



**HAL**  
open science

# Comportement de différentes variétés de blé vis-à-vis de quatre souches du virus de la mosaïque modérée du dactyle

Djabbar D. Hariri, Philippe Auriiau, Hervé Lapierre

► **To cite this version:**

Djabbar D. Hariri, Philippe Auriiau, Hervé Lapierre. Comportement de différentes variétés de blé vis-à-vis de quatre souches du virus de la mosaïque modérée du dactyle. *Agronomie*, 1982, 2 (8), pp.709-720. hal-02727206

**HAL Id: hal-02727206**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02727206>**

Submitted on 2 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.

# Comportement de différentes variétés de blé vis-à-vis de quatre souches du virus de la mosaïque modérée du dactyle

Djabbar HARIRI, Philippe AURIAU (\*) & Hervé LAPIERRE

I.N.R.A., Station de Pathologie végétale.

(\*) Station d'Amélioration des Plantes, route de St-Cyr, F 78000 Versailles.

## RÉSUMÉ

*Triticum*,  
Virus de la mosaïque  
modérée du dactyle,  
Infection locale,  
Infection systémique,  
Température,  
Nécrose, mosaïque.

Le comportement de quatre souches du virus de la mosaïque modérée du dactyle (VMMD) vis-à-vis de différentes lignées de *Triticum aestivum* et *T. turgidum* a été étudié.

Sur 36 lignées de *Triticum* inoculées, 3 se sont avérées immunes à la souche française du VMMD appelée VMMD<sub>B</sub>. Certaines lignées sont infectées localement à 15 et 24 °C ; elles expriment une réaction d'hypersensibilité soit à 15 °C soit plus rarement à 15 et 24 °C. D'autres lignées sont immunes à 15 °C mais multiplient localement ce virus à 24 °C sans donner de symptôme.

Enfin, certaines lignées sont infectées d'une manière systémique à 15 et 24 °C, ou à 24 °C seulement, ou encore à 15 °C, après un séjour de 4 jours à 24 °C. Certaines de ces lignées expriment des symptômes de mosaïque à 15 °C ou à 24 °C ; une dernière catégorie de lignées à infection systémique n'exprime des symptômes de mosaïque qu'après un transfert de température des plantes de 24 °C vers 15 °C. C'est le cas des variétés « Etoile de Choisy », « Hardi » et « Rouge de Bordeaux ».

Des hypothèses sont proposées sur le déterminisme du comportement de ces lignées de *Triticum*, vis-à-vis du VMMD<sub>B</sub>, en fonction de la température.

## SUMMARY

*Triticum*,  
Cocksfoot Mild  
Mosaic Virus,  
Local infection,  
Systemic infection,  
Temperature,  
Necrosis, mosaic.

*Behaviour of wheat varieties towards four strains of Cocksfoot Mild Mosaic Virus*

The behaviour of 4 strains of Cocksfoot Mild Mosaic Virus (CMMV) towards various lines of *Triticum aestivum* and *T. turgidum* was studied.

Among 36 inoculated lines of *Triticum*, 3 are immune to the French strain known as CMMV-wheat. Some of the lines are locally infected at 15 and 24 °C : hypersensitivity occurs at 15 °C and rarely at both 15 and 24 °C. Other lines are immune at 15 °C but multiply the virus locally at 24 °C without producing symptoms.

Some of the lines are systemically invaded at both 15 and 24 °C, or only at 24 °C, or only at 15 °C, after 4 days at 24 °C. Some of these lines express mosaic symptoms at 15 °C or at 24 °C or at 15 and 24 °C. A final set of systemically invaded lines (Etoile de Choisy, Hardi, Rouge de Bordeaux) shows mosaic symptoms only after plants are transferred from 24 °C to 15 °C.

Hypotheses are suggested to explain the behaviour of these lines of *Triticum* towards CMMV in relation to temperature.

## I. INTRODUCTION

Le virus de la mosaïque modérée du dactyle, VMMD (Cocksfoot Mild Mosaic Virus, CMMV), présente une gamme d'hôte assez large (HUTH, 1968). Cependant, les premières souches décrites en Allemagne excluaient le blé tendre comme hôte possible (HUTH, 1968 ; PAUL *et al.*, 1974). Un virus isolé en France sous le nom de virus de la nécrose et mosaïque du dactyle infecte le blé mais présente beaucoup d'analogies, en particulier immunologiques avec le VMMD (HARIRI & LAPIERRE, 1977, 1979a), qui sont discutées ailleurs (HARIRI, 1982). Récemment TORRANCE & HARRISON (1981) ont décrit une souche de VMMD

déterminant une infection localisée sur une variété de blé non précisée.

Les isolats français et l'isolat suisse (aimablement envoyé par le Dr GUGERLI) que l'on ne peut distinguer ni sérologiquement ni par leur gamme d'hôtes, sont appelés VMMD<sub>B</sub> : souche blé du VMMD. Ces 2 isolats infectent le blé « Etoile de Choisy » d'une façon systémique. On sait que chez cette variété le VMMD<sub>B</sub> détermine une mosaïque à une température inférieure à 17 °C après un séjour d'au moins 2 j à 24 °C (HARIRI & LAPIERRE, 1981).

Nous avons étudié dans des conditions analogues à celles décrites pour « Etoile de Choisy » le comportement de nombreuses lignées appartenant aux espèces *Triticum aesti-*

*vum* (L.) Thell. et *Triticum turgidum* L. vis-à-vis du VMMD<sub>B</sub> et de 3 autres souches allemandes 1, 34 et 39, aimablement fournies par le Dr HUTH, décrites jusque là comme incapables d'infecter le blé tendre (PAUL *et al.*, 1974).

## II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

### A. Origine des inoculums

Le VMMD<sub>B</sub> est maintenu sur la variété de blé « Etoile de Choisy ». Les plantes sont inoculées à 24 °C puis transférées à 15 °C après 4 j d'infection. Dans ces conditions, le virus envahit la plante d'une manière systémique. Les souches 1, 34, 39 du VMMD nous ont été fournies sous forme de fragments foliaires conservés en présence de chlorure de calcium. Le VMMD<sub>39</sub> est multiplié sur le blé à 15 °C. Les 2 autres souches (VMMD<sub>1</sub> et <sub>34</sub>) n'ont pas été multipliées.

### B. Matériel végétal analysé

Les différentes variétés de blé (tabl. 10) sont semées en godets de 10 × 10 cm, en serre chauffée à environ 18 °C. Des lots de chaque variété sont ensuite transportés en chambre climatisée (une partie des plantes de chaque variété est maintenue en serre). Le comportement de ces variétés de blé est étudié vis-à-vis du VMMD<sub>B</sub> selon 3 conditions différentes :

— En serre, à une température de 18 ± 3 °C, avec une photopériode et une intensité lumineuse dépendant de la saison (hiver).

— En chambre climatisée, à 15 °C, avec une photopériode de 15 h et une intensité lumineuse de 4 000 Lux.

— En chambre climatisée, à 24 °C, dans des conditions identiques à celles décrites pour les expériences conduites à 15 °C.

