



HAL
open science

VARIATIONS DU TAUX D'ASSIMILATION DU 14 C PAR LE PHYTOPLANCTON EN FONCTION DE LA DURÉE D'INCUBATION

Guy Jacques

► **To cite this version:**

Guy Jacques. VARIATIONS DU TAUX D'ASSIMILATION DU 14 C PAR LE PHYTOPLANCTON EN FONCTION DE LA DURÉE D'INCUBATION. *Vie et Milieu / Life & Environment*, 1980, 30, pp.91 - 95. hal-03008025

HAL Id: hal-03008025

<https://hal.sorbonne-universite.fr/hal-03008025v1>

Submitted on 16 Nov 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

VARIATIONS DU TAUX D'ASSIMILATION DU ^{14}C PAR LE PHYTOPLANCTON EN FONCTION DE LA DURÉE D'INCUBATION

Guy JACQUES

Laboratoire Arago, 66650 Banyuls-sur-Mer (France)

PRODUCTION PRIMAIRE
MÉTHODE AU ^{14}C
INCUBATION

RÉSUMÉ. – L'auteur teste l'influence de la durée d'incubation sur le taux d'assimilation photosynthétique mesuré par la méthode au ^{14}C sur des communautés phytoplanctoniques. A éclairage constant, deux types de réponses sont enregistrées : soit une constance du taux de fixation, soit une diminution très marquée entre 10 et 30 minutes; elle peut être attribuée à un léger retard de l'excrétion par rapport à la fixation. *In situ* les incubations de 1/2 journée solaire conduisent, sur des eaux fertilisées, à des valeurs de production journalière supérieures à celles dérivées d'expériences de 24 heures qui sont d'autant plus à déconseiller que leur coefficient de variation est deux fois plus élevé.

PRIMARY PRODUCTION
 ^{14}C METHOD
INCUBATION

ABSTRACT. – The author studies the influence of the duration of incubation on the rate of photosynthetic assimilation in phytoplankton communities with the ^{14}C method. With constant illumination, two types of response are observed : either a constant fixation rate, or a very distinct decrease between 10 and 30 minutes, which can be interpreted as the result of a slight time lag in excretion. *In situ*, incubations lasting 1/2 solar day in fertilized water result in higher production rates per day than 24 hours experiments. Moreover, the variation coefficient is twice as high in 24 hours incubations, so that this kind of experiment must be considered as unreliable.

I. INTRODUCTION

Très largement utilisée depuis son adaptation au monde marin par Steemann-Nielsen (1952), la méthode au ^{14}C pose encore aujourd'hui de très nombreux problèmes d'interprétation des résultats (Sournia, 1971) :

- des problèmes fondamentaux liés à la physiologie des Algues : respiration, recyclage, excrétion de C organique, fixation non photosynthétique, fixation de C organique, rythme nyctéméral, etc.
- problèmes expérimentaux : mesure de l'activité des solutions, type de compteur, autoabsorption par le seston, effet des parois, influence de la filtration, etc.

A toutes les étapes de la méthode, le phytoplanctologiste doit souvent opter pour le moins mauvais choix, avec parfois des exigences contradictoires. Il en est bien

ainsi en ce qui concerne le temps d'incubation et son influence sur la mesure de la production primaire, sujet sur lequel nous apportons quelques résultats nouveaux.

Si quelques auteurs ne trouvent pas de modification du taux d'assimilation en fonction de la durée d'incubation (Eppley & Sloan, 1965; Steemann Nielsen, 1965), la majorité d'entre eux montre, au contraire, une influence marquée de cette durée. Eppley & Sharp (1975) montrent, sur des eaux du Pacifique central, que les incubations de 1/2 journée solaire et de 24 heures conduisent à des résultats très voisins en valeur absolue : autrement dit, le taux horaire de fixation à la lumière est double dans les expériences à court terme. La respiration nocturne serait à la base de cette différence. Pour McAllister *et al.* (1964) c'est l'excrétion qui introduirait une différence en fonction de la longueur d'incubation; si l'on mesure le taux de photosynthèse par la méthode de

l'oxygène, on supprime d'ailleurs cette variation. Cette interprétation a été critiquée par Steemann Nielsen (1965) et Eppley & Sloan (1965) pour qui les observations tiennent à l'utilisation d'intensités différentes pendant la mesure et durant la culture de l'Algue *Skeletonema costatum*. Quant à Barnett & Hirota (1967), ils obtiennent, sur des communautés naturelles, des résultats contradictoires qu'ils attribuent à des différences de composition spécifique des communautés.

