



**HAL**  
open science

# Influence de la température des racines sur la croissance et la nutrition des plantes

Pierre Cornillon

► **To cite this version:**

Pierre Cornillon. Influence de la température des racines sur la croissance et la nutrition des plantes. Les cultures hors-sol, 2, INRA, 1985, A.T.P. de l'INRA. hal-02857743

**HAL Id: hal-02857743**

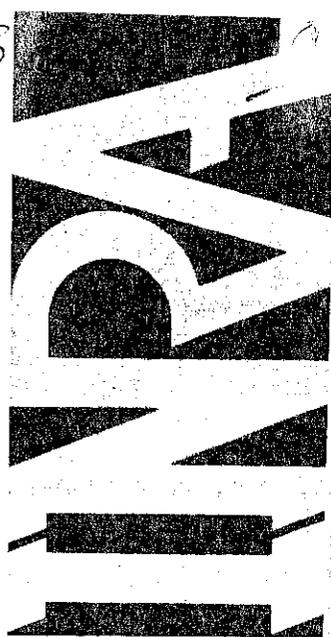
**<https://hal.inrae.fr/hal-02857743>**

Submitted on 8 Jun 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.

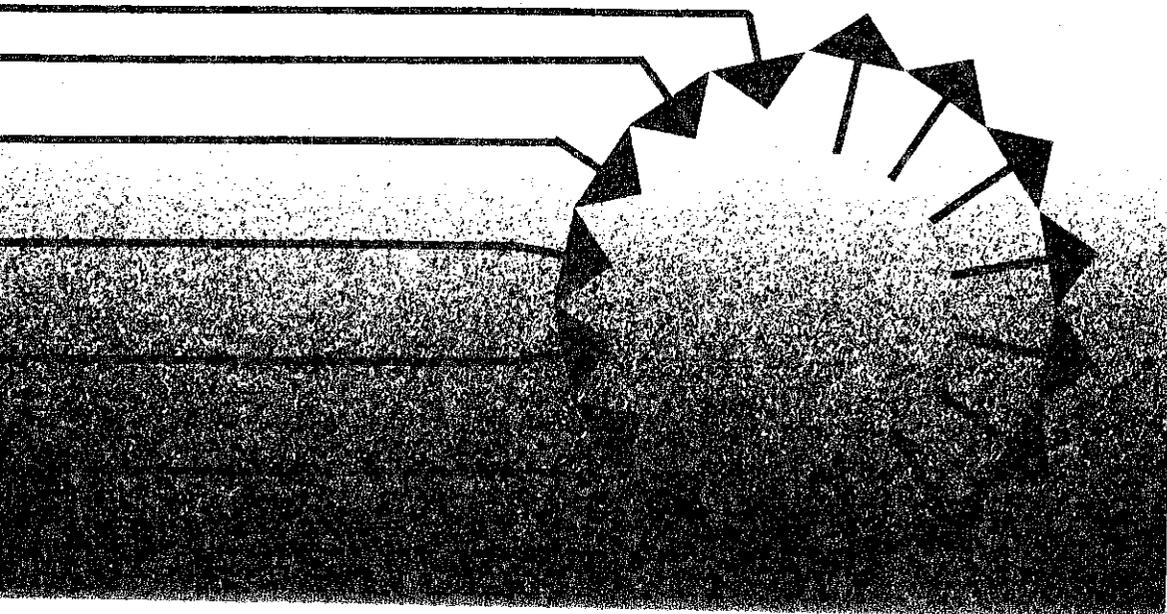
H.C.S.



**2**

# Les cultures hors sol

**les a.t.p. de l'inra**  
actions · thématiques · programmées



# Influence de la température des racines sur la croissance et la nutrition des plantes

P. CORNILLON\*

La température des racines constitue un facteur essentiel pour la croissance et le développement de la plante. Elle influe, en effet, sur les différentes fonctions du système racinaire et elle affecte les relations entre le système racinaire et la partie aérienne du végétal. Parmi ces fonctions (absorption, transfert, respiration et transformation des éléments minéraux), la plus importante est constituée par l'absorption de l'eau et des éléments minéraux nécessaires pour la croissance et le développement de la plante. Mais cette fonction dépend fortement du niveau respiratoire qui fournit l'énergie nécessaire à son déroulement.

D'autre part, les possibilités de croissance de certaines espèces à contre saison sont liées à l'absorption des éléments minéraux et l'aire d'extension des plantes cultivées tient aux températures relevées dans le sol au moment de la mise en place des plantes.

La température au niveau des racines dépend essentiellement des conditions thermiques du milieu ambiant puisque la balance schématique des radiations à la surface de la terre montre que 53 p. cent du rayonnement, direct ou diffus, est absorbé par le sol. Mais cette caractéristique édaphique peut varier avec les techniques culturales et notamment le modelé, la couverture et le chauffage du sol. Ces pratiques culturales se sont énormément développées ces dernières années aussi bien en culture sous abri qu'en culture de plein champ.

