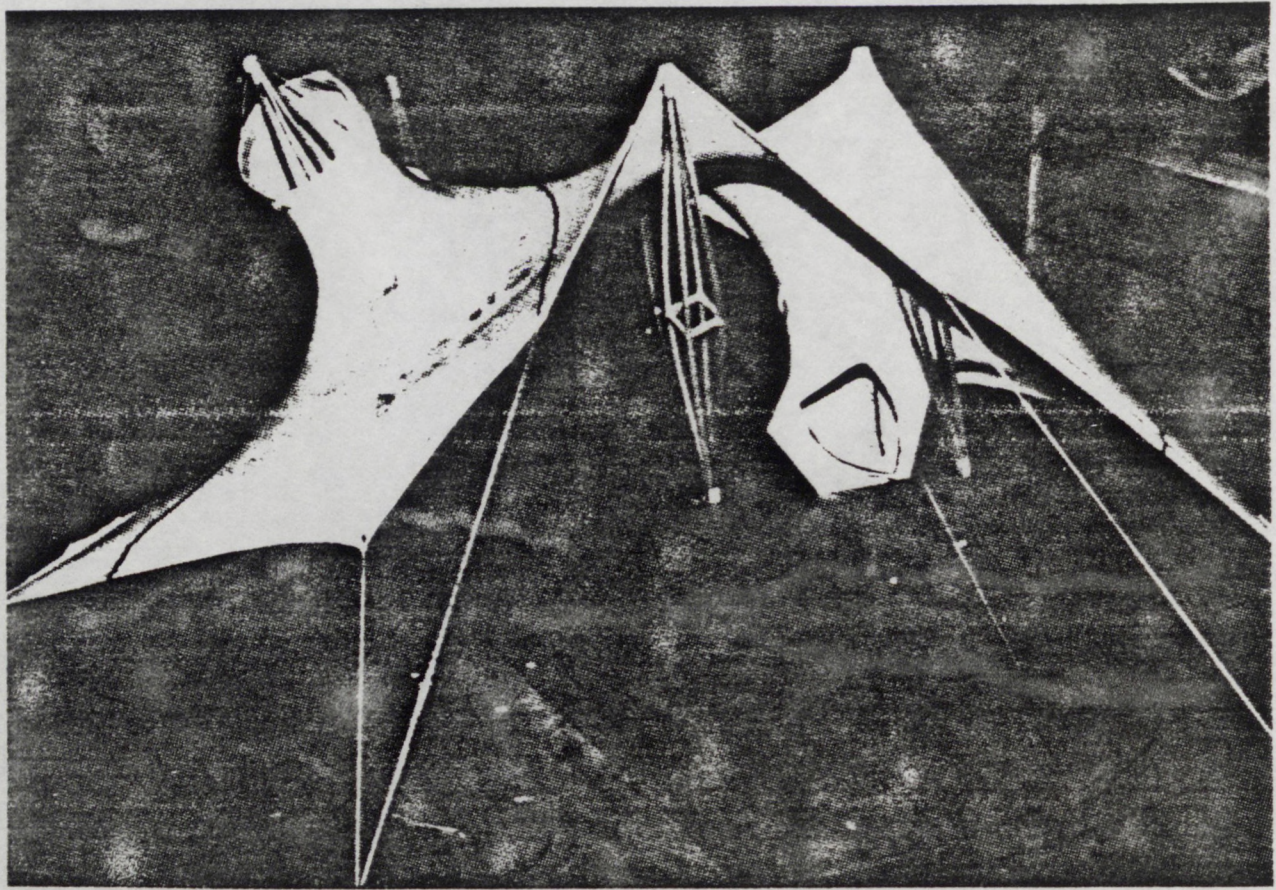
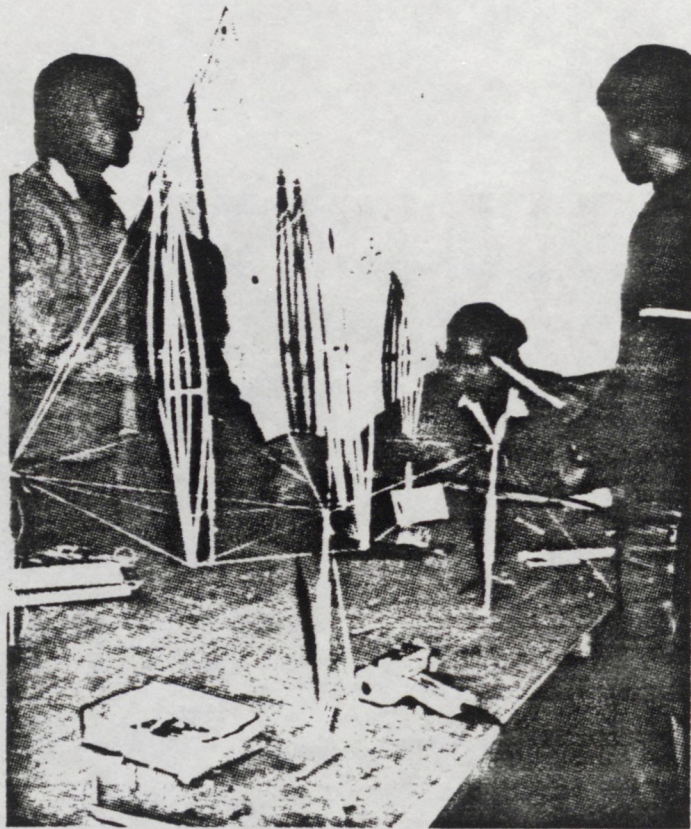
DEVELOPPER  
L'IMAGINATION  
CONSTRUCTIVE  
PAR LA  
DECOUVERTE  
DE SYSTEMES  
CONSTRUCTIFS  
PERFORMANTS

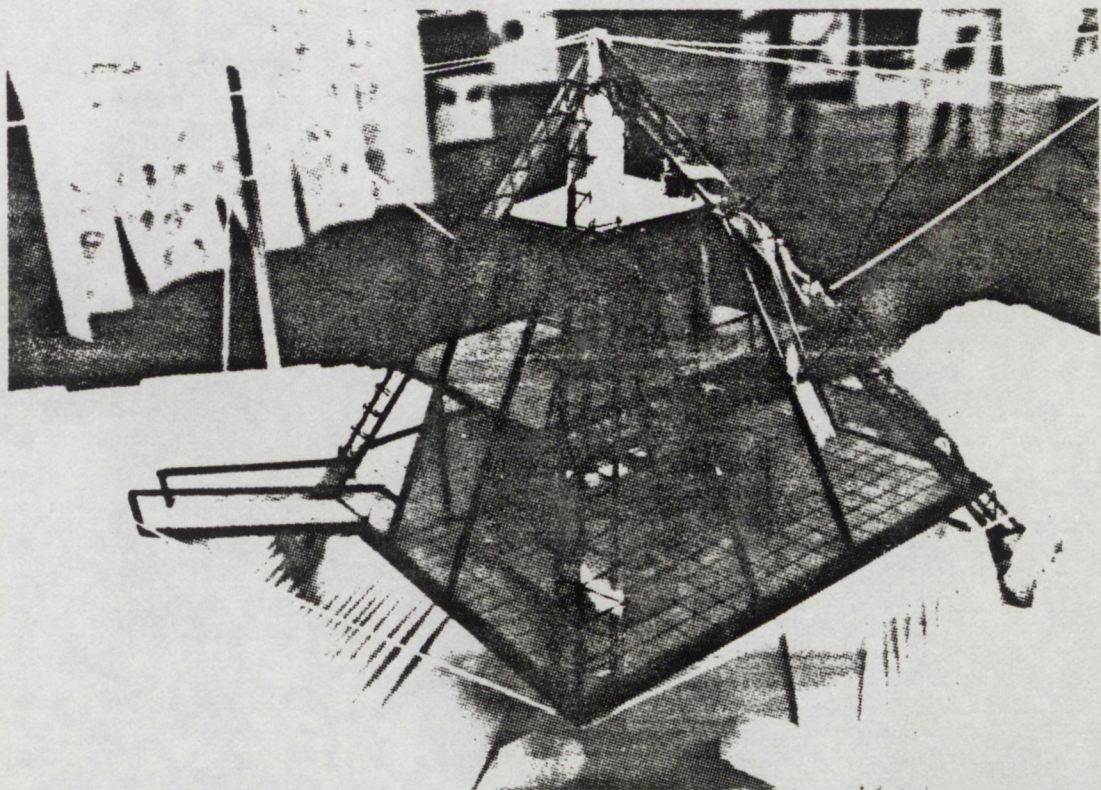
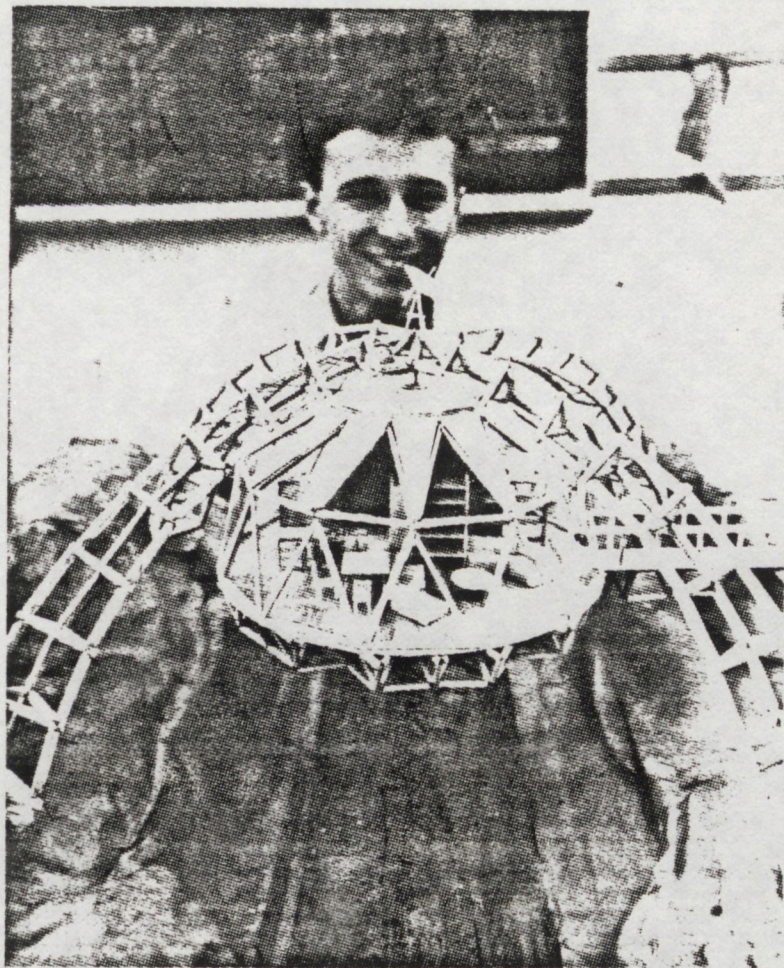
**DEVELOPPER L'IMAGINATION  
CONSTRUCTIVE PAR LA DECOUVERTE DE  
SYSTEMES CONSTRUCTIFS :  
STRUCTURES COMPLEXES**

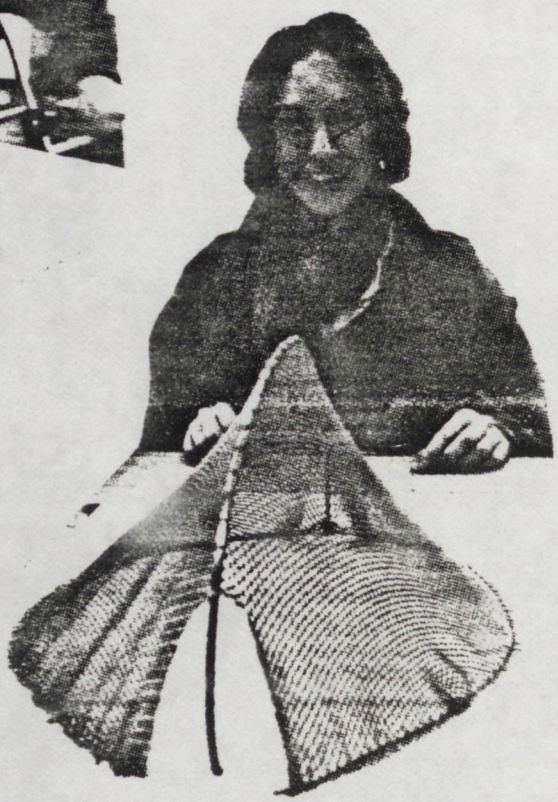
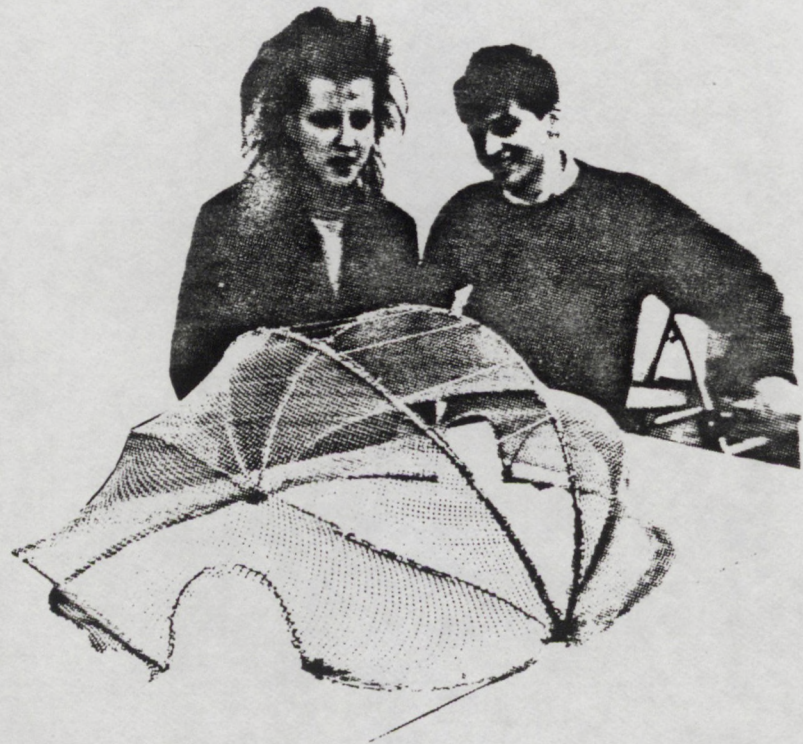
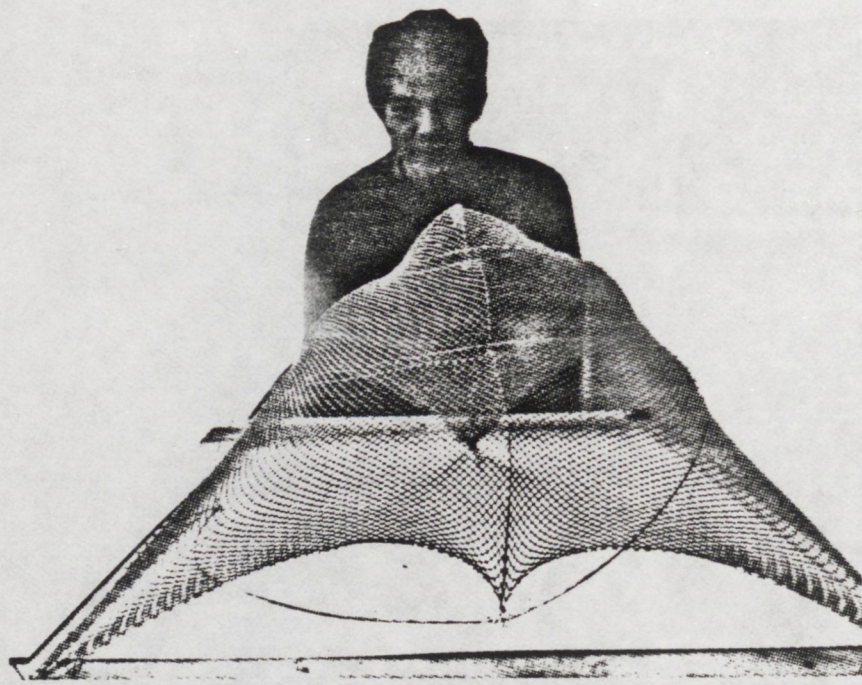
**C**et exercice de construction de structures complexes constitue une ouverture sur les progrès techniques et scientifiques. Cette initiation permet de souligner l'importance des découvertes scientifiques, des nouveaux matériaux et procédés de construction et de leurs potentiels créatifs.

