

**TRANSPIRATION ET ABSORPTION D'EAU  
PAR LE RIZ PLUVIAL**

**Expériences en milieu liquide avec IRAT 13**



Laboratoire d'agronomie

FORESTIER . J.

KOUAME . I. D.

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE - MER

CENTRE D'ADIOPODOUMÉ - CÔTE D'IVOIRE

B.P.V 51 - ABIDJAN

Mai 1979

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE D'ADIOPODOUME

B.P. V-51 ABIDJAN (Côte d'Ivoire)

---

Laboratoire d'Agronomie

TRANSPIRATION ET ABSORPTION D'EAU PAR LE RIZ PLUYIAL

EXPERIENCES EN MILIEU LIQUIDE AVEC IRAT 13

par

FORESTIER J.

KOUAME I.

Mai 1979

## 1 - BUT DE L'ÉTUDE.

L'irrégularité des chutes d'eau dans la région Centre de la Côte d'Ivoire provoque des pertes sensibles de rendement du riz pluvial. Un axe de recherche pour l'amélioration de cette plante a été naturellement l'accroissement de la résistance à la sécheresse. Dans ce but, il a paru nécessaire de connaître les caractéristiques du système racinaire qui contribueraient à l'augmentation de cette résistance à la sécheresse, de façon à sélectionner éventuellement des variétés en fonction des caractères les plus intéressants dans ce domaine.

Il en résulte que les travaux menés doivent concourir à reconnaître les caractéristiques de fonctionnement du système racinaire pour l'absorption et la transmission de l'eau aux parties aériennes, et dans la mesure du possible à définir les caractères physiques racinaires qui permettent le meilleur fonctionnement en conditions hydriques difficiles.

Cette première étude s'est attachée à fixer les maxima d'absorption d'eau par les racines de riz et à observer les différents paramètres permettant de suivre l'évolution de l'absorption d'eau. Simultanément, les travaux devraient permettre de préciser les conditions expérimentales et les observations à faire pour une comparaison de variétés.

## 2 - LES MÉTHODES.

Les plants de riz sont obtenus par groupe de 4 à 10 dans des gaines plastiques de 8 à 12 cm de diamètre, longues de 80 centimètres, remplies de terre de surface sans tassement. La récupération des racines se fait par élimination du sol sous un jet d'eau à faible pression après avoir couché le sac et fendu la gaine sur toute sa longueur.

Les racines étant mêlées étroitement, chaque groupe de plants est traité comme un tout, d'où un nombre de plants prédéterminés au semis ou à la levée selon l'âge prévu au moment du traitement expérimental.

Pour l'étude de la transpiration et de l'absorption d'eau le montage schématisé sur la figure 1 était adopté. La longueur du tuyau en plastique rigide et par conséquent celle du manchon en polystyrène était variable selon l'importance du système racinaire maintenu hors de l'eau. La quantité de racine plongées dans l'eau variait de trois façons, soit par coupe de

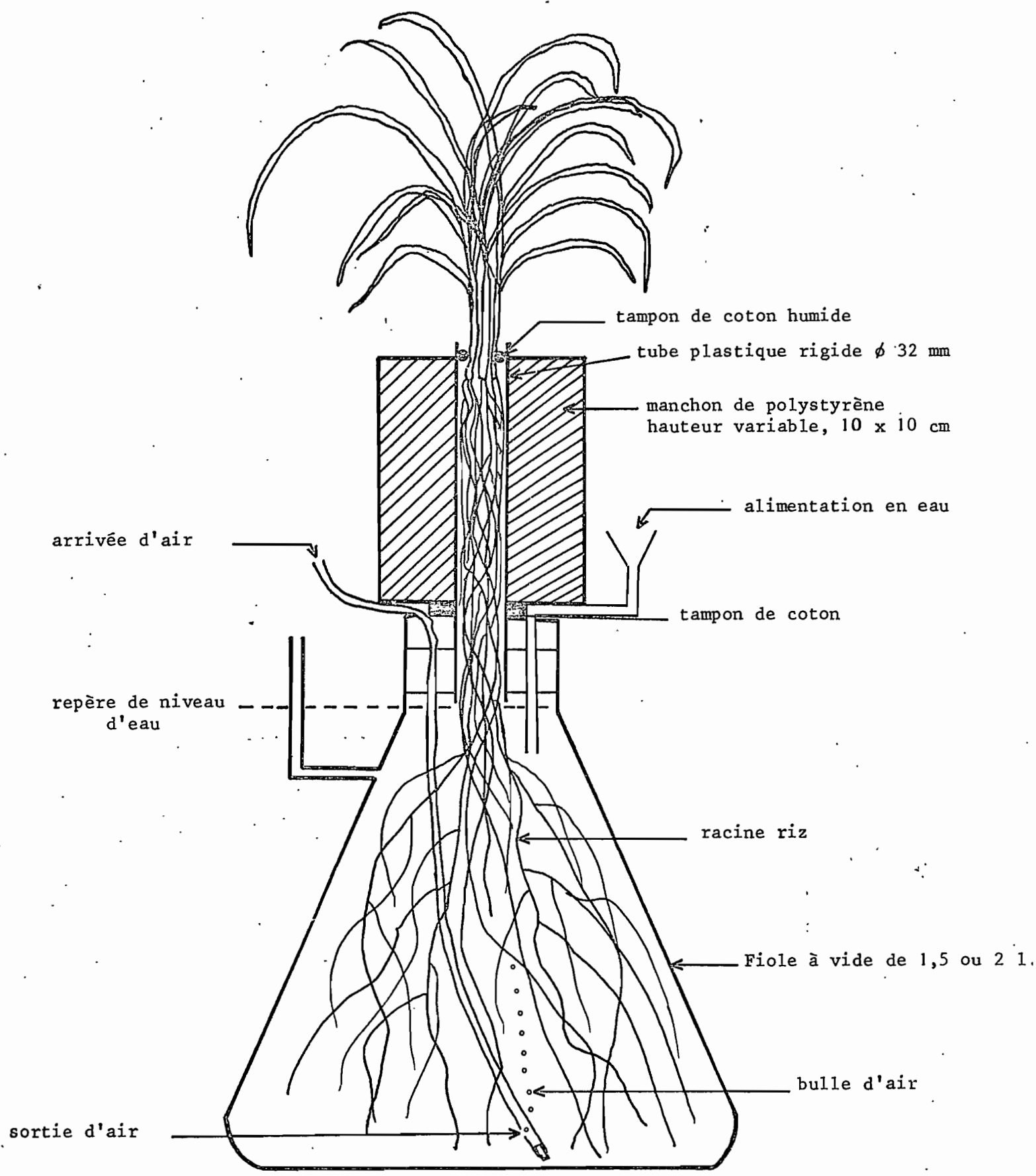


Figure 1

l'extrémité des racines pour étude de l'absorption des racines situées près de la base des tiges, soit par maintien hors de l'eau des racines les plus proches de la tige pour étude de l'absorption des racines les plus fines et les plus éloignées de la tige, soit en ne conservant qu'une ou quelques racines entières pour chaque pied.

Le niveau d'eau était réajusté plusieurs fois par jour, le plus souvent toutes les deux heures de 8 heures du matin à 16 heures. La quantité d'eau ajoutée était mesurée.

Toutes les parties aériennes desséchées avant le début de l'expérience sont éliminées. Les expériences commencées avec une durée de 6 jours ont ensuite été réduites à trois jours, la précision paraissant suffisante. Elles ont eu lieu en serre aérée avec éclairage naturel.

Les mesures sur les plantes ont concerné les masses de limbe vert, de limbe desséché en cours d'expérience, de chaume, de panicule, de racines actives et non actives, les comptages de pieds, de tiges, de racines ; les mesures de surface diamétrale des racines pour l'ensemble du système ou pour une fraction située près du raccordement aux talles.

### 3 - LES RÉSULTATS.

#### 3.1. La végétation.

Les résultats suivants ont été obtenus uniquement avec la variété IRAT 13 réputée la plus tolérante à la sécheresse actuellement. Les plants expérimentés étaient âgés de 20 à 80 jours. Semis serrés, poussés sous un hangar, leur croissance est réduite par rapport à celle obtenue dans de bonnes conditions au champ. Ces valeurs sur la végétation sont données pour permettre une adaptation à une culture normale des résultats.

##### 31.1. La végétation aérienne

Pour un pied, la masse de limbe a varié de 50 à 900 mg, celle de chaume de 50 à 1368 mg et celle de la panicule de 213 à 537 mg en matière sèche. Pour les expériences, la variation a été de 288 mg à presque 4 g pour les limbes, de 396 mg à 6,8 g pour les chaumes, et de 800 mg à 5,1 g pour les panicules. Le poids de limbe desséché en cours d'expérience a atteint 2400 mg.

Le rapport limbe/chaume plus élevé à l'état jeune diminue ensuite. Il passe ainsi de 1,55 à 20 jours à 0,40 au moment de l'épiaison.

Le limbe pèse de 3,7 à 4,1 mg par cm<sup>2</sup>.

### 31.2. Le système racinaire

La masse totale de racines pour un pied a varié de 21 mg à 1000 mg. La masse des racines plongeant dans l'eau a pu être seulement de 4 mg par pied dans un cas.