Au cours de la discussion, nous aborderons successivement la réaction de diverses espèces à divers niveaux de température et les modifications qui interviennent dans la nutrition hydrique et minérale de la plante.

## I. INFLUENCE DE LA TEMPERATURE DES RACINES SUR LA CROISSANCE.

La température optimum de croissance pour les racines apparaît en général inférieure à celle de la partie aérienne. Cet optimum peut varier selon la phase végétative ou la période de développement considérée et selon l'espèce végétale étudiée.

---

\* INRA Station d'Agronomie - Domaine St Paul - 84140 MONTFAVET.

### 1 Matière sèche.

En général, il apparaît une augmentation de la matière sèche avec l'accroissement de la température jusqu'à un optimum au-delà duquel le poids de la matière sèche décline. La température affecte non seulement l'importance du poids obtenu en fin de culture, mais également le taux de croissance, c'est-à-dire l'accroissement par unité de temps.

Ainsi, pour la tomate cultivée en solution nutritive, la figure 1 donne l'évolution de la production de matière sèche pour différentes températures de substrat.

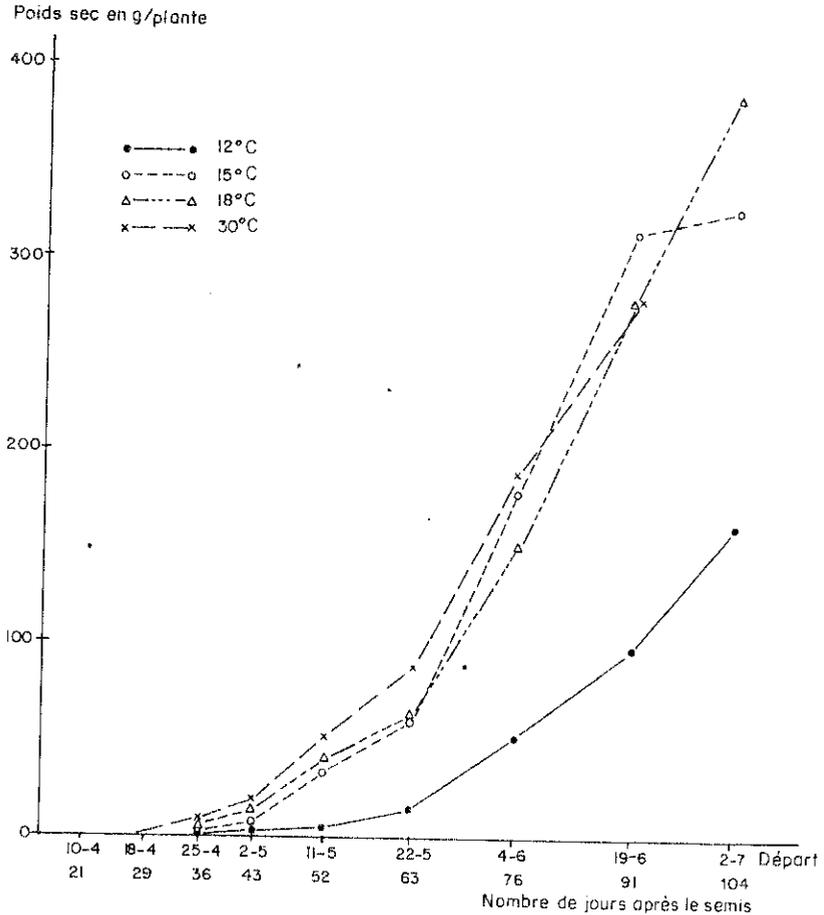


Figure 1 : Influence de la température des racines sur la synthèse de matière sèche par la tomate.

La croissance commence très lentement mais 8 jours après la mise en place des traitements, sur des plantes âgées de 29 jours, les différences particulièrement nettes sont mises en évidence. Jusqu'au 43ème jour, la croissance est d'autant plus rapide que la température des racines est plus élevée, mais à partir du 52ème jour, il apparaît une accumulation de matière sèche, très voisine pour les traitements 15, 18 et 30°C. Par contre, pour les plantes dont les racines se trouvent à 12°C, la croissance est nettement ralentie surtout au début de la période végétative.

Quand on considère la réaction de diverses variétés de melon à des températures de racines comprise entre 12°C et 21°C, la valeur du rayonnement global doit être prise en compte. Ainsi, il aura suffi de 13 jours en mai pour produire plus de matières fraîche et sèche qu'en 29 jours en février-mars. Ces plantes produites en mai ont une plus forte teneur en matière sèche, un feuillage à moindre teneur en éléments minéraux et en azote, c'est à dire sans doute à plus forte teneur en produits carbonés.

Ainsi, pour le melon, il y a une interaction température du substrat, rayonnement reçu pour la production de matière sèche : il n'est donc pas possible de dissocier l'action de la température du substrat de celle du rayonnement global.

Entre 12°C et 18°C, plus la température du substrat est élevée, meilleure est la croissance, ce qui se traduit par une augmentation du nombre de feuilles et du poids frais et sec des plantes. Au-delà de 18°C, la réaction de la plante dépend de la valeur du rayonnement.