Les étudiants construisent, à échelle réduite, des structures complexes : triangulations spatiales, structures tendues et gonflables, et étudient leurs diverses possibilités d'utilisation.

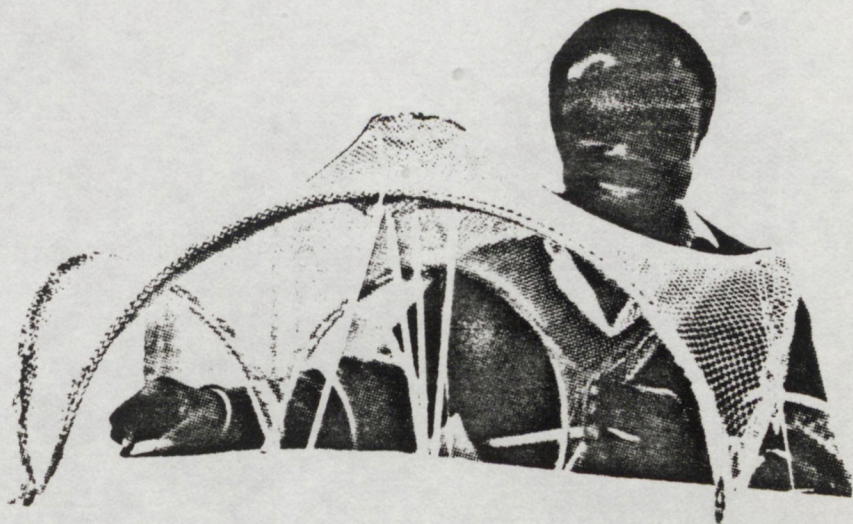
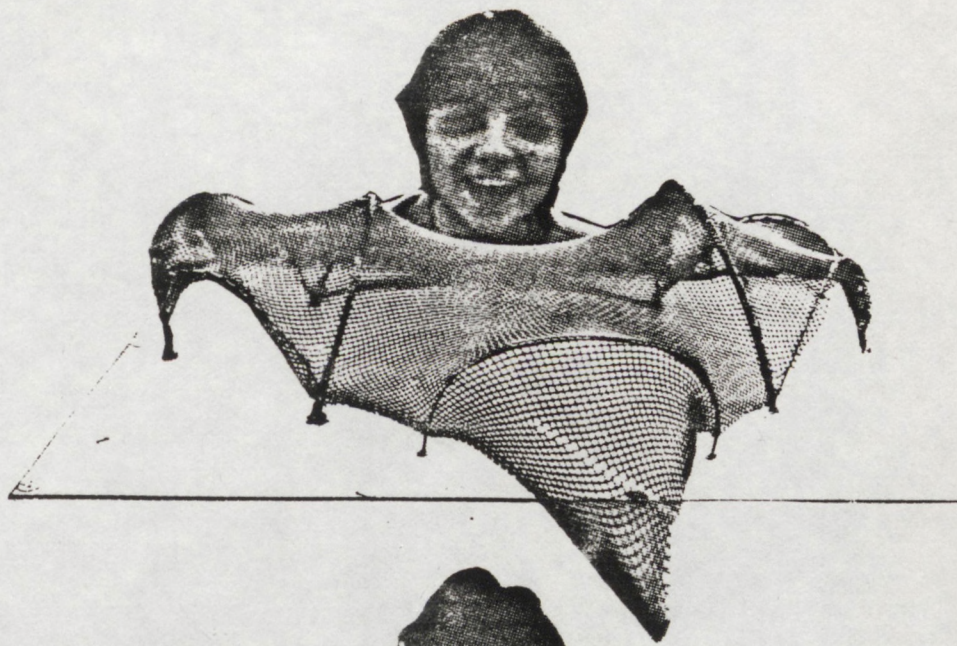
















LES  
SIEGES

DECOUVRIR  
LA CONCEPTION  
ET LES  
TECHNIQUES  
DE PRODUCTION  
PAR LA  
REALISATION  
D'UN PRODUIT:

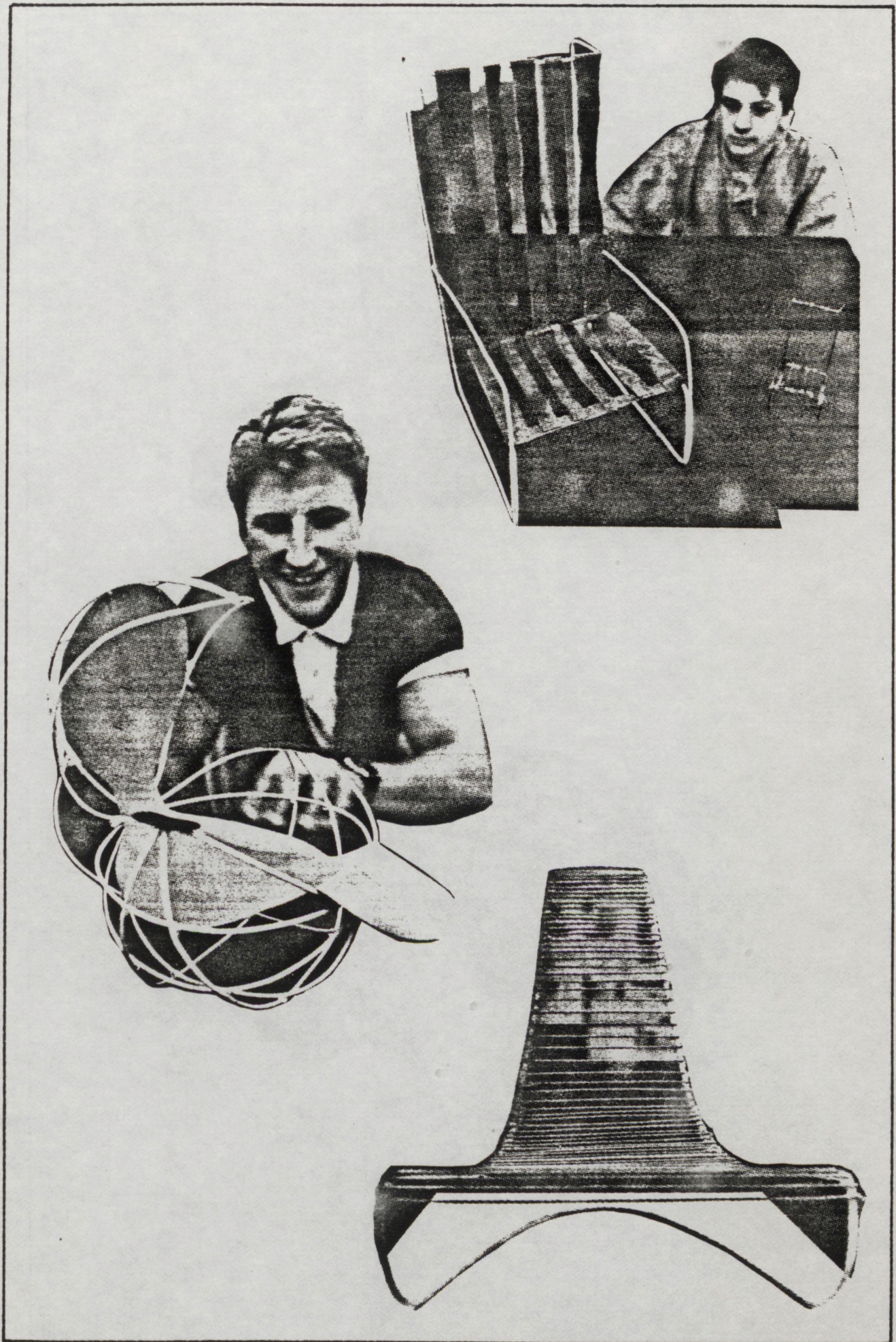
LA CHAISE



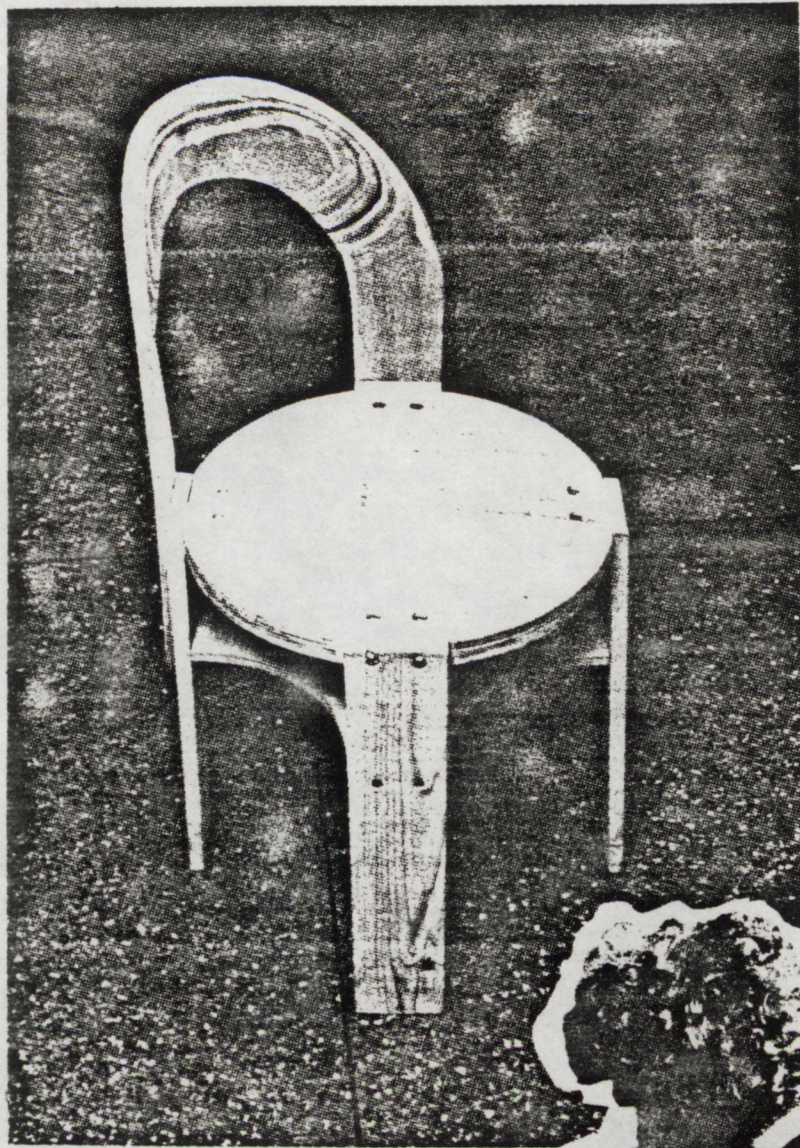


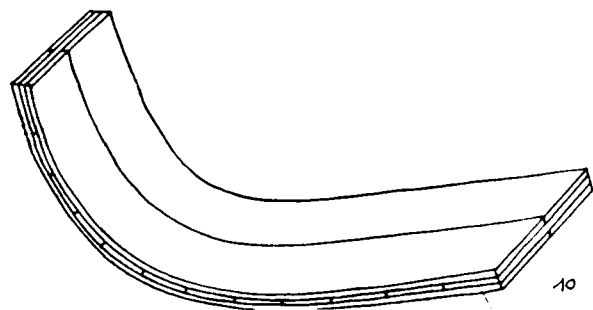
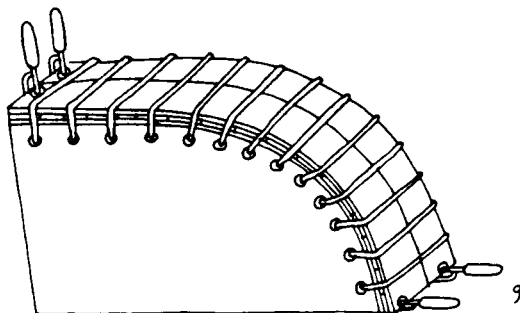
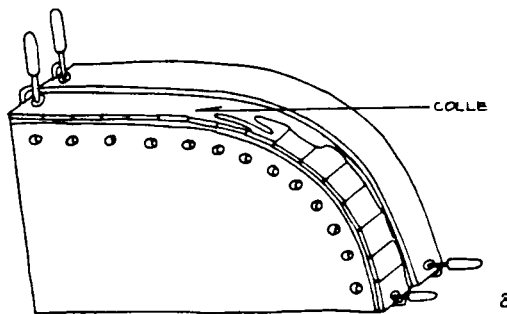
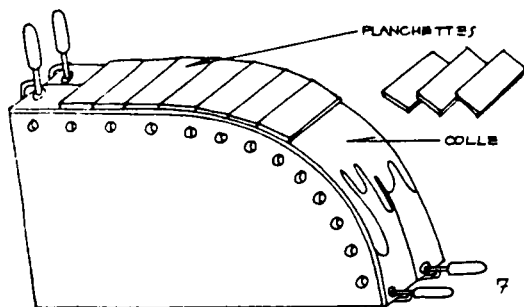
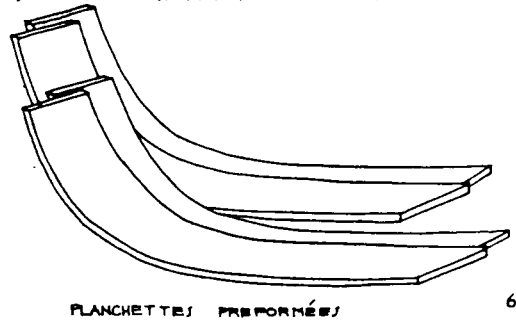
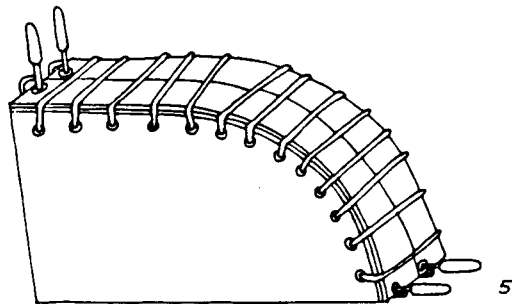
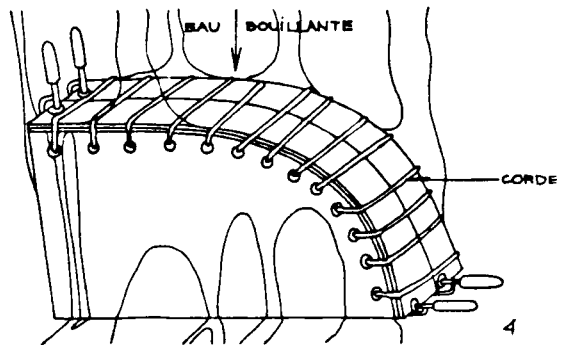
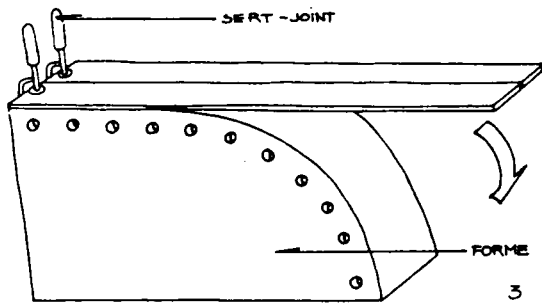
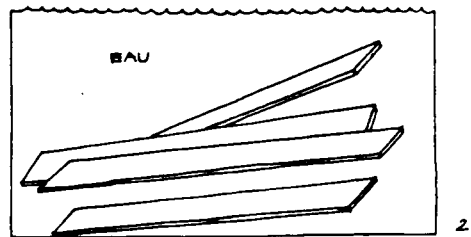
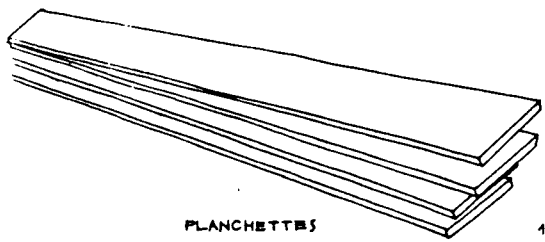
DECOUVRIR LA CONCEPTION PAR LA  
REALISATION D'UN PRODUIT :  
MOBILIER DESIGN

