

LA PHOTOSYNTHESE NETTE CHEZ LA VIGNE (*V. VINIFERA* L.) ET LES FACTEURS ÉCOLOGIQUES

K. STOEV et T. SLAVTÇHEVA

Institut de Viticulture et d'Œnologie
Pleven (Bulgarie)

Ce travail traite de l'influence individuelle et combinée des facteurs écologiques principaux (lumière, température, concentration en gaz carbonique, teneur en eau du sol) sur l'intensité de la photosynthèse de la Vigne. On y trouve aussi des résultats, obtenus le long de la journée et au cours de la période végétative. Ceci nous a permis de compléter, en démontrant des faits nouveaux, les résultats obtenus jusqu'à maintenant par d'autres chercheurs sur l'influence des facteurs écologiques sur la photosynthèse et la marche saisonnière et journalière de ce processus chez la Vigne.

MATERIEL ET METHODE

Les essais sont conduits à l'Institut de Viticulture et d'Œnologie de Pleven pendant la période 1975-1979, dans les conditions du laboratoire et du champ. Les plantes retenues pour les essais sont des vignes d'un et deux ans des cépages *Cabernet Sauvignon* et *Rkatziteli*, plantées dans des pots du type Wagner. Les plantes sont cultivées dans des serres, sur un mélange de sols, composé de fumier, de terre et de sable dans un rapport 8:8:1, ou bien sur un mélange de fumier, de torf et de sable dans un rapport 3:3:1.

Toutes les mesures de la photosynthèse sont effectuées à l'aide d'un analyseur de gaz à infrarouges « URAS-2 ». Les résultats sont enregistrés avec un appareil de compensation auto-stylographique à 12 points Polycop. Nous avons utilisé des chambres d'assimilation en plastique, destinées à déterminer la photosynthèse d'une feuille individuelle sans la détacher de la plante. Les mesures au laboratoire sont effectuées dans des chambres partiellement climatisées. En tant que source de lumière sont utilisées des lampes à mercure LRF-400 W. Des données plus détaillées sur la méthodologie peuvent être trouvées dans les publications de STOEV et *al.* (1966), et de ABRACHERA et SLAVTÇHEVA (1974).

RESULTATS

Les essais, réalisés dans les conditions de laboratoire, montrent qu'à une concentration de gaz carbonique de 0,03-0,04 p. 100 (en volume) et un

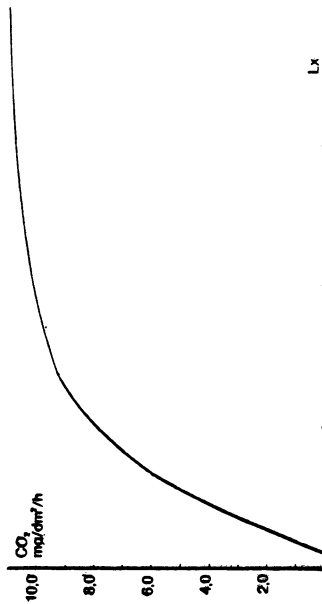


Fig. 1. — Relation entre la lumière et la photosynthèse du cépage Cabernet Sauvignon à une température de l'air de 20 °C

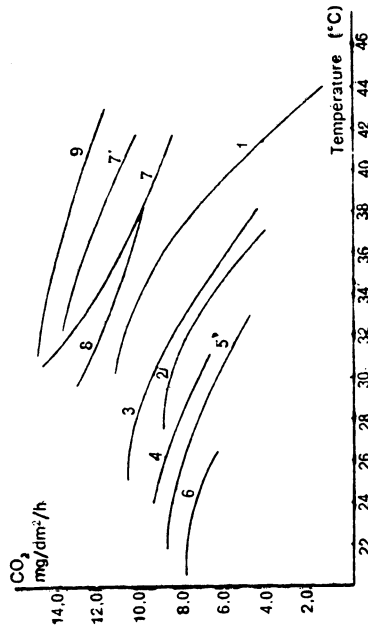


Fig. 3. — Evolution de la dépression de midi de la photosynthèse en fonction de la température de l'air des Chambres d'assimilation
 1 = 21-V-1977; 2 = 1-VI-1978; 3 = 10-VI-1978; 4 = 9-X-1978
 5 = 10-VI-1978; 6 = 5-X-1979; 7 = 26-VI-1980; 7* = 26-VI-1980
 8 = 30-VI-1980; 9 = 11-VII-1980.

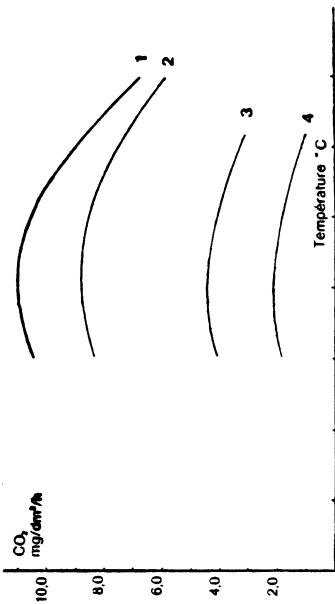


Fig. 2. — Courbes théoriques de l'influence de la température sur la photosynthèse pour des éclaircements différents
 1 = 2.10³ Lx; 2 = 6.10³ Lx; 3 = 1410³ Lx; 4 = 2510³ Lx

