

RAPPORT GÉNÉRAL

I

1. - C'est la première fois, après tant de symposiums ~~et de conférences tenus dans le monde entier sur la conservation~~ des oeuvres d'art et des monuments, que, à l'initiative de l'ICOMOS, un congrès international est consacré uniquement à l'humidité. Par ce congrès, nous tentons une synthèse. Partir des différents secteurs d'étude sur la conservation de chacun des matériaux par lesquels s'exprime l'oeuvre d'art : marbre, brique, bois, métal, stuc, matières colorantes, etc... à la recherche d'une origine, d'un facteur commun, dans lequel on puisse diagnostiquer l'agent premier et indivisible de la détérioration. Il est sans aucun doute indispensable que des experts enquêtent à fond sur la dégradation des marbres, un secteur extrêmement étendu et encore en grande partie mystérieux. C'est là l'une des grandes branches de l'arbre. Il faut multiplier en laboratoire les cultures et perfectionner la connaissance des moisissures; voilà une autre grande branche. Il faut avoir l'oeil au microscope et pénétrer plus à fond dans les maladies du bronze et des métaux, encore une autre branche. Il est indispensable de perfectionner l'enquête stratigraphique des peintures sur tableau et des fresques, et l'enquête chimique sur l'altération des pigments et liants. Chaque branche particulière d'étude est nécessaire et très utile

A présent, pour la première fois, nous revenons un peu en arrière, pour reprendre l'observation déjà faite par chaque spécialiste de chaque secteur, pour son propre compte: à la base de presque toutes les altérations caractéristiques de chaque matériau, il y a un élément commun, l'eau. C'est de la présence de l'eau que proviennent la plupart des dégradations. Elle est la matrice de tous les processus organiques et chimiques qui affectent les monuments et les oeuvres d'art.

2. - Il est facile, comme je viens de le faire, de poser de façon synthétique le sujet de l'humidité en tant que cause première et commune de nombreuses dégradations. Mais dès que nous tentons de mettre en ordre nos idées, nous nous apercevons que cette matière se présente cahotiquement, à cause de la masse

des données et des observations recueillies, et aussi parce que l'on a procédé généralement jusqu'à présent par empirisme. La Présidence de l'ICOMOS a donné un exemple de clarté en subdivisant en trois grands groupes les arguments de ce congrès. Comme vous le savez, le groupe A consiste en l'information, je dirais le reportage, sur la distribution géographique de l'humidité. Une sorte de comparaison différentielle entre les causes et les effets de l'humidité sur les monuments situés dans les quatre grandes zones géographiques constituées par les régions tropicales, la région méditerranéenne, les régions proprement continentales et les régions désertiques. Ce sont là quatre milieux climatiques bien différenciés, riches de très anciens établissements humains, et par conséquent de monuments, dont chaque rapporteur vous parlera avec toute la compétence voulue: Vunjak pour la Méditerranée, Vos pour les régions continentales, Iskander et Kidder pour les régions désertiques; pour les régions tropicales, le rapporteur sera M. Fusey.

3. - Le groupe B du programme laisse de côté la géographie et a par contre un caractère d'information générale sur les techniques curatives. Il illustre tous les systèmes actuels de lutte contre l'humidité, avec leurs avantages, leurs limites, leurs inconvénients. C'est là le groupe de thèmes qui nous passionne le plus et nous désespère le plus, car chacun de nous a derrière soi toute une vie, des archives de tentatives et d'expériences, selon différents moyens et différents systèmes. C'est, comme dans toute vie, une suite de succès et d'accéléérations, souvent alternés avec des déceptions et de brusques coups de frein.

Des rapporteurs de valeur, riches de leur expérience personnelle, parleront sur chaque thème: Haller sur les méthodes physiques d'assèchement, telles que la coupe du mur et les siphons atmosphériques; Moraru sur les méthodes électriques et électro-cynétiques, en substance sur l'électro-osmose; Künzel sur les méthodes physico-chimiques telles que les transfusions et les injections de liquides variés dans le mur humide. Enfin, C. Anemona parlera des causes qui entretiennent l'humidité de condensation et des techniques pour les combattre. En résumé, les trois premiers rapporteurs s'occupent de l'humidité capillaire ascendante et le dernier de l'humidité de condensation.

4. - Le troisième groupe du programme est le groupe C, il traitera des instruments, et à ce titre présente pour nous tous un intérêt commun : méthodes et moyens de mesure de l'humidité. C'est monsieur Paquet, maître en la matière, qui nous en parlera. Permettez-moi d'attirer votre attention sur l'importance fondamentale qu'a pour nous tous le jugement diagnostique quantitatif. Je veux dire par là la mesure du pourcentage d'eau contenu dans les divers points du mur et du sol.