**E**ssentiellement axé sur la conception et la réalisation, grandeur nature, de sièges en bois, cet exercice permet de cerner l'ensemble des données à prendre en compte dans une démarche de conception. Il confronte les étudiants aux liens qui unissent le matériau employé, en l'occurrence le bois, les procédés d'assemblage et les formes. Il les incite à concevoir la création, la conception et la réalisation comme non dissociées et donc à s'attacher aussi bien au principe d'économie de la matière, à sa valorisation maximale qu'à la prise en compte des données d'usage et des données de fabrication industrielle et de diffusion. La chaise a l'avantage d'être, grâce à sa taille, très manipulable. Le passage rapide de la maquette à l'échelle 1 permet d'élucider concrètement les problèmes de réalisation et de conception. Construire à l'échelle 1 c'est vérifier, par le corps tout entier et pas seulement par l'oeil ou l'esprit, la pertinence du résultat.

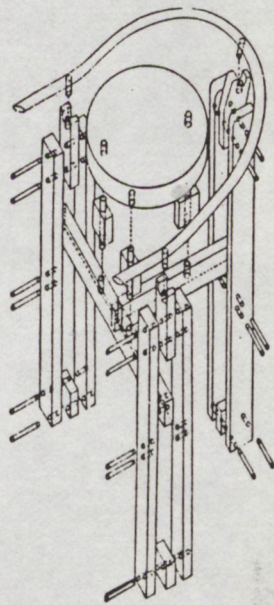
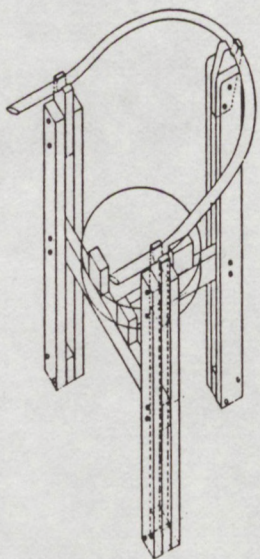
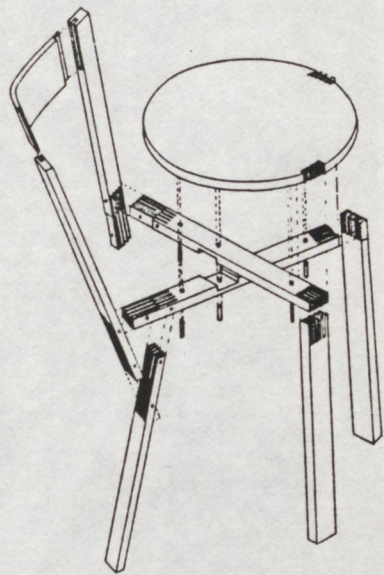
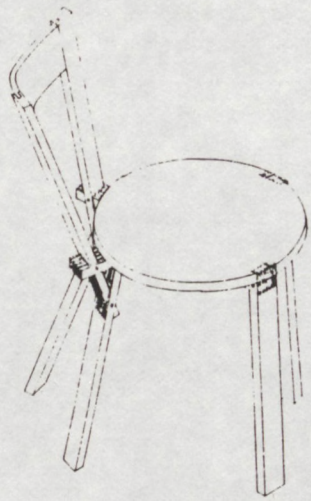


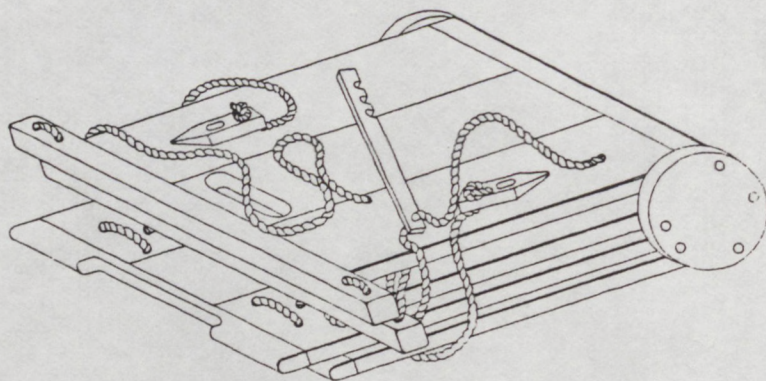
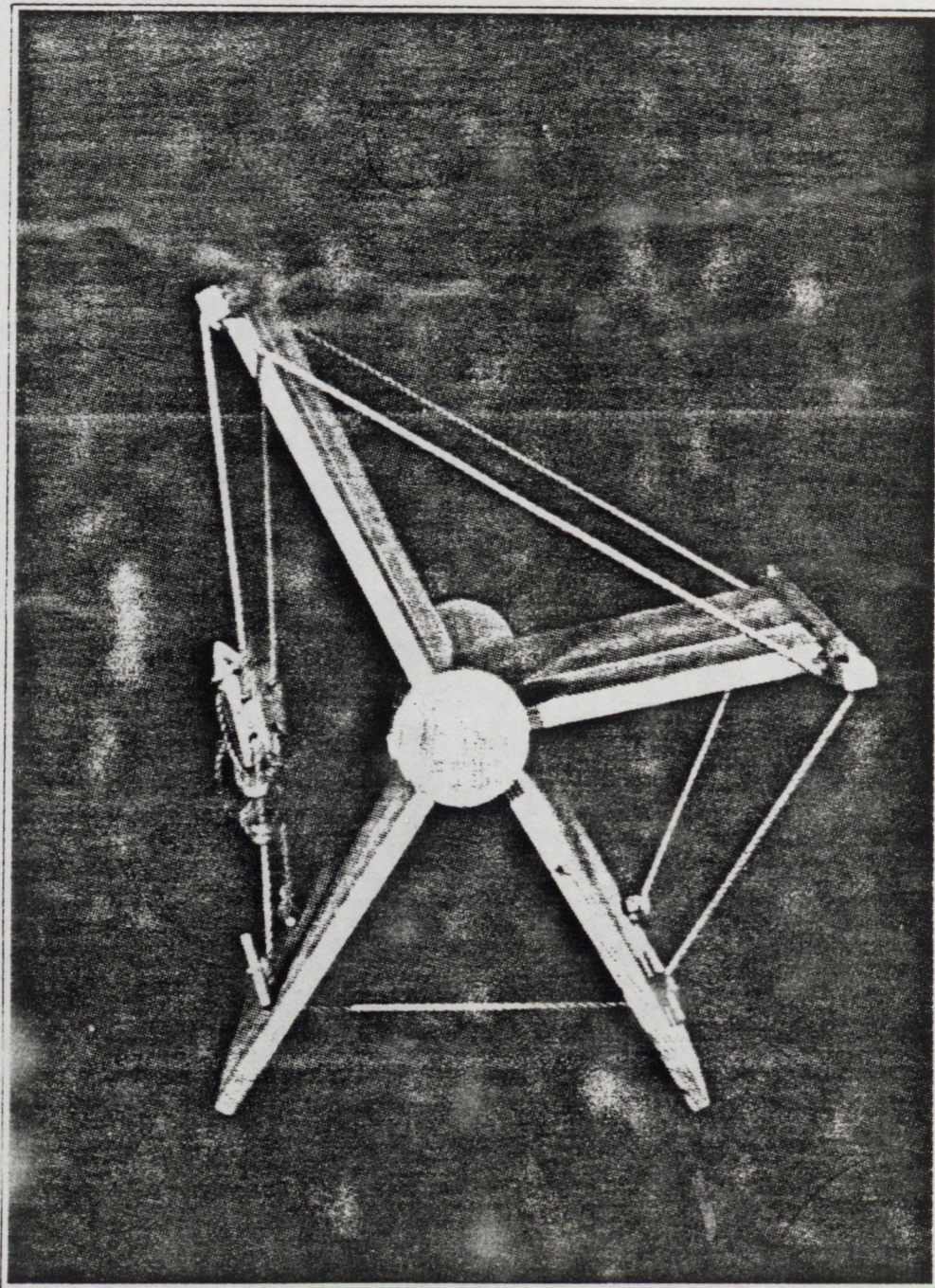


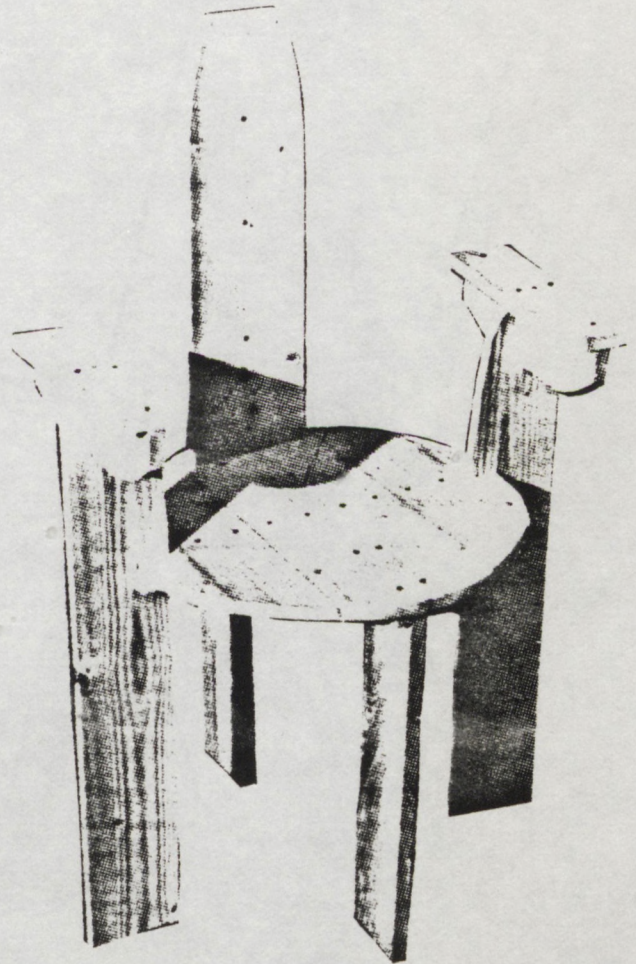
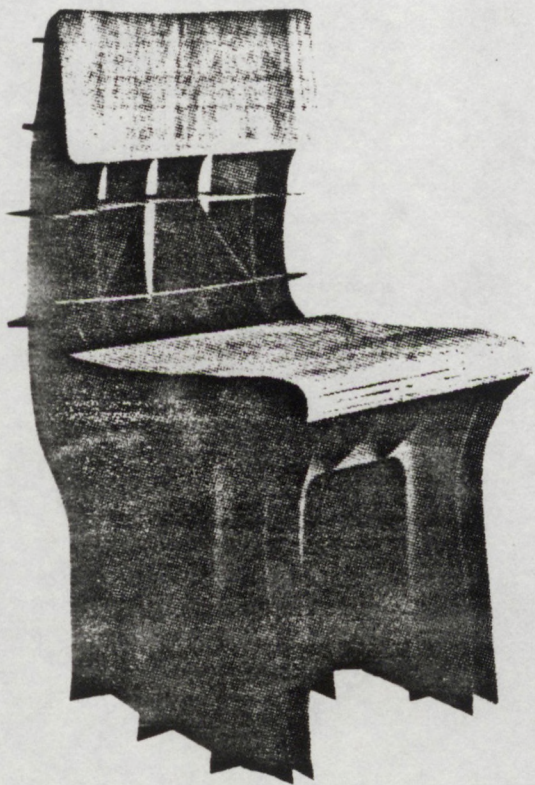