Les résultats que nous présentons ici correspondent à une série d'expériences : 1) sur du plancton naturel incubé en lumière artificielle à $0,068 \text{ ly.mn}^{-1}$; 2) sur du plancton cultivé et incubé *in situ*, dans un bac de 2 000 litres et 6 m^2 de surface.

Les mesures de production sont réalisées par la méthode au ^{14}C : inoculation de 1 ml d'une solution à $8 \mu \text{ Ci.ml}^{-1}$, avec trois sous-échantillons clairs et un échantillon noir pour chaque temps d'incubation. Les échantillons sont filtrés sur membrane en ester de cellulose de $0,8 \mu\text{m}$ et comptés sur un détecteur à flux gazeux D 470 Nuclear Chicago. Les résultats indiqués correspondent à la différence flacon clair - flacon noir. Ce sont ces valeurs qui servent à l'établissement du coefficient de variation.

II. RÉSULTATS

1. Temps d'incubation à éclairage constant

Dix expériences ont été réalisées, avec à chaque fois une mesure en triple, ce qui permet de tester la variabilité liée aux facteurs autres que la durée d'incubation : sous-échantillonnage, comptage, inoculation, filtration, etc. Le coefficient de variation est (fig. 1) : inférieur à 5% dans 40% des cas, inférieur à 10% dans 70% des cas et en dessous de 15% dans 83% des expériences. Nous prendrons cette limite de 15% comme valeur de travail.

La variabilité mesurée dépend de la durée d'incubation (Tabl. I). Elle diminue d'abord de 10 mn à 3 h, ce qui semble normal, mais elle s'élève ensuite fortement : 9% pour les incubations de 4 h 30 mn et plus de 15% pour celles de 6 h. D'après les nombreux travaux sur l'excrétion qui se manifeste surtout au-delà de 2 à 3 heures, on peut penser que c'est ce facteur, relativement variable, qui intervient.

TABLEAU I

Influence du temps d'incubation sur le coefficient de variation de la fixation ^{14}C (mesures en trois exemplaires).

Influence of incubation length on the variation coefficient of ^{14}C fixation (in triplicate).

Temps d'incubation	10 mn	30 mn	1 h	3 h	4 h 30	6 h
Cv moyen	12,8	8,4	7,2	4,5	8,8	15,3

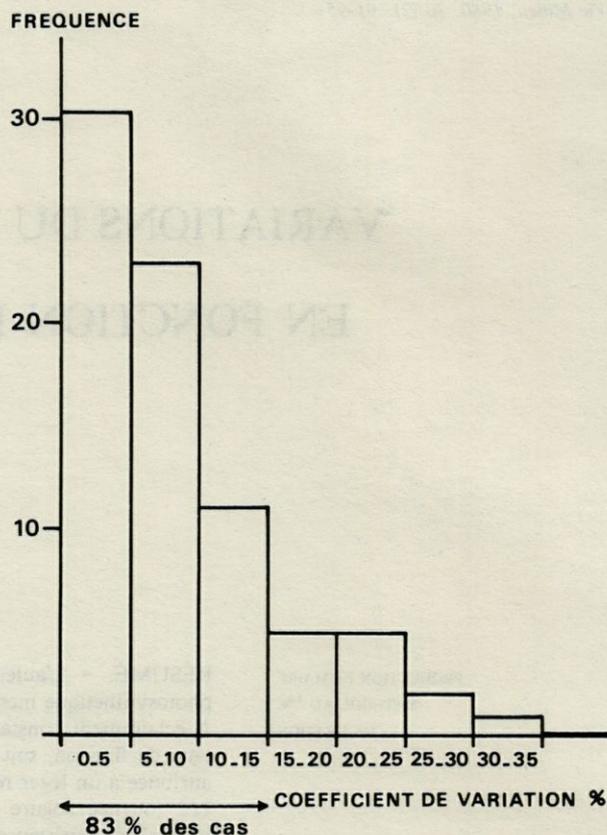


Fig. 1. - Coefficient de variation de la mesure de production par la méthode au ^{14}C , établi à partir de 10 séries de 7 mesures sur triple échantillon.