Quelle estime pourrait nous inspirer un médecin qui

affirmant qu'un malade a une fièvre de cheval, néglige de prendre son thermomètre pour la mesurer?

Le terme de "mur humide" et "milieu humide" est employé continuellement pour les monuments, sans échelle de référence, de sorte que cet adjectif est également valable pour tous les murs et tous les milieux, qu'ils soient peu ou beaucoup chargés d'eau. C'est un peu comme constater que le malade a la fièvre, sans s'occuper du degré. De cette façon, l'appréciation quantitative du phénomène, c'est-à-dire de la gravité de la dégradation, reste confiée à l'impression personnelle de l'observateur, mais n'est pas traduite objectivement en chiffres, contrairement à ce qui se passe pour n'importe quel problème techniquement défini. Deux mesures instrumentales sont indispensables : celle de l'humidité relative de l'air, et celle du pourcentage d'eau contenu dans le mur et dans le sol, ou bien dans la paroi naturelle, s'il s'agit de grottes ou d'hypogées.

Cette seconde mesure de l'eau contenue dans la paroi est beaucoup plus importante que la première. En effet, il ne faut jamais juger à vue de nez, en se basant sur les taches et sur les érosions. Il pourrait s'agir de simples cicatrices, héritage d'un phénomène passé, et non d'indices d'une présence actuelle d'eau dans le mur. Il peut se faire qu'une salle monumentale ait un air humide et un mur sec, et alors, de l'analyse négative du mur, découle évidemment le diagnostic de condensation. Le dosage de l'eau dans le mur est donc dans tous les cas indispensable, même quand, de toute évidence, il n'y a pas d'eau dans le mur, ou tout au moins pas en quantité pathologique. Actuellement, la dose pathologique est universellement considérée comme celle qui dépasse, même de très peu, 3 pour cent du poids, étant entendu qu'au-dessous de ce niveau, et pourvu que le local soit ventilé, il n'y a pas de dommage pour les personnes, du point de vue hygiénique, et pas de dommage non plus pour les oeuvres d'art: fresques, marbres, bois. Aucun dommage ne provient de l'humidité spécifique du mur, c'est-à-dire de l'humidité capillaire ascendante, mais dans certaines conditions de milieu et de saison, on peut observer des dommages provoqués par l'humidité de condensation provenant non pas du mur, mais de l'air.

6. - Naturellement, les instruments actuels de mesure directe de l'humidité ont chacun leur champ d'emploi et leurs limites. Certains nécessitent le pesage sur échantillon, et nous savons combien il est difficile d'obtenir un échantillon vraiment représentatif de cet amas de matériaux divers qu'est un mur; d'autres sont des appareils de laboratoire, non transportables "in situ", d'autres peuvent donner des indications faussées par la présence de vides ou d'inclusions métalliques. Cependant, nous devons nous habituer à l'emploi critique de ces instruments nouveaux dont nous parlera le rapporteur Paquet. Mais, j'insiste sur ce point. n'ou-

On ne prend pas la méthode traditionnelle de la balance, c'est-à-dire celle qui consiste à peser un échantillon humide à peine extrait du mur, puis de le sécher à 100-110 degrés dans un four, et de le peser à nouveau pour voir le poids de l'eau perdue. C'est là, encore aujourd'hui, la méthode la plus générale et la moins limitée. Son seul défaut est la lenteur : avec les fours traditionnels à gaz ou bien à résistance électrique commune, que l'on utilise encore dans tous les laboratoires d'analyses, il faut entre sept et neuf heures pour assécher l'échantillon de maçonnerie. C'est, je pense, un peu trop long, compte tenu de la dynamique de notre temps.

7. - Pour les chimistes et pour ceux que peut intéresser le dosage de l'eau dans les murs, je tiens à parler d'une nouveauté en la matière. Le problème consistant à accélérer la dessiccation des échantillons de maçonnerie et de rendre très rapide le dosage de l'eau contenue a été assez bien résolu.

Depuis 1959, les hygiénistes Tizzano et Talenti, et moi-même, financés par le Conseil National des Recherches, nous avons étudié l'emploi d'un four à chaleur diélectrique. Le procédé physique de prélèvement de l'eau présente dans l'échantillon est tout-à-fait différent de celui que l'on emploie avec les fours traditionnels à gaz ou à électricité. Dans le four traditionnel, un courant d'air chaud lèche la surface libre de l'échantillon, en enlevant par évaporation superficielle l'eau qui y arrive peu à peu par capillarité, de l'intérieur de l'échantillon. C'est le même procédé qui est utilisé pour la cuisson des aliments. L'assèchement est lent, parce que la chaleur agit de l'extérieur, et il faut, comme nous l'avons dit, sept heures au moins pour ôter toute l'eau. Au contraire, dans le four à chaleur diélectrique, l'échantillon est plongé dans un champ à haute fréquence, environ 27 mégahertz, et le réchauffement se produit en même temps dans toute la masse de l'échantillon, à l'intérieur tout comme à l'extérieur. L'assèchement est rapide : il faut un quart d'heure à une heure pour ôter toute l'eau. Cette innovation est encore peu connue et c'est pourquoi je la signale ici. L'appareil, petit et transportable, est d'un emploi commun, dans l'industrie des matières plastiques; on le trouve déjà tout prêt dans le commerce. Il consomme à peine 1 kilowatt sur tension normale de 125 volts. La température à laquelle est porté l'échantillon oscille entre 100° et 155° et il n'y a donc aucun danger de décomposition du carbonate de calcium.