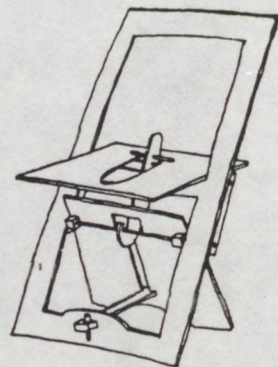
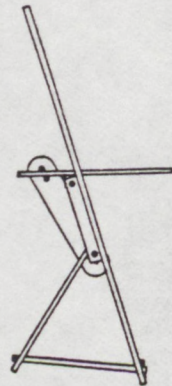
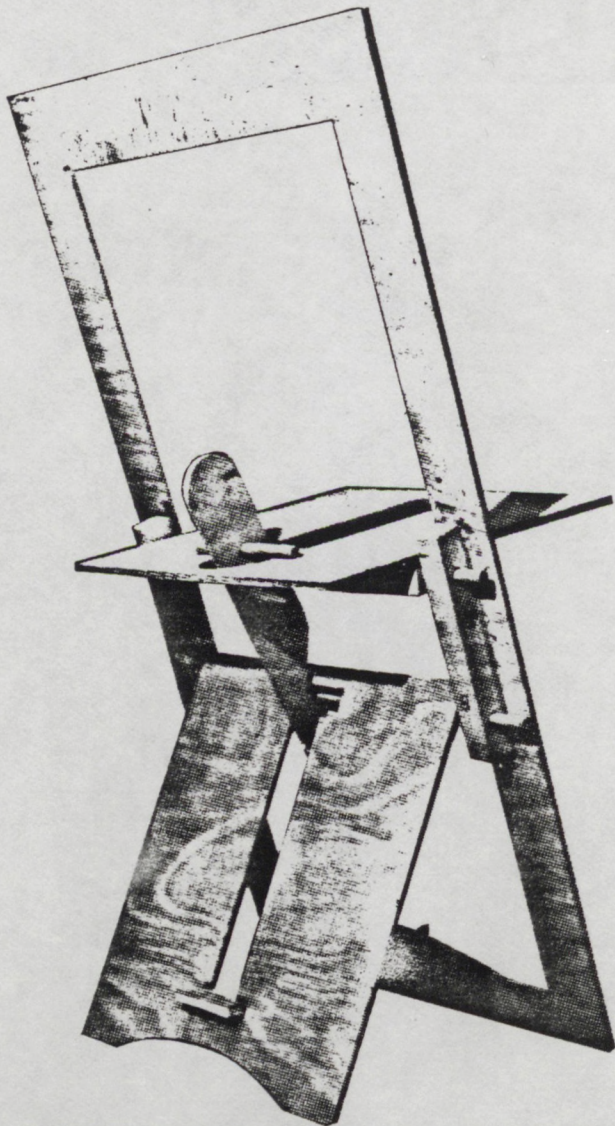
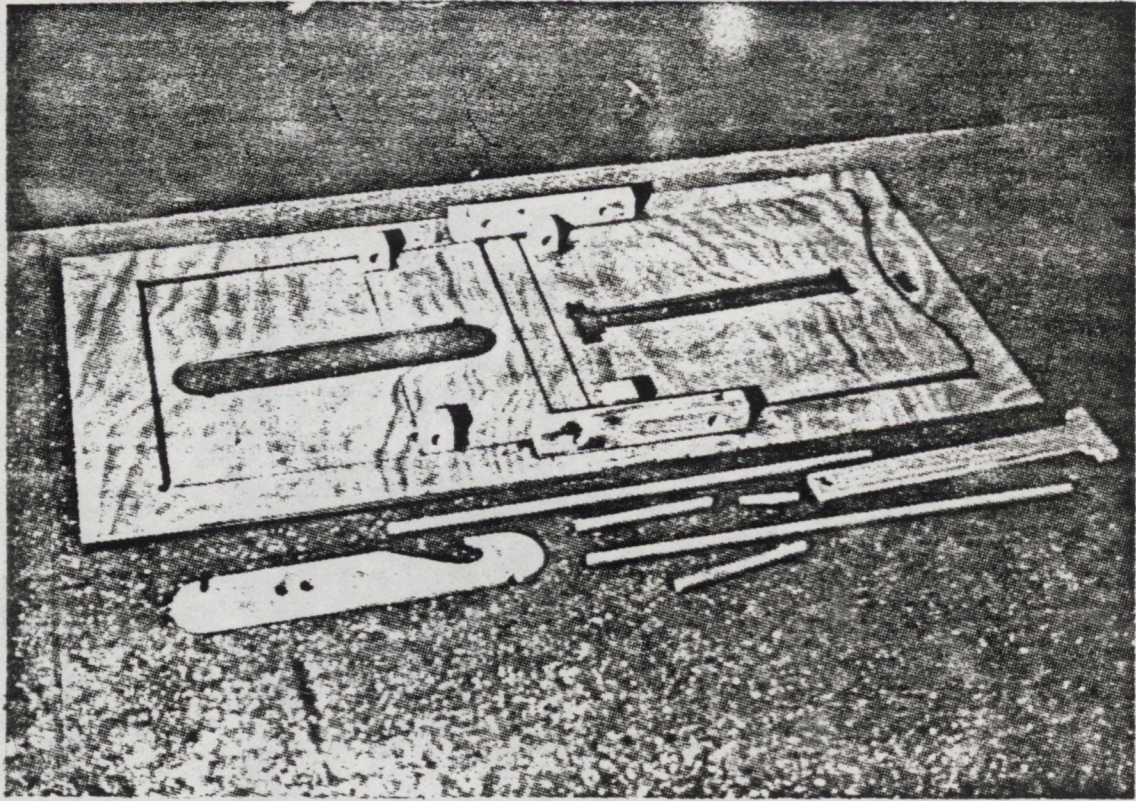












**Matériaux**  
 1) Lame de section 40 x 45, de longueur 147 mm  
 pour le 1/5 m et 45 (à apposer 14 du ml)  
**Matériaux**  
 1) plateau de 600 x 600 épaisseur 45  
 2) câble  
 3) billes de Ø 30 mm  
 4) câble de Ø 10/10 mm avec tête à ailette  
 5) serre-câbles  
 3 ms à base de 8 x 75 (ou système de fixation équivalent)

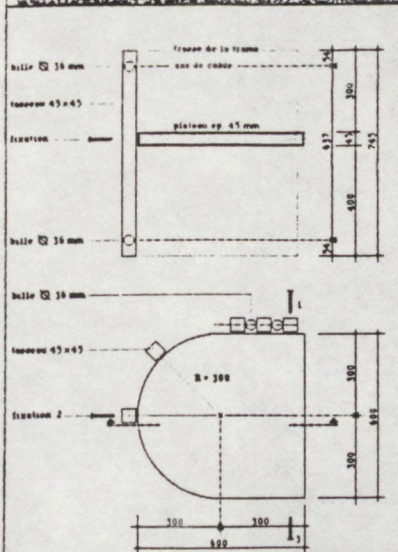


schéma d'exécution

Philippe OLIVIER 2<sup>ème</sup> année cycle DETA

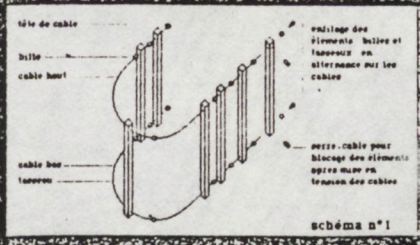
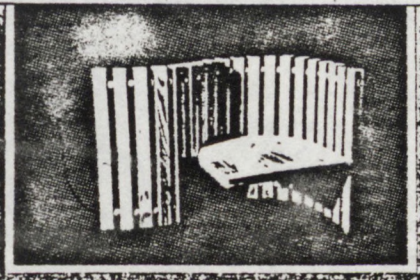
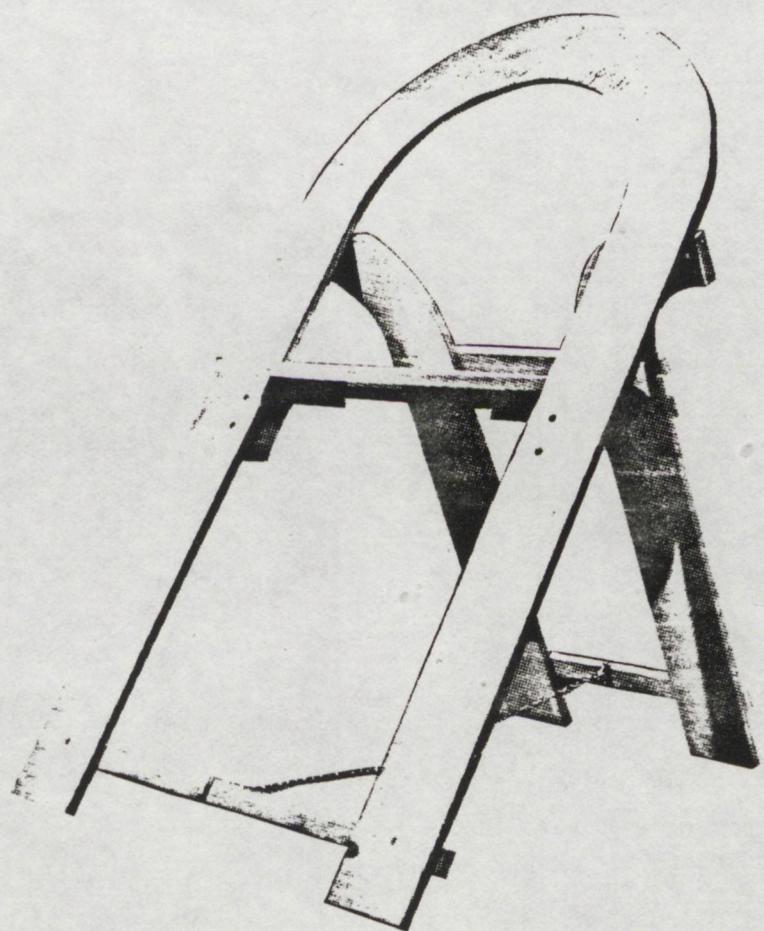
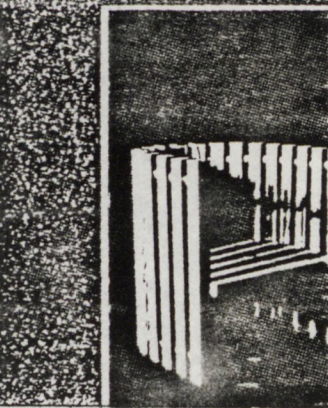
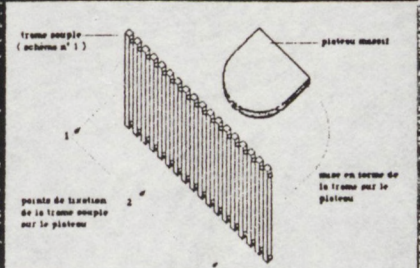
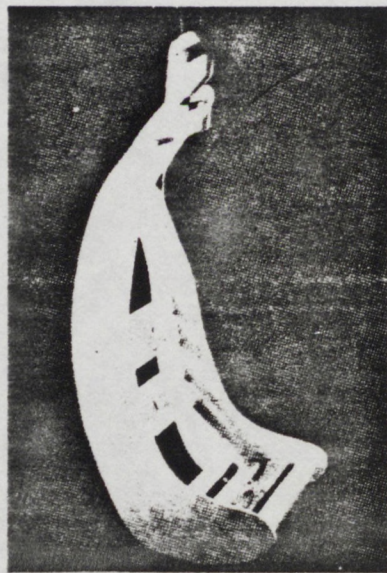
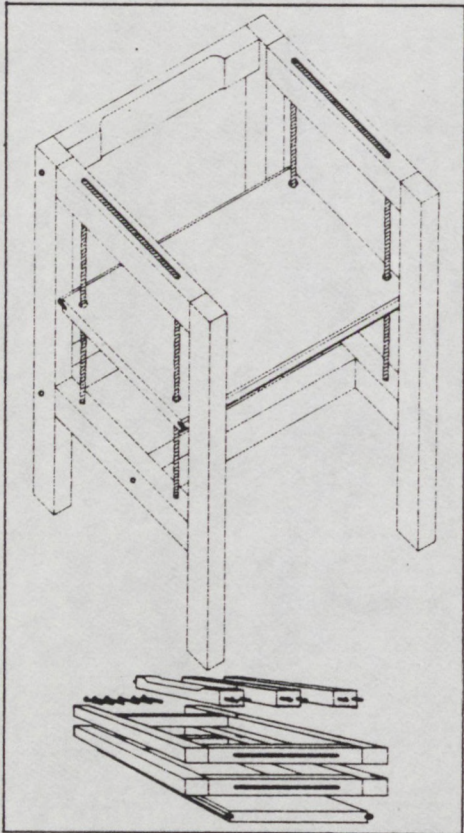
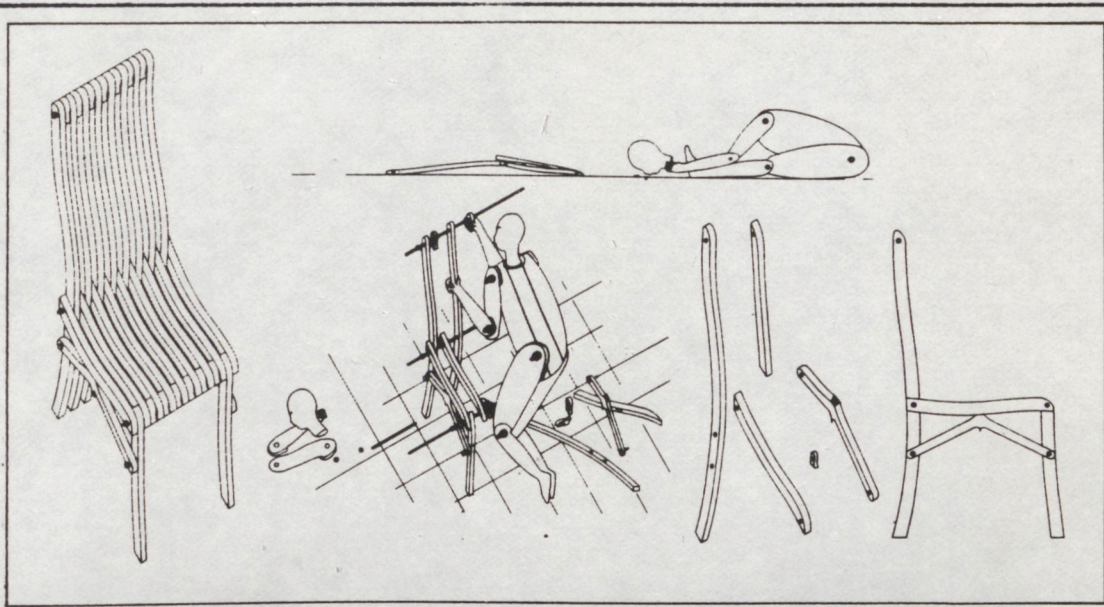