Nous trouvons ainsi chez le melon, le phénomène observé chez la tomate c'est à dire la présence d'un seuil au-delà duquel la croissance reste comparable pour diverses valeurs de la température des racines (figure 2). En période de fort rayonnement, la valeur du seuil est située entre 15 et 18°C, tandis qu'en période de faible rayonnement, cette valeur se situe à un niveau plus élevé, voisin de 21°C.

Le comportement des variétés est variable puisque "Persian Small Type" réagit plus favorablement aux températures des racines inférieures à 15°C que les types charentais "Doublon et Vedrantaïs", ceci étant d'autant plus net que le rayonnement global reçu est plus faible. "Jacumba" se comporte très différemment des autres variétés aux températures racinaires de 18°C et 21°C surtout en période de faible rayonnement.

La laitue possède un comportement différent de la tomate et du melon. Ainsi, à une température racinaire de 12°C, nous approchons du zéro végétatif pour le Melon, la croissance de la tomate est fortement réduite mais, la production de matière sèche reste normale pour la laitue. Par rapport à 22°C, à 12°C, nous

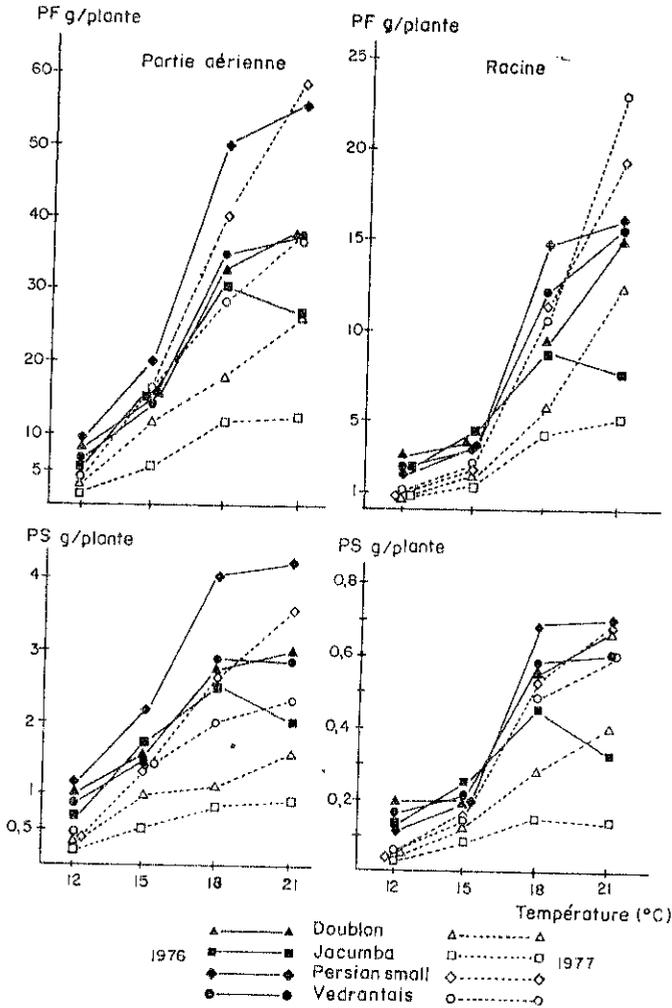


Figure 2 : Influence de la température des racines sur la synthèse de matière sèche par diverses variétés de melon.

notons une réaction très différente de la laitue et de la tomate. La première espèce réagit peu à cette modification très importante de la température des racines puisque la valeur du  $Q_{10}$  est égale à 1,33 tandis que cette valeur atteint 2,46 pour la tomate. Le  $Q_{10}$  correspond au nombre par lequel est multiplié la production de matière sèche lorsque la température subit une élévation de 10°C.

## 2. Rapport de la masse racines-partie aérienne.

L'étude du rapport entre la masse de racines et celle de la partie aérienne permet d'obtenir des informations sur les liaisons existant entre la partie aérienne et le système racinaire de la plante. Mais il ne fournit pas de données quantitatives sur les échanges entre organes. En effet, l'importance de la partie aérienne n'est pas une fonction directe de la croissance racinaire.

Pour la tomate, nous avons noté que la masse de racines passe par un minimum à 15°C, alors que la production de matière sèche totale est très comparable à 15°C, 18°C et 30°C.

Nous retrouvons pour le melon l'interaction température des racines- rayonnement global pour la répartition de la matière synthétisée entre les racines et la partie aérienne. En période de fort rayonnement global, la masse de racines passe par un minimum à 15°C avec une importance relative de 15 p. cent environ, tandis qu'à 12°C, 18°C et 21°C cette masse est supérieure à 17 p. cent. Par contre, en période de faible rayonnement global, de la mi-février à la mi-mars, l'importance relative du système racinaire est une fonction croissante de la température.

Les réactions de ces quelques espèces montrent que la réaction du végétal est variable selon l'espèce et même selon la variété.