Variation coefficient of the measurement of production by the ^{14}C method calculated from 10 series of 7 measurements in triplicate.

L'évolution, en fonction du temps d'incubation, est variable d'une expérience à l'autre, les résultats appartenant à deux catégories (fig. 2) :

- parfois, il n'y a pratiquement pas de changement de l'assimilation en fonction du temps ou, du moins, ces changements sont à la limite de la signification (coefficient de variation de 15%). C'est le cas des 4 expériences du centre de la figure 2.
- parfois, on observe une diminution marquée de la fixation horaire surtout entre 10 et 30 mn mais, également, quoique plus atténuée, entre 30 mn et 1 h. Au-delà de la première heure, le taux diminue partout de façon similaire jusqu'à 6 heures (fig. 2, courbes du haut). Cette décroissance entre la première et la sixième heure, conduit à une courbe de variations analogue à celle décrite par Barnett & Hirota (1967) sur des communautés naturelles et pour une gamme de productions voisine. Elle diffère, par contre, de celle obtenue par McAllister *et al.* (1964) sur *Skeletonema costatum* où la fixation augmente après 4 heures, ce que ces auteurs attribuent à une excrétion, dans les premières heures, de molécules néoassimilées, ce qui apparaît peu vraisemblable.

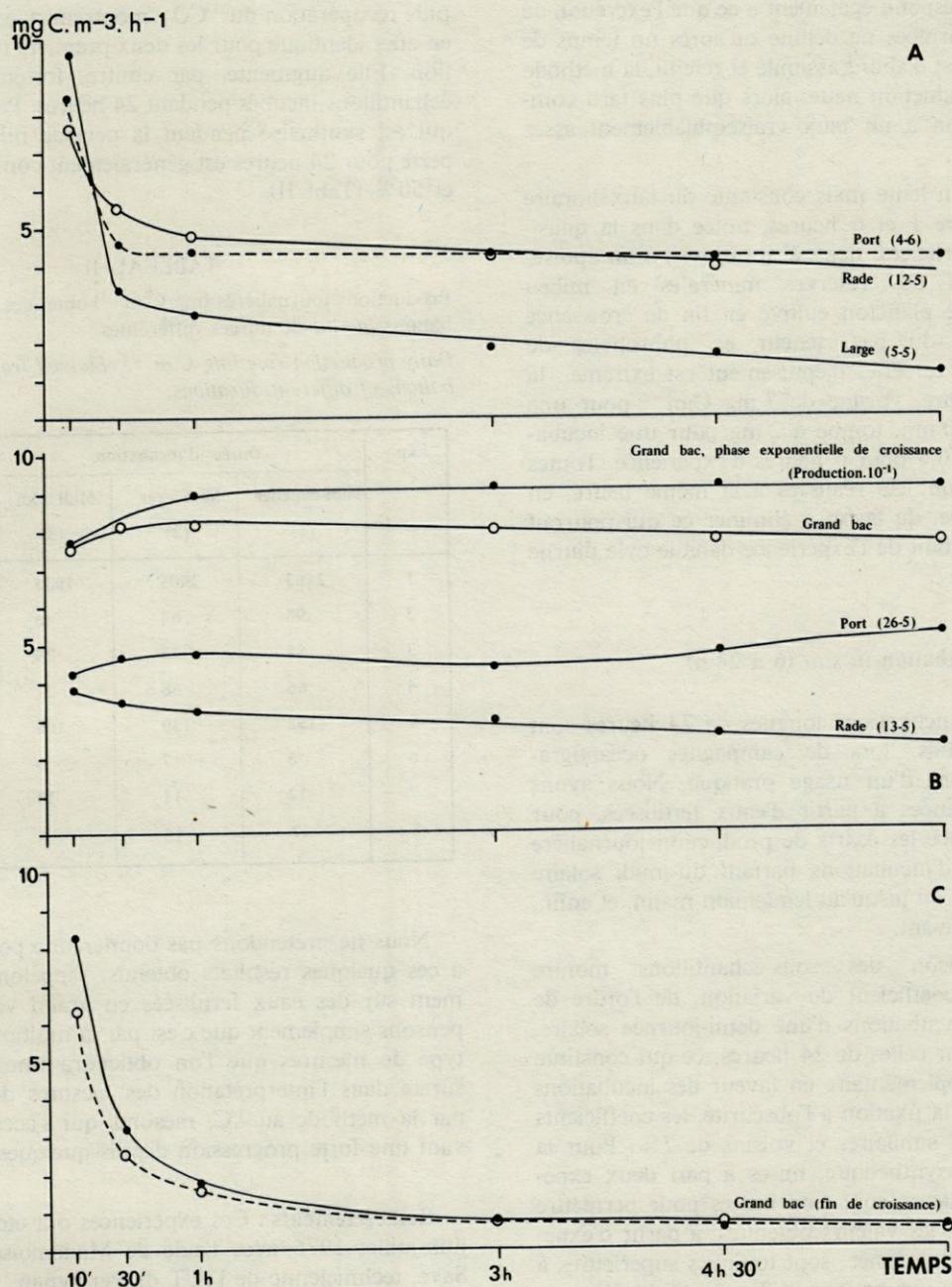


Fig. 2. — Production horaire en fonction du temps d'incubation de 10 minutes à 6 heures. A) eaux côtières de Banyuls (Golfe du Lion) présentant une rapide diminution de la fixation; B) eaux côtières et eaux fertilisées présentant une constance du taux de fixation; C) eaux provenant d'expériences de fertilisation en fin de croissance..

Hourly production rate at different incubation lengths, from 10 minutes to 6 hours. A, coastal waters from Branyuls (Gulf of Lion, western Mediterranean) showing a rapid decrease in fixation. B, coastal and fertilized waters showing almost constant rates of fixation. C, fertilized waters experiments in the senescent phase, showing a decrease in the rate of fixation due to excretion and lowered nutrient content.

La décroissance du taux de fixation en début de période d'incubation apparaît plus rapidement dans nos expériences que dans celles de Barnett & Hirota. La différence d'intensité lumineuse, entre celle qui existe *in situ* et celle utilisée pendant l'incubation, ne semble pas en être la cause puisque ces derniers auteurs constatent un phénomène voisin alors que leurs échantillons sont