schéma n°1





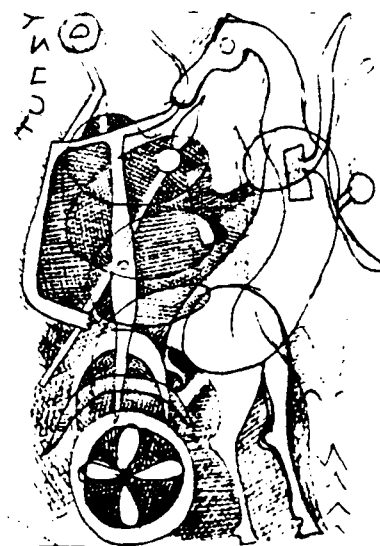


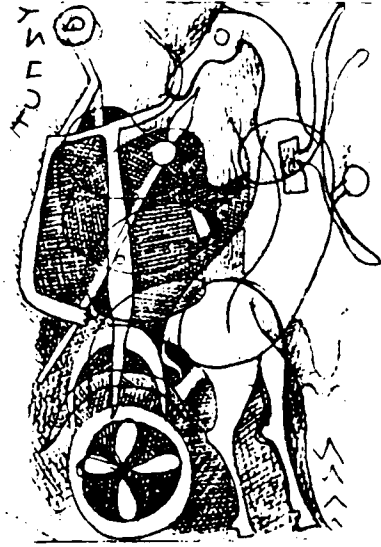


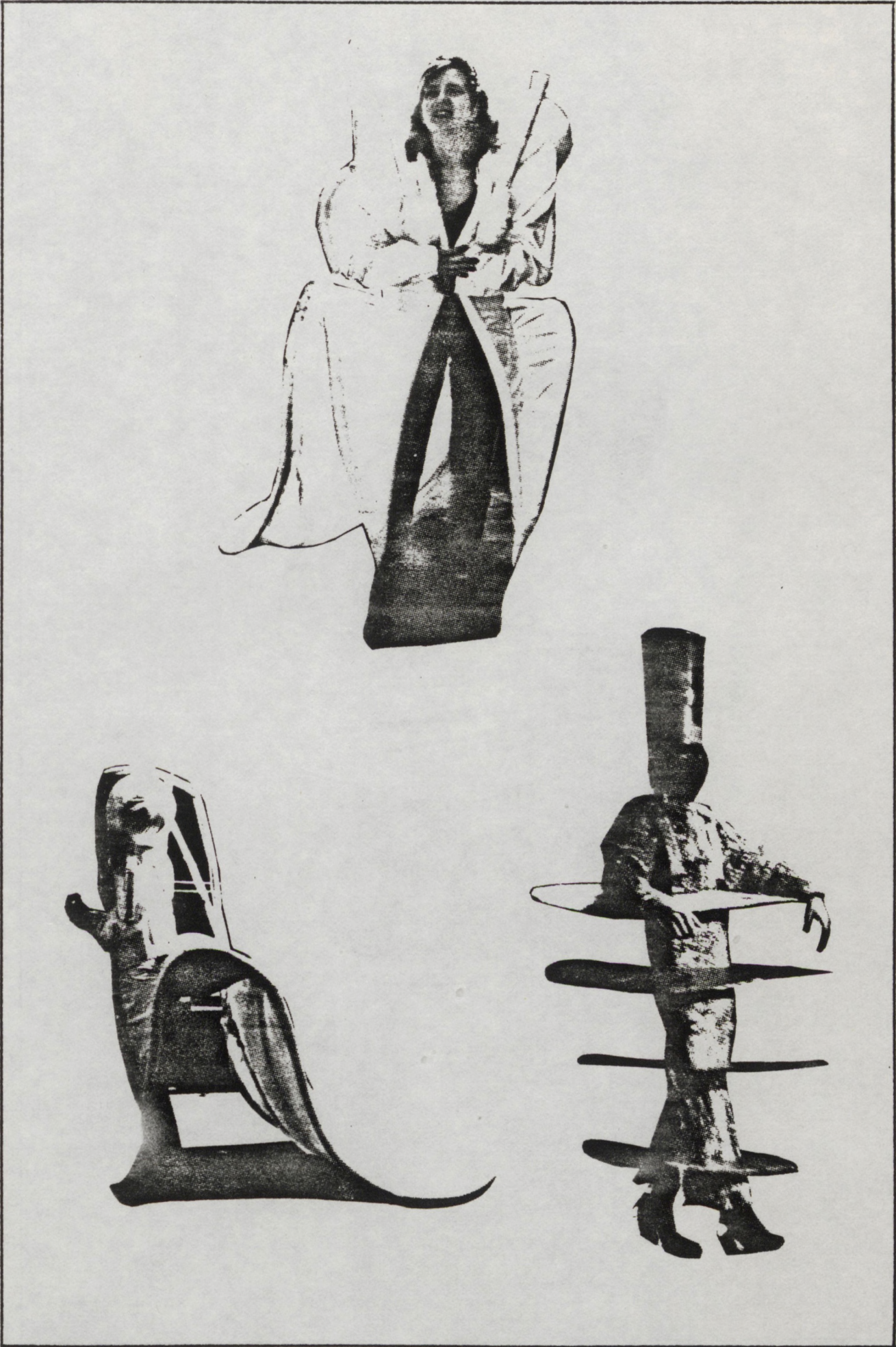


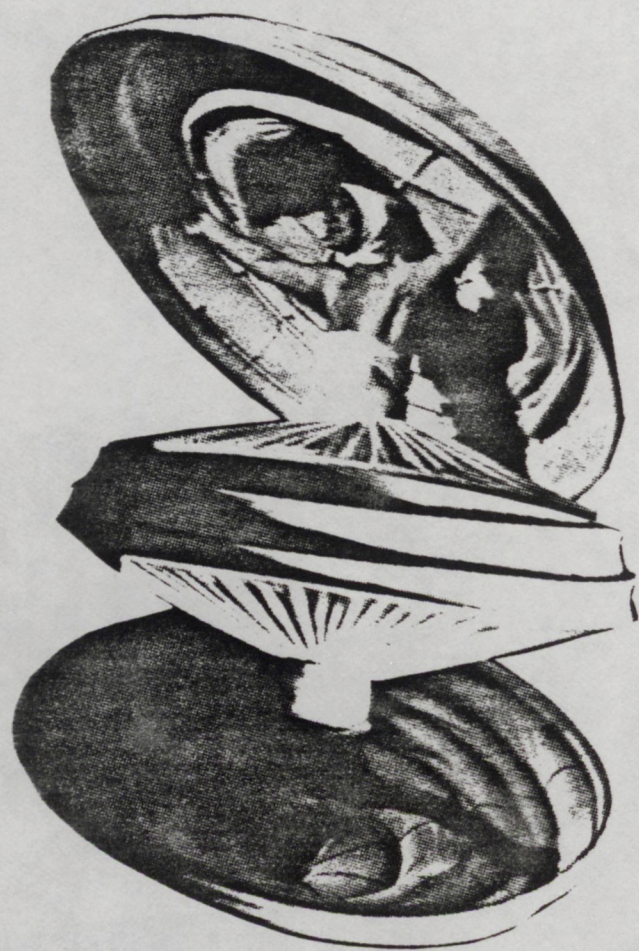
LES  
VETEMENTS

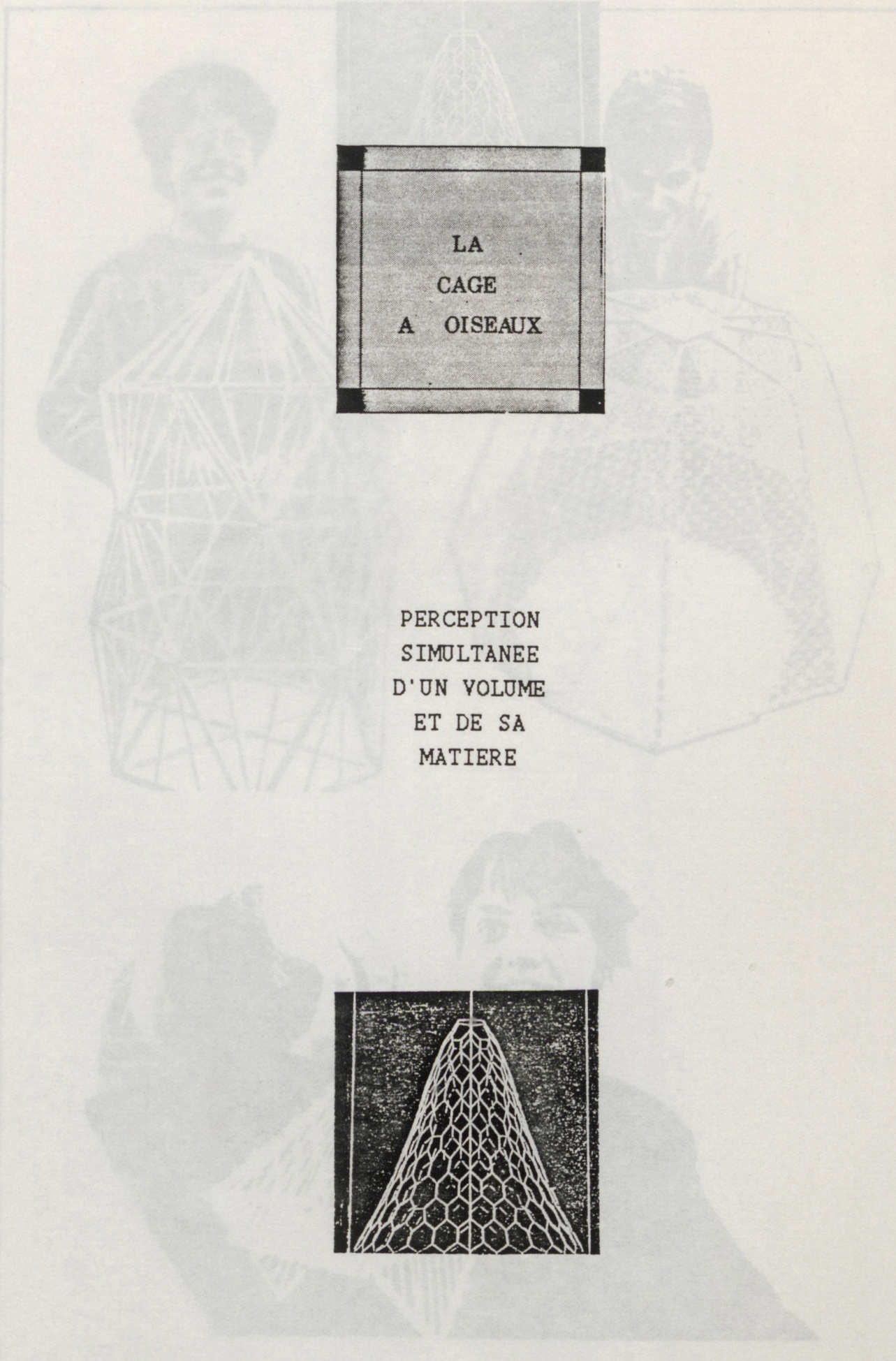
SENSIBILISER  
LES ETUDIANTS  
A LA RELATION  
ESPACE DU CORPS  
ESPACE DU  
VETEMENT





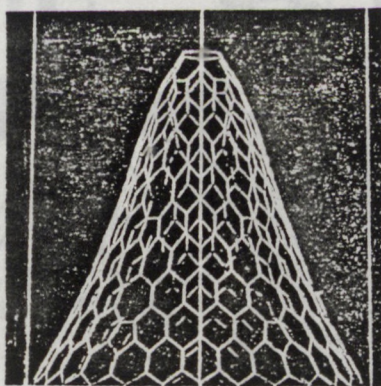


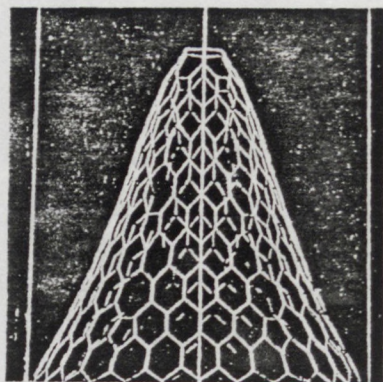




LA  
CAGE  
A OISEAUX

PERCEPTION  
SIMULTANEE  
D'UN VOLUME  
ET DE SA  
MATIERE

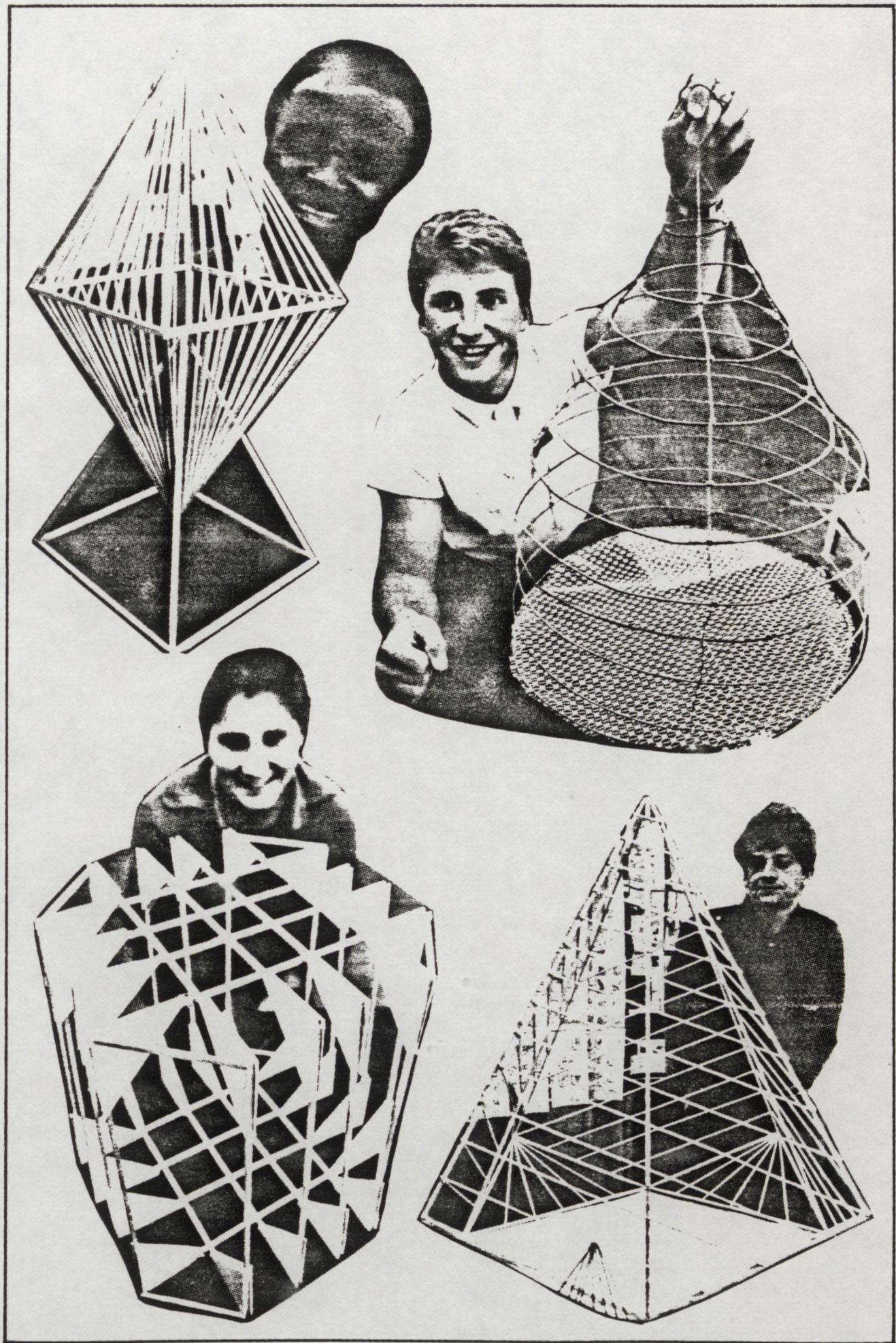




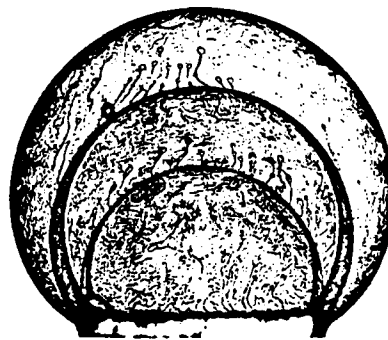
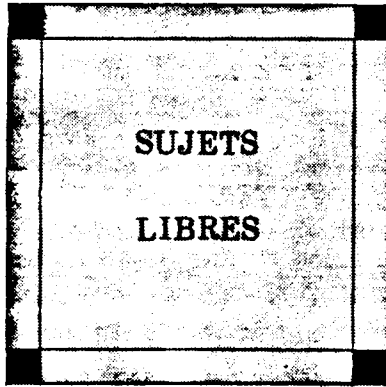


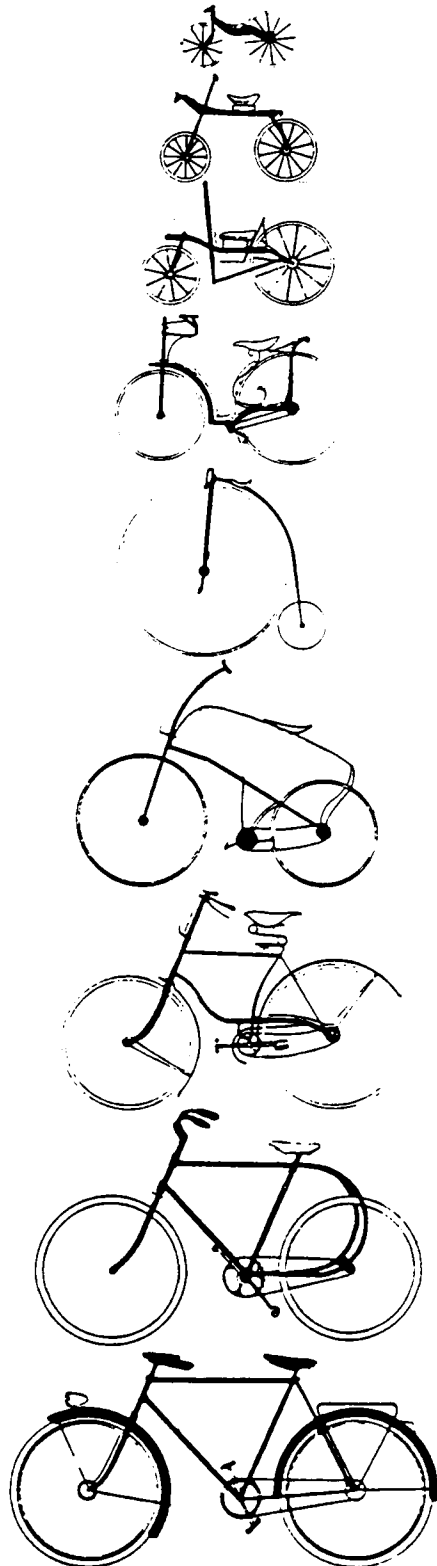
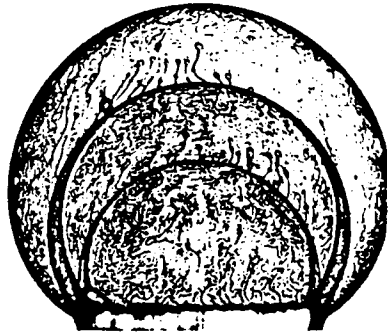


