



**HAL**  
open science

## Erosion des murs en terre

Patrice Doat, Serge Maïni, Pascal Odul, Francois Vitoux, Hugo Houben,  
Thierry Joffroy, Pascal Rollet, Hubert Guillaud

► **To cite this version:**

Patrice Doat, Serge Maïni, Pascal Odul, Francois Vitoux, Hugo Houben, et al.. Erosion des murs en terre. [Rapport de recherche] 663/90, Ministère de l'équipement, du logement, des transports et de la mer / Bureau de la recherche architecturale (BRA); Ministère de la recherche et de la technologie; Ecole nationale supérieure d'architecture de Grenoble / CRATerre Laboratoire architecture de terre. 1990. hal-01908109

**HAL Id: hal-01908109**

**<https://hal.science/hal-01908109>**

Submitted on 29 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.



663

---

Ministère de l'Équipement, du logement et de la mer

Direction de l'Architecture et de l'Urbanisme  
Sous Direction des enseignements et des professions

Bureau de la Recherche Architecturale

---

# EROSION DES MURS EN TERRE

JUIN 1990

---

Laboratoire Architecture de Terre. CRATerre. Ecole d'Architecture de Grenoble.  
10 Galerie des baladins . 38000 Grenoble.



---

Ministère de l'Équipement, du logement et de la mer

Direction de l'Architecture et de l'Urbanisme  
Sous Direction des enseignements et des professions

Bureau de la Recherche Architecturale

---

# EROSION DES MURS EN TERRE

JUIN 1990

---

Laboratoire Architecture de Terre. CRATerre. Ecole d'Architecture de Grenoble.  
10 Galerie des baladins . 38000 Grenoble.



---

Ministère de l'Équipement, du logement et de la mer

Direction de l'Architecture et de l'Urbanisme  
Sous Direction des enseignements et des professions

Bureau de la Recherche Architecturale

Convention n° 89 01458 00 223 75 01

Visa CF n° 78889

Directeur de l'Architecture et de l'Urbanisme	M. Jean FREBAULT
Chef du Bureau de la Recherche Architecturale	M. Bernard HAUMONT
Chargé de Mission	M. Claude GENZLING
Chargé de la gestion financière	Mme Catherine PENTECOTE
Chargé du suivi administratif à Grenoble	Mme Danièle RUFFIN

"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, des Transports et de la Mer 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".



---

## FICHE RESUMEE

**Noms et Prénoms des auteurs :**

Patrice Doat, Hubert Guillaud, Hugo Houben,  
Thierry Joffroy, Serge Maïni, Pascal Odul,  
Pascal Rollet, Francois Vitoux

**Titre de l'ouvrage :**

Erosion des murs en terre

**Lieu de publication :**

Ecole d'architecture de Grenoble

**Laboratoire :**

Architecture de Terre - CRATerre

**Date :**

Juin 1990

**Nombre de pages + annexes :**

104 pages

**Résumé de la recherche :**

Ce rapport présente les lignes directrices de la recherche, menée par l'équipe, sur l'érosion des murs en terre. Cette recherche qui concerne l'étude de la pathologie des architectures de terre et la recherche de solutions de protection et de traitement se prolongera jusqu'en 1994.

Ce rapport indique la méthodologie adoptée et précise la nature des observations et des analyses entreprises, d'une part, sur des bâtiments de la région Rhône - Alpes, d'autre part, sur des murets - tests construits sur le campus de l'Université de Grenoble et, enfin, sur le site archéologique de Mari en Syrie. Il expose également le projet Gaïa élaboré par l'équipe en collaboration avec l'ICCROM, Centre International d'études pour la conservation et la restauration des biens culturels (Rome, Italie), et l'Université Joseph Fourier / Grenoble, ainsi que son programme d'activités communes en formation, recherche, documentation et coopération technique. Ce programme, défini pour la période 1989 - 1994, est centré sur la préservation du patrimoine architectural en terre.



---

## SOMMAIRE

<b>CONTENU DE LA RECHERCHE</b> .....	p. 2
<b>RELEVES ET ANALYSES DE LA PATHOLOGIE EN RHONE - ALPES</b> .....	p. 4
<b>RELEVES ET ANALYSES DE MURETS UNIVERSITE DE GRENOBLE CSTB GRENOBLE</b> .....	p. 17
<b>MISSION DE DEFINITION D'UN PROGRAMME DE RECHERCHE SUR LES METHODES DE PRESERVATION DES FOUILLES ARCHEOLOGIQUES DE MARI</b> .....	p. 29
Mesures .....	p. 63
Expérimentations .....	p. 86
<b>PROJET GAIA : CRATerre - EAG - ICCROM</b> .....	p. 91
Introduction .....	p. 92
Situation au stade de l'avant - projet .....	p. 93
Le programme à long terme de l'ICCROM (1990 - 2000) .....	p. 93
ICCROM/CRATerre/EAG : programme d'activités dans le domaine de la préservation de l'Architecture de Terre (1989-1994) .....	p. 93
Sous projet : formation .....	p. 95
Sous projet : recherche .....	p. 96
Sous - projet : documentation et normes .....	p. 98
Sous - projet : Coopération technique .....	p. 100
Annexe 1 .....	p. 102
Annexe 2 .....	p. 103
Notes .....	p. 104

---

# EROSION DES MURS EN TERRE

## Equipe

Sous la Direction de:

P. DOAT, architecte - professeur, CRATerre - EAG.  
M. DAYRE, ingénieur, maître de conférences, IRIGM.

F.VITOUX, architecte, CRATerre.  
T. JOFFROY, architecte, CRATerre.  
P. ODUL, ingénieur-architecte, CRATerre.  
M. TRAPPENIERS, ingénieur-architecte, CRATerre.  
A. ALVA, architecte, ICCROM.  
V. RIGASSI, architecte indépendant.  
P. ROLLET, architecte, CRATerre.  
H. LIPPE, étudiant CEAA - Terre, EAG.  
B. MARIELLE, étudiant, EAG.  
G. BERARDIN, technicien, EAG.

## Résumé :

Ce rapport présente les lignes directrices de la recherche, menée par l'équipe, sur l'érosion des murs en terre. Cette recherche qui concerne l'étude de la pathologie des architectures de terre et la recherche de solutions de protection et de traitement se prolongera jusqu'en 1994.

Ce rapport indique la méthodologie adoptée et précise la nature des observations et des analyses entreprises, d'une part, sur des bâtiments de la région Rhône - Alpes, d'autre part, sur des murets - tests construits sur le campus de l'Université de Grenoble et, enfin, sur le site archéologique de Mari en Syrie. Il expose également le projet Gaïa élaboré par l'équipe en collaboration avec l'ICCROM, Centre International d'études pour la conservation et la restauration des biens culturels (Rome, Italie), et l'Université Joseph Fourier / Grenoble, ainsi que son programme d'activités communes en formation, recherche, documentation et coopération technique. Ce programme, défini pour la période 1989 - 1994, est centré sur la préservation du patrimoine architectural en terre.

## **CONTENU DE LA RECHERCHE.**

### **Objectifs:**

#### **Rappel:**

Cette étude fait partie du programme V de recherche sur la préservation des constructions en terre menée par le laboratoire Architectures de terre - CRATerre de l'Ecole d'Architecture de Grenoble. L'enjeu de ce programme est considérable. Découvrir un procédé de protection efficace et réellement adapté au matériau terre permettrait de résoudre les problèmes de préservation des vestiges archéologiques et de protection des constructions actuelles. Les implications d'un tel procédé serait innombrables.

Jusque là aucune solution satisfaisante n'a été trouvée et les recherches dans ce domaine présentent un caractère prioritaire. L'équipe, qui a commencé depuis quelques années l'étude et l'analyse de la pathologie des architectures de terre, approfondit et affine ses recherches sur l'érosion des murs en terre et l'analyse de la pathologie, la prévention et les techniques d'intervention.

### **Méthodes utilisées:**

Depuis 1989, l'équipe effectue, dans la région Rhône - Alpes, des relevés de murs de maisons en cours de dégradation présentant une pathologie d'érosion marquée et prélève sur ces murs, des échantillons de terre afin d'en analyser la texture (granulométrie, sédimentométrie). Les relevés, l'analyse des échantillons de terre et l'ensemble des données sont mis sur fiches.

Les données ainsi rassemblées constituent un fonds d'observations de la pathologie d'érosion du pisé in situ et permettent d'établir des corrélations notamment entre la qualité des terres, la forme des murs érodés et la nature de l'érosion et d'aboutir à un premier stade de conclusions.

Parallèlement, et pour compléter les observations in situ, huit murets expérimentaux ont été réalisés au CSTB de Grenoble. Ces murets sont en pisé et ne comportent aucune protection, ils sont donc soumis à un maximum d'agressions. Ils font l'objet d'une observation continue ce qui permet d'obtenir un diagnostic scientifique et technique de l'érosion, de mieux cerner les processus de dégradation naturelle, de mieux maîtriser les paramètres, en particulier la vitesse de l'érosion, d'effectuer des comparaisons avec les données recueillies sur le terrain en Rhône - Alpes et de tirer des conclusions.

Par ailleurs, l'équipe collabore avec des archéologues préoccupés par la sauvegarde des vestiges de monuments en terre. Un travail sur des sites archéologiques permet d'approfondir les savoirs et les connaissances sur les causes et les processus de dégradation des architectures de terre. En 1989, l'équipe est déjà intervenue, en Syrie, sur le site exceptionnel de Mari, centre illustre de l'ancienne Mésopotamie, à la demande de Jean - Claude MARGUERON, directeur de la mission archéologique de Mari, (CNRS), confronté au problème de la sauvegarde des vestiges en briques crues d'une enceinte sacrée et de palais grandioses du second et du troisième millénaire. La conservation de ces monuments uniques, qui se



désagrègent rapidement sous les effets conjugués de la pluie, du vent et du soleil, est un exemple qui met en évidence et impose la nécessité urgente de faire progresser les recherches dans le domaine de la préservation des architectures de terre.

**Résultats:**

Cette recherche permet d'établir des corrélations entre les différentes observations et d'en déduire un ou des traitements appropriés.

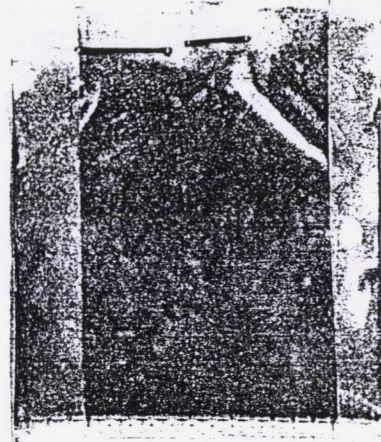
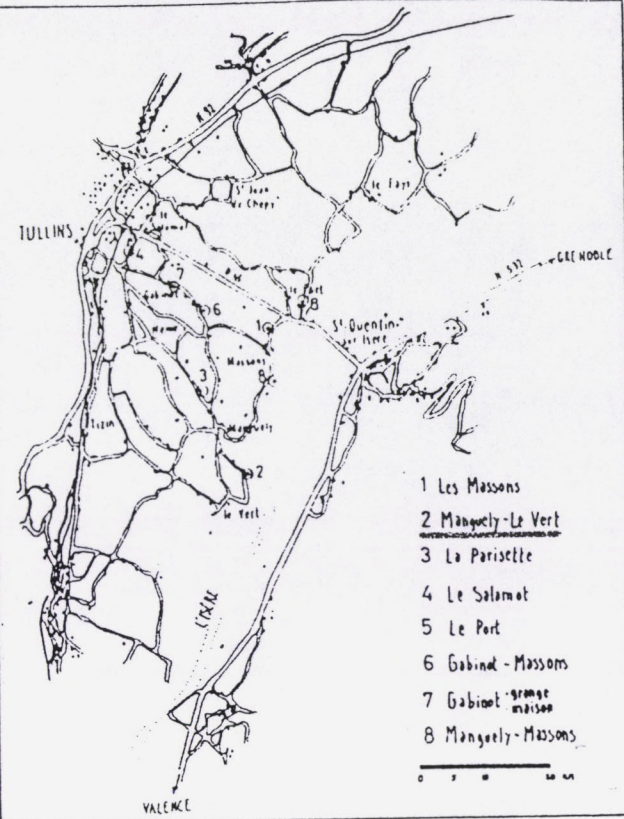
**Autres développements liés à la recherche:**

Suivant les orientations retenues par les travaux de la 5<sup>ème</sup> réunion internationale d'experts sur la conservation de l'architecture de terre qui s'est tenue à Rome en octobre 1987, le laboratoire Architectures de Terre-CRATerre et l'ICCROM ont pris l'initiative non seulement de créer un programme de formation spécifique sur l'étude et la conservation de l'Architecture en Terre Crue mais encore de définir un projet de recherche commun sur la préservation du patrimoine architectural en terre, intitulé "Projet Gaïa".

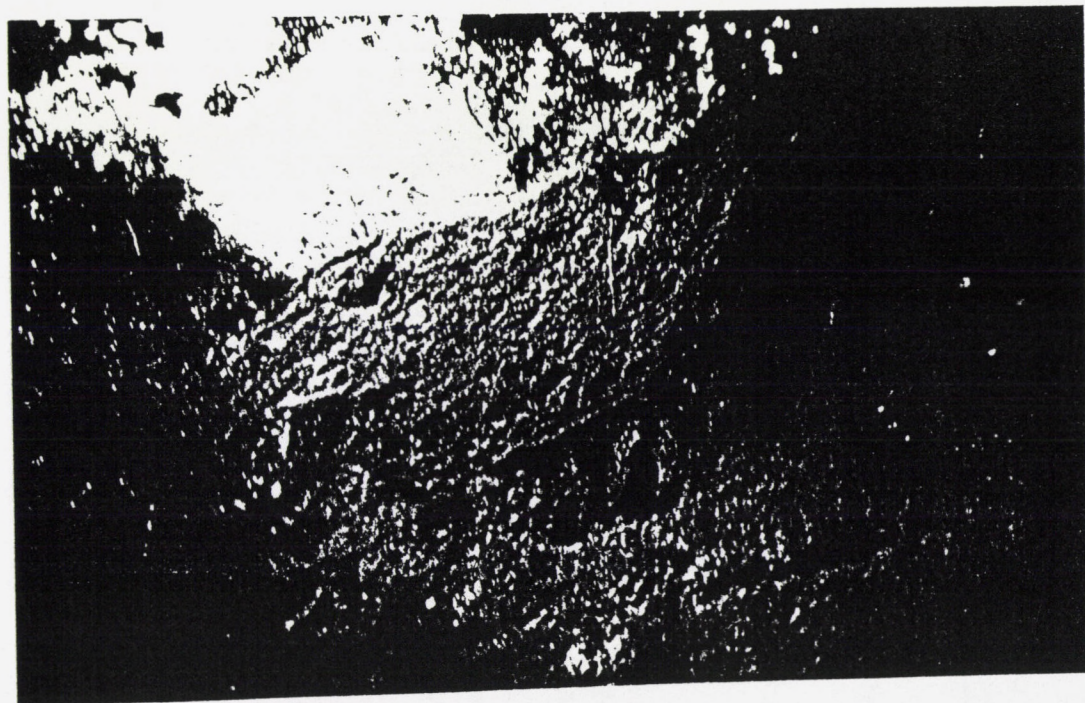
**RELEVES ET ANALYSES DE LA  
PATHOLOGIE EN  
RHONE-ALPES**



MANGUELY - LE VERT

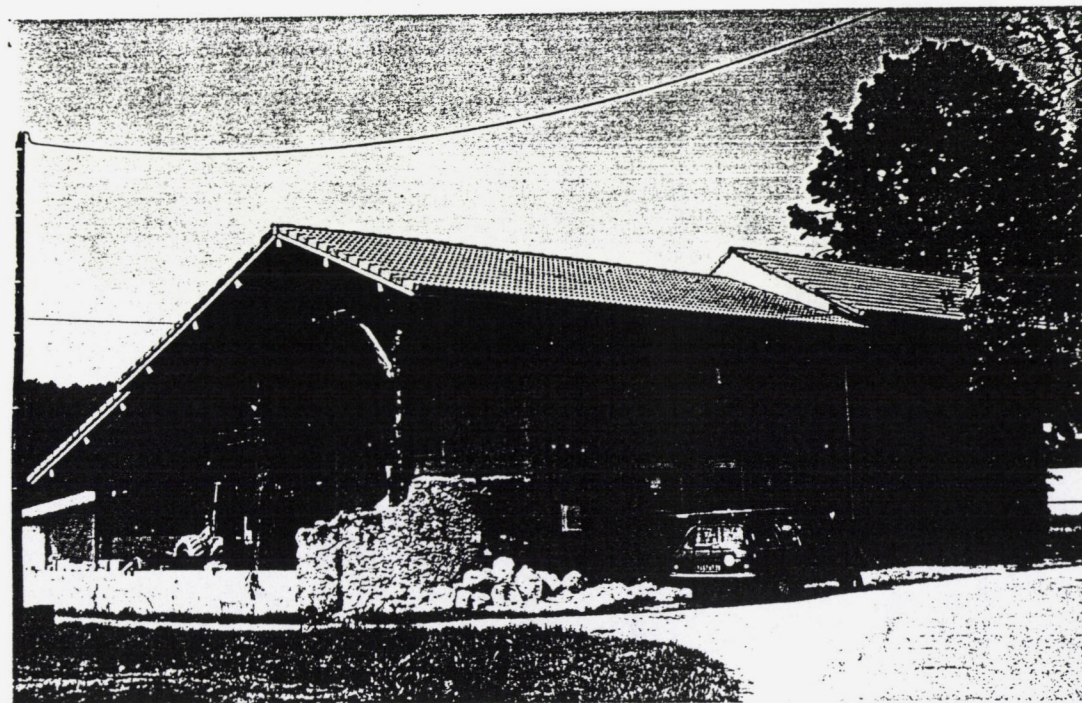
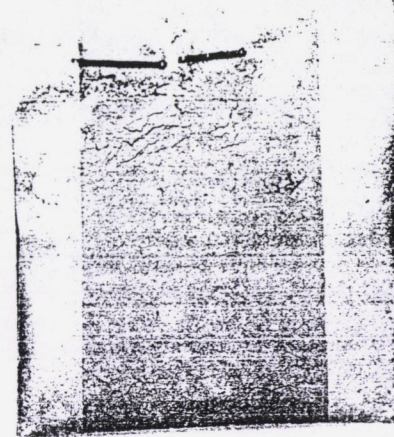
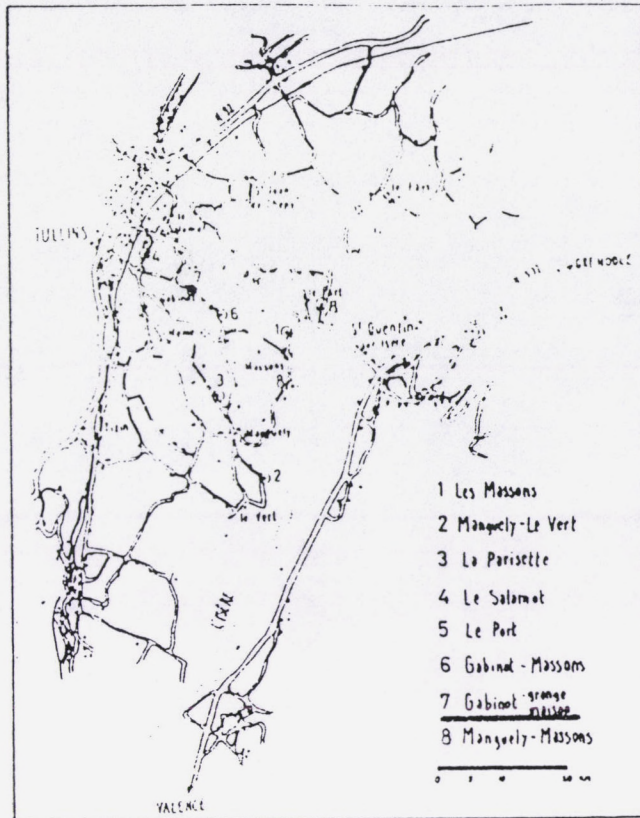


1. Vue façade Sud
2. Vue intérieur façade Nord





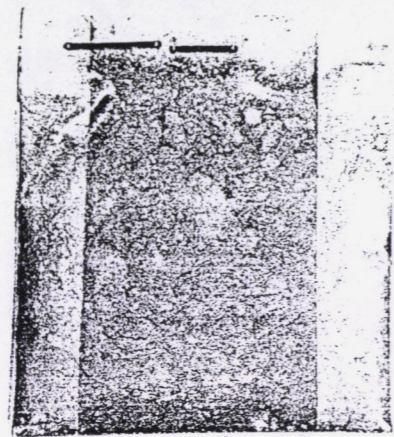
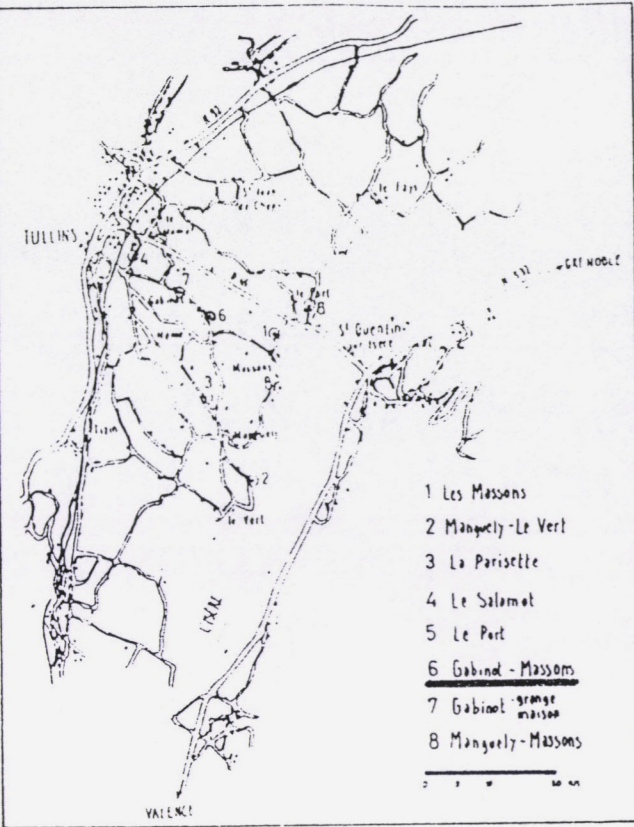
# GABINOT



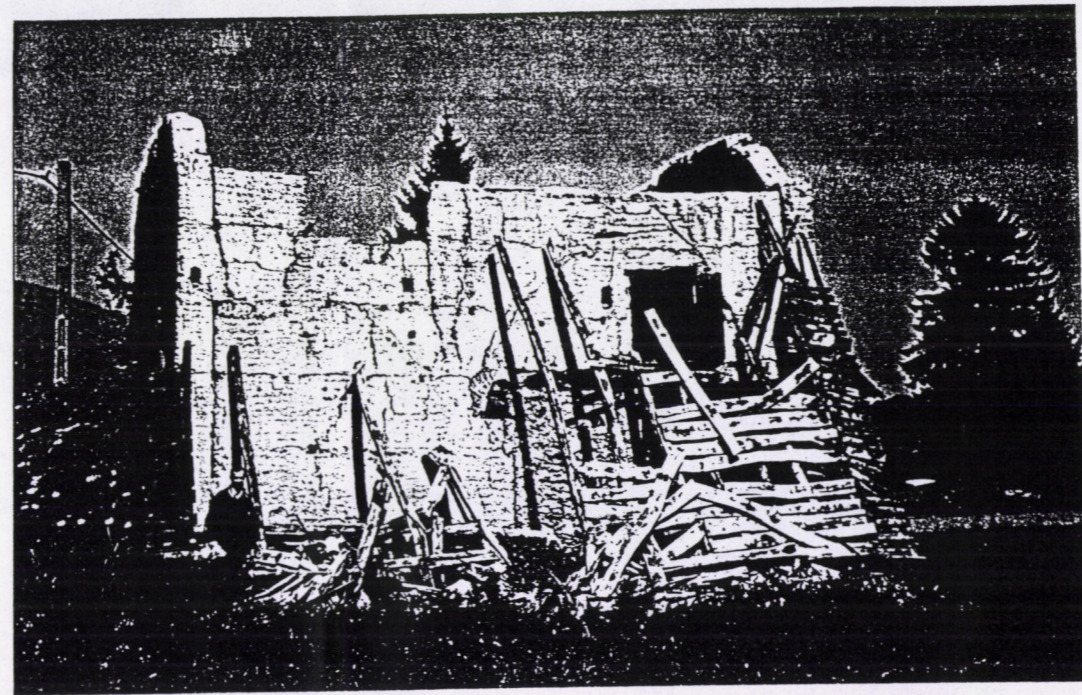
1. Vue générale façade Nord - Est  
2. Angle façade Sud - Ouest,  
façade Nord - Ouest



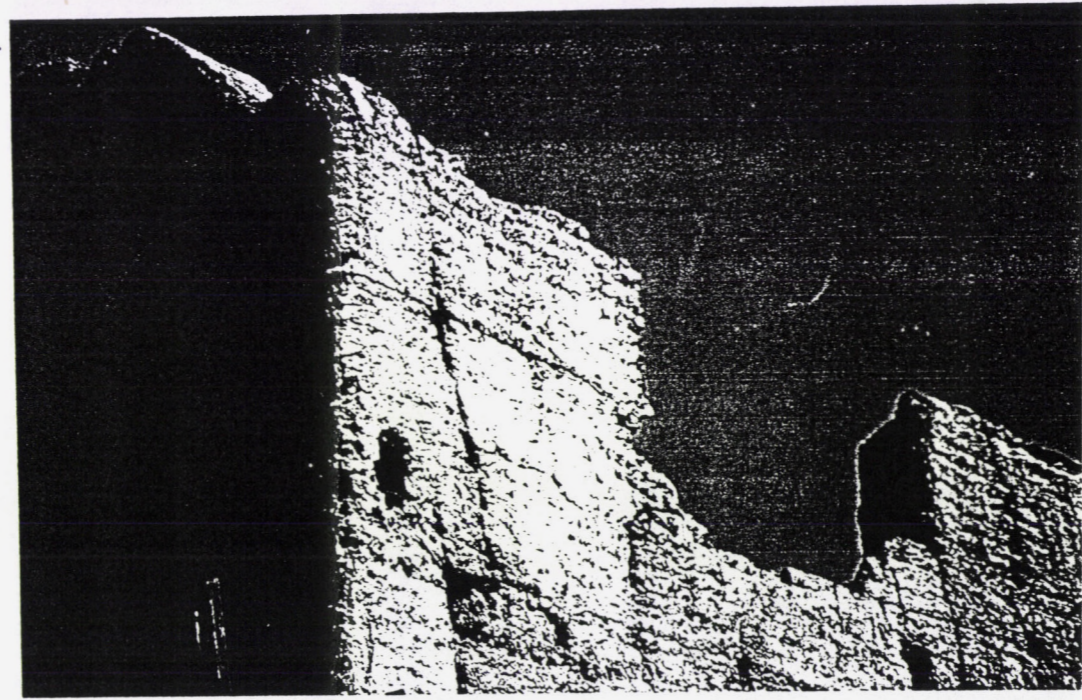
# GABINOT - MASSONS



1.



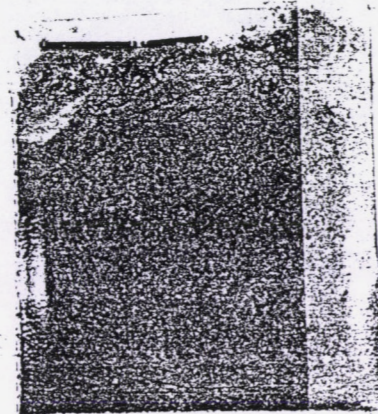
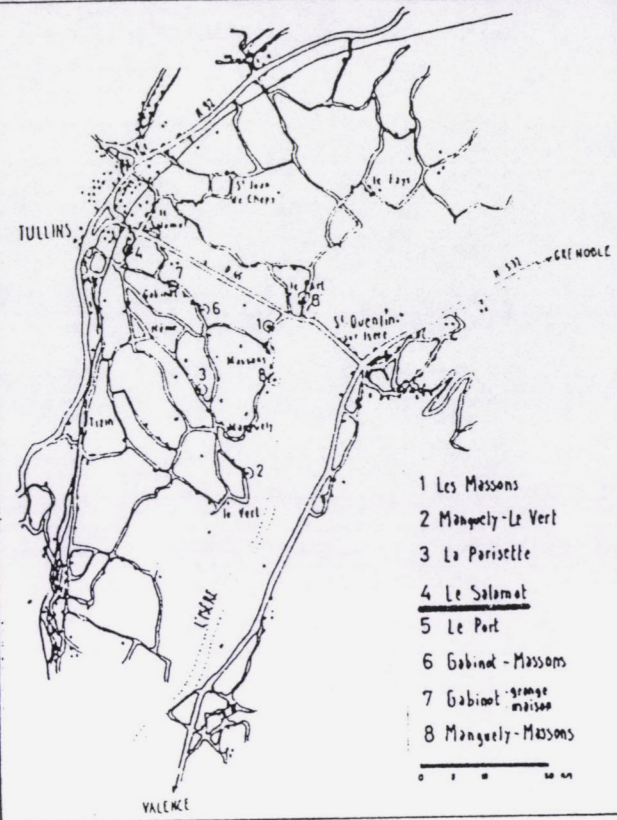
2.



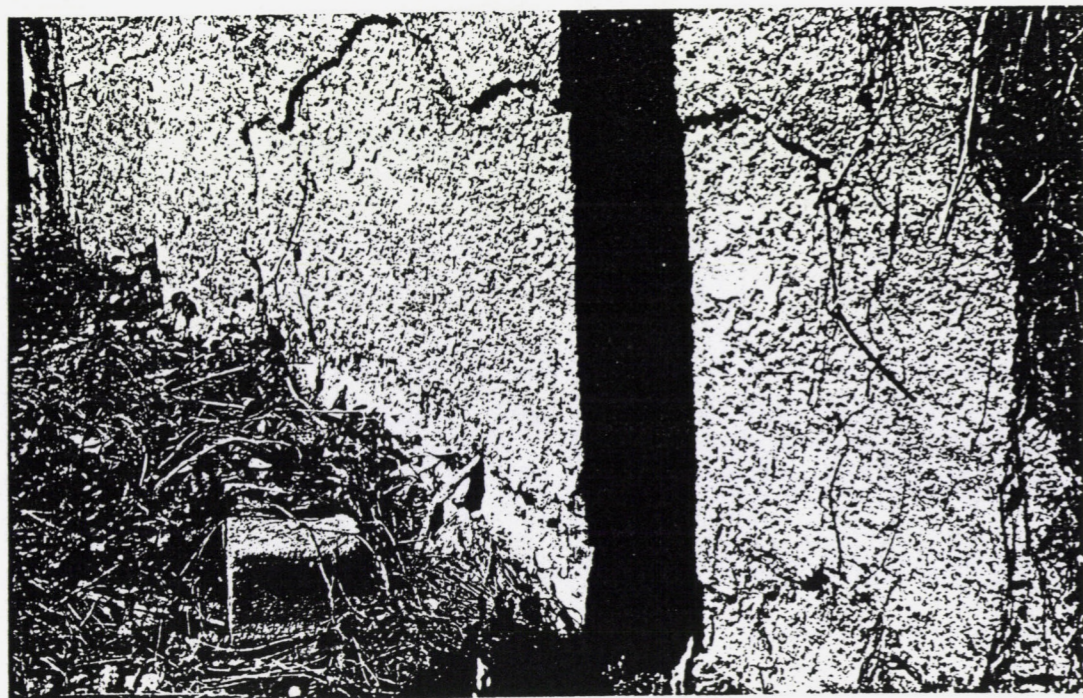
1. Vue générale façade Sud - Est  
2. Détail façade Sud - Est



# LE SALAMOT

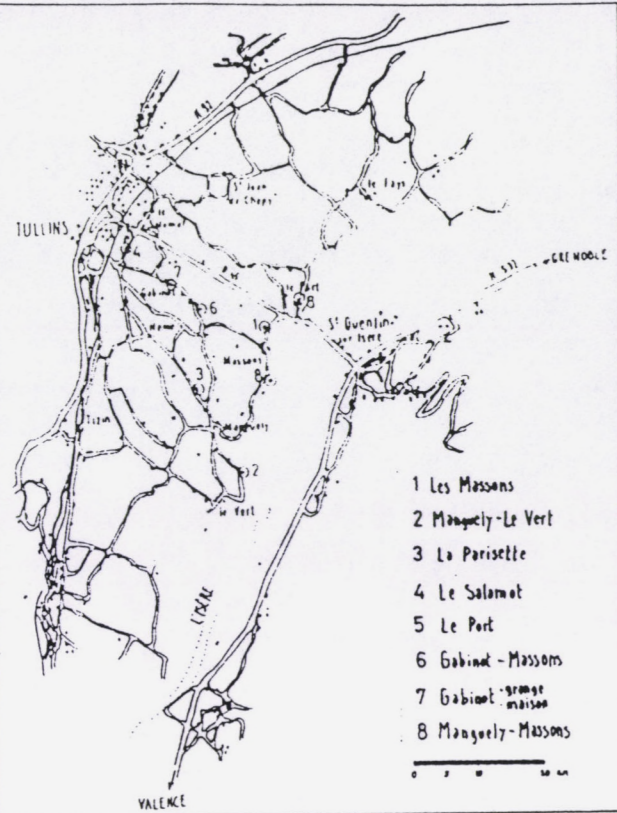


1. Vue générale vers l'ouest  
2. Façade est

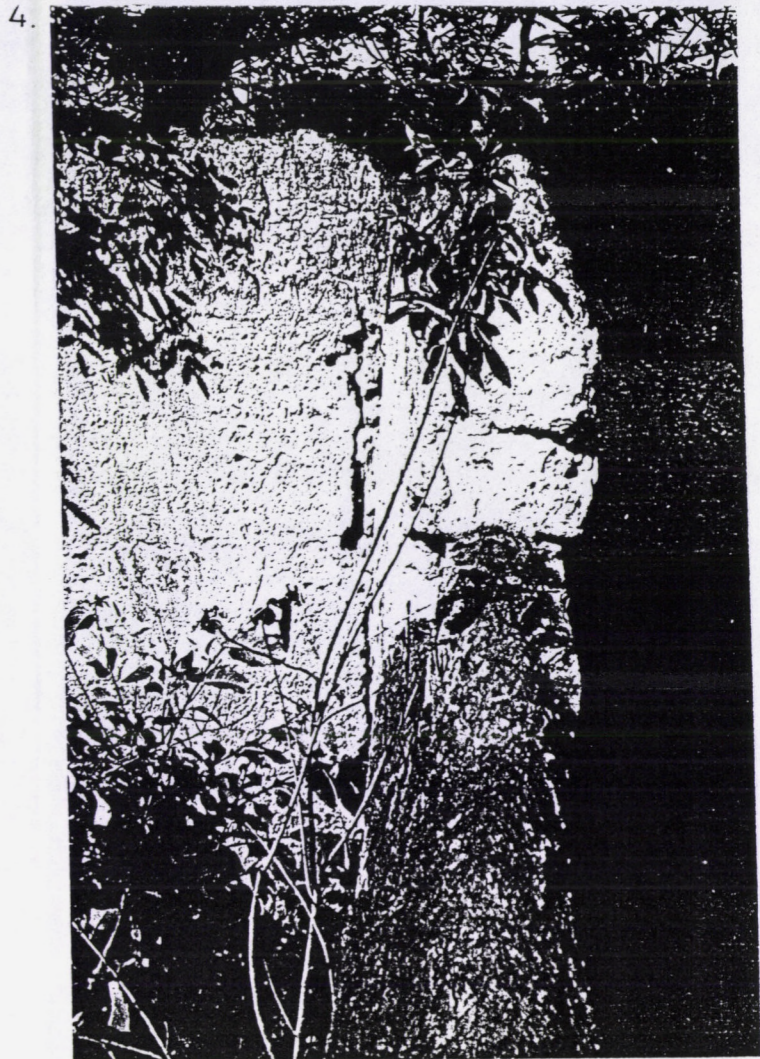
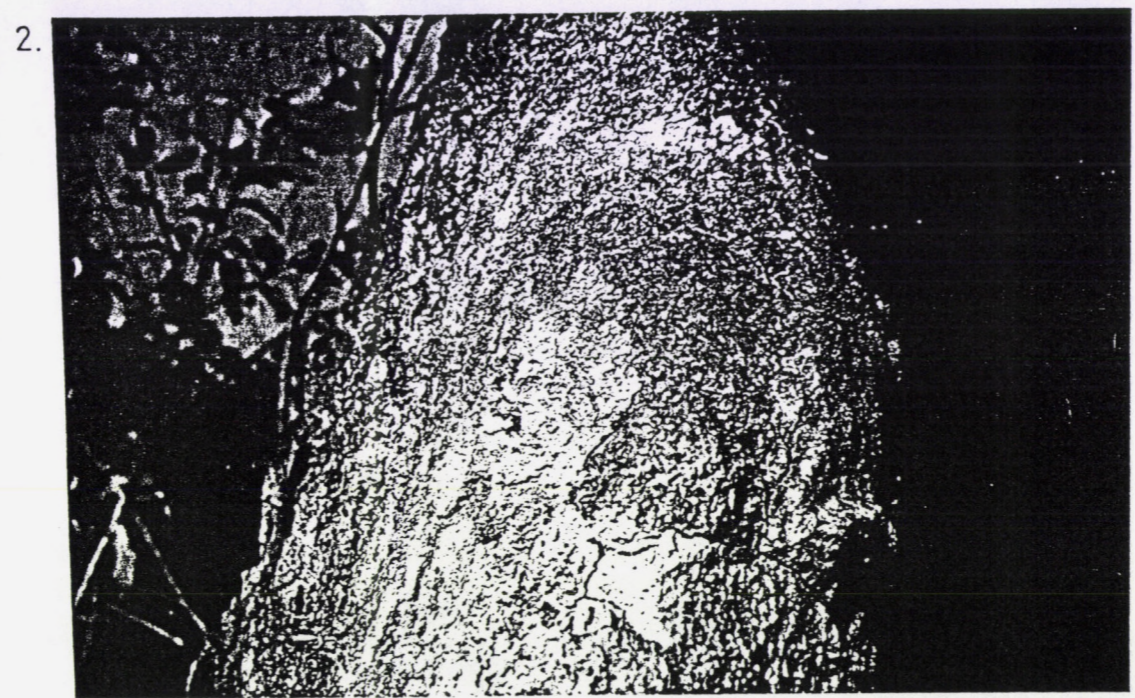
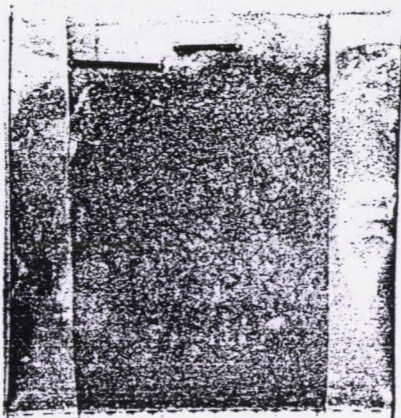




LA PARISETTE



- 1 Les Maisons
- 2 Manguely-Le Vert
- 3 La Parissette
- 4 Le Salamot
- 5 Le Port
- 6 Gabinet - Maisons
- 7 Gabinet - grange
- 8 Manguely-Maisons



- 1. Vue générale façade Sud - Est
- 2. Haut du mur Nord - Ouest vers le Sud Ouest
- 3. Façade Nord - Ouest
- 4. Vue mur Nord - Ouest vers le Sud - Ouest
- 5. Haut du mur Nord - Ouest