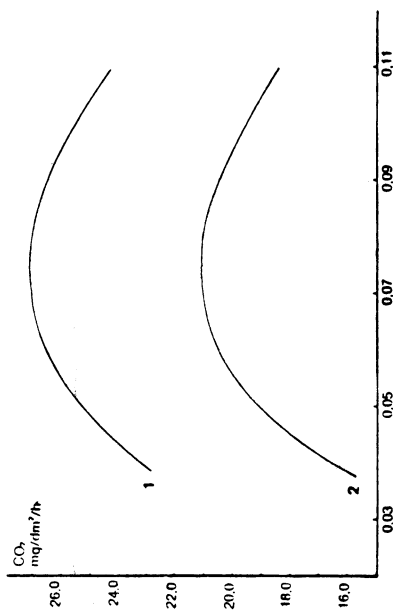


Fig. 4. — Evolution de l'intensité de la photosynthèse en fonction de la concentration en gaz carbonique.

niveau thermique optimal, ainsi qu'une teneur en eau du sol optimum, l'intensité de la photosynthèse de la Vigne est tout d'abord presque entièrement sous la dépendance de l'éclairement et ceci, représenté graphiquement, a un caractère linéaire. La photosynthèse augmente avec l'éclairement de façon linéaire puis se stabilise pour atteindre une valeur optimale pour 25.10^3 — 35.10^3 lx. L'intensité de l'activité photosynthétique n'est plus influencée sensiblement par un accroissement de l'éclairement jusqu'à 40.10^3 lx si la concentration en gaz carbonique, la température et la teneur en eau du sol restent constants (figure 1).

On constate que dans les conditions naturelles l'optimum de lumière se situe vers 40.10^3 lx, mais, suivant les différentes phases de végétation il atteint 50.10^3 lx.

La figure 2 représente les résultats de la recherche sur l'influence du facteur thermique en prenant quatre niveaux d'éclairement différents, tandis que les autres conditions restent constantes. Les courbes théoriques de la température montrent qu'on observe une photosynthèse optimum si la température de l'air, dans les chambres en plastique contenant les feuilles, est située vers 25°C .

Les expérimentations sur la marche diurne de la photosynthèse montrent cependant que la température optimale n'est pas constante le long de la période végétative (figure 3, les points de départ des courbes donnent la valeur optimale pour la journée). Aux mois de mai, juin et juillet la température optimale varie entre $25-32^\circ\text{C}$, tandis qu'en septembre et début octobre l'optimum thermique est de $20-25^\circ\text{C}$, tout en montrant une tendance vers la baisse. La diminution de l'humidité du sol provoque un déplacement de l'optimum thermique vers les températures plus basses (de 2 à 3°C), mais il reste spécifique pour la saison.

Tous ces faits permettent de conclure que la température optimale pour la photosynthèse n'est pas un phénomène statique, mais porte les traits d'une réaction d'adaptation, formée dans le processus de l'évolution des conditions au cours de la végétation. Les données de la figure 3 montrent aussi que chaque hausse de la température au-dessus de l'optimum pour un moment donné de la végétation inhibe la photosynthèse.

L'influence de la concentration en gaz carbonique sur l'intensité de la photosynthèse des feuilles de la Vigne est représentée sur la figure 4. Dans le cas où les autres facteurs restent constants, la photosynthèse atteint des valeurs maximales à une concentration en gaz carbonique de 0,08 p. 100 (en volume). A part cela, la réaction à l'enrichissement de l'atmosphère en gaz carbonique est exprimée d'une manière beaucoup plus évidente chez les plantes qui se sont préalablement développées un certain temps dans un milieu, caractérisé par une plus grande concentration en gaz carbonique (courbe 1) par rapport à celles, qui ont été mises au moment de l'expérimentation dans un milieu, enrichi en gaz carboni-

que (courbe 2). Le phénomène décrit montre que la feuille de la Vigne fait preuve aussi d'une capacité d'adaptation à la teneur en gaz carbonique dans l'atmosphère qui l'entoure.

A une plus grande concentration en gaz carbonique, les vignes accumulent au cours de la végétation une biomasse plus grande que celle des témoins. Le poids frais des sarments des plantes alimentées (pour une certaine période) en gaz carbonique est d'environ 30 p. 100 plus grand, tandis que celui des racines l'est de 25 à 60 p. 100.

L'étude de l'influence du régime hydrique montre que la photosynthèse optimale correspond le plus souvent à une teneur en eau du sol représentant 70-75 p. 100 de la capacité de rétention maximale. Une hausse au-dessus de cette marge de l'humidité du sol ne provoque pas de changements considérables de l'intensité photosynthétique. Les résultats sont identiques dans les conditions du champ aussi bien que dans les conditions contrôlées à une température de l'air proche de l'optimum, mais plus haute que lui. Dans les conditions d'une température optimale et une humidité de l'air relativement haute le régime hydrique diminue la photosynthèse après une baisse de la teneur en eau du sol au-dessous de 40 p. 100.

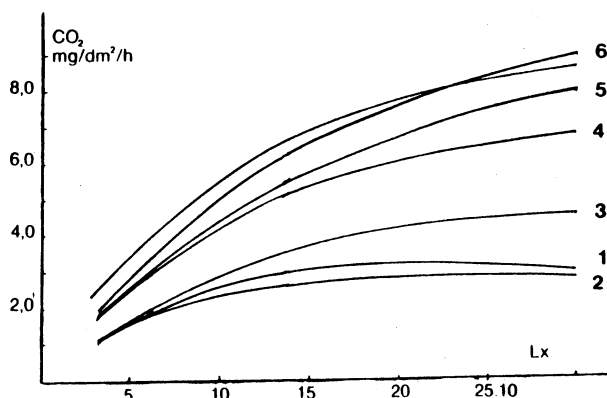


Fig. 5. — Relation entre la lumière et la photosynthèse à une humidité du sol et une température dans les chambres d'assimilation différentes
 1 = 30 p. 100 et 23 °C ; 2 = 30 p. 100 et 28 °C
 3 = 35 p. 100 et 23 °C ; 4 = 40 p. 100 et 23 °C
 5 = 45 p. 100 et 23 °C ; 6 = 60 p. 100 et 23 °C

L'influence complexe de certains facteurs écologiques sur l'intensité photosynthétique est étudiée dans une combinaison de deux ou bien trois facteurs. (Figure 5).