La surface diamétrale par pied est de l'ordre de 6 cm<sup>2</sup> à 20 jours, 12 cm<sup>2</sup> à 26 jours, 40 à 50 cm<sup>2</sup> vers 40-45 jours, de 70 cm<sup>2</sup> à plus de 100 cm<sup>2</sup> à l'épiaison pour des pieds semés serrés.

Le rapport de la masse à la surface diamétrale montre que pour l'ensemble d'un système racinaire, 1 cm<sup>2</sup> de surface diamétrale correspond à une masse moyenne de 4,1 à 5,1 mg de racines sèches, avec des valeurs supérieures de 20 à 25% pour les grosses racines proches de la tige. Par contre les racines à partir de 25 cm de la tige sont plus fines et en moyenne ne représentent que 3,0 à 3,1 mg par cm<sup>2</sup>.

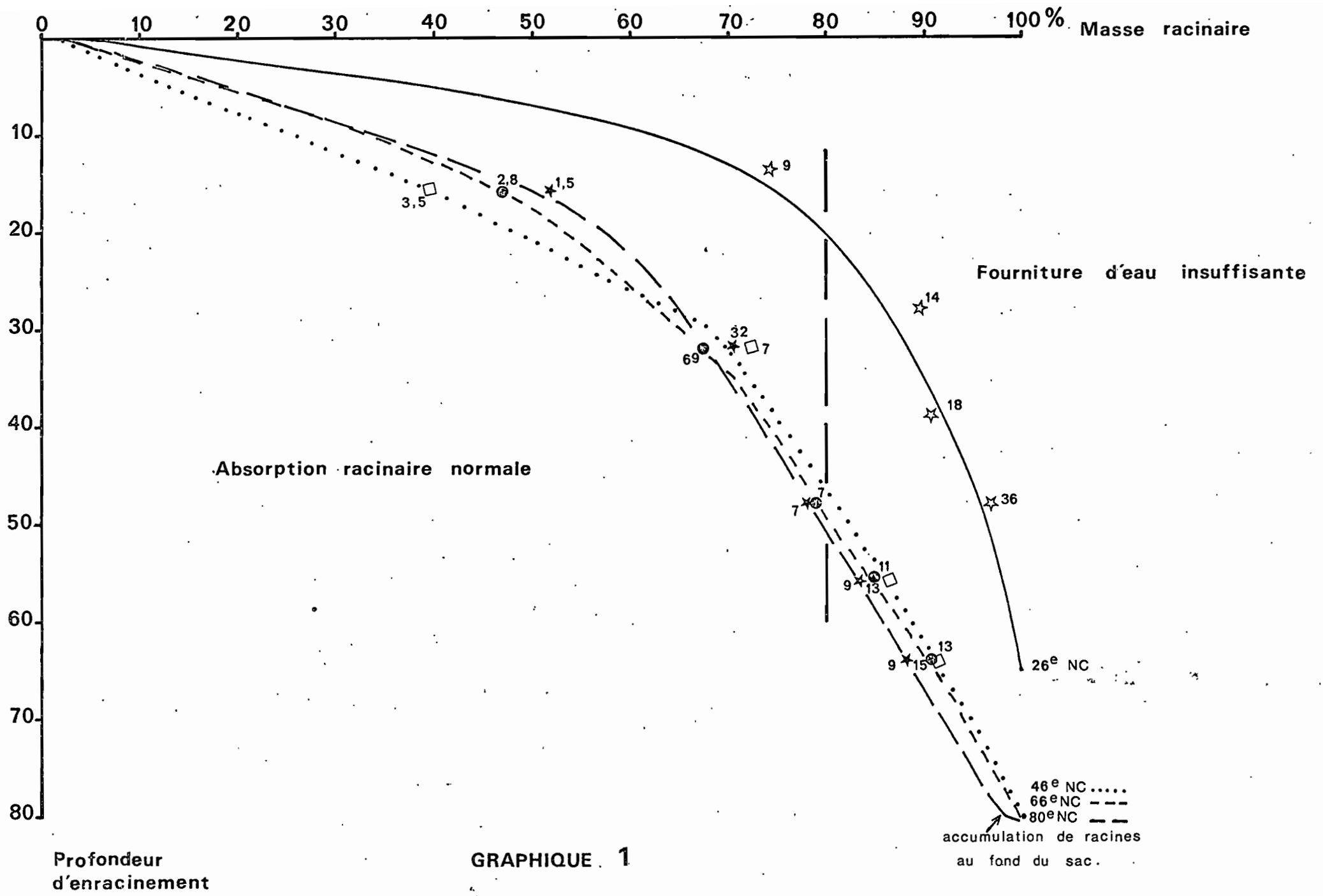
Le nombre de racines par plant varie de 11 à 15 à 20 jours, de 12 à 17 à 26 jours, de 25 à 35 à 40-45 jours, jusqu'à 40 et plus après 60 jours. Le poids moyen d'une racine voisin de 2 mg à 20 jours s'élève jusqu'à 9-11 mg au moment de l'épiaison avec 8,2 mg vers 45 jours.

Les systèmes racinaires ont été étudiés par tranche de 20% en longueur, ce qui a permis la construction du graphique 1 donnant pour un sol non tassé et à différents âges de la plante le pourcentage de masse racinaire compris entre la surface et une profondeur donnée. La courbe moyenne pour les trois âges les plus grands nous permettra d'établir nos expériences dans le sol non tassé avec plus de précision pour établir les rapports limbe/racine active. Dans un sol cultural normal, à plus de 60 jours, le profil est très proche de celui trouvé ici à 26 jours avec accumulation de racines superficielles.

### 31.3. Rapports végétation aérienne/système racinaire

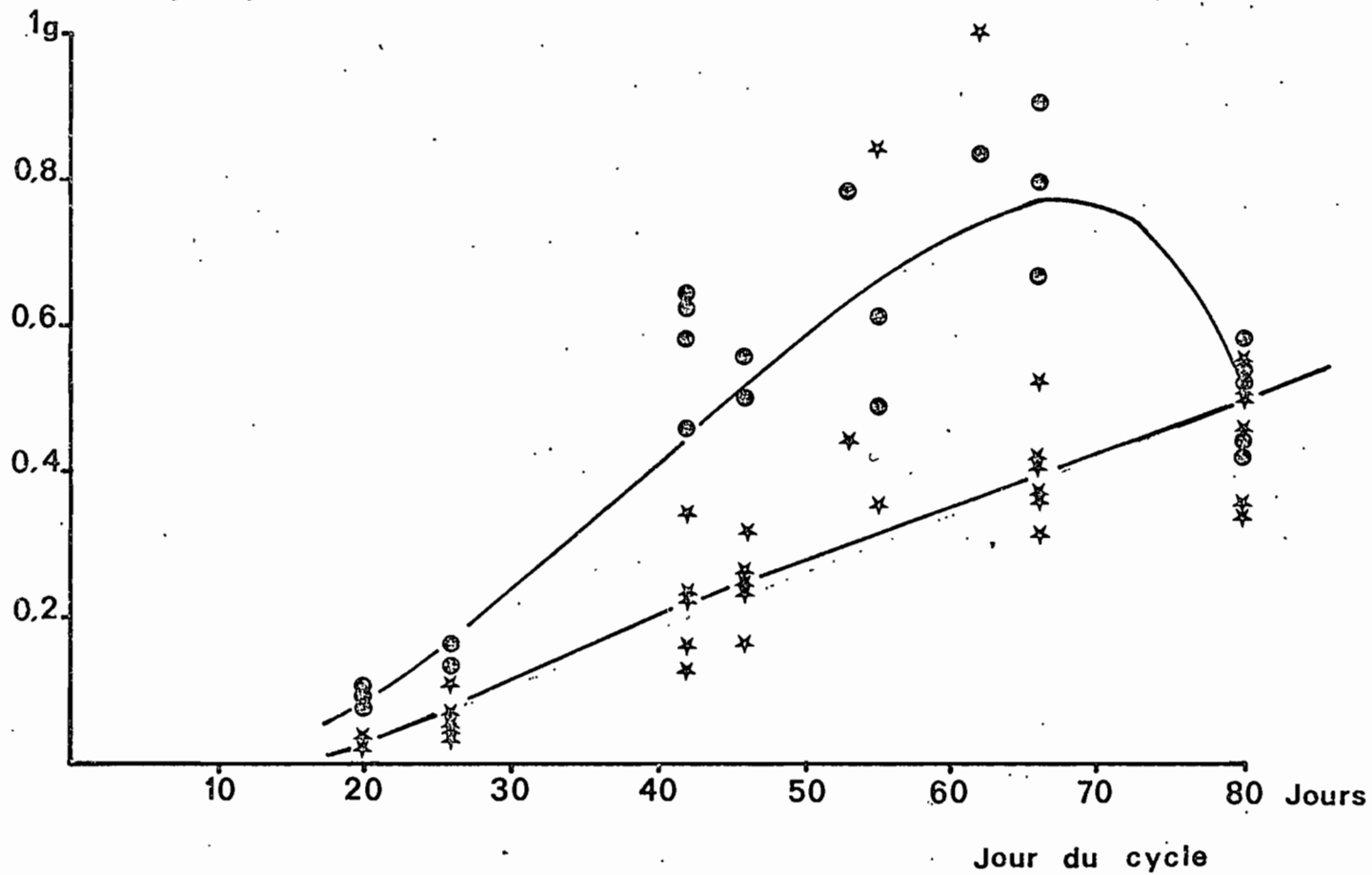
Le rapport du limbe vert aux racines actives a servi pour l'interprétation des résultats de transpiration et d'absorption. Ce rapport varie pour la plante entière de 4 à 0,72 diminuant avec l'âge par suite de l'augmentation continuelle de la masse des racines et d'un maximum de limbe vers le 66e jour (graphique 2).

