

$X = \frac{A}{P + K + 2N}$  where A = cost of production under rational methods of cultivation. In submitting the above formulas on the question of comparative rating of agricultural industries, we realize that there are other minor factors involved which could not be taken care by a simple mathematical formula. The above formulas are not offered as a complete or final answer to the problem. They are mere suggestions for further discussion of the problem of developing indices of comparative evaluation for various agricultural industries in a single national economy.

As to industries in general, since their function is to transform raw materials to finished goods which have a higher price, it occurs to me that a basis for rating them could be found in the relationship between the cost per unit of finished product and the cost of raw material per unit of finished product.

ΥΔΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑ.—**Rougisement periodique des eaux de la lagune d'Aitolikon. Contribution à l'étude des Sulfobactères\***, par Athanase Hatjikakidis. Ἀνεκοινώθη ὑπὸ τοῦ κ. Σπυρ. Δοντιᾶ.

#### 1. - Historique.

A cette étude a donné lieu la rougeur observée après quelques jours dans des spécimens d'eau provenant des couches les plus profondes de la lagune d'Aitolikon, tandis que ceux qui provenaient des couches supérieures ne présentaient aucune altération.

Dans le passé, une rougeur se présenta sur les eaux de surface de cette lagune. Celles-ci, comme on l'explique plus loin, ont dû s'élever brusquement du fond à la surface sous la pression du sulfure d'hydrogène qui a jailli violemment du fond.

Quand elles montèrent à la surface, elles n'étaient pas rouges, mais elles le devinrent de par les nouvelles conditions qui se vérifièrent.

Nous trouvons des descriptions de ce phénomène dans la Géographie du Métropolitte Mélétiou<sup>1</sup>, ainsi que dans le périodique Hestia<sup>2</sup>.

\* ΑΘΑΝ. ΧΑΤΖΗΚΑΚΙΔΗΣ: Περιοδική ἐρυθρότης τῶν ὑδάτων τῆς λιμνοθαλάσσης τοῦ Αἰτωλικοῦ. Συμβολή εἰς τὴν μελέτην τῶν θειοβακτηριδίων.

<sup>1</sup> Mélétiou, Géographie, Tome II, p. 306. Venise 1807.

<sup>2</sup> «Hestia» d'Athènes 13, 15 (1882).

Voici un extrait des très longues descriptions de l'année 1882. «Une forte odeur de soufre prévalait dans toute la ville au cours de toute la matinée de ce jour-là et les habitants furent stupéfiés à la vue d'un autre phénomène inconnu jusque-là, c'est à dire de l'élancement d'une multitude de poissons vers les bords de l'îlot sur lequel est bâtie la ville d'Aitolikon.

Les poissons se précipitaient vers la terre ferme comme s'ils étaient poursuivis par un ennemi invisible et les habitants s'occupaient à les recueillir ou dans engins avec leurs mains, ou munis de harpons».

Voici encore un autre point plus intéressant par rapport à la présente recherche :

«Au cours de jours suivants la partie septentrionale de la lagune présentait à sa surface des rubans intensément teints en rouge».

## 2. - Etat hydrologique.

La lagune d'Aitolikon constitue une continuation de la lagune basse de Mesolonghi près du golfe de Patras de la mer Ionienne. Cette lagune a 1500 hectares de surface, 9 Km. de longueur et une moyen ne de 2 Km. de largeur. Sa plus grande profondeur est de 30 m. (partie septentrionale).

Elle présente le tableau hydrologique suivant :

I. *Salure*. Celle-ci dans les couches les plus basses se maintient presque au même niveau (30 - 32.5) dans toutes les saisons de l'année. Dans les couches les plus élevées elle est moindre et oscille entre 14 - 20.

II. *Température*. Celle-ci présente des fluctuations dans les diverses saisons (11 - 28°C) dans les couches les plus élevées. Dans les plus basses elle est presque constante dans toutes les saisons 15-16.5°C.