Au cas où l'humidité du sol représente 30 à 35 p. 100 de la capacité d'absorption totale, l'intensité de la photosynthèse de la Vigne ne dépend pas d'une façon notable de la lumière, car le régime hydrique est un facteur limitant. Dans les conditions d'un régime hydrique faible, mais à température optimale (23 °C) ou bien proche de l'optimale (28 °C) et une grande

humidité de l'air, l'influence de la lumière est importante et le coefficient de détermination (r^2) est élevé (= 80 p. 100).

Les résultats sont valables pour les période fin août - début septembre. Lorsque la température égale 28 °C, les valeurs de la photosynthèse sont plus petites que celles à température de 23 °C, exception faite pour les cas où l'éclairement dépasse les 25.10³ lx, car la température est aussi, à un certain degré, un facteur limitant.

L'influence combinée de la température et la hauteur en eau du sol est montrée dans la figure 6. La hausse de la température de l'air au-dessus de l'optimum provoque une extension de la zone où l'influence du régime hydrique se manifeste. Le plateau se déplace vers une teneur en eau considérablement plus haut à une température de l'air de 29 °C, comparaison faite avec la température 34 °C, dans les conditions où le facteur humidité n'est pas utilisé au maximum de ses possibilités potentielles.

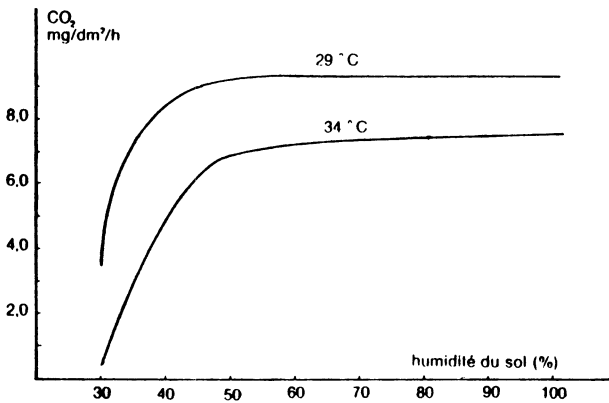


Fig. 6. — Evolution de l'intensité photosynthétique en fonction de l'humidité du sol, à éclairement constant (35.10³ lx), et à température différente de l'air.

L'influence combinée de trois facteurs — température (la température de l'air est paramètre, c'est-à-dire nous traitons la dépendance de la photosynthèse de la température en tant que facteur météorologique), éclairement et humidité du sol sur l'intensité de la photosynthèse des feuilles est représentée sur les figures 7, 8 et 9. Les données de la figure 7 montrent qu'à un niveau thermique diurne qui n'est pas élevé (13-21 °C) l'intensité de la photosynthèse, dans les conditions d'une humidité du sol de 70 p. 100 de la capacité d'absorption totale, maintient de valeurs assez grandes tout au long de la journée 6 - 9,5 mg CO₂/dm²/h. Une photosynthèse optimale est obtenue à 47.10³ lx environ. Une augmentation ultérieure de l'éclairement ne provoque pas de modifications de l'intensité photosynthétique.

Dans ces conditions thermiques et une basse humidité du sol (35 p. 100) l'intensité de la photosynthèse passe de 7,60 mg CO₂/dm²/h,