LIEU: LA PARISETTE

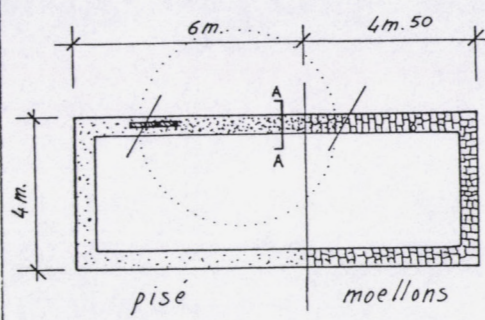
RELEVÉ MURS

DATE: 24/5/89

coupe

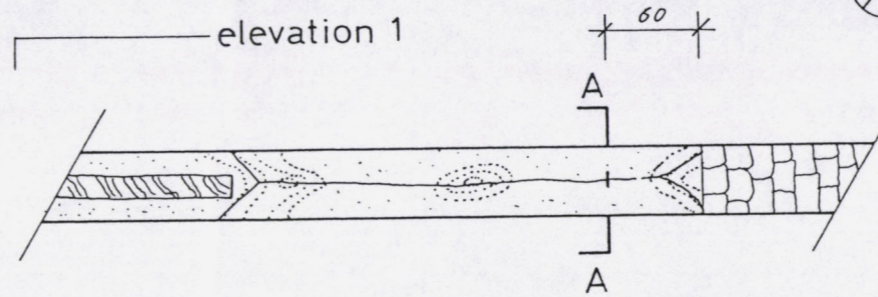
ech. 1/10

plan



ech. 1/200

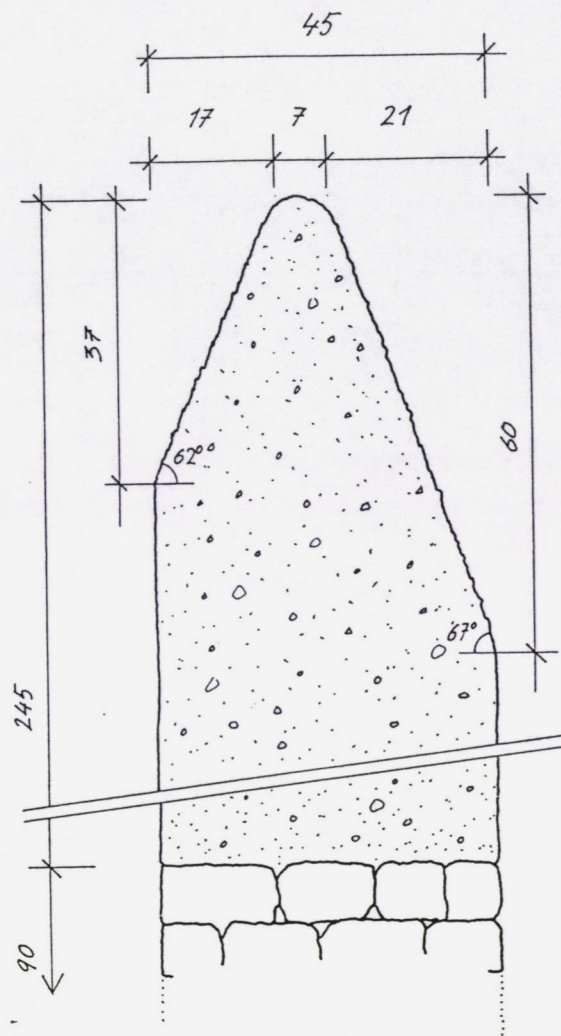
elevation 1



ech. 1/50



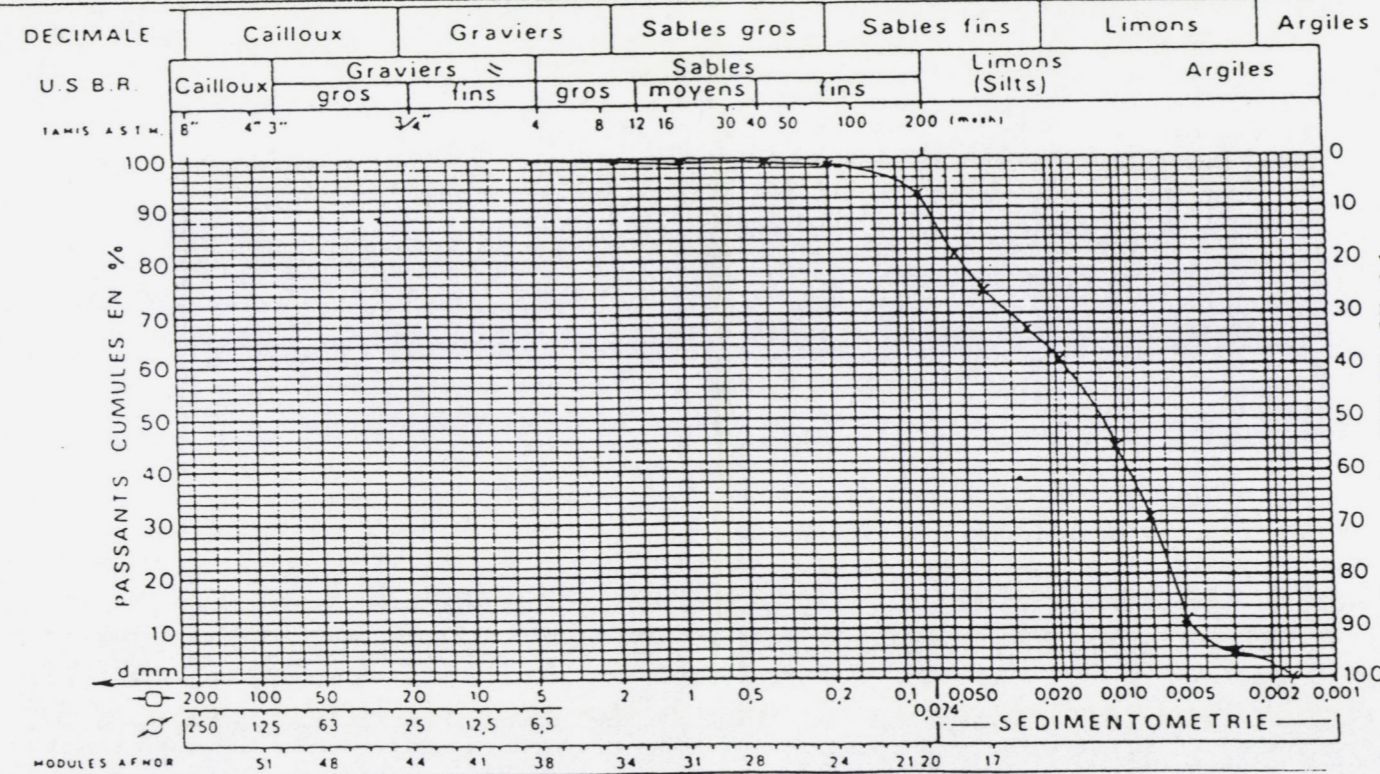
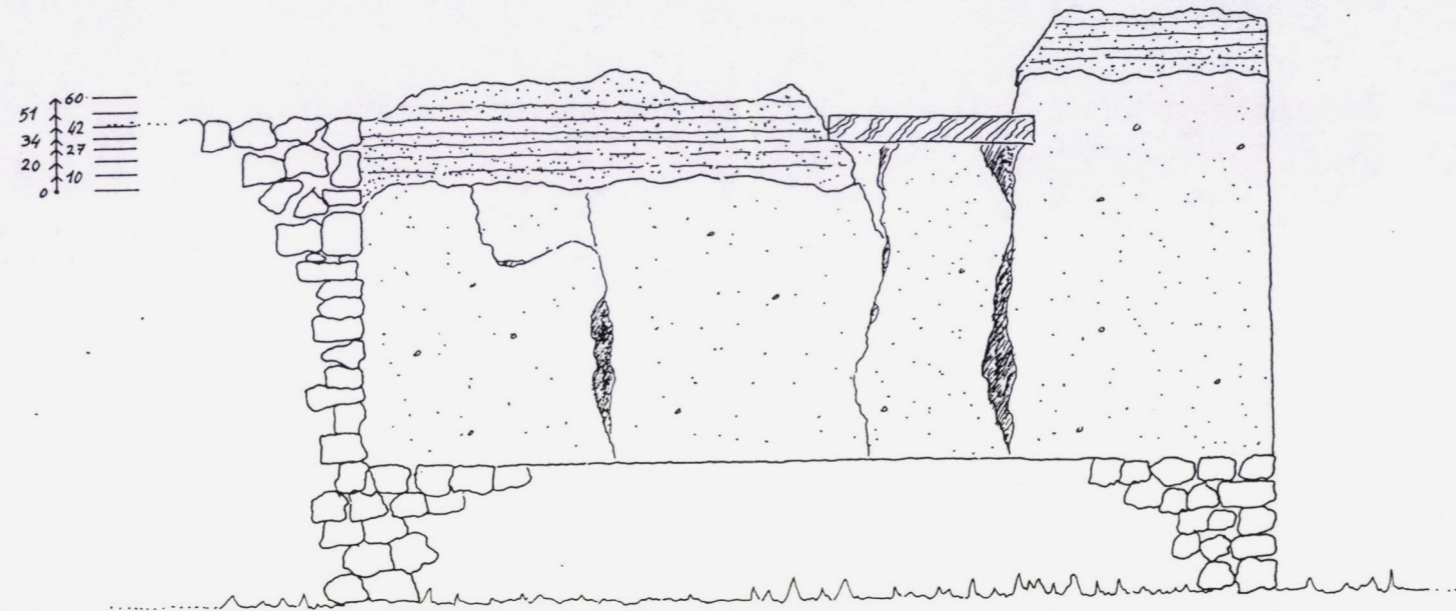
analyse - tests



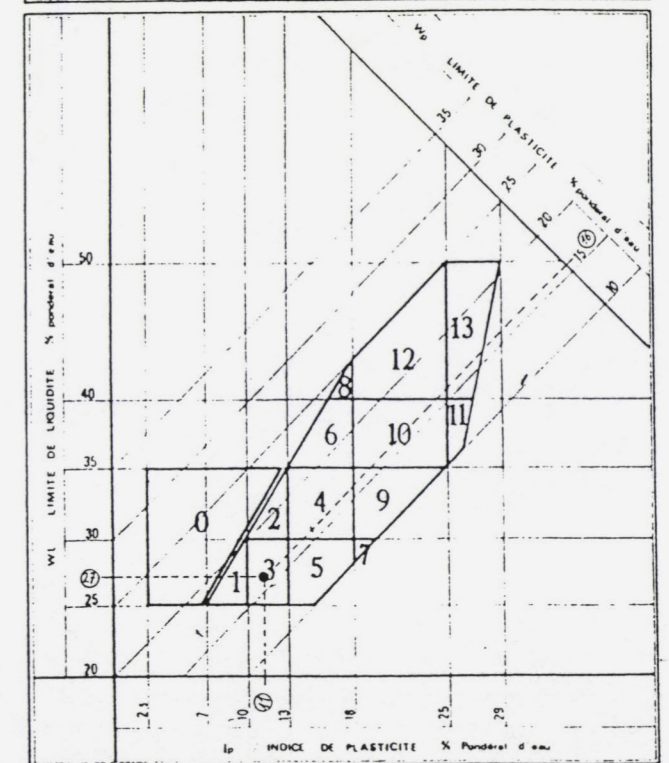
COUPE A-A

elevation 1

ech. 1/50

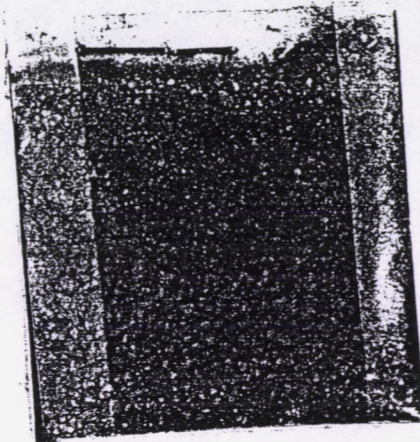
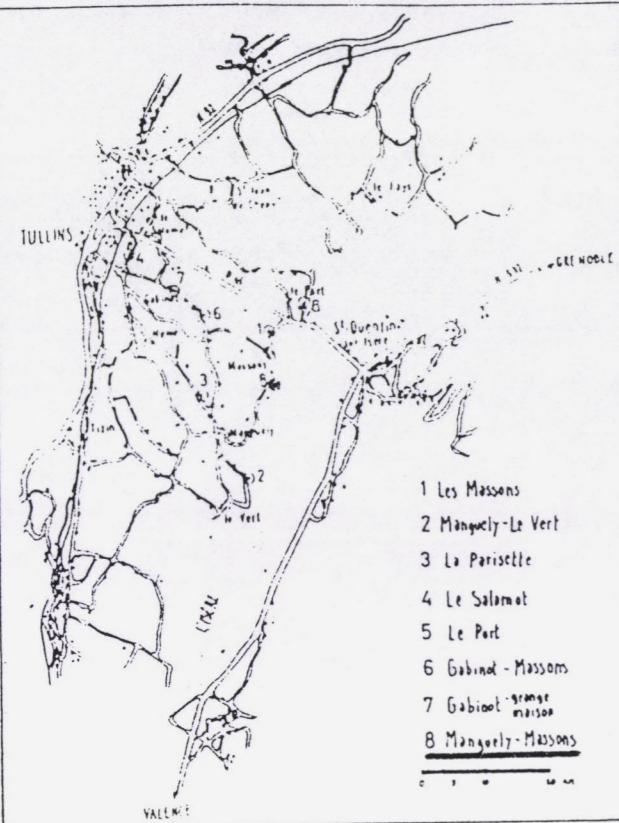


CLASSEMENT PAR ORDRE PREFERENTIEL DES LIMITES D'ATTERBERG (1,2...)

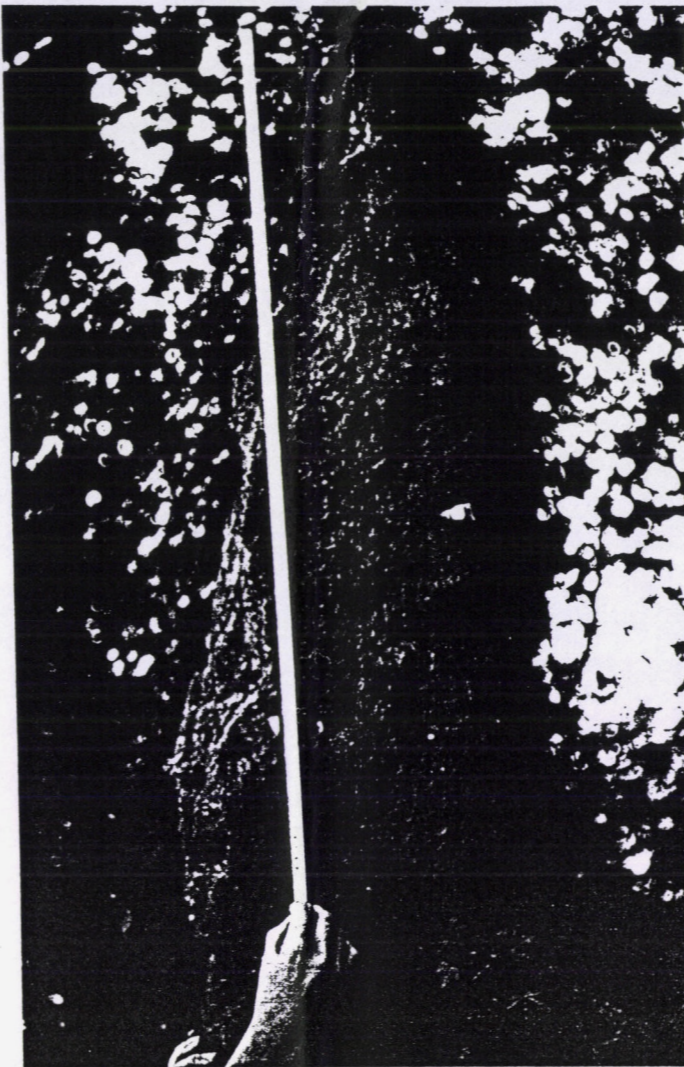




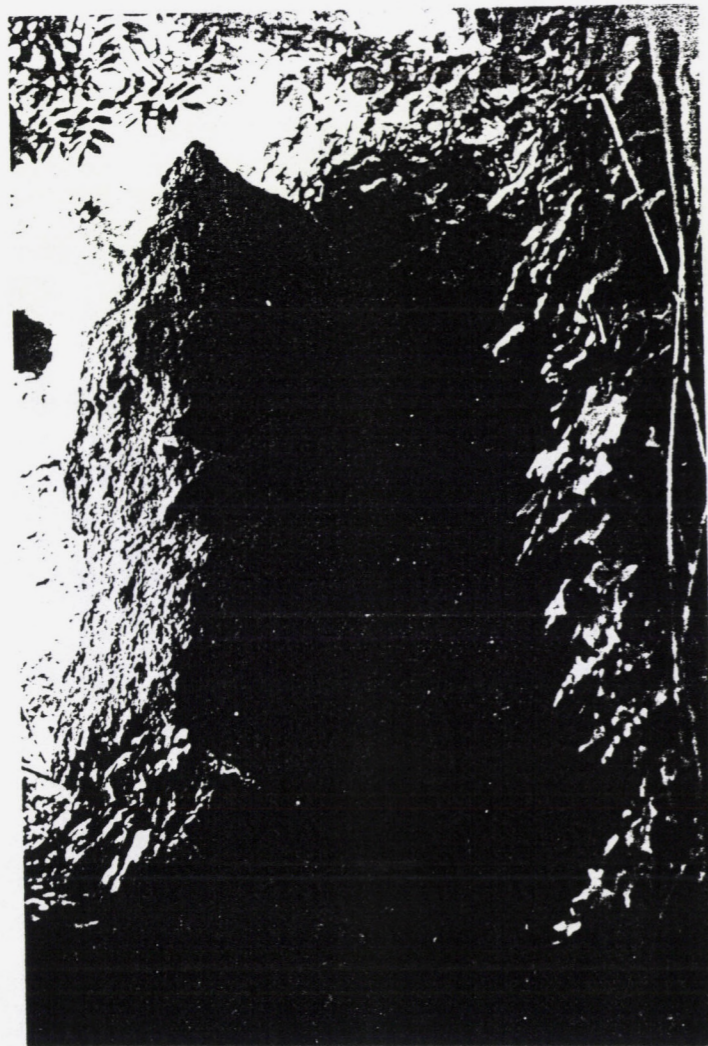
MANGUELY - MASSONS



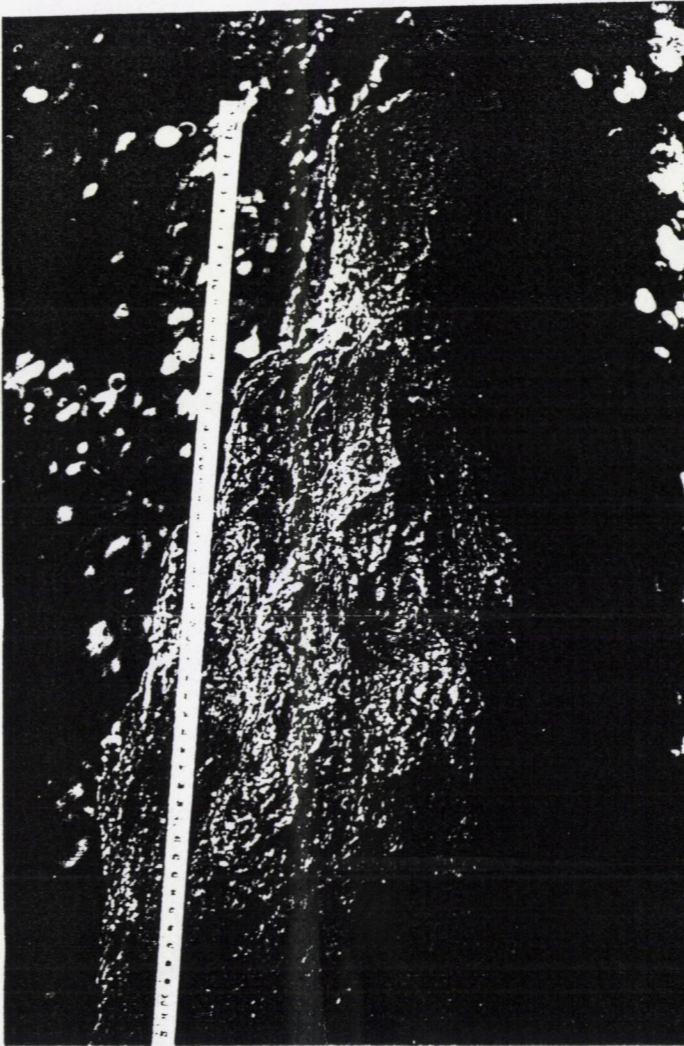
2.



1.



3.



- 1. Vue générale, face Sud - Ouest, pignon Nord - Est
- 2. Pignon Nord - Est
- 3. Pignon Nord - Est



LIEU: MANGUELY-MASSONS

RELEVÉ MURS

DATE: 24/5/89

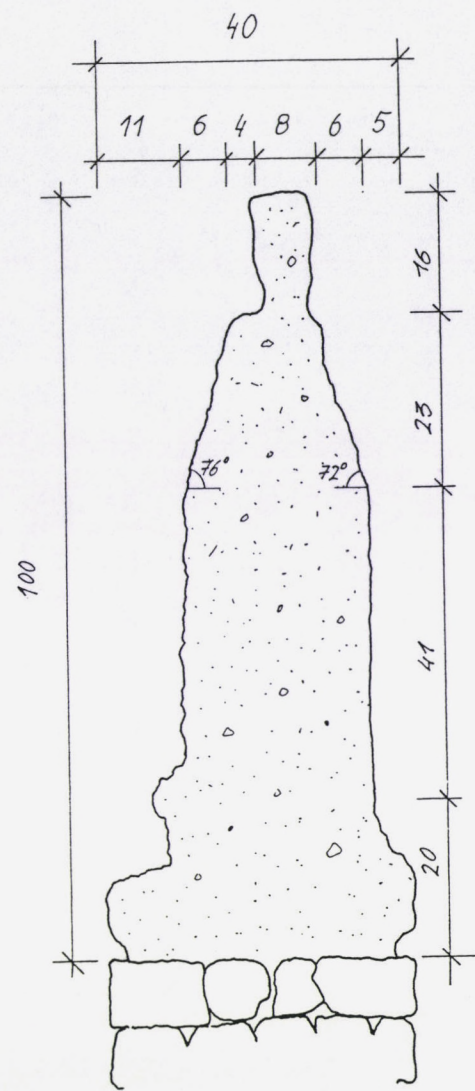
coupe ech. 1/10

plan

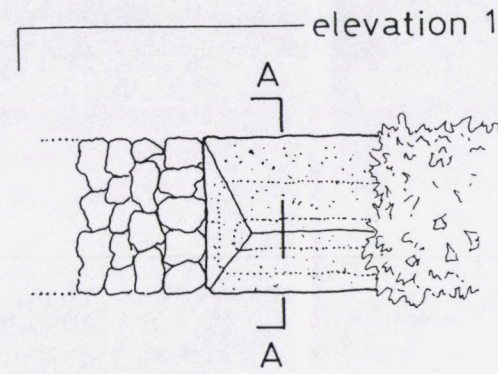
ech. 1/20



analyse - tests



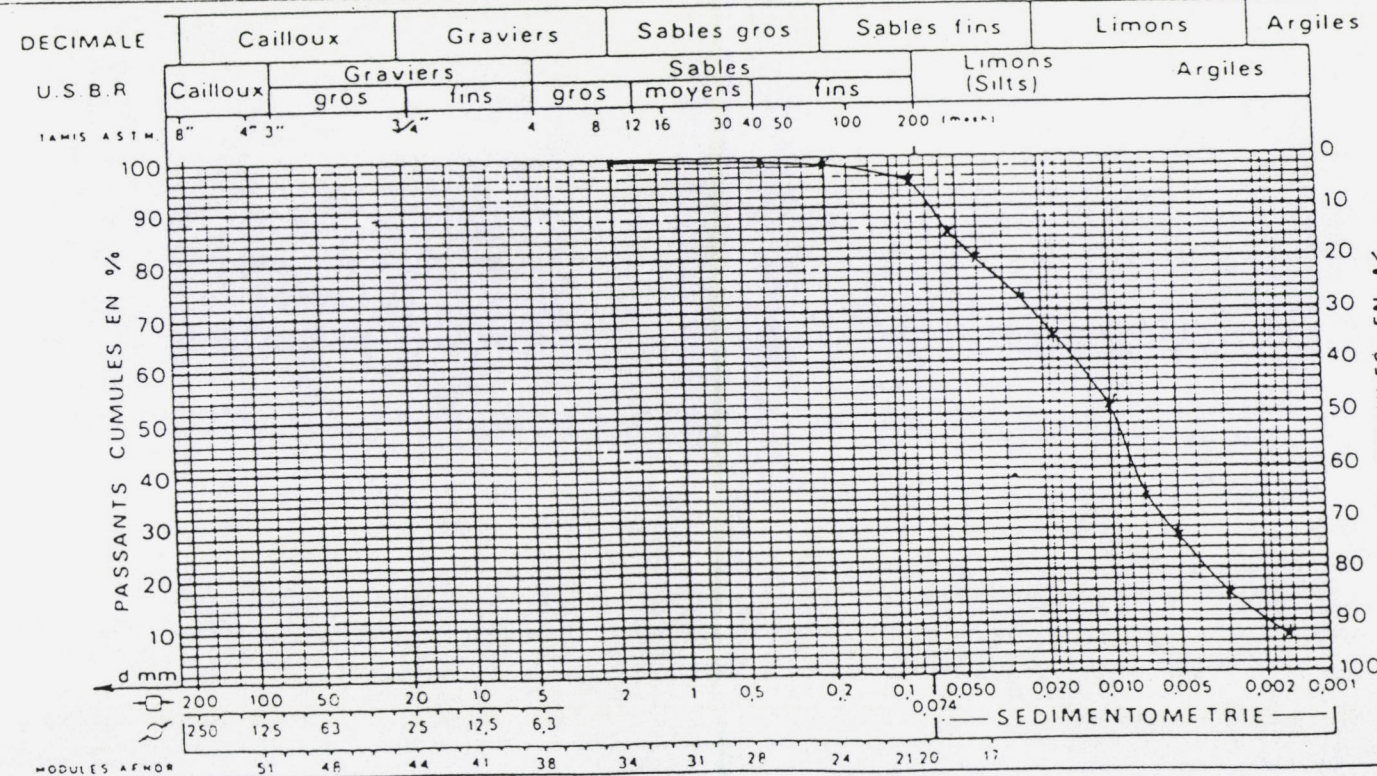
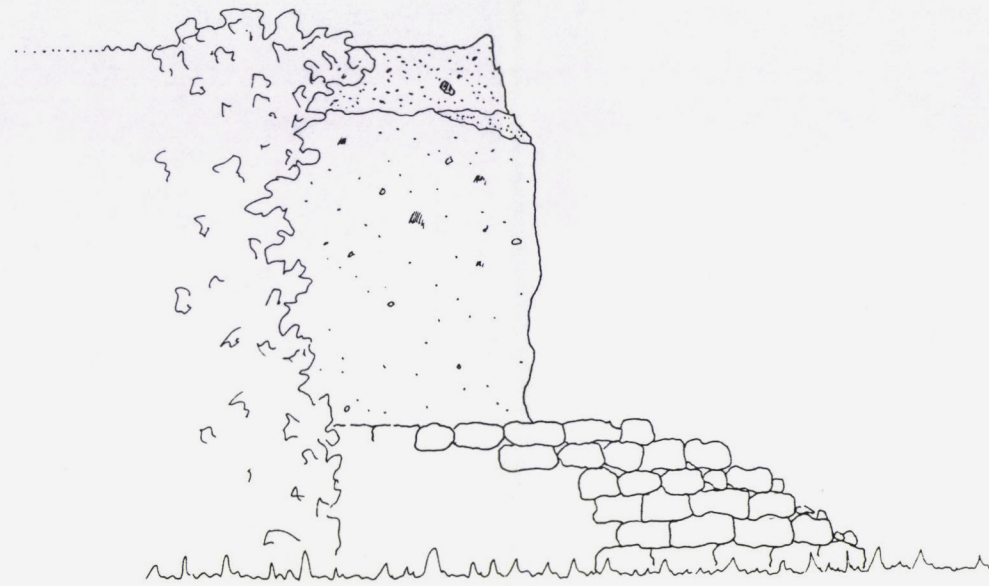
COUPE A-A



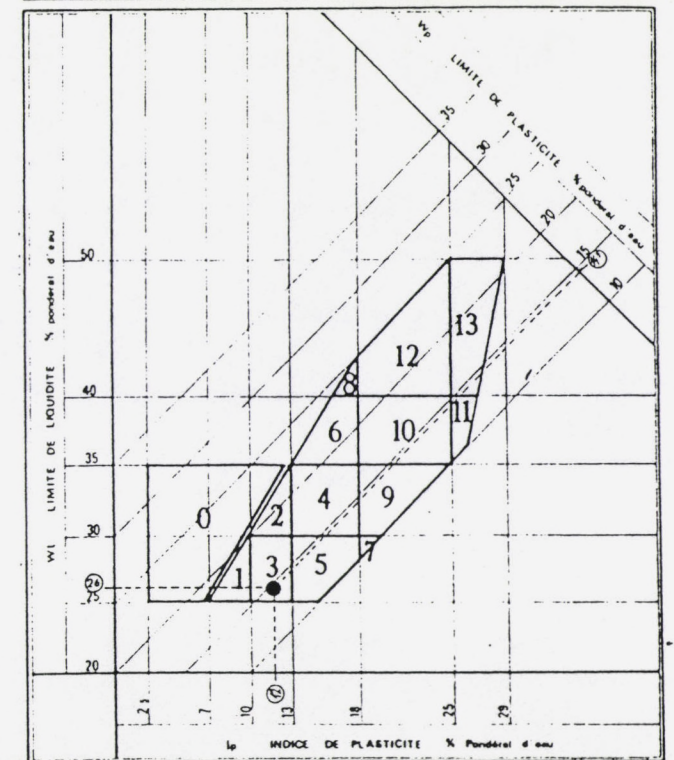
elevation 1

elevation 1

ech. 1/20

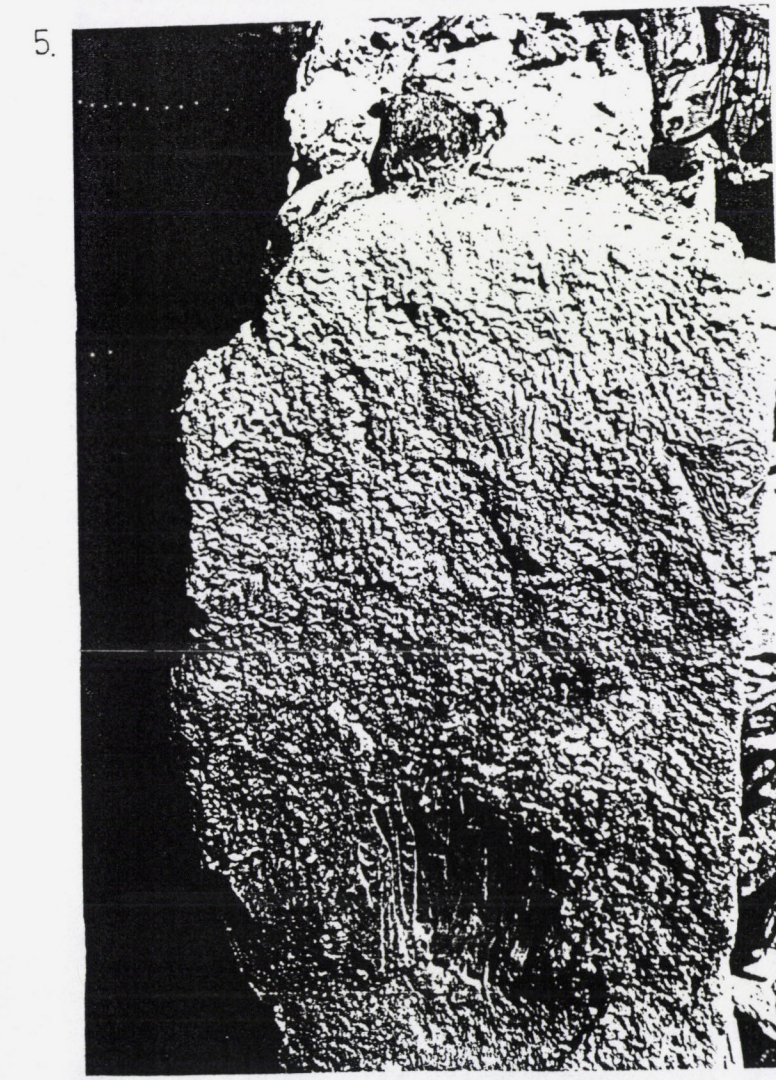
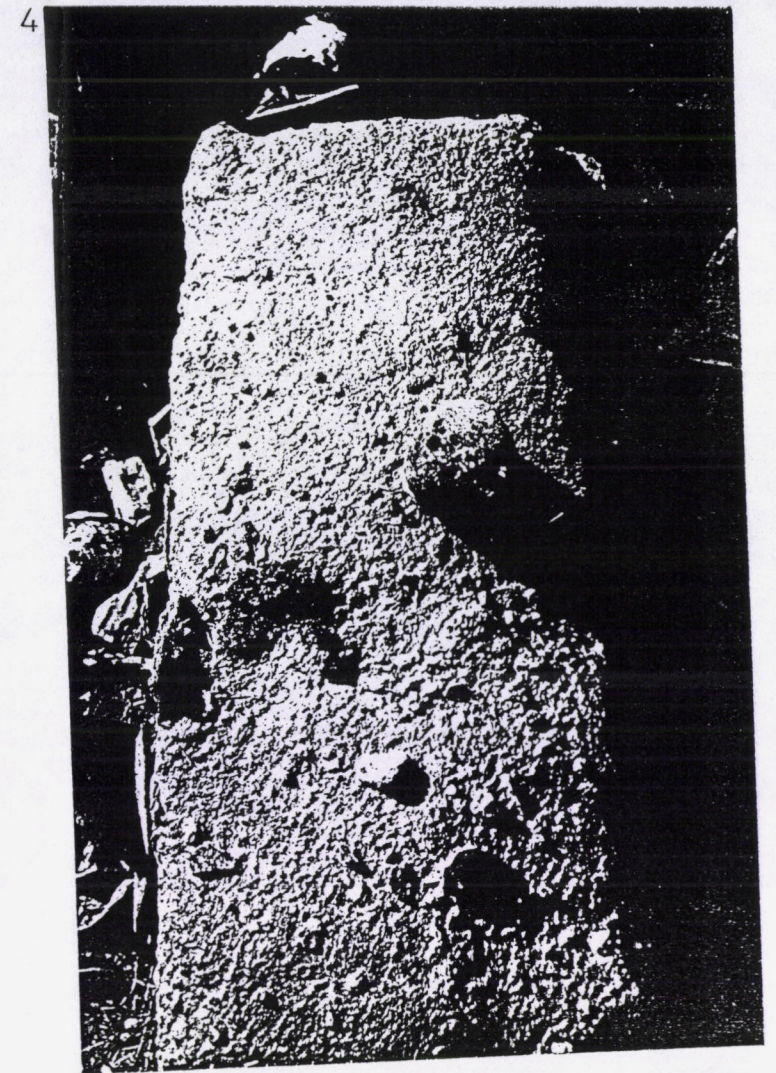
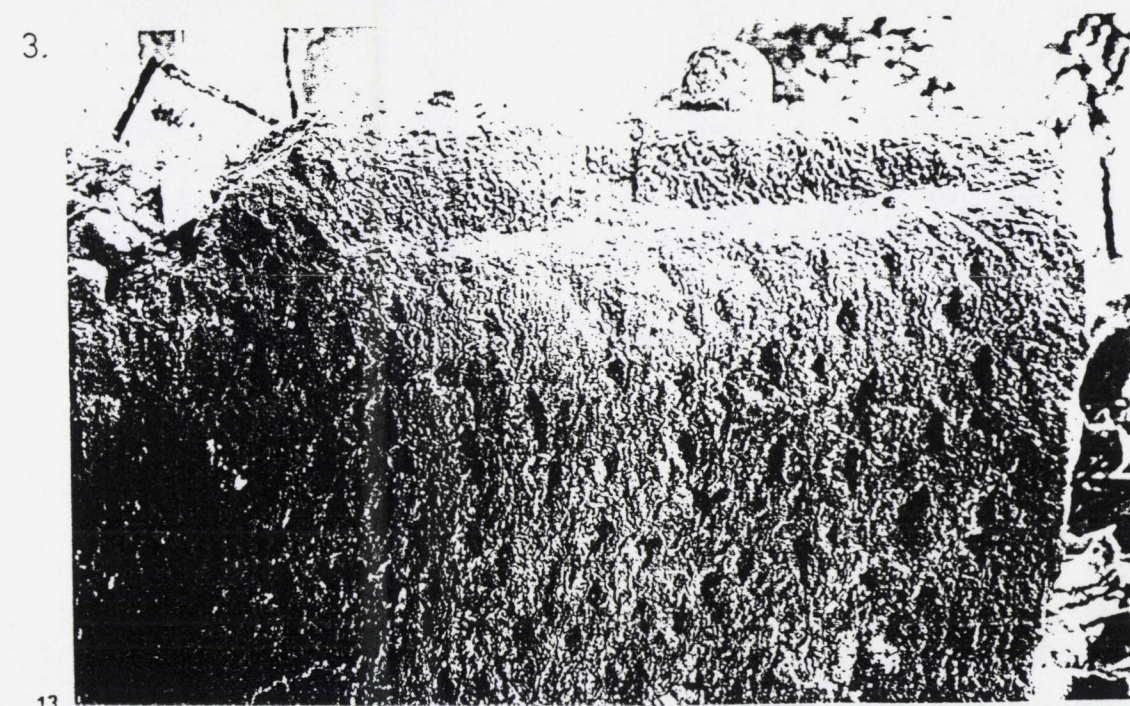
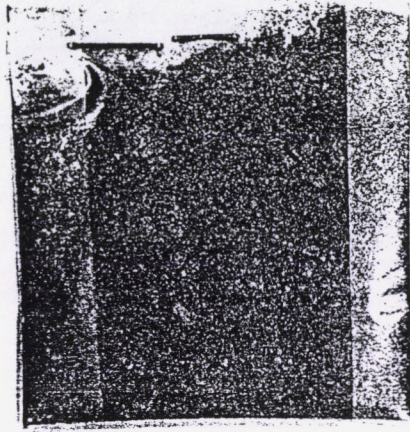
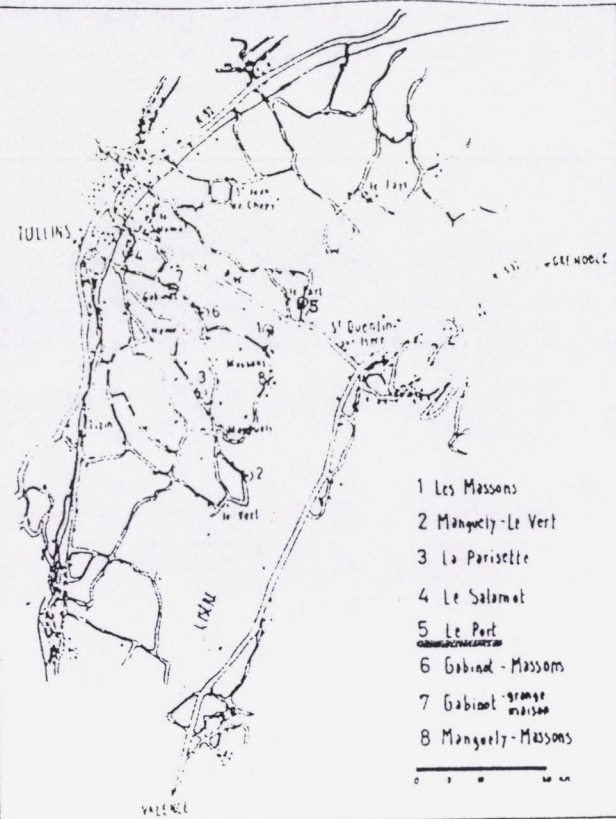


CLASSEMENT PAR ORDRE PREFERENTIEL DES LIMITES D'ATTERBERG (1,2...)