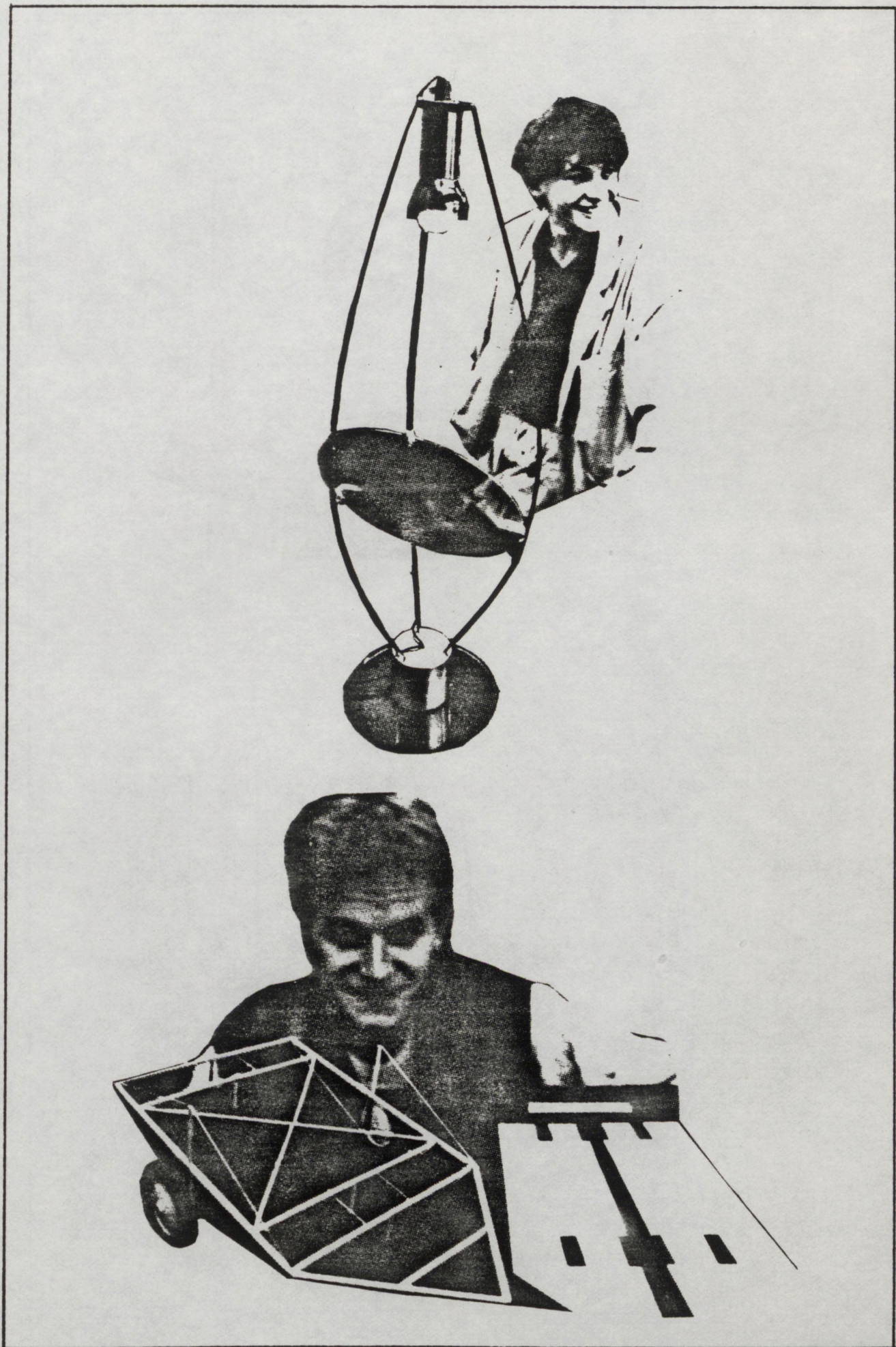




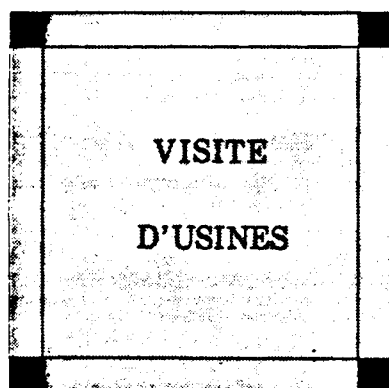




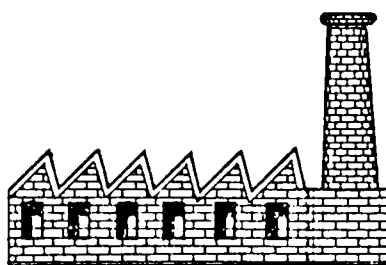


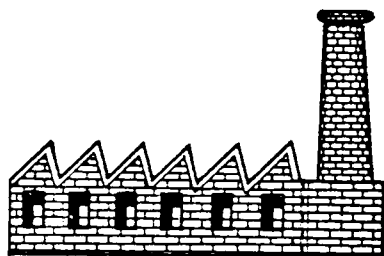






DECOUVRIR  
LES TECHNIQUES  
DE  
FABRICATION  
DES  
MATERIAUX  
DE  
CONSTRUCTION



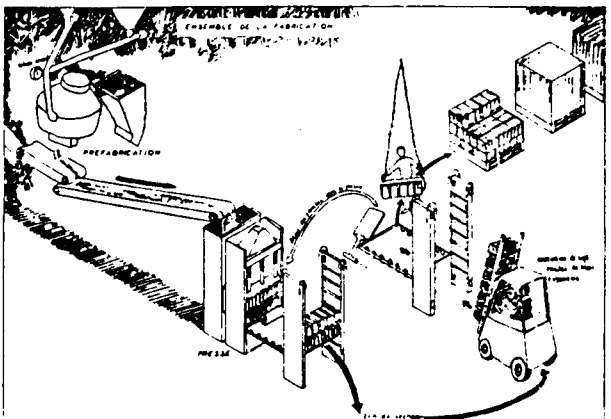
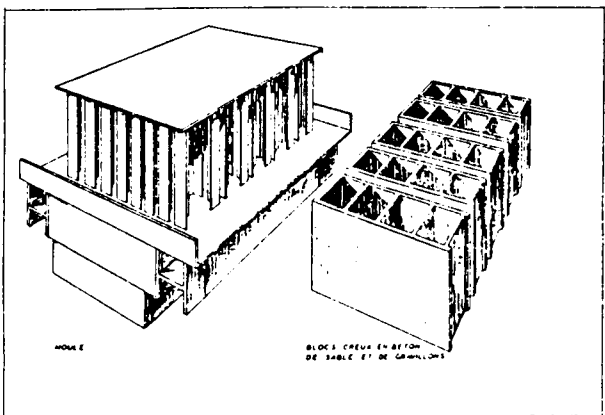
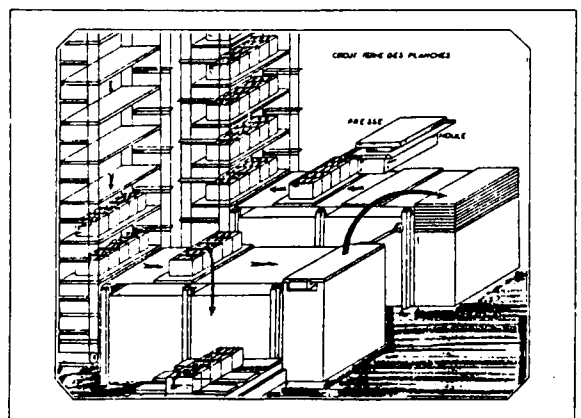
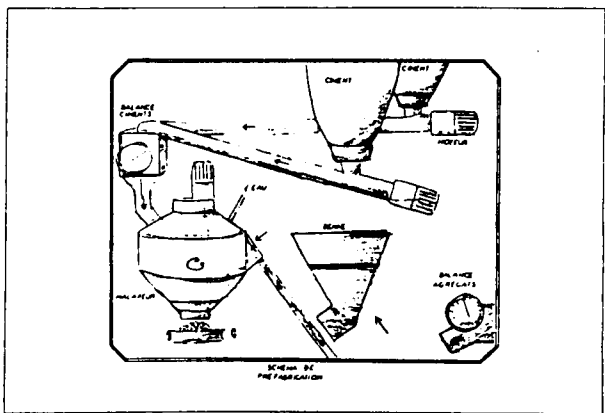
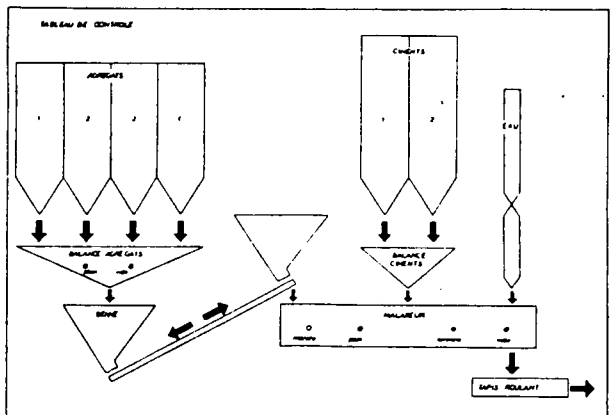
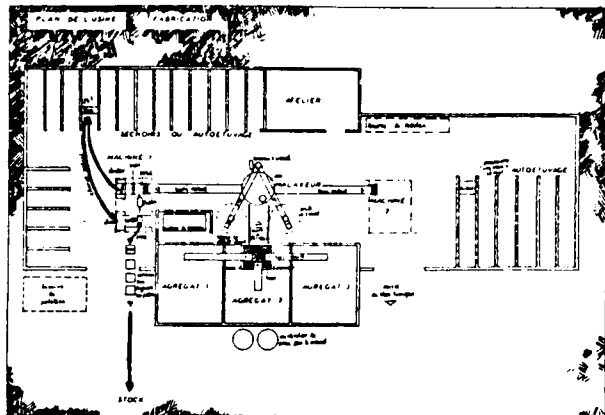
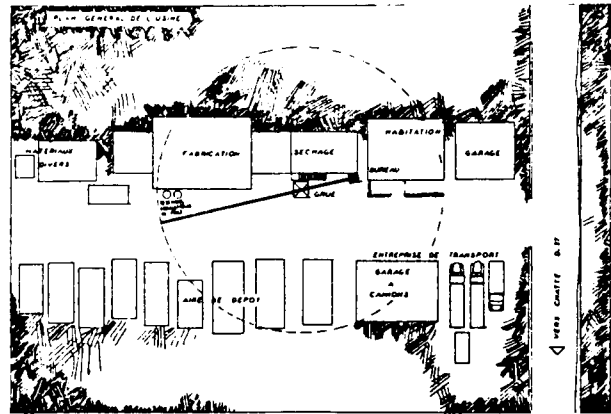
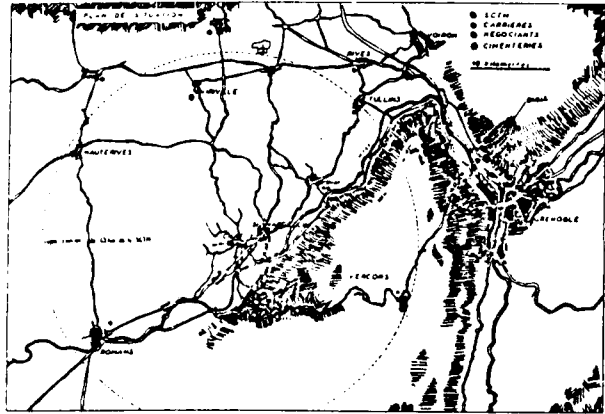


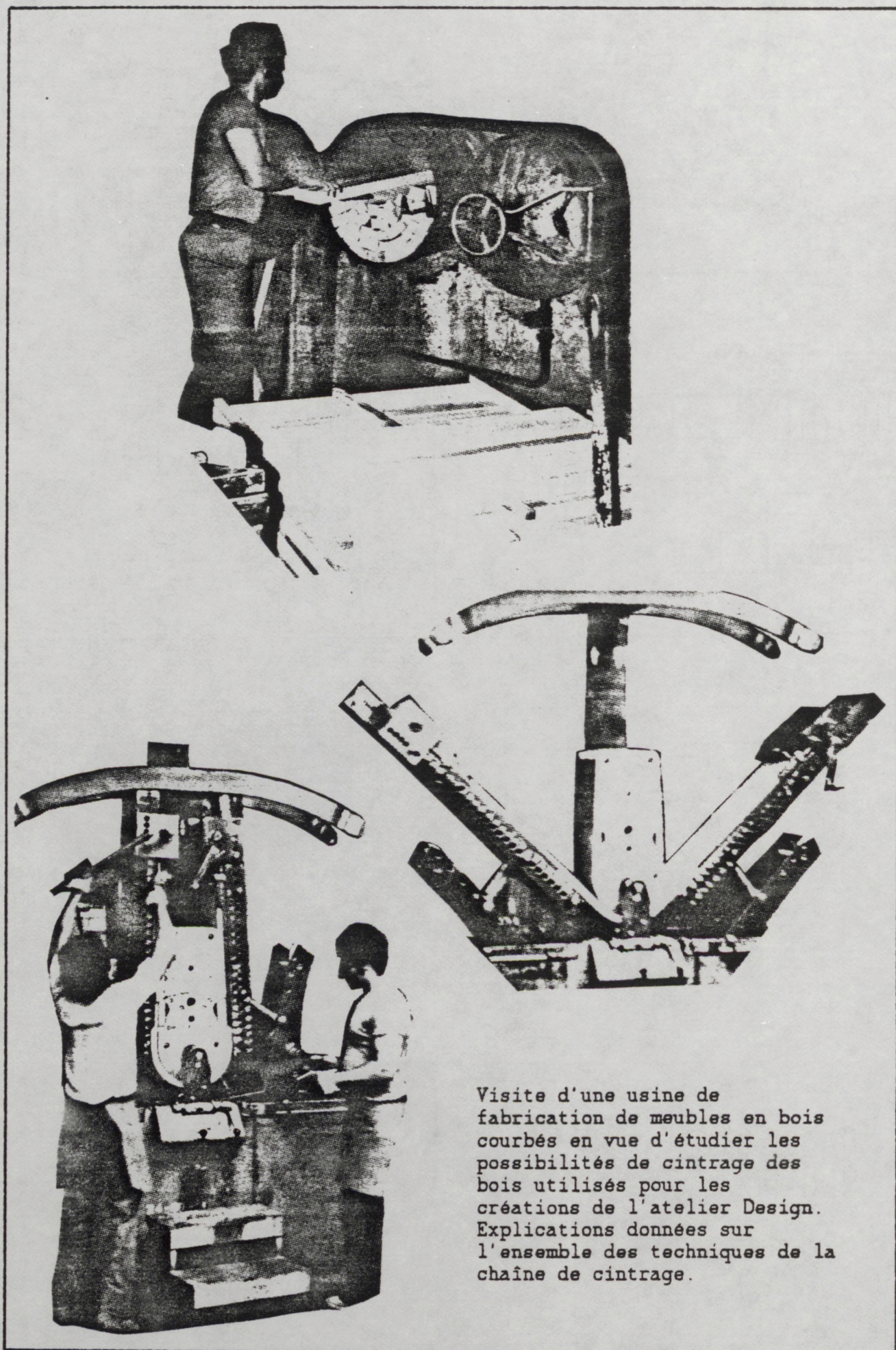
DECOUVRIR LES TECHNIQUES DE  
FABRICATION DES MATERIAUX DE  
CONSTRUCTION : VISITE D'USINE

**L**a connaissance des procédés et techniques de fabrication des matériaux de construction est liée à une réflexion d'ensemble sur le monde du travail, les lieux de production avec leurs facteurs techniques, humains, organisationnels, sociaux et économiques.