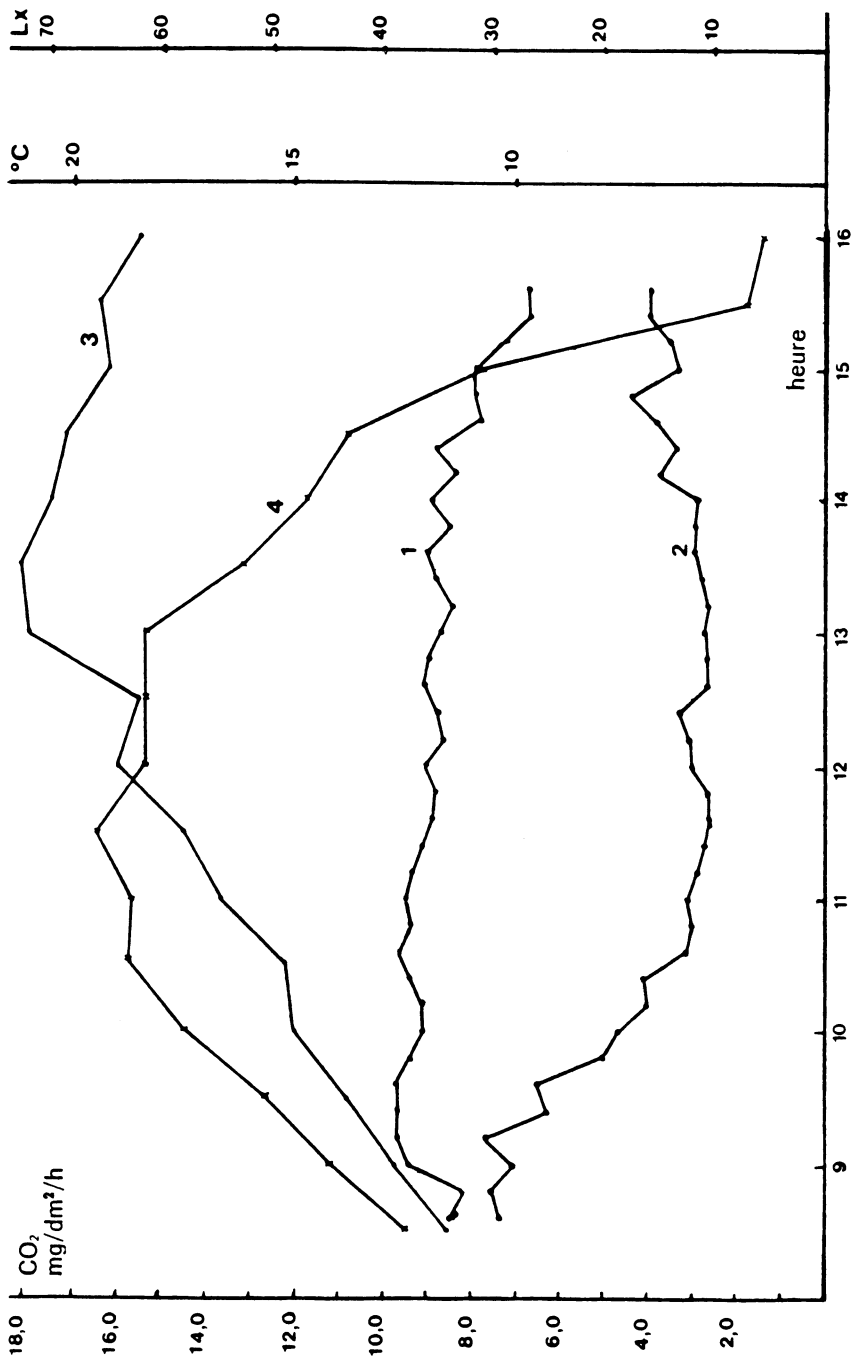


Fig. 7. — Marche diurne de la photosynthèse le 22-IX-1978 à une humidité du sol de 70 p. 100 (1), de 35 p.100 (2) en liaison avec les variations de la température de l'air (3) et de l'éclairement (4).

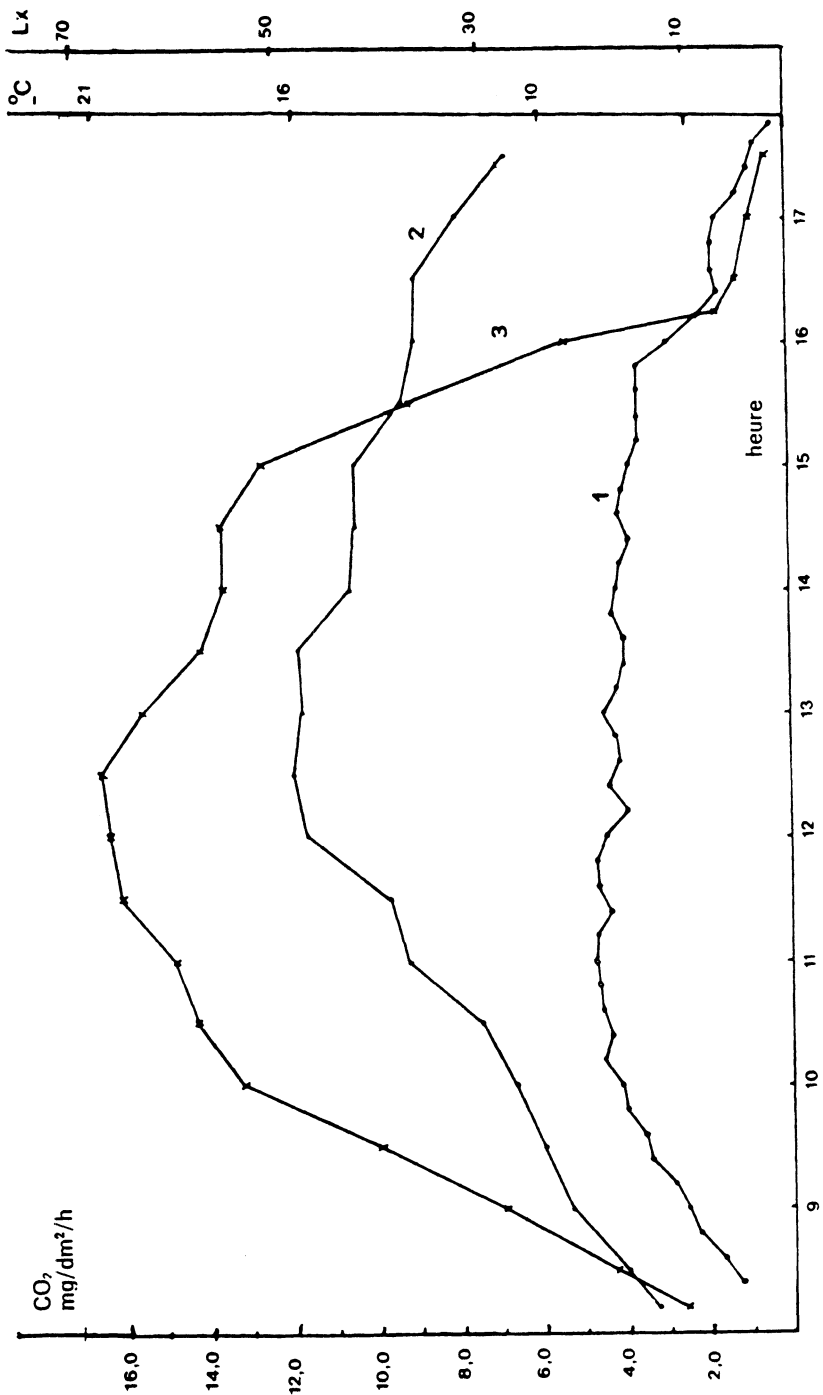


Fig. 8. — Marche diurne de la photosynthèse le 29-IX-1977 à une humidité du sol de 50 p. 100 (1) en relation avec les variations de la température de l'air (2) et de l'éclairement (3).