III. *Le PH* dans les couches les plus hautes est 8.2 - 8.3. Dans les plus basses il approche de la valeur du 7.

IV. *Oxygène*. Les couches les plus élevées contiennent la dose régulière d'oxygène. A mesure qu'on avance vers les grandes profondeurs elle diminue et se réduit presque à zero.

V. *Sulfure d'hydrogène*. Dans les couches les plus élevées celui-ci n'existe pas, mais il se trouve dans les couches plus profondes (20 - 30 m.)

A cause de sa teneur en hydrosulfure, la lagune d'Aitolikon se présente comme une Mer Noire en miniature<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> H. U. Sverdrup, M. W. Johnson, R. H. Fleming, The Oceans, p. 651, 871, N.Y. (1946).

## 3 - Provenance de l'hydrosulfure.

Celui-ci se dégage du fond provenant d'autres localités, soit qu'il se produise dans le fond pendant la réduction du sulfate de chaux qui se trouve dans une section des rivages de la lagune par les substances organiques, soit au cours des différentes putréfactions des substances organiques, soit qu'il se produise plus spécialement par divers microorganismes comme le *Spirillum desulfuricans*<sup>1</sup>. Ce gaz dont la quantité n'est pas constante et fixe se répand tranquillement surtout dans les couches les plus basses de la masse d'eau. Parfois cependant il éclate avec violence et provoque ainsi la mer par asphyxie des poissons qui n'arrivent pas à s'éloigner à temps. Cette sortie violente du gaz peut s'expliquer du fait que l'hydrosulfure provient de n'importe où il peut s'enfermer dans des crevasses du sol ou dans la vase. Mais par suite de séismes<sup>2</sup> ou d'une pression interne la barrière éclate et le gaz se répand avec violence dans toute la masse d'eau.

## 4. - Dissociation de l'Hydrosulfure.

L'hydrosulfure peut ainsi être dissocié par les sulfobactères incolores<sup>3</sup>



Le soufre produit constitue leur nourriture et leur sert de moyen pour la conservation de leur vie.

Les sulfobactères chromosynthétiques utilisent l'hydrosulfure comme distributeur d'hydrogène<sup>4</sup>.

Activité de lumière



Couleur photosynthétique

Bactériochlorophylle

Bactérioporphyrine

<sup>1</sup> *M. Frobisher*, Fundamentals of Bacteriology, p. 495 Philadelphia - London, (1946). p. 445 (1949).

<sup>2</sup> *A. Galanopoulos*, Influence of the Seaquakes upon the Marine Wealth in Greece. Praktika de l'Academie d'Athènes, 24, 235 (1949).

<sup>3</sup> *F. C. Kelly - G. M. Hite*, Microbiology, p. 77, N.Y. (1949). - *J. Dumas*, Bacteriologie Medical, p. 232 Paris (1951). - *J. R. Porter*, Bacterial Chemistry and Physiology, p. 637 London - N.Y. (1947).

<sup>4</sup> *C. B. Van Niel*, Advances Engymol., I, 271. (1941). - *M. Frobisher*, Fundamentals of Bacteriology, p. 451 (1946).

Les sulfobactères incolores sont ordinairement aérobiques, tandis que les chromosynthétiques sont anaérobiques.

##### 5. Conditions de développement des pigments.

Nous pensons que la question des pigments des microbes peut se résumer dans les quatre points suivants :

I. Le pigment se trouve emmagasiné dans le corps microbique où il remplit un rôle biologique déterminé.

II. Les microbes perdent le pigment comme une sécrétion inutile, probablement non formé d'avance, mais incolore. Sous l'action de l'air atmosphérique et du soleil cette sécrétion prend sa forme colorée.

III. Les microbes produisent le pigment en guise de sécrétion qu'ils conservent dans l'élytre qui recouvre le corps microbique.

IV. Les microbes développent le pigment en certain cas d'agitation de leur milieu, alors que par son moyen ils recherchent la continuation de leur cours physiologique.

Les microbes vivent dans les couches les plus basses de la lagune où se trouve leur nourriture, c'est à dire l'hydrosulfure.