La visite, par petit groupe, d'une usine de fabrication de matériaux de construction ou d'éléments préfabriqués donne lieu à une enquête débouchant sur un compte rendu détaillé sur les matières premières utilisées, les équipements et la structure de l'entreprise, la main-d'oeuvre, les problèmes de fabrication, les coûts de la production et la distribution. S'ajoute à ce travail un exposé sur le matériau produit, ses qualités et ses contraintes de mise en oeuvre. Ainsi, les étudiants sont amenés à découvrir les rapports entre conception et production, en approchant les problèmes qui se posent en amont et en aval de la conception : fabrication des matériaux, matériaux nouveaux et nouvelles technologies, problèmes de mise en oeuvre sur le chantier, organisation du chantier et des professions du bâtiment.







Visite d'une usine de fabrication de meubles en bois courbés en vue d'étudier les possibilités de cintrage des bois utilisés pour les créations de l'atelier Design. Explications données sur l'ensemble des techniques de la chaîne de cintrage.

STAGES  
ET  
CHANTIERS

INVITER  
LES ETUDIANTS  
A PARTICIPER  
A LA REALISATION  
DE CHANTIERS.  
ACQUERIR  
UNE PRATIQUE  
PAR DES STAGES  
OPERATIONNELS





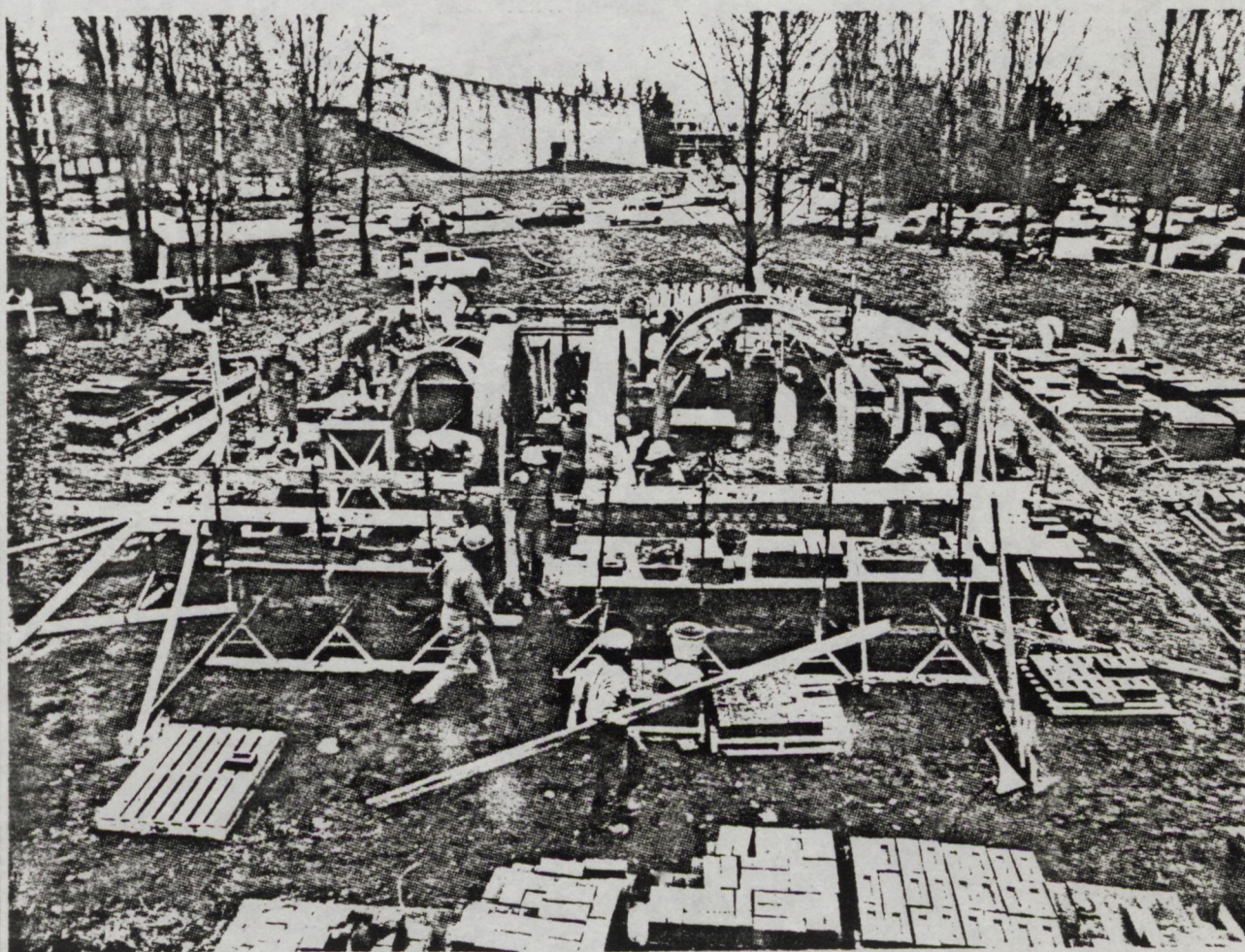
#### ACQUERIR UNE PRATIQUE : STAGES OPERATIONNELS

**L**es stages, actuellement limités chaque année à quelques étudiants, offrent, pendant la période des vacances, la possibilité d'une expérience structurée qui prolonge et renforce la formation.

Les étudiants peuvent être intégrés à des opérations comme celle de Mayotte, ils participent alors à un vaste programme de logements et s'associent à la conception de projets et à la construction de prototypes. Ils peuvent également apporter leur collaboration à des projets plus ponctuels comme la réalisation d'une galerie artisanale et d'une maison d'accueil pour une association : Le village du Bout du Monde, ou encore, et dans ce cas à titre individuel, effectuer un stage dans une entreprise du bâtiment.

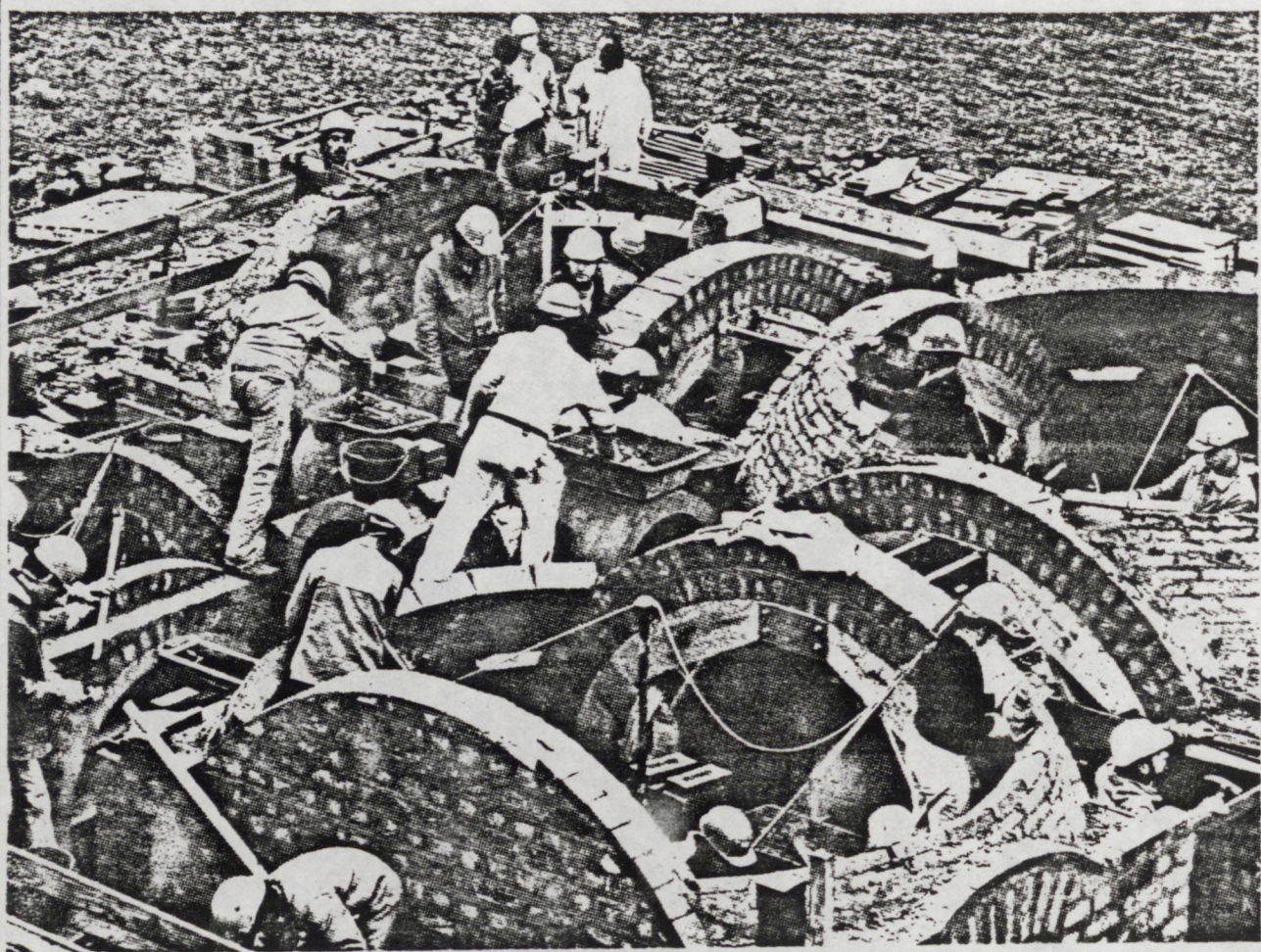
Incontestablement, ces stages fournissent un complément de formation irremplaçable en plaçant les étudiants en prise directe avec la réalité et face à des impératifs concrets.