Le comportement des autres souches du VMMD a été étudié uniquement en chambre climatisée dans les conditions indiquées pour le VMMD<sub>B</sub>, soit à 15 °C, soit à 24 °C.

### C. Conditions d'inoculation

Les plantes sont inoculées au stade une feuille (environ 6 cm de longueur) en présence de carborundum. Les inoculums sont obtenus par broyage de feuilles infectées en présence d'un tampon phosphate monopotassique-disodique 0,1 M pH 7 (Poids à volume). Les extraits bruts sont ensuite filtrés, dilués au 1/20 et utilisés immédiatement. Les plantes sont abondamment lavées après inoculation.

### D. Notation des manifestations pathologiques

Les différents types de symptômes (nécrose, mosaïque, taches chlorotiques) sont notés sur la 1<sup>re</sup> feuille (feuille inoculée) et sur la 3<sup>e</sup> feuille, entre 6 et 50 j après inoculation (6, 9, 14, 21, 31, 50 j). L'importance relative des symptômes foliaires est symbolisée de 0 à ++++ pour les symptômes nécrotiques, de 0 à +++ pour les symptômes de mosaïque.

Aucune notation quantitative du nombre de plantes exprimant les symptômes de mosaïque n'est présentée ; en effet, lorsque ces symptômes sont observés la majorité des plantes les expriment.

### E. Détection du virus

Les tests immuno-enzymatiques de type ELISA (VOLLER *et al.*, 1976), en vue de mettre en évidence une éventuelle présence de particules, sont réalisés pour les plantes inoculées avec le VMMD<sub>B</sub>, en suivant le protocole décrit par HARIRI & LAPIERRE (1979b).

Les prélèvements des échantillons sont effectués après 14 j et 31 j d'infection respectivement pour la feuille inoculée et pour la 3<sup>e</sup> feuille de toutes les variétés de blé étudiées. Les échantillons analysés sont constitués de 10 feuilles prélevées sur les étages foliaires 1 et 3.

L'enregistrement de la densité optique par un lecteur de plaque de type Titertek Multiskan est effectué à intervalles réguliers après le dépôt du substrat et jusqu'à ce que la densité optique s'élève à 2 unités pour les puits contenant un extrait, au 1/20, de plantes infectées de la variété « Etoile de Choisy ».

Pour chaque essai, 2 échantillons sont analysés. Chaque échantillon comprend 4 répétitions au niveau de la plaque ELISA.

## III. RÉSULTATS

### A. Symptômes de nécrose sur différentes variétés de blé après infection par le VMMD<sub>B</sub>

#### 1. Sur la feuille inoculée

##### a) A basse température (15 °C)

Le tableau 1 récapitule les notations visuelles effectuées à 6, 9, 14 j après l'infection. Le nombre de répétitions (20 plantes) permet de distinguer des différences importantes de sensibilité variétale aussi bien en ce qui concerne le temps d'apparition des nécroses que leur développement.

La 1<sup>re</sup> manifestation des symptômes nécrotiques à cette température s'observe 4 j 1/2 après inoculation, en particulier chez « Etoile de Choisy » (HARIRI & LAPIERRE, 1981).

Parmi les 31 variétés de blé tendre, seules 4 d'entre elles n'expriment aucun symptôme sur la feuille inoculée. Aucune des 5 variétés de blé tétraploïde ne manifeste de symptômes nécrotiques.

##### b) A haute température (24 °C)

Parmi les 36 variétés maintenues à la température de 24 °C, 3 seulement révèlent des symptômes nécrotiques. Ce sont des variétés de blé tendre qui présentent aussi des symptômes nécrotiques à 15 °C. Pour ces 3 variétés, les nécroses sont moins nombreuses à 24 °C qu'à 15 °C (tabl. 1).

##### c) En condition de serre permanente

Ces conditions de température (18 ± 3 °C) sont, pour « Etoile de Choisy », défavorables à l'expression des symptômes de mosaïque, mais favorables à l'expression de nécroses sur les feuilles inoculées.

Ce sont les mêmes variétés qui présentent des lésions nécrotiques à 15 °C et en serre. Cependant, pour la majorité des variétés, on observe une diminution considérable de l'importance des lésions nécrotiques et un retard significatif de leur manifestation (tabl. 1). Seule la variété « VT-1282 » présente davantage de lésions nécrotiques en serre qu'en chambre climatique à 15 °C.

Les 5 variétés de blé tétraploïde et 4 variétés de blé tendre

TABLEAU 1

*Expression de la nécrose sur la feuille inoculée par le VMMD<sub>B</sub>.*  
*Expression of necrotic symptoms in the inoculated leaves infected by VMMD<sub>B</sub>.*

Variétés de blé	24 °C			15 °C			Serre		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
VT-424	+++	+++	++++	++++	++++	++++	+++	+++	+++
VT-1275	++	+++	++++	+++	++++	++++	0	+	+
VT-147	0	0	0	+++	++++	++++	0	+++	+++
VT-1492	0	0	0	++++	++++	++++	0	++	++
VT-1410	0	0	0	++++	++++	++++	0	++	++
VT-1774	0	0	0	++++	++++	++++	0	++	++
VT-2080	0	0	0	++++	++++	++++	0	++	++
VT-1882	0	0	0	++++	++++	++++	0	++	++
VT-108	0	0	0	+++	++++	++++	0	++	++
VT-111	0	0	0	+++	++++	++++	0	++	++
VT-138	0	0	0	+++	+++	+++	0	++	++
VT-335	0	0	0	+++	+++	++++	0	++	++
VT-2062	0	0	0	+++	+++	+++	0	++	++
VT-143	0	0	0	+++	+++	+++	0	+	+
VT-1230	0	0	0	+++	+++	+++	0	+	+
VT-1255	0	0	0	+++	+++	+++	0	+	+
VT-1533	0	0	0	+++	+++	++++	0	+	+
VT-1710	0	0	0	++	++	++	0	0	+
VT-1420	0	0	0	+	+	+	0	+	+
VT-1282	0	0	0	0	++	++	0	++++	++++
VT-1750	0	0	0	0	++	++	0	+	+
VT-1778	0	0	0	0	++	++	0	+	+
VT-1148	0	0	0	0	++	+++	0	+	+
VT-2064	0	0	0	0	++	++	0	0	+
VT-1484	0	+	+	0	++	++	0	+	+
VT-1491	0	0	0	0	++	++	0	0	+
VT-1088	0	0	0	+++	+++	+++	0	++	++
VT-142	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VT-1111	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VT-1133	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VT-1579	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VD-225	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VD-204	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VD-14	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VD-18	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VD-31	0	0	0	0	0	0	0	0	0

1. Notation 6 jours après inoculation.  
 2. Notation 9 jours après inoculation.  
 3. Notation 14 jours après inoculation.  
 Echelle de notation 0 : nul, + : léger, ++ : net, +++ : fort, ++++ : très fort.