Le microbe qui a été entraîné, comme cela a déjà été expliqué, à la surface se trouve brusquement dans un milieu tout à fait différent du précédent. Là il cherche à reagir au moyen de la substance colorante qu'il secrète. Par elle, selon van Niel<sup>1</sup> est absorbée une activité rayonnante dont il résulte une action bienfaisante pour la continuation du cours physiologique du microbe.

Pour les cas des bactères rouges, le même chercheur mentionne un système spécial d'enzymes par lequel on obtient le bon développement de la couleur.

A propos donc de la rougeur dans la lagune, celle-ci se produit pendant les jours qui suivent immédiatement sur les eaux de la surface venues du fond en entraînant aussi les sulfobactères.

Cependant la rougeur dans la bouteille qui contient de l'eau des couches les plus basses apparaît après l'épuisement de l'hydrosulfure libre qui

<sup>1</sup> C. B. van Niel, Bull. de l'Association de Microbiologie, Faculté de Nancy 13,3 (1936). - J. Frank - H. Gaffron, Advances Engymol., I, 244 (1941).

<sup>2</sup> C. B. van Niel, Advances Engymol., I, 307 (1941).

s'y trouve, comme l'expérience le prouve. Le rayonnement solaire a toujours son importance particulière.

### 6. Expérimentations.

1. *Chimiques*. Les spécimens rouges sont provenus des fonds des stations marqués ci après 32<sub>i</sub>, 33<sub>i</sub>, 34<sub>i</sub>, qui sont cités dans la carte ci-jointe. Ces stations présentaient le tableau de la planche suivante 1.

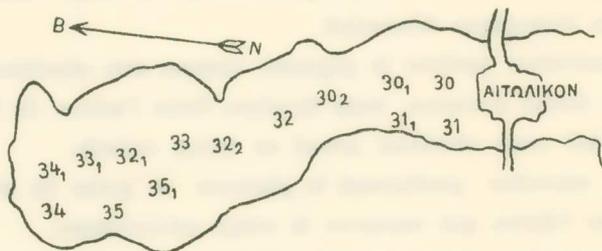


Fig. 1. - Plan sommaire de la lagune d'Aitolikon. Les nombres indiquent les stations qui y ont été exécutées.

Le reliquat solide de ces spécimens sous l'action du feu perdait sa rougeur. Il en résulte que le pigment était de provenance organique.

Les mesurages de couleur à l'aide d'un électrophotomètre ont prouvé que l'intensité de la couleur augmente jusqu'à une limite maxima et ensuite

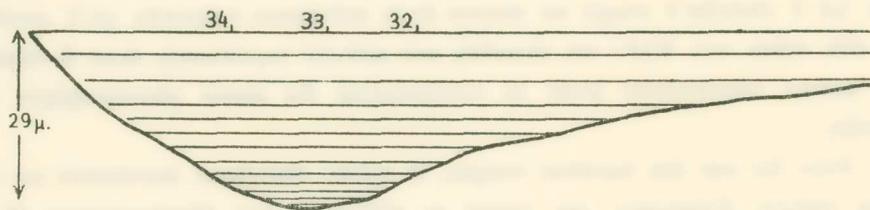


Fig. 2. - Coupe en longueur de la moitié de la partie septentrionale de la lagune.

diminue jusqu'à disparition dans un espace de cinq mois et davantage. Dans des bouteilles restées immobiles qui ne furent pas soumises à des aérations, la couleur s'est maintenue bien au delà des cinq mois.

Une bouteille qui était exposée à l'action solaire immédiate perdait au sa rougeur en 24 heures.

Un filtrage exécuté sur ces eaux avec un filtre commun ainsi qu'avec des entonnoirs Büchner types C, M, E, ne provoquait qu'une petite diminution du Pigment. Les entonnoirs qui retenaient au cours du filtrage une fine

couche rouge, soumis à la lumière solaire, perdaient leur rougeur. Si aux entonnoirs contenait la couche rouge on ajoutait HCl alors la couche rouge devenait verte, redevenait rouge et enfin se décolorait avec  $\text{HNO}_3$ .