Le rapport (limbe + chaume)/racine est voisin de 5,5 et ne s'abaisse qu'avec la perte des feuilles inférieures un peu avant l'épiaison.



GRAPHIQUE 1

Poids de limbe ou racine  
par plante



GRAPHIQUE 2



### 3.2. La transpiration.

#### 32.1. Mode d'évaluation

Dans nos calculs, la transpiration a été prise comme équivalente à l'absorption. C'est sans doute le cas lorsque les plantes ne souffrent pas. A partir du moment où il y a déficience hydrique, la transpiration au cours des heures diurnes est supérieure à l'absorption puisqu'il y a dessèchement et mort de tissus d'autres étant relativement déshydratés. La différence entre la transpiration réelle et l'absorption n'a pas été évaluée.

La transpiration a été calculée soit pour une journée de 24 heures, soit pour les heures diurnes c'est à dire de 8 h à 16 h, et rapportée dans tous les cas pour la commodité des comparaisons à l'heure-jour ou à l'heure diurne et au gramme de matière sèche de limbe.

Le facteur que nous avons fait varier a été le rapport de la partie transpirante représentée pour l'essentiel par le limbe à la partie absorbante qui est la fraction du système racinaire plongée dans l'eau, d'où le rapport limbe vert/racine traitée en masse de matière sèche.

#### 32.2. Transpiration journalière

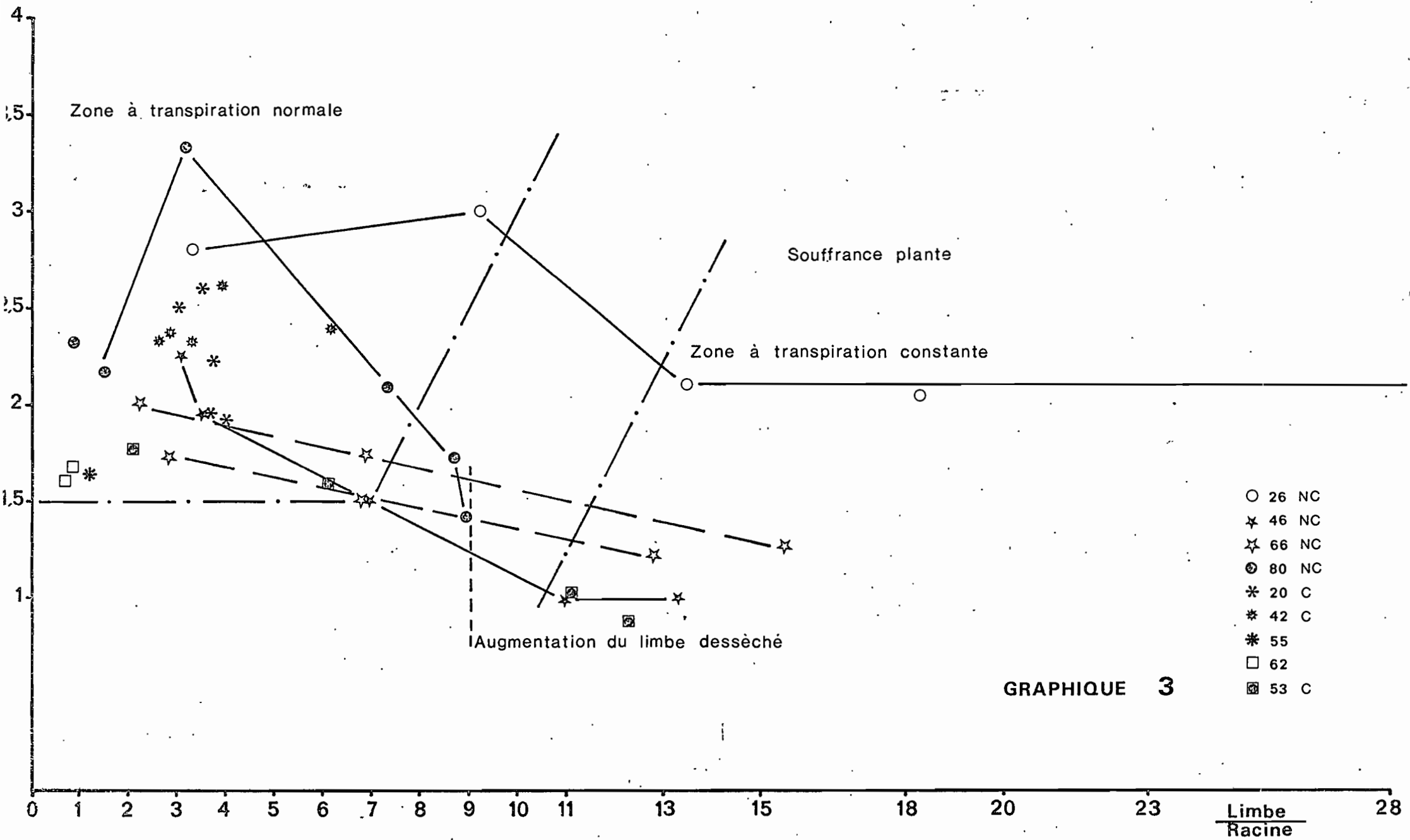
Le graphique 3 où la transpiration est exprimée en ml/g limbe/heure-jour fait ressortir plusieurs points. Les plantes souffrent avec flétrissement et dessèchement du limbe à partir d'un rapport limbe/racine supérieur à 9 avec une exception à 15 pour les plantes de 20 jours. Pour des rapports supérieurs, la transpiration reste à un même niveau minimum et on observe des pertes de tissus. Ce niveau de transpiration minimum pour les conditions climatiques de nos expériences (ETP de 3 à 3,5 mm par jour) est de 2,25 ml pour des plants de 20 jours; et 1 à 1,25 ml/g limbe/heure-jour pour des plants plus âgés soit respectivement 54 ml/jour et 24 à 30 ml/g limbe/jour.

Jusqu'à un rapport limbe/racine de 7, en absence de panicule, il semble que la transpiration soit normale au-dessus de 36 ml/g limbe/jour ou 1,5 ml/g limbe/heure-jour et qu'on n'observe pas de dépérissement de la matière verte existante.

#### 32.3. Transpiration pendant l'ensoleillement

Le graphique 4 suit l'évolution de la transpiration pendant les heures diurnes. Le flux d'eau est évidemment beaucoup plus important de l'ordre de 4 à 6 ml/g limbe/heure diurne. L'allure d'ensemble des courbes n'est pas modifiée mais on constate qu'il n'y a pas de palier et que la transpiration diurne continue à diminuer lorsque le rapport limbe/racine augmente. Il faut donc admettre qu'il existe pendant la nuit, ou à partir de 16 h, une récupération partielle d'eau ce que confirme le rapport global absorption diurne/absorption journalière qui diminue fortement.