1. Evaluation 6 days after inoculation.  
 2. Evaluation 9 days after inoculation.  
 3. Evaluation 14 days after inoculation.  
 Evaluation scale 0, + mild, ++ marked, +++ severe, ++++ very severe.

n'ayant pas réagi à température constante (15 °C) n'expriment pas de symptômes en serre. La variété VT-424 est la seule, parmi les 36 étudiées, pour laquelle le temps nécessaire à l'expression des symptômes nécrotiques est constant dans les 3 conditions expérimentales. Les premières lésions se produisent 4 j 1/2 après inoculation.

2. Sur les feuilles non inocuées (3<sup>e</sup> feuille)

Aucun symptôme nécrotique n'est observé à température constante sur les différentes variétés. Ce n'est que lors des transferts de température que ce type de symptôme peut se développer.

a) A 15 °C, après un séjour de 4 j à 24 °C

Dans ces conditions, 2 des 36 variétés expriment des symptômes nécrotiques : les blés tendres « VT-142 » et « VT-1230 » (tabl. 2). Ce n'est que dans ces conditions particulières qu'il est possible d'obtenir des lésions nécroti-

ques sur « VT-142 ». Les nécroses accompagnent les symptômes de type mosaïque sur la variété « VT-1230 » (tabl. 4).

b) A 24 °C, après un séjour de 4 j à 15 °C

On sait que pour « Etoile de Choisy » (VT-147), ces conditions interdisent l'invasion de la plante par le virus (HARIRI & LAPIERRE, 1981). Parmi les variétés à infection systémique, 2 variétés de blé tendre, « VT-1774 », « VT-1492 », présentent des nécroses (tabl. 2).

Le temps de séjour minimal à 15 °C permettant l'expression des symptômes nécrotiques à 24 °C n'a pas été étudié.

B. Symptômes de mosaïque sur différentes variétés de blé après infection par le VMMD<sub>B</sub> (3<sup>e</sup> feuille)

Le même type d'expérimentation a été conduit pour suivre l'apparition éventuelle de symptômes de mosaïque sur les 36 variétés de blé étudiées :

TABLEAU 2

*Effet d'un transfert de température sur l'expression des symptômes nécrotiques sur les feuilles non inoculées.*

*Effect of temperature transfer on expression of necrotic symptoms in systemically infected leaves.*

Variétés de blé	24 °C (4 j.) → 15 °C			15 °C (4 j.) → 24 °C		
	1	2	3	1	2	3
VT-1230	+	+	++	0	0	0
VT-142	+	+	+	0	0	0
VT-1774	0	0	0	+	+	+
VT-1492	0	0	0	+	++	+++

1. Notation 21 jours après inoculation.

2. Notation 31 jours après inoculation.

3. Notation 50 jours après inoculation.

Echelle de notation des symptômes nécrotiques : 0 : nul, + : léger, ++ : net, +++ : fort.

1. Evaluation 21 days after inoculation.

2. Evaluation 31 days after inoculation.

3. Evaluation 50 days after inoculation.

Evaluation scale of necrotic symptoms 0, + mild, ++ marked, +++ severe.

### 1. A basse température (15 °C)

A cette température, des symptômes de mosaïque se manifestent seulement sur 3 variétés : l'une de blé tétraploïde (VD-225), les 2 autres de blé tendre (VT-142 et VT-424) (tabl. 3). Ces symptômes apparaissent assez tardivement (31 j après inoculation) ; en effet les variétés ayant subi un transfert de température réagissent en 21 jours (tabl. 3).

### 2. A haute température (24 °C)

Cette température permet l'expression des symptômes de mosaïque pour 3 variétés de blé tendre (tabl. 3). Deux d'entre elles sont différentes de celles qui présentent des symptômes à 15 °C. Les 1<sup>ers</sup> symptômes se manifestent 21 j après inoculation. A cette température, les plantes de la variété « VT-424 » flétrissent dans le mois qui suit l'infection.

### 3. En condition de serre permanente

Dans ces conditions, la généralisation du virus dans la plante avec apparition de symptômes se manifeste souvent plus de 31 j après inoculation. Les 5 variétés qui développent des symptômes de mosaïque, soit à 15 °C soit à 24 °C (tabl. 3) réagissent de la même façon en serre. Pour toutes ces variétés, le temps nécessaire à l'expression de la mosaïque est plus long que celui qui est exigé à température constante.

### 4. A 15 °C, après un séjour de 4 j à 24 °C

La nécessité d'un tel transfert pour l'expression des symptômes de mosaïque observés antérieurement chez « Etoile de Choisy » (VT-147) n'est pas propre à cette seule variété : « VT-1492 » et « VT-1230 » ont un comportement analogue. Ces 2 variétés exigent, comme « Etoile de Choisy », 2 jours de séjour à 24 °C avant un transfert à 15 °C pour permettre l'expression de la mosaïque (tabl. 4).

TABLEAU 4

*Effet du transfert de température sur l'expression des symptômes de mosaïque sur les feuilles non inoculées.*

*Effect of temperature transfer on expression of mosaic symptoms in systemically infested leaves.*

Variétés de blé	24 °C (4 j.) → 15 °C			15 °C (4 j.) → 24 °C		
	1	2	3	1	2	3
VT-1492	+	++	++	0	0	0
VT-1230	++	++	+++	0	0	0
VT-147	++	+++	+++	0	0	0
VT-424	++	+++	+++	+	+	++
VT-1774	0	0	0	0	0	++
VD-225	0	0	0	0	0	++

1. Notation 21 jours après inoculation.

2. Notation 31 jours après inoculation.

3. Notation 50 jours après inoculation.

Echelle de notation des symptômes de mosaïque : 0 : nul, + : léger, ++ : net, +++ : fort.

1. Evaluation 21 days after inoculation.

2. Evaluation 31 days after inoculation.

3. Evaluation 50 days after inoculation.

Evaluation scale of mosaic symptoms 0, + mild, ++ marked, +++ severe.

TABLEAU 3

*Expression de la mosaïque sur les feuilles non inoculées à température constante ou en serre.*

*Expression of mosaic symptoms in systemically infected leaves in the greenhouse and at constant temperature in a growth chamber.*

Variétés de blé	24 °C			15 °C			Serre		
	1	2	3	1	2	3	1.	2	3
VT-424	+++	+++	+++	++	+++	+++	0	++	++
VT-1774	+++	+++	+++	0	0	0	0	+	++
VT-1410	++	+++	+++	0	0	0	0	++	+++
VT-142	0	0	0	0	+	+++	0	0	++
VD-225	0	0	0	0	++	+++	0	0	++
VT-147	0	0	0	0	0	0	0	0	0

1. Notation 21 jours après inoculation.

2. Notation 31 jours après inoculation.

3. Notation 50 jours après inoculation.

Echelle de notation des symptômes de mosaïque : 0 : nul, + : léger, ++ : net, +++ : fort.

1. Evaluation 21 days after inoculation.

2. Evaluation 31 days after inoculation.

3. Evaluation 50 days after inoculation.

Evaluation scale of mosaic symptoms 0, + mild, ++ marked, +++ severe.