TABLEAU I.

Profondeur en mètres		Hydrosulfure en grammes par litre	Oxygène en milligr. par litre
St. 32i Février 1952	0	0	10.50
	7	0	7.20
	13	0.0002	5.24
	17	0.0000	0
	20	0.0010	0
	26 (Production de couleur)	0.0102	0
St. 33i Août 1951	0	0	7.80
	2.5	0	7.40
	4	0	7.94
	8	0	7.88
	14	0.0010	0
	20 (Production de couleur)	0.0092	0
	28 » » »	0.0244	0
28.5 » » »	0.0288	0	
St. 34i Août 1951	0	0	8.20
	8	0	7.10
	15	0.0032	0
	18	0.0040	0
	20 (Production de couleur)	0.0098	0

Outre la rougeur ces spécimens de l'eau présentaient une certaine efflorescence blanche.

Dans quelques spécimens le pH, de valeur initiale 7.1 jusqu'à 7.3 s'abaissait jusqu'à 6.5.

II. *Microbiologiques*. Les cultures au bouillon nutritif, en agar et en matériel nutritif spécial pour sulfobactéries<sup>1</sup> n'ont donné aucun résultat important.

Dans un nouvel échantillonnage pendant lequel on pratiqua des vaccinations sur place la station 33i présenta le tableau suivant II.

Des différentes cultures, seule celle en agar a présenté de l'intérêt.

Les spécimens provenant de la profondeur 28m. vaccinés en agar et

<sup>1</sup> M. Frobisher, Fundamentals of Bacteriology, p. 454 (1949).

conservés à une température de 33° et 37° ont développé la *Beggiatoa Alba*.

TABLEAU II.

Profondeur en mètres	Hydrosulfure en Gr. par litre	Oxygène en milligr. par litre
	0	7.80
St. 33i	7	8.40
Août	14	8.90
1952	28	2.28
	28.5	0

D'autres spécimens provenant de la profondeur 28m. de la même station vaccinés en agar et révacinés avec du bouillon nutritif à la température de 33° ont développé le sulfobactère *Thiodictyon elegans*.

De plus dans les mêmes conditions a été isolé un grain et une bactérie d'une identité indéterminée.

L'eau rouge qui était prise après le filtrage avec des entonnoirs Büchner F. et était mise dans de nouveaux flacons propres présentait avec le temps une diminution de la rougeur qui finissait par disparaître dans leur fond se posait un sédiment rouge. Nous l'avons examiné au microscope et nous pensons qu'il offre une image analogue à celle du sulfobactéride chromatographique *Rodotheca pendens* dans une masse zoogliale.

#### 7. Conclusion.

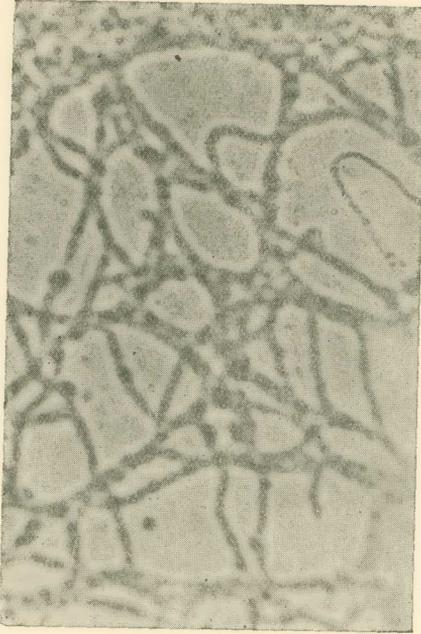
De ce qui précède il s'ensuit que les conditions prévalant dans les Stations 32i, 33i, 34i, étaient favorables à l'existence et au séjour des sulfobactères chromosynthétiques.

Cependant dans le dernier échantillonnage de la station 33i les conditions favorisaient le développement des microbes, comme la *Beggiatoa alba* et le *Thiodictyon elegans*.