## II. TEMPERATURE DES RACINES ET ACTIVITE PHYSIOLOGIQUE.

### 1. Absorption de l'eau.

Les effets de la température du substrat sur les prélèvements en eau ont été étudiés pour de nombreuses espèces et pour divers substrats : sol, tourbe, solution nutritive. Ces études ont permis de caractériser la relation existant entre la température et les prélèvements en eau : courbe et point singulier correspondant à un seuil variant avec le temps d'étude du phénomène. Mais généralement, les relations qui peuvent exister entre la température du substrat et celle de l'atmosphère ambiante ne sont pas prises en compte.

Les figures 3 et 4 donnent la consommation globale et le rythme d'absorption journalier de l'eau pour la tomate aux différentes températures étudiées. Les graphiques mettent en évidence une augmentation de la consommation en eau en fonction de la température du substrat, et surtout, montrent l'existence d'un seuil entre 12°C et 15°C. En effet, les consommations en eau sont très voisines pour les plantes dont le système racinaire est situé à 15°C, 18°C et 30°C, avec cependant une consommation supplémentaire à 30°C, qui représente un supplément de 20 p. cent par rapport à 15°C. Mais à 12°C, l'absorption d'eau représente moins de 30 p. cent de celle observée sur les plantes dont les racines sont maintenues à 15°C.

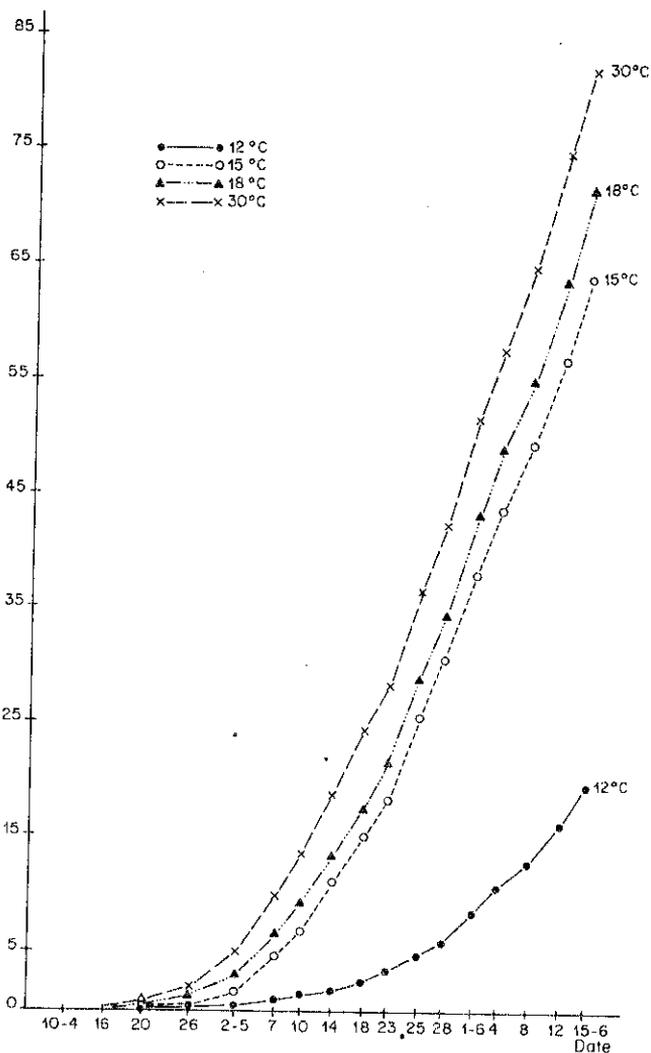


Figure 3 : Consommation en eau et température du substrat (fomate).

Le rythme de consommation journalier apparaît fonction de l'importance de l'appareil végétatif, du rayonnement global et naturellement du traitement effectué. Pour une même température des racines, du début de la croissance jusqu'à la floraison du 2ème bouquet, seul le volume de la partie aérienne influence la consommation en eau, en interaction avec la température des racines. Ensuite, il apparaît une nouvelle interaction entre la température des racines et le rayonnement global.

