

## Evaluation du niveau de résistance intrinsèque de différentes espèces de légumineuses cultivées, à *Aphanomyces euteiches*

A.Moussart<sup>(1)</sup>, M.N. Even<sup>(1)</sup>, B. Tivoli<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> UNIP/ INRA Agrocampus ouest Université de Rennes1 UMR BiO3P, Rennes

<sup>(2)</sup> INRA Agrocampus ouest Université de Rennes1 UMR BiO3P, Rennes

Contact : anne.moussard@rennes.inra.fr – 06.85.85.00.58

---

***Ce document est une synthèse des données obtenues suite à différents criblages. Il vise à aider les agriculteurs dans le choix des espèces et variétés de légumineuses à implanter, notamment dans les parcelles recevant du pois et/ou infestées par A. euteiches. Toute utilisation de renseignements figurant dans le document, doit faire l'objet d'une demande auprès des auteurs.***

---

La pourriture racinaire due à *A. euteiches* est la maladie tellurique la plus préjudiciable sur pois. Plusieurs espèces de légumineuses sont hôtes du pathogène (Moussart et *al.*, 2008). Ces espèces de légumineuses présentent différents niveaux de résistance et peuvent donc être plus ou moins affectées par la maladie. Tout comme le pois, les légumineuses sensibles sont susceptibles de multiplier l'inoculum dans le sol même en l'absence de symptômes sur les parties aériennes.

Afin de préserver ou d'améliorer l'état sanitaire des sols, il est donc indispensable de bien connaître les espèces hôtes du pathogène ainsi que la variabilité de sensibilité/résistance à la maladie existant au sein de chaque espèce.

Dans le cas du pois protéagineux et de la féverole, légumineuses les plus cultivées en France, les niveaux de résistance sont systématiquement évalués dès l'inscription des variétés. Les informations relatives à d'autres espèces de légumineuses (lentille, vesce, trèfle, luzerne, gesse, sainfoin et fenugrec) ont été obtenues suite à 2 séries de criblages. Le premier criblage, réalisé en 2007 a permis d'identifier les espèces hôtes du pathogène en utilisant une gamme de génotypes représentant la variabilité pouvant exister au sein de chaque espèce. Seules quelques variétés cultivées en France étaient donc représentées. Un second criblage, réalisé en 2010, a permis d'évaluer une gamme plus large de variétés au sein de plusieurs espèces de légumineuses cultivées en France.

## Méthode d'évaluation du niveau de résistance à *Aphanomyces*

Les criblages variétaux pour la résistance à *Aphanomyces* ont été réalisés en conditions contrôlées à 25°C dans un substrat artificiel (vermiculite), selon le protocole décrit par Moussart *et al.*, 2008. Deux génotypes de pois, l'un sensible (Baccara) et l'autre partiellement résistant (PI180693), ont systématiquement été utilisés comme témoins.

### *Doses d'inoculum*

#### - Cas du pois

Le pois étant une espèce très sensible, la dose d'inoculum utilisée ( $10^3$  zoospores/plante) permet de mettre en évidence d'éventuels niveaux de résistance sachant que la résistance partielle peut ne pas s'exprimer si la pression d'inoculum est trop importante.

#### - Cas des autres légumineuses

Les deux séries de criblages (2007 et 2010) ont été réalisées sous forte pression d'inoculum ( $2.4 \cdot 10^4$  zoospores/plante), l'objectif étant d'identifier des espèces hôtes et donc de s'assurer que l'absence de symptôme n'est pas due à une trop faible pression d'inoculum. A partir des résultats ainsi obtenus, un certain nombre de variétés sensibles et/ou partiellement résistantes appartenant aux différentes espèces de légumineuses hôtes ont ensuite été sélectionnées et criblées en utilisant une dose plus faible (dose utilisée pour le pois). Ce dernier criblage a permis de comparer à doses égales, le niveau de sensibilité de ces légumineuses à celui du pois.

### *Echelle de notation*

L'intensité des symptômes sur le système racinaire des plantes est notée selon une échelle de 0 (absence de symptômes) à 5 (plante morte).

La forme de reproduction sexuée et de conservation du pathogène (oospores) est observée dans les racines à partir d'une note de maladie supérieure à 1.

**Pois (*Pisum sativum*)****Pois protéagineux**

Les variétés de pois protéagineux sont toutes **très sensibles** à l'Aphanomyces (données non présentées). La variété de pois d'hiver Enduro présente une résistance partielle de faible niveau mais insuffisante.

**Recommandations**

Les recommandations relatives à la culture du pois en lien avec le niveau d'infestation des parcelles sont présentées dans la fiche pratique Arvalis-UNIP 2010.

