

BACTÉRIOLOGIE. — *Les hautes intensités lumineuses, facteur limitant l'activité fixatrice d'azote des Cyanobactéries.* Note (*) de **Pierre Adrien Reynaud** et **Pierre Armand Roger**, présentée par Constantin Vago.

L'évaluation *in situ* de l'activité nitrogénasique des Cyanobactéries en fonction de l'intensité lumineuse démontre une action inhibitrice des intensités lumineuses supérieures à 25 000 lx. Les Cyanobactéries fixatrices d'azote peuvent donc être classées parmi les espèces sciaphiles.

In situ evaluation of Cyanobacteria nitrogenase specific activity as a function of light intensity indicate an inhibitory effect of intensities higher than 25,000 lx. Nitrogen fixing Cyanobacteria may be regarded as sciophilous organisms.

INTRODUCTION. — Les hautes intensités lumineuses ont une action inhibitrice sur les mécanismes photosynthétiques [1] qui se manifeste également sur l'activité fixatrice des microorganismes photosynthétiques fixateurs d'azote [2].

Cette inhibition agit sur la répartition spatiale des Cyanobactéries. Dans les milieux terrestres, elles se développent préférentiellement dans les zones ombragées ou à quelques millimètres au-dessous de la surface du sol [3]; des phénomènes analogues sont observés en milieu aquatique [4].

Lorsque l'intensité lumineuse incidente atteint des valeurs élevées au cours du cycle journalier, l'action inhibitrice de la lumière se manifeste fréquemment par des variations de l'activité fixatrice de N_2 (évaluée par l'activité réductrice d'acétylène) qui présente un premier pic en fin de matinée et un second en milieu d'après-midi ([5], [6]).

Les variations de l'activité réductrice d'acétylène (A.R.A.) spécifique, exprimée en nanomoles de $C_2H_4 \cdot mg \text{ prot}^{-1} \cdot mn^{-1}$, en fonction de l'intensité lumineuse incidente font l'objet de cette étude.

Des mesures ont été effectuées, *in situ*, dans un biotope où l'intensité maximale journalière atteignant le sol dépasse 80 000 lx pendant la majeure partie de l'année.

Les résultats obtenus sont comparés à ceux de mesures réalisées sur une souche axénique.

MATÉRIEL ET MÉTHODES. — *Biotope.* — Il s'agit d'un sol sableux engorgé de bas de dune (rive sud-ouest du Lac Retba, région du Cap Vert, Sénégal). La végétation très clairsemée est constituée de petites Cypéracées (*Heleocharis* spp.) qui retiennent un « tapis » algal permanent.

Le pH du sol est de $8,0 \pm 0,2$. La température maximale mesurée dans la masse algale au cours des expériences a été de $32^\circ C$ à 14 h.

Détermination de l'A.R.A. spécifique. — *In situ*, l'A.R.A., exprimée en nanomoles de $C_2H_4 \cdot cm^{-2} \cdot mn^{-1}$ est déterminée sur trois carottes de sol de 3,3 cm de diamètre et de 1 cm d'épaisseur, placées dans un flacon à serum de 500 ml sous une atmosphère air-acétylène (9/1; v/v). Le flacon est replacé à l'endroit du prélèvement pendant la durée de l'incubation (30 mn). Les carottes sont ensuite reprises pour une évaluation de la biomasse algale : les différentes espèces dominantes sont énumérées sur milieux sélectifs [7] après détermination des biomasses moyennes d'une cellule, d'un filament ou d'une colonie, suivant l'espèce; les résultats des numérations sont exprimés en $\mu^3 \cdot cm^{-2}$ [8].

25 JUIN 1979

O. R. S. T. O. M.

51 Collection de Référence
M 8675 Dno Solo

En admettant pour les Cyanobactéries une teneur moyenne en protéines égale à 5 % du poids humide, l'A.R.A. spécifique est calculée par la formule

$$\text{nm C}_2\text{H}_4 \cdot \text{mg prot}^{-1} \cdot \text{mn}^{-1} = \frac{\text{nm C}_2\text{H}_4 \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{mn}^{-1} \cdot 20}{\text{mg Cyanobact. fixatrices} \cdot \text{cm}^{-2}}$$

En culture axénique, les mesures sont effectuées à partir de 1 l de culture d'*Anabaena* sp. placé en plein air dans une fiole à toxines de 2 l, sous agitation lente dans un bain thermorégularisé à 28°C.

A intervalles réguliers, on prélève un échantillon de 1 ml dans une fiole de 10 ml. L'incubation sous air-acétylène (9/1; v/v) est faite dans le même bain et dure 15 mn.