## 5. A 24 °C, après un séjour de 4 j à 15 °C

Trois variétés expriment des symptômes modérés de mosaïque dans ces conditions (tabl. 4). Sur 3 variétés montrant des symptômes de mosaïque à 24 °C (tabl. 3), seule l'une d'elles (VT-1410) ne présente pas de symptômes après transfert de 15 °C vers 24 °C dans les conditions décrites (tabl. 4).

Des 2 variétés n'exprimant des symptômes de mosaïque qu'à 15 °C (tabl. 3), seule « VD-225 » réagit de la même façon pour ce type de transfert de température mais 50 j après l'inoculation.

## C. Symptômes de type « taches chlorotiques »

Des taches chlorotiques plus ou moins importantes apparaissent sur les feuilles inoculées de certaines variétés à une température de 24 °C. On peut remarquer que les 3 variétés en cause (« VT-1492 », « VT-1230 », « VT-147 ») ont par ailleurs des comportements symptomatologiques assez proches (tabl. 4).

D. Détection du VMMD<sub>B</sub> chez les différentes variétés de blé n'ayant pas exprimé des symptômes

Le test immuno-enzymatique de type ELISA, plutôt que le test sur plante-test indicatrice, est utilisé en vue d'une détection du VMMD<sub>B</sub> dans la feuille inoculée et dans la 3<sup>e</sup> feuille. En effet, pour ce virus, des expériences antérieures montrent que le test ELISA est plus sensible que le test biologique de rétro-inoculation (HARIRI & LAPIERRE, 1979b) ; il est par ailleurs plus rapide.

Nous avons le plus souvent exclu la recherche du virus dans le cas où les symptômes témoignent d'une infection réussie. Le tableau 5 récapitule l'ensemble des résultats de cette analyse.

1. Détection du VMMD<sub>B</sub> dans la feuille inoculée de plantes de différentes variétés de blé maintenues à 15 °C

Le test est effectué pour les 9 variétés de blé n'exprimant pas de symptômes nécrotiques (tabl. 1). Aucune des 7 variétés ne présentant pas de symptômes systémiques ne multiplie le virus à cette température.

TABLEAU 5

Recherche de la présence du VMMD<sub>B</sub> dans les variétés de blé par la méthode ELISA.  
Detection of CMMV-wheat in wheat varieties using the ELISA method.

Variétés de blé	24 °C		15 °C		Serre	
	1 <sup>re</sup> feuille	3 <sup>e</sup> feuille	1 <sup>re</sup> feuille	3 <sup>e</sup> feuille	1 <sup>re</sup> feuille	3 <sup>e</sup> feuille
VT-424	N	N	N	N	N	N
VT-1275	N	0	N	0	N	0
VT-147	+	+	N	0	N	N
VT-1492	+	+	N	+	N	N
VT-1410	+	N	N	0	N	N
VT-1774	+	N	N	+	N	N
VT-2080	+	0	N	0	N	N
VT-1882	+	0	N	0	N	0
VT-108	+	0	N	0	N	0
VT-111	+	0	N	0	N	0
VT-138	+	+	N	0	N	+
VT-335	+	+	N	0	N	+
VT-2062	+	+	N	0	N	+
VT-143	+	+	N	0	N	+
VT-1230	+	+	N	0	N	+
VT-1255	+	+	N	0	N	+
VT-1533	+	+	N	0	N	0
VT-1710	+	0	N	0	N	0
VT-1420	+	0	N	0	N	0
VT-1282	+	+	N	0	N	+
VT-1750	+	+	N	0	N	+
VT-1778	+	+	N	0	N	+
VT-1148	+	+	N	0	N	+
VT-2064	+	+	N	0	N	+
VT-1484	N	+	N	0	N	+
VT-1491	+	+	N	0	N	+
VT-1088	+	+	N	0	N	+
VT-142	+	+	+	N	+	N
VT-1111	+	0	0	0	+	0
VT-1133	+	0	0	0	+	0
VT-1579	+	0	0	0	+	0
VD-225	+	+	+	N	+	N
VD-204	+	0	0	0	+	0
VD-14	0	0	0	0	0	0
VD-18	0	0	0	0	0	0
VD-31	0	0	0	0	0	0

N: Non testé ; + : Réaction positive ; 0 : Réaction négative.  
N: not tested ; + : positive reaction ; 0 : negative reaction.

## 2. Détection du VMMD<sub>B</sub> dans la 3<sup>e</sup> feuille de plantes de différentes variétés de blé maintenues à 15 °C

Pour 33 des 36 variétés, aucun symptôme viral n'étant observé à cette température, une recherche d'éventuelles infections latentes a été réalisée : seules 2 lignées (VT-1492, VT-1774) donnent une réponse positive en ELISA.

## 3. Détection du VMMD<sub>B</sub> dans la feuille inoculée de plantes de différentes variétés de blé maintenues à 24 °C

Cette détection porte sur les 33 variétés n'ayant pas exprimé de symptômes.

Toutes les variétés de blé tendre et 2 variétés de blé tétraploïde sont effectivement infectées par le VMMD<sub>B</sub>.

## 4. Détection du VMMD<sub>B</sub> dans la 3<sup>e</sup> feuille de plantes des différentes variétés de blé maintenues à 24 °C

A cette température, seules 3 variétés (VT-424, VT-1774, VT-1410) parmi les 36 étudiées présentent des symptômes (tabl. 3).

Nous avons effectué, comme à 15 °C, un test de type ELISA pour mettre en évidence une éventuelle infection. « VD-225 » est la seule variété de blé tétraploïde permettant la généralisation du virus dans des plantes ne présentant pas de symptôme à cette température.

La migration du virus vers les feuilles non inoculées ne se réalise pas à 24 °C pour 10 variétés de blé tendre.

## 5. Détection du VMMD<sub>B</sub> dans la feuille inoculée de plantes maintenues dans les conditions de la serre

Elle concerne 9 variétés de blé pour lesquelles aucune manifestation pathologique n'est observée ni en serre ni en chambre climatisée. Une réaction positive en ELISA est enregistrée pour 6 d'entre elles (tabl. 5). Les 3 variétés de blé tétraploïde (VD-14, VD-18, VD-31) ne permettent pas la multiplication du VMMD<sub>B</sub> dans ces conditions. En conséquence, on peut considérer ces 3 variétés comme immunes au VMMD<sub>B</sub>.

## 6. Détection du VMMD<sub>B</sub> dans la 3<sup>e</sup> feuille (non inoculée) de plantes maintenues dans les conditions de la serre

Pour les plantes des variétés n'ayant pas montré de symptômes sur leur 3<sup>e</sup> feuille après inoculation par le VMMD<sub>B</sub>, une recherche du virus est réalisée par la méthode ELISA. Une seule variété (VT-1533) présente un comportement différent de celui des autres variétés à infection systémique à 24 °C. Pour « VT-1533 », le seuil de température au-delà duquel les plantes sont envahies d'une façon systémique pourrait se situer au-dessus de celui des autres variétés.