# LE PORT



1. Vue générale vers l'Ouest
2. Façade Nord - Est et pignon Sud - Est
3. Façade Sud - Ouest
4. Haut du mur, vue vers le Sud - Est
5. Pignon Sud - Est



LIEU: LE PORT

RELEVÉ MURS

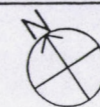
DATE: 17/5/89

coupe

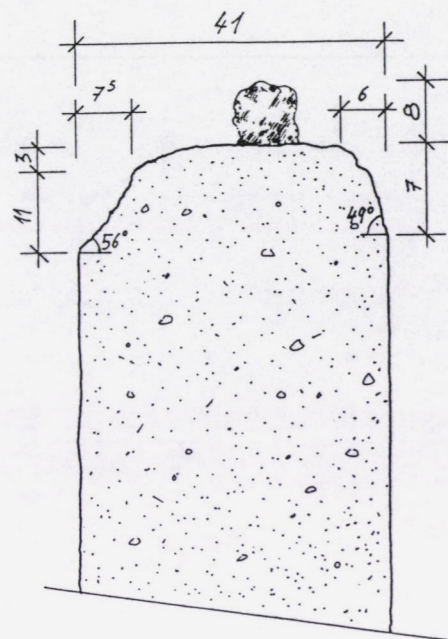
ech. 1/10

plan

ech. 1/50



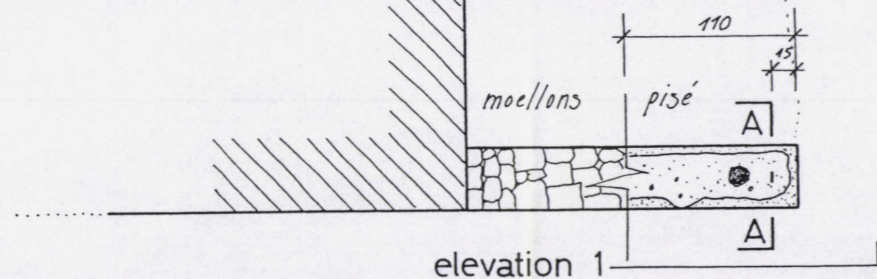
analyse - tests



COUPE A-A

MAISON

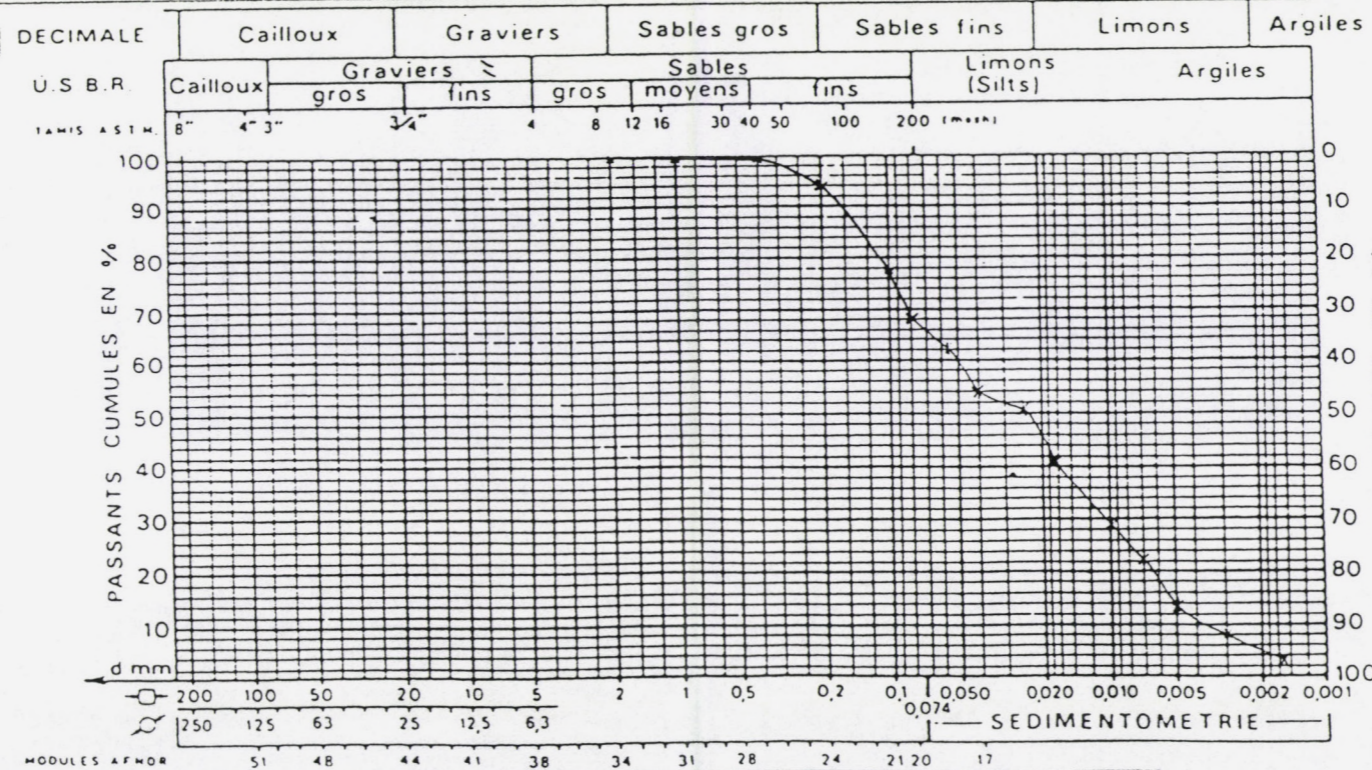
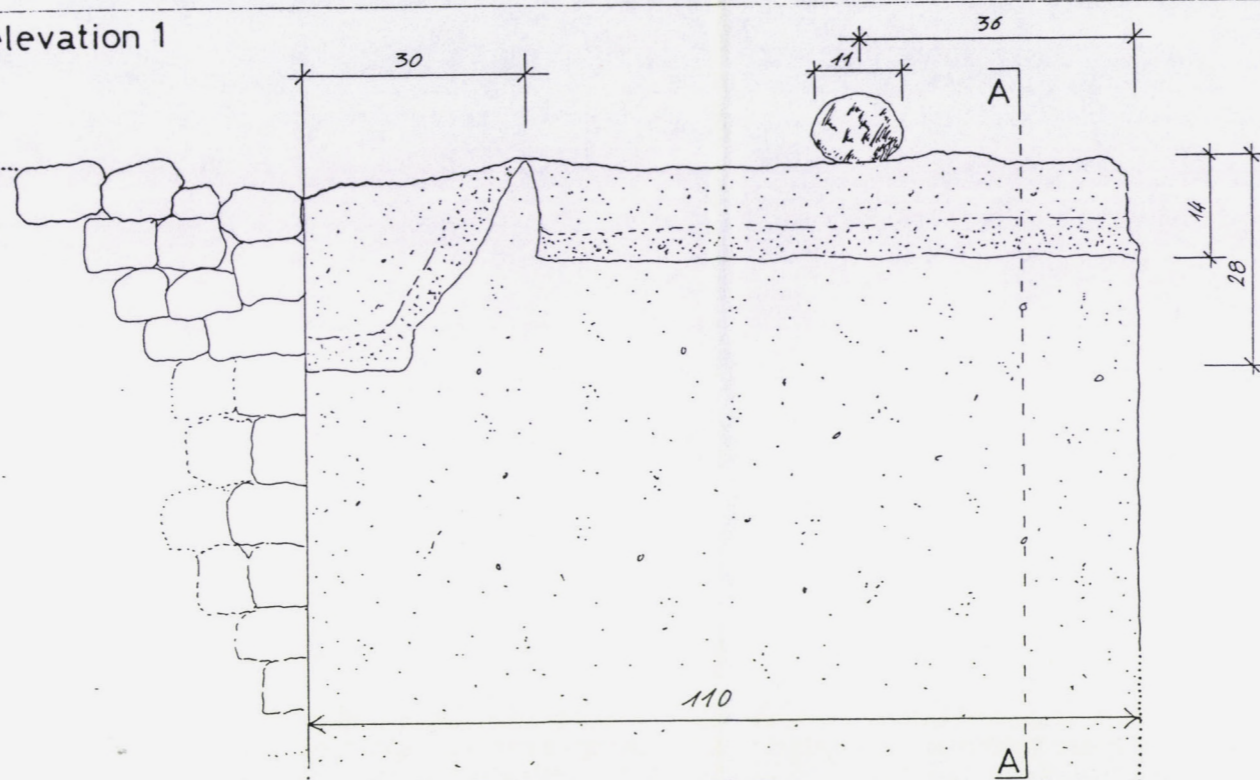
GRANGE



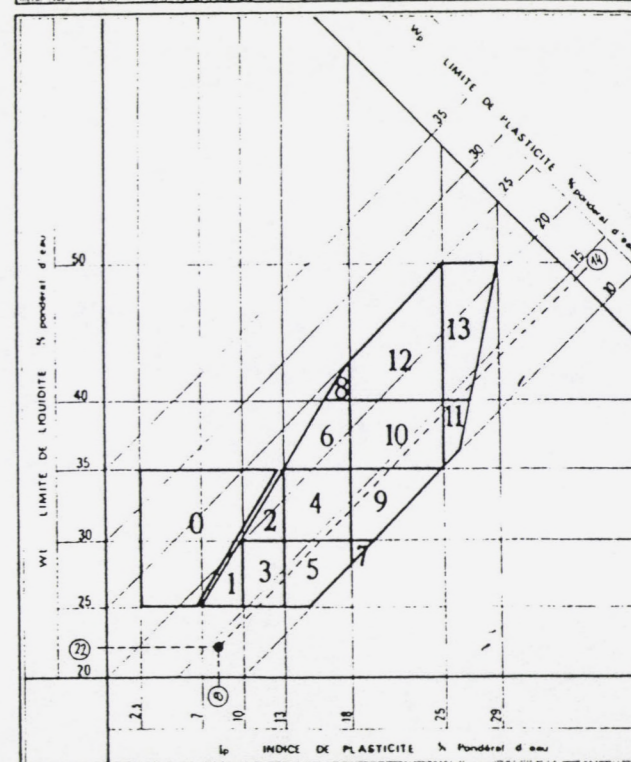
elevation 1

elevation 1

ech. 1/10

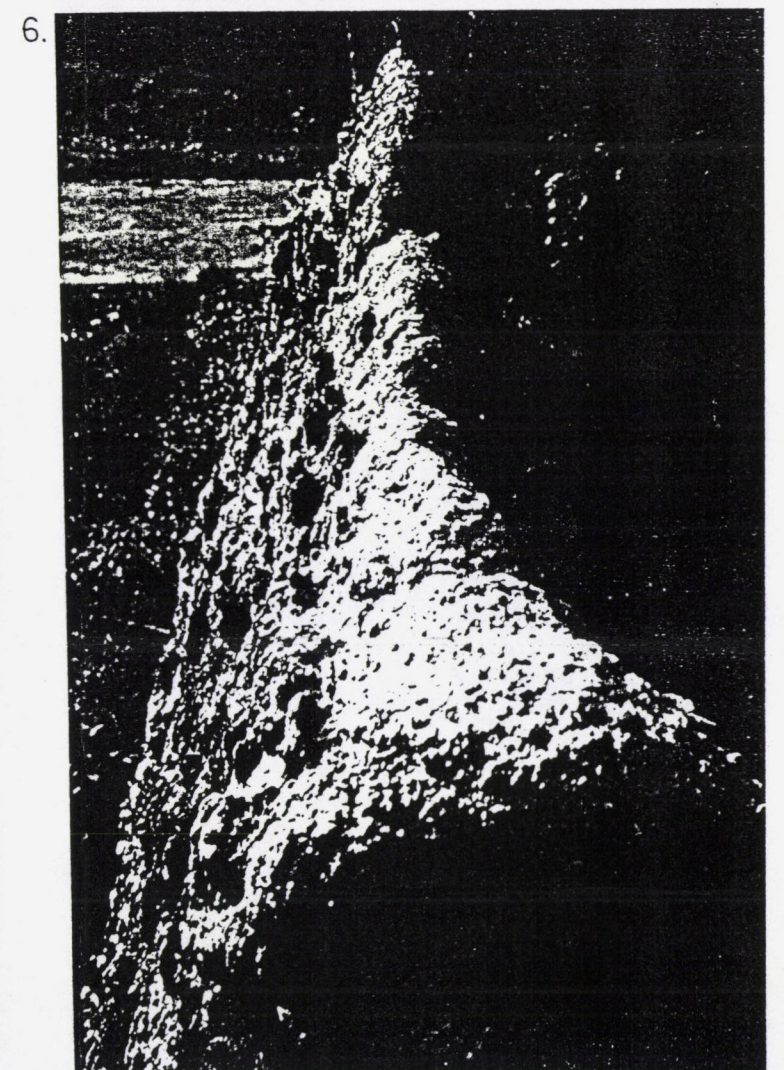
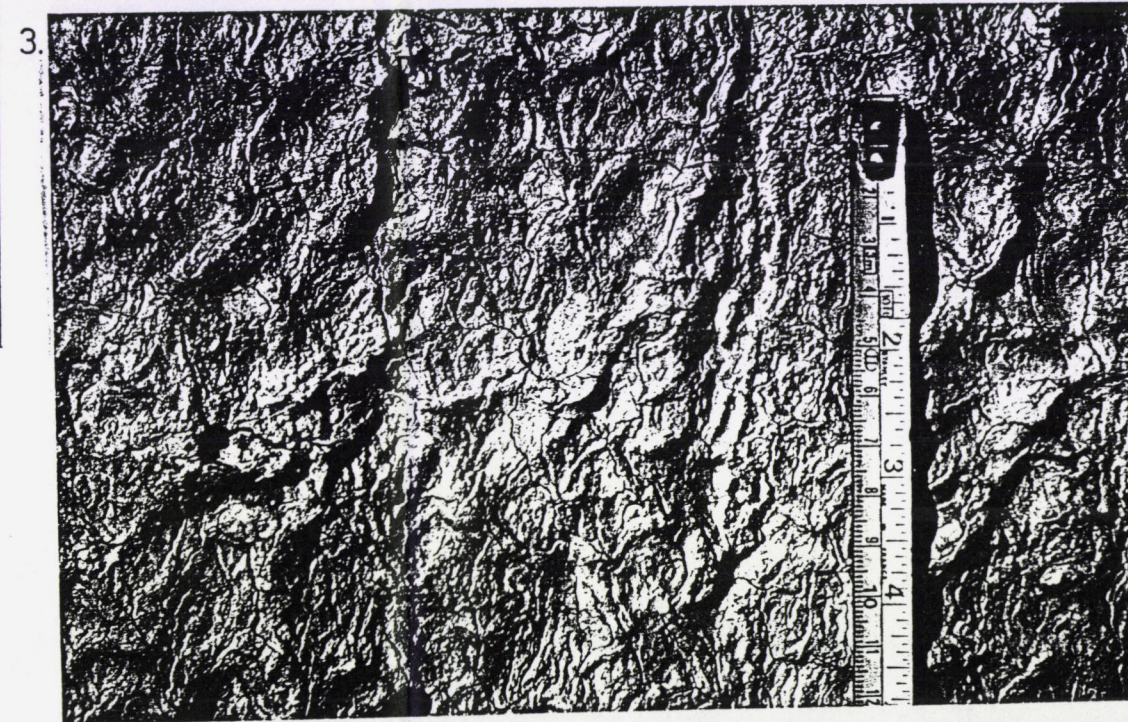
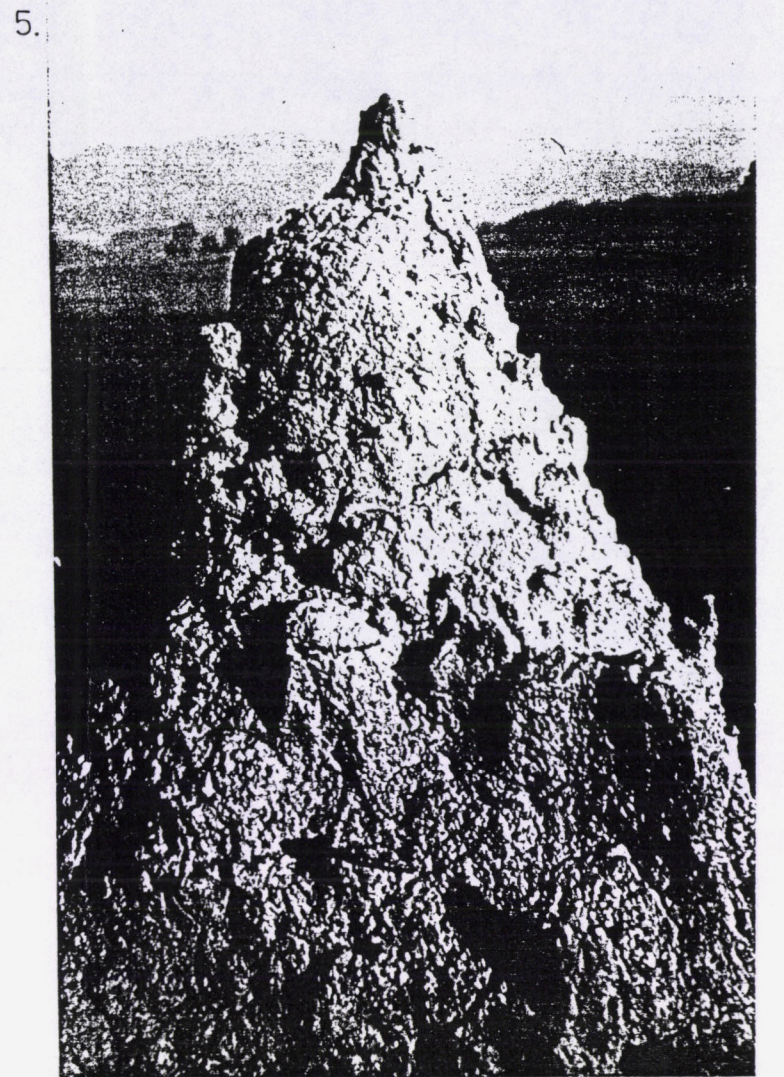
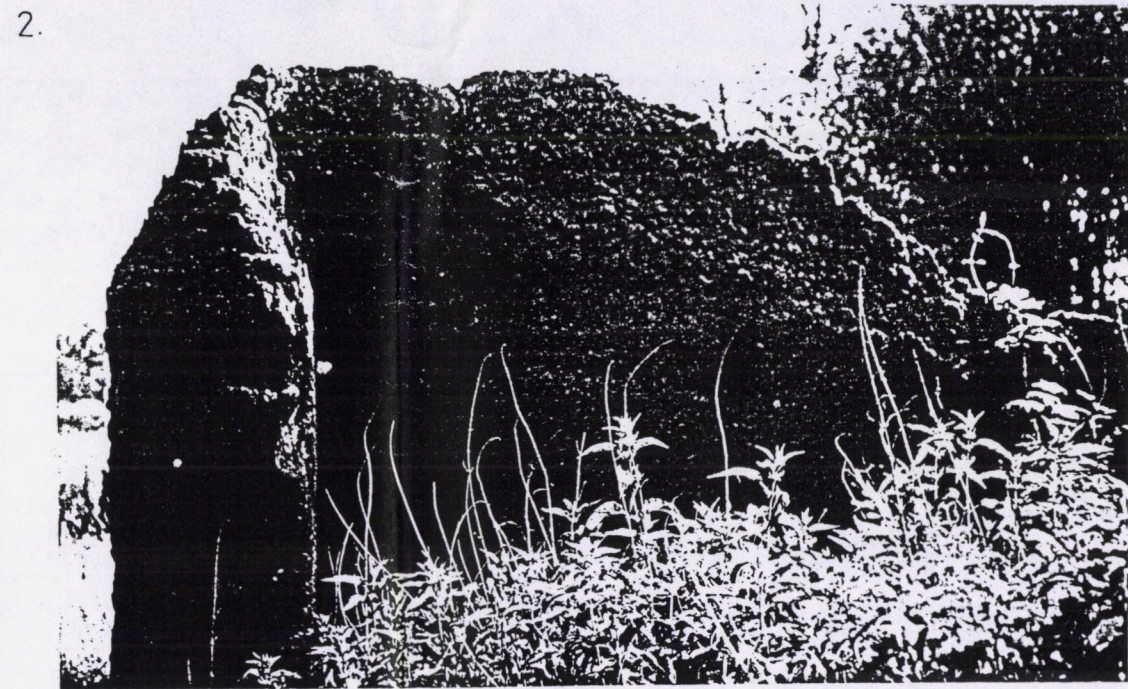
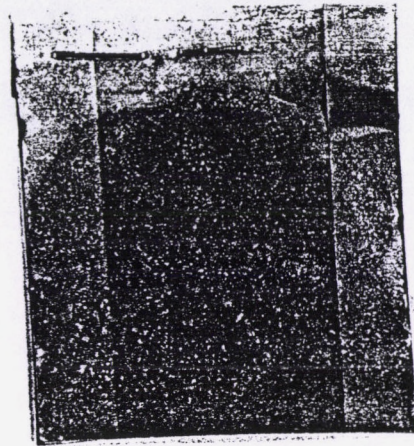
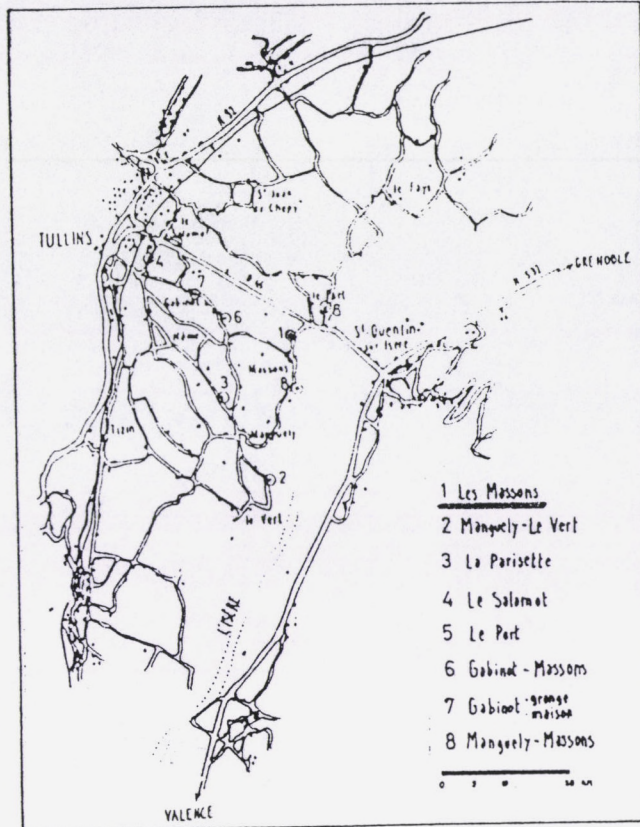


CLASSEMENT PAR ORDRE PREFERENTIEL DES LIMITES D'ATTERBERG (I.2...)

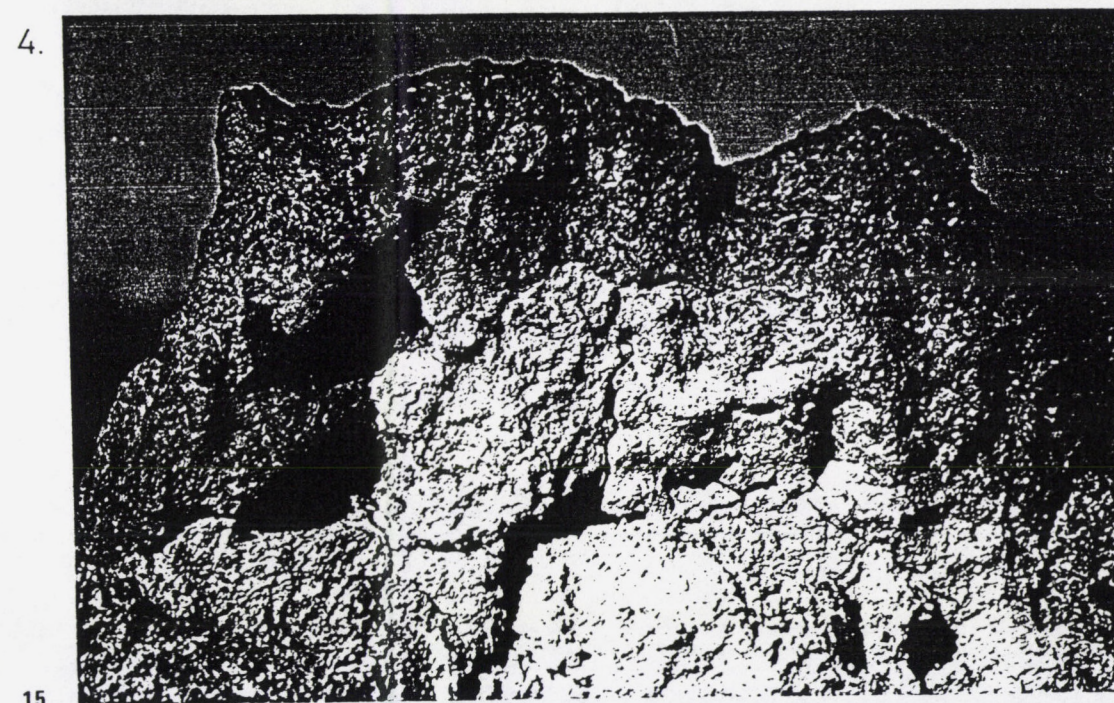
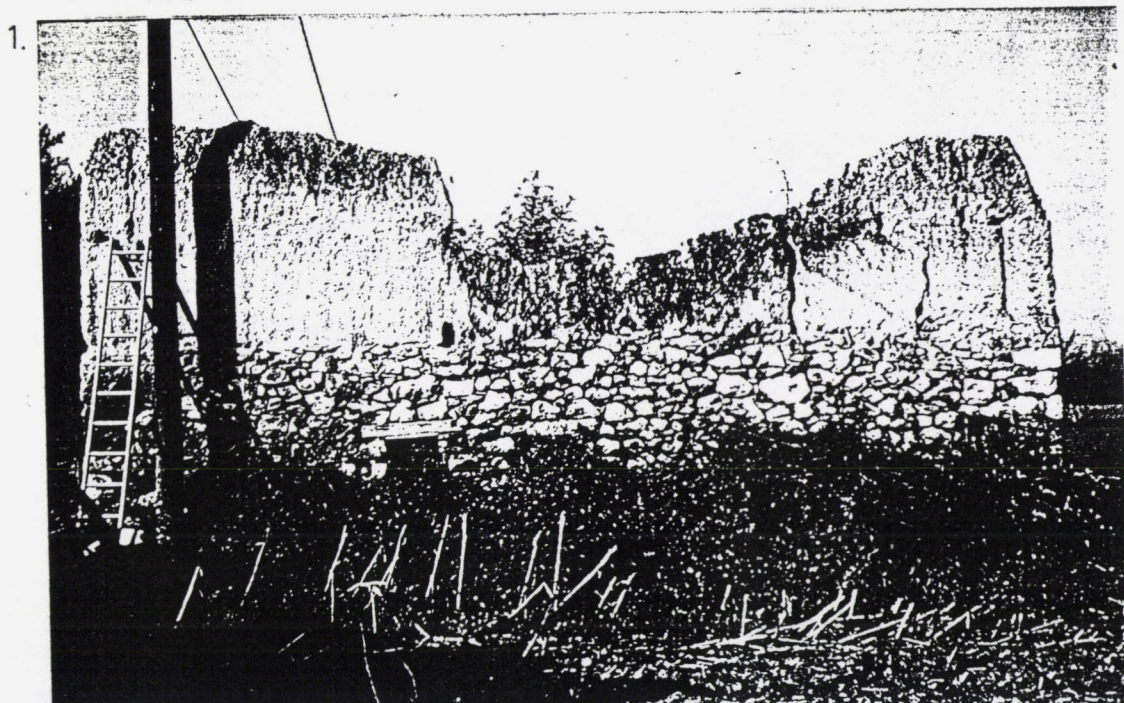




TULLINS - LES MASSONS



1. Vue générale façade Nord - Est
2. Vue générale façade Sud - Ouest
3. Texture milieu mur façade Nord - Est
4. Humidité pignon Nord - Ouest
5. Pignon Sud - Est
6. Haut du mur vue vers le Sud - Est

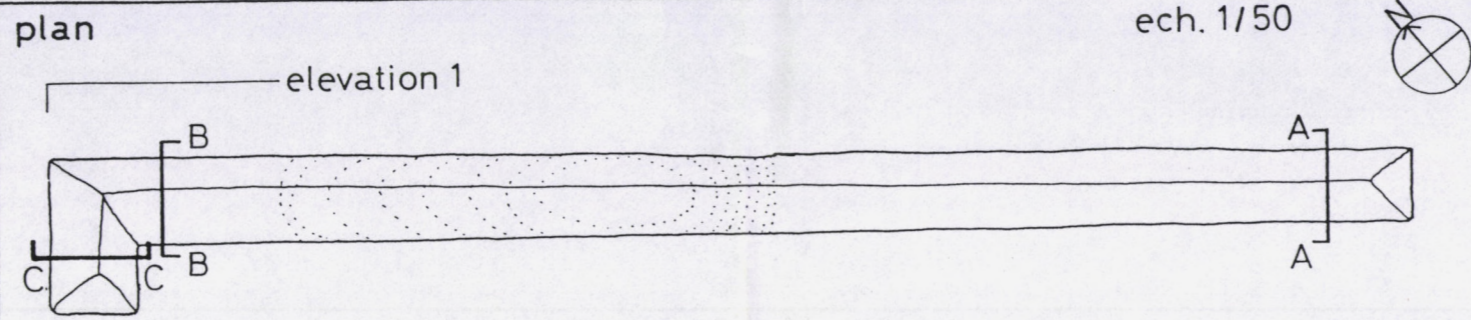
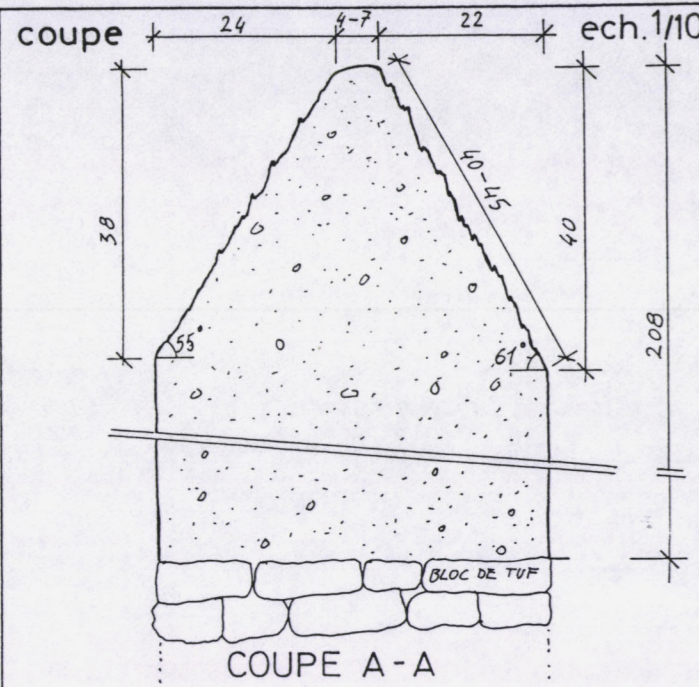




LIEU: TULLINS - LES MASSONS

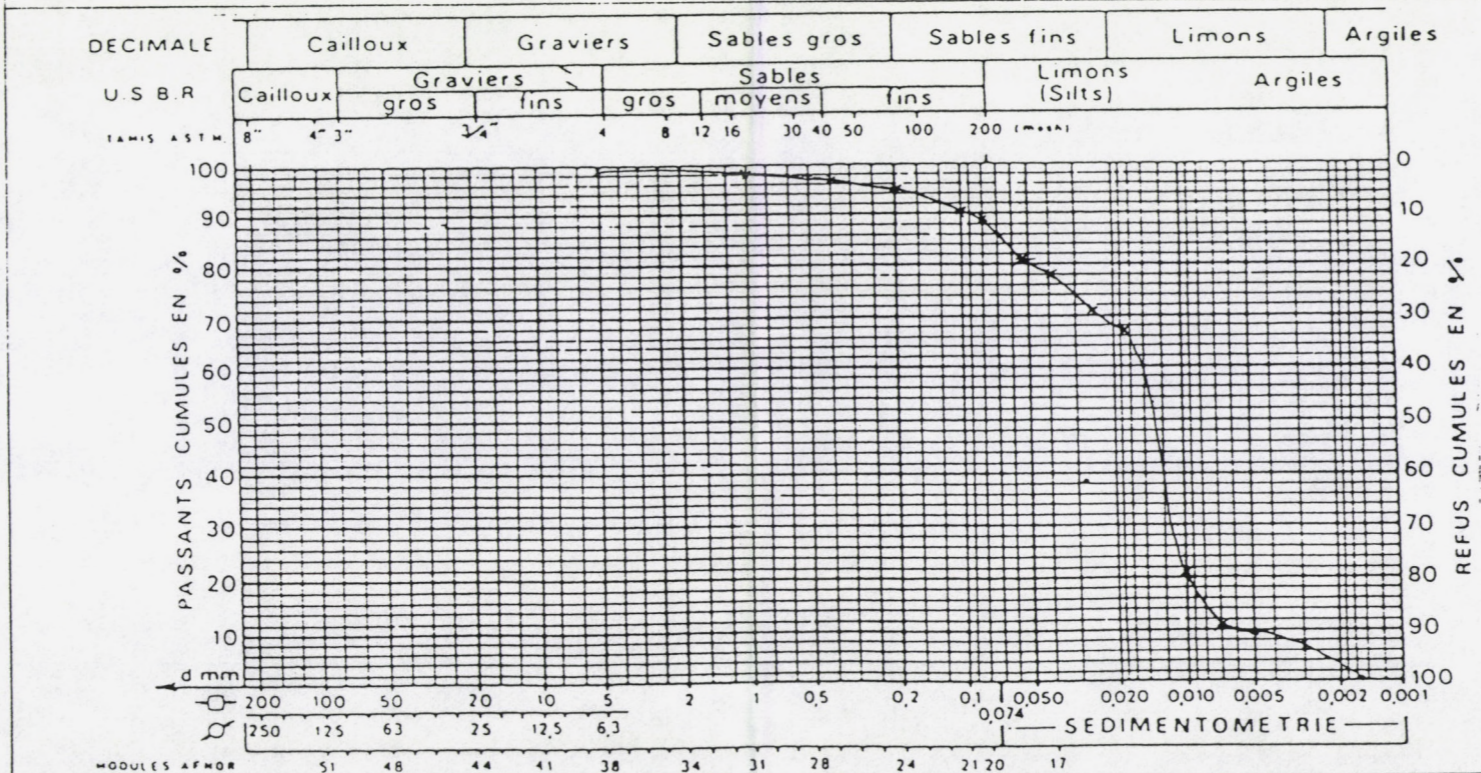
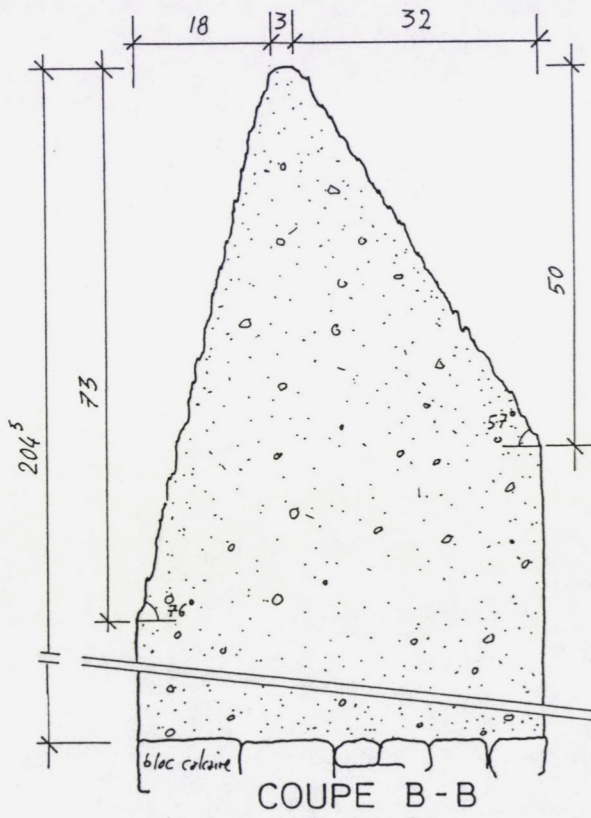
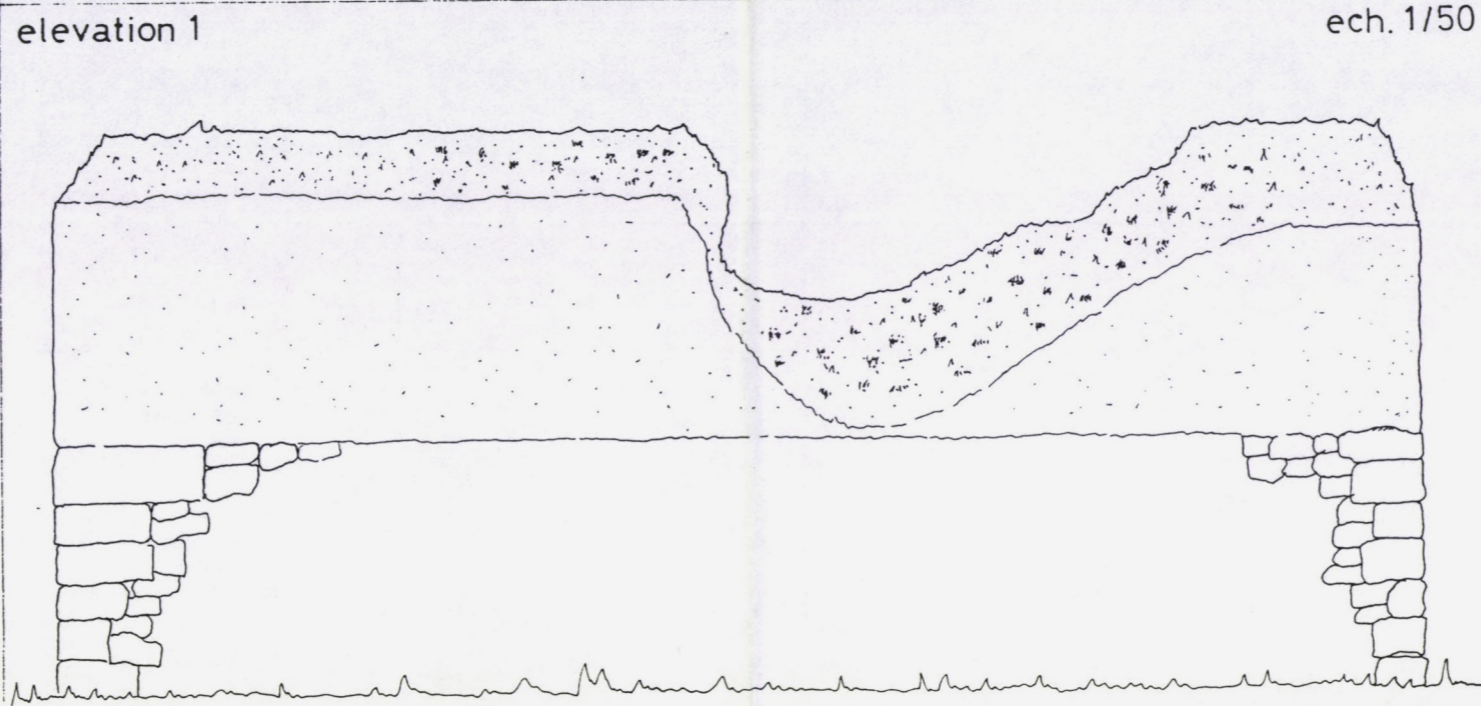
RELEVÉ MURS

DATE: 4/5/89

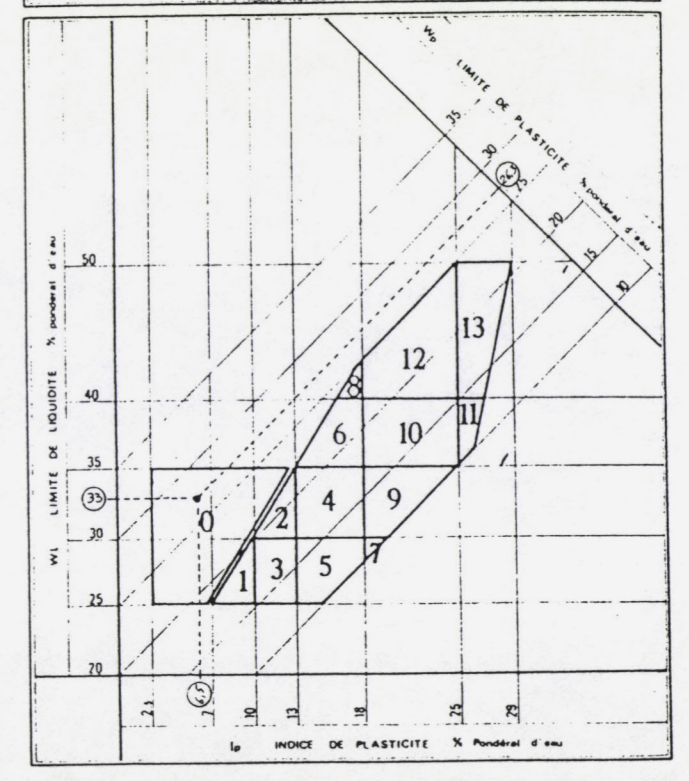


analyse - tests

- petites fissures tous les 3-6cm.
- Pics d'érosion de 2-3 cm de hauteur et 45-2cm de largeur
- Pas d'érosion au pied du mur
- Tousses sur la face Nord-Est oblique



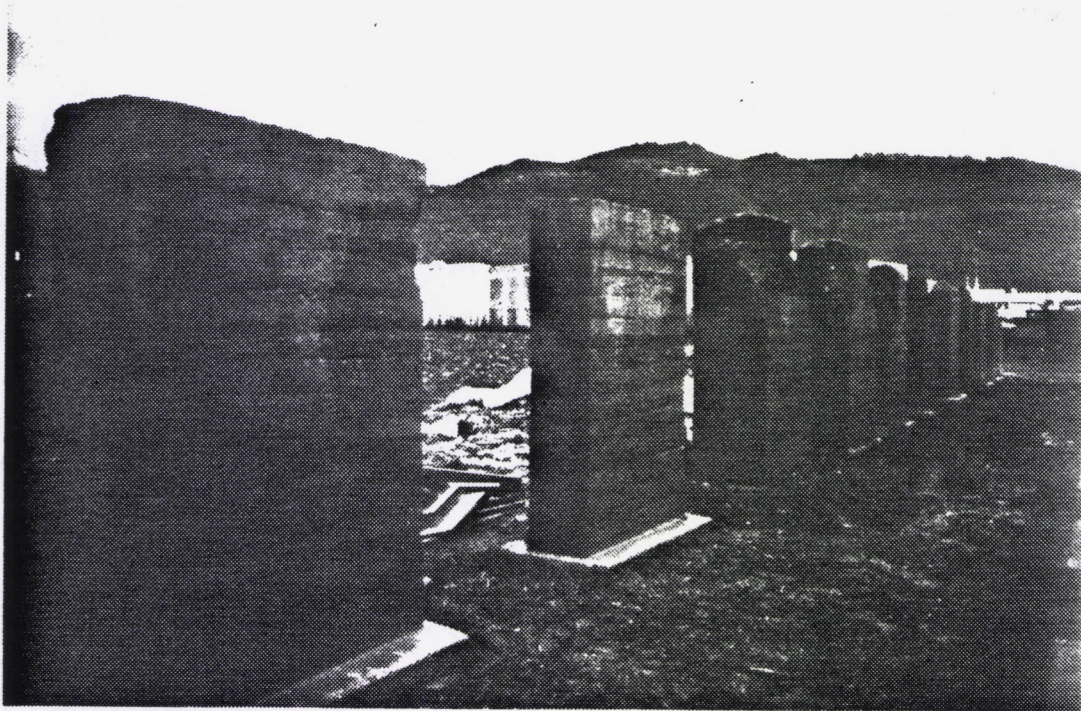
CLASSEMENT PAR ORDRE PREFERENTIEL DES LIMITES D'ATTERBERG (1,2...)