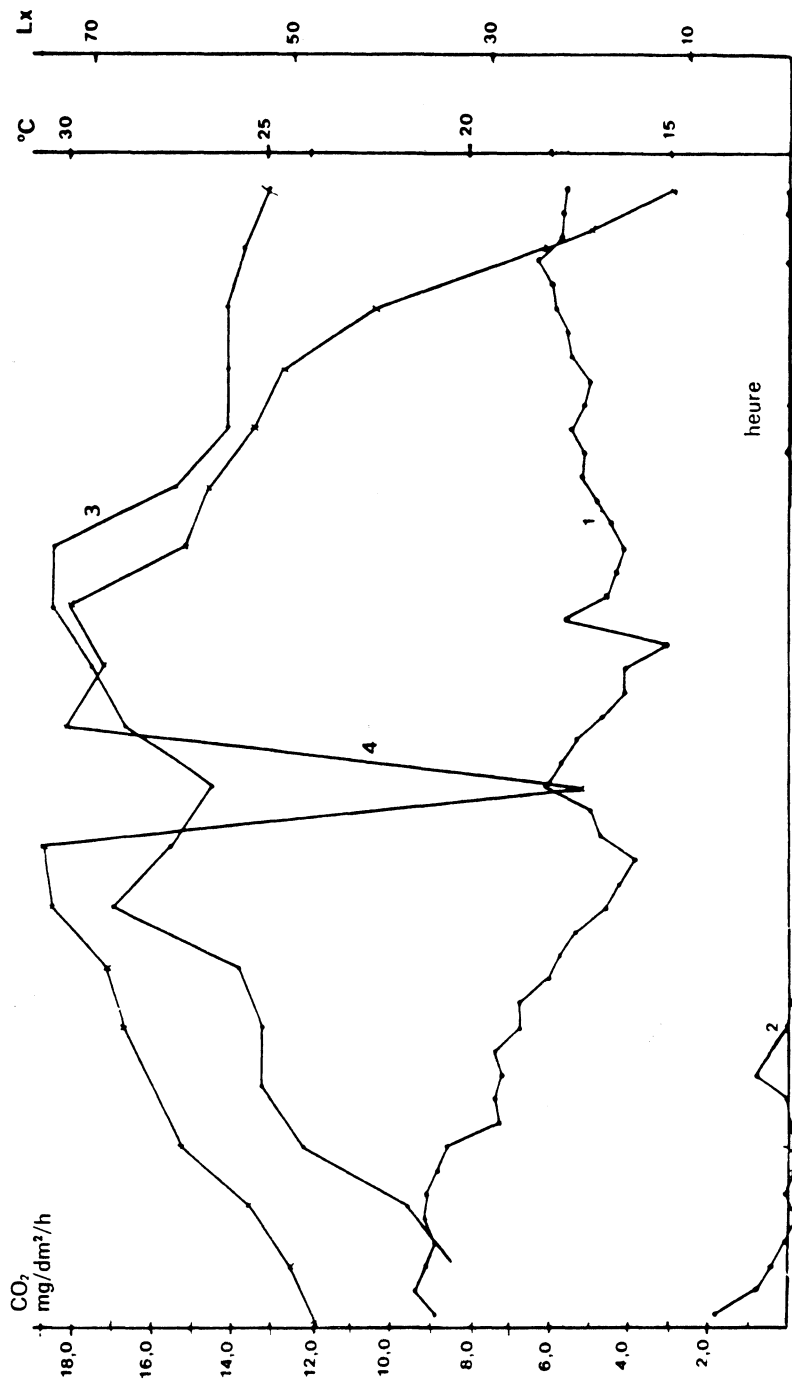


Fig. 9. — Marche diurne de la photosynthèse le 1-VI-1978 à une humidité du sol de 75 p. 100 (1), de 35 p. 100 (2) en liaison avec les variations de la température de l'air (3) et de l'éclairement (4).

valeur maximale mesurée pour la journée, à 2,60 mg CO₂/dm²/h vers midi. La température diurne plus basse atténue en partie l'influence négative du déficit hydrique.

Vers la fin de septembre les valeurs de la photosynthèse sont relativement hautes, même à une humidité du sol remontant à 50 p. 100 de la capacité d'absorption totale (figure 8). Ces données nous font penser que tout au long de son évolution la Vigne s'adaptait à mettre à profit jusqu'à l'automne tardif l'humidité du sol, malgré qu'elle s'avère basse, pour une photosynthèse productive en combinaison avec la petite tension thermique, typique pour la période.

Au printemps (1^{er} juin 1978) la photosynthèse n'est réalisée effectivement que dans les conditions d'une grande humidité du sol, 75 p. 100 de la capacité d'absorption totale (figure 9). Dans ces conditions la marche diurne de la photosynthèse, après une hausse de la température au-dessus de l'optimale, donne une image bien corrélée avec les modifications thermiques au cours de la journée. La figure 9 montre que sous l'effet d'une diminution de courte durée de l'éclairement (nuageux vers 13 heures), accompagnée d'une baisse de la température, l'intensité de la photosynthèse diminue.