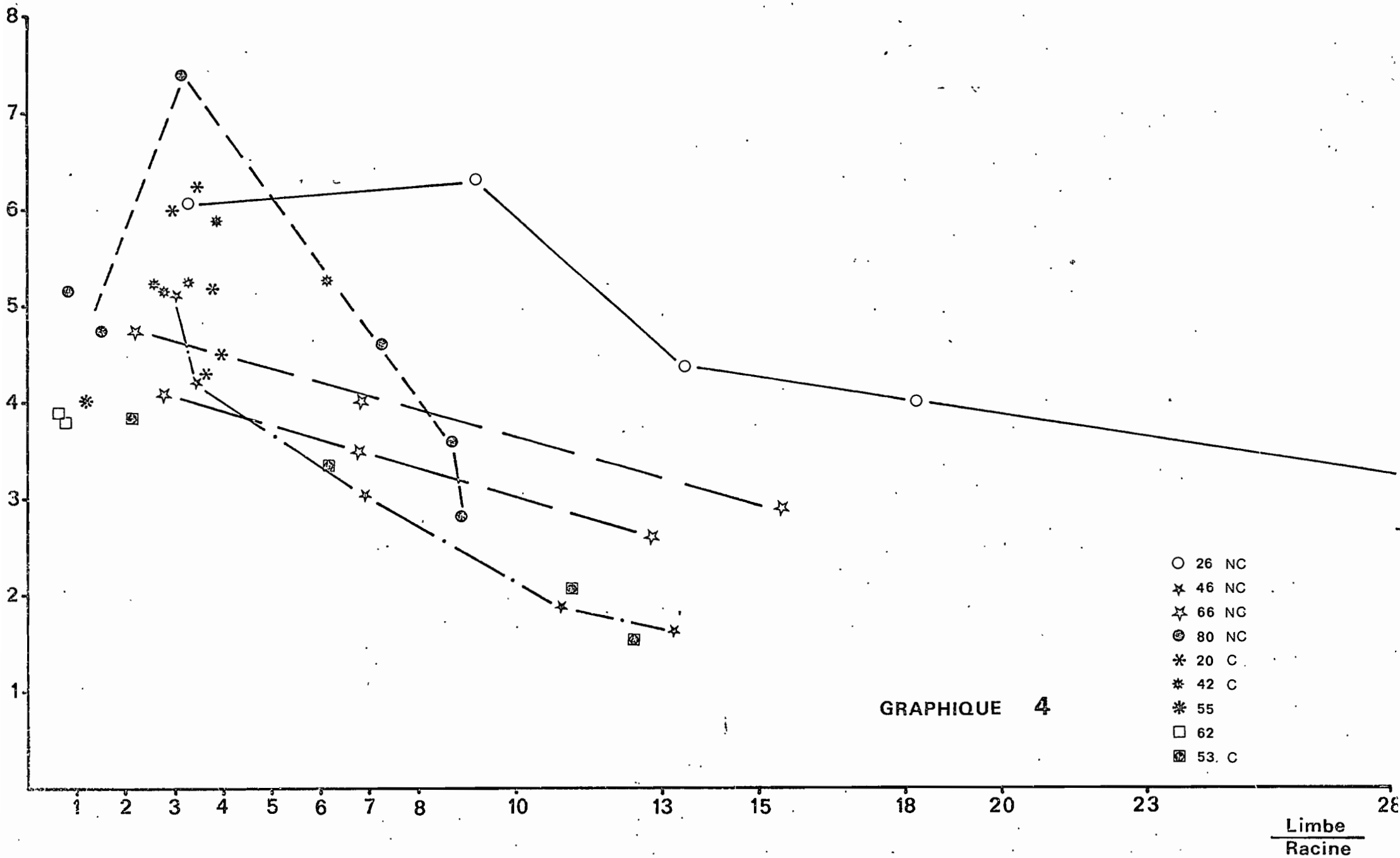
Transpiration  
ml/g limbe/h-jour



GRAPHIQUE 3

- 26 NC
- ★ 46 NC
- ☆ 66 NC
- ⊙ 80 NC
- \* 20 C
- \* 42 C
- \* 55
- 62
- ⊠ 53 C

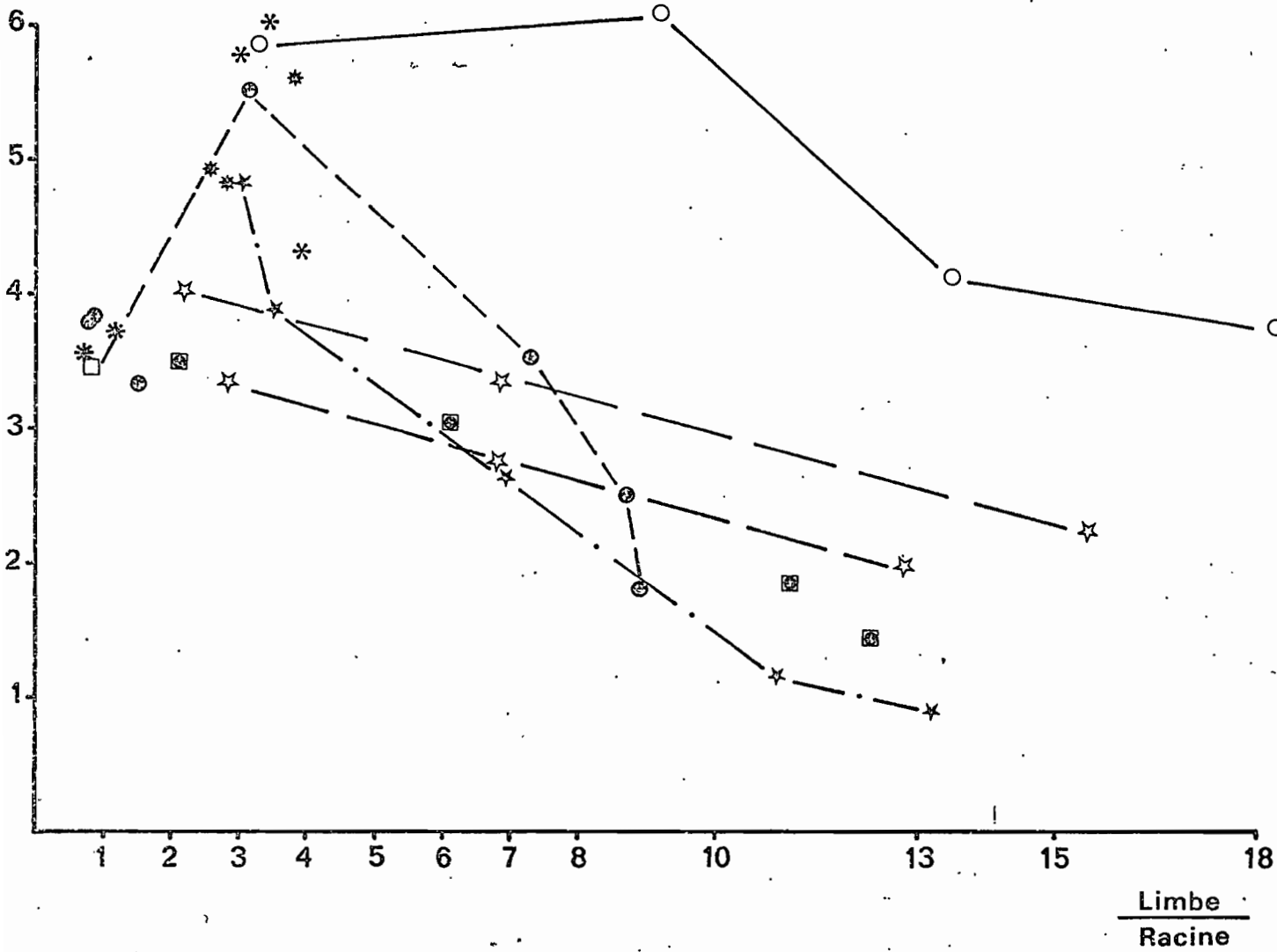
Transpiration  
ml/g limbe/h diurne.



GRAPHIQUE 4

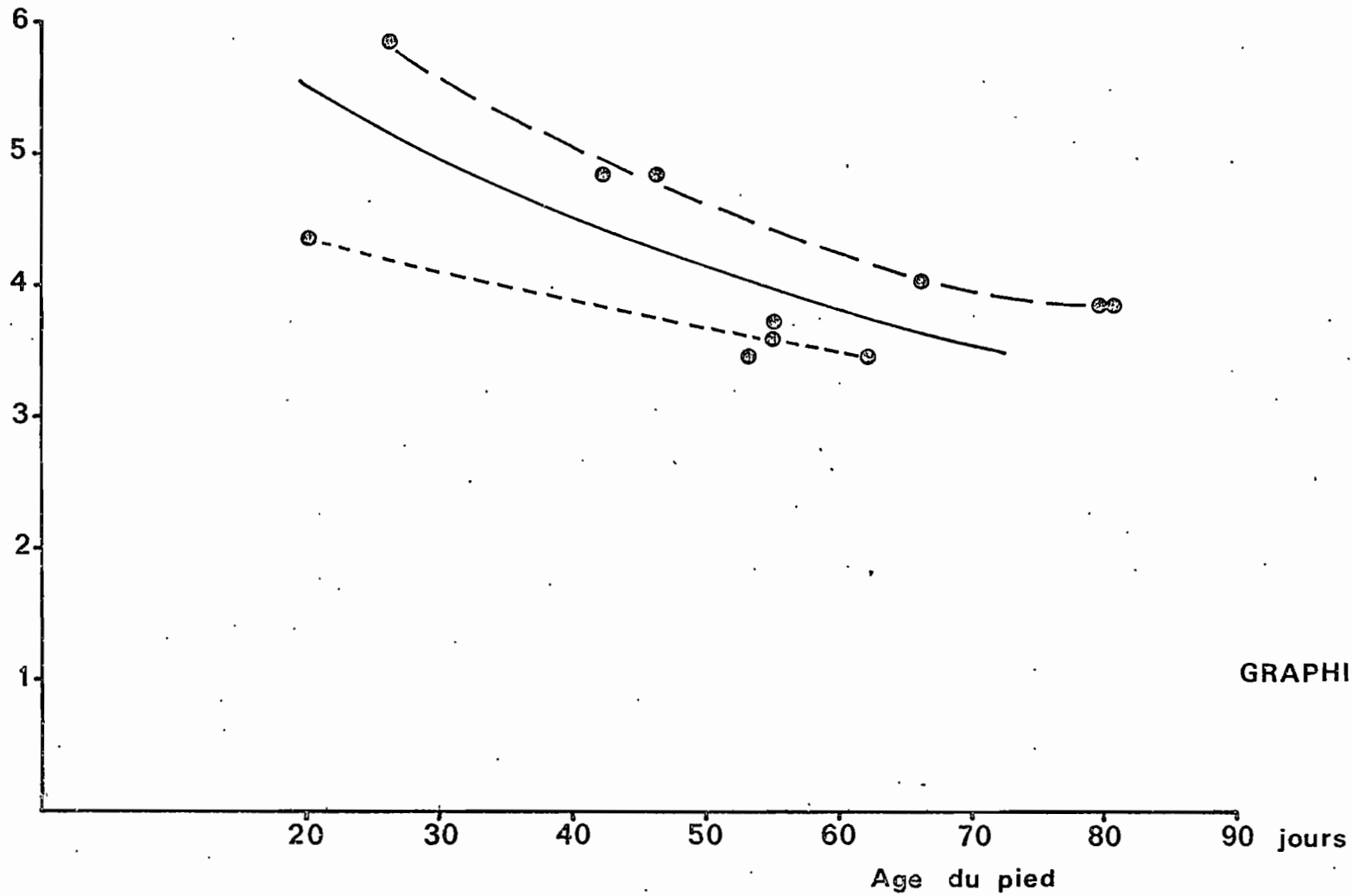
Limbe  
Racine

Transpiration  
corrigée  
ml/g limbe/h diurne .