8. - Ce four à chaleur diélectrique nous a été d'une immense utilité à Florence, pour contrôler rapidement sur place combien d'eau était encore retenue, six mois après l'inondation, à l'intérieur des murs et sous les sols des Archives d'Etat, au rez-de-chaussée du Palais des Offices. Il fallait donner une réponse rapide, après un long traitement par air chaud de tous les locaux, pour décider du retour des papiers à leur place. En deux jours,

on a fait une énorme quantité de mesures, sans même emporter au laboratoire les échantillons. A mesure que ces échantillons étaient extraits des murs et des sols, on les pesait humides, et on les introduisait immédiatement dans le four à chaleur diélectrique, placé dans les locaux à examiner. Etant donné la rapidité du procédé, le résultat de chaque dosage était utilisé sur-le-champ pour diriger les enquêtes ultérieures : c'est-à-dire les suspendre là où la distribution et la quantité d'eau étaient précisées, et les accentuer là où la situation semblait encore obscure.

9. - De toute façon, quelle que soit la méthode utilisée, il est nécessaire que chaque cas d'humidité des monuments soit défini au moyen de nombres, par la mesure du pourcentage d'eau contenu dans les diverses structures de l'édifice. Cette procédure objective et impersonnelle doit entrer dans les habitudes des experts et des Administrations qui sont chargées de la tutelle du patrimoine monumental. Il s'agit de mettre fin à l'empirisme des soi-disant praticiens, pour prononcer des diagnostics techniquement irréprochables. Et c'est d'autant plus nécessaire aujourd'hui que l'on propose de plus en plus fréquemment aux architectes et aux Administrations responsables de la tutelle des monuments de nouvelles découvertes commerciales, des dispositifs et des brevets affirmés valables contre l'humidité capillaire ascendante. Malheureusement, quelquefois, la confiance des Administrations qui les acceptent et les payent, est mal placée. Il serait intéressant de faire une statistique des sommes qui, chaque année, et dans le monde entier, sont dépensées en pure perte pour assainir les églises, les palais historiques, les monuments, par application de dispositifs pseudo-scientifiques qui ne font ni bien ni mal. Je me permets de rappeler une de mes formules de prudence, qui est, avant d'accepter de nouvelles spécialités ou de nouveaux dispositifs brevetés offerts gratis à titre d'essai, ou encore contre paiement, dans le commerce, de préciser officiellement l'état d'humidité de la structure à assainir, en faisant doser l'eau contenue dans les échantillons par un laboratoire d'hygiène ou de chimie de l'Etat ou de l'Université. Ce dosage doit être renouvelé dans les mêmes zones et aux mêmes hauteurs sur le sol, un an, ou mieux deux ans après la fin de l'application de la spécialité ou des dispositifs brevetés. Ces derniers seront jugés valables seulement si l'eau a nettement diminué dans les échantillons prélevés la seconde fois. Naturellement, tous les contrôles doivent être faits par les soins de l'Administration responsable de la conservation du monument, et non pas confiés à l'apporteur du dispositif qu'il s'agit de contrôler.

Cette formule donne la seule preuve valable pour une vérification provisoire du travail d'assainissement, et met l'Administration à l'abri de toute critique si l'assainissement échoue, mais en même temps elle permet une expérimentation prudente et la recherche scientifique dans un secteur qui en a encore bien besoin, tel que celui de l'humidité des monuments.

10. - Nous avons rapidement vu la répartition générale faite entre les matières de ce congrès et nous avons illustré l'importance grandissante de la pratique consistant à doser systématiquement l'eau contenue dans les structures humides pour défendre sérieusement les monuments de la dégradation. Faisons maintenant le point sur certains progrès peu connus, et sur certaines études effectuées en Italie autour des problèmes particuliers d'humidité.