## E. Comportement des différentes variétés de blé vis-à-vis d'autres souches du VMMD (1-34-39)

### 1. Symptômes sur les feuilles inoculées

Trois variétés de blé tendre ont été retenues en raison de leur comportement vis-à-vis du VMMD<sub>B</sub> : « VT-147 », « VT-108 », « VT-142 ». Les plantes inoculées avec les souches du VMMD sont, soit maintenues à 2 températures constantes (15 et 24 °C), soit subissent un transfert de 24 °C vers 15 °C, 4 j après inoculation (tabl. 6).

A 15 °C, les souches 1 et 34 déterminent sur « VT-147 »

TABLEAU 6

Réaction de trois variétés de blé (feuilles inoculées) vis-à-vis de trois souches du VMMD.

Reaction of three wheat varieties (inoculated leaves) towards three CMMV strains.

Souches du VMMD	15 °C			24 °C			24 °C (4 j) → 15 °C		
	1	34	39	1	34	39	1	34	39
Variétés de blé									
VT-147	N	N	0	0	0	N	0	0	N
VT-108	0	N	0	0	N	0	0	N	0
VT-142	N	0	0	0	0	0	N	0	0

N : Symptômes nécrotiques ; 0 : Pas de symptômes.

N : necrotic symptoms ; 0 : no symptoms.

des lésions nécrotiques ; seule la souche 34 entraîne l'apparition de nécroses sur « VT-108 ». Enfin « VT-142 » réagit avec la souche 1, alors que ce n'est pas le cas avec les souches 34, 39 et blé.

A 24 °C, comme le VMMD<sub>B</sub>, le VMMD<sub>1</sub> ne détermine pas de lésions nécrotiques sur les 3 variétés de blé étudiées. Au contraire, les souches 34 et 39 déterminent des lésions nécrotiques respectivement sur les variétés « VT-108 » et « VT-147 ».

Lors des transferts de température de 24 vers 15 °C, la réponse des 3 variétés vis-à-vis des 3 souches est très différente de celle qui est observée lors de l'infection par le VMMD<sub>B</sub>. En particulier, la variété « VT-147 » infectée par VMMD<sub>1</sub> n'exprime aucun symptôme à 15 °C, après un séjour de 4 j à 24 °C.

### 2. Symptômes sur les feuilles non inoculées

Dans les 3 conditions décrites ci-dessus (15, 24 ou 24 puis 15 °C), aucun symptôme n'a pu être observé lors de l'infection des 3 variétés par les souches 1 et 34. Seule la souche 39 détermine des symptômes de mosaïque sur « Etoile de Choisy » (VT-147), à 24 °C.

## IV. CONCLUSIONS

Le virus de la mosaïque modérée du dactyle-souche blé, infecte les 31 lignées de *Triticum aestivum* inoculées. Les souches 1, 34, 39 de ce virus sont, elles aussi, effectivement capables de se multiplier dans la feuille inoculée de certains blés tendres. La souche 39 peut envahir entièrement la plante et déterminer des symptômes de mosaïque mais dans des conditions de température souvent différentes de celles décrites pour le VMMD<sub>B</sub>.

Aucune précision n'est donnée sur les variétés des espèces de graminées utilisées pour les essais portant sur les isolats anglais (CATHERALL, 1977) et allemands (PAUL *et al.*, 1974) du VMMD (tabl. 7). Dans ces conditions, les différentes gammes d'hôtes définies pour les souches du VMMD présentent peu de valeur lorsque l'on connaît la diversité des réponses variétales qui peuvent être amplifiées par les facteurs du milieu.

La parenté entre les souches « 39 » et « blé » du VMMD est importante : elle se manifeste aussi bien par la similitude

TABLEAU 7

*Espèces végétales permettant de distinguer les souches du VMMD.  
Species allowing the distinction of CMMV strains.*

Souches du VMMD Différentes espèces	VMMD <sub>B</sub>	VMMD <sub>39</sub>	VMMD (1)	VMMD <sub>1</sub> (2)	VMMD <sub>34</sub> (2)
<i>Dactylis glomerata</i> L.	+	+	+	+	+
<i>Hordeum vulgare</i> L.	0	+	(0) ?	(0) ?	+
<i>Triticum aestivum</i> L. variété « Etoile de Choisy »					
— Feuille inoculée	+	+	0	+	+
— Feuille à infection systémique	+ MS	+ MS	0	(0)	(0)

1. Souche de CATHERALL et CHAMBERLAIN (1977).  
2. Souche de PAUL *et al.* (1974).  
MS. Mosaïque.  
Entre parenthèses : la recherche du virus n'a pas été réalisée.  
+ . Symptômes nécrotiques.  
0. Pas de symptôme sur une seule variété inoculée.  
?. Sans précision sur le nombre de variétés inoculées.

1. CATHERALL and CHAMBERLAIN's CMMV strain (1977).  
2. PAUL *et al.*'s CMMV strain (1980).  
MS. Mosaic.  
In parentheses : no virus detection.  
+. Necrotic symptoms.  
0. No symptoms on a single inoculated wheat variety.  
?. No indication concerning the number of inoculated varieties.

de la gamme de lignées de *Triticum* sensibles aux 2 virus que par des propriétés sérologiques voisines. En effet, dans un essai non complètement rapporté ici, 5 lignées de blé sur 14 expriment des symptômes de mosaïque aussi bien avec le VMMD<sub>B</sub> qu'avec le VMMD<sub>39</sub>. Une seule variété (VT-142) n'exprime ces symptômes qu'avec le VMMD<sub>B</sub> (tabl. 6 et 3).

L'existence de plusieurs souches du VMMD infectant le blé pose le problème de l'appellation de la souche française nommée VMMD-blé. On peut proposer de regrouper les souches de ce virus déterminant des symptômes de mosaïque sur *Triticum* dans un ensemble appelé VMMD-blé. Les 2 isolats français et suisse étudiés ici ainsi que la souche 39, correspondent à cette définition.

Ce regroupement basé sur des caractères biologiques ne

recouvre pas les données sérologiques (PAUL *et al.*, 1980) qui tendent à rapprocher les souches 34 et 39.

Malgré le nombre limité de variétés de *Triticum turgidum* L. étudiées, nous avons pu mettre en évidence des lignées sensibles et des lignées immunes au VMMD<sub>B</sub>.

Ces lignées de *T. turgidum* et de *T. aestivum* peuvent servir de plantes-tests et comme filtres pour distinguer des souches du VMMD ou d'autres virus souvent associés dans le dactyle : le virus de la mosaïque du dactyle (SERJEANT, 1964) et le virus du streak du dactyle (STOREY, 1952 ; SMITH, 1952 ; SCHUMANN, 1969).