incubés *in situ*. Cette brusque diminution est accentuée en raison de la fixation du carbone qui se produit en dehors de la période d'incubation, notamment durant la filtration. Ce « bruit de fond » conduit à une valeur surestimée surtout pour le point 10 mn (production photosynthétique minimale); ceci accentue l'effet de décroissance du début des courbes (fig. 2). Mais, cette

diminution correspond également à ce que l'excrétion de molécules néoformées ne débute qu'après un temps de latence. Le ^{14}C est d'abord assimilé et retenu, la méthode mesurant la production nette, alors que plus tard commence l'excrétion à un taux vraisemblablement assez constant.

La diminution lente mais constante du taux horaire de fixation, entre 1 et 6 heures, notée dans la quasi-totalité des expériences, tient, à notre avis, à un épuisement progressif des réserves minérales en milieu confiné. Dans le plancton cultivé en fin de croissance (fig. 2, courbes du bas, teneur en phosphates de $0,08 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$), cet effet d'épuisement est extrême : la production horaire, voisine de $7 \text{ mg} \cdot \text{C} \cdot \text{m}^{-3}$ pour une incubation de 10 mn, tombe à 2 mg pour une incubation de 1 h et à $0,6$ pour 6 heures d'expérience. Toutes les expériences ont été réalisées à la même heure, en début de matinée, de façon à éliminer ce qui pourrait être dû à la position de l'expérience dans le cycle diurne (Sadvidge, 1978).

2. Temps d'incubation *in situ* (6 à 24 h)

A priori, les incubations longues de 24 heures sont déconseillées. Mais, lors de campagnes océanographiques elles sont d'un usage pratique. Nous avons réalisé 8 expériences à partir d'eaux fertilisées, pour mettre en évidence les écarts de production journalière établis à partir d'incubations partant du midi solaire jusqu'au coucher ou jusqu'au lendemain matin, et enfin, jusqu'au midi suivant.

La comparaison des sous-échantillons montre d'abord que le coefficient de variation, de l'ordre de 10% pour les incubations d'une demi-journée solaire, passe à 21% pour celles de 24 heures, ce qui constitue un argument supplémentaire en faveur des incubations courtes. Quant à la fixation à l'obscurité, les coefficients de variation sont similaires et voisins de 7%. Pour la production photosynthétique, mises à part deux expériences où les valeurs sont trop basses pour permettre une comparaison, les valeurs obtenues, à partir d'expériences d'une demi-journée, sont toujours supérieures à celles dérivées des incubations midi-midi (Tabl. II).