On ignore généralement qu'en Italie le Conseil National des Recherches a, depuis quelques années déjà, institué un Groupe de recherche pour l'étude de l'humidité des constructions, intéressant aussi bien les constructions à usage d'habitations que les monuments antiques. ~~Le groupe est dirigé par le Professeur Gino Parolini, auquel nous sommes reconnaissants de bien vouloir présider notre assemblée, et qui est à la tête de la Faculté des Arts et Métiers de l'Université de Rome.~~

11. - Lors de la dramatique inondation de Florence, en novembre de l'année dernière, la chance a voulu qu'il y eût à la tête du Groupe non seulement un savant, mais aussi un homme d'action comme le Professeur Parolini, capable de susciter l'enthousiasme et de regrouper des initiatives et des forces dans une seule direction. Vous avez eu connaissance du sauvetage audacieux d'environ deux cent-cinquante tableaux qui, imbibés par l'inondation, furent emmagasinés dans la grande Orangerie de Palais Pitti. En quelques jours d'un travail fébrile, le Professeur Parolini parvient à opérer ce miracle : créer une imposante installation hygrothermique pour conditionner l'air de l'Orangerie de façon que la basse température (environ 10 degrés) pût freiner le développement des moisissures et des champignons, tandis que la forte humidité relative de l'air (entre 90% et 85%) empêchait l'assèchement trop rapide du bois. On craignait en effet que l'assèchement incontrôlé détachât et fît sauter la préparation de la couche chromatique des tableaux. Le sauvetage a été parfait. Par une manœuvre constante de la température et de l'humidité, on a empêché la cassure de la couche peinte. Il a été ainsi possible, à mesure que les tableaux s'asséchaient, de les transporter dans le grand laboratoire de restauration installé pendant ce temps par la Surintendance aux Galeries de Florence, dans l'ex-forteresse d'Abbasso. Ce laboratoire mérite vraiment d'être visité, pour son aménagement rationnel et grandiose, et pour l'exemple de collaboration civique qu'y donnent les restaurateurs provenant du monde entier.

Le sauvetage des tableaux florentins a été une entreprise unique, et une expérience exceptionnelle dans l'histoire de la conservation des oeuvres d'art.

12. - En ce qui concerne les fresques inondées, le danger

a été double : d'une part l'apparition de moisissures, si l'on n'accélérait pas l'évaporation de l'eau emmagasinée dans le mur, d'autre part l'éventualité d'une détérioration de la couche chromatique par cristallisation des sels dissous dans l'eau, si l'évaporation se faisait trop rapidement du côté peint.

La Surintendance aux Galeries de Florence a opéré une défense élastique, procédant dans certains cas au "détachement" de la fresque, et dans d'autres à l'assèchement graduel du mur. Nos amis allemands nous ont remarquablement aidés à l'assèchement, en nous fournissant un grand nombre de brûleurs à butane à flamme libre, dont le jet d'air chaud a réussi très efficacement, en plein hiver, à provoquer l'évaporation de l'eau des murs. ~~L'assèchement était opéré toujours par derrière, ou dans la plinthe,~~ au moins deux mètres au-dessous de la fresque, de façon que les sels fussent obligés de se transporter de la surface peinte à la surface non peinte, où ils pouvaient se cristalliser sans causer de dommages. Naturellement, cet assèchement par air chaud n'est possible que pour les murs inondés qui contiennent une charge d'eau limitée, ayant pénétré accidentellement dans le mur; il est absolument contre-indiqué quand il s'agit d'une humidité qui se reforme en permanence, comme l'humidité ascendante provenant du sol. Ce serait comme si l'on essayait d'assécher avec des pompes une lagune en communication directe avec la mer.

13. - Pour en revenir plus précisément au cas général de l'humidité ascendante par capillarité provenant du terrain, qui dans le monde entier afflige et dévaste tant de monuments, le Groupe de recherche du C.N.R. a effectué en 1966 à Rome un essai innovateur, que je vais brièvement illustrer. L'expérience, faite en accord avec le Conseil National des Recherches et la Direction Générale des Antiquités et Beaux-Arts, avait pour but l'assèchement d'une petite église du dix-huitième siècle, irrémédiablement envahie par l'humidité capillaire ascendante, jusqu'à plus de quatre mètres de hauteur. Il s'agit de l'église de Sainte-Marie-des-Neiges, rue du Colisée.

Le dispositif appliqué est une simple mise à jour du système traditionnel de la tôle de plomb insérée dans le mur humide. Comme on le sait, le procédé consiste à ouvrir à la main, avec un ciseau, de petites fenêtres dans le mur à traiter. Chaque fenêtre est ouverte après que l'on ait refermé par une maçonnerie nouvelle la petite fenêtre précédente, sur le fond de laquelle, en bas, a été appliquée horizontalement une feuille de plomb sur toute l'épaisseur du mur humide. Le système traditionnel est très humide, mais il est lent, car il faut laisser au nouveau mortier le temps de bien prendre. En outre, les coups de ciseau peuvent provoquer des détachements dans le crépi peint, et enfin le système ne peut être appliqué sur des murs d'une épaisseur supérieure à 75 centimètres, à cause de la trop grande démolition de mur, nécessaire pour que l'ouvrier puisse travailler à l'intérieur.