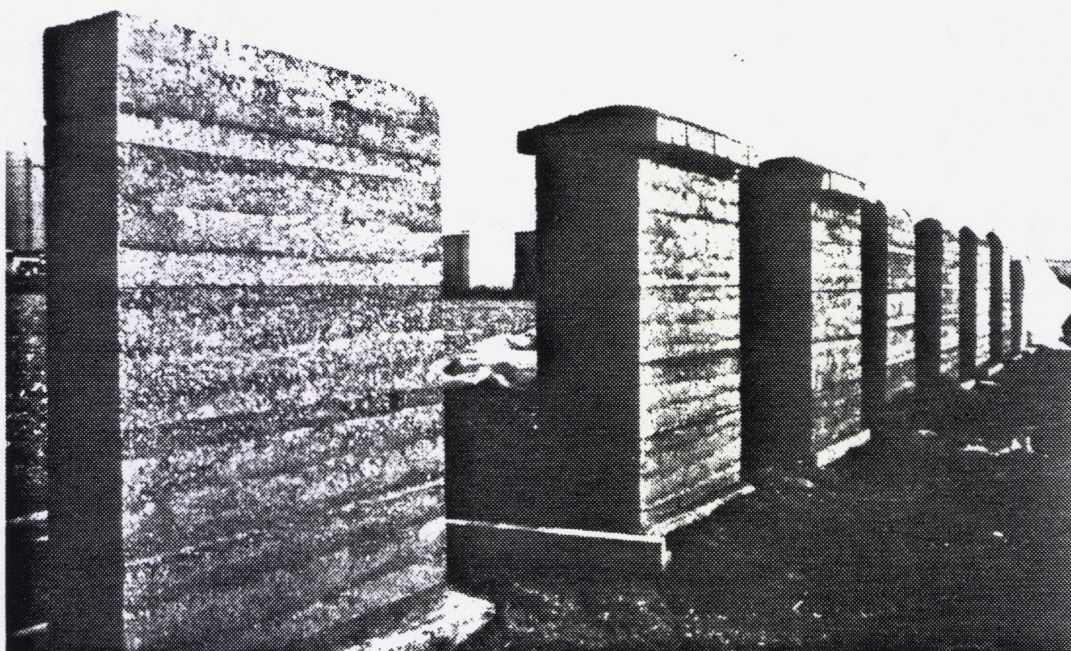
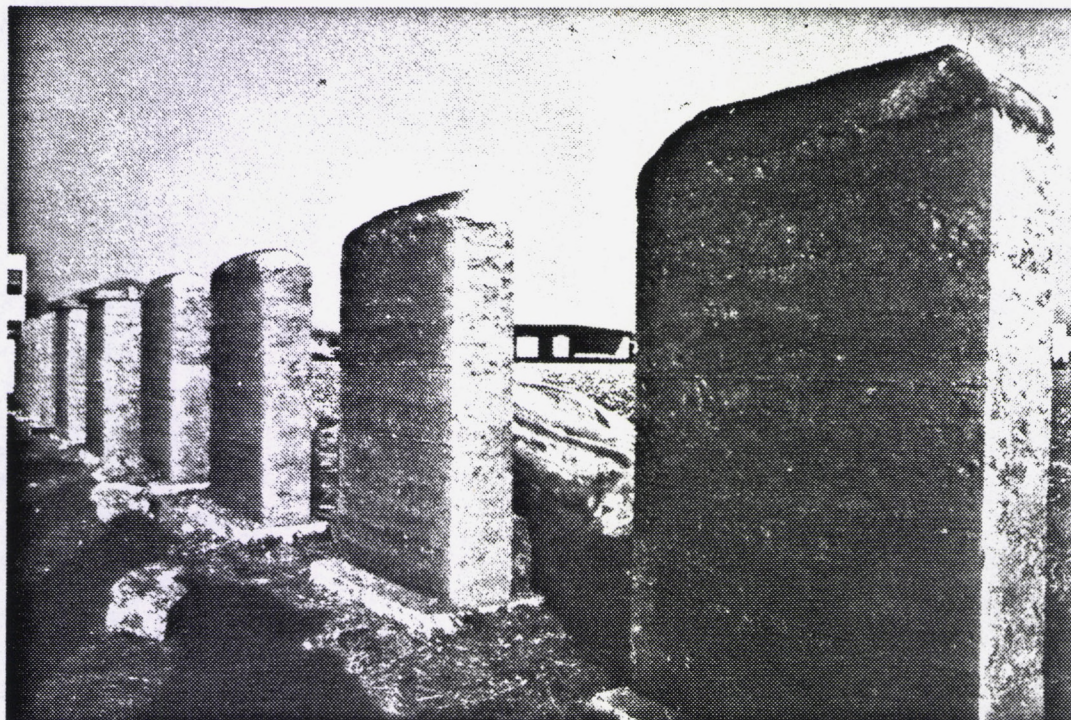


**RELEVES ET ANALYSES DE MURETS  
UNIVERSITE DE GRENOBLE  
CSTB GRENOBLE**



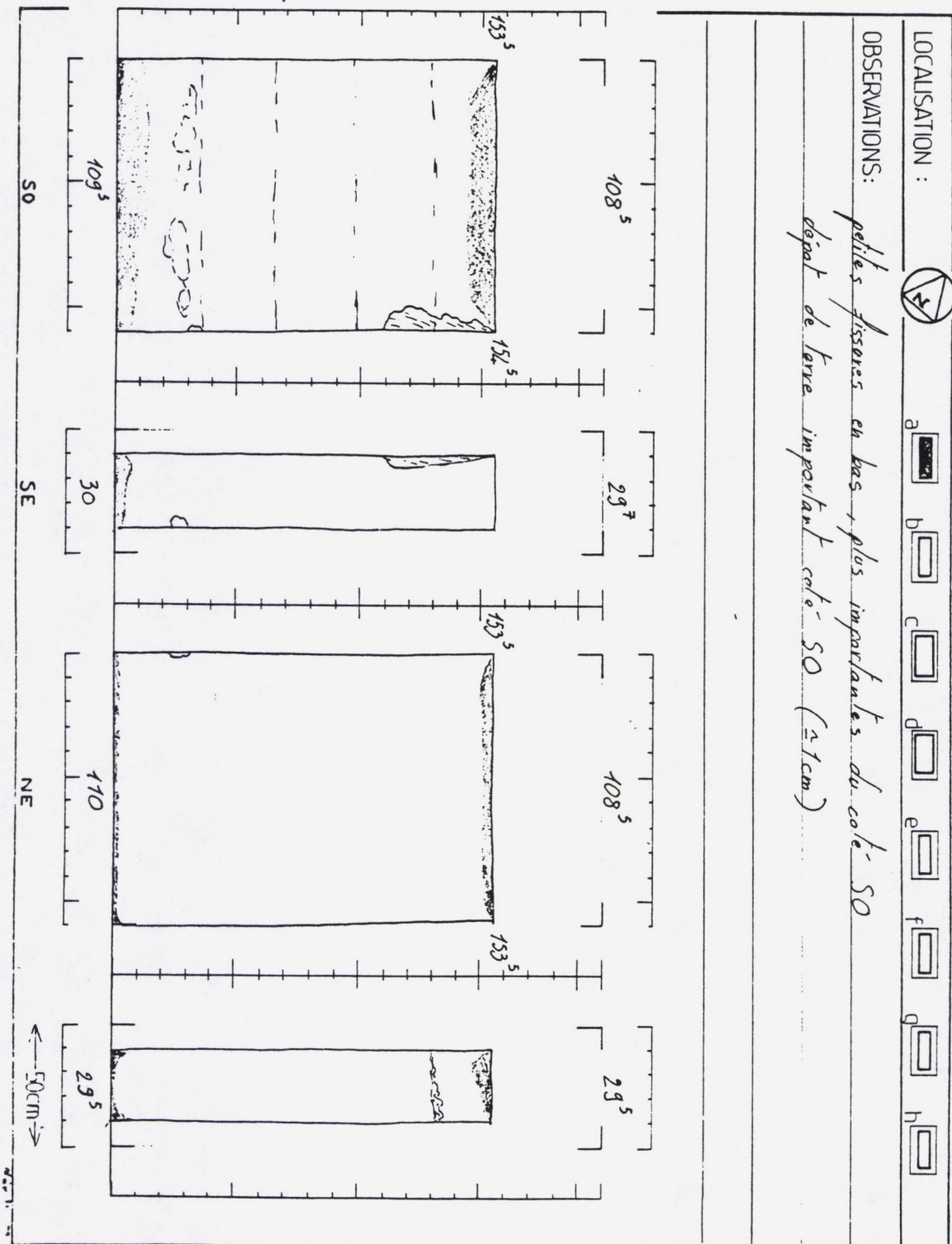








RELEVÉ no. 1 MURET: a DATE: 21/12/89

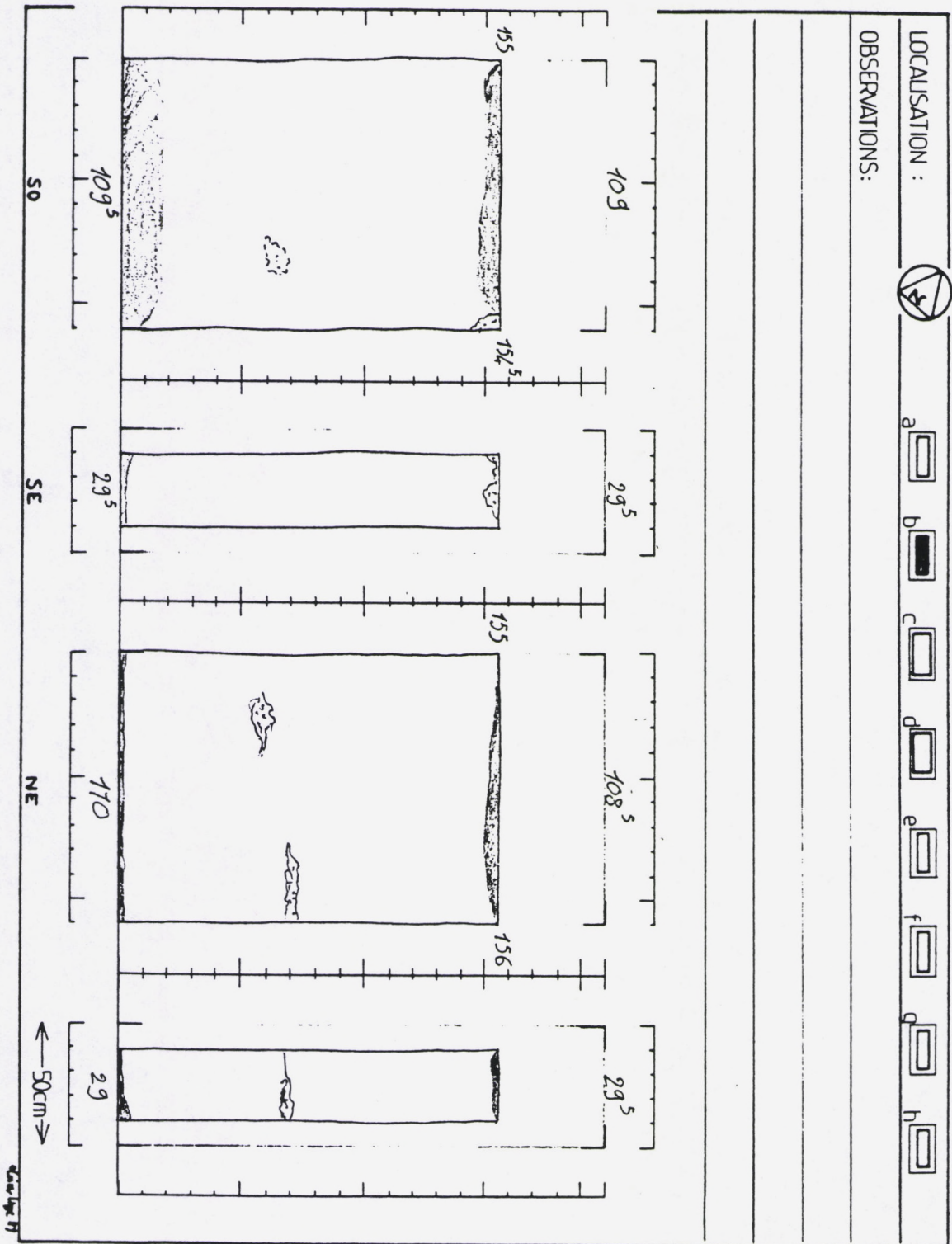




RELEVÉ no. 1

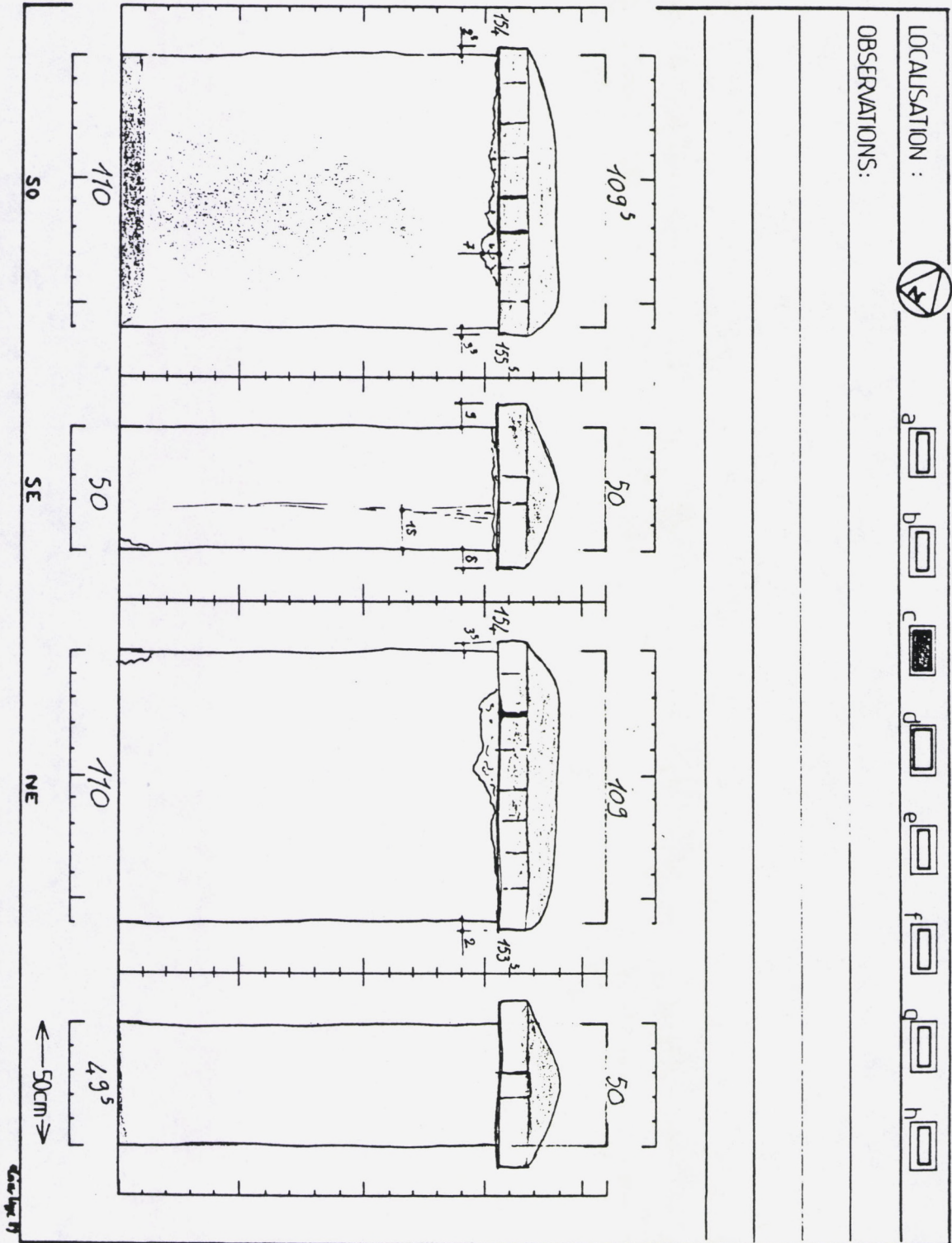
MURET: b

DATE: 21/12/83



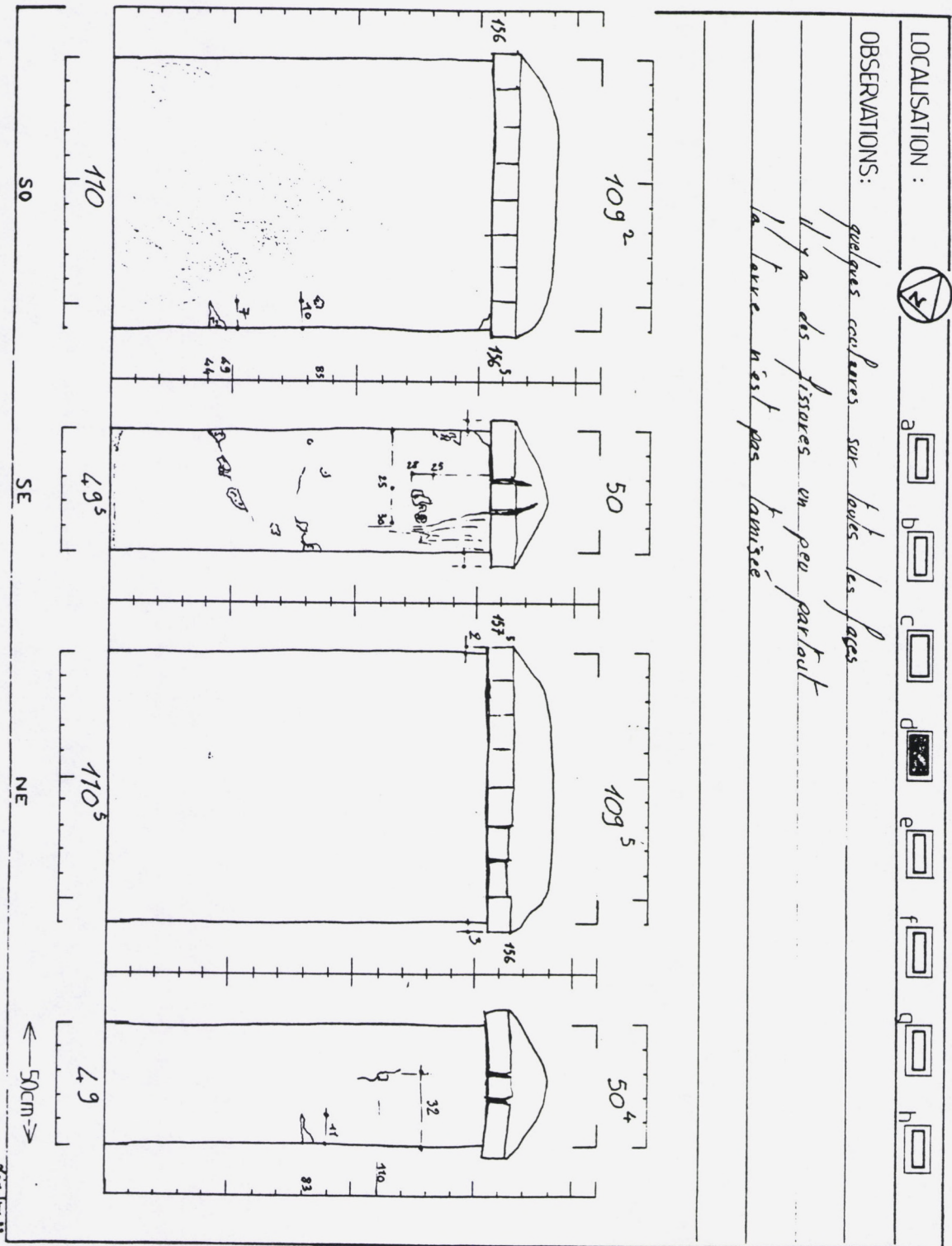


RELEVÉ no. 1      MURET: C      DATE: 21/12/89





RELEVÉ no. 1      MURET: D      DATE: 21/12/59



LOCALISATION :  a  b  c  d  e  f  g  h 

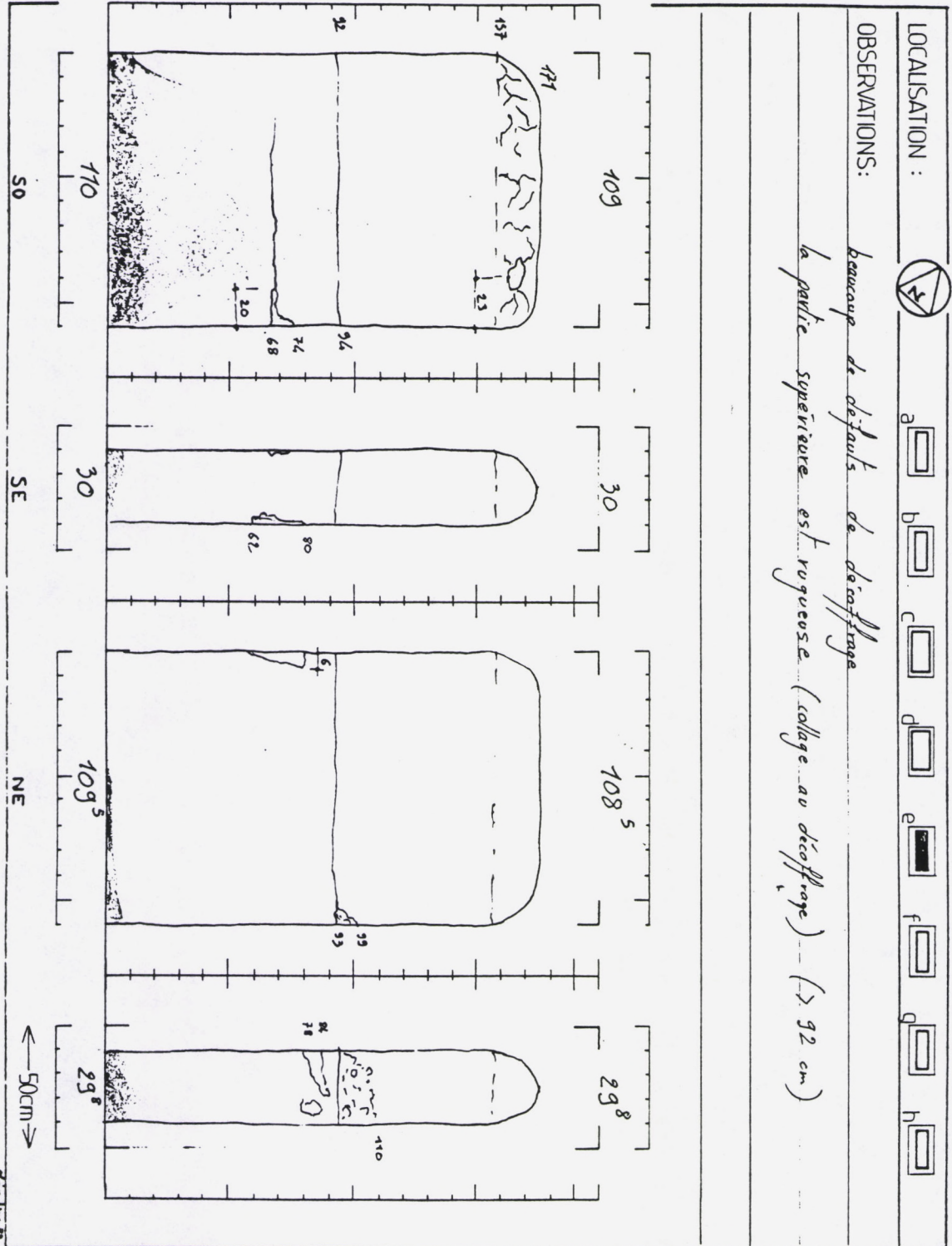
OBSERVATIONS: quelques cailloux sur toute les faces  
 Il y a des fissures un peu partout  
 la terre n'est pas tassée



RELEVÉ no. 1

MURET: e

DATE: 27/12/59

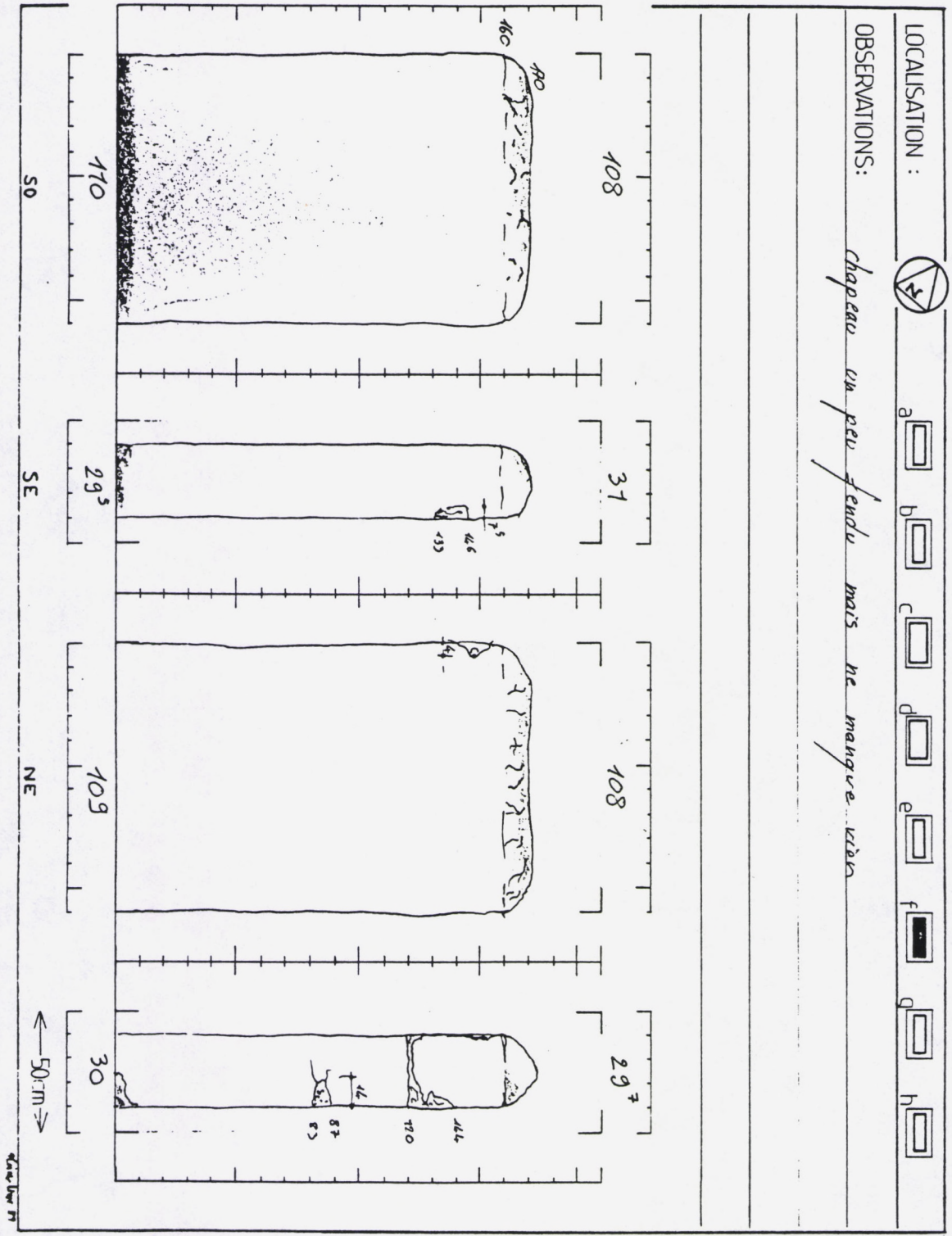




RELEVÉ no. 1

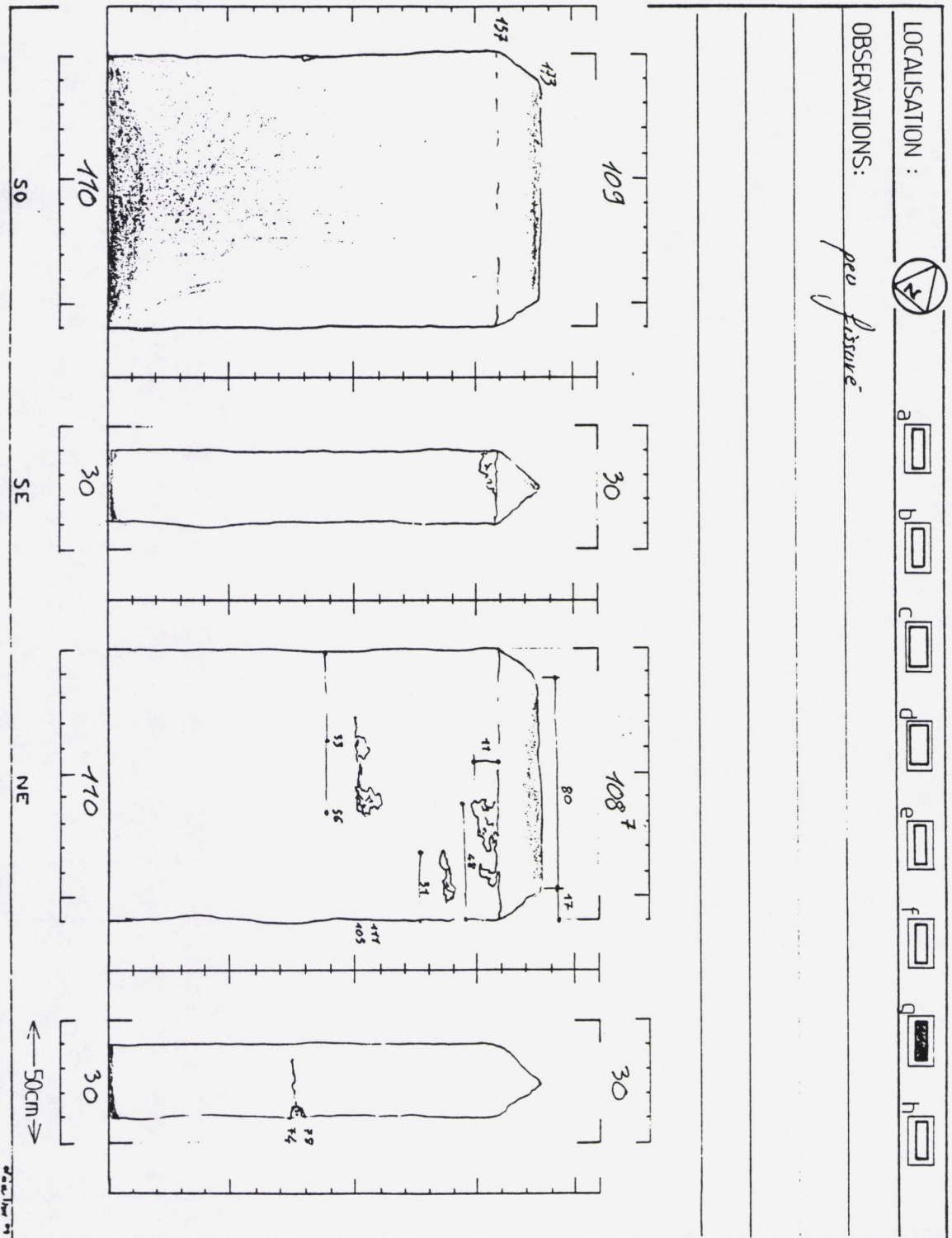
MURET: F

DATE: 27/12/89



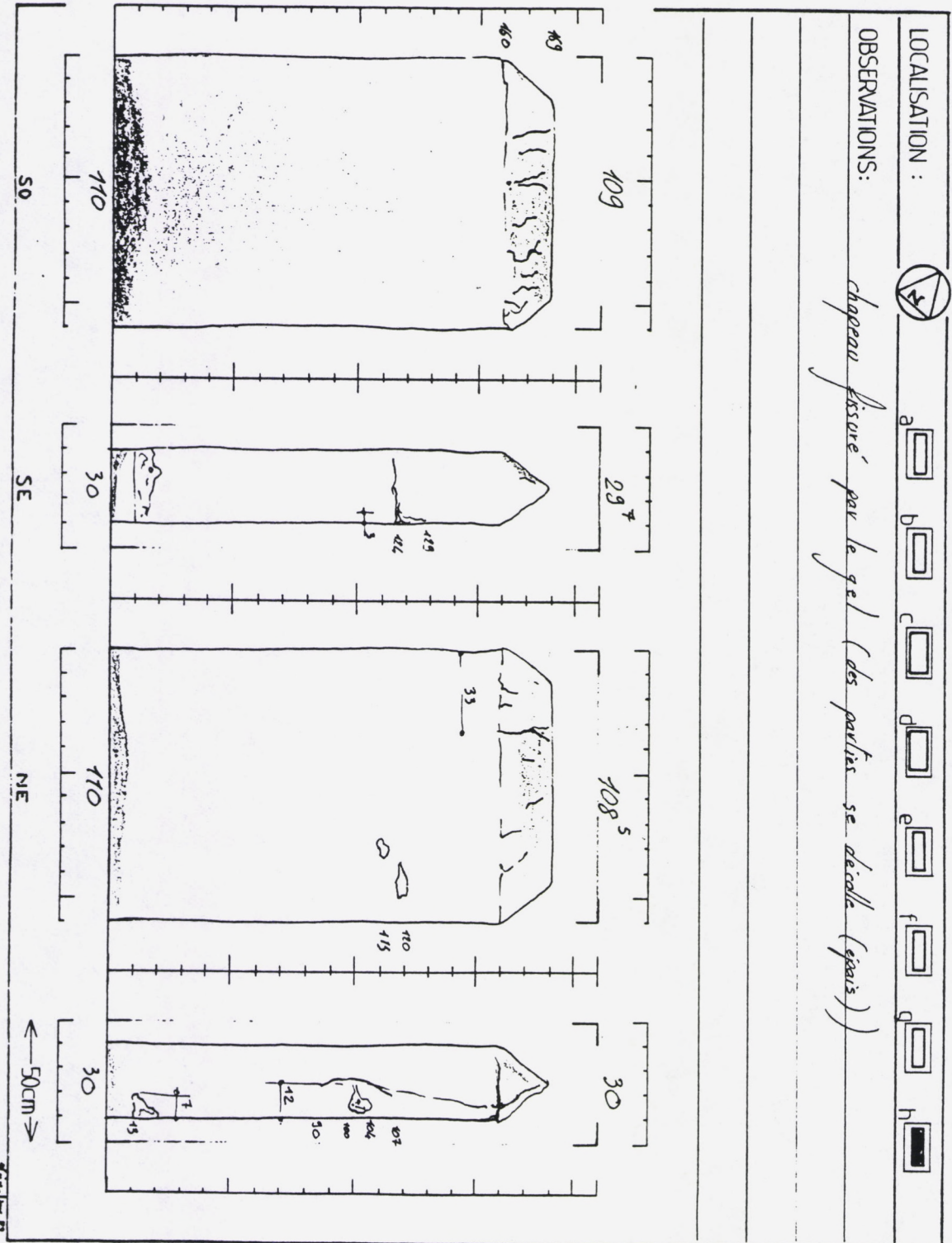


RELEVÉ no. 1 MURET: g DATE: 21/12/89





RELEVÉ no. 1 MURET: h DATE: 21/12/59





**RELEVES ET ANALYSES DE MURETS  
SITE ARCHEOLOGIQUE  
DE MARI. SYRIE**



## **MISSION DE DEFINITION D'UN PROGRAMME DE RECHERCHE SUR LES METHODES DE PRESERVATION DES FOUILLES ARCHEOLOGIQUES DE MARI .**

### **Objectifs et définition de la recherche:**

Jean Margueron, Professeur à l'Université des Sciences Humaines de Strasbourg, responsable du Laboratoire "Sciences de l'homme et de la Société" du CNRS, et directeur de la mission archéologique de Mari, a demandé à l'équipe CRATerre - EAG d'intervenir en Syrie pour définir un programme de recherche sur les méthodes de préservation des fouilles du Tell Hariri mettant à jour une ville en terre du troisième millénaire, au bord de l'Euphrate.

Cette recherche complète de manière parfaite les travaux précédemment engagés sur le thème de la préservation. Mari fournit en effet un fantastique champ d'observation et d'expérimentation sur des murs en adobe exposés aux actions de l'érosion depuis une cinquantaine d'années pour les plus anciens. Tous les états de dégradation sont observables sur le site; depuis la fouille neuve qui révèle le mur intact, jusqu'aux tas de terre des premiers murs mis à jour, aujourd'hui complètement effondrés.

Deux missions ont été effectuées à ce jour.

Une première mission en Octobre 1989 a permis de définir les orientations de la recherche avec la mission archéologique et le Professeur Margueron. Des prélèvements de terre et des analyses de granulométrie et de sédimentométrie ont été effectuées.

Une deuxième mission en Mars 1990 a permis d'entamer la phase active d'observation et de mesures qui aboutit à la définition des expérimentations à mener pour mettre au point des solutions de préservation.

### **Méthodes employées.**

#### **Observation:**

On a, tout d'abord, employé la technique de l'observation minutieuse des murs et murets. C'est en notant les différents types de dégradations que l'on peut identifier leurs causes et imaginer des solutions pour les supprimer. On a ainsi observé des dégâts causés essentiellement par l'humidité. On a pu observer des différences de dégradation quand les murs sont situés dans des lieux plus ou moins ventilés et quand des matériaux absorbants permettent, en tête et en pied de murs, un arrêt des infiltrations et une évaporation de l'humidité.

#### **Analyses des terres:**

Elles ont permis de définir la nature des terres employées dans la fabrication des adobes qui composent les murs de Mari.

#### **Mesures:**

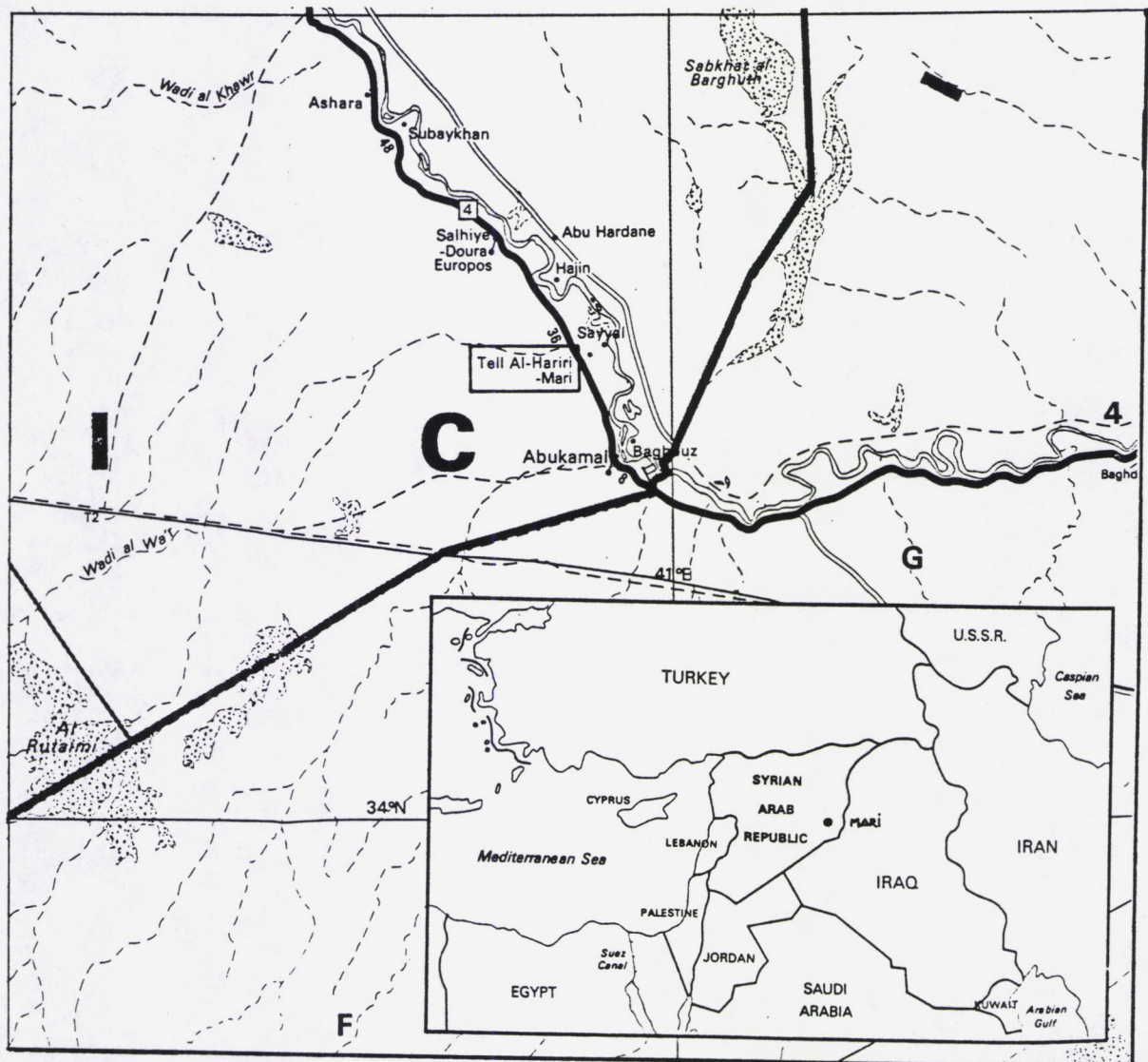
Les observations ont été complétées par des mesures de l'humidité de certains murets choisis comme échantillons et représentant des configurations intéressantes



par rapport aux possibilités d'évaporation. Ces mesures confirment de manière générale l'hypothèse formulée à la suite des observations.

**Expérimentations:**

On a commencé une série d'expérimentations in situ qui testent des solutions imaginées pour protéger les murs en favorisant l'évaporation de l'humidité en tête et en pied de murs tout en les protégeant contre les destructions directes des eaux de pluies tombant sous forme d'orages intenses. Ces expérimentations doivent être complétées et développées dans l'avenir.







Tell Hariri. Photo de l'Aviation française du Levant.

# MARI DANS SON CADRE

Extraits de la revue "Histoire et Archéologie" N° 80 - Février 1984.

---

Laboratoire Architecture de Terre. CRATerre. Ecole d'Architecture de Grenoble.  
10 Galerie des baladins . 38000 Grenoble.



# LE MILIEU NATUREL



L'Euphrate à la hauteur de Mari.

**M**ari, aujourd'hui connue sous le nom de Tell Hariri, est située dans la moyenne vallée de l'Euphrate syrien, non loin de la ville d'Abou Kemal, poste frontière avant l'Iraq. La région où s'est développée l'ancienne ville n'est qu'un étroit ruban fertile, bordé de part et d'autre par un plateau semi-désertique de tous temps parcouru par les pasteurs nomades. L'importance de la localisation de Mari réside dans le fait que cette portion de la vallée de l'Euphrate, voie de communication idéale, représente un trait d'union entre deux régions de grande richesse et de peuplement sédentaire ancien.

A la hauteur du site, la vallée, encaissée de 30 à 40 m dans le plateau, présente un évasement important, un alvéole de 40 km de long sur près de 15 km de large. L'Euphrate le parcourt du nord au sud et y dessine de nombreux méandres, notablement décalés, surtout à la hauteur de Mari, vers la bordure orientale de l'alvéole, lui conférant ainsi un aspect dissymétrique frappant. La plaine alluviale, à première vue monotone et de reliefs peu différenciés, présente un modèle de détail relativement complexe. Au pied du plateau, sur les bordures mêmes de la vallée, s'étagent les lambeaux d'anciennes terrasses fluviales, interrompues seulement par les cônes de déjection des oueds nés dans le désert. La plus grande partie du fond de la vallée est occupée par une terrasse au matériel limoneux, datable d'un Holocène ancien, pré-Néolithique, et qui porte la majorité des sites reconnus à ce jour. Ce niveau encaisse de deux à trois mètres une terrasse d'envergure moindre, de formation plus

Un ancien méandre de l'Euphrate à la hauteur de Mari avec un dépôt de sel sur la rive opposée.

récente, historique, qui est formée de limons et de sables, et qui borde le lit majeur de l'Euphrate.