L'importance de la dépression de midi dépend fortement de la température, qui devient un facteur limitant. Son influence augmente lorsque la teneur en eau du sol est basse. C'est ainsi qu'à une humidité du sol de 35 p. 100, la photosynthèse nette a des valeurs négatives très tôt le matin jusqu'en fin d'après-midi. Donc, dans les conditions de fortes températures printanières la Vigne est adaptée à une teneur en eau du sol élevée, tout en étant capable de profiter d'une manière rationnelle de la température et de la radiation solaire par une photosynthèse très active.

En comparant les données des figures 7, 8 et 9 on se rend compte que la marche diurne de la photosynthèse suit le type d'une courbe à un pic, quand la température, au cours de la journée, ne dépasse pas l'optimale spécifique pour la saison. Une telle photosynthèse est typique surtout pour les mois d'automne. Toutefois, la photosynthèse est réalisée le plus souvent suivant le type d'une courbe à deux pics avec une dépression à midi. De cette manière, sa marche diurne est déterminée par la combinaison effective de l'humidité du sol et de la température de l'air pendant les différentes étapes du développement. L'importance de l'éclairement est nette très tôt le matin et tard dans l'après-midi, lorsque ce dernier diminue au-dessous de 6000-8000 lx et devient un facteur limitant.

L'étude de la marche diurne de la photosynthèse montre qu'à côté des modifications de l'optimum thermique pendant la période végétative on observe d'autres variations. Nous constatons une tendance vers la baisse non seulement de l'optimum de la température, mais aussi de celui de l'éclairement pendant les mois d'automne — un fait qui est, très proba-

blement, l'expression de l'adaptation des plantes aux variations des conditions du milieu. Cette tendance commence à s'atténuer au mois d'octobre quand, à cause des basses températures matinales, l'optimum se déplace vers les heures proches de midi.

Sur le tableau I sont représentées les données sur les heures de la journée où l'on observe respectivement l'intensité photosynthétique optimale et minimale (lors de la dépression de midi) pendant les différentes phases de la végétation.

Au début de juin, la photosynthèse optimale est constatée tôt le matin (8 h 30-9 h 00) quand les conditions thermiques sont, très probablement, plus favorables. Pour la seconde moitié de juin-juillet, la photosynthèse optimale (observations faites en 1980) est observée, en règle générale, entre 9 h et 10 h même, parfois, jusqu'à 10 h 30. Au cours des mois d'automne (septembre - début octobre) l'optimum se déplace entre 9 h 30 et 10 h 30. Il y a des cas (10-12 octobre 1979) où, dans les conditions d'une basse tension thermique, la photosynthèse optimale est observée entre 10 h 30 et 12 h 00.

De cette manière la marge de temps où l'on observe l'optimum photosynthétique est déterminée par la saison aussi bien que par le niveau thermique.

Les jours à faible niveau thermique, l'optimum arrive régulièrement dans les heures plus tardives du jour. Ceci mis à part, il est fort probable que la plante s'adapte progressivement, au cours de la végétation, pour tirer partie d'une manière plus efficace des conditions du milieu extérieur.

L'optimum de la photosynthèse est influencé, suivant les heures du jour où il arrive, par la teneur en eau du sol. En raison de ce fait, lors d'une baisse de la teneur en eau cet optimum arrive un peu plus tôt, au moment où la température est plus favorable.

La photosynthèse minimale (dépression de midi) est observée entre 12 h et 14 h. Dans ce cas les différences pendant la végétation sont plus faibles.

Seulement pour les jours à faible niveau, la dépression de midi est négligeable et la photosynthèse minimale est constatée entre 14 h et 14 h 30. Dans certains cas la dépression ne se manifeste pas du tout.

DISCUSSION

Dans les conditions d'une humidité du sol (plantes cultivées dans des pots) et d'une température optimales, la relation entre l'intensité photosynthétique et la lumière présente d'abord un caractère presque linéaire. Cette vitesse d'accroissement de la photosynthèse ralentit peu à peu en fonction de l'augmentation de l'éclairement et, à 25.10^3 - 35.10^3 lx on observe la valeur optimale. Si l'éclairement croît jusqu'à 40.10^3 lux

TABLEAU I

**Moment de la journée où la photosynthèse
est minimale et maximale**

Date	Humidité du sol (p.100)	Photosynthèse		Température maximale (°C)
		optimale	minimale	
1-VI-1978	35	8h30	12h00 - 12h30	30,5
1-VI-1978	75	8h30 - 9h00	12h00 - 12h30	30,5
12-VI-1979	35	7h30 - 8h00	11h30 - 12h00	32,6
12-VI-1979	70	8h00 - 8h30	11h30 - 12h00	32,6
9-VI-1980	70	9h00	13h30	32,7
10-VI-1980	70	8h30 - 9h00	14h00	31,7
12-VI-1980	70	8h30 - 9h00	12h30 - 13h00	32,4
26-VI-1980	90	10h00	14h00	32,5
26-VI-1980	80	9h30 - 10h00	14h00	32,5
27-VI-1980	75	9h30 - 10h00	12h30 - 13h00	34,0
27-VI-1980	70	9h30 - 10h00	12h30 - 13h30	34,0
1-VII-1980	70	9h30	14h30	29,3
3-VII-1980	70	10h00 - 10h30	13h30 - 14h00	29,5
3-VII-1980	50	10h00	13h30 - 14h00	29,5
8-VII-1980	70	9h00 - 9h30	14h30	33,6
10-VII-1980	35	7h30 - 8h00	15h00	39,5
11-VII-1980	70	9h30 - 10h00	13h00 - 13h30	35,7
11-VII-1980	30	9h00	13h00 - 13h30	35,7
19-IX-1978	70	9h00 - 9h30	12h00 - 12h30	31,0
4-X-1978	70	9h30 - 10h00	12h30 - 13h00	29,8
5-X-1978	80	9h30 - 10h00	13h30 - 14h00	28,5
7-X-1978	70	9h30 - 10h00	13h30 - 14h00	24,0
4-X-1979	30	10h00 - 10h30	-	18,5
5-X-1979	35	10h00 - 10h30	13h00 - 13h30	22,0
5-X-1979	70	10h00 - 10h30	13h00	22,0
10-X-1979	90	10h30 - 11h00	-	19,2
11-X-1979	50	10h30 - 11h00	-	19,0
12-X-1979	70	11h30 - 12h00	14h00 - 14h30	18,5
12-X-1979	90	11h30 - 12h00	14h00 - 14h30	18,5

on ne constate pas encore la saturation de la photosynthèse, mais les variations sont négligeables. GEISLER (1963), KRIEDEMANN (1968) et HORNEY (1973) ont obtenu des résultats semblables.