La technique moderne a permis de renouveler et d'accélérer l'opération, en substituant au travail manuel violent une machine rotative et sans secousses, et en remplaçant la feuille de plomb par une résine imperméabilisante. Ainsi, l'épaisseur de la coupe est réduite à 3 centimètres 5, quelle que soit l'épaisseur du mur. La machine, actionnée par un moteur électrique d'un HP, est celle que l'on appelle communément "carottier", car elle sert à extraire des roches des échantillons cylindriques. Dans le cas qui nous intéresse, elle est employée dans le sens horizontal, pour créer une fissure dans le mur, par une série de trous voisins les uns des autres. Avec cette machine, on a coupé sans difficulté des murs de plus d'un mètre cinquante d'épaisseur, ce qu'il aurait été impossible de faire à la main, selon le système traditionnel. La deuxième innovation, c'est-à-dire le remplacement de la lame de plomb par la résine polyester, constitue un avantage statique intéressant grâce à la plasticité du matériau qui est introduit dans la fissure à l'état fluide. Cette résine remplit parfaitement la fissure jusqu'au plafond et durcit en trois heures, après quoi elle peut supporter la charge de l'édifice sans que l'on ait à craindre d'affaissements statiques. Le travail est huit fois plus rapide qu'avec le système traditionnel, qui obligeait à attendre plus d'une journée, pour s'assurer que le mortier entre deux briques avait durci suffisamment.

L'expérience a été financée par le Conseil National des Recherches, et a parfaitement réussi. La dépense totale s'est montée à environ six millions de lires. Le prix unitaire du travail a été d'environ 160.000 lires par mètre carré horizontal de mur assaini, mais on estime qu'il doit être réduit d'environ un quart. A présent, on contrôlera combien de temps il faut pour assécher complètement la partie de mur qui se trouve au-dessus de la couche de résine. A la fin du travail, en décembre 1966, on a prélevé deux groupes d'échantillons sur deux lignes verticales différentes, dans l'ossature du mur, et dosé l'eau contenue à des hauteurs fixes au-dessus du sol. Pendant trois années consécutives, en janvier 1968, 1969 et 1970, on répétera ces prélèvements et on dosera l'eau contenue en résidu, toujours aux mêmes hauteurs et toujours dans les mêmes zones, pour suivre le processus d'assèchement.

Quand il s'agit seulement d'une fresque, on se propose d'exécuter tout autour une coupe en forme de U, comme le montre le dessin se rapportant au sujet de coupe de la fresque de Saint-Augustin, de Botticelli, dans l'église Ognissanti de Florence, qui était déjà avant l'inondation atteint par l'humidité ascendante dans sa partie inférieure.

Un compte-rendu de l'expérience et des possibilités qu'elle offre pour éviter le "détachement" des fresques a été fait en septembre dernier au Congrès de climatologie des musées, à Londres,

dans un rapport de Paolo Mora et moi-même. On estime que l'opération de coupe, une fois achevée, doit être suivie d'une action tendant à accélérer l'assèchement par derrière du mur au-dessus de cette coupe; sinon, selon le climat, si on l'abandonne ainsi, il se pourrait que plusieurs années soient nécessaires pour éliminer l'eau emmagasinée, comme ce fut le cas, par exemple, à Venise.

Un avantage important, nous l'avons déjà dit, est que la coupe mécanique, par rapport à la coupe à la main effectuée traditionnellement, peut être pratiquée sur n'importe quelle épaisseur de mur. Par exemple, aujourd'hui, si l'Administration italienne le voulait, on pourrait mettre à l'étude le sauvetage définitif de la fresque des Sybilles, de Raphaël, à Sainte-Marie-de-la-Paix, à Rome, qui inspire de vives inquiétudes. Il n'y a aucun problème à couper l'énorme pilier, gorgé d'eau, d'environ trois mètres d'épaisseur, qui porte la prestigieuse fresque.

Hier encore, une opération de ce genre n'était pas même pensable. Aujourd'hui, nous avons une alternative sûre au détachement.

14. - Pour terminer, et si votre patience n'est pas encore à bout, je voudrais donner quelques informations sur les recherches menées dans deux églises humides de Venise, en mai et juin derniers. L'initiative était due à Giorgio Torracca, assistant scientifique du Centre International pour la Conservation et la Restauration des Biens Culturels, dirigé par le Professeur Plenderleith. On sait que les édifices monumentaux de Venise sont attaqués extérieurement et intérieurement par l'humidité. Ce sont deux champs d'action totalement différents et qui doivent être considérés comme distincts, les forces en action et les phénomènes en jeu étant dissemblables.