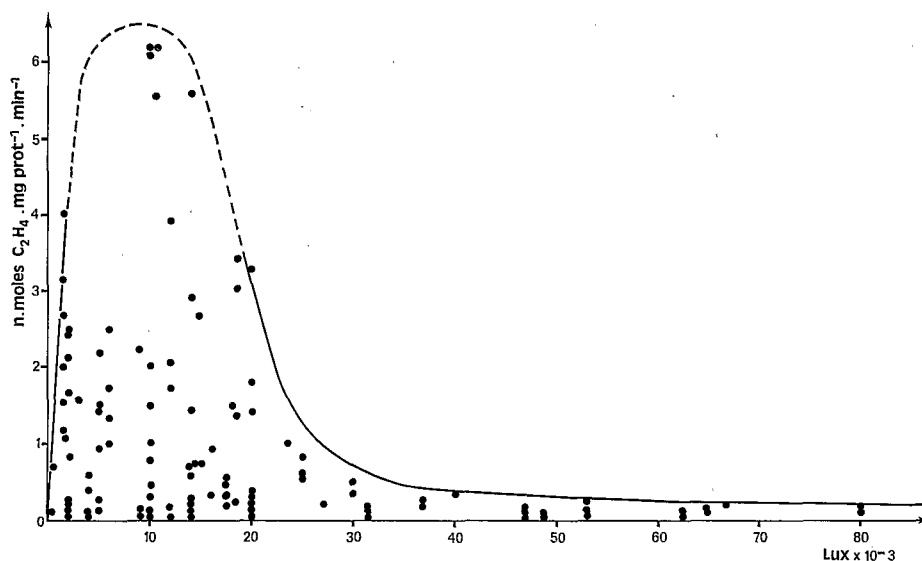


Fig. 1. — Valeurs de l'activité réductrice d'acétylène (nmoles de C₂H₄ . mg prot⁻¹ . mn⁻¹) dans le biotope en fonction des intensités lumineuses incidentes (lux) chaque point est la moyenne de 4 mesures.

La teneur en protéines de la culture (103 µg/ml) est déterminée par la méthode de Lowry.

Étude de l'action limitante d'un facteur du milieu. — Si l'on admet qu'une activité biologique n'est limitée que par un seul facteur à la fois [9], la courbe d'action d'un facteur donné est constituée par la limite supérieure du nuage de points obtenu en portant sur un graphique toutes les valeurs mesurées de l'activité étudiée, en fonction des valeurs de ce facteur. Les points situés à la partie supérieure du nuage correspondant à une action limitante du facteur étudié, les points situés au-dessous, à celle d'un autre paramètre [10].

Les intensités lumineuses sont mesurées au moyen d'un luxmètre « Guerpillon 490 ».

RÉSULTATS ET DISCUSSION. — Les valeurs d'A.R.A. spécifique sont comprises entre 0,01 et 6,20 nm C₂H₄ . mg prot⁻¹ . mn⁻¹ (fig. 1). Elles sont comparables à celles rapportées dans la littérature. En effet si l'on excepte une valeur exceptionnelle de 50-100 nm [11] les valeurs trouvées pour des souches pures éprouvées en aérobiose s'échelonnent entre 0,3 et 4,7 nm C₂H₄ . mg prot⁻¹ . mn⁻¹ ([12] à [16]).

La configuration de la courbe enveloppe du nuage de points obtenu (fig. 1) fait nettement ressortir une action inhibitrice des intensités lumineuses supérieures à 25 000 lx.

Cette inhibition se retrouve dans le cas de la culture axénique d'*Anabaena* sp. (fig. 2) dont l'activité spécifique diminue à partir d'une intensité lumineuse d'environ 20 000 lx et s'annule après 3 h 30 mn d'exposition à des intensités supérieures à 50 000 lx. On observe alors une décoloration de la culture consécutive à une photooxydation des pigments [17].

Dans le biotope étudié la température reste inférieure à 32°C. Un effet inhibiteur de ce facteur [18], dont les variations sont généralement associées à celles de l'intensité lumineuse, ne peut donc être retenu.

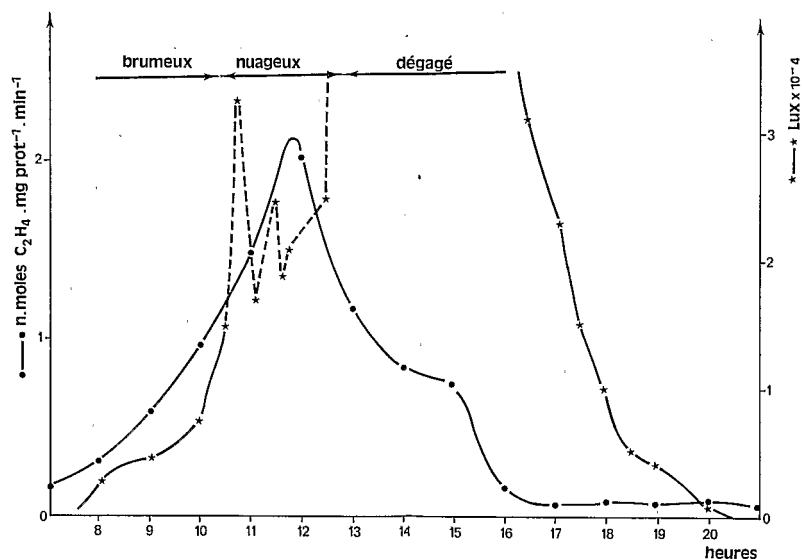


Fig. 2. — Cycle journalier de l'activité réductrice d'acétylène (n.moles de C_2H_4 . mg prot $^{-1}$. mn $^{-1}$) : •—• dans une culture axénique d'*Anabaena* sp. en fonction de l'intensité lumineuse (lux) : *—* ; les résultats sont la moyenne de 3 mesures.