Mari, de même que tous les grands tells qui émergent de cette vallée monotone, se situe sur la terrasse de l'Holocène ancien. Si ces antiques agglomérations se sont souvent implantées en bordure de cette terrasse, au plus près du fleuve, Mari semble s'être installée plus en retrait, au centre du vaste domaine cultivable que constitue cette étendue de dépôts limoneux aux sols fertiles et facilement irrigables. L'irrigation est, pour les cultures, une nécessité impé-

native dans ce pays dominé par l'aridité. Les conditions climatiques sont dures, marquées par la continentalité de cette région. Les étés sont torrides avec des températures pouvant atteindre ou dépasser 40°. Les hivers, aux températures douces dans la journée, connaissent des nuits froides et le gel n'est pas rare. Les caractères les plus contraignants pour la végétation sont la faiblesse des précipitations (entre 100 et 150 mm/an), mais surtout la longue période de sécheresse estivale, caractères qui rendent difficiles les cultures sèches. Toute culture est donc liée à la possibilité d'irriguer. Ce fait est déjà attesté dans les textes du début du II<sup>e</sup> millénaire, ce qui suggère qu'à l'époque des rois de Mari, le climat était peu différent de sa forme actuelle, quoique sans doute moins contraignant. L'irrigation se faisait alors par des prises en amont dans le fleuve et l'eau s'écoulait par gravité dans les canaux. Le plateau, situé à près de 40 m au dessus du niveau moyen de la plaine, ne pouvait profiter de tels aménagements. De nos jours encore, il ne présente qu'une steppe clairsemée, aux ressources médiocres, ne permettant que le nomadisme. Les terrasses anciennes, étagées au pied du plateau, étaient elles-aussi, du fait de leur altitude relative, difficilement irrigables. Une seule trace de canal a pu, à ce jour, y être repérée et donne à penser que ces surfaces pouvaient être cultivées lorsque la demande dépassait la

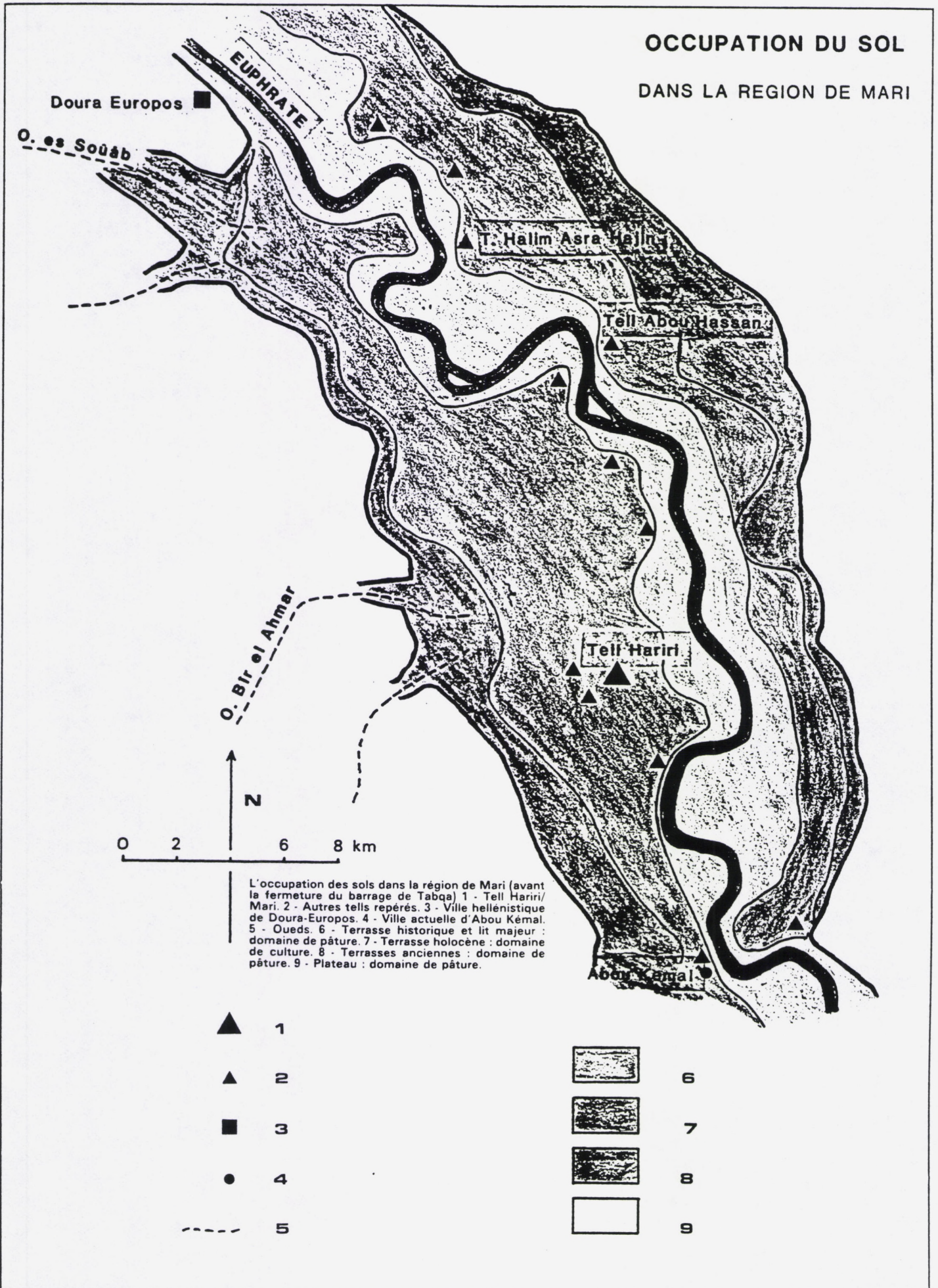
#### Page de droite

L'occupation des sols dans la région de Mari (avant la fermeture du barrage de Tabqa) 1 - Tell Hariri/Mari. 2 - Autres tells repérés. 3 - Ville hellénistique de Doura-Europos. 4 - Ville actuelle d'Abou Kemal. 5 - Oueds. 6 - Terrasse historique et lit majeur : domaine de pâture. 7 - Terrasse holocène : domaine de culture. 8 - Terrasses anciennes : domaine de pâture. 9 - Plateau : domaine de pâture.





# OCCUPATION DU SOL DANS LA REGION DE MARI







Un canal d'irrigation moderne perché sur une levée de terre dans la terrasse historique : roseaux qui poussent spontanément dès qu'il y a de l'humidité.



Début de l'alcôve de Mari à la hauteur de la falaise de Doura-Europos, avec l'Euphrate.



capacité de production de la terrasse holocène. Encore faut-il préciser que bien souvent, sur ces niveaux anciens, des encroûtements de sels provenant par ruissellement des affleurements gypseux du plateau rendent toute culture impossible et ne permettent là aussi que le développement d'une végétation pauvre servant de pâture aux troupeaux. Le problème du sel est d'ailleurs crucial, de nos jours, sur les surfaces irriguées de la terrasse holocène. Celle-ci, de tous temps domaine agricole par excellence, connaît actuellement une lente stérilisation par dépôts d'évaporites (cristaux de sel déposés en surface par évaporation des eaux d'irrigation) qui finissent par former une pellicule blanche couvrant par endroits les sols. Seule la basse terrasse historique échappe à ce phénomène. La raison en est sans doute que les inondations de l'Euphrate, fréquentes avant que ne soit construit le barrage de Tabqa (*Archeologia*, n° 176, 1983, p. 23), venaient laver les limons des sels qu'ils contenaient. Le rôle joué par les inondations était d'ailleurs important à plus d'un titre. Comme pour le Nil, mais dans une moindre mesure, les limons de débordement fertilisaient les terres tandis que l'eau évacuait les sels, et ce jusque sur la terrasse holocène. Le fait que les Anciens ne mentionnent pas de problèmes liés au sel, laisse penser qu'ils n'y étaient pas ou peu confrontés. La régularité des inondations, leur caractère sinon habituel du moins courant, avait incité les hommes à installer leurs habitations à l'abri de digues ou sur de petites buttes naturelles de galets : c'est, entre autres, le cas de Tell Abou Hassan et de Tell Halim Asra Hajin. Ces mêmes inondations déferlaient avec force sur le secteur de la basse terrasse historique, y empêchant toute installation humaine durable et menaçant très souvent les cultures. Il est plus probable qu'à l'époque de Mari, cette terrasse n'étant encore qu'embryonnaire, les troupeaux étaient les maîtres de ce secteur. Une autre conséquence, négative celle-là, des inondations, mais aussi du jeu normal de déplacement des méandres de l'Euphrate est la destruction des sites et aménagements conçus par l'homme. Ainsi ont pu être éliminées toutes traces de digues, de canaux ou d'installations humaines anciennes sur la basse terrasse. Ainsi ont dû être détruits nombre de tells, sapsés peu à peu, comme c'est le cas actuellement de Tell Abou Hassan, par la force des eaux du fleuve.

Deux conclusions semblent essentielles. Mari était au cœur du plus grand domaine cultivable de l'alcôve, au centre de son aire de subsistance directe, entre d'une part un secteur (basse terrasse et lit majeur) continuellement en proie aux débordements dévastateurs de l'Euphrate, et d'autre part un plateau et ses abords directs (terrasses anciennes) que leur position rendait très difficilement irrigables et où le sel s'opposait bien souvent à la mise en culture. La disposition des tells (hormis ceux du groupe de Mari), à la limite de la terrasse holocène, au plus près de l'eau mais en dehors des terres facilement inondables, semble démontrer que, sauf exceptions très localisées, l'Euphrate n'a plus guère changé de cours à l'époque historique. Depuis l'installation des cités aujourd'hui tells informes, la terrasse de l'Holocène ancien canalise le fleuve, limite ses débordements saisonniers, ne permet plus que l'étalement des crues exceptionnelles.

La plaine de Mari depuis le tell en direction du nord ; à l'horizon l'Euphrate.



# LE TELL ANTIQUE

Les ruines de Mari forment un tell d'assez grandes dimensions et relativement peu élevé ; il s'étend en effet, au plus sur 1 200 m du nord au sud et autant d'est en ouest et culmine à 14,5 m au-dessus de la plaine. Il est donc relativement plat et bien étalé ; il est de plus installé sur la terrasse moyenne à mi-chemin entre le fleuve et la piste qui descendait la vallée en longeant la falaise occidentale. Tout cela

explique que le Tell Hariri ait peu attiré l'attention des voyageurs et des archéologues qui descendaient la vallée pour rejoindre les basses plaines alluviales du Tigre et de l'Euphrate.

La masse actuelle des ruines présente une configuration assez curieuse. L'ensemble,

La partie centrale du tell Hariri avec, se profilant au sommet, la couverture protégeant le palais présargonique.

de forme hémisphérique, est constitué par une colline principale entourée au sud par une levée de terre qui disparaît au nord-ouest et au sud-est et où on reconnaît d'habitude les remparts de la cité. Cette organisation présente quelques caractéristiques qui ne paraissent pas tout à fait habituelles pour une cité normalement constituée ; on songe en particulier :

— à la ligne des remparts qui ne semble





exister que vers le sud-ouest alors qu'on l'attendrait sur tout le pourtour.

— au rebord septentrional dont le tracé presque rectiligne présente un abrupt très marqué, alors que le passage du tell à la plaine se fait partout ailleurs par des pentes douces.

— au décentrement très étrange du point culminant par rapport au centre réel des ruines actuelles, alors même que celui-ci représente le cœur religieux de la cité où s'élevait dans la phase finale une haute terrasse associée au temple de Dagan.

Ne pourrait-on donc pas envisager que le tell actuel ne représente qu'une partie de l'ancienne cité? Les fouilles récentes, conduites en particulier au chantier B,

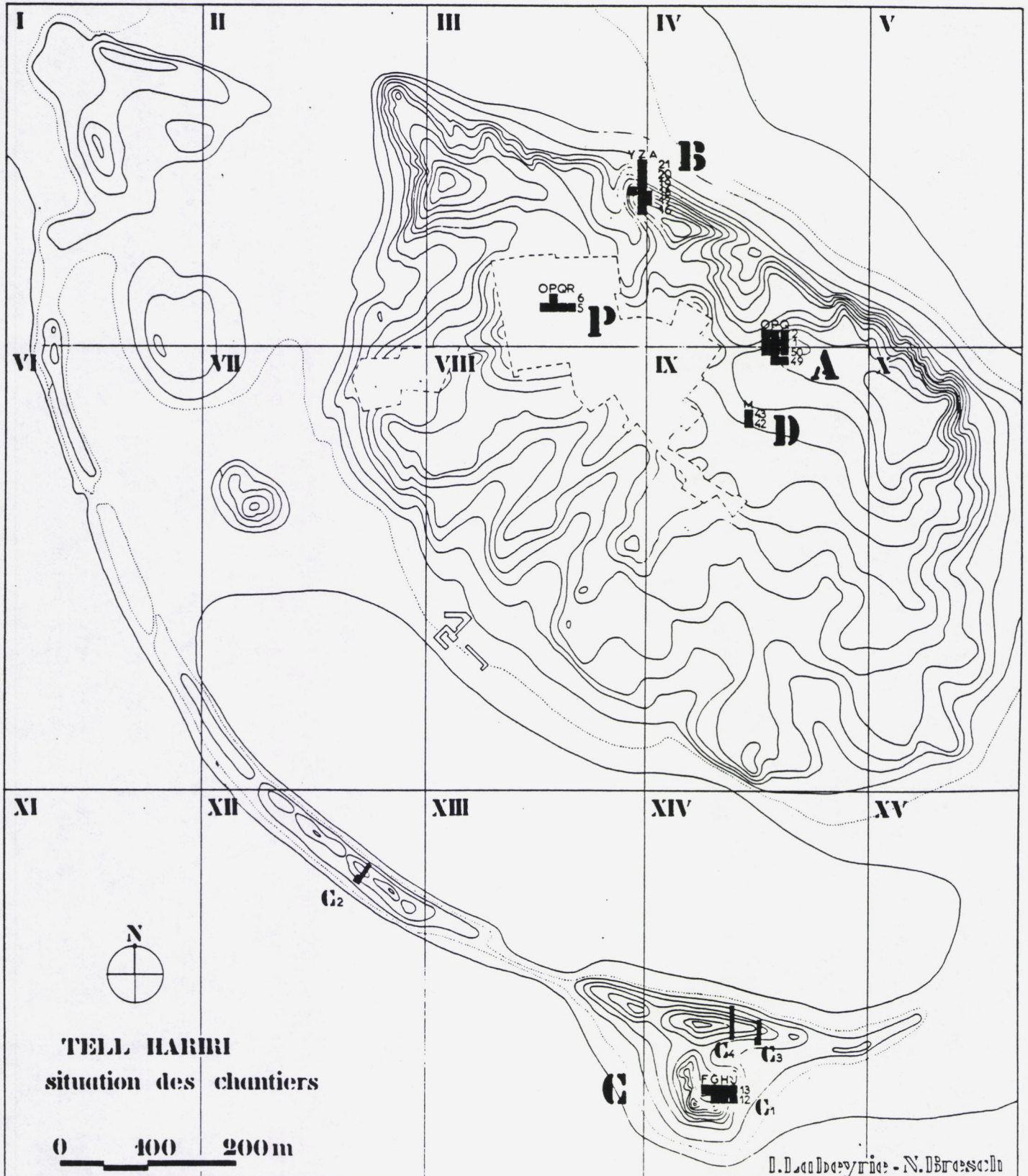
montrent en effet que le rebord septentrional du tell ne représente pas l'ancienne limite de la cité et si on ne peut plus estimer ses dimensions exactes au temps de sa splendeur, on peut affirmer en tout cas qu'elle s'étendait plus loin vers le nord.

Reste à déterminer l'origine de cette érosion. Malgré le fait que le tell est installé sur la terrasse moyenne et donc hors des limites de la zone normale d'inondation, il est difficile d'envisager un autre agent de destruction que le fleuve lui-même, lors des grandes crues qui exerçaient, avant la régulation moderne, des ravages trop fréquents au printemps lors des hautes eaux de l'E-

Plan du tell Hariri avec l'emplacement des chantiers ouverts durant les trois dernières campagnes.

phrate provoquées par la fonte des neiges du Taurus. C'est sans doute aussi à ce phénomène que l'on doit la disparition des remparts du nord de la cité si ceux-ci ont existé.

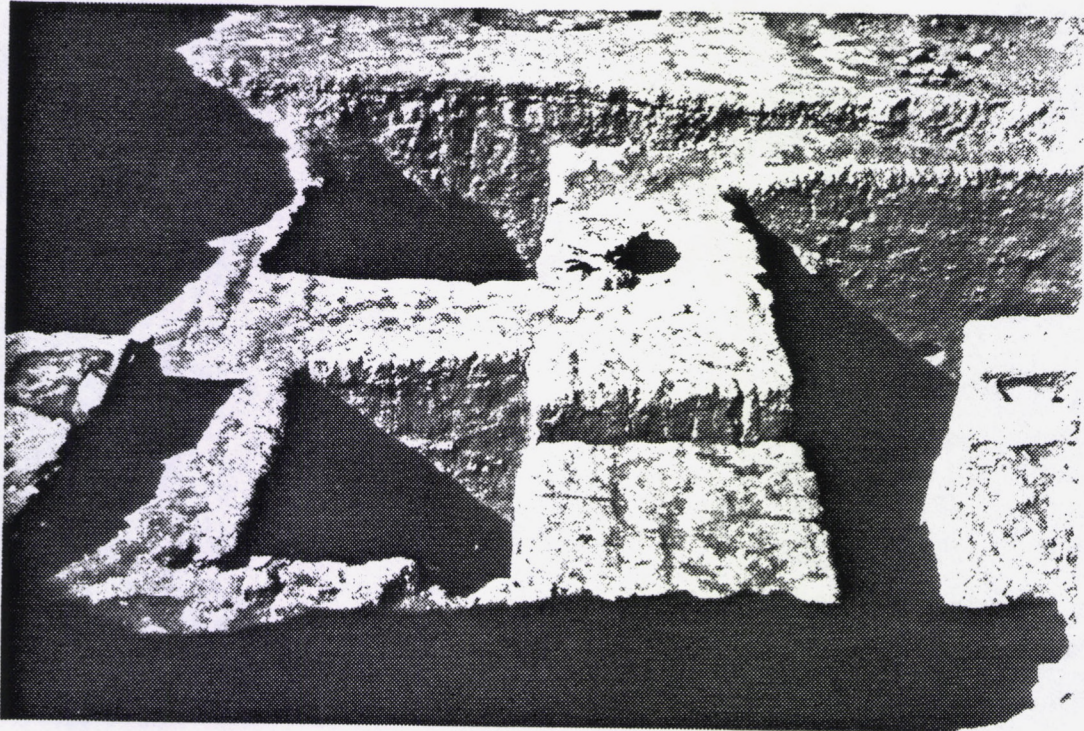
Ainsi des recherches sont-elles nécessaires pour définir toutes les composantes d'une situation moins simple que ce qu'on pourrait croire de prime abord. Et Mari pourrait avoir été une cité plus grande que ce qu'en montrent les ruines actuelles. C'est là une constatation qui ne fait que confirmer son importance ancienne, mais qui rend impossible une estimation de sa population. De ce fait aussi on ne pourra jamais être tout à fait sûr de l'organisation urbaine.





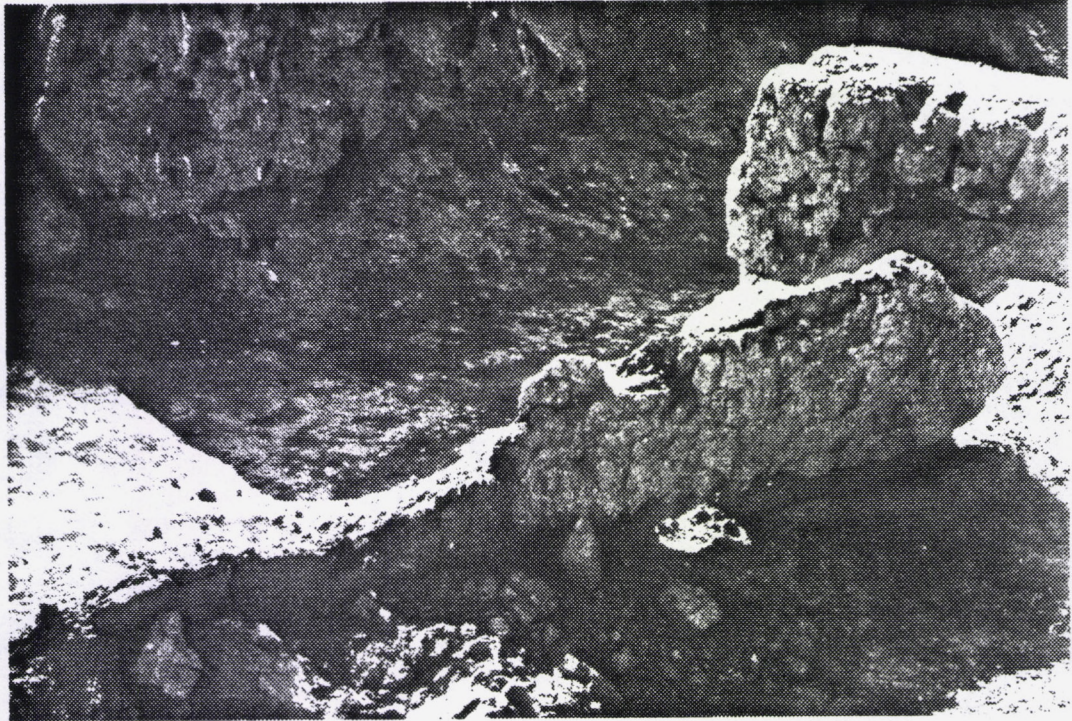
**OBSERVATIONS GENERALES.**

Définition d'un modèle d'érosion.



En haut : les fouilles neuves.  
En bas: les fouilles détériorées.





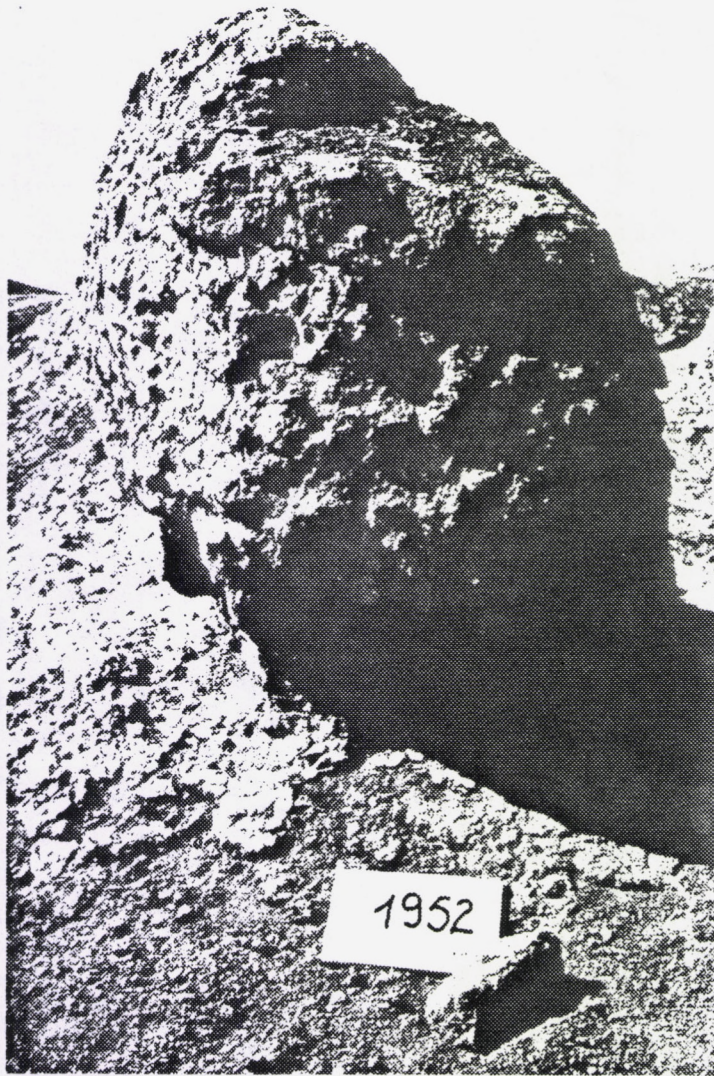
Murs d'adobes mis à jour en 1934. Etat 1989.





Murs mis à jour en 1936. Etat 1989.





Murs mis à jour en 1952. Etat 1989.





Murs mis à jour en 1952. Etat 1989.





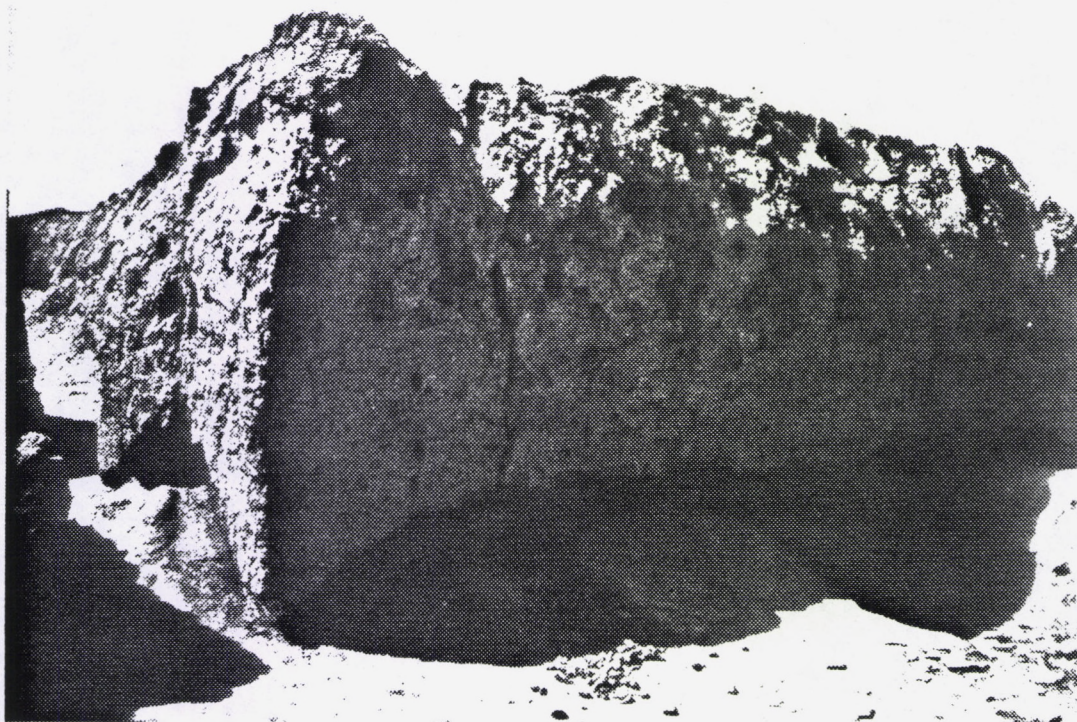
Murs mis à jour en 1954. Etat 1989.



**SILLON ET TALUS DETRITIQUE A LA BASE DU MUR .**

On observe de manière générale une érosion en pied de murs due à des remontées d'humidité. Ces infiltrations ont pour conséquence de fragiliser cette zone et de créer un sillon parfois assez profond qui attaque la base. Les débris de cette érosion s'entassent en un talus incliné que l'on trouve tout le long du mur érodé.

Les talus détritiques sont également formés d'apports de matière en provenance du sommet du mur. Les apports étant supérieurs dans les angles rentrants, puisque qu'ils proviennent des deux murs se rejoignant, le talus est souvent plus haut dans les coins. Ceci a pour conséquence de remonter le sillon dans ces zones. (voir photos ci-dessous et page suivante).







Sillons détritiques en pied de murs.





Détail du sillon.



**RAVINEMENT EN TETE DE MUR.**

La pluviométrie est faible à Mari (15 cm par an). Cependant, comme la pluie tombe sous forme d'orages violents, elle érode le sommet des murs de terre mis à jour par les fouilles archéologiques. Il s'ensuit un ravinement de cette zone qui prend plusieurs formes. Le haut du mur peut petit à petit devenir une espèce de cône, mais il peut aussi parfois rester plan et subir des fissurations et des ravinements internes là où la matière est







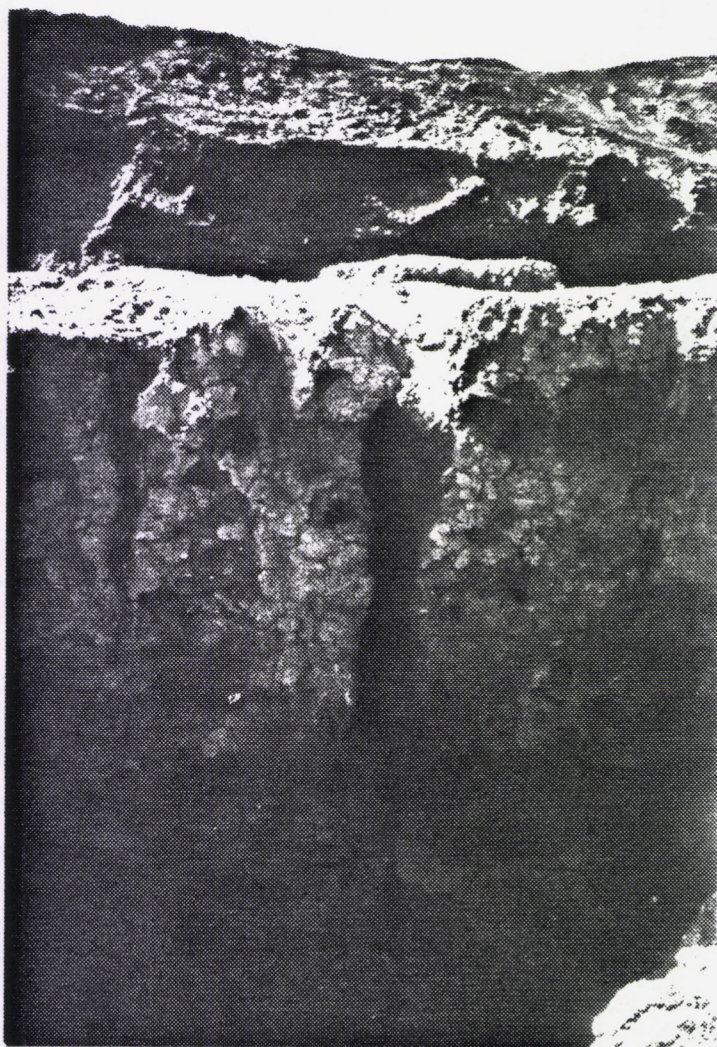
Ravinement en tête de mur.





Ravinement en tête de mur.



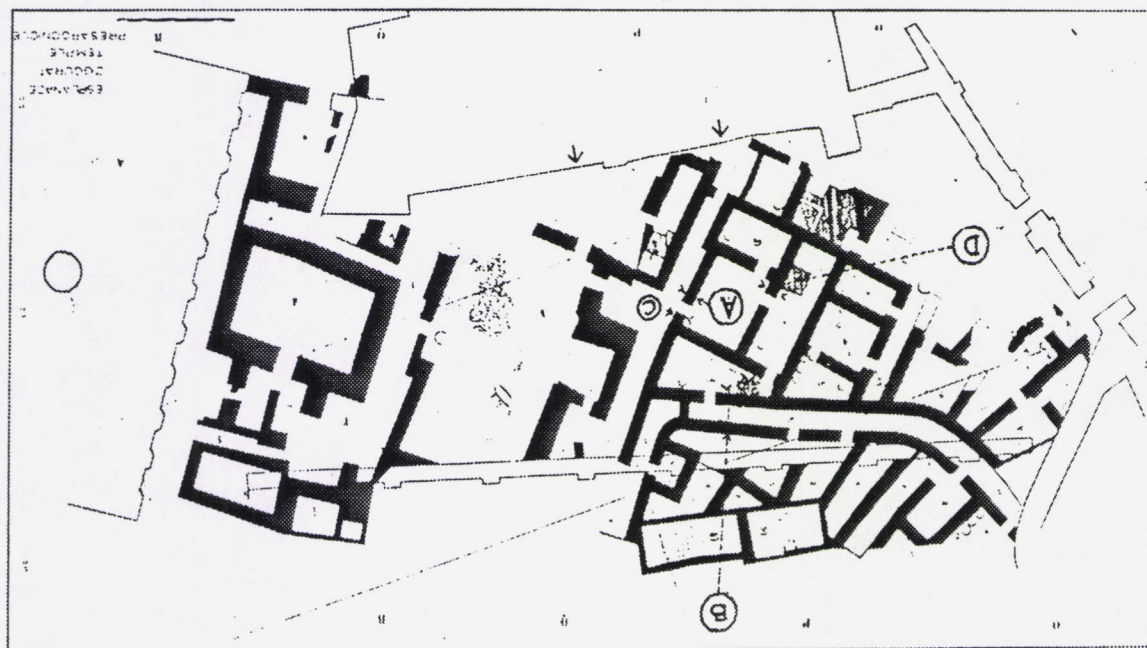


Ravinement en tête de mur.



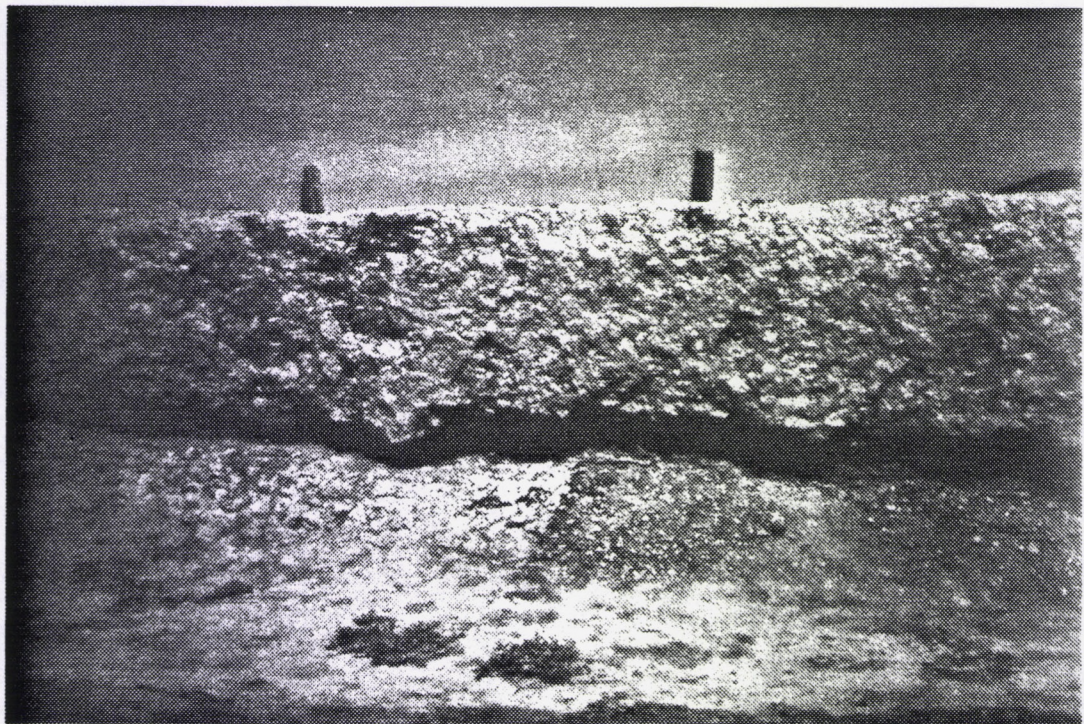
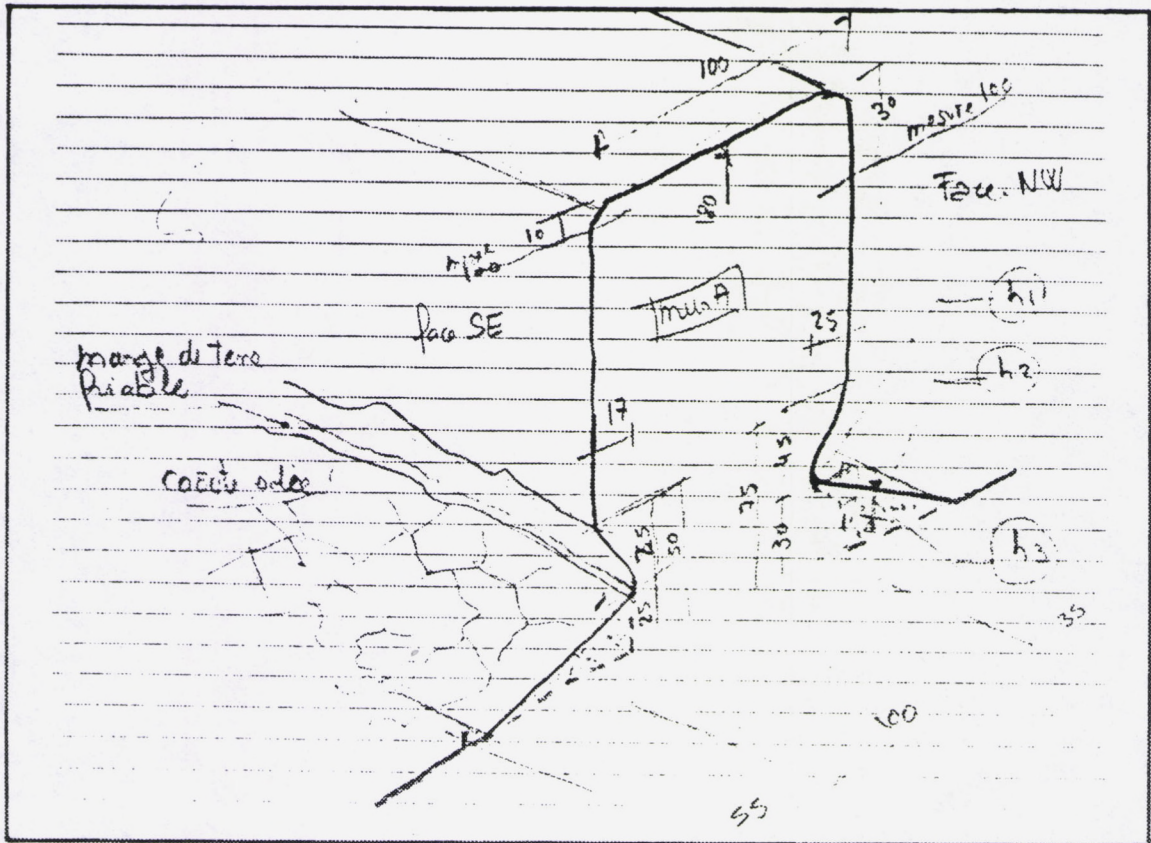
## ETUDES DE CAS

Observation de murs mis à jour en 1963. Temple de Dagan et dépendances. Ziggourat.



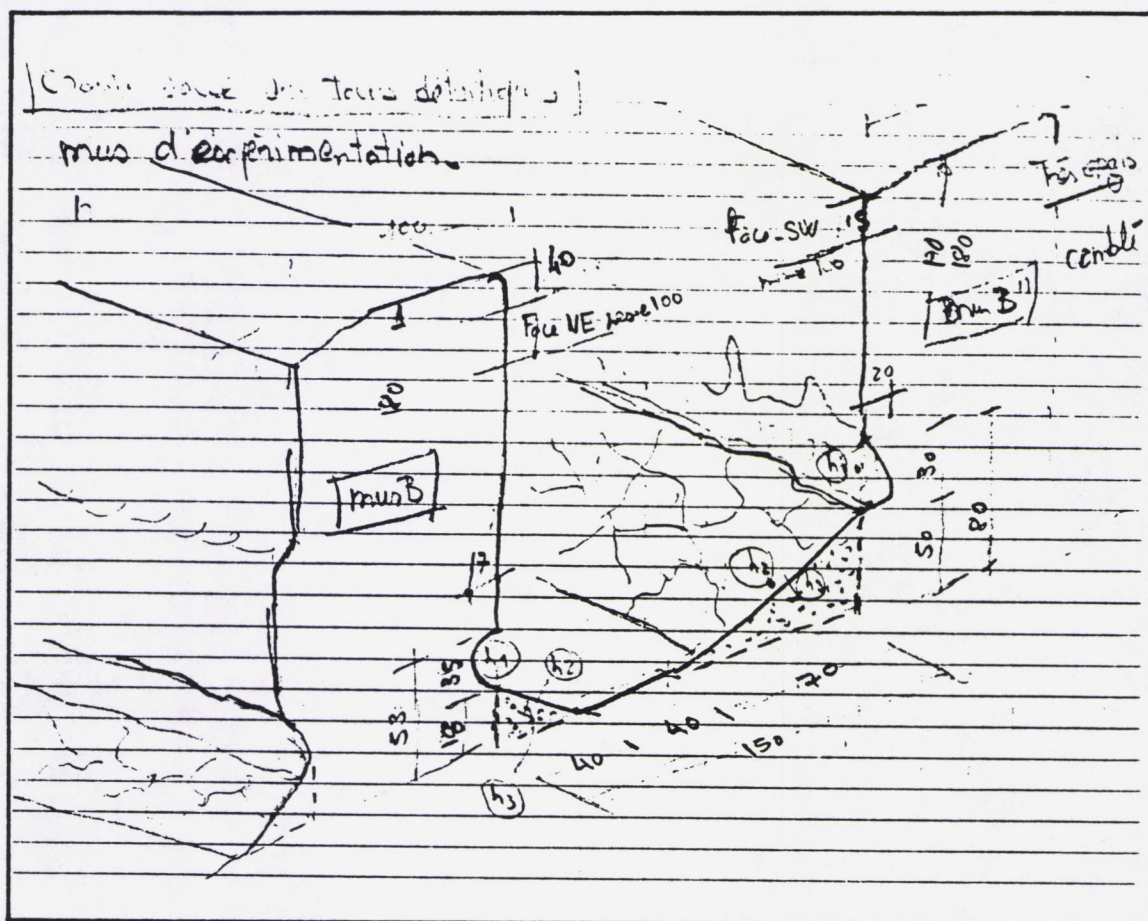
Vue générale du site et des murets ABCD.





Muret A.