Pour éviter la dispersion, l'étude envisagée par le Centre International de Rome avait uniquement pour but l'intérieur des églises, où la masse d'air est limitée et où le contrôle des phénomènes hygrothermiques est plus accessible aux mesures instrumentales directes. Sur les indications des Surintendances aux Galeries et Monuments, on a examiné deux églises caractéristiques pour leur détérioration par humidité : celle de Saint-Sébastien, fameuse pour ses fresques de Véronèse, qui abrite d'ailleurs la tombe de cet artiste, et celle de Sainte-Thérèse, dépourvue de fresques, mais intéressante pour les dégradations de ses décorations de marbre, réduites à un état pitoyable. L'étude a été menée exclusivement sur la base de mesures instrumentales précises :

- mesure de l'humidité relative et de la température de l'air interne et externe ;
- mesure des températures superficielles des parois intérieures et des sols;
- mesure du pourcentage d'eau contenu dans les murs et sous les sols.

Les instruments de mesure employés ont été ceux du Groupe d'étude de l'humidité au Conseil National des Recherches; parmi ces instruments se trouve, pour assécher rapidement les échantillons prélevés, le four rapide à chaleur diélectrique que j'ai précédemment illustré. Tout l'équipement transportable avait pour but de donner des réponses immédiates, et immédiatement discutables en groupe, de sorte que la recherche gardait la tension de collaboration nécessaire pour vaincre la fatigue d'un travail serré. Les températures superficielles des structures en maçonnerie, élément fondamental de la recherche tout aussi important que le dosage de l'eau contenue à l'intérieur, étaient relevées par un thermomètre instantané Siemens à lentille convergente, qui recueille les rayons infrarouges émis par la surface examinée.

Les mesures ont prouvé que la détérioration à l'intérieur des églises vénitiennes ne dépendent pas d'une fatalité imprécise et énigmatique du milieu physique et climatique, cette fatalité que les empiristes appellent "l'eau de mer" si souvent nommée à Venise qu'elle est devenue un lieu commun. Les dommages à l'intérieur des églises sont produits par l'action de deux phénomènes, précis et bien mesurables: l'eau qui monte des fondations plongées dans l'eau et c'est là la fameuse humidité capillaire ascendante, et l'eau qui vient de l'air, c'est-à-dire la condensation, toutes les deux agissant à Venise de façon massive. L'humidité ascendante, nous l'avons mesurée en quantité pathologique jusqu'à une hauteur de quatre mètres, ce qui ne se vérifie presque jamais sur la terre ferme, alors que la condensation sous sa forme spectaculaire est produite par l'humidité relative de l'air, qui, à Venise, est très forte. La moyenne annuelle est de 74%, et pour l'Italie inférieure uniquement à celle de Pavie : 79%. La gravité du facteur climatique apparaît si l'on compare les humidités relatives moyennes du mois de janvier de trois villes maritimes italiennes: Gênes avec 58%, Venise avec 81%, Trieste avec 65%. Une étrange conséquence de la condensation est que l'assèchement des murs humides est entravé.

15. - Il est bien connu que l'évaporation des murs affectés d'humidité ascendante provoque un refroidissement de la surface. Les mesures effectuées dans l'église de Saint-Sébastien ont indiqué un refroidissement de 1/2 à 1° des murs humides par rapport aux murs secs. Il est également clair que, vu la forte humidité relative de l'air à Venise, la condensation s'acharne sur les surfaces les plus froides : crépis évaporants et marbres. C'est ainsi que s'explique un fait étrange signalé par le Surintendant aux Galeries de Venise : un mur de l'église de Saint-Sébastien, coupé horizontalement et assaini par insertion de tôle de plomb, après une brève amélioration apparente, dûe au nouveau crépi appliqué, se présente maintenant, trois ans après la coupe, une nouvelle dégradation par de grosses taches d'humidité. Nous avons examiné attentivement ce mur. Les mesures de l'eau contenue au-dessus et au-dessous de la

tôle de plomb ont démontré que la coupe a été en réalité efficace, car l'eau qui, au-dessous de la coupe est encore présente à 20%, se trouve réduite de moitié au-dessus, 10%. Toutefois, l'assèchement partiel obtenu en trois ans a été très lent. A ce rythme, il faut à Venise entre neuf et onze ans pour assécher le mur d'un monument, assaini par coupe horizontale, que cette coupe soit effectuée à l'ancienne méthode, à la main, et avec le plomb, ou de façon moderne, à la machine et avec la résine polyester. Et l'assèchement est aussi long à Venise parce qu'il est freiné par le phénomène contraire de la déposition en surface de l'eau de condensation.

