

l'ammoniaque, les alcalis caustiques, se colorent en brun par le ferrocyanure de potassium; la précipitation par l'eau oxygénée est très lente; les phosphates alcalins donnent peu ou pas de précipité. Chimiquement nous pouvons donc considérer ces solutions plutôt comme des sels doubles. Ceci concorde avec les travaux de M. Pascal⁽¹⁾ : d'après cet auteur, dans les complexes minéraux dérivés de l'uranyle, il n'y a que les combinaisons du type $[UO^2X^6]M^4$ (qui n'existe pas dans le système étudié) dans lesquelles les réactions de l'uranium soient complètement masquées.

CHIMIE. — *Sur la composition et l'emploi du feu grégeois.*

Note⁽²⁾ de M. C. ZENGHELIS, transmise par M. Georges Lemoine.

Berthelot⁽³⁾, après une étude approfondie des matières incendiaires connues et préparées par les anciens, a fini par démontrer que le secret de la préparation du feu grec ou grégeois consistait dans l'addition du nitre aux mélanges incendiaires connus. Après Berthelot, Lippmann et Diels ont traité de nouveau cette question.

Lippmann en parle dans une étude concernant l'histoire de la poudre⁽⁴⁾. Mais dans son zèle à démontrer que la poudre ou du moins son usage à la guerre, ainsi que l'usage des canons, sont une invention allemande, il repousse toute source historique opposée et il parvient à une explication peu soutenable. Sa conclusion est que les principaux constituants du feu grégeois étaient des espèces de pétrole, ou de solutions de goudron, de résine, de poix, etc. dans le pétrole mélangées avec de la chaux vive. « A l'effet de l'inflammation de ce mélange jeté en mer, par le seul contact de l'eau, s'ajoutait, dit Lippmann, l'effet moral, l'épouvantable panique causée par l'idée que l'ennemi était secouru par des forces surnaturelles et diaboliques. »

Outre que le seul effet moral ne peut expliquer les incendies et les catastrophes décrites par les chroniqueurs byzantins, dans la *Tactique de guerre* de Léon, l'usage de la chaux dans les combats navals est clairement distinct de l'emploi du feu grégeois⁽⁵⁾.

(1) PASCAL, *Comptes rendus*, t. 157, 1913, p. 932.

(2) Séance du 24 juillet 1916.

(3) BERTHELOT, *Les compositions incendiaires dans l'antiquité et au moyen âge* (*Revue des Deux Mondes*, t. 106, 1891, p. 787).

(4) LIPPMANN, *Abhandlungen und Vorträge zur Gesch. der Naturwiss.*, 1906, p. 125.

(5) *Mign. Patrol.*, 107, 991, Ordre 19', § 6, v^o.

Diels (¹), au contraire, repousse l'explication de Lippmann et, conformément à Berthelot, exprime l'idée que le feu grégeois doit être regardé comme le précurseur de la poudre (¹).

Le seul argument de Lippmann contre cette opinion est que le nitre était inconnu des Byzantins, le mot Νίτρον mentionné par Pline et Dioscoride n'étant que le carbonate de soude. Mais Lippmann même, dans une de ses publications chimico-historiques faite 5 ans plus tôt, fait mention du passage suivant de Pline (²) : « Une espèce de nitron se trouve comme une efflorescence sur les murs humides; elle a plusieurs applications à la médecine et c'est un engrais efficace et fertilisant. » Il ne s'agit sûrement pas ici du carbonate.

Marcus Græcus, dans son célèbre Ouvrage *Liber ignium ad comburendos hostes*, renferme des recettes de compositions incendiaires à base de nitre et presque tout à fait pareilles à la poudre noire. Lippmann cherche à passer outre en avançant la date dudit Ouvrage à l'an 1250. Pourtant il est démontré, entre autres par Krumbacher (³), que ce Livre a été écrit pendant le ix^e siècle au plus tard.