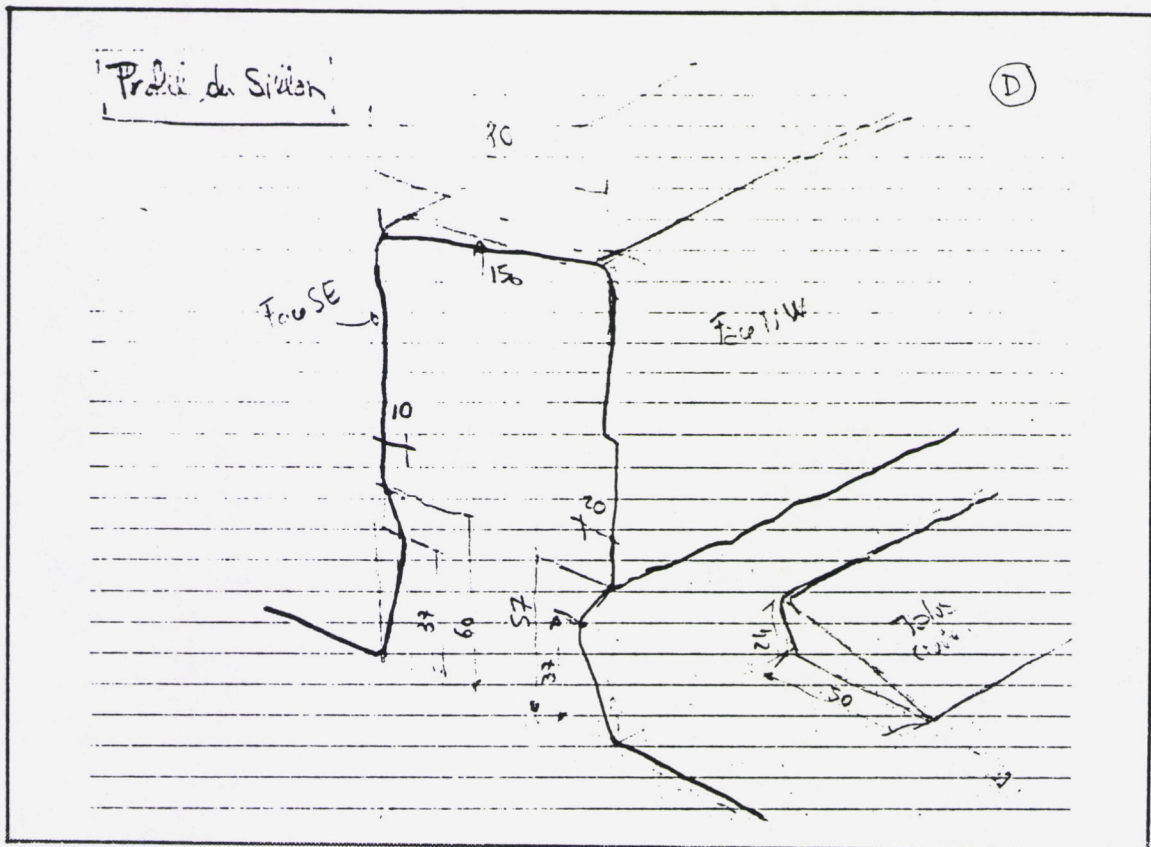






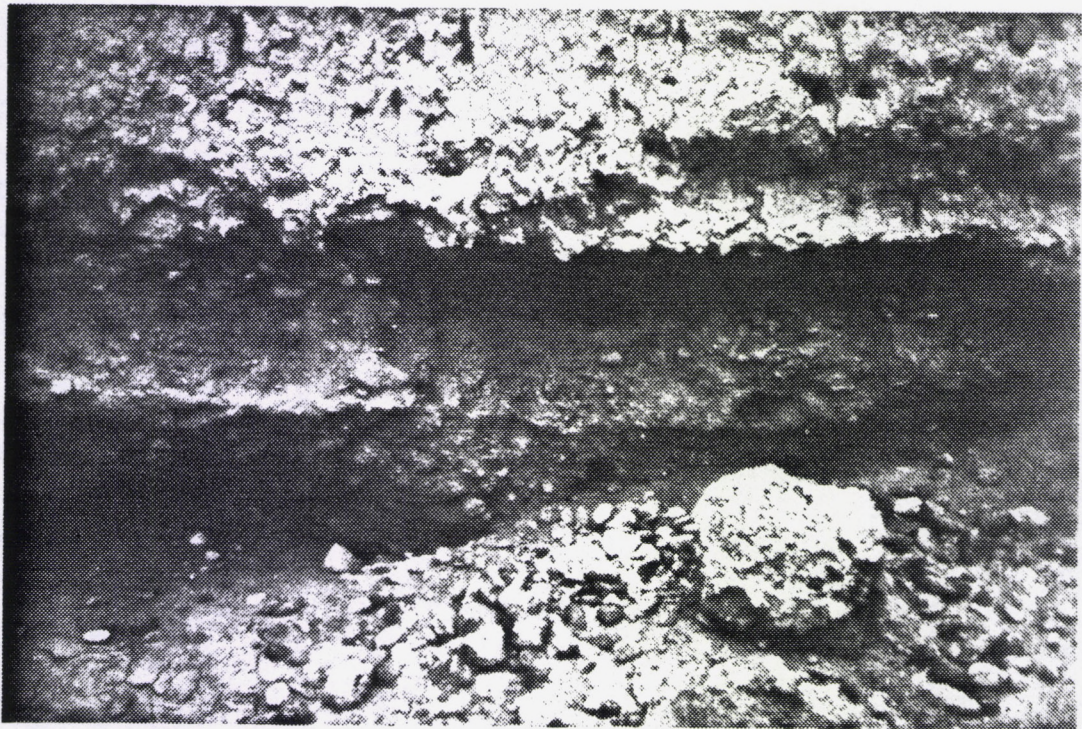
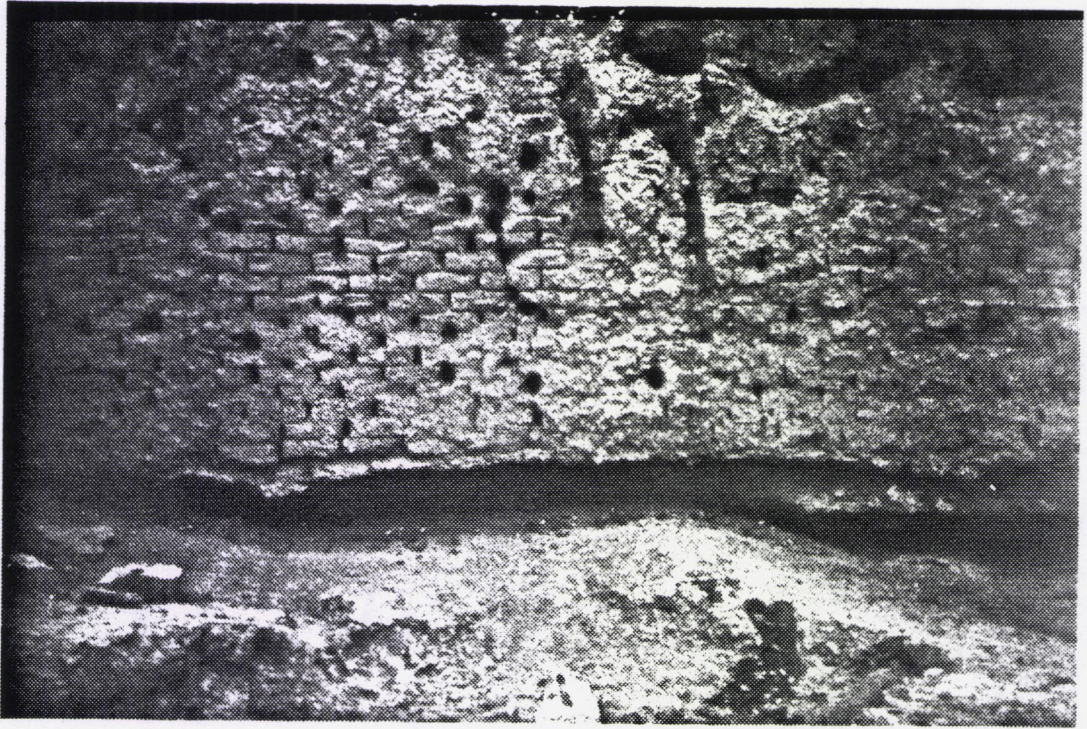
Murets B et B''





Muret D.





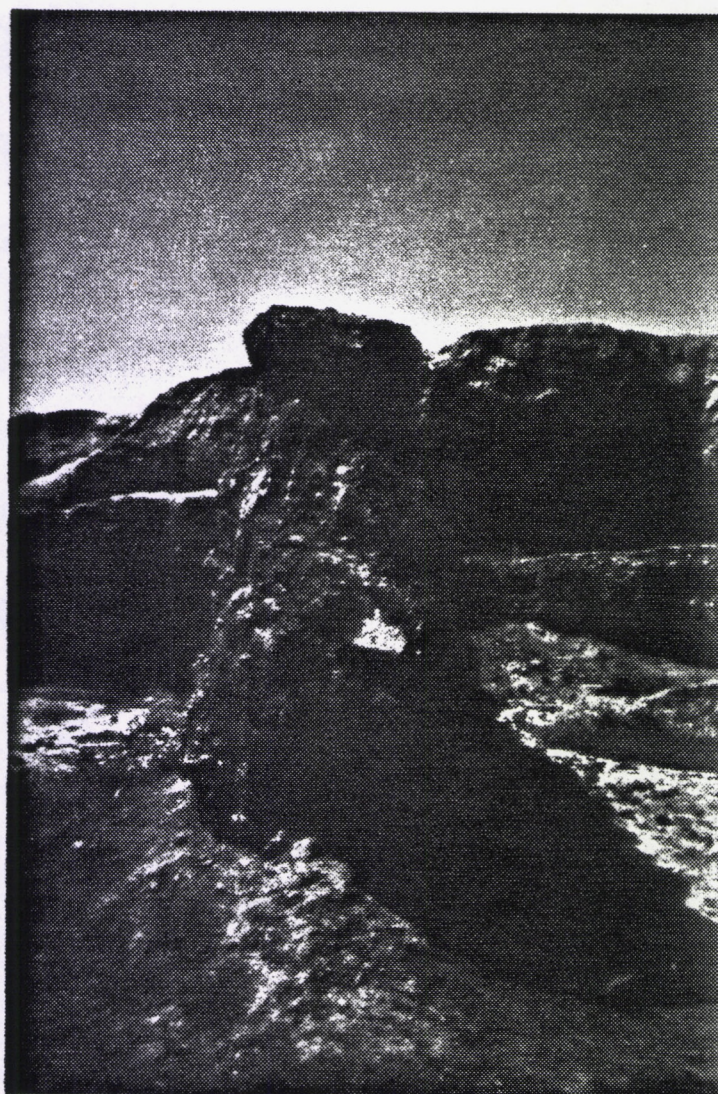
Observations sur les murs de la ziggourat. On note qu'un radier de galets a stoppé les infiltrations et l'érosion en pied de mur





Mur de la zzigourat sans radier.  
L'érosion s'est produite sur toute la hauteur du mur.

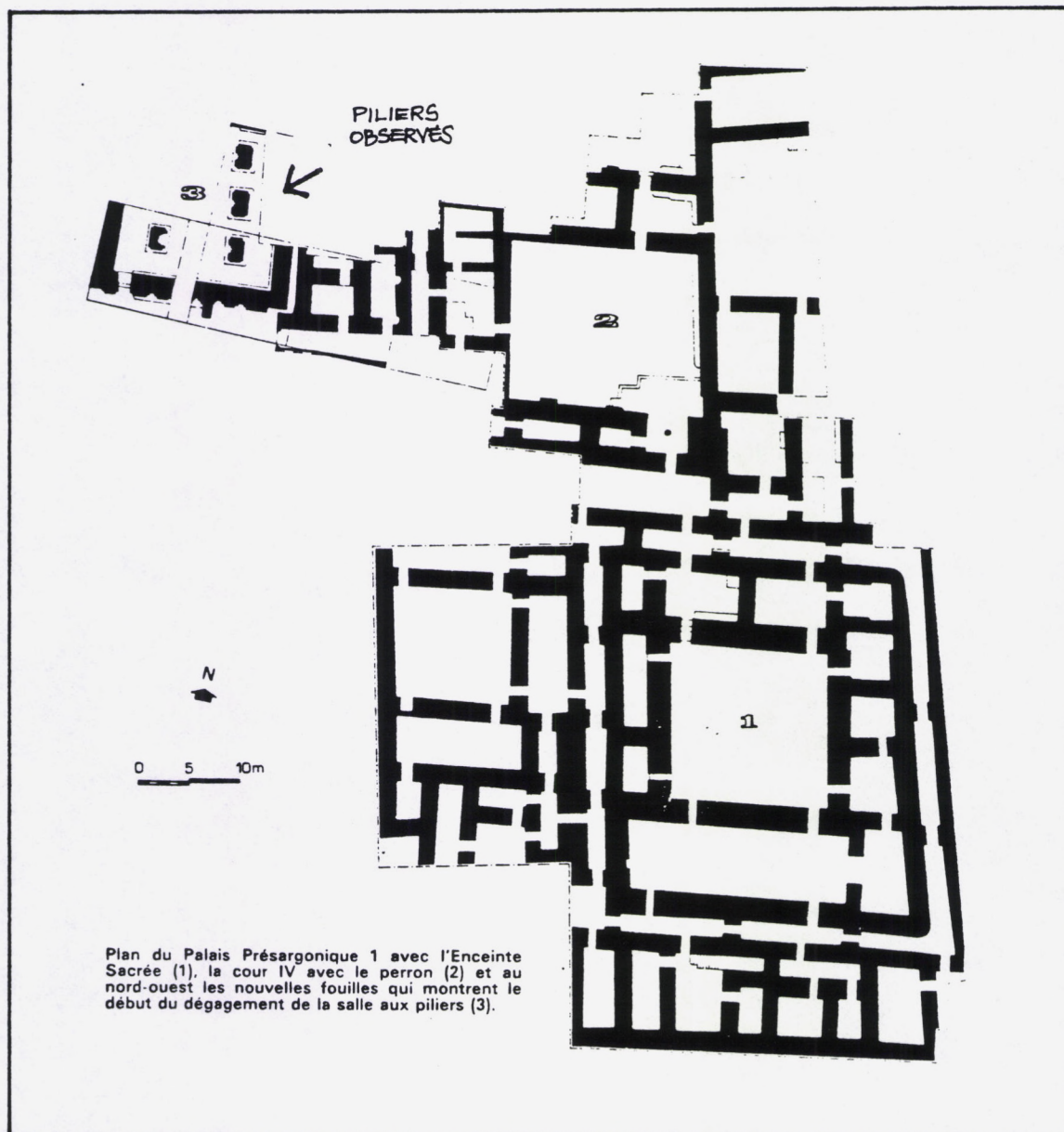




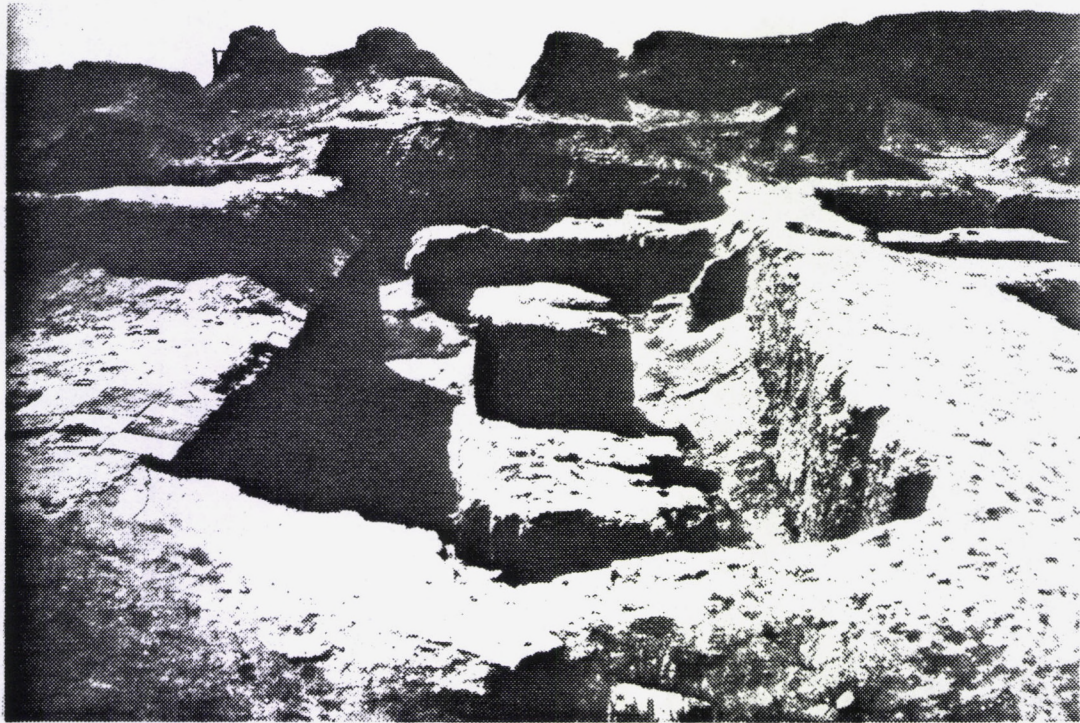
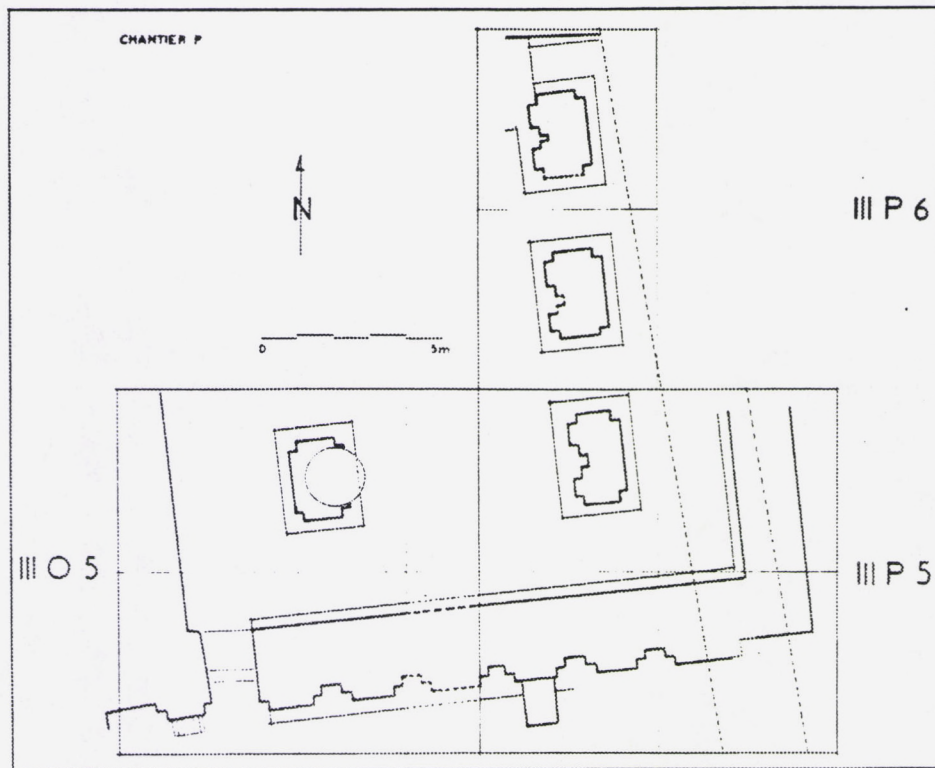
Mur avec radier sur le dessus qui a protégé de l'érosion habituelle.



Observation des piliers de la "salle des piliers" du palais présargonique P1.







La salle des piliers. Plan et vue d'ensemble.



Erosion des murs en terre

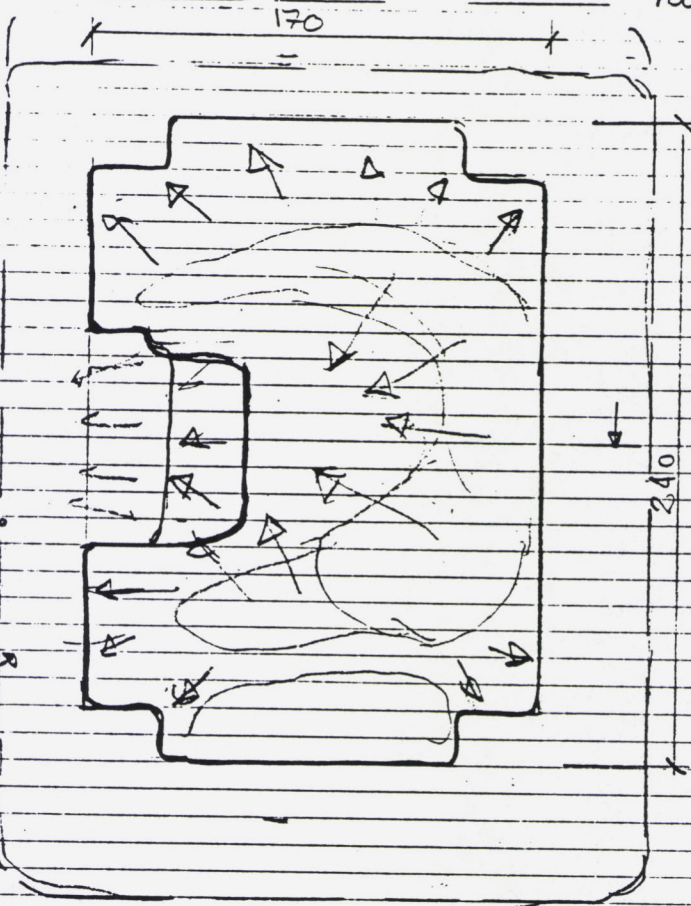
Compte-rendu d'observations sur le site.

Piliers

⊕ N

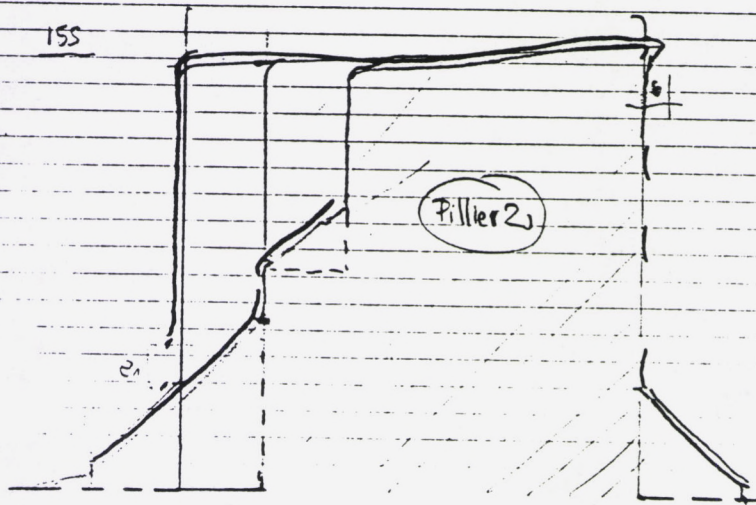
ech 1/20 5mm.

- Crête sur les faces S et SO
- Commencant à partir de 20cm au dessus du talus
- Face E et N
- Crête très déformée
- Pas de crête au bout
- Présence d'un rebord saillant de 6cm.
- Les talus sont érodés à leur base par les eaux de ruissellement
- absence de l'écaillage des eaux sur le dessus des piliers
- Pas de fissure ni de canal d'écaillage des eaux de pluie
- Siller faible de 3 à 5cm sur les 4 cotés.



155

170





Erosion des murs en terre

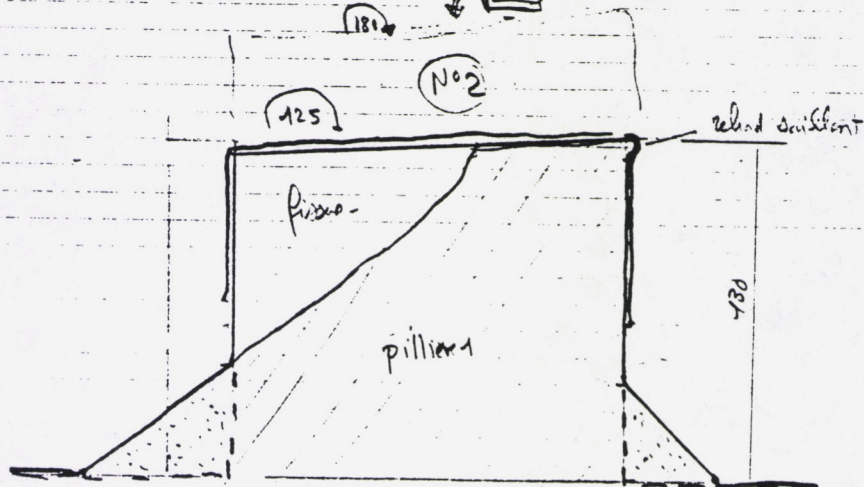
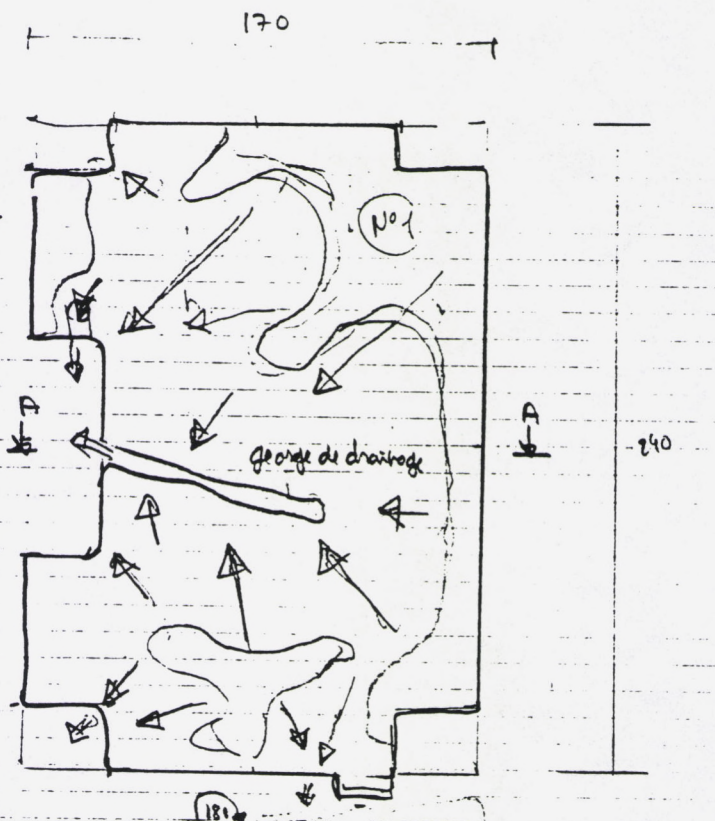
Compte-rendu d'observations sur le site.

Piliers.

ech: 1/20

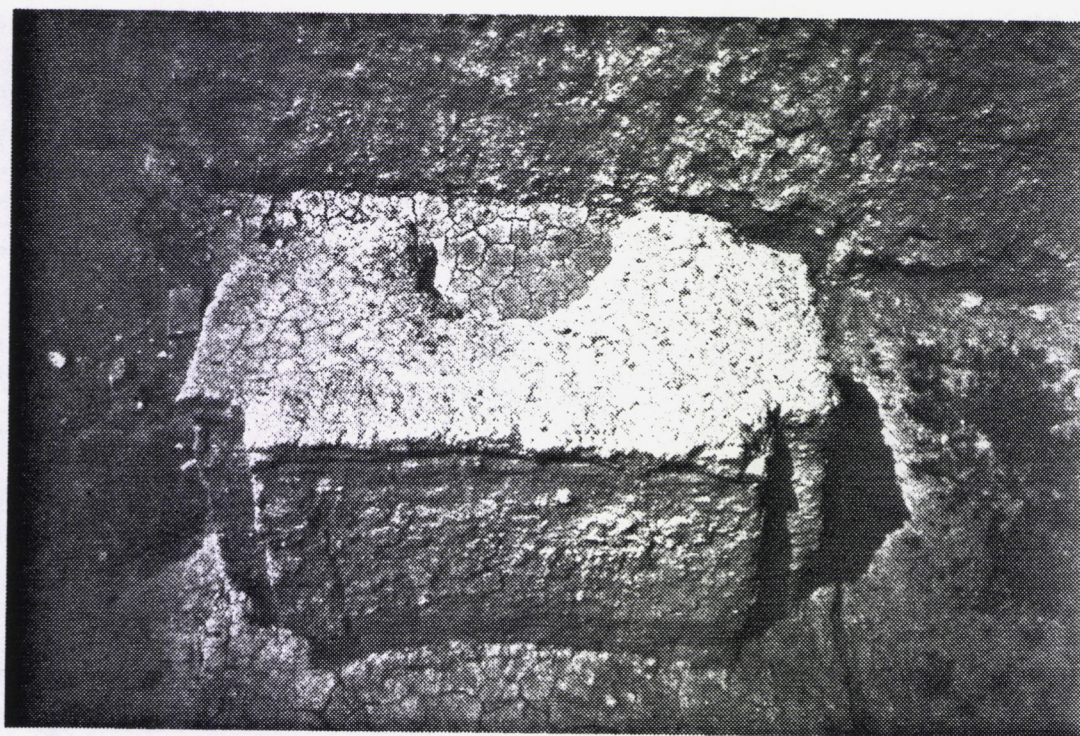
5cm p.m

- talus dit. triq. avec crôte
- Sillon de bas de mur - Très faible - 3 à 4cm
- crôte de sel - jusqu'à 60cm - (20cm au dessus du talus) - parfois totalement tombée.
- disjonction croutens
- drainage du dessous - Vers le centre - avec sur l'axe des colonnes un gage de drainage de - 10cm environ de largeur -
- Système de drainage sur la colonne Nord & Ram.



Coupe AA.





Vues de détail d'un des piliers et des dégradations subies.



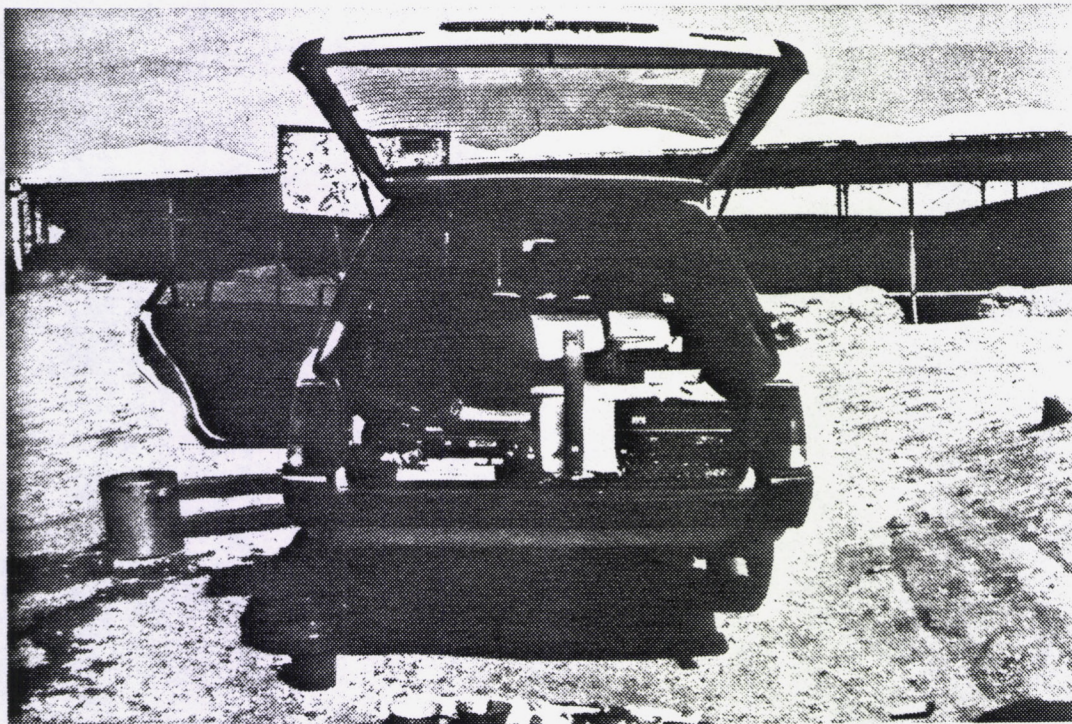
## MESURES

### Granulométries et Sédimentométries.

Les terres composant les adobes des murs de Mari sont des argiles fines dont la nature a été définie grâce à des mesures de granulométries et de sédimentométrie effectuées sur le site dans un laboratoire mobile installé à l'arrière d'un véhicule.

### Mesures d'humidité des murs à l'Humitest.

Les terres de Mari sont normalement trop salées pour que l'on puisse utiliser efficacement l'Humitest. L'utilisation de cet appareil permet cependant d'obtenir des données comparatives cohérentes tant qu'il s'agit d'estimer les variations d'humidité présentes dans les murs testés. Des mesures effectuées dans des trous pratiqués dans les murs permettent d'estimer la profondeur à laquelle on trouve le plus d'humidité. On peut ainsi vérifier l'influence de l'évaporation selon l'emplacement du mur testé et les conditions de protection et de ventilation dans lesquelles il se trouve.



Le laboratoire mobile et analyse sédimentométrique en cours.



**CRATerre**

Centre de Recherches en Architecture de Terre  
10 Galerie des baladins - 38000 Grenoble

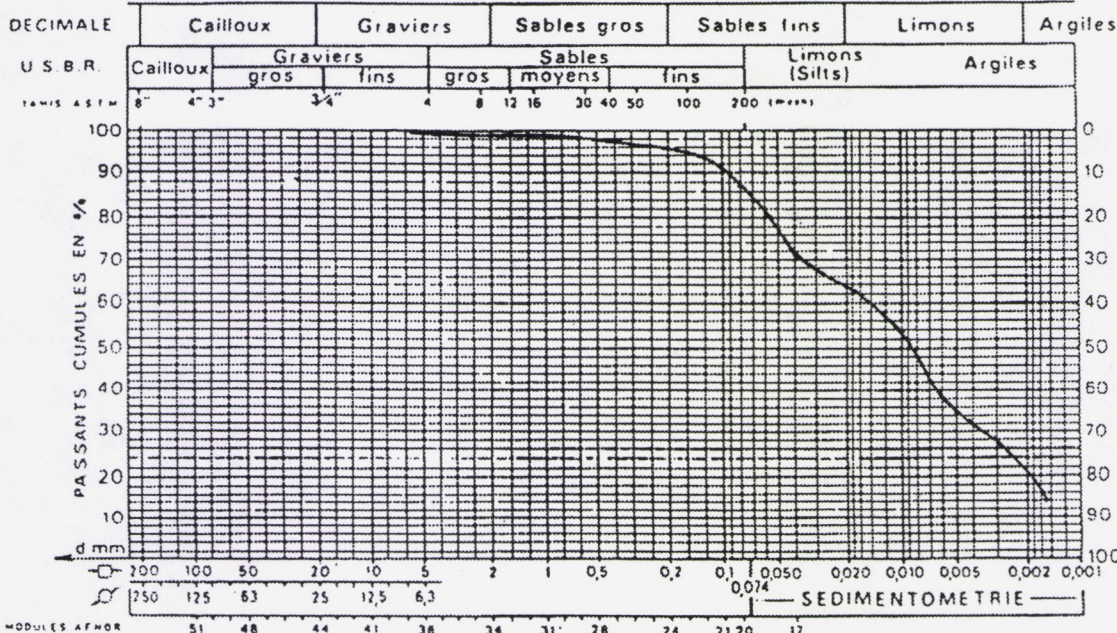
**ANALYSE GRANULOMETRIQUE**

Provenance: Site archéologique de Mari

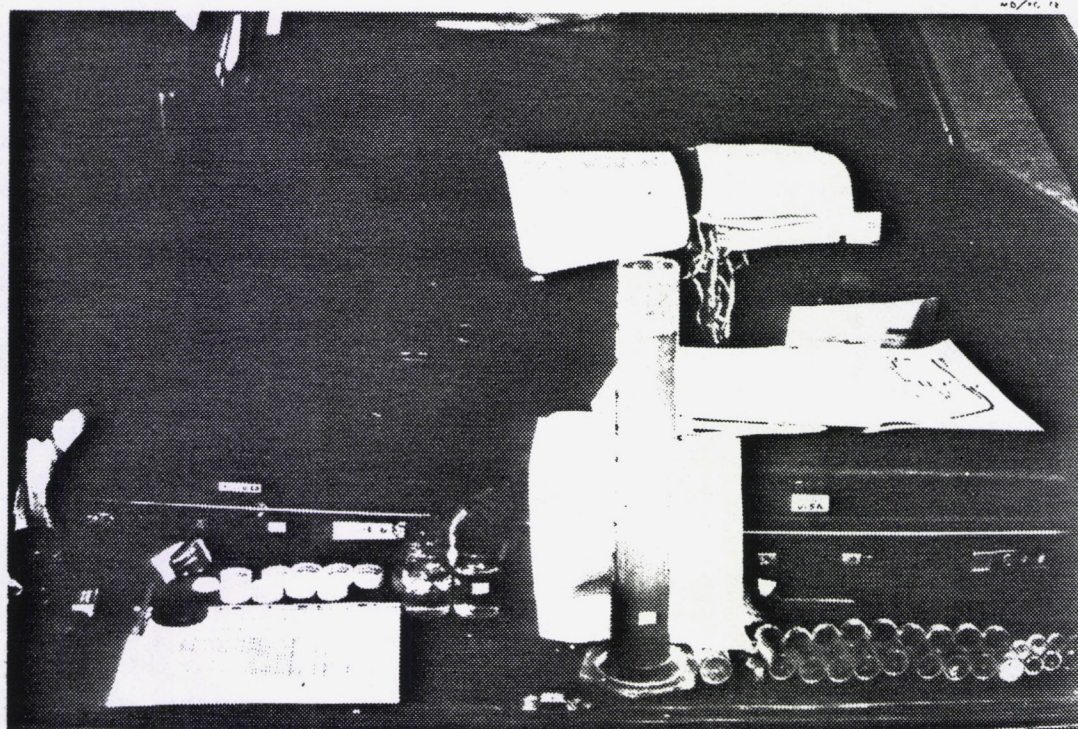
Nature: Mortier

Sic 635

CLASSIFICATION



Ech	LIMITES D'ATTERBERG		E S	Filler % < 80µ	% CO <sub>2</sub> Ca	Teneur en Eau naturelle W %	Désignation Géotechnique
	W L	I P					
	35%	21%					



Le laboratoire mobile et analyse sédimentométrique en cours.



**CRATerre**

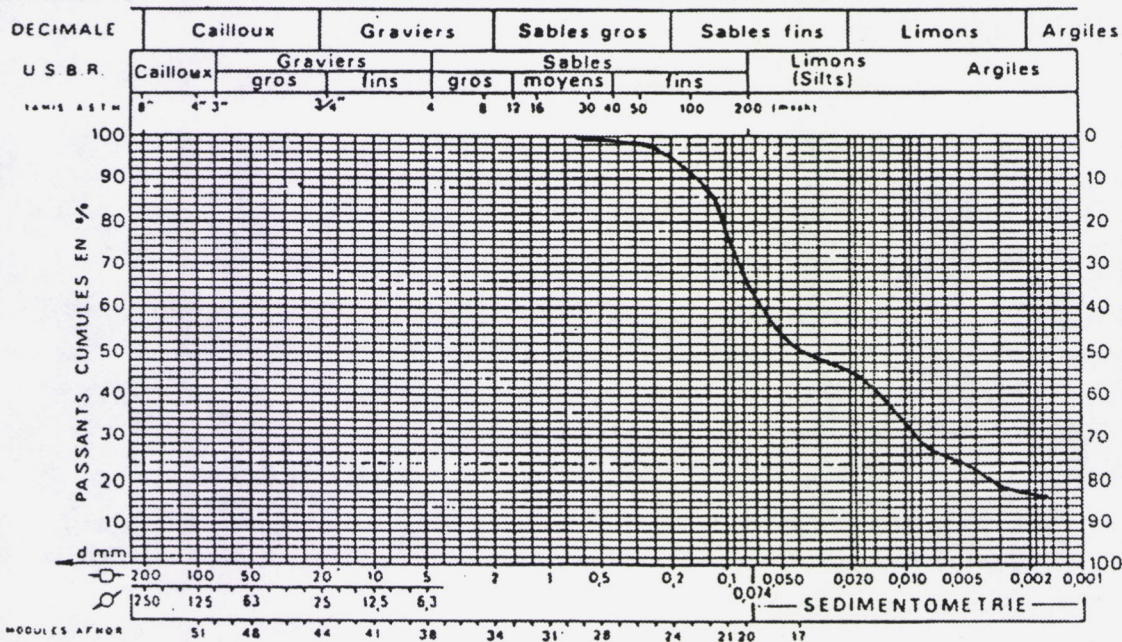
Centre de Recherches en Architecture de Terre  
38000 Grenoble

**ANALYSE GRANULOMETRIQUE**

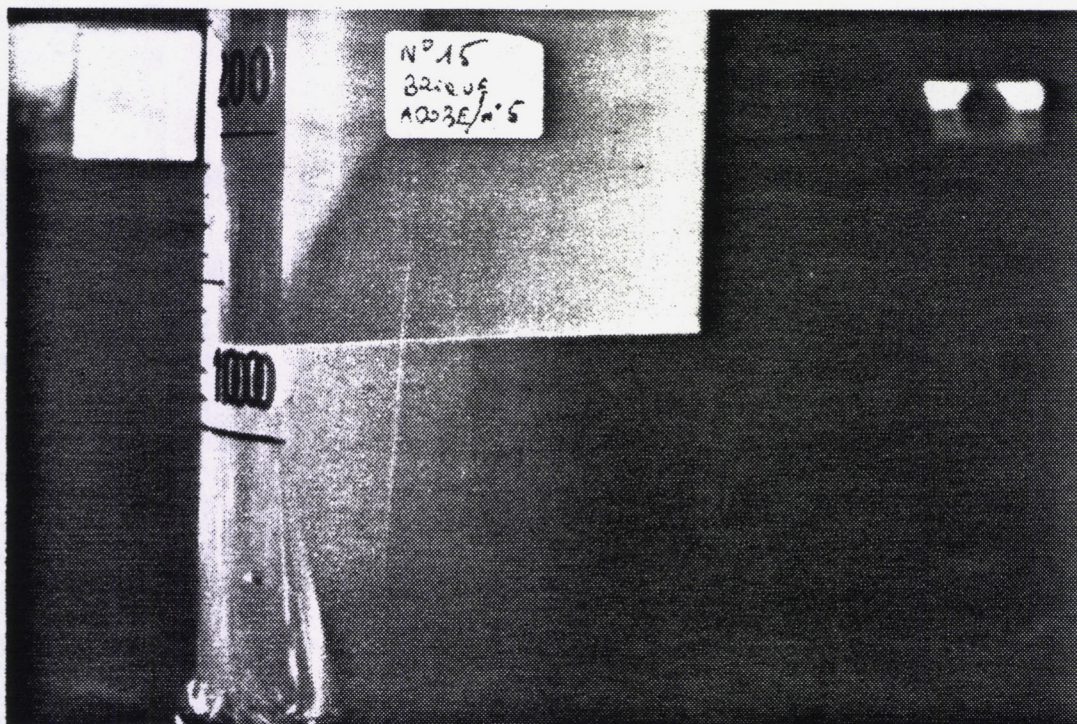
Provenance: Site archéologique de Mari

Nature: Bloc d'adobe - Echantillon 30-

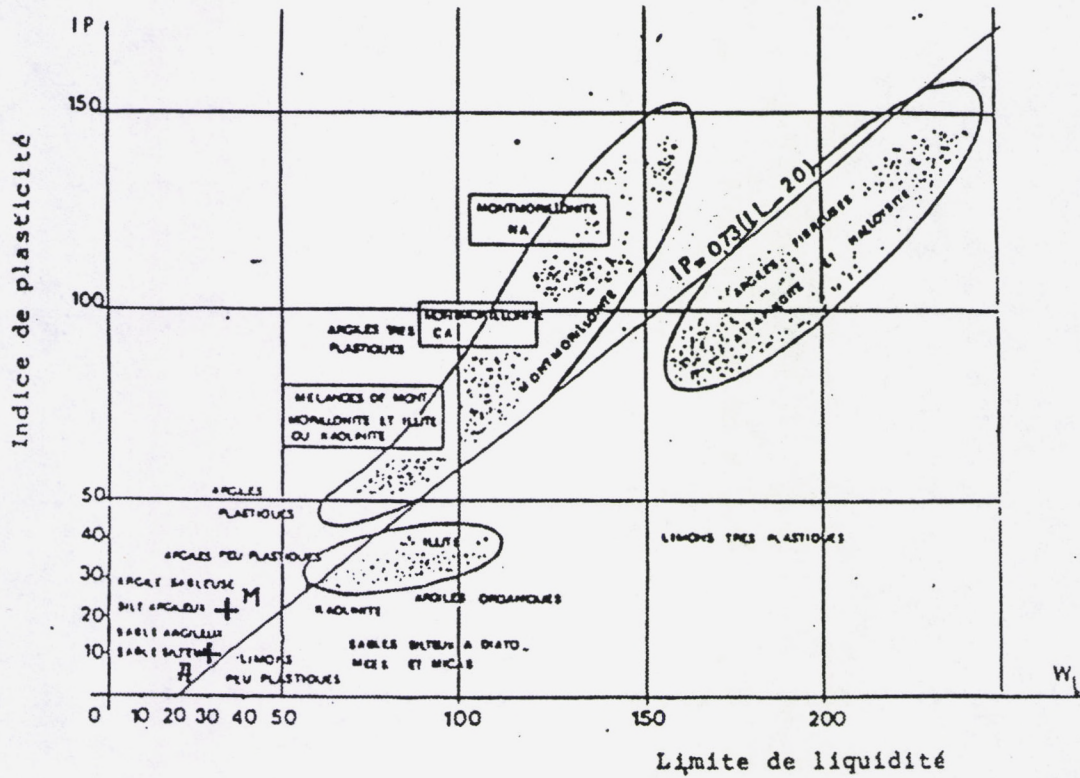
CLASSIFICATION



Ech.	LIMITES D'ATTERBERG		E.S.	Filler % < 80µ	% CO <sub>2</sub> Ca	Teneur en Eau naturelle W %	Designation Géotechnique
	W.L.	I.P.					
	29%	9%					





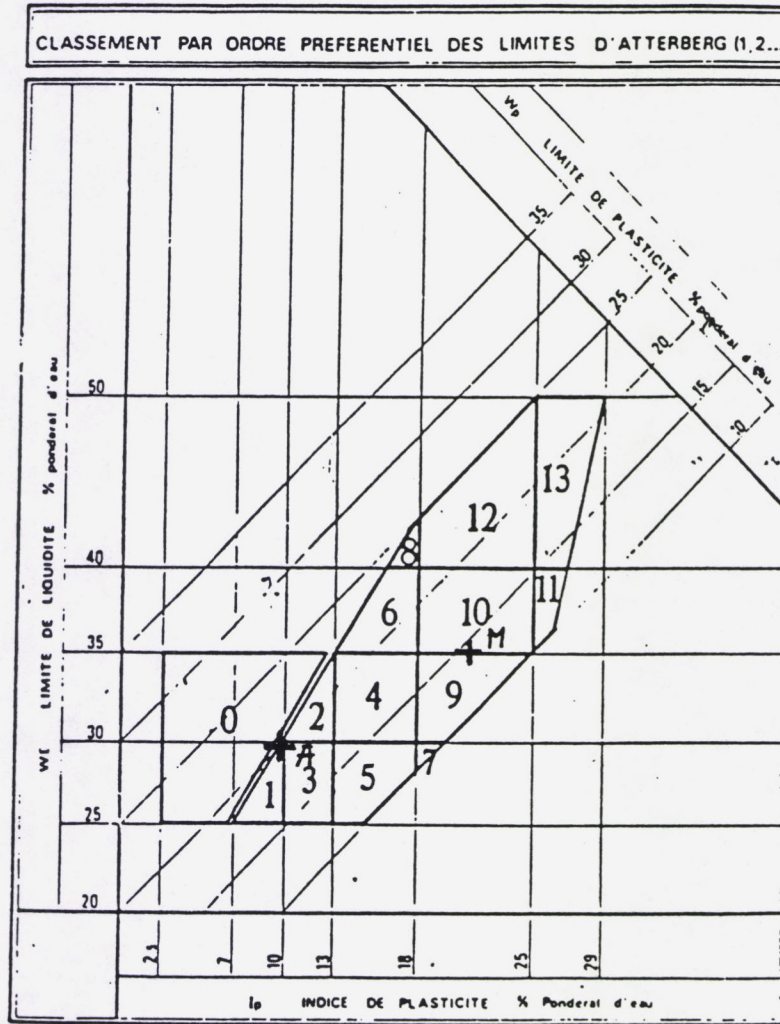


H: Adobe - échantillon 30 -  
 M: Mortier - échantillon

-DIAGRAMME DE CASAGRANDE -







A : Adobe - echantillon 30  
 M : Mortier - echantillon







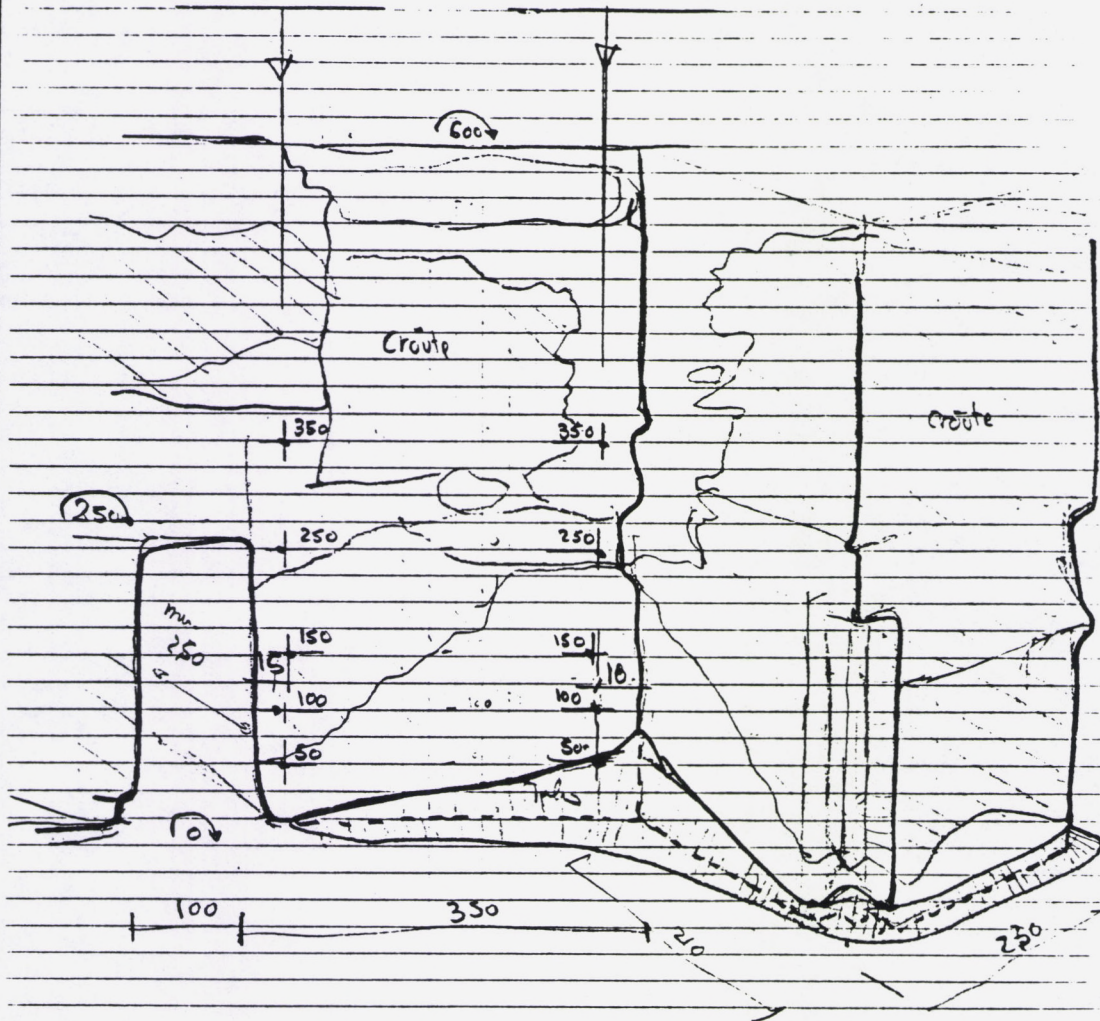
Erosion des murs en terre

Compte-rendu d'observations et de mesure sur le site.