GRAPHIQUE 5

Transpiration corrigée  
ml/g limbe/h diurne



GRAPHIQUE 12

#### 32.4. Transpiration des divers organes de la plante

En rapportant toute la transpiration au limbe, nous exagérons le taux réel de transpiration de ce tissu, d'autant plus que les autres parties aériennes deviennent plus importantes à partir de la montaison et de l'épiaison. A partir de plantes défeuillées ou privées de panicule en comparaison avec des plantes entières, nous avons pu calculer qu'un gramme de limbe transpirait 3,8 ml par heure diurne ou 39 ml par 24 heures tandis que le gramme de chaume consommait 0,35 ml par heure diurne ou 4,15 ml en 24 heures, et que le gramme de panicule en début d'épiaison utilisait 0,60 ml par heure diurne ou 8,6 ml par 24 heures. Le chaume transpire donc de 9,5 à 11 fois moins que le limbe à poids égal et la panicule de 4,5 à 6 fois moins.

#### 32.5. Transpiration réelle du limbe

En utilisant ces valeurs pour toutes les périodes de la plante, nous avons établi le graphique 5 de la transpiration corrigée du limbe pendant les heures diurnes. Les corrections sont très faibles pour les plantes jeunes où l'importance du chaume est réduite. Elles sont plus importantes avec les plantes montées et à floraison. La transpiration du limbe correspond à un flux d'eau de 3,5 à 6 ml d'eau par gramme de limbe par heure diurne.

#### 32.6. Influence de l'âge sur la transpiration

Le graphique 12 établi avec des plantes entières dont les racines baignent complètement dans l'eau permet de supposer une légère diminution de la transpiration par gramme de limbe pendant les heures diurnes pour les plantes les plus âgées.

### 3.3. L'absorption racinaire.

Des calculs similaires à ceux de la transpiration ont été pratiqués en considérant soit la journée entière, soit les heures diurnes pendant lesquelles l'intensité des phénomènes est plus forte et risque de provoquer l'apparition des facteurs limitants avec plus de précision. Les mesures ont été ramenées au gramme de matière sèche de racine ou à la surface d'absorption. D'après des mesures détaillées, la surface d'absorption des racines fraîches correspond à environ 4 fois la surface diamétrale en sec pour le riz IRAT 13.

#### 33.1. Absorption journalière en fonction du poids sec

L'absorption de la plante pendant les heures diurnes de fort ensoleillement (8 h à 16 h) représente 75 à 80% de l'absorption totale en 24 heures pour un pied entier ne souffrant pas de déficience hydrique. Lorsque celle-ci apparaît, la proportion de l'absorption diurne diminue, d'autant plus que la déficience hydrique est plus forte. Cette absorption diurne devient inférieure à 70% de l'absorption journalière et tombe dans les cas les plus graves à 54% voir 41,8%.

Le graphique 6 présente l'augmentation d'absorption d'eau des racines par gramme de matière sèche pour l'heure moyenne d'un jour complet. Le graphique 7 de même allure est établi pour l'absorption par heure diurne. A l'exception de l'essai à 46 jours avec racines hors d'eau, toutes les droites passent par l'origine. Le pente passe de 3,50 ml par gramme de racine pour une unité du rapport limbe/racine à 7 ml/gramme de racine. Cette pente est valable jusqu'à un rapport limbe/racine de 9 pour des plants de 20 jours mais ne semble pas dépasser un rapport de 7 pour des plantes plus âgées. Au-delà, il semble exister un palier jusqu'à un rapport limbe/racine de 12 à 13 au stade végétatif. A des valeurs plus élevées du rapport limbe/racine la réaction de la plante ne paraît pas identique. On peut avoir un nouvel accroissement de la vitesse d'absorption racinaire mais il peut s'agir d'un biais dû au choix comme référence du poids sec de la racine qui n'est pas adéquat si la dimension des racines change, ou bien on observe une diminution brutale du pouvoir absorbant des racines.

L'absorption plus importante à 66 jours et 80 jours pour des plantes aux racines non coupées qu'à 53 jours provient de la présence de panicules. En utilisant la fraction d'absorption correspondant aux limbes, on obtient des valeurs comparables aux plants de 53 jours ou 60 jours (graphique 11).

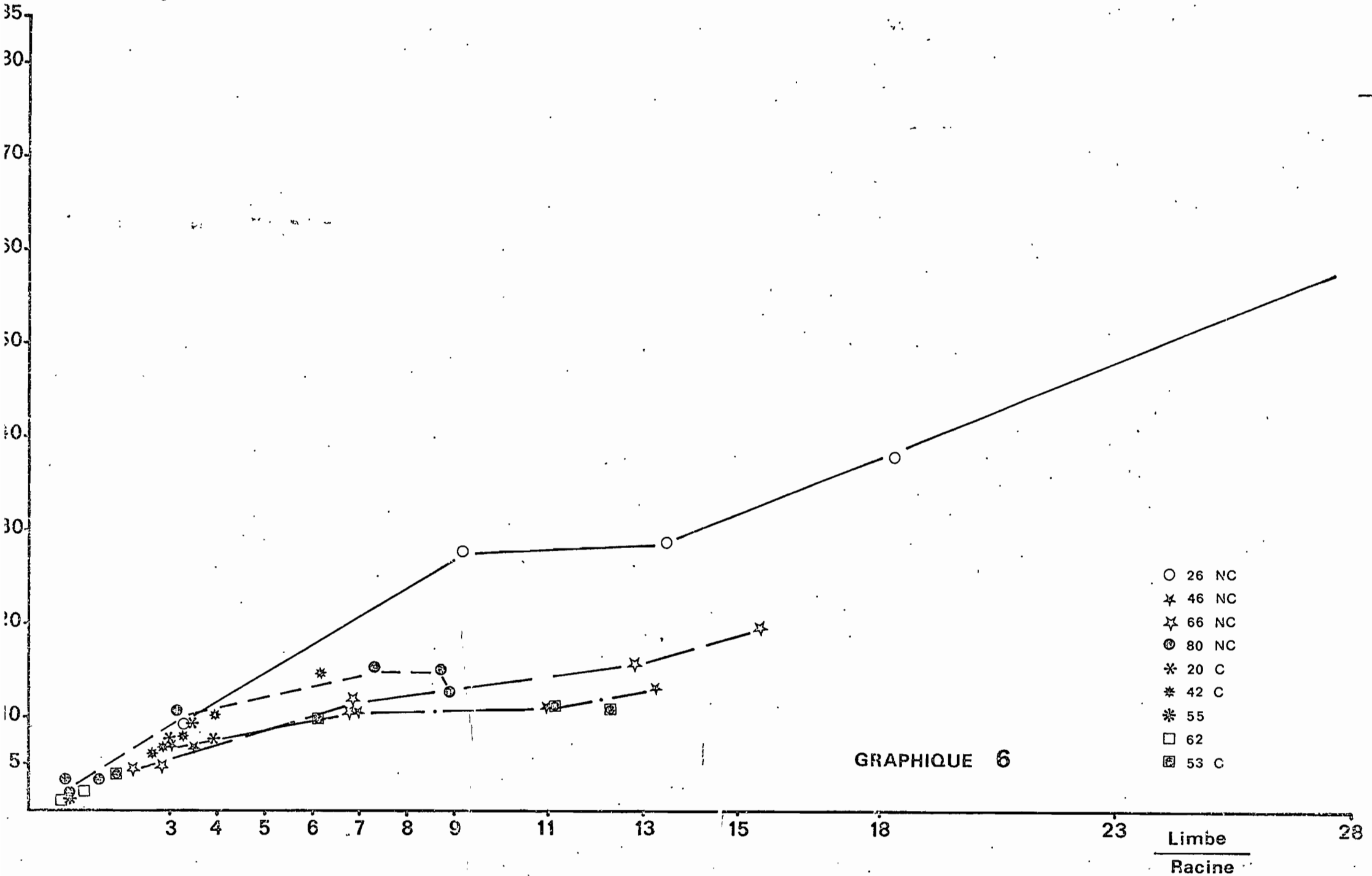
Le graphique 8 montre les valeurs obtenues dans les différentes expériences pour les témoins, c'est à dire les plantes entières dont les racines sont entièrement dans l'eau. Le rapport limbe/racine varie de 0,7 à 4,0 et les différents points se rapprochent d'une droite correspondant à une absorption de 5,1 ml par gramme de racine par heure diurne par unité de rapport limbe/racine. Ainsi pour des plantes entières la variation d'absorption peut aller de 3 à 20 ml/g racine/heure diurne. Les faibles écarts observés rendent négligeables l'influence des variations de conditions climatiques au cours de nos essais.