**UN DEFI TECHNOLOGIQUE**  
**«LES 24 HEURES DE**  
**LA TERRE»**

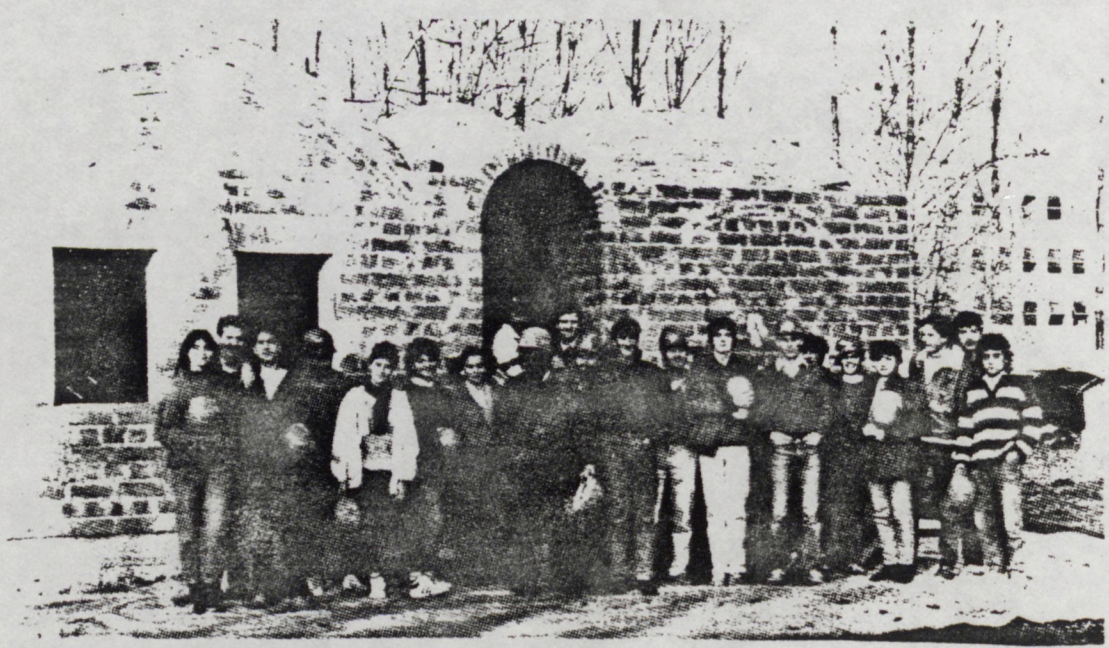


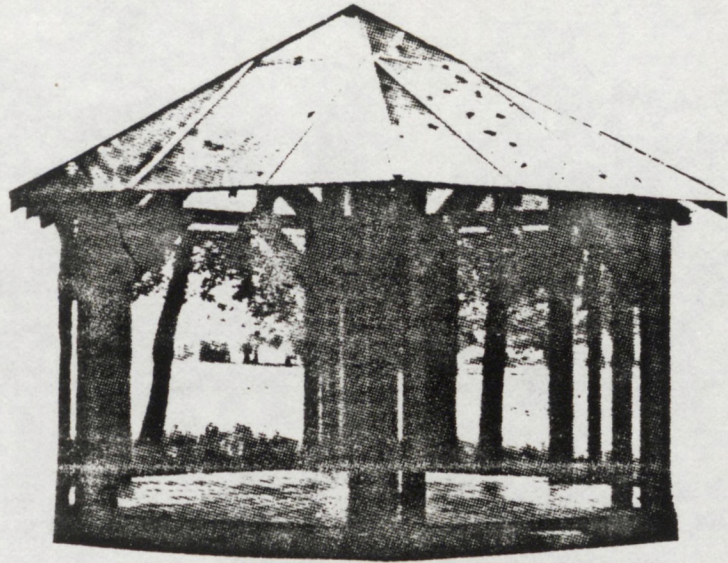
**à Grenoble**

**début de chantier**

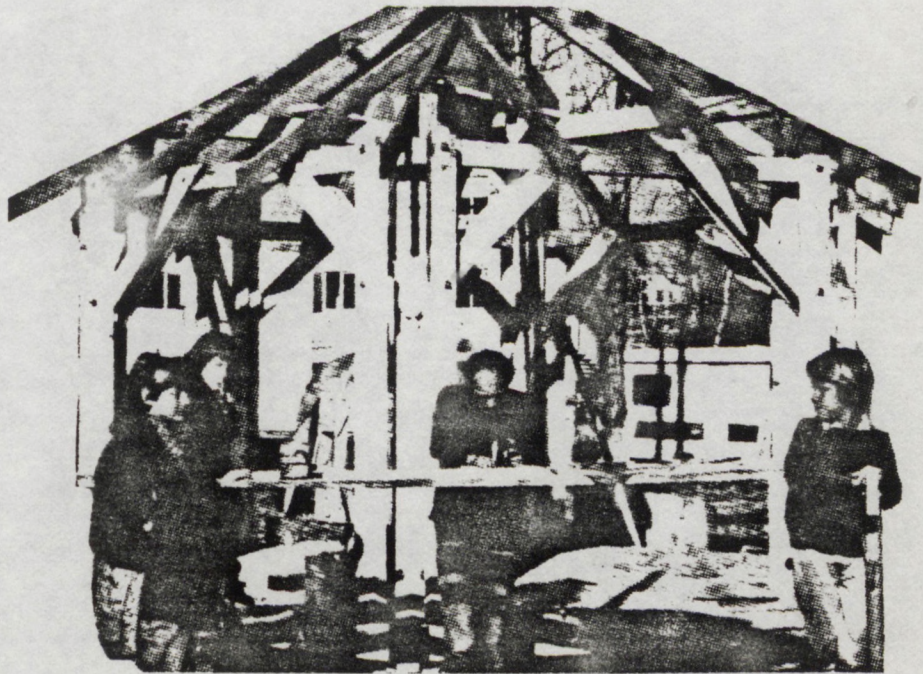


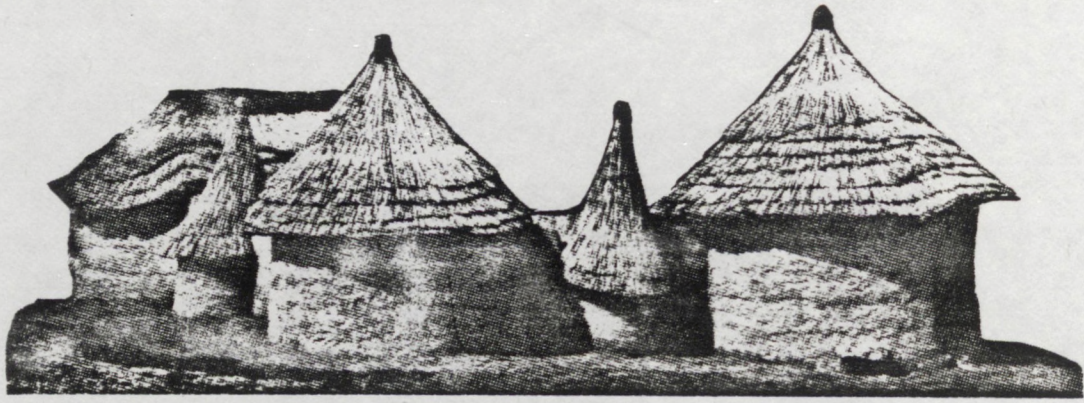
mission accomplie



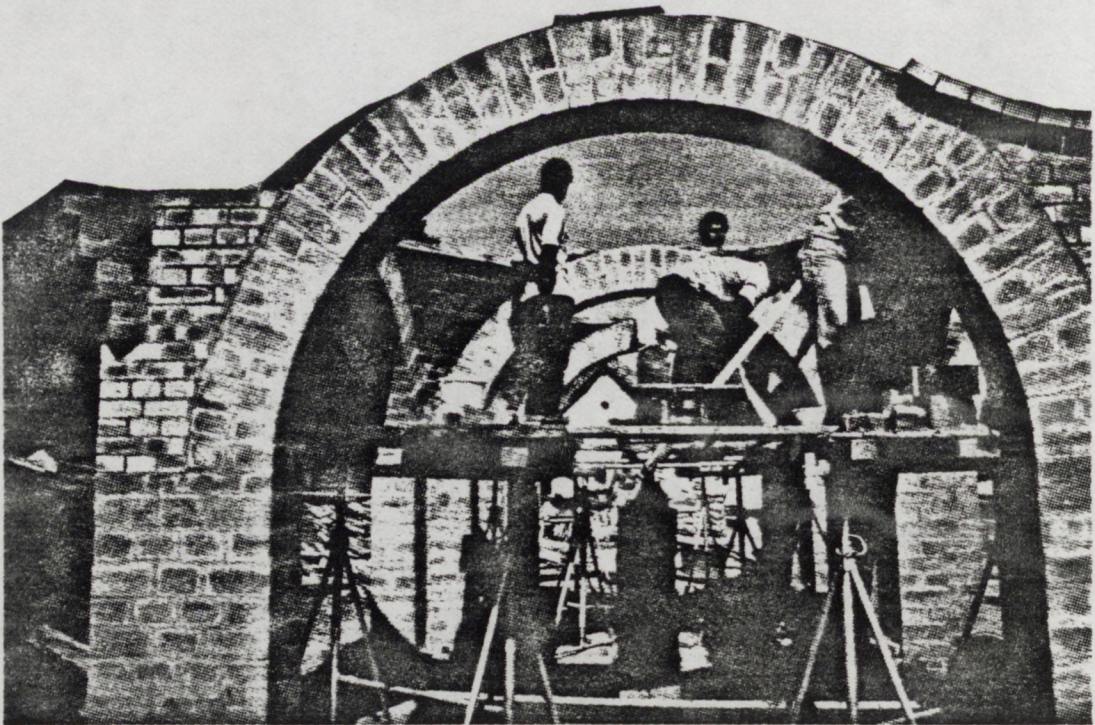
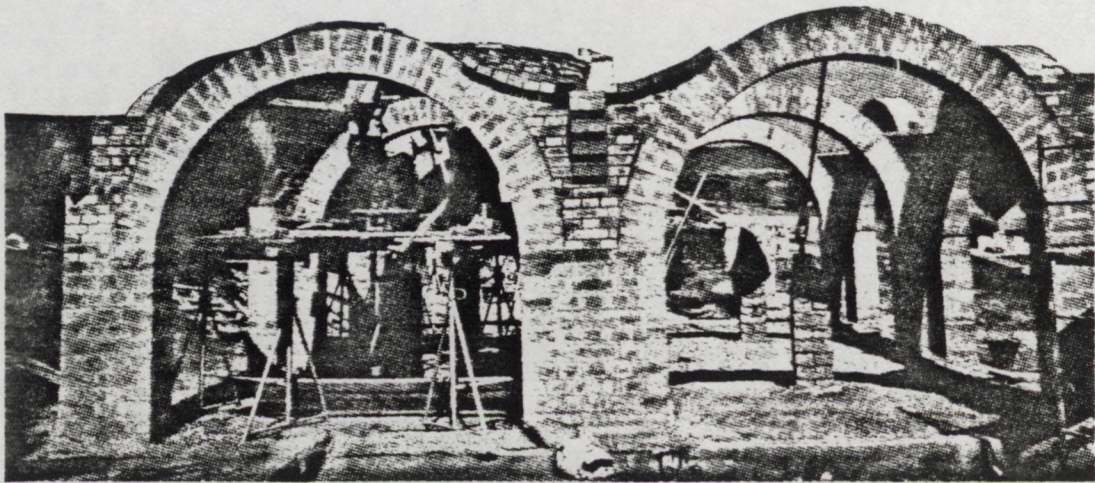


Construction d'un pavillon  
d'exposition en charpente bois,  
entièrement pliable, en liaison  
avec une entreprise de  
charpente de Grenoble et un  
enseignant charpentier de  
l'E.A.G.



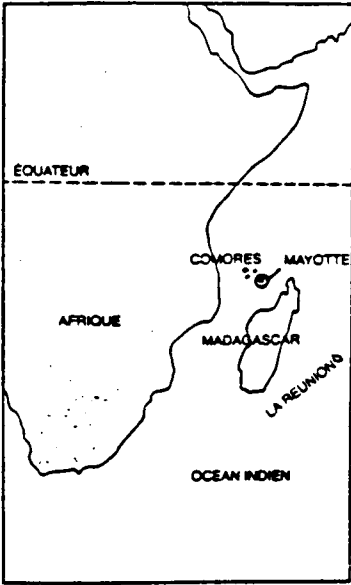


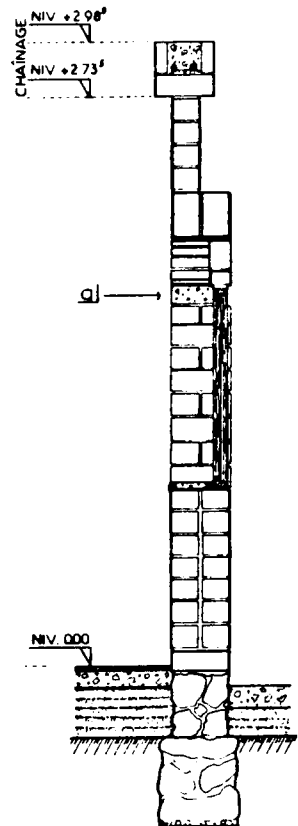
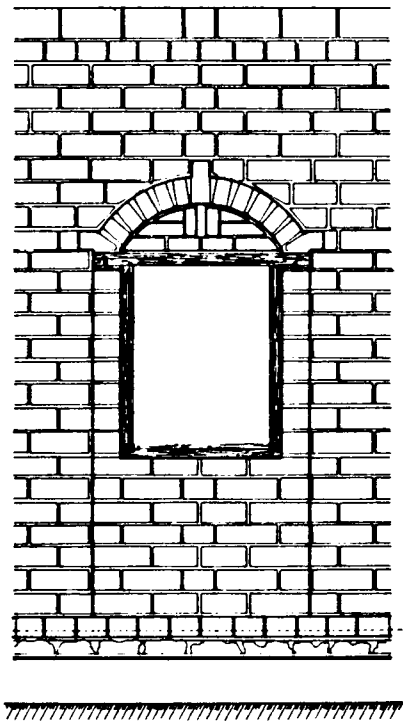
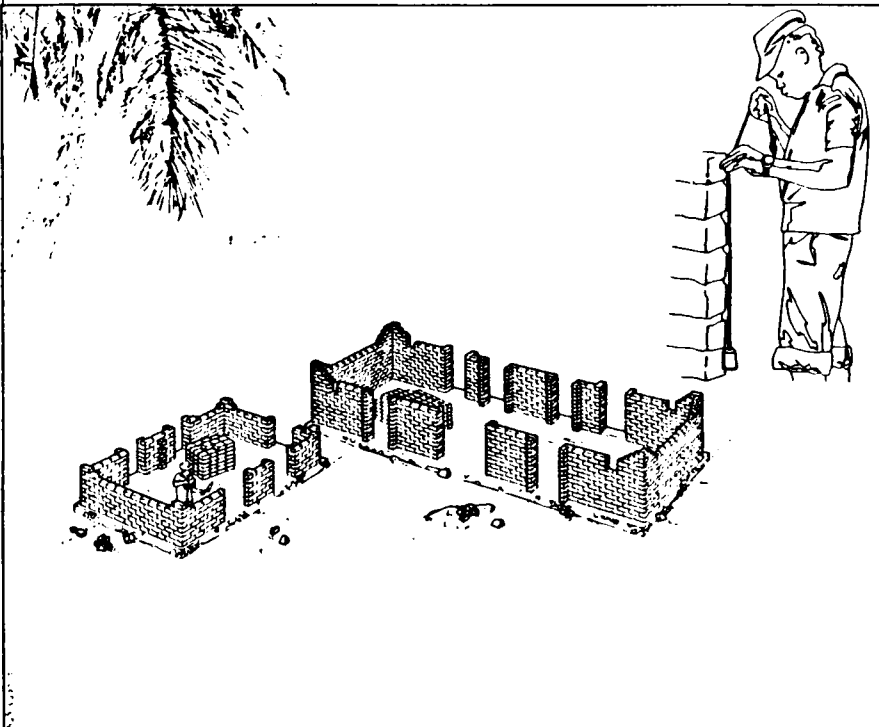
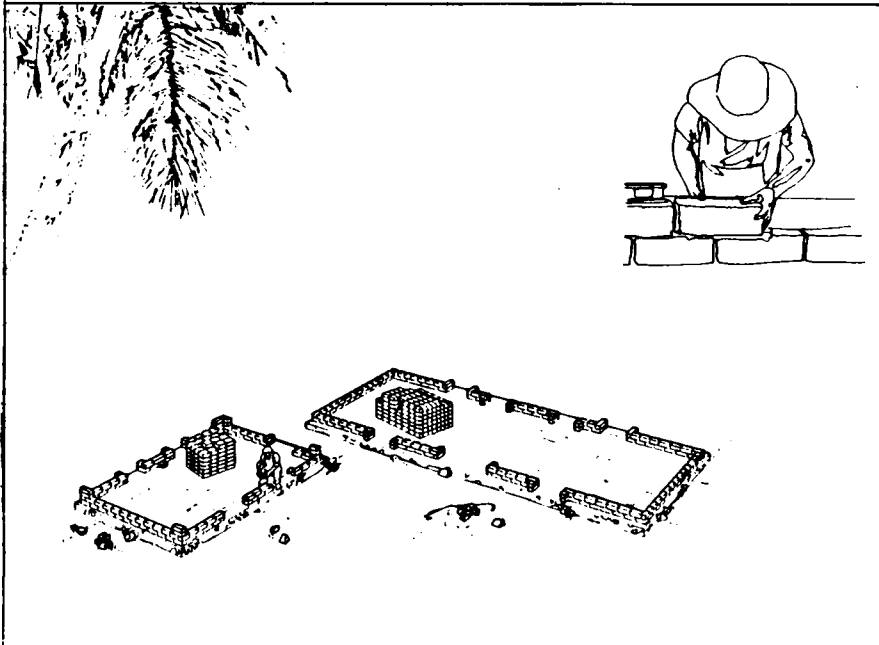
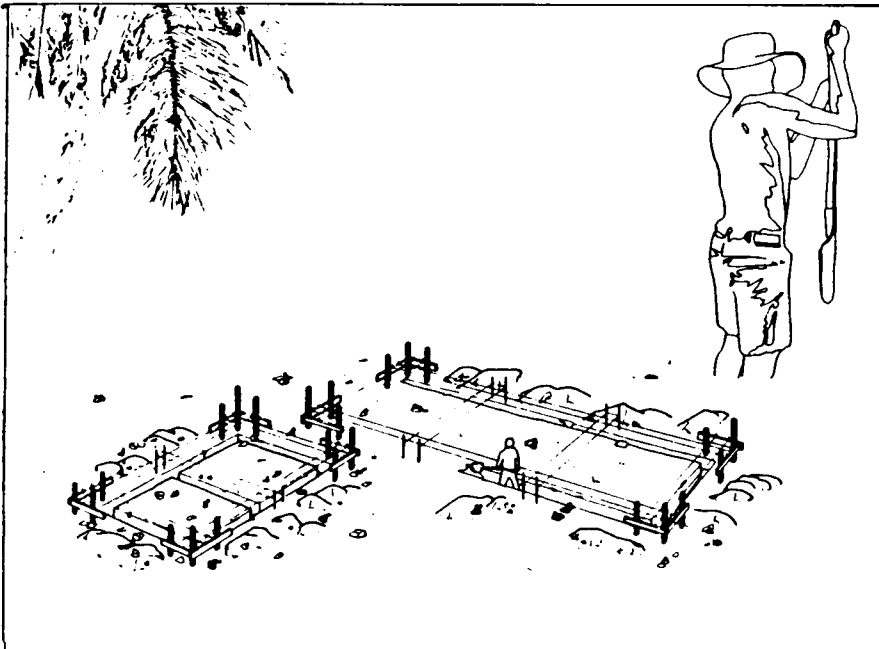
VILLAGE DU BOUT DU MONDE — LA ROCHE VINEUSE





CHANTIER A MAYOTTE





CHANTIER A MAYOTTE