Palais Présangy n°10 - pièce XLVI

mesure de l'humidité  
à l'angle saillant

mesure de l'humidité  
à l'angle rentrant





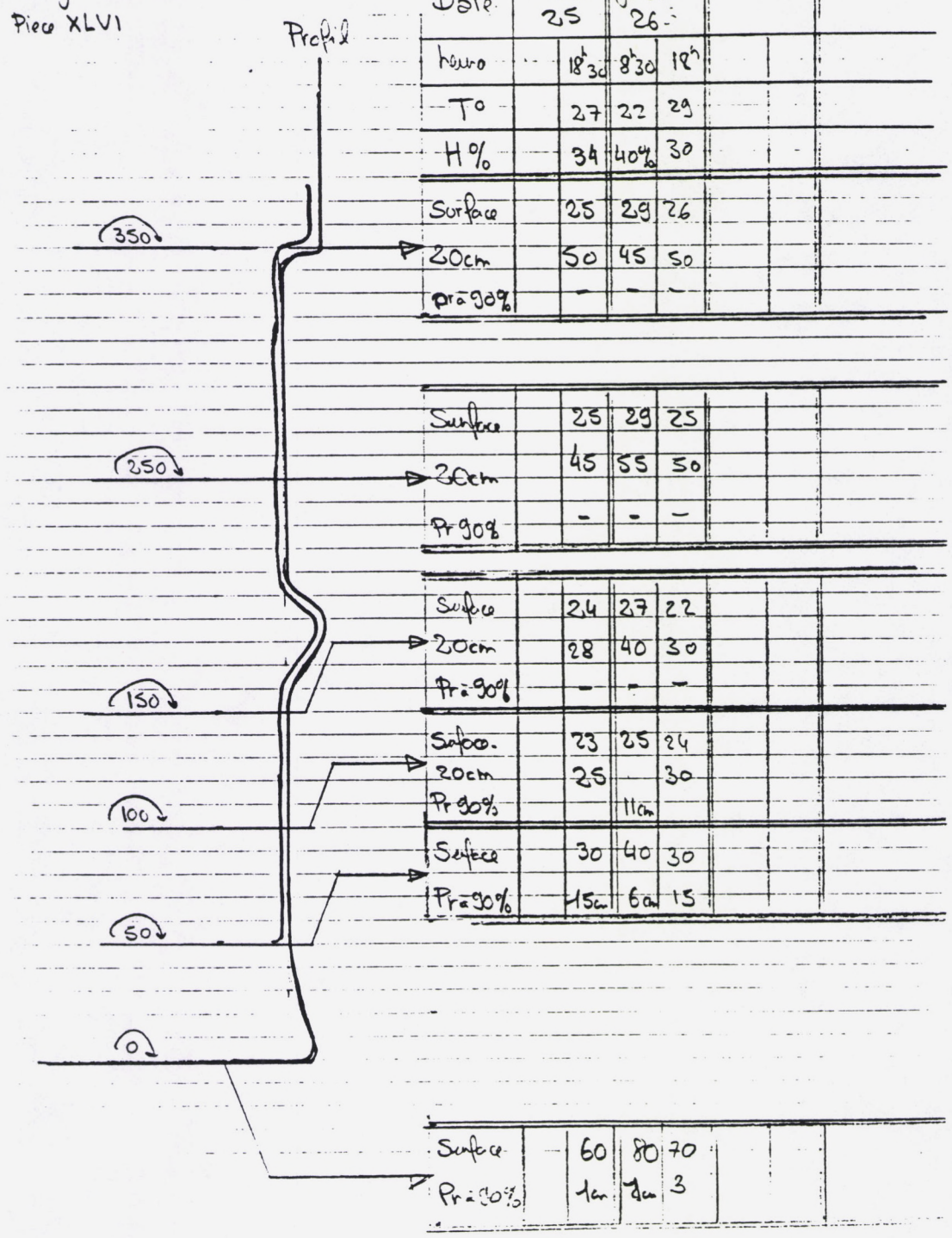
Erosion des murs en terre

Mesures emplacements E et F.

Palais Prédominieu -

mesure de l'humidité  
Angle de saillant

Pièce XLVI

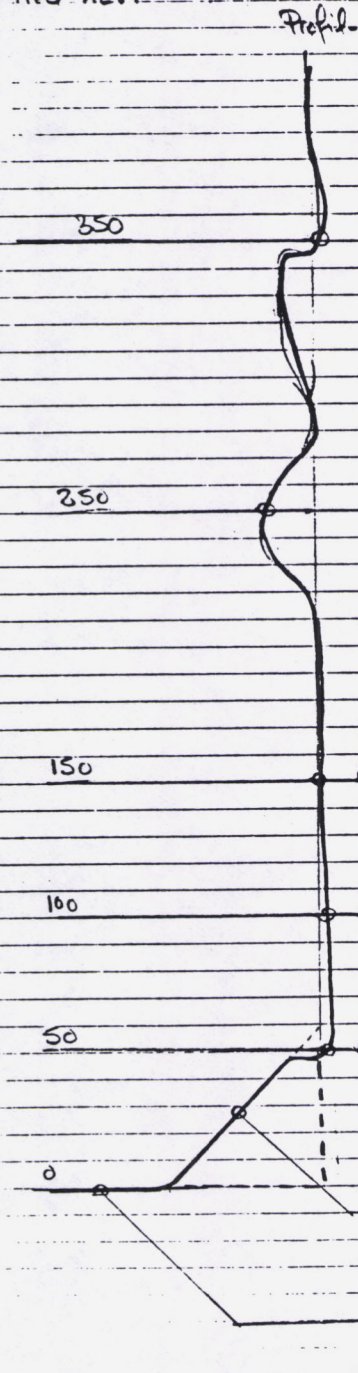




Erosion des murs en terre

Compte-rendu de mesures emplacements E et F.

Palais Fraconsonnet  
 Mesure de l'humidité dans  
 l'angle intérieur  
 Piece XLVI



Date	mercredi 25	jeudi 26		
Heure	18 <sup>h</sup> 30	18 <sup>h</sup> 30	18 <sup>h</sup> 30	
T°	27	22	29	
H%	34	40	31	
Surface	27	27	26	
Pr=90%			90%	
Pr=90%	22	22	20	

Surface	50	50	50	
20cm	-	-	-	
Pr=90%	14	12	13	

Surface	60	90%	30	
20cm	-	-	-	
Pr=90%	4cm	0	3cm	

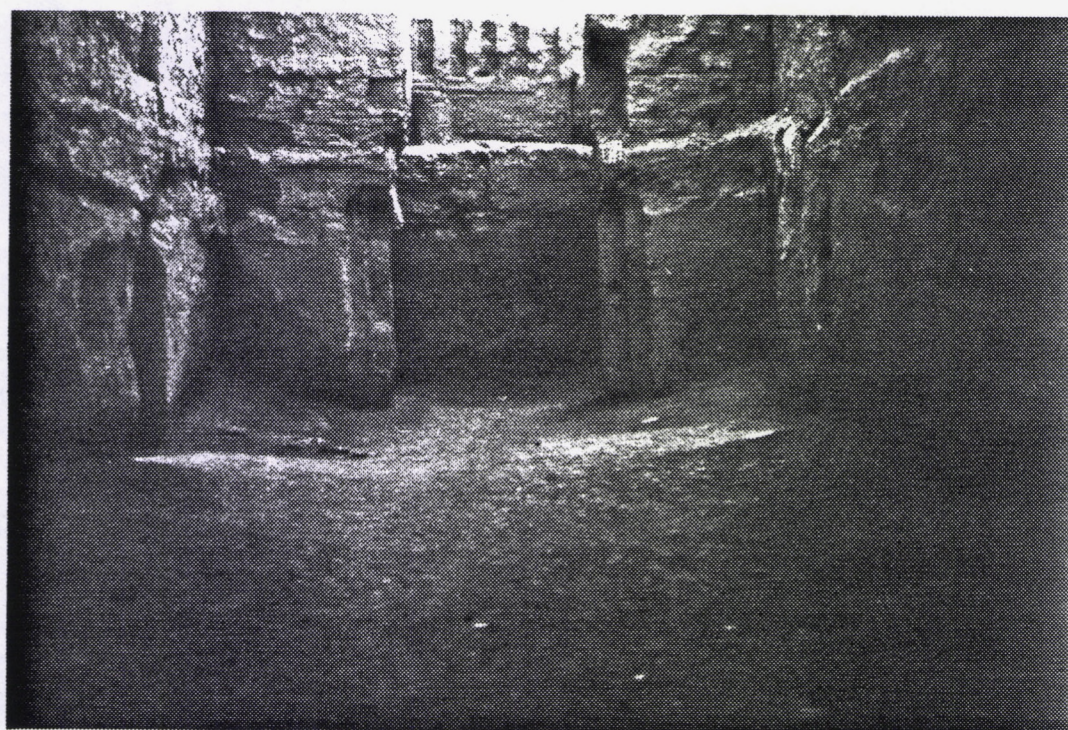
Surface	50	90%	70	
Pr=90%	3,5cm	0	2,5	

Surface	90%	90%	90%	
Pr=90%	0	0	0	

Surface	24	27	20	
Pr=90%	2,5	2cm	4cm	

Surface	40	90%	50	
Pr=90%	1	-	95	





Vue emplacements E et F. Coin et ouverture à gauche.





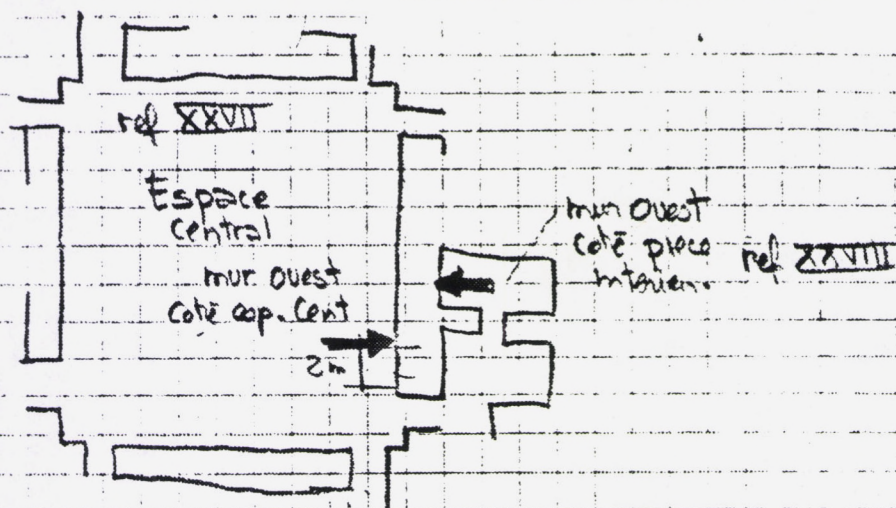
Détail emplacement E.



Page 74  
manquante sur le rapport



Compte-rendu d'observations et de mesures sur le site. Emplacement G.



mur Ouest côté espace central

- Sol humide - Trace de "marée", sel croquant
- Crante fine sur le talus détritique.
- Sillon marqué 13cm de profondeur.
- mur "battage" briques visibles jusqu'à 2m.
- Crante uniforme au dessus (jusqu'à 6m environ)

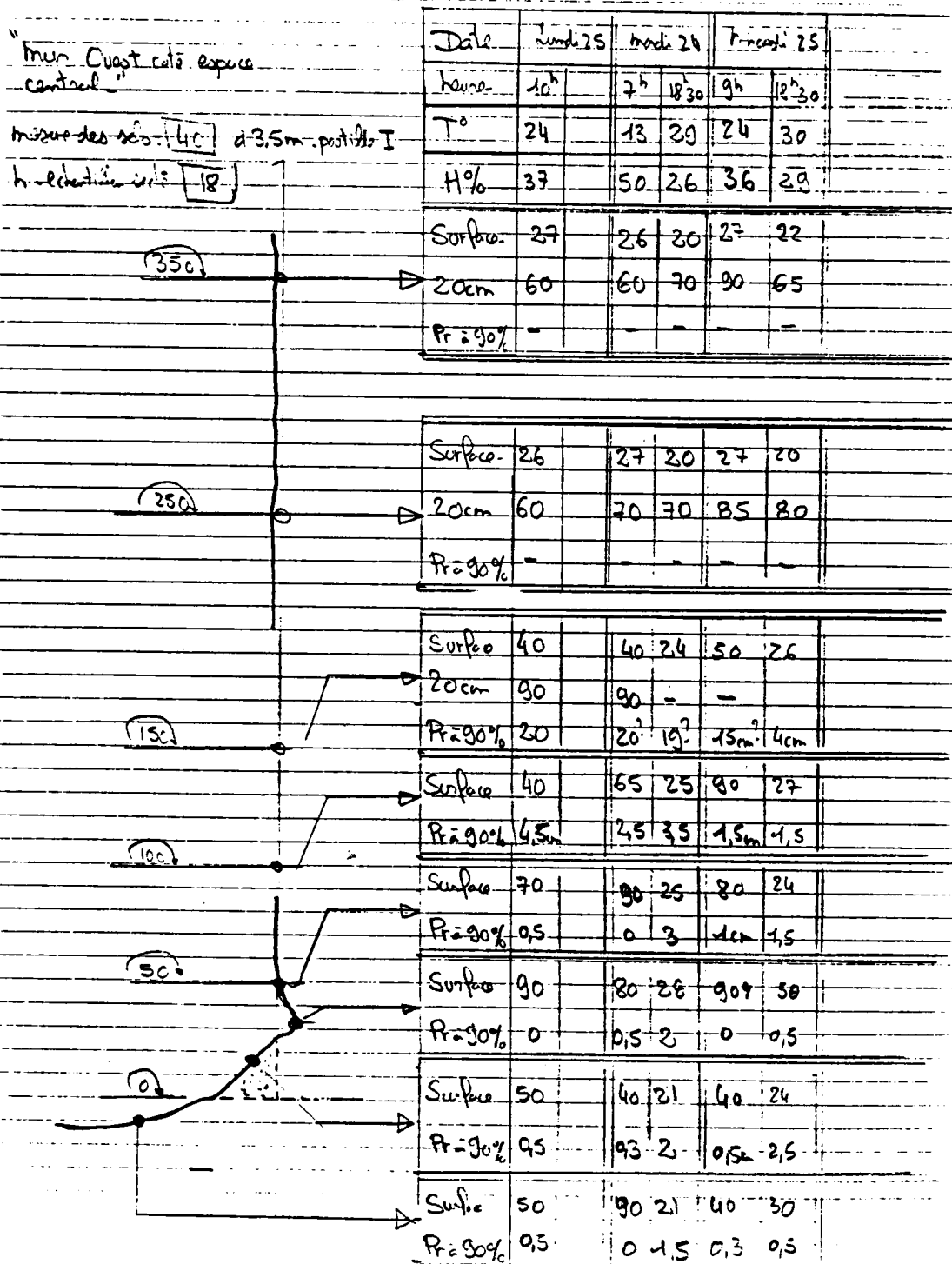


Laboratoire Architecture de Terre. CRATerre. École d'Architecture de Grenoble.  
10 Galerie des baladins . 38000 Grenoble.



Compte-rendu de mesures emplacement G.

humidité des terres du Forais préexistant: partie protégée



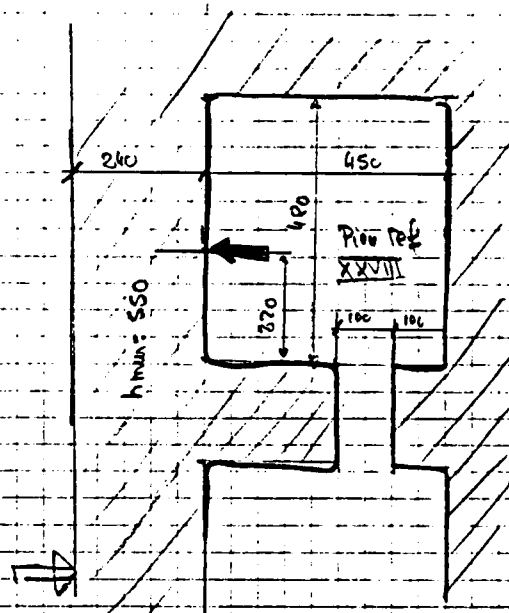


## Erosion des murs en terre

Compte -rendu d'observations et de mesures sur le site. Emplacement H.

fauxé pr. 1967

cartonné 1993



mur Ouest côté pièce intérieure

- Pas de trace de "mare" au sol
- Tels pulvérisant sur toute la pièce - pas de creux sur le sol.
- Sillon très peu marqué. (3 à 5 cm)
- Briques visibles "têtes" jusqu'à 170 cm.
- creux et creux au dessous (jusqu'à 5,5 m)

• expérimentation

du niveau 1,5 au niveau 2,5 - la couche de sel superficielle est endurée à la truelle - sur 70 cm de large - les briques sont apparentes



# Erosion des murs en terre

## Compte-rendu de mesures emplacement H.

Humidité dans le mur et dans les poutres de bois. Partie protégée.

Mur côté coté  
pièce intérieure.

mesure de sécheresse 65 à 35m poutres II  
h = échantillon sec 19

Date	23	24	25
Temp	13°	7° - 18°	9° - 18°
T°	26	15 - 25	23 - 26
H%	33	48 - 34	38 - 35

350

Surface	25	30	25	29	27
20cm	55	55	55	60	60
Pr = 90%	-	-	-	-	-

250

Surface	29	20	25	28	26
20cm	70	70	85	-	85
Pr = 90%	-	-	-	19	-

150

Surface	50	50	29	40	30
20cm	-	-	-	-	-
Pr = 90%	11,5	11	11,5	4,5	5,5

100

Surface	60	50	60	50	45
Pr = 90%	7,5	8,5	3	2,5	3,5

50

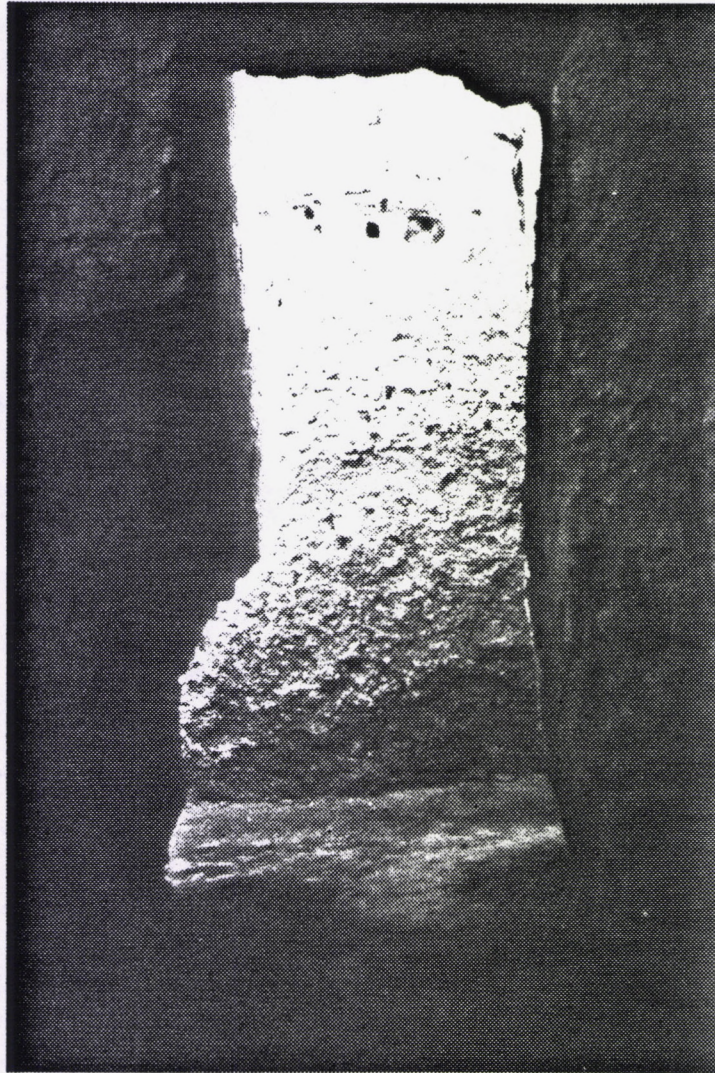
Surface	24	45	55	90	65
Pr = 90%	4,5	1	3	0	4,5

0

Surface	20	25	20	24	23
Pr = 90%	4,5	3,5	4,5	4,5	3,5

Surface	20	50	40	90	90
Pr = 90%	2,5	2	2	-	-





Vue de la pièce fermée emplacement H.

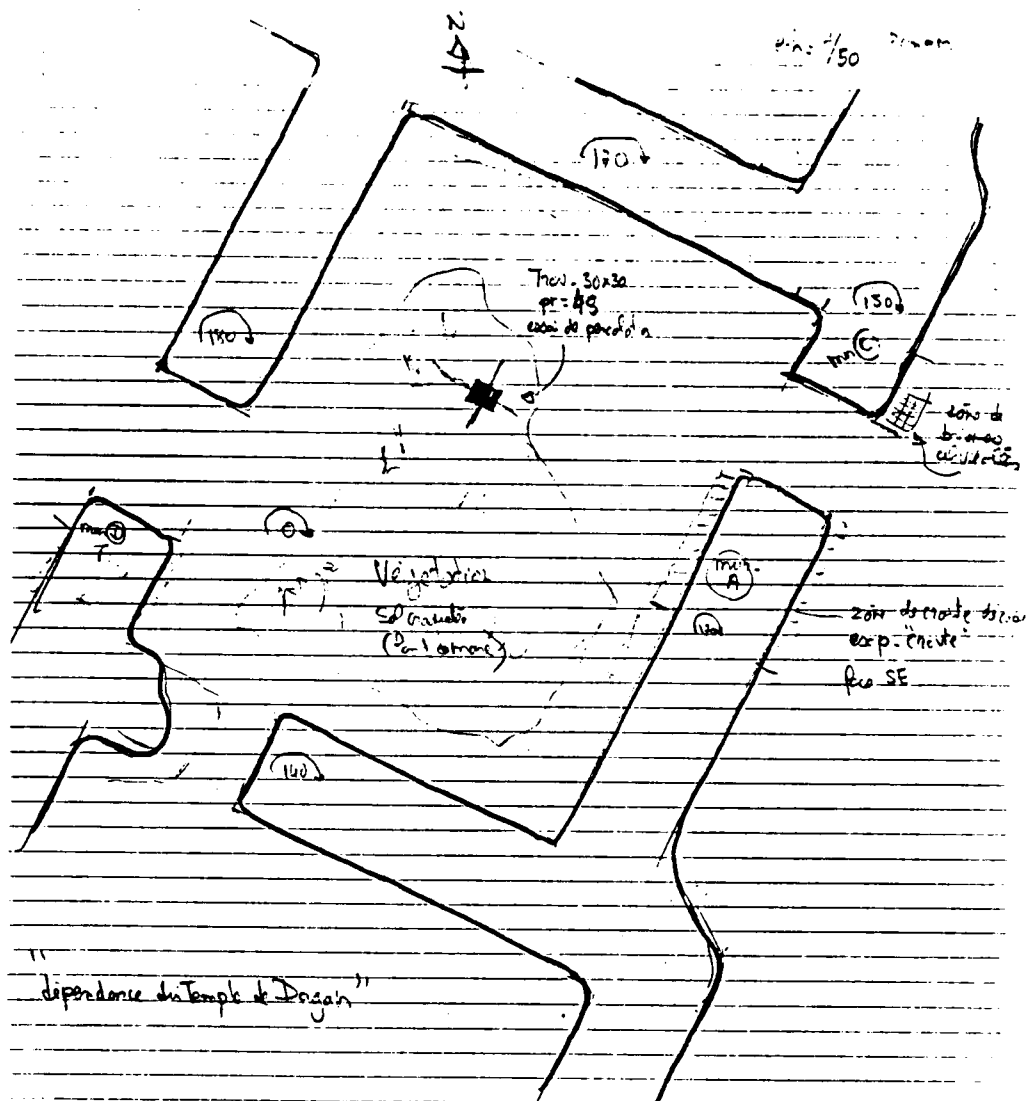




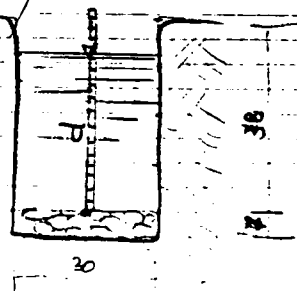


## Erosion des murs en terre

Compte-rendu d'essai de percolation du sol du site de Mari pour définir les conditions d'absorption en cas de pluies. dépendances du temple de Dagan.



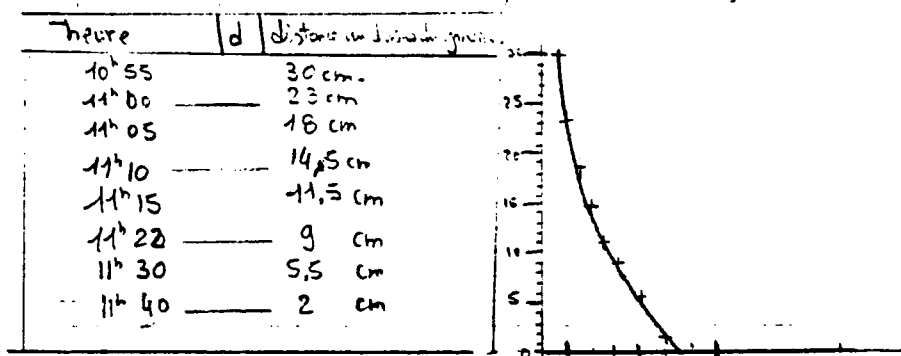
- creusement de deux trous réguliers de 30x30 - et de 45cm de profondeur -
- (Trous très réguliers - quelques trous)
- remplissage de cailloux puis de graviers à 7cm
- mise en eau (24h) jusqu'à 16cm au dessus des graviers - (mardi 16)





Resultats:

essai de pénétration à 30 cm de profondeur (30 cm de hauteur)



creusement d'un ligne sillon à -30 cm

un très léger dépt. au le bit de gravier.







Vues des essais de percolation dans les dépendances du temple de Dagan.



Erosion des murs en terre

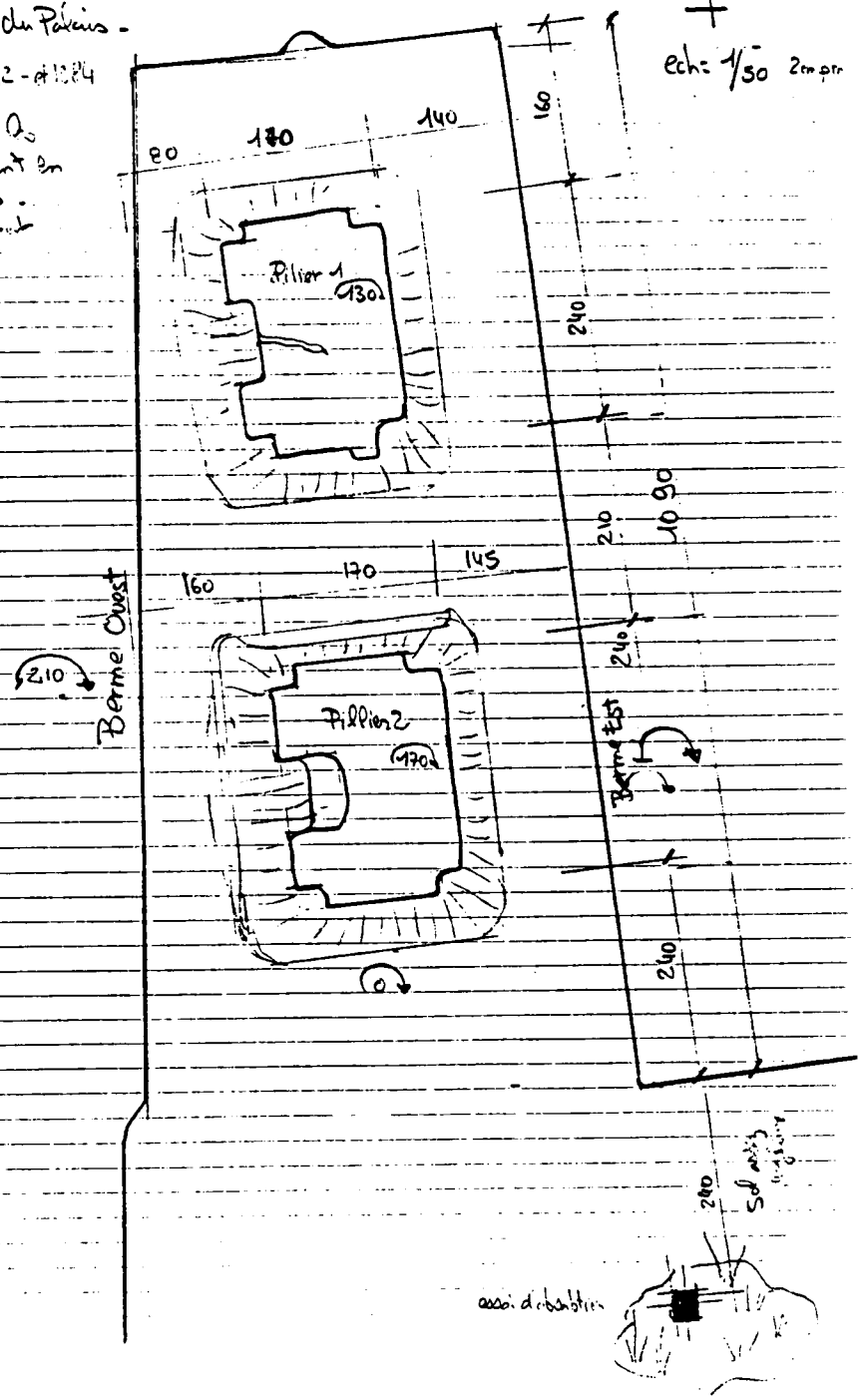
Compte-rendu d'essai de percolation dans la salle des piliers.

**Piliers** du Palais -

Dessins de 1982 - et 1984

- Les piliers de  
piliers 20 étaient en  
Très bon état.  
Les détails étaient  
appréciables

ech: 1/50 2m p.m.

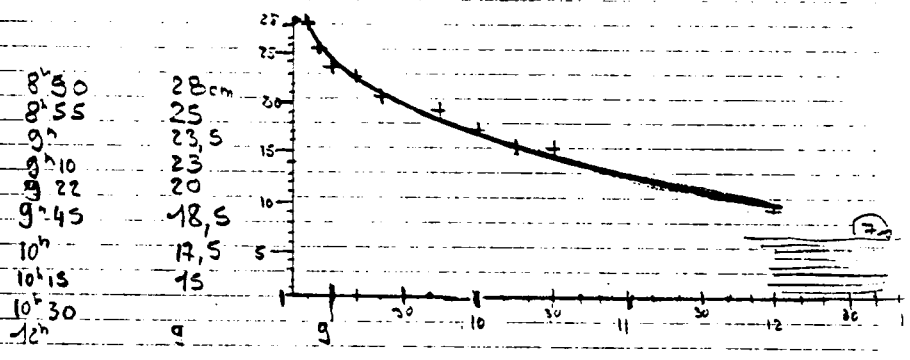
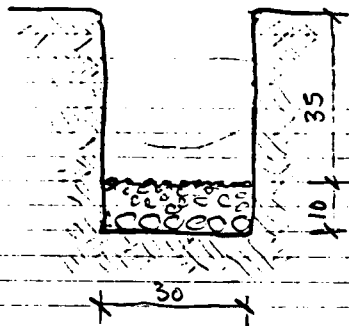




## Erosion des murs en terre

Perculation - fait de foules pénétrées.

- creusement d'un trou de 30 x 30 cm et de 45 cm de profondeur.
- Terre très meuble (limon) <sup>Argile</sup> humide.
- Remplissage du fond. 1 lit de cailloux + 1 lit de gravette.
- mise en eau 20 l. jusqu'à 20 cm au dessus des gravettes. (pente 18°).
- essai de perculation - Vendredi 27



Les bords du trou se sont très rapidement après la mise en eau - par l'effet de la couche de terre (limon - sable fin - argile) de 7 cm au dessus des 10 cm de gravettes.



## EXPERIMENTATIONS.

Les observations et les mesures effectuées sur le site concordent pour indiquer qu'une solution au problème de l'érosion des murs en terre réside peut-être dans la possibilité d'une bonne évaporation de l'humidité présente dans le sol après protection contre l'érosion mécanique directe due à l'impact de l'eau lors des orages. Ces considérations amènent à envisager trois types d'expérimentation pour protéger le haut du mur, les faces verticales du mur et le pied du mur tout en favorisant l'évaporation.

**Disposition d'un chapeau absorbant sur le haut des murs.**

Si on peut arriver à retenir un maximum d'eau dans un matériau très absorbant mais suffisamment résistant pour protéger le haut du mur, on évite le ravinement et l'érosion sur le sommet et les faces du mur. Si ce même matériau est capable de laisser s'évaporer rapidement l'eau absorbée, une très faible quantité d'eau pénétrera dans les murs ainsi protégés.

Une première expérimentation a donc consisté à tester un mélange de terre stabilisée au ciment qui puisse remplir la fonction recherchée. Un chapeau de protection a ensuite été réalisé sur l'un des piliers du palais présargonique P1.

**Protection des faces verticales des murs par des badigeons terre-ciment-eau.**

Solution classique qui a déjà fait ses preuves, le badigeon terre-ciment a été testé sur un mur complet.

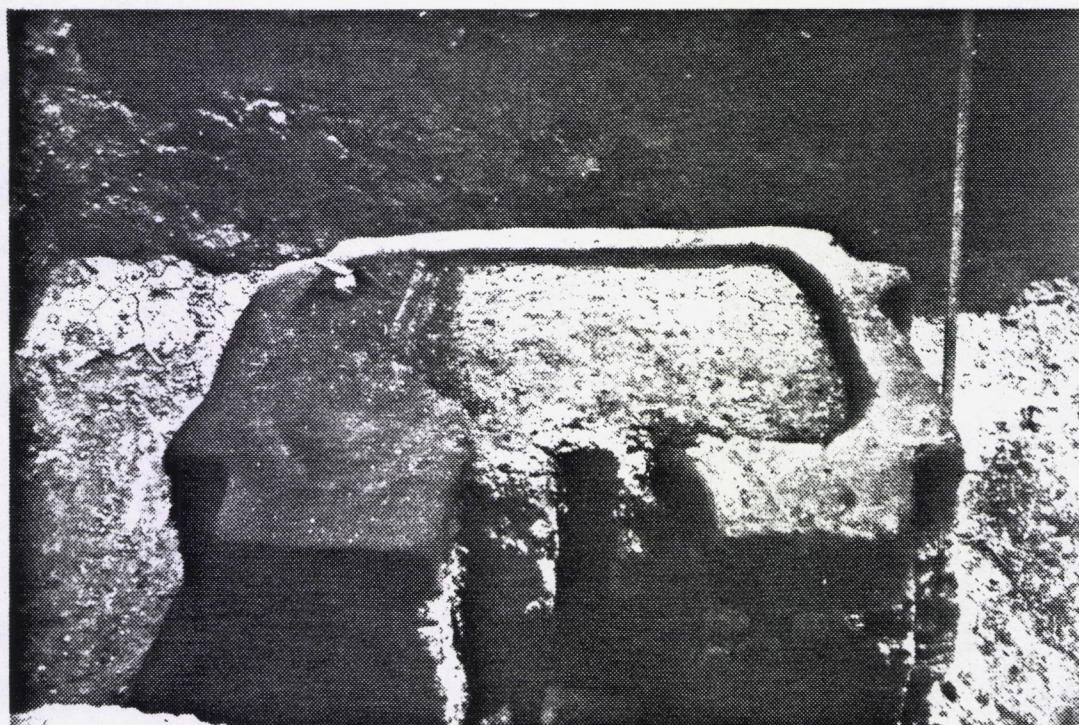
**Dispositifs d'évaporation en pied de murs.**

Deux expérimentations ont été lancées. La première part de l'hypothèse que le talus détritique recouvert d'une croûte de sel assez dure accentue le phénomène de sillon. Sa suppression pourrait améliorer le comportement du mur. En complément, une solution de protection de la base du mur par des briques cuites perforées qui favorisent la ventilation et l'évaporation de l'humidité du sol a été testée.

Les résultats de toutes ces expérimentations sont en attente. Une période plus ou moins longue d'observation du comportement des dispositifs testés est nécessaire pour fonder des conclusions correctes. L'équipe continue à chercher d'autres solutions techniques allant dans le même sens.



Test d'absorption sur une terre stabilisée.