### 33.2. Absorption journalière en fonction de la surface d'absorption

Comme toutes les racines n'ont pas la même dimension, ce qui donne une surface diamétrale différente pour un même poids sec, il est possible que la représentation graphique de l'absorption par gramme de matière sèche de racine présente un biais faussant les idées sur le fonctionnement des racines. Aussi les graphiques 9 et 10 montrent la variation de l'absorption racinaire mesurée en ml par dm<sup>2</sup> de surface racinaire en frais respectivement par heure jour et par heure diurne.

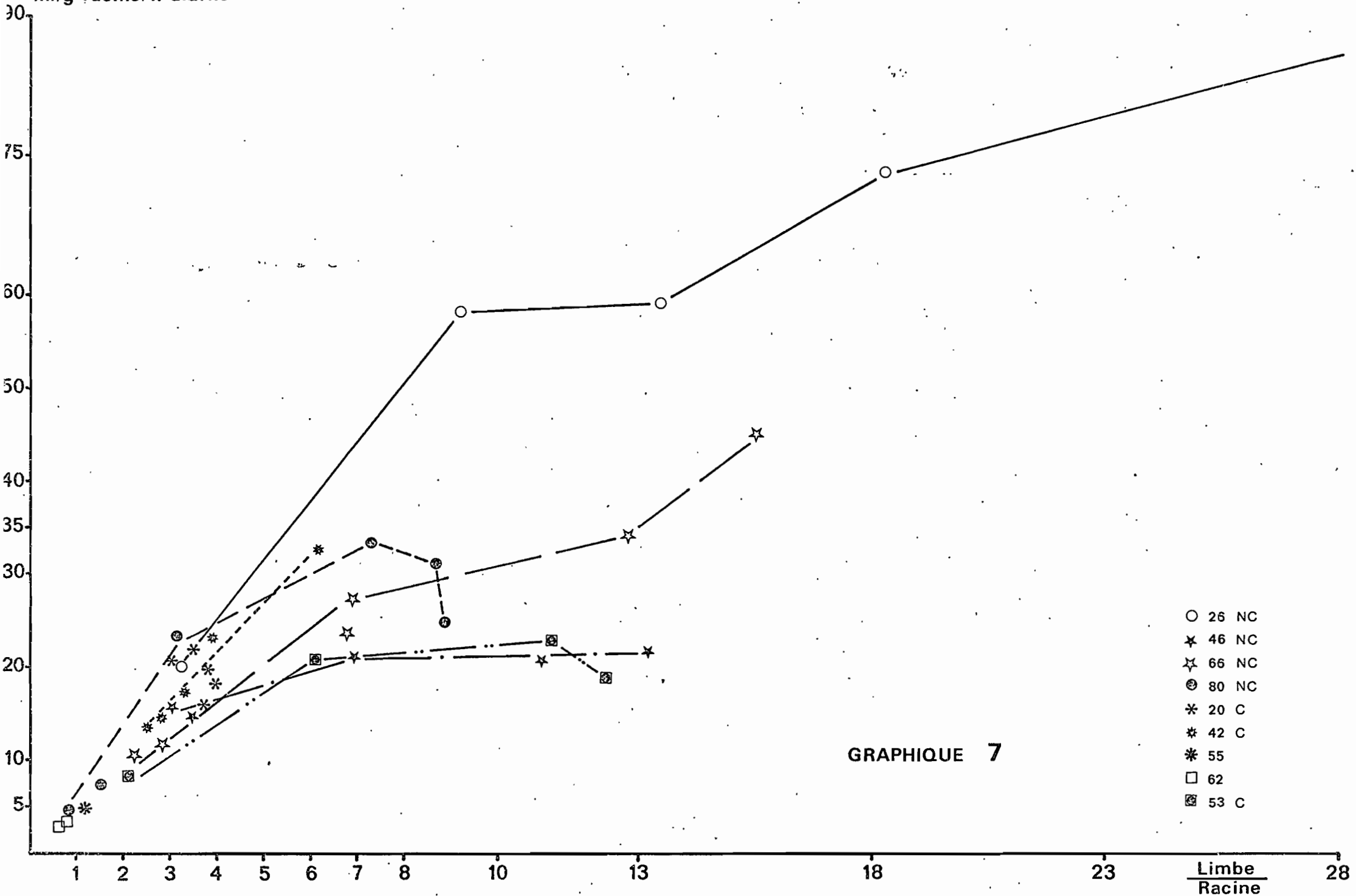
Par rapport aux graphiques 6 et 7 à l'unité poids, on constate l'existence d'un maximum d'absorption le plus fréquemment avec un palier ou une pente très faible d'accroissement au delà d'un rapport limbe/racine de 7. Pour les plantes entières, l'absorption racinaire est d'environ 0,5 ml/dm<sup>2</sup> de racine par heure diurne par unité de rapport limbe/racine.