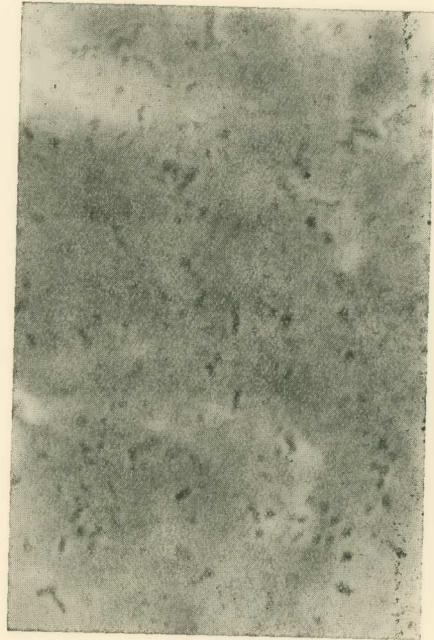
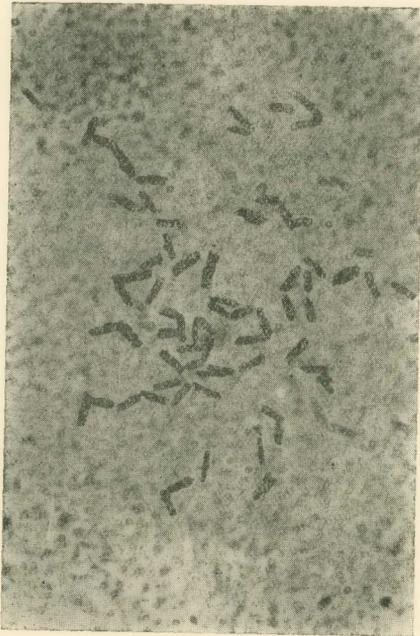
Dans les cas où une coloration des spécimens s'est produite, ainsi que nous l'avons expliqué plus haut, on n'a pas procédé à des vaccinations microbiologiques sur place.

Cependant les recherches ultérieures nous convainquent que la coloration doit provenir des sulfobactères chromosynthétiques.

NOTE. — Ce qui précède est décrit au long dans les Praktika de l'Institut Hydrobiologique de l'année 1952.



*Beggiatoa abba* ( $\times 900$ ).



*Thiodictyon elegans* ( $\times 900$ ).



## Π Ε Ρ Ι Λ Η Ψ Ι Σ

Ἡ παροῦσα ἀνακοίνωσις ἀφορᾷ εἰς τὴν μελέτην παραδόξου φαινομένου ἐμφανισθέντος ἐπὶ δειγμάτων ὕδατος, ληφθέντος ἐκ τῶν βαθυτέρων στοιβάδων τῆς λιμνοθαλάσσης τοῦ Αἰτωλικοῦ, ἅτινα ἡμέρας τινὰς μετὰ τὴν λῆψιν ἐνεφάνισαν αὐτομάτως ἔντονον ἐρυθρὰν χροιάν.

Ἱστορικῶς μαρτυρεῖται ὅτι τὰ ὕδατα τῆς λιμνοθανάσσης ταύτης ἐνεφανίσθησαν ἐρυθρὰ κατ' ἐπανάληψιν εἰς τὸ παρελθόν, ὡς ἀναφέρεται ὑπὸ τοῦ Μητροπολίτου Ἀρτης καὶ κατόπιν Ἀθηνῶν Μελετίου (1807), τοῦ ἱατροῦ Ξ. Νίδεο (1881) καὶ ἄλλων.

Ἀναμφιβόλως τὸ φαινόμενον τῆς αὐτομάτου ἐρυθρᾶς χρώσεως τῶν εἰς βάθος ὑδάτων τῆς λιμνοθαλάσσης τοῦ Αἰτωλικοῦ ὀφείλεται εἰς τὴν κατὰ τὸν βυθὸν αὐτῆς ὑπαρξίν ὕδροθειοῦ, τοῦ ὁποίου ἡ παρουσία πολλαπλῶς δύναται νὰ ἐρμηνευθῆ.