Les réactions des 36 variétés des 2 espèces de *Triticum* vis-à-vis du VMMD<sub>B</sub> sont extrêmement diverses, allant de l'immunité à la mort des plantes et ne semblent liées ni à

TABLEAU 8a

*Types de réactions de variétés de blé vis-à-vis du VMMD<sub>B</sub>.  
a. Immunité et infection locale.  
Reaction types of wheat varieties towards CMMV.  
a. Immunity and local infection.*

Réaction de la plante	Type	15 °C	Symptômes nécrotiques 24 °C		Multiplication virale 15 °C		Nombre de variétés
			24 °C	24 °C (4 j) → 15 °C	24 °C	24 °C	
Immunité	I	0	0	0	0	0	3
Infection locale	II	N	N	N	+	+	1
	III	N	0	N	+	+	6
	IV	0	0	0	0	+	4

N. Symptômes nécrotiques.  
0. Pas de symptôme, pas de réaction en ELISA.  
+. Détection positive en ELISA.

N. Necrotic symptoms.  
0. No symptoms, negative reaction in ELISA.  
+. Positive reaction in ELISA.



TABLEAU 8b  
*Types de réactions de variétés de blé vis-à-vis du VMMD<sub>B</sub>.*  
*b. Infection systémique.*  
*Reaction types of wheat varieties towards CMMV-wheat.*  
*b. Systemic infection.*

Réaction de la plante	Type	Feuilles inoculées			Feuilles non inoculées			Infection systémique	Nombre de variétés		
		Symptômes nécrotiques	Symptômes nécrotiques	Symptômes nécrotiques	Symptômes nécrotiques	Symptômes de mosaïque	Symptômes de mosaïque				
		15 °C	24 °C	24 °C (4 j) → 15 °C	24 °C (4 j) → 15 °C	15 °C	24 °C	24 °C (4 j) → 15 °C	15 °C	24 °C	24 °C
Infection systémique sans symptômes	V	N	0	0	0	Ms	0	0	0	+	+
	VI	N	N	0	0	Ms	0	0	0	+	+
Infection systémique avec symptômes	VII	0	0	0	N	Ms	0	0	0	+	+
	VIII	0	0	0	0	Ms	0	0	Ms	+	+
	IX	N	0	0 ou N	0	0	0	0	0	0 ou +	+
	X	N	N	0	0	Ms	Ms	Ms	Ms	+	+
	XI	N	0	0	0	0	0	Ms	0	+	+
	XII	N	0	0	0	0	0	Ms	0	0	+

N. Symptômes nécrotiques.

Ms. Symptômes de mosaïque.

+. Détection positive du virus en ELISA.

0. Pas de symptôme, pas de réaction en ELISA.

N. Necrotic symptoms.

Ms. Mosaic symptoms.

+. Positive detection in ELISA.

0. No symptom, negative detection in ELISA.

leur degré de ploïdie ni à leur origine géographique. On peut rapporter la réponse de ces blés à 12 types d'interactions virus-plante (tabl. 8).

Lorsque l'infection reste localisée à la feuille inoculée, on observe le plus souvent la formation des lésions nécrotiques, soit à 15 °C seulement, soit plus rarement à 15 et 24 °C. Nous avons montré, au moins chez le blé « Etoile de Choisy », qu'il n'y avait pas migration du virus d'une zone infectée à une zone non infectée d'une feuille inoculée par le VMMD<sub>B</sub> (HARIRI & LAPIERRE, 1981). Les phénomènes qui aboutissent à la localisation et à la résistance ne semblent pas dissociables (LOEBENSTEIN, 1972 ; SELA, 1981). On peut donc considérer qu'à 15 °C, les variétés de type II et III présentent probablement une réaction d'hypersensibilité. A 24 °C, lorsque l'infection est possible à 15 °C, on observe dans certains cas une réaction d'hypersensibilité (type II). Un phénomène analogue a été décrit pour le couple Tomato Bushy Stunt Virus-*Gomphrena globosa* L. par PENNAZIO *et al.* (1976). Chez les variétés de type III et IV, bien que le virus reste localisé à 24 °C, aucun symptôme n'est observé. Pour ce type de variétés, on observe clairement le découplage localisation-nécrose comme il a pu être montré dans le cas du virus de la mosaïque du tabac (VMT) inoculé à des cotylédons de cotonnier (CHEO, 1970). Cette limitation thermique de la multiplication virale dans la feuille inoculée est liée au génotype de l'hôte et peut être envisagée à différentes étapes de l'infection virale.

— Lors de la décapsidation du virus parental : cette décapsidation est considérée comme un phénomène non spécifique (GAARD & DE ZOETEN, 1979) ; les sous-unités capsidiales pourraient cependant interagir avec une molécule de l'hôte, particulièrement à 15 °C, et aboutir à un blocage de la multiplication.

— On peut aussi proposer qu'une ou plusieurs espèces moléculaires de l'hôte interviennent d'une manière négative ou positive, soit au niveau de la réplication virale proprement dite, soit au niveau de la translocation du matériel infectieux de cellule à cellule. La ou les molécules ne seraient respectivement inactivées ou disponibles qu'à 24 °C chez certaines lignées de blé. Chez la tomate infectée à 32 °C par le mutant thermosensible L S1 (NISHIGUSHI *et al.*, 1978), il n'y a pas de migration du virus de cellule à cellule (NISHIGUSHI *et al.*, 1980). La protéine 30 000 codée par le VMT pourrait être impliquée dans ce phénomène (LEONARD & ZAITLIN, 1982). Une molécule de ce type, codée par le VMMD, pourrait interagir avec une molécule

de l'hôte. Cette interaction aurait une thermosensibilité liée à la variété de blé utilisée.

L'étude de la cinétique de la multiplication virale, après transfert de température de 24 °C vers 15 °C de feuilles puis de protoplastes infectés issus de variétés de type IV, devrait permettre de préciser le rôle de ces molécules de l'hôte.

L'infection systémique comme l'infection locale est dépendante de la température. La généralisation du virus dans la plante requiert plus fréquemment encore une température élevée (17 cas sur 22) que pour les infections locales (4 cas sur 11) (tabl. 5). La nécessité de maintenir les plantes à haute température pour obtenir une infection systémique a été décrite pour de nombreux couples virus plantes : VMT-Tabac NN (SAMUEL, 1931) Southern Bean Mosaic Virus-*Vigna unguiculata* L. (KUHN & ADAMS, 1976) mais aussi pour les infections doubles (Virus de la Mosaïque striée de l'orge et le VMT sur orge) pour lesquelles un des virus n'est pas systémique seul (HAMILTON & DODDS, 1970).

Certains gènes contrôlant soit la localisation d'un virus, soit l'invasion d'une plante ont été mis en évidence. En particulier le gène N responsable de la localisation du VMT chez le tabac est dominant (VALLEAU, 1952) ; il en est de même du gène Mv permettant l'infection systémique du Cowpea Chlorotic Mottle Virus (CCMV) souche T, chez *Vigna unguiculata* L. (KUHN *et al.*, 1981). Le mode d'action de ces gènes et le rôle de la température sur leur activité restent à découvrir. Dans le cas du VMT en complexe avec le virus de la Mosaïque striée de l'orge sur orge, la température supra-optimale à laquelle est soumise la plante est supposée avoir un effet de stress qui contribue à la réalisation du processus d'invasion (HAMILTON & DODDS, 1970). Une hypothèse plus précise a été proposée par MARTIN *et al.* (1973) pour expliquer la localisation du virus dans des tabacs NN infectés par le VMT. Ces auteurs ont observé l'accumulation de polyamines conjuguées à des dérivés de l'acide cinnamique (appelés phénolamides) lors de la réaction d'hypersensibilité. Chez un autre tabac incapable de fleurir et contenant peu ou pas de phénolamides, l'infection par le VMT entraîne l'apparition de nécroses sans localisation du virus mais aussi sans synthèse détectable de ces molécules (MARTIN & MARTIN-TANGUY, 1981).