Mais est-ce que tout le secret consistait dans la préparation de la poudre incendiaire? L'étude des sources historiques qui décrivent son usage et ses effets nous persuadent que non; l'autre partie du secret, et non la moins importante, est la manière de son emploi à la guerre.

La première mention du feu grégeois a été faite par le chroniqueur Théophane (741-774). Elle se rapporte à la victoire de Constantin Pogonatos (672) entre la flotte des Arabes. Voici le passage. « C'est alors que Callinicus, architecte d'Héliopolis de Syrie, réfugié auprès des Romains (Byzantins), ayant inventé un feu marin, incendia les navires des Arabes et les brûla entièrement avec leurs équipages (⁴). »

En ce qui concerne son emploi en guerre, nous apprenons par l'étude de la *Tactique de guerre* de Léon (⁵), Ouvrage classique sur l'art de guerre chez les Byzantins, d'une authenticité indiscutable : 1° qu'on le lançait au moyen de longs tubes en cuivre aboutissant à la proue du bateau; 2° que son lancement était accompagné par un bruit de tonnerre et par la fumée qui

(¹) DIELS, *Antike Technik*, 1914, p. 98.

(²) LIPPMANN, *Abhandlungen*, etc., p. 13.

(³) KRUMBACHER, *Geschichte der byzant. Litteratur*, II. Auf., 1897, p. 636.

(⁴) THÉOPHANE, 542, l. γ.

(⁵) Λέοντος τακτική (*Mign. patrol.*, Ordre 19, § 6, or', f., με', να', νδ', ιμ', νη').

sortait des *avant-feu* ⁽¹⁾ de l'appareil; 3° qu'on se servait des différents mélanges incendiaires lancés contre l'ennemi par différents instruments de guerre.

Le fait que le lancement du feu était accompagné par un bruit de tonnerre et par la fumée sortie du devant de l'appareil, présuppose une explosion dans le tube et le lancement violent d'un projectile qui, dans ce cas, était le feu incendiaire qui se mettait en feu en même temps par la poudre explosive ⁽²⁾.

Léon ne veut pas donner d'autre explication sur cette manœuvre soigneusement gardée comme secret impérial.

Il n'y a qu'Anna Comnène qui raconte à ce propos qu'un seul homme suffisait pour le lancement du feu, et ailleurs que le lancement se faisait par les Στρεπτά (appareil tournant).

Qu'un seul homme était chargé de cette manœuvre indique que la manœuvre même était gardée secrète et qu'elle n'avait pas lieu par le moyen de la pompe, comme plusieurs le prétendent, ce qui exige le travail de plusieurs personnes.

Nous croyons que de ce qui précède il résulte que le secret du feu grec ou grégeois consistait dans la préparation de mélanges explosifs et incendiaires à base de nitre et que la force impulsive des gaz produits par la partie explosive servait à lancer contre l'ennemi l'autre partie incendiaire ⁽³⁾.

Il est donc juste qu'on reconnaisse l'ingénieur Callinicus comme l'inventeur de la poudre et du canon primitif.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Influence des algues des filtres à sable submergés dans l'épuration des eaux.* Note de MM. F. DIÉBERT et L. GIZOLME, présentée par M. L. Maquenne.

L'un de nous a montré dans une précédente Note ⁽⁴⁾ que la réduction d'alcalinité constatée dans les eaux après leur passage à travers un filtre

(1) καπνοῦ προπύρου et ailleurs καπνοῦ τῶν προπύρων (*Ibid.*, va).

(2) Berthelot ne repousse pas une telle explication (voir *Les compositions incendiaires*, p. 804).

(3) Pour une description plus détaillée des arguments sur lesquels ces conclusions s'appuient, voir notre Mémoire en grec : *Sur le feu fluide ou feu grec* (*Annuaire du Syllogue Lit. Parnassos*, 1915, p. 81-100).

(4) L. GIZOLME, *Comptes rendus*, t. 161, 1915, p. 313.