III

CONTRIBUTION DES RAYONS X A L'ÉTUDE DES ÉPAVES ANTIQUES

PROJECTIONS

A 21 heures, projections de films sous-marins : l'un retraçant les activités du C.A.S.M. depuis sa fondation et deux autres, tournés par le Commandant Cousteau et D. Rebikoff.

Au cours de cette séance, M. Guy Perinet, ingénieur attaché au "Centre de Recherches Scientifiques Industrielles et Maritimes" (C.R.S.I.M.) fait une remarquable communication sur la contribution des rayons X à l'étude des épaves antiques.

M. PERINET. — Pour compléter, par des données précises, son étude de l'épave du Grand Congloué, M. Benoit a demandé au C.R.S.I.M. d'examiner diverses céramiques et objets métalliques en provenance de cette épave. En effet, le C.R.S.I.M. dirigé par M. Canac, et qui dépend du C.N.R.S., possède, entre autres un laboratoire de Rayons X. Ce dernier, grâce à ses diverses installations de Radiocristallographie, utilise la technique de la diffraction des Rayons X par les cristaux.

Cette méthode est un procédé d'analyse qualitative, quelquefois quantitative et surtout une méthode non destructive d'investigation de la structure des matériaux.

Tout corps, cristallisé ou amorphe, soumis à l'analyse par les Rayons X donne un diagramme de diffraction caractéristique de ce corps et qui permet donc de l'identifier. Ce diagramme appelé aussi spectre, constitue en quelque sorte une fiche d'identification de ce corps ; on a pu dire ainsi qu'un tel spectre en constituait les "empreintes digitales".

Ce diagramme permet en outre de reconstituer l'arrangement des atomes et des molécules entrant dans la composition du corps étudié et de déterminer ses propriétés physiques et chimiques. Cette méthode est donc nettement différente de la Radiographie, telle que la pratiquent les médecins, et qui, basée sur la transparence des corps aux Rayons X, ne peut renseigner que sur la forme d'un objet, sa porosité, etc...

Dans la méthode de diffraction des Rayons X, le corps à analyser est placé soit tel quel, soit sous forme de poudre dans une chambre contenant un film radiographique. Le faisceau de Rayons X tombe sur l'échantillon et en sort pour former sur le film le diagramme en question.

Dans cette méthode les Rayons X se comportent un peu comme la lumière. Alors que celle-ci se réfléchit sur des miroirs, les Rayons X eux, se réfléchissent sur les facettes des cristaux formées par un très grand nombre d'atomes empilés régulièrement les uns à côté des autres.

La combinaison des diverses réflexions des Rayons X sur les facettes des cristaux s'appelle diffraction et le résultat de ces réflexions est finalement le spectre de Rayons X.

Examen des céramiques. - Problème des amphores. — M. Benoit a pu classer les amphores trouvées dans l'épave du Grand Congloué en 3 groupes : amphores grecques (amphores greco-italiques) amphores romaines.

Quand on dispose d'une amphore entière on peut toujours l'identifier, mais quand on ne dispose que de fragments méconnaissables, que faire ? Nous avons essayé de voir si l'on pouvait les différencier par leur spectre X.

Nous avons trouvé que les amphores grecques et greco-italiques présentaient le même spectre tandis que le spectre des amphores romaines est nettement différent.

Ces différences dues à des variations de teneur en calcite, quartz et silicates s'expliquent par l'origine différente des matériaux qui ont servi à la fabrication de ces amphores.

D'autre part on a trouvé des amphores typiquement romaines qui contenaient une poudre blanche assez grossière. On avait d'abord pensé qu'il s'agissait vraisemblablement d'une saumure de poisson. Il n'en était rien ; c'était tout simplement de la pouzzolane (silicate naturel servant à faire du ciment) car le spectre de la poudre était le même que celui de la terre de Pouzzoles, près de Naples.

C'est donc une confirmation de l'origine romaine de l'amphore.

Quant à la question des *bouchons d'amphores* qui sont réputés être en pouzzolane, nous n'y avons trouvé que de la calcite et du quartz, à l'exclusion d'argile ou autre constituant silicaté.

Il s'agit donc initialement d'un bouchon de chaux qui s'est transformé en calcite lors de la prise.

Nous avons examiné d'autre part des coupes enduites intérieurement et extérieurement d'une fine couche noire. On a déjà trouvé des coupes identiques dans des fouilles terrestres à Naples et les Rayons X ont confirmé qu'il s'agissait exactement du même matériel car les spectres sont les mêmes.

De l'épave, outre des clous, ont été extraits des hameçons de formes diverses, les uns de forme simplifiée, rudimentaires, les autres façonnés comme les hameçons actuels ; on pouvait donc penser que tout ce matériel ne datait pas de la même époque.

Effectivement, quand on décape les clous et les hameçons rudimentaires à l'acide nitrique, ils présentent l'aspect rouge du cuivre, tandis que les autres hameçons ont un aspect jaune. L'examen aux Rayons X confirme que les premiers objets sont en cuivre presque pur, tandis que les autres sont en laiton, comme les objets actuels.

Ainsi, dans ce cas, les Rayons X ont permis d'éliminer des objets antiques, les objets les plus récents qui ont pu fortuitement s'y mêler. D'autre part, nous nous sommes rendu compte que la corrosion des objets métalliques n'était pas uniforme et qu'il existait deux cas nettement différents :

1) Cas des objets trouvés dans la vase, loin de tout fragment de bois : les objets en cuivre (clous, hameçons, etc.), sont relativement bien conservés ; on n'observe qu'une légère oxydation. Le métal reste écroui ; pour le façonner, il a été sans doute martelé et non recuit.

2) Cas des clous en contact avec le bois : il s'agit d'une part des semences qui maintenaient le plomb contre la coque, d'autre part des clous plantés dans l'axe des chevilles.

Semences et clous sont presque entièrement transformés en sulfure de cuivre. Les chevilles sont imprégnées par ce sulfure à tel point que par radiographie elles sont aussi opaques que le métal.

Cette corrosion est dûe à l'action des bactéries sulfatoréductrices qui vivent sur le bois. Ces bactéries se sont aussi manifestées en transformant partiellement le plomb de la coque en sulfure de plomb, sous forme d'une fine poudre noire qui, délayée par l'eau de mer, imprégnait littéralement tous les fragments de la coque.

Ces quelques exemples montrent les possibilités de l'analyse par diffraction des Rayons X et aussi l'intérêt porté par le C.R.S.I.M. à toutes les recherches archéologiques ou préhistoriques.