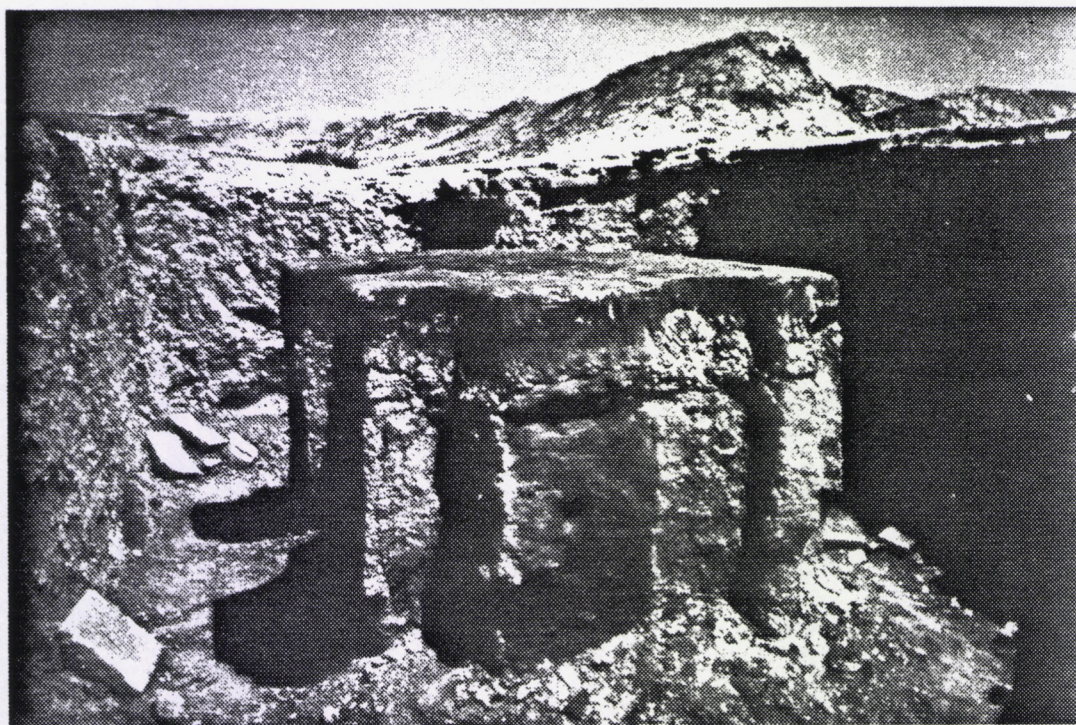


Réalisation d'un chapeau de protection sur l'un des piliers du palais  
présargonique.



Erosion des murs en terre

---





Erosion des murs en terre

Talus (circled) (circled)

h = 120

c = 10

h<sub>1</sub> = 20

h<sub>2</sub> = 10

h<sub>3</sub> = 10

h<sub>4</sub> = 10

h<sub>5</sub> = 10

h<sub>6</sub> = 10

h<sub>7</sub> = 10

h<sub>8</sub> = 10

h<sub>9</sub> = 10

h<sub>10</sub> = 10

h<sub>11</sub> = 10

h<sub>12</sub> = 10

h<sub>13</sub> = 10

h<sub>14</sub> = 10

h<sub>15</sub> = 10

h<sub>16</sub> = 10

h<sub>17</sub> = 10

h<sub>18</sub> = 10

h<sub>19</sub> = 10

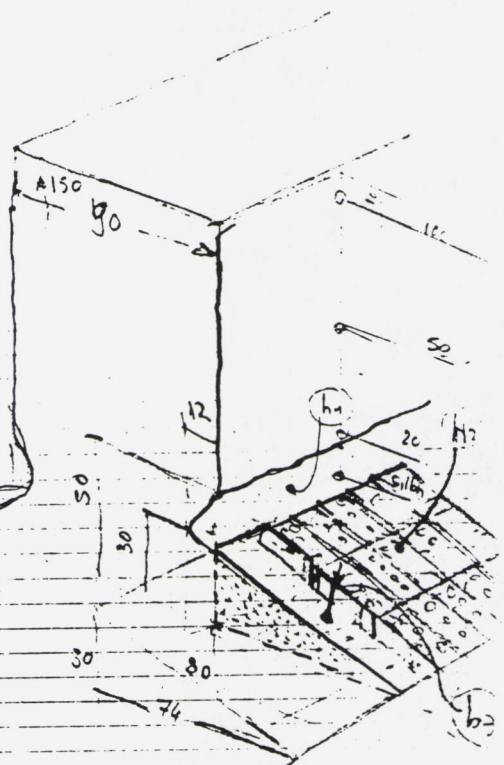
h<sub>20</sub> = 10

h<sub>21</sub> = 10

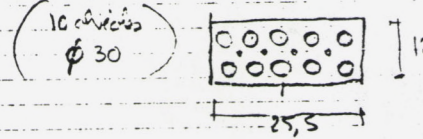
h<sub>22</sub> = 10

h<sub>23</sub> = 10

h<sub>24</sub> = 10



15 briques alvéolaires 25,5 x 12 x 6,5

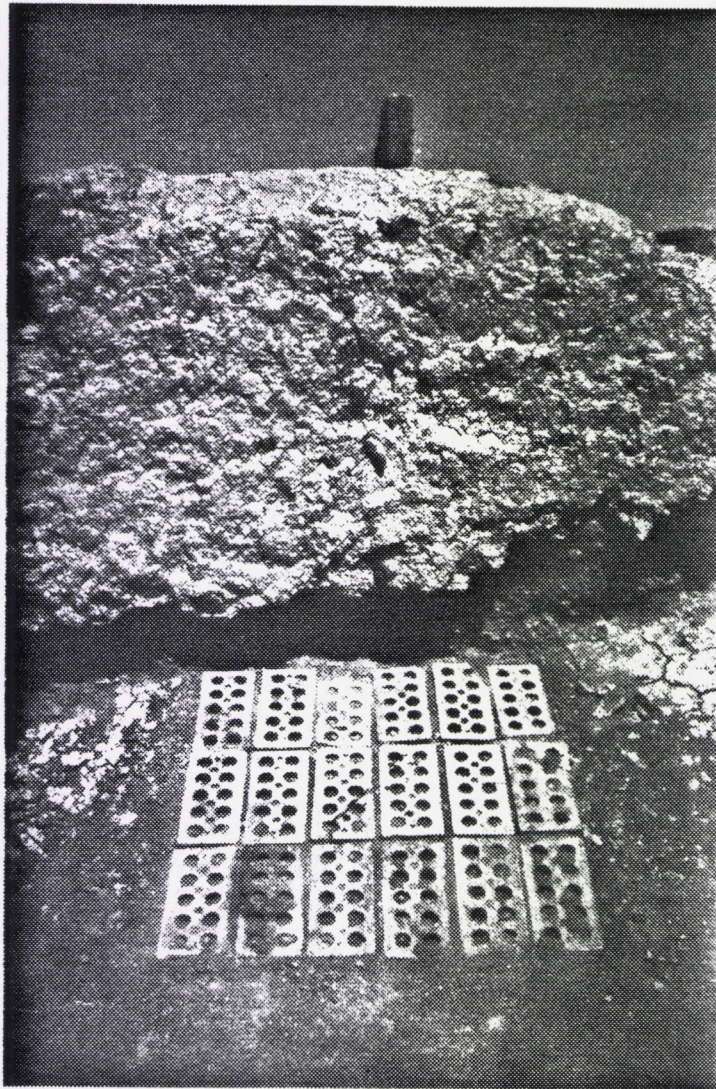


conditions de départ

Installation des briques le mardi 23. 12h. - Les briques sont partiellement enterrées dans le talus sur 4cm environ -  
 humidité de part de sillon: h<sub>1</sub> = 20

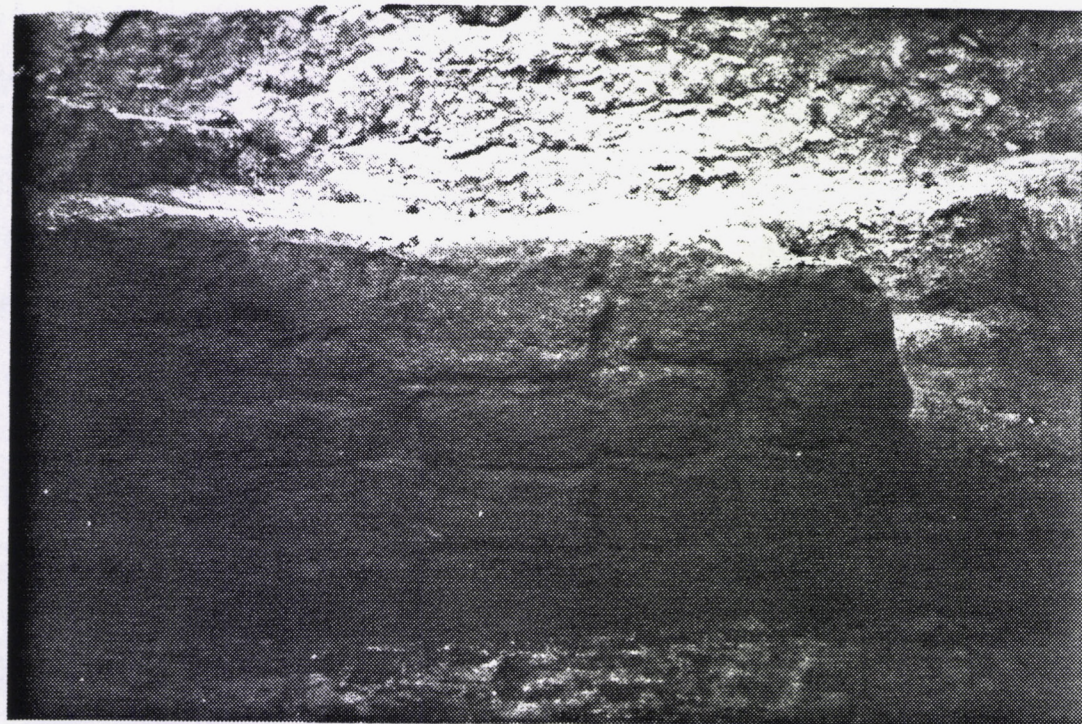
Compte-rendu d'expérimentation en pied de mur. Construction d'un dispositif de protection en briques perforées autour de la base d'un muret





Expérimentation en pied de mur.





Essais de badigeons.



# PROJET GAIA CRATERRE - EAG - ICCROM



## LE PROJET GAIA

### Introduction

Dans le monde, la majeure partie du patrimoine bâti est en terre. Or, quasiment toutes les recherches sur la préservation des matériaux de construction concernent le ciment, la pierre, la terre cuite et le bois. Il devient donc prioritaire d'entreprendre des recherches sur la préservation de l'architecture en terre crue et de favoriser une coopération internationale en organisant des formations et en constituant un réseau.

Vingt années se sont écoulées depuis les premières considérations officielles en faveur de la préservation du patrimoine architectural en terre dans la ville de Yazd en Iran (1), sept années depuis que l'organisation d'un cours spécifique a été recommandée et approuvée à Lima au Pérou (2), trois années après qu'une décision concrète ait été prise à Rome en Italie, par l'ICCROM et CRATerre pour prendre en charge cette tâche (3) et finalement un an depuis qu'un accord a été signé par les directeurs de l'ICCROM, du CRATerre et de l'Ecole d'Architecture de Grenoble pour instaurer une activité continue concernant la formation, la recherche, la documentation et la coopération technique dans ce domaine (4).

Ces vingt années furent un processus très riche qui a conduit au projet actuel. Ce projet doit donc être replacé dans le contexte de silencieux efforts pour la reconnaissance des expressions architecturales et culturelles spécifiques. Nous devons mentionner ici la contribution du professeur Piero Gazzola, au niveau de la sensibilisation au début des années soixante-dix, alors qu'il était président du Comité National Italien d'ICOMOS, ainsi que l'action du professeur Giorgio Torraca, chercheur et ancien Directeur Général de l'ICCROM, dans les années soixante-dix et au début des années quatre-vingts, pour favoriser une coordination internationale des échanges d'informations concernant la préservation du patrimoine architectural bâti en terre.

En plus de ces efforts, cette décennie a confirmé l'engagement de l'ICCROM et du CRATerre-EAG dans la mise en place de conditions favorables au développement d'activités dans le domaine de la préservation de l'architecture de terre. Parmi celles-ci, on relèvera les contributions apportées par l'ICCROM à la réunion d'Ankara en Turquie, en 1980 (5) et l'organisation de la réunion de Lima/Trujillo/Cusco au Pérou en 1983, l'organisation conjointe par CRATerre/ICCROM de la réunion de Rome en 1987, et les échanges d'expériences dans le contexte de la formation post-graduate à l'Ecole d'Architecture de Grenoble et le cours de restauration architecturale à l'ICCROM.

Evaluer la mise en œuvre des recommandations internationales pour la préservation des patrimoines architecturaux en terre conduit nécessairement à définir un programme général incluant un ensemble d'activités orientées par le développement des fonctions statutaires de l'ICCROM et du CRATerre-EAG dans ce domaine.

Ce texte présente le programme d'actions de ICCROM/CRATerre/EAG dans le domaine de la préservation de l'architecture de terre pour les cinq années à venir.



## **Situation au stade de l'avant-projet**

Les recommandations internationales approuvées de 1972 à 1987 (annexe 1), reflètent les idées et les intérêts à différents moments concernant le besoin du développement d'activités spécifiques dans le domaine. Yazd (1972) et Yazd (1976) (7) peuvent être considérés comme les premières tentatives de caractérisation des patrimoines architecturaux en terre et de définition de recommandations préliminaires pour leur préservation. La réunion intermédiaire de Santa Fe, New Mexico (1977) (8) identifiait clairement le besoin urgent d'engagement d'une recherche sur les aspects spécifiques du domaine. Une tentative d'application des recommandations de Santa Fe était réalisée par les chercheurs de l'"Institute for Applied Technology and the Center for Building Technology/National Engineering Laboratory (National Bureau of Standards/USA) (9). La réunion suivante (Ankara, 1980) ne fait pas état de nouveaux développements des recommandations précédentes. Mais, cet événement encourage l'apparition d'une vision plus large du domaine en introduisant pour la première fois l'expression "architecture de terre" tout en confirmant finalement l'ensemble des recommandations précédentes. C'est à Lima (1983) que la question du développement d'un réseau propre à ce domaine a été débattue et que l'on a identifié le besoin d'une formation intensive dans les centres déjà établis. A Rome (1987) des orientations et des décisions visant à engager des activités programmées dans ce domaine ont été prises.

## **Le programme à long terme de l'ICCROM (1990-2000)**

Basé sur la vision actuelle de ce que doit être la mise en œuvre des quatre fonctions statutaires de l'ICCROM, le programme à long-terme des partenaires encourage le développement d'activités intégrées dans les domaines de la formation, de la recherche, de la documentation et de la coopération technique, en collaboration avec ses membres associés, dans le but de développer des programmes de coopération scientifique à long terme au plus haut niveau possible.

C'est dans le contexte de ce programme décennal qu'une convention a été signée à cet effet par ICCROM, le Centre International pour la Construction en Terre (CRATerre) et l'Ecole d'Architecture de Grenoble (EAG).

Cette convention a été établie sur un acquis de coopération de plus de cinq ans entre ces trois institutions dans les échanges de professionnels, l'organisation commune d'événements scientifiques et la réalisation de publications, l'échange d'information et le développement d'activités en collaboration.

## **ICCROM/CRATerre/EAG : Programme d'activités dans le domaine de la préservation de l'Architecture de Terre (1989-1994).**

Sur la base de l'expérience évoquée et dans la nécessité de préciser les exigences à court et moyen terme de programmation et de budgétisation, l'ICCROM, le CRATerre et l'EAG ont débattu et précisé un schéma d'action général (schéma 1) visant à organiser des activités relatives au domaine de l'expertise pour les six années à venir.



Des ressources budgétaires disponibles ont été affectées à la mise en place d'activités pilotes jusqu'à la fin de l'année 1989 avec le Premier Cours Pilote sur la Préservation du Patrimoine Architectural en Terre, réalisé à Grenoble (France) du 23 octobre au 3 novembre 1989.

La réalisation de cette activité pilote a contribué à fournir d'autres indications pour le développement du projet. Les idées concernant le développement d'un enseignement, les besoins de création d'un matériel didactique, la demande d'une formation spécifique dans ce domaine ont été bien entendu enrichis par cette expérience. Plus encore cette expérience a fourni l'occasion unique d'un échange d'information entre les participants et les intervenants et a contribué à promouvoir l'activité d'un réseau professionnel, doté de responsabilités dans ce domaine. De plus, plusieurs activités relevant de ce domaine et concernant des régions culturelles particulières ont été discutées et font l'objet d'une meilleure définition. Un rapport intégral de cette activité pilote a été préparé (11).

Schéma 1

1989 - 1994 Plan d'activités dans le domaine de la Préservation de l'Architecture de Terre : Schéma Général						
	1989	1990	1991	1992	1993	1994
1. FORMATION	Premier Cours Pilote sur la Préservation de l'Architecture de Terre Grenoble/France	Premier Cours International sur la Préservation de l'Architecture de Terre Grenoble/France	Premier Cours Régional sur la Préservation de l'Architecture de Terre Pays Membre	Deuxième Cours International sur la Préservation de l'Architecture de Terre Grenoble/France	Deuxième Cours Régional sur la Préservation de l'Architecture de Terre Pays Membre	Evaluation des cinq années d'activités et Définition des Projets et Budgets 1995-2000  Re-définition des Conventions avec les Organismes Internationaux et Institutions Nationales
2. RECHERCHE	Identification des voies de recherche ICCROM CRATerre-EAG Autres	Définition des Activités de Recherche	Développement de la recherche	Développement de la recherche	Premier bilan de la recherche  Re-définition des objectifs de la recherche	ICCROM CRATerre-EAG UNDP/UNESCO Projet du Patrimoine Culturel National Park Service (USA) Environnement Canada (Parcs) Conseil de l'Europe Icomos Comité International pour la Préservation de l'Architecture de Terre, etc
3 DOCUMENTATION ET DÉVELOPPEMENT DU MATÉRIEL DIDACTIQUE ET SPÉCIFICATIONS	Evaluation des besoins concernant : - Index sur la Préservation de l'Architecture en Terre; - Bibliographie sur la Préservation; - Notes techniques; - Bulletin d'information	Recherche documentaire sur la Préservation de l'Architecture de Terre ICCROM CRATerre-EAG Autres	Publication de : - Bibliographie sur la Préservation de l'Architecture de Terre; - Manuel de Laboratoire pour la Terre	Publication de : - Index de la Préservation de l'Architecture de Terre; - Notes techniques	Publication des Résultats de Recherche	Evaluation du Réseau Opérationnel et Mise au point des Activités du Réseau  Re-définition des Rôles et des Tâches
4 COOPERATION TECHNIQUE	Evaluation des Activités de Coopération avec Pays Membres et Membres Associés; Définition de Conventions	Coopération pour l'Organisation et l'Installation des Modules de Préservation et des Unités de Laboratoire Régions	Installation et mise en œuvre des Premiers Modules de la Préservation des Architectures de Terre et des Unités de Laboratoire	Installation et mise en œuvre des Modules de la Préservation des Architectures de Terre et des Unités de Laboratoire	SUM de la mise en œuvre de futurs Modules de la Préservation de l'Architecture de Terre, Unités de Laboratoire, etc	
		Définition des Priorités pour les Activités de terrain	Activités de Terrain : Evaluation	Définition des Projets Généraux de Préservation des Sites	Elaboration des Projets Généraux de Préservation des Sites	

ANNEXE 1



## Sous-projet : Formation

Bien que les premières tentatives pour organiser la formation spécialisée dans le domaine de la conservation architecturale furent entreprises en 1958-59 à l'Ecole d'Architecture de l'Université de Rome, ce n'est qu'en 1964 que l'ICCROM fut sollicité pour assumer cet engagement international et développer la formation dans ce domaine.

Ce n'est qu'en 1977 que l'ICCROM a mis en place son propre enseignement sur la conservation architecturale, afin de répondre aux besoins internationaux. C'est dans ce contexte et suite à une demande croissante au niveau du contenu des cours que la préservation du patrimoine architectural en terre a trouvé sa place parmi les différentes disciplines déjà présentes dans les programmes de formation existants.

La décennie qui suit l'établissement du cours international sur la conservation architecturale à l'ICCROM témoigne d'une préoccupation croissante pour le développement d'une approche méthodologique des problèmes posés par la préservation du patrimoine architectural en terre. Prenant en compte cette exigence, l'ICCROM a effectué une recherche systématique sur l'état des connaissances dans toutes les disciplines concernées, y compris celle de la construction en terre. De leur côté, le CRATerre et l'EAG ont également identifié l'urgente nécessité d'une formation dans ce domaine.

Le colloque international "Earth Construction Technologies Appropriate to Developing Countries" (Bruxelles, décembre 1984), a été l'occasion d'une première rencontre entre l'ICCROM et CRATerre/EAG. Cinq années de collaboration s'en sont suivies notamment pour la mise en place d'une formation dans le domaine de la préservation du patrimoine architectural en terre à l'ICCROM et à l'EAG. Et cette collaboration a entraîné la définition progressive d'un programme à long terme d'activités spécifiques dans le cadre du projet GAIA.

L'activité de formation du projet GAIA est bien évidemment et obligatoirement en relation étroite avec les autres sous-projets, notamment la recherche, la documentation, le développement du matériel didactique et des normes, et la coopération technique pour la préservation (voir schéma 1). Seule une approche globale permet le développement d'un programme de formation cohérent. En effet, si la mise en place des différents sous-projets est nécessaire pour définir chaque domaine d'activités, il est à souligner qu'ils sont tous interdépendants et exercent les uns par rapport aux autres des influences réciproques. C'est ainsi que la recherche, la documentation et la coopération technique alimenteront le contenu des enseignements. De même, les besoins qui apparaîtront lors de la formation serviront à identifier les grandes lignes prioritaires des autres secteurs.

Suivant le schéma général du Projet, la formation comprend une première période de cours sur cinq ans. Ces cours ont démarré avec le Cours Pilote en 1989, suivi par deux Cours Internationaux (l'un en 1990 et l'autre en 1992) et probablement deux Cours Régionaux (1991 et 1993) si les conditions nécessaires à leur organisation peuvent être remplies. La cinquième année (1994) pourrait être réservée à une première évaluation globale du programme à long terme.



Vu l'effort considérable à fournir et la nécessité de trouver des financements pour l'organisation d'activités régionales, il est important d'envisager un minimum de conditions requises pour se lancer dans de telles entreprises. Parmi ces conditions, la possibilité d'une continuité doit être examinée très attentivement. Trop souvent, le développement des actions de formation régionales correspond uniquement à des impératifs politiques, en négligeant d'établir les conditions essentielles qui en assureraient la continuité. Le patrimoine architectural en terre est trop important pour être soumis à de telles activités éphémères qui ne peuvent que conduire, à long terme, à une sérieuse négligence de notre patrimoine architectural. La formation, qui se déroule au siège du projet à Grenoble, devra donc non seulement former les professionnels nécessaires dans ce domaine, mais encore encourager la mise en place de véritables moyens pour favoriser les activités régionales qui devront être en fin de compte sous la responsabilité des organisateurs locaux travaillant en collaboration avec le réseau international du projet GAIA de ICCROM/CRATerre/EAG. Ainsi le rôle international de nos institutions en tant que initiateur et coordinateur d'activités augmentera nettement.

Quant au programme, cette tentative de formation basée sur la collaboration devra progressivement définir pour tout conservateur en architecture confronté aux problèmes relatifs à la préservation du patrimoine architectural en terre, son rôle, les connaissances scientifiques et les compétences professionnelles requises pour son travail. Actuellement un programme pédagogique est élaboré en étroite collaboration avec les enseignants-chercheurs et les experts travaillant dans ce domaine.

La formation dans ce domaine de la préservation a toujours été négligée, bien qu'elle ait été à plusieurs reprises identifiée comme étant un secteur important. Le projet GAIA cherche à rectifier cette situation en travaillant pour une approche systématique et scientifique de ce problème, comblant de ce fait un immense vide dans les activités orientées vers la préservation d'une partie importante du patrimoine culturel mondial. Ces directions générales proposées pour l'activité de formation du projet GAIA devront être suivies de développements futurs qui résulteront des activités spécifiques programmées pour les cinq années à venir.

### **Sous-projet : Recherche**

A plusieurs reprises, la nécessité de réaliser des recherches portant sur la préservation des architectures de terre a été exprimée lors de différents colloques. Par la suite, plusieurs projets de recherche ont été entrepris et d'autres sont actuellement en cours. Ces initiatives sont sans aucun doute importantes. Cependant par rapport au vaste champ des recherches, deux problèmes fréquents doivent être abordés. Le premier concerne le fait que la plupart des recherches menées jusqu'à ce jour ont plus été dirigées vers les "solutions" des problèmes de la conservation de l'architecture de terre (p.e. nouveaux produits, techniques, renouvellement du matériel, etc.) que sur la caractérisation du matériau/problème en soi. Le deuxième a rapport à la coordination de la recherche indispensable pour définir des priorités et pour éviter une répétition des efforts.



Page 97  
manquante sur le rapport



Le sous-projet Recherche a pour but de développer et de coordonner la recherche au niveau international. CRATerre a déjà réalisé une recherche exploratoire sur le matériau terre, commanditée par le Ministère de l'Urbanisme et du Logement (Plan Construction), en 1983. Une méthodologie existe, elle peut certainement être appliquée à la conservation. De même, l'équipe GAIA a déjà entamé le développement d'un réseau pour la préservation des architectures de terre. Elle est donc devenue un point de référence au niveau international, et a établi des liens avec des institutions s'occupant de préservation et avec plusieurs chantiers archéologiques et culturels importants. Peut-être le point essentiel réside-t-il dans le fait que la recherche se réalise dans le cadre du projet GAIA, elle sera donc menée en étroite interaction avec les autres sous-projets. Ce n'est que par un tel type d'approche intégrée que les priorités de recherche peuvent être définies selon des besoins réels qui surgissent sur le terrain et que les résultats de la recherche pourront être vraiment diffusés le plus largement possible.

La recherche est envisagée selon deux axes :

Le premier axe comprend une recherche exploratoire qui doit être faite en relation étroite avec le sous-projet documentation. Elle devra définir les voies de recherche prioritaires à développer. Pour cela il sera nécessaire d'évaluer l'état actuel des connaissances concernant le matériau, son utilisation dans la construction et sa préservation, ainsi que les recherches actuellement en cours. Les résultats de cette phase exploratoire seront repris dans un index de la recherche, à élaborer dans le sous-projet documentation et à intégrer dans sa base de données.

Le deuxième axe inclut le développement de recherches spécifiques, correspondant aux résultats de la recherche exploratoire. Les partenaires du projet GAIA se chargeront de la promotion et de la coordination des recherches, en étroite collaboration avec le réseau international.

La priorité sera donnée aux domaines qui se présentent comme les plus urgents - basé sur la recherche exploratoire - et qui actuellement ne font l'objet d'aucune recherche. L'accent sera mis sur la méthodologie, et non sur la recherche erronée d'une solution optimale unique. La technologie de pointe sera considérée non comme un but en soi mais sera examinée en vue d'une éventuelle inférence avec les solutions de technologie "douce".

La recherche est un facteur essentiel pour l'avancement des autres domaines. A cet égard, la préservation du patrimoine architectural en terre ne fait pas exception. Néanmoins, pour être pertinentes, les recherches doivent porter sur les aspects les plus fondamentaux et se réaliser en bonne coordination afin d'optimiser les efforts.

### **Sous-projet : Documentation et normes**

Le besoin de développer un réseau international d'informations sur la préservation du patrimoine architectural en terre a été annoncé dans les recommandations des différents colloques. Pourtant peu d'actions ont été entreprises pour mettre en œuvre ces recommandations. Le sous-projet Documentation et normes propose de promouvoir et de développer ces activités.



L'alliance des ressources, de l'expertise et de l'expérience actuelle de ICCROM et CRATerre-EAG représente une excellente base pour la documentation relative à ce sujet. ICCROM et CRATerre possèdent des bibliothèques bien fournies dans leurs propres disciplines et comprenant un nombre impressionnant de publications sur la préservation et l'architecture de terre. De plus, les partenaires ont mis en place un réseau de professionnels et d'institutions actifs dans leurs domaines respectifs, qui peut être utilisé et élargi. Dans le domaine des publications, ICCROM et CRATerre diffusent des bulletins (ICCROM Newsletter, CRATerre Bulletin d'Information) qui sont des outils efficaces pour la diffusion de l'information.

L'équipe est également active dans le développement des normes, notamment par la participation et la coordination d'événements internationaux, tels que la présidence du comité RILEM/CIB sur la technologie de la terre pour la construction, qui est assurée par CRATerre. Il existe donc une base très forte pour la gestion de l'information sur la préservation du patrimoine architectural en terre.

En général le sous-projet Documentation et normes de GAIA s'occupe en premier lieu de la création, de la collecte et de la diffusion de l'INFORMATION concernant la préservation du patrimoine architectural en terre à différents niveaux et pour des publics divers. Les groupes concernés sont les membres du projet (ainsi que le réseau mis en place par le projet), les professionnels actifs dans la préservation du patrimoine architectural en terre, les participants aux activités de formation et le grand public.

Les activités spécifiques, qui vont être effectuées en proche collaboration avec les autres sous-projets, devront être développées conformément aux besoins exprimés par les différents groupes concernés.

La création d'une base de données internationales qui devra être mise constamment à jour est d'une nécessité primordiale pour le projet GAIA et son réseau. Cette base de données inclura les informations sur les professionnels actifs dans le domaine, l'équipement, les techniques, les activités de formation et les recherches en cours, ainsi qu'un inventaire du patrimoine architectural en terre, une bibliographie des publications existantes et un glossaire multilingue. Des activités de recherche pour la bibliographie et le glossaire sont déjà entamées. La publication d'un bulletin d'information, fondé sur la base de données et les contributions volontaires, ainsi qu'un index de recherche bi-annuel et une bibliographie sont prévus.

Pour le public professionnel, le sous-projet Documentation et normes de GAIA envisage la production, la publication et la diffusion des notes techniques sur des thèmes critiques. Les sujets prévus pour les deux premières années du projet comprennent l'identification de la terre, la méthode diagnostique pour la pathologie humide et la pathologie de structure. D'autres activités se situeront au domaine de l'assistance dans l'édition, la publication et la diffusion des résultats de la recherche et des documents spécialisés, ainsi qu'une participation active dans le développement des normes aux niveaux nationaux et internationaux pour les procédures de laboratoire et de terrain en relation avec la terre et le patrimoine architectural en terre.

En interaction avec la formation, le sous-projet sera actif dans la production, la publication et la diffusion de manuels et de matériel pédagogique. La production d'un manuel de laboratoire et de plusieurs vidéos complémentaires sur les essais



d'identification fait partie des activités prévues dans une première phase. La production de différentes simulations sur vidéo des traitements pour la préservation est actuellement en cours. Le développement futur des activités dans ce domaine consistera en l'installation des modules didactiques de base de laboratoire au niveau régional. L'équipe travaille actuellement sur les spécifications types pour la mise en place de ces modules.

Les activités au niveau du grand public visent la sensibilisation dans le domaine de la préservation du patrimoine architectural en terre. La publication et la diffusion de monographies sélectionnées sur l'architecture de terre ainsi que des expositions et des événements médiatiques sont inclus. Dans une première phase, l'extension des expositions existantes est programmée par des informations concernant la préservation et les éléments techniques des architectures de terre.

La production, la collecte, la gestion et la diffusion de l'information sont des exigences importantes pour le succès de n'importe quel effort. Le projet GAIA se propose de coordonner toutes informations concernant la préservation du patrimoine architectural en terre. Il donnera ainsi un support à ceux qui sont déjà actifs dans le domaine et visera à promouvoir une conscience croissante de ce composant important et trop souvent négligé du patrimoine mondial culturel.

### **Sous-projet : Coopération technique**

Une caractérisation globale de la coopération technique internationale dans le domaine de la préservation du patrimoine architectural en terre démontre une situation des plus inquiétantes. Une absence totale d'information dans de nombreux sites culturels, une assistance limitée aux experts étrangers, de fréquentes demandes d'assistance avec des missions effectuées par un nombre réduit de professionnels ou par des consultants qui ont une connaissance et une expérience insuffisantes dans ce domaine, une approche souvent restreinte en ce qui concerne les recommandations pour la préservation, l'absence d'activités spécifiques dans le suivi, ne sont que quelques aspects de cette situation dramatique.

Il est nécessaire de reconsidérer le rôle de coordination de la coopération technique des institutions internationales d'une façon plus systématique. Ceci cadre tout à fait dans le contexte de la troisième fonction statutaire de l'ICCROM, notamment de fournir des consultations et des recommandations sur des points d'ordre général ou spécial en matière de conservation et de restauration des biens culturels, des recommandations de conférences internationales à Yazd, Santa Fe et Rome qui répètent le besoin d'initier des projets pilotes sur le terrain dans le cadre d'un plan d'activités intégrées, et finalement de la Convention signée par ICCROM/CRATerre/EAG.

De ce point de vue, le projet GAIA vise à promouvoir, à créer et à développer les conditions nécessaires pour des activités rationnelles et effectives de coopération technique internationale, orientées vers la formulation, l'accomplissement et la gestion des plans globaux de préservation de sites.



Le premier pas à réaliser est l'identification et la prise de contacts avec les services nationaux de conservation et les professionnels responsables de la préservation des sites spécifiques prioritaires, afin de discuter de ces problèmes et de procéder systématiquement à une formulation des plans de préservation. Le sous-projet Formation du projet GAIA offre déjà la possibilité à des professionnels de se réunir et d'amorcer les discussions. A l'occasion du cours pilote de 1989, l'équipe s'est réunie avec des professionnels responsables de sites archéologiques importants, tels que Chan-Chan/Pérou, Mari/Syrie, Tular/Atacama, Chili, ainsi que des villes telles que Quito/Equateur, Popayan/Colombie, et Alcantara/Brésil. Des contacts ont été alors instaurés et des échanges continus se poursuivent avec les professionnels chargés de l'étude et de la préservation de l'Albaicin à Grenade/Espagne et Evora/Portugal. Ces discussions ont déjà fortifié nos perceptions vis-à-vis de l'importance des plans globaux de préservation. Deux niveaux d'action en résultent.

A un niveau général, afin de mieux caractériser la forme et la qualité de la coopération technique existante dans ce domaine, il est indispensable d'entreprendre une évaluation des activités précédentes avec les pays et/ou régions culturelles qui ont un patrimoine architectural en terre important. Cette évaluation peut être effectuée en analysant les activités de chacune des institutions impliquées dans le projet GAIA dans les pays sus-mentionnés. Elle peut être complétée par une recherche documentaire systématique sur les activités d'autres institutions.

A un niveau plus spécifique, les contacts avec les professionnels responsables, dont certains ont été mentionnés ci-dessus, ont déclenché des projets d'action immédiate. Ces activités ont pour but de formuler des plans globaux de préservation, y compris la définition des priorités de la conservation pour chaque site, basées sur l'évaluation des travaux précédents de préservation sur le site, l'inspection systématique des conditions, de l'installation et de l'utilisation consécutive des modules de préservation (laboratoires sur le terrain et équipement de monitoring), et la conservation et l'entretien des sites. Ici aussi, une liaison étroite avec les autres sous-projets de GAIA, formation, recherche et documentation est prévue dans le schéma à long terme.

Ce n'est que dans le contexte d'une telle activité intégrée, basée sur la promotion et le support technique des services nationaux de conservation et des professionnels dans ce domaine, que la continuité peut être garantie.

La préservation du patrimoine architectural en terre ne peut pas dépendre d'actions sporadiques, de la production de nombreux rapports de mission et des recommandations qui ne sont jamais appliquées, des circonstances de nécessité urgente, de l'opportunisme éphémère des politiques pratiques ou de facteurs similaires. La promotion d'une approche scientifique est essentielle pour cette problématique. A cet égard, nous estimons que le projet GAIA offre un cadre de référence à une intégration nécessaire des activités ainsi qu'à une utilisation efficace des moyens et des ressources.



ANNEXE 1

YAZD/IRAN 1972	YAZD/IRAN 1976	STA.FE/USA 1980	ANK./TUR 1980	LIMA/PERU 1983	ROME/ITALIE 1987
Les fouilles doivent inclure simultanément des opérations de conservation;	Le budget des fouilles doit inclure des interventions de conservation;	Recherche sur : Techniques de construction; Caractéristiques et compatibilités du matériau; Comportement sismique; Méthodes non-destructives pour déterminer la teneur en eau, localisation et migration; déformation plastique; migration et cristallisation des sels; barrière anti-capillaire; drainage superficiel et sous-terrain; mortiers traditionnels et améliorés pour "capping" et matériaux de remplissage; traitement de surface chimique pour éléments décoratifs; méthodes de renforcement et consolidation de structures;	introduction du terme "architecture de terre" dans le lexique de la préservation; définition du terme;  Encourage l'utilisation des méthodes et matériaux traditionnels, basé sur des considérations de compatibilité et d'utilisation continue;  Souligne la nécessité d'une protection temporaire pendant les fouilles;  Spécification des caractéristiques et exigences des structures de protection;  Recherche sur : systèmes modulaires pour les abris de protection, à expérimenter dans les projets pilotes;	<b>Souligne le besoin urgent du développement d'un réseau pour la préservation des architectures de terre;</b>  Inventaire systématique des sites en terre; études avancées sur les techniques de construction;  <b>Formation intensive dans des centres établis;</b>  Formation spécifique sur la préservation des peintures murales sur support en terre;  Considérations générales concernant la réhabilitation et l'amélioration de l'architecture de terre.	<b>Rappel des responsabilités dans l'exécution des recommandations internationales;</b>  Remplacement du nom du Comité International ICOMOS (... conservation de l'architecture en terre crue);  Promouvait le rôle centralisateur du Comité dans la coordination et la diffusion de l'information, et, dans la préparation d'une bibliographie analytique, par le "Conservation Information Network";  <b>Création d'un programme de formation spécifique sur l'étude et la conservation de l'architecture en terre, au siège du CRATerre-EAG à Grenoble;</b>  Établissement de liens avec les laboratoires de recherche industriels;  Lancement des sous-comités nationaux;  Souligne le besoin urgent d'un inventaire détaillé;  <b>Lancement des projets pilotes;</b>  Rapport multidisciplinaire sur l'état de la situation.
Ré-ensevelissement de toute structure qui ne présente pas une importance scientifique ou touristique;	Ré-ensevelissement après une documentation exhaustive avec relevés photographiques;	Méthodes non-destructives pour déterminer la teneur en eau, localisation et migration; déformation plastique; migration et cristallisation des sels; barrière anti-capillaire; drainage superficiel et sous-terrain; mortiers traditionnels et améliorés pour "capping" et matériaux de remplissage; traitement de surface chimique pour éléments décoratifs; méthodes de renforcement et consolidation de structures;			
Si nécessaire, stabilisation structurelle en complétant la structure;	Interventions rapides et accélérées;				
Protection des surfaces horizontales par une toiture ou par "capping";	Abris légers et "capping" comme protection temporaire;				
Entretien des enduits existants sur les surfaces verticales;	Traitement chimique des surfaces verticales;				
Application d'enduits si il n'y en a pas;	Programme de recherche en laboratoire : essais mécaniques du comportement du matériau, composition, consolidation, produits de traitement;				
Traitement de surface avec des matériaux résistant à l'eau : enduit de terre, stabilisé au ciment, résines époxy diluées, silicates d'éthyle, bitumes;	Définition de projets pilotes de recherche sur des sites spécifiques;				
Routine d'entretien des bâtiments encore employés. Les points critiques sont : couvertures, enduits et systèmes de drainage;	Inspection régulière et maintenance;				
Utilisation de matériaux compatibles.	Création d'une banque de données pour la centralisation et la diffusion des résultats de recherche;				
	Aménagement des installations dans les édifices en état : équipement sanitaire, électricité, chauffage.				
		Nominaton d'un comité international pour la standardisation des essais de terrain et de laboratoire;			
		<b>Projets pilotes de terrain coordonnés et développement d'un système international d'échange d'information .</b>			
			<b>Développement de normes pour les essais de labo et les procédures sur le terrain;</b>		
					<b>Lancement des projets pilotes;</b>



## **ANNEXE 2**

### **Coordination du projet GAIA**

Alejandro Alva (ICCROM)  
Hugo Houben (CRATerre-EAG)

### **Coordination des différents sous-projets**

#### 1. Formation

Alejandro Alva (ICCROM)  
Marina Trappeniers (CRATerre-EAG)

#### 2. Recherche

Patrice Doat (CRATerre-EAG)  
Jeanne Marie Teutonico (ICCROM)

#### 3. Documentation et normes

Pascal Odul (CRATerre-EAG)  
Jeanne Marie Teutonico (ICCROM)

#### 4. Coopération technique

Alejandro Alva (ICCROM)  
Patrice Doat (CRATerre-EAG)



## NOTES

1. Premier colloque international sur la conservation des monuments en brique crue, Yazd-Iran, Conseil International des Monuments et des Sites et Icomos-Iran, 25 - 30 nov., 1972.
2. International Symposium and Training Workshop on the Conservation of Adobe, Lima-Cusco (Peru), The Regional Project on Cultural Heritage and Development UNDP/Unesco and ICCROM, 10 - 22, sep., 1983.
3. 5th International Meeting of Experts on the Conservation of Earthen Architecture, Rome, ICCROM and CRATerre, 22 - 23, Oct., 1987.
4. Convention entre ICCROM, CRATerre et EAG, Rome-Grenoble, jul. - août, 1989.
5. Third International Symposium on Mud-brick (Adobe) Preservation, Ankara, ICOM-ICOMOS Turkish National Committees, 29 Sep. - 4 Oct., 1980.
6. Ge ou Gaia (myth.) : la déesse Terre.
7. 2ème colloque international sur la conservation des monuments en brique crue, Yazd-Iran, Conseil International des Monuments et des Sites et Icomos-Iran, 6 - 9 mars, 1976.
8. US/ICOMOS - ICCROM Adobe Preservation Working Session, Santa Fe, NM, 3 - 7 Oct., 1977.
9. James R. Clifton, Preservation of Historic Adobe Structures - A Status Report, Washington DC, U.S. Department of Commerce, (NBS Technical Note 934, 1977), and, James R. Clifton, - Paul Wencil Brown, Methods for Characterizing Adobe Building Materials, Washington DC, U.S. Department of Commerce, (NBS Technical Note 977, 1978).
10. A. Tomaszewski, "The Long-Term Plan of ICCROM", ICCROM NEWSLETTER 15, (Rome : ICCROM, 1989), 3 - 6.
11. CRATerre-EAG - ICCROM, Rapport Final du Premier Cours Pilote sur la Préservation du Patrimoine Architectural en Terre - Une approche méthodologique, Grenoble/Rome, CRATerre - EAG/ICCROM, déc., 1989.