Absorption  
ml/g racine/h jour



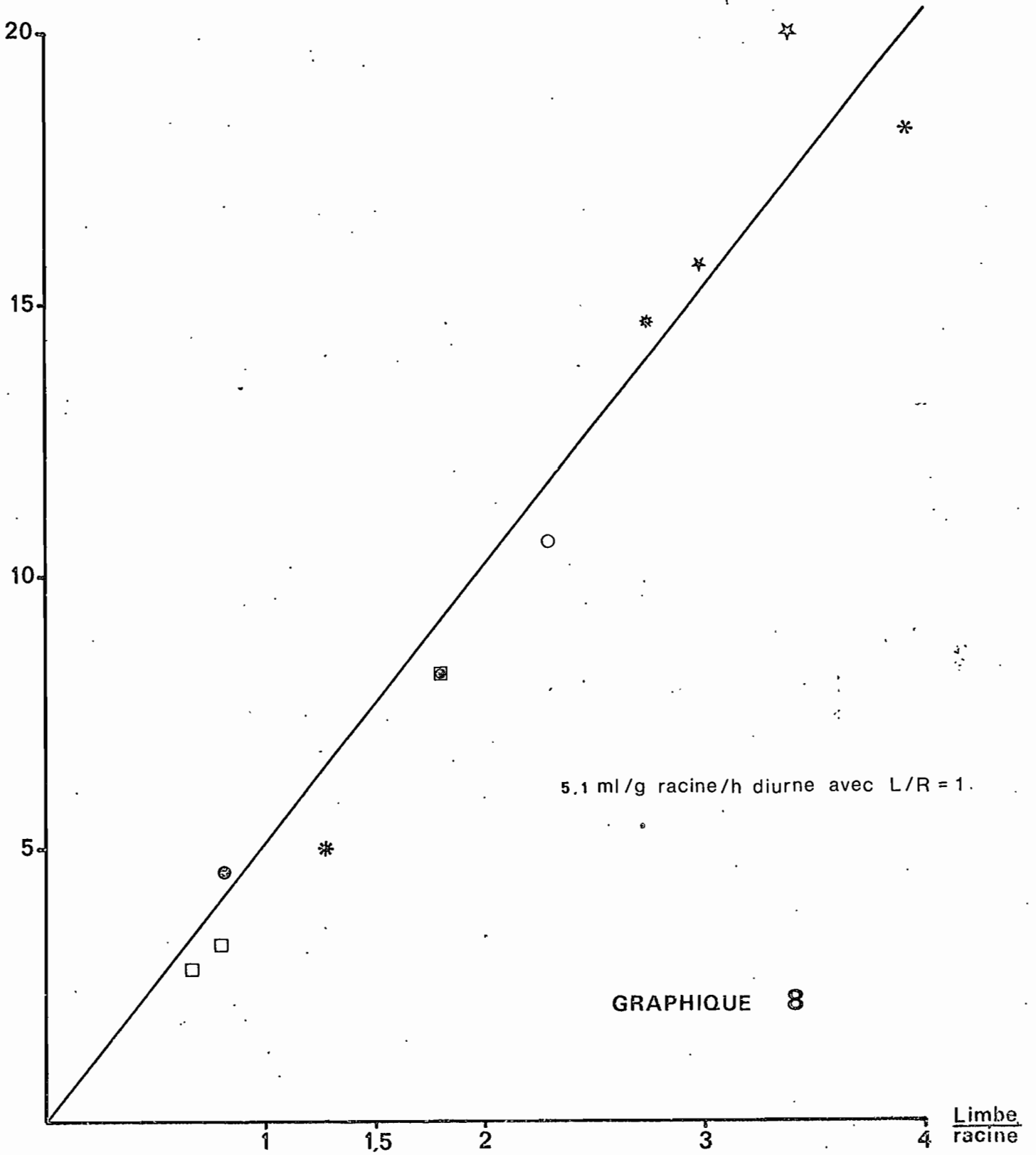


Absorption racine  
ml/g racine/h diurne

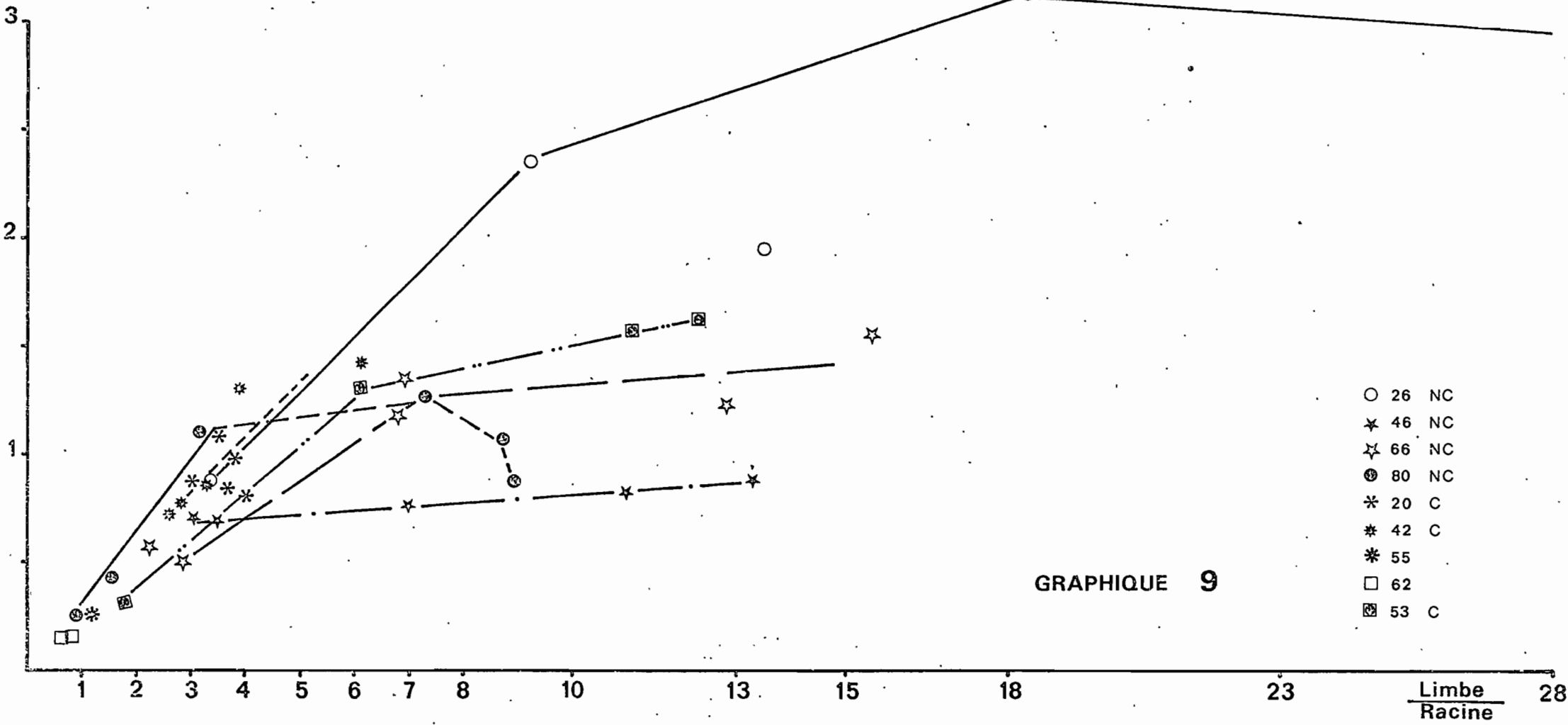


GRAPHIQUE 7

Absorption racine  
en ml/g racine/h diurne



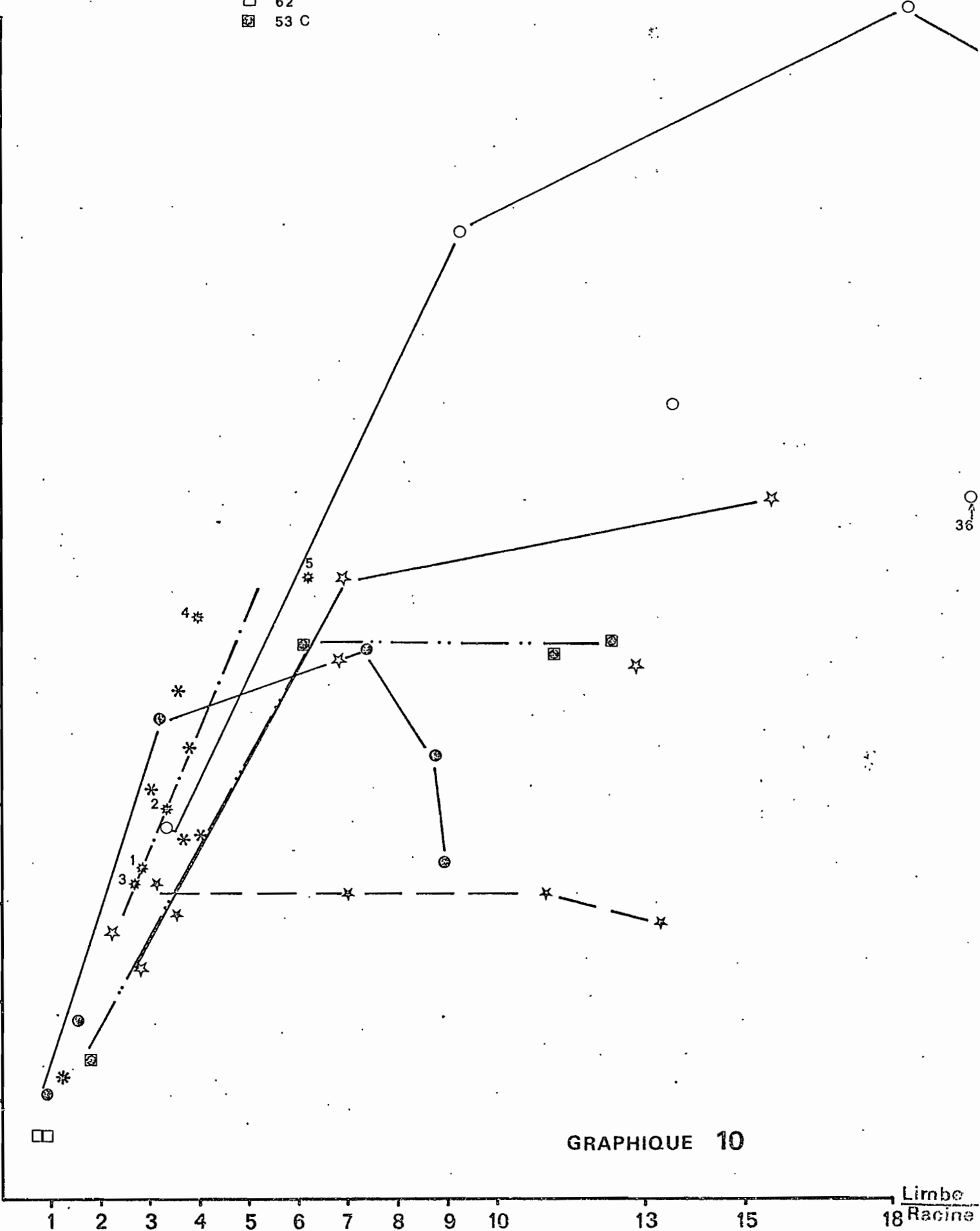
Absorption racine  
ml/dm<sup>2</sup> racine/h jour