Des dosages du VMMD<sub>B</sub>, à 24 °C, pour les variétés de blé à infection locale ou systémique limitées à cette température (types IV et V, VI, XII), sont à envisager. La comparaison des concentrations observées par rapport à celles que l'on peut mettre en évidence chez les variétés multipliant le virus

TABLEAU 9

Présentation synthétique des types de réaction de blé à l'infection par le VMMD<sub>B</sub>.  
Overall reaction types of wheat varieties towards CMMV-wheat.

Type de réaction	Nombre de lignées		Nombre total de lignées
	<i>T. aestivum</i>	<i>T. turgidum</i>	
Immunité	0	3	3
Infection locale	avec symptômes	7	11
	sans symptômes	4	
Infection systémique	avec symptômes	7	22
	sans symptômes	13	
Total	31	5	36

à 15 et 24 °C, permettra de mieux caractériser cet effet thermique en le liant éventuellement à des concentrations particulières de phénolamides.

Pour environ un tiers des variétés de blé (8/22), l'infection systémique s'accompagne de symptômes de mosaïque dont les conditions d'expression sont diverses (tabl. 9). Les 5 variétés de blé infectées d'une manière systémique à 15 °C expriment ces symptômes de mosaïque alors que seules, 3 sur les 17 variétés à infection systémique uniquement à

24 °C, expriment ces mêmes symptômes. Certaines variétés développent ce type de symptôme, avec ou sans transfert de température, à 15 et 24 °C (2 variétés), à 24 °C (4 variétés) ou encore à 15 °C (6 variétés). Parmi ces 6 dernières variétés, 3 exigent un passage à 24 °C, ce qui permet, pour 2 d'entre elles, leur infection systémique. Cet envahissement irréversible se maintient à 15 °C, température à laquelle l'expression de la mosaïque est possible. Au contraire, pour une autre variété (type VIII), l'induction de la mosaïque

TABLEAU 10

Origine des blés étudiés.  
Origin of the wheat varieties studied.

A. Blés hexaploïdes				
Numéro de collection Versailles	Type de développement (1)	Nom	Origine généalogique	Pays de provenance
VT-424	H	Carala	Sélection dans Alabama Bluestem	U.S.A.
VT-1275	H	F-4970 (3)	—	Roumanie
VT-147	H	Etoile de Choisy (2)	Mondésir/Ardito//Mouton à épi rouge/ K3/3/M à épi rouge	France
VT-1492	H	Rouge de Bordeaux (2)	Sélection dans Noé (croisement naturel ?)	France (XIX <sup>e</sup> siècle)
VT-1410	H	Népal 86	Sélection dans population	Népal
VT-1774	H	Arminda (2)	Carstens 851/Ibis	Pays-Bas (1971)
VT-2080	H	Rusalka (3)	—	Bulgarie
VT-1882	P	Mahon Desmias	Sélection dans population	Baléares
VT-108	H	Noé (2)	Sélection dans population	France (XIX <sup>e</sup> siècle)
VT-111	H	Blé de la Vallouise (2)	Sélection dans population	France
VT-138	H	Cappelle (2)	Vilmorin 27/Hybride du Joncquois	France (1946)
VT-335	H	NS 324	R 37/Gohlo 121	Yougoslavie
VT-2062	H	Lignée 2	<i>Triticum spelta</i> (Sélection dans population)	Inconnue
VT-143	H	Capitole (2)	Cappelle//80-3/Etoile de Choisy	France (1964)
VT-1230	H	Hardi (2)	Cappelle//Cappelle/Thatcher	France (1969)
VT-1255	H	Hybride de Bersée (2)	Alliés/Vilmorin 23	France (1936)
VT-1533	H	Rudi (2)	Abondance/Cappelle//Petit Quinquin Côte-d'Or/3/Cappelle/Etoile de Choisy	France (1976)
VT-1710	H	Barbu du Yamong 685 (2)	—	Chine
VT-1420	H	1712-166	6 349/Erythrospermum 15//Skorospelka	Bulgarie
VT-1282	H	Mironovskaya 808 (3)	—	U.R.S.S.
VT-1750	H	Atou (2)	Cappelle/Garnet	France (1971)
VT-1778	H	Rivoli (2)	Champlein/Reso	France (1976)
VT-1148	P	Mexipak 65	Penjamo « S »/Gabo 55	Mexique
VT-2064	H	Rouge de Saint-Ciergue (2)	Sélection dans population	France
VT-1484	H	—	Nugaines/Ga 1123//Reed	U.S.A.
VT-1491	H	Maris Hobbit (2)	Pr. Marchal/Marne/VG 9144/3/T.J.B. 16	Angleterre (1977)
VT-1088	P	Kolibri (2)	Heine 2174/Peko//Koga II	Allemagne (1972)
VT-142	H	Champlein (2)	Tadépi/Yga	France (1959)
VT-1111	P	—	12 300/2/Massaux « S »/Gaboto/3/S.64/4/ TZPP/Nainari 60	Mexique
VT-1133	P	Lafron (3)	—	U.S.A.
VT-1579	P	Bastion (2)	H 12//H 35/Mara	Pays-Bas (1976)

B. Blés tétraploïdes *Triticum turgidum* L. (3)

		Nom	Groupes variétaux	
VD-225	P	Rampton Rivet	<i>turgidum</i>	Angleterre
VD-204	P	Pourpre de l'Oregon	<i>turgidum</i>	U.S.A.
VD-14	P	BD 1499	<i>turgidum</i>	Ethiopie
VD-18	P	Vernal	<i>dicoccon</i>	Suisse
VD-31	P	—	<i>carthlicum</i>	Egypte

(1) Type de développement : H = Hiver, P = Printemps.

(2) Blés cultivés ou ayant été cultivés en France, la date d'inscription au catalogue français ou la période de culture sont indiqués entre parenthèses dans la dernière colonne.

(3) Origines généalogiques inconnues.

doit se faire à 15 °C pour qu'elle puisse se maintenir à 24 °C.