La recherche effectuée a bien mis en relief le fait que la précaution de couper le mur est parfaitement efficace, mais qu'à Venise le problème de la convalescence est très grave. Dorénavant, en même temps que la coupe, on devra dans tous les cas prévoir un traitement ultérieur qui accélérera l'évaporation de l'eau emmagasinée: par exemple, chaleur par derrière, ou ventilation rasante, ou tout autre dispositif selon des modalités qui doivent être étudiées et résolues dans chaque cas par les spécialistes. On estime que la période de convalescence pourra ainsi être réduite à Venise de neuf à deux ans.

16. - Dans l'autre église examinée, Sainte-Thérèse, dépourvue de fresques, comme nous l'avons dit, mais revêtue de marbres maintenant dégradés, qui ont l'air misérablement cariés et réduits en poudre, nous avons, en mai et jusqu'au 21 juin, trouvé une condensation en cours très abondante. Les marbres, à la différence des crépis, n'absorbent pas l'eau de condensation, qui reste visible : les nappes sur les autels de marbre étaient imbibées comme si on les avait plongées dans une vasque pleine d'eau. D'un sondage encore sommaire des tables de température moyenne de l'air à Venise, il semble possible de déduire qu'à Sainte-Thérèse la condensation agirait sur les marbres pendant huit mois de l'année. A la différence de l'humidité ascendante qui, à Venise, a été énergiquement combattue par le système des tôles de plomb, jamais rien n'a été fait contre la condensation.

17. - Des résultats des mesures effectuées, nous déduisons que dans les défenses des intérieurs de monuments à Venise, il est nécessaire de changer d'attitude. Le changement consistera à restituer son unité au problème, en acceptant la vérité physique constatée, c'est-à-dire que tous les dommages, qu'il s'agisse de fresques ou de plaques de marbre, de tableaux ou de bois sculptés, trouvent leur origine dans une seule cause : l'humidité de l'édifice. Aujourd'hui, par une méthodologie systématique de mesures, l'humidité peut être repérée dans ses composantes, pour une rédaction de la fiche hygrothermique diagnostique de tous les édifices monumentaux. Selon les données de la fiche qui doit contenir la distribution topographique de l'eau à l'intérieur de toutes les structures en

maçonnerie, le travail d'assainissement comportera en un premier temps la coupe mécanique horizontale des maçonneries humides. En second lieu, le conditionnement de l'air, selon une formule unique qui résoudra la convalescence rapide des murs coupés et le début de la lutte contre la condensation. En résumé, il s'agit de réchauffer l'air et de le guider sur les surfaces froides des structures, en utilisant le plus petit volume possible. Le traitement de l'air doit être fait industriellement, avec des puissances limitées et des automatismes qui branchent et débranchent le système de distribution de chaleur jour et nuit, uniquement pendant le temps minimum nécessaire à l'élimination de la condensation. On peut exploiter plusieurs techniques d'air chaud rasant le long des marbres et des parois (comme dans le pare-brise des voitures), ou bien de chaleur radiante, ou de réchauffement léger des bandes périmétrales du sol, à la base des parois, etc... De ce nouveau point de vue, il s'agit d'un type de conditionnement inusité. Il devra être étudié par des ingénieurs qui sentent le problème dans toute sa nouveauté et dans sa finalité de restauration monumentale. Sur ces bases, et pour ne pas perdre de temps, nous avons préparé un plan de recherches ultérieures et immédiates, et d'expériences pour l'année 1968, à développer à Venise dans les deux églises précitées, et dans une troisième, elle aussi très endommagée par l'humidité : Saint-Nicolas-des-Gueux.

Je souhaite, lorsque nous nous reverrons, dans deux ans, au second congrès de l'ICOMOS sur l'humidité des monuments, pouvoir vous rendre compte des résultats de la nouvelle expérience qui comme je l'ai dit, ouvrirait une voie nouvelle dans le problème de la conservation des monuments de Venise, basée sur un emploi attentif de la chaleur.

M. Giovanni MASSARI



Fig. I - La petite église très humide de Sainte-Marie Neiges à Rome. On voit à gauche en bas les tre premières coupes horizontales.

Fig. 2. Distribution de l'eau dans la paroi gauche de l'église.