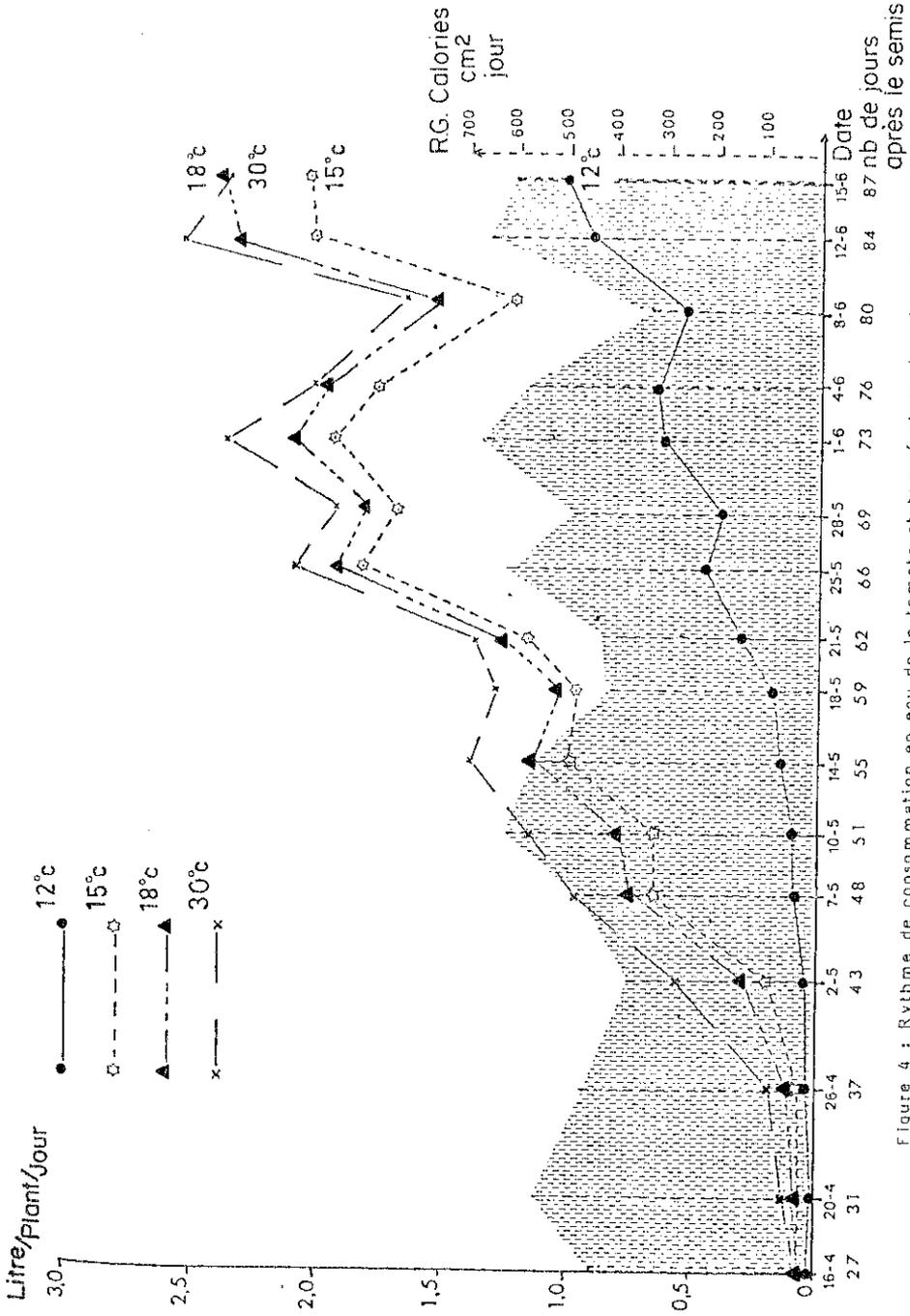


Figure 4 : Rythme de consommation en eau de la tomate et température du substrat  
Influence du rayonnement global.

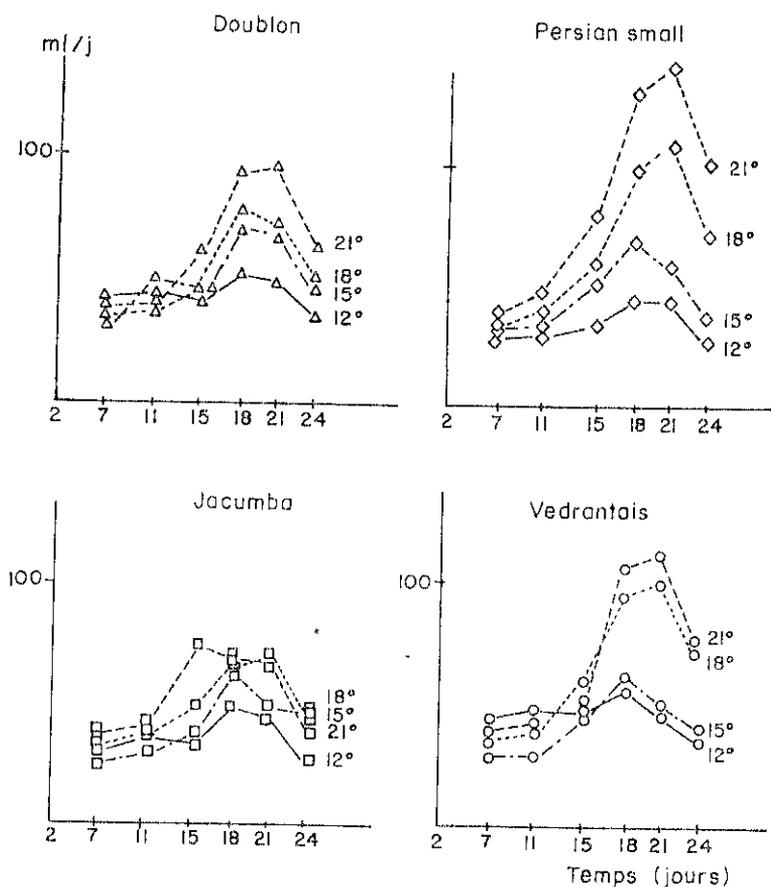


Figure 5 : Influence de la température des racines du melon sur la consommation en eau en période de faible rayonnement (14, 9, 9, 15, 12 et 7 M).m<sup>2</sup>. jour<sup>-1</sup>).