Πρὸς ἐρμηνείαν τοῦ φαινομένου ἐξητάσθησαν ἐπιτοπίως καὶ λεπτομερέστερον εἰς τὰ ἐν Πειραιεῖ ἐργαστήρια τοῦ Ὑδροβιολογικοῦ Ἰνστιτούτου δείγματα ἐκ τοῦ ὕδατος τῆς λιμνοθαλάσσης, ὑποβληθέντα εἰς χημικὰς καὶ μικροβιολογικὰς ἐξετάσεις. Εἰδικώτερον δ' ἐξητάσθησαν αἱ ιδιότητες τῶν χρωματοσυνθετικῶν καὶ ἀχρόων θειοβακτηριδίων, ἐξ ὧν ἀπεμονώθησαν τὰ *Beggiatoa alba* καὶ *Thiodictyon elegans*.

Ἡ ἐμφάνισις τῆς ἐρυθρᾶς χρώσεως ὀφείλεται πιθανώτατα εἰς τὴν ὑπαρξίν χρωματοσυνθετικῶν θειοβακτηριδίων.

Σχετικῶς ὁ κ. Σ. Δοντᾶς παρετήρησε τὰ ἑξῆς: Ἡ ὑπαρξίς ὕδροθειοῦ ἐν τῷ βυθῷ τῆς λιμνοθαλάσσης τοῦ Αἰτωλικοῦ δύναται νὰ θεωρηθῆ ὡς μικροτάτη ἀπεικόνισις γεγονότος συμβαίνοντος ἀπ' αἰῶνων εἰς μεγίστην ἔκτασιν εἰς τὸν βυθὸν τοῦ Εὐξείνου Πόντου.

Ὡς εἶναι γνωστόν, ὅτε διὰ τοῦ Βοσπόρου καὶ τῶν Δαρδανελλίων ἤρχισεν ἡ ἐπικοινωνία τῶν γλυκέων ὑδάτων τοῦ Εὐξείνου Πόντου μετὰ τοῦ θαλασσοῦ ὕδατος τοῦ Αἰγαίου Πελάγους, ἡ εἰσορὴ τοῦ ἀλατούχου τούτου ὕδατος εἰς τὸν Πόντον προεκάλεσε τὸν θάνατον ἀπείρων ζώντων ὀργανισμῶν τῶν γλυκέων ὑδάτων, τὰ πτώματα τῶν ὁποίων συνεσωρεύθησαν εἰς τὸν βυθὸν τῆς Μαύρης Θαλάσσης.

Ἐπειδὴ δὲ τὸ ἐκ Βοσπόρου καὶ τῆς θαλάσσης τοῦ Μαρμαρᾶ εἰσρέον θαλάσσιον ὕδωρ εἶναι ἀνεπαρκὲς πρὸς ἀνανέωσιν τοῦ ἐν τῷ βυθῷ τοῦ Πόντου ὕδατος, ἀφ' ἑτέρου δὲ τὰ ὑπερκείμενα ἀλλεπάλληλα στρώματα τῶν ρευμάτων τῶν παρακωλύουν τὴν ἐπαφὴν ἀτμοσφαιρικοῦ ὀξυγόνου μετὰ τοῦ ὕδατος τοῦ βυθοῦ, ἢ ἀποσύνθεσις τῶν ἐν τούτῳ εὐρισκομένων ἀπείρων πτωμάτων ἰχθύων καὶ ἄλλων ὀργανισμῶν ἐκτελεῖται ἄνευ ὀξυγόνου, ὥστε παράγεται ἄφθονον ὕδροθειον. Ἡ ποσότης δὲ τούτου εἶναι τοσαύτη, ὥστε τὸ ὕδωρ τῆς Μαύρης Θαλάσσης, ἀπὸ βάθους 400 μέτρων καὶ κάτω φρονεῖ πάντα ζῶντα ὀργανισμόν.