On constate que dans les conditions naturelles l'optimum de la lumière est situé vers les 40.10^3 lx, tandis que dans des vases de végétation il atteint 50.10^3 lx. KRIEDEMANN et SMART (1971) constatent que dans des conditions de champ l'optimum lumineux est de 50.10^3 - 60.10^3 lx. Ce fait pourrait être traité comme manifestation de l'adaptation des plantes aux conditions où elles sont cultivées. L'optimum de lumière est encore plus élevé dans les conditions du désert — 60.10^3 à 90.10^3 lx (SCHULTZE et *al.*, 1972). Au vu des faits cités plus haut, les valeurs de l'optimum de lumière équivalentes à 120.10^3 - 140.10^3 lx, obtenus par GRINENKO et FOMENKO (1977) semblent peu probables.

Nos données sur l'optimum thermique, obtenues dans des conditions de laboratoire sont en accord avec les faits constatés par MOTORINA (1958), KRIEDEMANN (1968), KRIEDEMANN et SMART (1971) et HORNEY (1973) mais ceci en tenant compte du fait que certains auteurs parlent de température de l'air (MOTORINA, 1958), tandis que d'autres — de température des feuilles (KRIEDEMANN, 1968, KRIEDEMANN et SMART, 1971).

Dans le travail de REUTHER (1978) on pourrait trouver des résultats sur les variations saisonnières des températures diurnes optimales, obtenus dans des conditions de laboratoire. Ses résultats et les nôtres vont, en principe, dans le même sens. Nos résultats sont obtenus cependant dans des conditions naturelles et les valeurs de l'optimum thermique sont plus grandes. On trouve une différence considérable dans la valeur de la température maximale, citée par cet auteur pour le mois de juin (15-20 °C), comparée à nos données. Ceci est dû, très probablement, à la situation géographique de la région et traduit l'adaptation des cépages aux conditions écologiques des régions viticoles septentrionales.

Les résultats sur l'influence de la concentration en gaz carbonique sur l'intensité de la photosynthèse montrent les possibilités de la Vigne à s'adapter aux concentrations élevées de gaz carbonique. A la différence des résultats de KRIEDEMANN et *al.* (1976) nous avons constaté que les plantes placées dans la chambre dont l'air est enrichi en gaz carbonique font preuve d'une photosynthèse qui excède celle des plantes de la cellule témoin pour toutes les concentrations expérimentées, y compris les faibles (0,035 — 0,04 vol p. 100 CO₂). Cette propriété subsiste chez les vignes dans le cas où elles ne sont pas contraintes à rester longtemps dans une atmosphère à concentration normale en gaz carbonique. Les vignes qui se sont développées dans un milieu à concentration élevée de gaz carbonique accumulent, au cours de la végétation, une plus grande biomasse pour une teneur en chlorophylle plus petite ; ce fait montre que chaque unité de chlorophylle est utilisée d'une manière plus effective.

Les résultats que nous avons obtenus complètent et enrichissent les données de MOTORINA (1958) qui a montré que les jours où le maximum de température est de 22-24 °C et où l'humidité relative de l'air dépasse un minimum de 58-60 p. 100, on observe une courbe à un pic ; une courbe à deux pics de la photosynthèse est constatée pour des jours où la température atteint 25-26 °C et où l'humidité atmosphérique relative baisse à 40-43 p. 100. Une telle conclusion est évidemment valable pour une période restreinte de végétation. Pour les mois d'automne l'optimum thermique se déplace vers les températures plus basses et les déviations vers une tension thermique plus haute provoquent une dépression de midi de la photosynthèse. Cela mis à part, l'optimum de la température, spécifique pour la saison, dépend de la teneur en eau du sol.

L'intensité de la dépression de midi dépend à un très haut degré de la température qui devient un facteur limitant. LANGE et *al.* (1969), en examinant l'échange de gaz des plantes sauvages et cultivées dans les conditions du désert, tirent une conclusion pareille. L'effet de la température sur la dépression de midi augmente à une basse teneur en eau du sol. D'après SCHULZE (1973) en présence d'un stress hydrique la limitation des pertes d'eau par fermeture des stomates, est un phénomène capital pour assurer la survie des plantes.

CONCLUSIONS

Les influences spécifiques de la lumière, la température, la concentration en gaz carbonique et la teneur en eau du sol sont exprimées par des courbes où l'on se rend compte que la photosynthèse augmente jusqu'à un seuil déterminé qui est suivi d'une saturation. Au-delà, le facteur ne provoque plus une modification significative ou bien inhibe le processus. Les valeurs optimales des facteurs écologiques les plus importantes ne sont pas stables. Elles sont marquées par une capacité d'adaptation en fonction des variations des conditions tout au long de la végétation.