Les figures 5 et 6 représentent les consommations hydriques par plante et par jour pour quatre variétés de melon cultivées en solution nutritive. Les différences de consommation hydrique entre les diverses températures du milieu racinaire sont d'autant plus grandes que les plantes sont plus âgées et le rayonnement global reçu plus important.

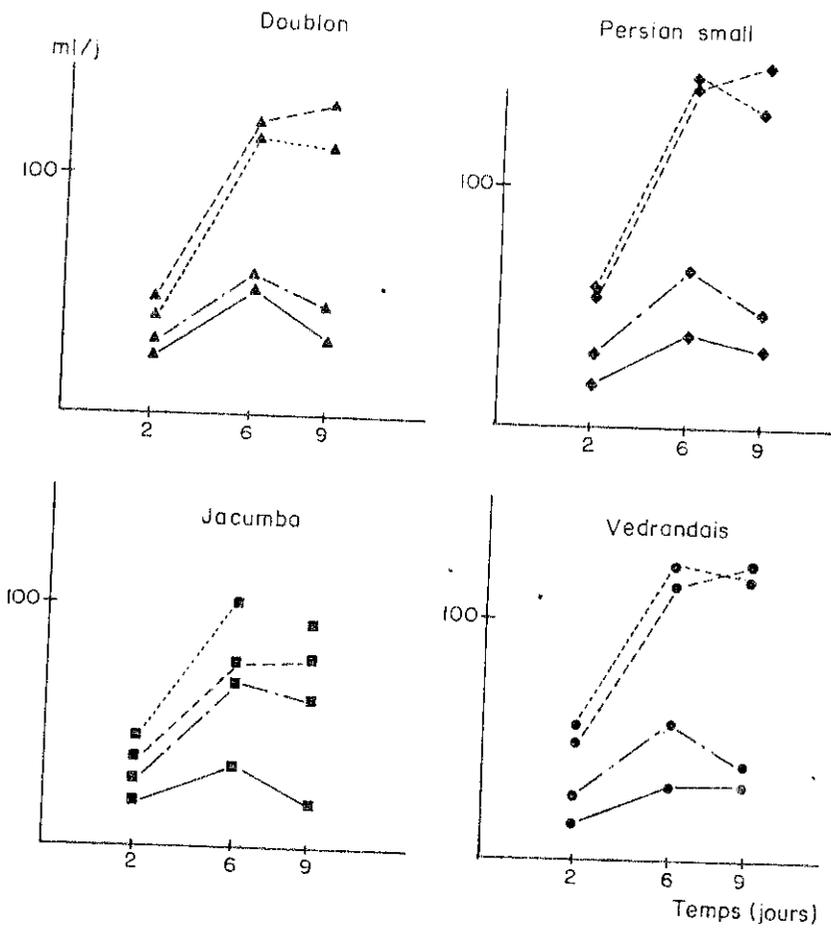


Figure 6 : Influence de la température des racines du melon sur la consommation en eau en période de fort rayonnement (24, 26 et 19 MJ.m<sup>2</sup>.jour<sup>-1</sup>).