Nous retrouvons sur du plancton fertilisé, des résultats identiques à ceux de Eppley & Sharp (1975) sur des communautés naturelles du Pacifique. L'écart, très marqué, varie entre 30% et plus de 100%. On peut penser qu'il tient à la respiration nocturne qui utilise une partie des molécules assimilées durant l'après-midi. Mais, les valeurs obtenues à partir d'incubations de 1/2 journée et des 1/2 journée + nuit sont très proches, ce qui infirme cette hypothèse (Tabl. II). Il faut donc admettre que ce « déficit » de production lors des expériences de 24 heures tient :

- 1) à l'épuisement des réserves minérales dans le flacon d'incubation;
- 2) à l'accélération de l'excrétion organique. Des mesures parallèles sur les filtrats, après décarbonatation

puis récupération du $^{14}\text{CO}_2$, montrent que l'excrétion est en effet identique pour les deux premiers types d'incubation. Elle augmente, par contre, fortement pour les échantillons incubés pendant 24 heures. Par rapport à ce qui est synthétisé pendant la période midi-coucher, la perte pour 24 heures est généralement comprise entre 20 et 50% (Tabl. II).

TABLEAU II

Productions journalières ($\text{mg} \cdot \text{C} \cdot \text{m}^{-3}$) obtenues à partir d'incubations *in situ* de durées différentes.

Daily production rate ($\text{mg} \cdot \text{C} \cdot \text{m}^{-3}$) obtained from *in situ* incubations of different durations.

Exp.	Durée d'incubation			Différence (1)-(3)/(1)
	Midi-coucher (1)	Midi-lever (2)	Midi-midi (3)	
1	2563	2905	1935	24 %
2	98	64	46	53 %
3	55	73	29	47 %
4	66	68	51	23 %
5	152	139	106	30 %
6	6	7	6	0 %
7	12	11	13	—
8	17	15	8	53 %

Nous ne prétendons pas donner une portée générale à ces quelques résultats obtenus, rappelons-le, uniquement sur des eaux fertilisées en grand volume. Nous pensons simplement que c'est par la multiplication de ce type de mesures que l'on obtiendra une plus grande sûreté dans l'interprétation des mesures de production par la méthode au ^{14}C , mesures qui s'accroissent suivant une forte progression depuis quelques années.

Remerciements : Ces expériences ont été réalisées en juin-juillet 1976 avec l'aide de Mademoiselle Palisses-Save, technicienne de l'IUT de Perpignan.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BARNETT, A.M. & HIROTA, J., 1967. Changes in the apparent rate of ^{14}C uptake with length of incubation period in natural phytoplankton populations. *Limnol. Oceanogr.*, **12** : 349-353.
- EPPLEY, R.W. & SLOAN, P.R., 1965. Carbon balance experiments with marine phytoplankton. *J. Fish. Res. Board, Can.*, **22** : 1083-1097.
- EPPLEY, R.W. & SHARP, J., 1975. Photosynthetic measurements in the central North Pacific : the dark loss of carbon in 24-h incubations. *Limnol. Oceanogr.*, **20** : 981-983.

- McALLISTER, G.D., SHAH, N. & STRICKLAND, J.D.H., 1964. Marine phytoplankton photosynthesis as a function of light intensity, a comparison of methods. *J. Fish. Res. Board, Can.*, **21** : 159-181.
- SADVIDGE, G., 1978. Variations in the progress of ^{14}C uptake as a source of error in estimates of primary production. *Mar. Biol. (N.Y.)*, **49** : 295-301.
- SOURNIA, A., 1971. Mesure de la productivité primaire des océans par la méthode au ^{14}C . *Terre Malgache*, **12** : 251-267.
- STEEMANN-NIELSEN, E., 1952. The use of radioactive carbon (C-14) for measuring organic production in the sea. *J. Cons. perm. int. Explor. Mer*, **18** : 117-140.
- STEEMANN-NIELSEN, E., 1965. On the determination of the activity in C-14 ampoules for measuring primary production. *Limnol. Oceanogr.*, **10** (suppl.) : R 247 - R 252.

Accepté le 11 septembre 1979