Il n'y a donc pas de lien direct entre la température à laquelle une lignée est envahie d'une façon systémique et la température à laquelle s'exprimera une éventuelle mosaïque. Chez le blé infecté par le VMMD<sub>B</sub>, l'interaction entre le produit d'un gène viral et une molécule de l'hôte aboutissant à l'expression de symptômes de mosaïque, présente une très grande gamme de sensibilité à la température. En conséquence, on peut envisager que certaines des 14 lignées de type V et VI, n'exprimant pas de réaction foliaire à 15 °C et 24 °C, développent, à des températures supérieures à 24 °C ou inférieures à 15 °C, avec ou sans transfert de température, des symptômes de mosaïque. De même que pour l'infection systémique, les mécanismes qui aboutissent à l'expression des symptômes de mosaïque sont

mal connus. Pour le couple CMMV. T-*Vigna unguiculata* L., lors de croisements entre variétés à infection locale et généralisée, on ne retrouve pas dans la descendance (F2) d'individus à infection systémique sans symptôme (KUHN *et al.*, 1981). Au contraire, comme chez le tabac possédant le gène Tm1 (FRASER & LOUGHUN, 1980), des lignées de blé peuvent être infectées d'une façon systémique sans présenter de symptôme foliaire. Des croisements entre les lignées de types V et VI et VII et XII permettraient d'analyser les composants génétiques de ces caractères et de préciser le rôle de la température.

Reçu le 12 février 1982.  
Accepté le 26 avril 1982.

#### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Catherall P. L., Chamberlain, Judith A., 1977. Relationships, host-ranges and symptoms of some isolates of Phleum Mottle Virus. *Ann. appl. Biol.*, **87**, 147-157.
- Cheo P. C., 1970. Subliminal infection of cotton by Tobacco Mosaic virus. *Phytopathology*, **60**, 41-46.
- Fraser R. S. S., Loughlin S. A. R., 1980. Resistance to Tobacco Mosaic Virus in Tomato: Effects of the Tm-1 Gene on Virus multiplication. *J. gen. Virol.*, **48**, 87-96.
- Gaard G., de Zoeten G. A., 1979. Plant virus uncoating as a result of virus-cell wall interactions. *Virology*, **96**, 21-31.
- Hamilton R. I., Dodds J. A., 1970. Infection of Barley by Tobacco Mosaic Virus in single and mixed infection. *Virology*, **42**, 266-268.
- Hariri Dj., 1982. *Contribution à l'étude des virus des graminées « Virus de la Mosaïque Modérée du Dactyle » souche blé (VMMD<sub>B</sub>)*. Thèse Doct. Etat: Univ. Paris Sud-Orsay.
- Hariri Dj., Lapierre H., 1977. Le virus de la Nécrose et Mosaïque du Dactyle (*Dactylis glomerata* L.). *Ann. Phytopathol.*, **9** (3), 281-286.
- Hariri Dj., Lapierre H., 1979a. Types de liaisons responsables de la stabilité d'un virus du groupe Phleum Mottle Virus. *C. R. Acad. Sci. Série D*, Paris, **288**, 721-724.
- Hariri Dj., Lapierre H., 1979b. Etude de la concentration d'une souche de virus de la Mosaïque Modérée du Dactyle (VMMD<sub>B</sub>) dans le Dactyle (*Dactylis glomerata* L.) et le Blé (*Triticum aestivum* L.). *Ann. Phytopathol.*, **11** (2), 251-258.
- Hariri Dj., Lapierre H., 1981. Comportement d'une variété de blé (*Triticum aestivum* L.) vis-à-vis du virus de la Mosaïque Modérée du Dactyle souche blé. *Agronomie*, **1** (5), 391-398.
- Huth W., 1968. Untersuchungen über ein neues Virus von *Dactylis glomerata*, Cocksfoot Mosaic Virus. *Phytopathol. Z.*, **62**, 300-303.
- Kuhn C. W., Adams D. B., 1976. Synthesis and movement of Southern Bean Mosaic Virus in cowpea hosts with virus-induced necrotic local lesions. *Phytopathology*, **66**, 1298-1301.
- Kuhn C. W., Wyatt S. D., Brantley B. B., 1981. Genetic control of symptoms, movement and virus accumulation in cowpea plants infected with cowpea chlorotic mottle virus. *Phytopathology*, **71**, 1310-1315.
- Leonard D. A., Zaitlin M., 1982. A temperature-sensitive strain of Tobacco Mosaic Virus Defective in Cell-to-Cell Movement Generates an Altered Viral-Coded Protein. *Virology*, **117**, 416-424.
- Loebenstein G., 1972. Localization and Induced Resistance in Virus-Infected Plants. *Annu. Rev. Plant Pathol.*, **10**, 177-206.
- Martin C., Martin-Tanguy Josette, 1981. Polyamines conjuguées et limitation de l'expansion virale chez les végétaux. *C. R. Acad. Sci. Sér. III*, Paris, **293**, 249-251.
- Martin-Tanguy Josette, Martin C., Gallet M., 1973. Présence de composés aromatiques liés à la putrescine dans divers *Nicotiana* virosés. *C. R. Acad. Sci. Sér. D*, Paris, **276**, 1433-1435.
- Nishigushi M., Motoyoshi F., Oshima N., 1978. Behaviour of a temperature-sensitive strain of Tobacco Mosaic Virus in Tomato Leaves and Protoplasts. *J. gen. Virol.*, **39**, 53-61.
- Nishigushi M., Motoyoshi F., Oshima N., 1980. Further Investigation of a temperature-sensitive strain of Tobacco Mosaic Virus: Its behaviour in Tomato Leaf Epidermis. *J. gen. Virol.*, **46**, 497-500.
- Paul H. L., Huth W., Querfuth G., 1974. Cocksfoot Mild Mosaic Virus Phleum Mottle Virus: a comparison. *Intervirology*, **2**, 253-260.
- Paul H. L., Querfurth G., Huth W., 1980. Serological studies on the relationships of some isometric viruses of Gramineae. *J. gen. Virol.*, **47**, 67-77.
- Pennazio S., Redolfi P., Martin C., 1976. Hypersensitivity of *Gomphrena globosa* to Tomato Bushy Stunt Virus. *Phytopathol. Z.*, **87**, 161-170.
- Samuel E., 1931. Some experiments on inoculating methods with plant viruses and local lesions. *Ann. appl. Biol.*, **18**, 404-507.
- Schumann K., 1969. Untersuchungen zum Wirtspflanzenkreis des Strichel Virus des Knaulgrases. *Arch. Pflanzensch.*, 381-397.
- Sela I., 1981. Plant-virus interactions related to resistance and localization of viral infections. *Adv. Virus Res.*, **26**, 201-237.
- Serjeant E. P., 1964. Cocksfoot Mottle Virus. *Plant Pathol.*, **13**, 23-24.
- Smith K. M., 1952. A virus disease of Cocksfoot. *Plant Pathol.*, **1**, 118.
- Storey I. F., 1952. Mosaic in Cocksfoot. *Plant Pathol.*, **1**, 101.
- Torrance Lesley, Harrison B. D., 1981. Properties of Scottish isolates of Cocksfoot Mild Mosaic Virus and their comparison with others. *Ann. appl. Biol.*, **97**, 285-295.
- Valleau W. D., 1952. The evolution of susceptibility to Tobacco Mosaic in *Nicotiana* and the origin of the Tobacco Mosaic Virus. *Phytopathology*, **42**, 40-42.
- Voller A., Bartlett A., Bidwell D. E., Clark M. F., Adams A. N., 1976. The detection of viruses by Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA). *J. gen. Virol.*, **33**, 165-167.