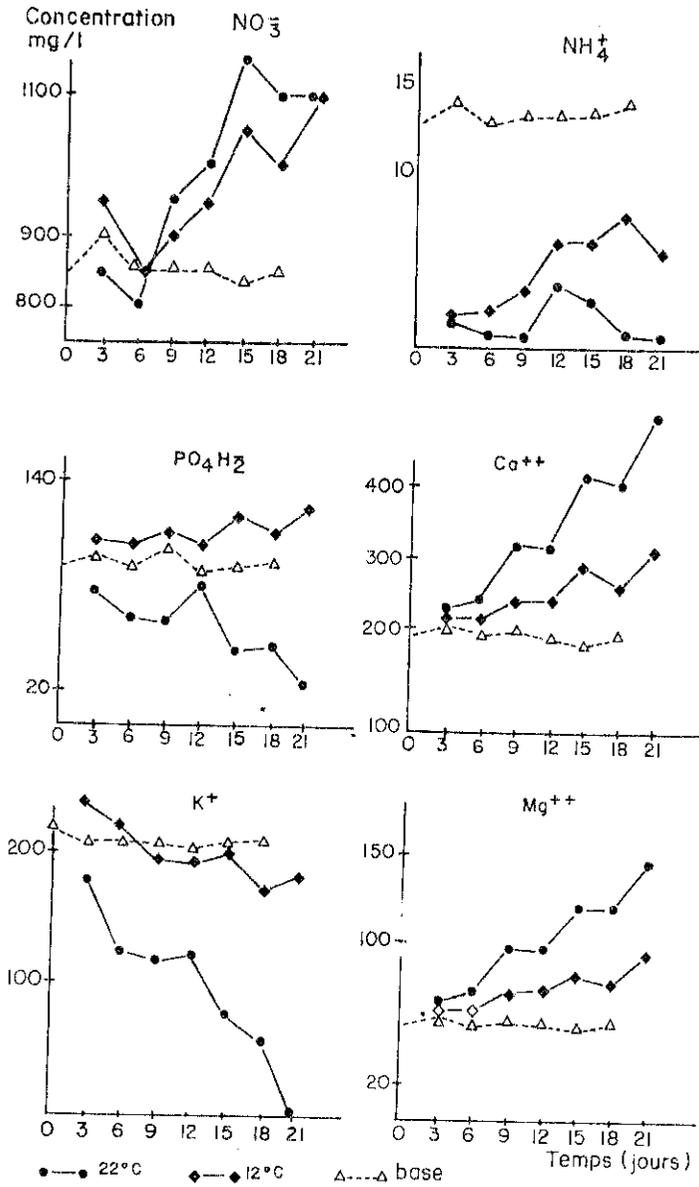


Figure 7 : Evolution de la concentration des éléments nutritifs dans le milieu de culture, à différentes températures du substrat (tomate).

Ces résultats sont comparables à ceux obtenus par différents auteurs travaillant sur diverses espèces : chou, pastèque, coton... La présence d'un seuil est souvent notée mais sa valeur dépend fortement de l'espèce cultivée. Ainsi, la forte réduction des prélèvements d'eau se situe à 5°C pour le chou, entre 6 et 9°C pour la laitue, aux environs de 15°C pour le coton, le gerbera et la tomate, à 18°C pour le melon et la pastèque.

Cet effet de la température des racines sur l'absorption de l'eau peut s'expliquer par divers processus : d'abord un effet sur la diminution de perméabilité de la membrane cytoplasmique ensuite une augmentation de la viscosité du cytoplasme et de l'eau. L'absorption de l'eau par la plante est un phénomène actif qui dépend des processus métaboliques, eux-mêmes très influencés par la température.

## 2. Nutrition minérale.

Pour étudier les effets directs de la température des racines sur l'alimentation minérale de la plante, il faut conduire les expériences en culture hydroponique. Cette technique permet de maintenir au niveau des racines les éléments minéraux indispensables à la croissance et au développement sous une forme facilement assimilable. Quand les expériences sont conduites sur sol, les conséquences observées proviennent non seulement d'un effet direct sur la plante, mais aussi de l'action indirecte sur la disponibilité des éléments minéraux dans le sol.

Dans le cas de la tomate, nous pouvons distinguer les éléments selon leur comportement sous l'effet de la température des racines. La figure 7 donne les variations de concentrations pour les anions et les cations étudiés en fonction du traitement. Sur chaque graphique, nous retrouvons les caractéristiques de la solution de base et l'évolution sous l'influence des conditions de culture.

### Anions

Les nitrates se concentrent dans la solution à 12°C et à 22°C sous l'influence de la culture quand on utilise une solution nutritive assez concentrée en cet élément (850 mg/l). La tomate absorbe préférentiellement l'eau par rapport aux nitrates.

L'absorption de l'ion  $\text{PO}_4\text{H}_2^-$  augmente fortement avec la température pendant toute la durée de l'essai. Aussi, à 12°C, la concentration de la solution restante devient plus forte que celle de la solution de base. Par contre, à 22°C, la solution s'appauvrit en phosphate et la solution restante est moins concentrée en  $\text{PO}_4\text{H}_2^-$ .

### Cations.

L'absorption de l'ion ammonium est aussi importante à forte température

qu'à faible température, ce qui conduit à une diminution de la concentration de la solution utilisée par la plante.

Le potassium est absorbé préférentiellement aux températures élevées, ce qui provoque un appauvrissement de la solution nutritive maintenue à 22°C. Ce phénomène s'accroît avec la croissance de la plante. Par contre, à 12°C, il n'apparaît pas de différence de concentration pendant la durée de la culture.

Pour les ions  $\text{Ca}^{++}$  et  $\text{Mg}^{++}$ , le comportement apparaît voisin pour les deux températures étudiées. Leur comportement reste parallèle pendant toute la durée de l'essai.