GRAPHIQUE 9

Absorption racine  
ml / dm<sup>2</sup> / h. diurne

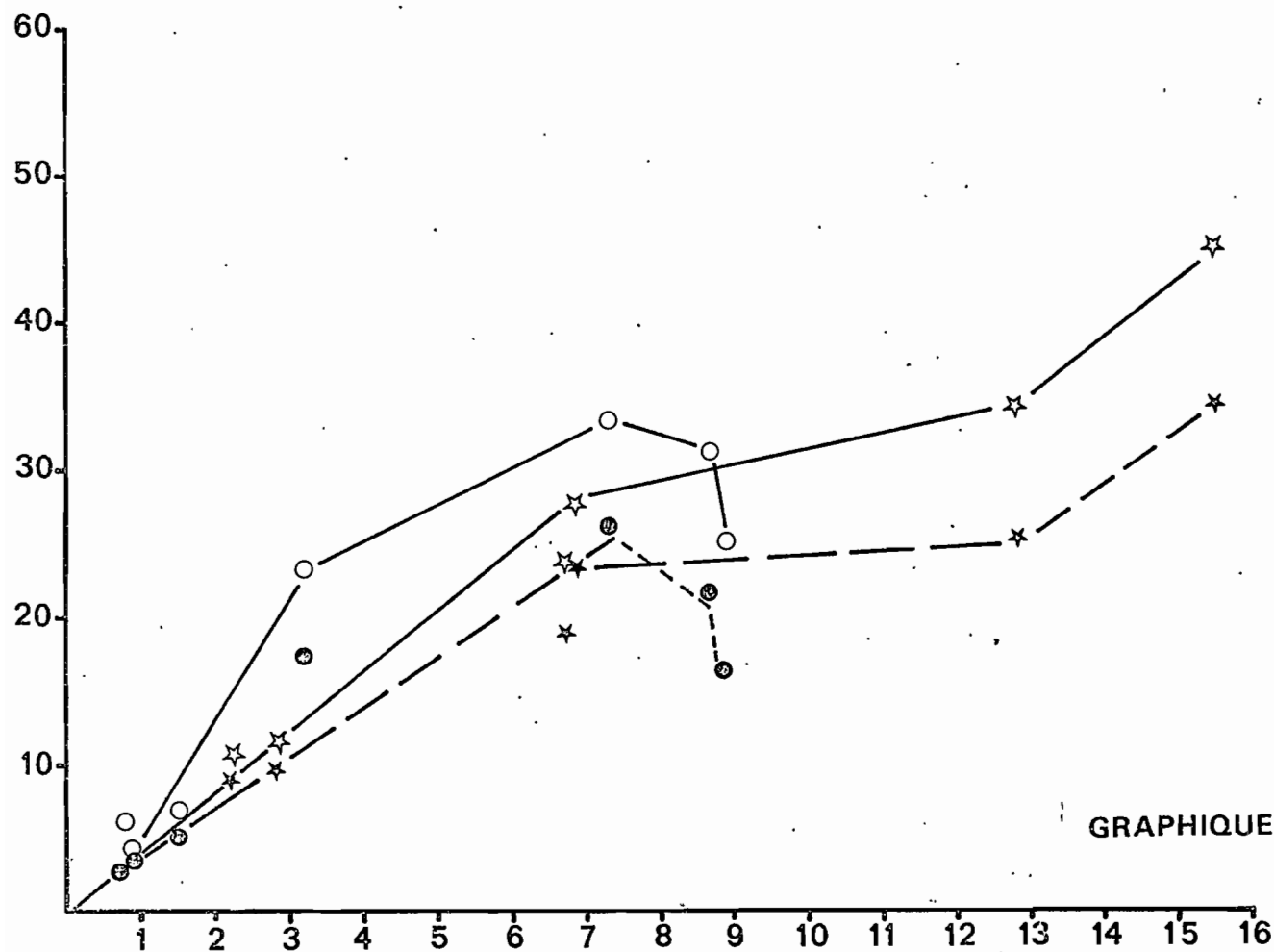
- 26 NC
- ✱ 46 NC
- ✱ 66 NC
- ⊙ 80 NC
- \* 20 C
- \* 42 C
- \* 55
- 62
- ⊠ 53 C



GRAPHIQUE 10

18 Limbe Racine

Absorption racinaire  
ml/g racine/h diurne



GRAPHIQUE 11

Limbe  
Racine

- ☆ 66 j - brut .
- ★ 66 j - corrigé .
- 80 j - brut .
- ⊙ 80 j - corrigé .

### 3.4. Le flux d'eau.

Il s'agit d'évaluer la quantité d'eau passant par unité de section de raccordement des racines aux talles. Pour les plantes jeunes âgées de moins de 45 jours, pendant les heures diurnes, le flux d'eau dépasse 0,1 ml par mm<sup>2</sup> de section de racine au raccordement avec les talles. Il paraît moins élevé pour des plantes plus vieilles.

Si le flux est calculé par racine, il est en moyenne de 0,05 à 0,10 ml par heure diurne pour des plantes entières. Il s'agit de chiffres moyens.

## 4 - DISCUSSION.

Le graphique 8 montre que pour les conditions expérimentales où les résultats ont été obtenus, un gramme de limbe entraîne en moyenne l'absorption de 5,1 ml d'eau/g racine/heure diurne pour le cultivar IRAT 13. Il est possible que pour des limbes à caractères très différents que l'absorption des racines doive être plus grande par unité. Ceci permettrait de classer les variétés selon une demande d'eau plus ou moins grande de l'unité de limbe par unité de racine.

Le graphique 10 permet de définir une absorption maximum de l'eau par unité de surface de racine. Cette quantité semble être voisine de 2,8 ml/dm<sup>2</sup> de surface racinaire au moins pour des plantes âgées de plus de 50 jours. Les plantes jeunes de moins de 30 jours semblent avoir un maximum d'absorption bien plus élevé, jusqu'à 6 ml/dm<sup>2</sup>. Nous ne pouvons expliquer la limitation à 1,5 ml/dm<sup>2</sup> de surface racinaire pour l'un des essais avec une plante de 46 jours.

Peut être y a-t-il un intérêt à savoir si cette absorption maximum par unité de surface des racines est variable avec le cultivar.

Le rapprochement des graphiques 5 pour la transpiration et 10 pour l'absorption permet de vérifier que les plantes souffrent à partir du moment où la capacité maximum d'absorption des racines est atteinte. Pour la variété IRAT 13, ce seuil est atteint pour un rapport limbe/racine de 6 au stade tallage, et 4 au stade épiaison. Il sera peut être possible de vérifier la variation de ce seuil en fonction de la tension d'eau dans le sol ou du potentiel osmotique d'une solution. Il est possible aussi que le rapport de la surface foliaire transpirante à la surface racinaire absorbante soit meilleur que celui des poids pour la représentation chiffrée des résultats.

Nos résultats montrent que les racines fonctionnent à leur niveau maximum d'absorption pour une variation du rapport limbe/racine de quelques unités puis brusquement, lorsque ce rapport atteint des valeurs plus élevées il semble que les racines voient diminuer leur capacité maximum d'absorption : chute pour le rapport limbe/racine supérieur à 18 sur plantes jeunes, pour le rapport supérieur à 13 avec les plants de 53 jours à racines coupées (non figuré sur le graphique pour ce dernier); pour le rapport supérieur à 7 avec les plants de 80 jours. Si pour les plantes jeunes et celles de 80 jours, la distance à la tige pouvait jouer, cette raison ne peut être invoquée pour les plants de 53 jours puisque restaient les départs de racine de 1 et 2 centimètres de long. Dans ce dernier cas, il faut signaler que la mortalité du feuillage a été excessive puisque le rapport limbe/racine active était retombé aux environs de 3. Peut être est-ce un effet analogue mais plus puissant qui entraîne le dépérissement de la variété IAC 25 si on lui coupe une partie des racines alors que les autres y sont insensibles.

Ces résultats sont obtenus avec des racines trempant dans l'eau. Comment sont-ils modifiés en passant dans le milieu sol ? Nous pouvons faire état de l'expérience de CHOPART et NICOU au stade épiaison dans des lysimètres cylindriques de 30 cm de diamètre avec parois intérieures revêtues de grains de quartz collés empêchant tout développement préférentiel du système radicaire. Le sol a une densité apparente de 1,40 sur 72 cm de haut. Les résultats montrent une absorption d'eau de 70 ml par gramme de racine par jour pour un rapport aérien/racine de 3.7 et 112 ml pour un rapport de 6.1, ce qui correspond dans les deux cas à 0,78 ml/g racine/heure-jour par unité de rapport aérien/racine. Dans nos expériences l'absorption est de 2 ml/g racine/heure jour par unité du rapport limbe/racine lequel au moment de l'épiaison représente 30 à 40% du rapport aérien/racine ce qui donne une absorption maximum de 0,8 ml/g racine/heure par unité aérien/racine. Le sol était arrosé 2 fois par jour jusqu'à apparition du drainage. Dans ces conditions, il n'y avait pas de différence d'absorption pour les racines, mais les racines peuvent fournir seulement un rapport aérien/racine de 6,1 soit environ 2,5 pour limbe/racine. Cette différence avec la valeur de 4 du rapport limbe/racine retenue pour nos essais dans l'eau au stade épiaison peut être due au changement de milieu ou au changement de variété.

## 5 - CONCLUSION.

Ces premières expériences nous permettent d'obtenir quelques chiffres qui peuvent aider à la caractérisation d'une variété pour l'absorption et les besoins en eau.

La transpiration paraît normale à 3,5 ml/g limbe/heure diurne pour le limbe seul, de 4 à 6 ml si l'on y ajoute les transpirations du chaume et des panicules et que le tout soit rapporté au seul poids du limbe.

Cette transpiration exige en moyenne une absorption de 5,1 ml d'eau par gramme de racine par heure diurne pour un gramme de limbe. L'absorption de la racine augmente avec l'accroissement du rapport limbe/racine jusqu'à une valeur maximum. Pour IRAT 13, cette valeur pour des plants de plus de 50 jours se situe vers 2,8 ml par  $\text{dm}^2$  de surface de racine par heure diurne soit un rapport en poids limbe/racine de 6 au stade tallage et de 4 à l'épiaison.

L'étude suivante devrait porter sur la variation de ces valeurs selon la variété et selon le milieu de fonctionnement des racines.

---

Note : Ce travail a été effectué à la suite d'une Convention IRAT-ORSTOM et avec la collaboration de l'IRAT.

#### BIBLIOGRAPHIE

CHOPART, J.L., NICOU, R. - 1976 -. Agronomie Tropicale  
Vol. 31, n°1, p. 7-28.