La persistance d'une A.R.A. *in situ* sous des intensités totalement inhibitrices pour la souche axénique (> 50 000 lx) est due à une stratification des souches à l'intérieur du tapis algal [19], les espèces les plus profondes étant protégées par des espèces héliophiles et des Algues mortes.

Ces résultats ont l'originalité de présenter des mesures d'A.R.A. spécifique *in situ* rapportés aux concentrations en protéines de Cyanobactéries fixatrices.

Ils confirment l'effet inhibiteur des hautes intensités lumineuses sur les Cyanobactéries fixatrices de N_2 . Ils établissent enfin, qu'en l'absence de mécanismes protecteurs, l'intensité lumineuse optimale *in situ* est de l'ordre de quelques milliers de lux, ce qui conduit à classer les Cyanobactéries fixatrices parmi les organismes sciaphiles.

(*) Remise le 18 décembre 1978.

[1] E. STEEMAN NIELSEN, *Phys. Plant.*, 5, 1952, p. 334-344.

[2] G. E. FOGG, *Nitrogen Fixation in Algal Physiology and Biochemistry*, W.D.P. STEWART, éd., (*Botanical Monographs*, 10, 1974, p. 560-582, Blackwell Scientific pub.).

[3] W. D. P. STEWART, *Blue Green Algae in The Biology of Nitrogen Fixation*, A. QUISPÉL, éd., 1974, p. 202-237, North Holland Publishing Company Ltd., Oxford.

[4] A. J. HORNE et G. E. FOGG, *Proc. Roy. Soc. B.*, 175, 1970, p. 351-366.

- [5] R. B. PETERSON, E. E. FRIBERG et R. H. BURRIS, *Plant Physiol.*, 59, 1977, p. 74-80.
- [6] P. A. REYNAUD et P. A. ROGER, *N₂-Fixing Algal Biomass in Senegal Rice Fields* [*Proc. Int. Symp. "Environmental Rôle of N₂-Fixing Blue-Green Algae and Asymbiotic Bacteria"* (*Ecol. Bull.*, Stockholm, 26, 1977)].
- [7] P. A. REYNAUD et P. A. ROGER, *Rev. Ecol. Biol. Sol.*, 14, (3), 1977, p. 421-428.
- [8] P. A. ROGER et P. A. REYNAUD, *Rev. Ecol. Biol. Sol.*, 13, (4), 1976, p. 545-560.
- [9] G. W. PALTRIDGE, *Agr. Meteorol.*, 7, 1970, p. 93-130.
- [10] J. BALANDREAU, P. DUCERF, I. HAMAD-FARES, P. WEINHARD, G. RINAUDO, C. MILLIER et Y. DOMMERGUES, *Limiting Factors in Grass N₂ Fixation in Proc. Intern. Symp. on the Limitations and Potential of Biological Nitrogen Fixation in the Tropics*, 1977, Brázilia.
- [11] G. STACEY, C. VAN BAALLEN et F. R. TABITA, *Arch. Mikrobiol.*, 114, 1977, p. 197-201.
- [12] W. D. P. STEWART, G. P. FITZGERALD et R. M. BURRIS, *Arch. Mikrobiol.*, 62, 1968, p. 336-348.
- [13] U. GRANHALL, *Oikos.*, 21, 1970, p. 330-332.
- [14] R. RIPPKA, A. NEILSON, R. KUNISAWA et G. COHEN-BAZIRE, *Arch. Mikrobiol.*, 76, 1971, p. 341-348.
- [15] J. R. GALLON, W. G. W. KURZ et T. A. LA RUE, *Can. J. Mikrobiol.*, 19, 1973, p. 461-465.
- [16] B. F. TAYLOR, C. C. LEE et J. S. HUNT, *Arch. Mikrobiol.*, 88, 1973, p. 205-212.
- [17] A. ABELIOVICH et S. SHILO, *J. Bact.*, 111, (3), 1972, p. 682-689.
- [18] K. JONES, *New. Phytol.*, 78, 1978, p. 427-431.
- [19] P. A. REYNAUD et P. A. ROGER, *Vertical Distribution of Algae and Acetylene Reducing Activity in an Algal Mat on a Sandy Waterlogged Tropical Soil*; J. DOBEREINER et coll., éd., 1978, p. 346-347. *Basic life Science*, vol. 10, Plenum Press, N. Y. London.

O.R.S.T.O.M., B.P. n° 1386, Dakar, Sénégal.