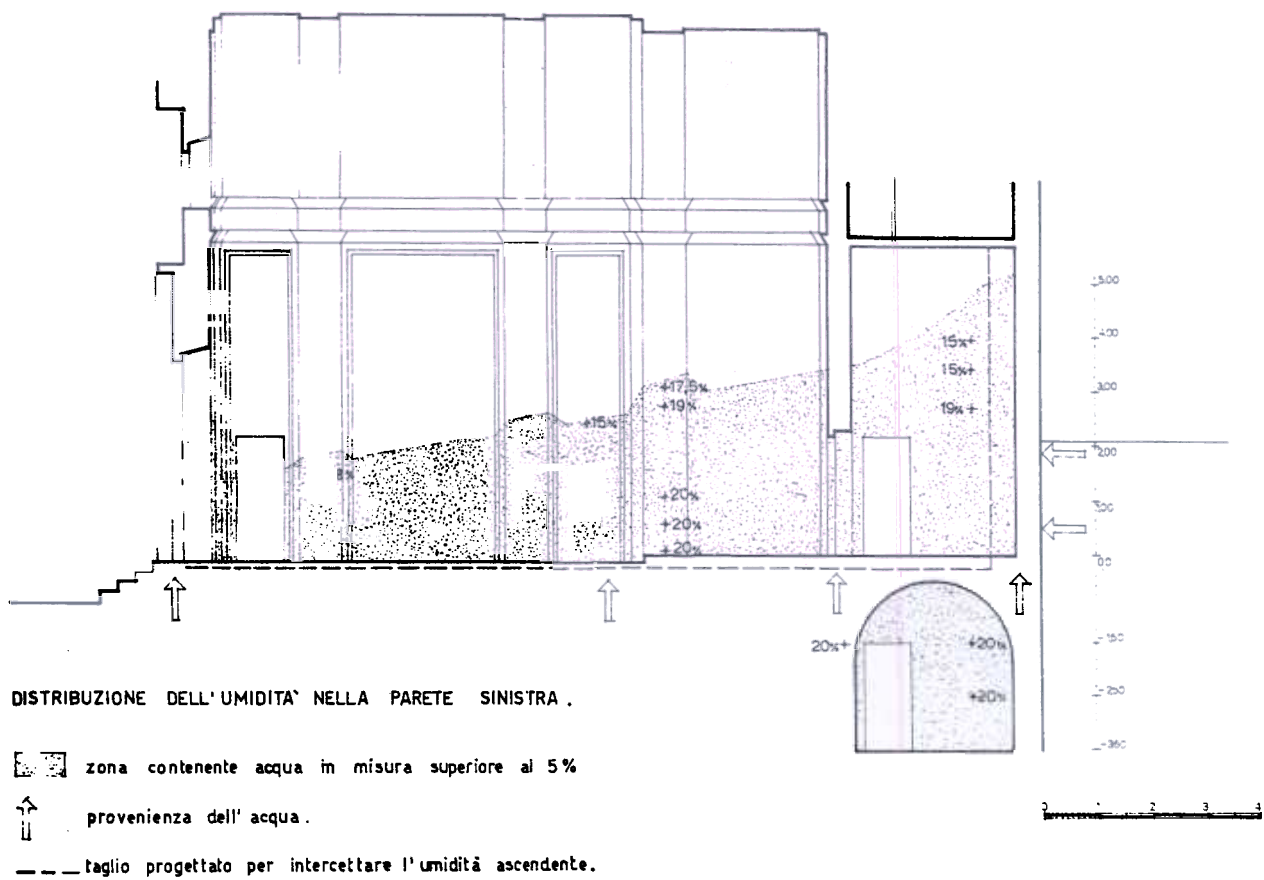
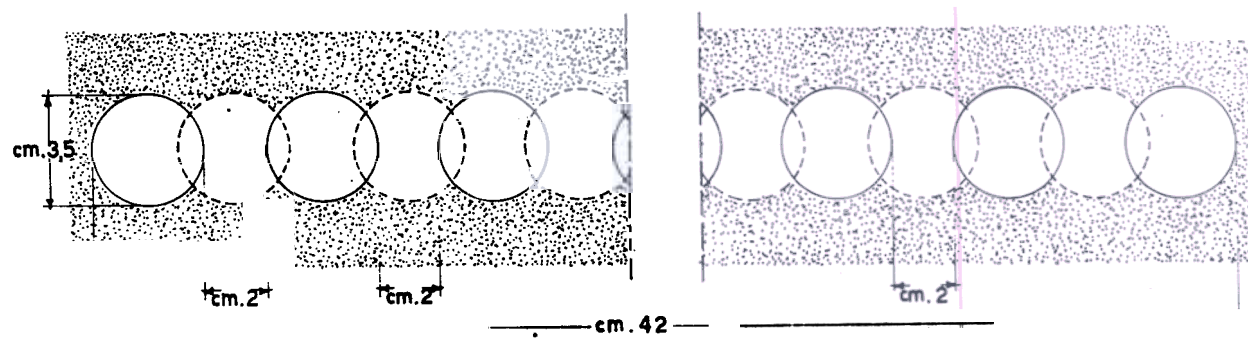


Fig. 3. - A gauche la machine "carottiere".

TAGLIO ORIZZONTALE MECCANICO A ZONE ALTERNATE



Fori di 1^a serie n.8

di 2^a serie n.7

Totale n. 15

Fig. 4. - Création d'une fissure horizontale dans le mur humide par une série de trous voisins les uns des autres.

Fig. 5 Coupe en forme de U tout autour d'une freque.