Le rapport, cations/anions absorbés s'élève légèrement quand la température diminue. En effet, à 12°C, les prélèvements d'éléments minéraux sont réduits mais son action est surtout marquée pour les anions et plus particulièrement les phosphates. Les variations relatives de concentration en anions et en cations peuvent expliquer en partie l'évolution du pH de la solution nutritive (fig.8). L'acidification de la solution se produit à basse température quand la croissance des plantes est réduite, par contre l'alcalinisation apparaît quand la croissance est vigoureuse. L'analyse de ces résultats suggère un rôle important du métabolisme

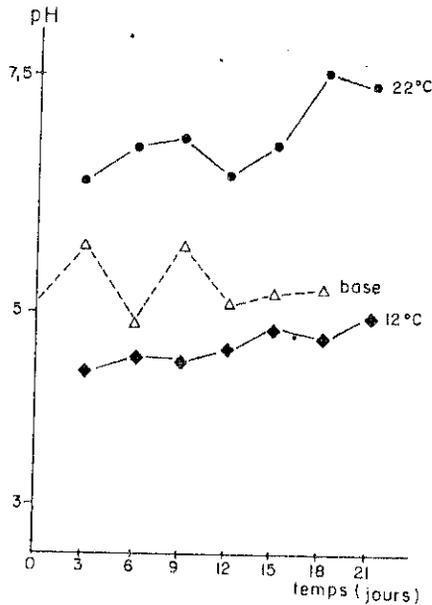
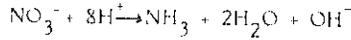


Figure 8 : Evolution du pH en fonction de la température de la solution nutritive (tomate).

de la plante sur l'évolution du pH dans le milieu de culture, dans le cas d'une solution de départ acide d'un type déterminé.

Les températures élevées favorisent l'absorption des nitrates et leur réduction dans les racines conduit à une forte production d'ions OH<sup>-</sup>.



Une partie des ions OH<sup>-</sup> produits pendant la réduction des nitrates diffuse dans la solution nutritive dont elle accroît le pH.

L'analyse des résultats conduit à distinguer les effets de la température des racines sur l'absorption des éléments minéraux et sur leur migration vers la partie aérienne de la plante.

Généralement, la teneur en éléments minéraux des racines varie peu en fonction de la température avec un comportement singulier de l'azote (fig.9). Par contre, elle augmente avec la température pour la partie aérienne par rapport à une absorption relativement plus importante. Dans le cas de l'azote, non seulement l'absorption continue mais sa transformation par réduction en azote organique se produit normalement dans les racines.

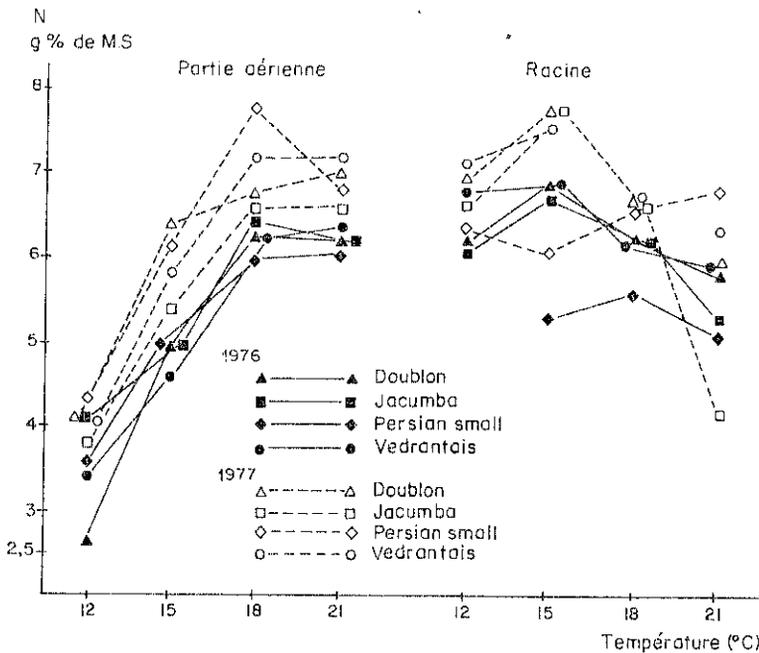


Figure 9 : Evolution de la teneur en azote selon la température et la variété (melon).

Dans certains cas particuliers, la fonction qui lie température des racines et nutrition minérale devient complexe. Naturellement, le comportement d'une espèce et parfois d'une variété n'est pas homogène pour tous les éléments minéraux et à tous les stades physiologiques.

### III. CONCLUSION.

La réaction des plantes à une modification de la température des racines dépend de l'espèce et aussi de la variété. Il apparaît une différence de comportement entre les espèces originaires de régions froides (laitue, chou) et celles qui proviennent de régions chaudes (tomate, melon). Les premières ont une croissance normale à des températures de racines relativement basses tandis que les secondes ont des besoins élevés en chaleur au niveau des racines.

Il paraît particulièrement intéressant de connaître la plage de température pour laquelle la croissance et le développement du végétal sont optima. Ainsi, pour la tomate et le melon, une température des racines comprise entre 20 et 22°C, donne une croissance accélérée et une production de fruits intéressante. Pour la laitue, la croissance paraît normale à partir de 9°C avec la formation d'une pomme bien serrée.

Mais il est très important de connaître les facteurs qui limitent la croissance de la plante à faible température et en particulier la composition des membranes cytoplasmiques.