Dans la combinaison complexe des facteurs écologiques principaux, si l'un d'entre eux s'avère limitant, c'est lui qui détermine le degré d'influence des autres. En même temps l'adaptation aux facteurs écologiques, acquise le long de l'évolution de la Vigne, assure à la plante une capacité de tirer parti d'une manière rationnelle de ce facteur, au minimum pour une étape déterminée du développement. Il est possible que la Vigne s'adapte aux nouveaux facteurs du milieu, qui restent presque invariables dans des conditions naturelles — par exemple la concentration de gaz carbonique dans l'air, etc.

Des faits plus détaillés sur l'influence des facteurs écologiques principaux seront l'objet des publications futures.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à exprimer leurs sincères remerciements à Mme Anna GADEVSKA, physicienne, pour son apport lors de la réalisation du travail expérimental.

Manuscrit reçu le 29 avril 1982 ; accepté pour publication le 1^{er} juin 1982.

RÉSUMÉ

Les auteurs étudient l'influence des facteurs écologiques les plus importants sur l'intensité de la photosynthèse, et la marche journalière et saisonnière de ce phénomène chez la Vigne (*Vitis vinifera* L.). Les valeurs optimales des différents facteurs sont déterminées ; elles ne sont pas absolues mais elles reflètent les capacités d'adaptation de la Vigne. L'influence de chacun des facteurs est modifiée par les autres conditions de l'expérimentation.

SUMMARY

In this work, the influence of the most important ecological factors concerning the intensity and the development of photosynthesis along the day and the season for the vine (*Vitis vinifera* L.) is studied. The optimal values of different factor are determined : they are not absolute but they are in connection with the adaptive capacities of the vine. The influence of each factor is modified by the other conditions of the experiment.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Autoren studieren den Einfluss der wichtigsten ökologischen Faktoren auf die Intensität der Photosynthese und auf das tägliche und saisonale Geschehen dieses Phänomens bei der Rebe (*Vitis vinifera* L.). Die optimalen Werte der verschiedenen Faktoren wurden festgelegt ; sie sind nicht absolut, aber spiegeln, das Adaptationsvermögen der Rebe zurück. Der Einfluss jedes einzelnen Faktors verändert sich durch die anderen Konditionen des Versuches.

RESUMEN

Los autores estudian la influencia de los principales factores ecológicos sobre la intensidad de la fotosíntesis y el desarrollo diario y estacional de este fenómeno en el caso de la vid (*Vitis vinifera* L.). Determinan los valores óptimos de estos factores que, aunque no son absolutos reflejan la capacidad de adaptación de la vid. La influencia de cada uno de los factores se modifica por las restantes condiciones de la experimentación.

RIASSUNTO

Gli autori studiano l'influenza dei fattori ecologici più importanti sull'intensità della fotosintesi e la marcia giornaliera e stagionale di questo fenomeno sulla vite (*Vitis vinifera* L.). I valori ottimali dei diversi fattori sono determinati, non sono assoluti ma fanno vedere le capacità di adattamento della vite. L'influenza di ogni fattore è modificato dalle altre condizioni della sperimentazione.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABRACHEVA P. et SLAVTCHEVA T., 1974. Vlijanie na court-noué virus varhu intenziteta na fotosintezata pri lozata. *Grad. i lozarska nauka*, 2, 125-129.
- GEISLER G., 1963. Art- und sortenspezifische CO₂-Assimilationsraten von Reben unter Berücksichtigung wechselnder Beleuchtungsstärke. *Mitt. Klosterneuburg*, A13, 301-305.
- GRINENKO V.V. et FOMENKO L.S., 1977. Zavisimost fotosinteza vinograda ot vnesnih i vnutrennih faktorov, sb. Fiziogiga vinogradnoi lozi, Sofija, BAN, 497-501.
- HORNEY G., 1973. Moderne Messtechnik bei pflanzenbaulichen Untersuchungen dargestellt Am Bestandsklima im Weinbau. *Weinberg u. Keller*, 7, 307-316.
- KRIEDEMANN P.E., 1968. Photosynthesis in vine leaves as a function of light intensity, temperature and leaf age. *Vitis*, 7, N° 3, 213-220.
- KRIEDEMANN P.E. et SMART R.E., 1971. Effects of irradiance, temperature and leaf water potential on photosynthesis of vine leaves, *Photosynthesis*, 5, N° 1, 6-15.
- KRIEDEMANN P.E., DOWNTON W.J.S. et SWARD R.J., 1976. Vine response to carbon dioxide enrichment during heat therapy. *Aust. J. Plant Physiol.*, 3, N° 5, 605-618.
- MOTORINA M.V., 1958. Fotosintez i dihanie vinograda v uslovijah Moskoskoi oblasti, *Izv. TSHA*, 1, N° 20, 123-140.
- REUTHER G., 1978. Optimum temperatures of photosynthesis in different frost-resistant grape varieties, *Grapevine genetics and breeding*, INRA, Paris, 321-327.
- SCHULZE E.D., LANGE O.L. et KOCH W., 1972. Okophysiologische Untersuchungen and Wild- und Kulturpflanzen der Negev-Wüste. II. Die Wirkung der Aussen faktoren auff CO₂— Gaswechsel und Transpiration am Ende der Trochenzeit, *Oecologia*, 8, 334-355.
- SCHULZE E.D., LANGE O.L., KAPPEN L., BUSCHBOM U. et EVENARI M., 1973. Stomatal responses to changes in temperature at increasing water stress. *Planta*, 110, 1, 29-42.
- STOEV K.D., DOBREVA S. et ZEINALOV J., 1966. Ornosno fotosintelicnata aktivnost na razlioni po metamerno poloze nie lista pri lozata. *Grad. i loz. nauka*, 4, 501-513.