**Pois fourrager**

Sept variétés de pois fourrager ont été évaluées en 2010 (faible pression d'inoculum)

**Résultat du criblage 2010**

Groupe	SNK	Moyenne	Ecart-type	Variété
A		4.0	0.0	Baccara (témoin pois sensible)
A		3.9	0.1	Picar
B		3.4	0.1	Arvika
B		3.3	0.4	Mély
B		3.3	0.3	Gali
B		3.1	0.1	Assas
B		3.1	0.4	Lisa
B		2.9	0.3	Enduro (témoin)
B		2.9	0.2	Arkta
C		1.8	0.6	AeD990SW50 (témoin pois résistant)
C		1.6	0.3	PI180693 (témoin pois résistant)

**Commentaires**

Parmi les 7 variétés de pois fourrager évaluées en 2010, 6 présentent un niveau de résistance proche de celui de la variété de pois protéagineux actuellement la moins sensible : Enduro. La variété 'Picar' est très sensible.

Les variétés de pois fourrager évaluées peuvent donc, au même titre que le pois protéagineux, subir des dégâts importants en parcelles moyennement à fortement infestées (PI>1.5) et contribuer à augmenter la quantité d'inoculum dans le sol, quel que soit le niveau d'infestation de la parcelle.

**Recommandations**

Eviter le pois fourrager dans les parcelles moyennement à fortement infestées (PI>1.5).

Dans les parcelles saines ou faiblement infestées, privilégier des variétés telles que Arkta, Lisa ou Assas. Eviter Picar.

**Féverole (*Vicia faba*)**

Les variétés de féverole du catalogue français (évaluées sous forte pression d'inoculum) présentent toutes des **niveaux très élevés de résistance partielle**, pouvant être assimilés dans la majorité des cas à de la **résistance totale**.

**Recommandations**

Sur la base de nos connaissances actuelles, les variétés de féverole présentées au catalogue français peuvent être cultivées dans les parcelles infestées par *A. euteiches*.

**Lentille (*Lens culinaris*)****Résultats des criblages 2007 et 2010 (forte pression d'inoculum)**

Treize variétés de lentilles ont été évaluées dont 11 en 2007 et 2 en 2010.

**▪ Criblage 2007**

Groupe SNK	Moyenne	Ecart-type	Variété
A	4.6	0.0	Baccara (témoin pois sensible)
A	4.6	0.1	Rosana
A	4.5	0.5	Blondette
A	4.5	0.2	Naslada
A	4.5	0.0	Yoyette
A	4.5	0.0	Dora
A	4.5	0.3	Nigrican
A	4.4	0.3	Rose
A	4.3	0.4	Flora
A	4.3	0.1	Cilaos
A	4.3	0.1	Anicia
A	4.2	0.0	Santa
B	3.8	0.0	PI180693 (témoin pois résistant)

**▪ Criblage 2010**

Groupe SNK	Moyenne	Ecart-type	Variété
A	4.7	0.2	Lentillon rose d'hiver
B	4.4	0.3	Baccara (témoin pois sensible)
B	4.2	0.2	Anicia (témoin lentille sensible)
B	4.2	0.2	Lentille fourragère
C	3.6	0.3	PI180693 (témoin pois résistant)

**Comportement d'une gamme de variétés sensibles, sous plus faible pression d'inoculum**

Six variétés de lentille sensibles sous forte pression d'inoculum ont été évaluées sous plus faible pression d'inoculum

Groupe SNK	Moyenne	Ecart-type	Variété
A	4.1	0.3	Lentille fourragère
A	4.0	0.3	Rosana
A	3.9	0.3	Baccara (témoin pois sensible)
A	3.8	0.5	Flora
A	3.7	0.5	Santa
A	3.7	0.5	Lentillon rose d'hiver
A	3.7	0.5	Anicia
B	1.9	0.5	PI180693 (témoin pois résistant)

***Commentaires***

Toutes les variétés de lentille évaluées en 2007 et 2010 sont **sensibles** à *A. euteiches*. Ces variétés restent très sensibles, du niveau du témoin pois sensible 'Baccara', lorsque la dose d'inoculum est plus faible. Cette espèce, au même titre que le pois, peut donc subir des dégâts importants en parcelle moyennement à fortement infestées (PI>1.5) et contribuer à augmenter la quantité d'inoculum dans le sol, quel que soit le niveau d'infestation.

***Recommandations***

Au champ, des dégâts très importants sur lentille ont déjà été signalés. Eviter si possible la lentille dans les parcelles infestées ou privilégier les parcelles faiblement infestées (PI>1.5).

La lentille pouvant augmenter le niveau d'infestation des parcelles, tenir compte de cette culture dans les calculs de fréquence de retour du pois.

**Trèfle (*Trifolium repens* et *T. pratense*)****Résultats des criblages 2007 et 2010 (forte pression d'inoculum)**

En 2007, 24 variétés de trèfle dont 18 variétés de *T. repens* et 6 de *T. pratense* ont été évaluées. En 2010, 7 nouvelles variétés de trèfle ont été ajoutées à cette liste.

## ▪ Criblage 2007

Groupe	SNK	Moyenne	Ecart-type	Variété		
A		4.9	0.0	Baccara (témoin pois sensible)		
B		4.0	0.0	PI180693 (témoin pois résistant)		
C		2.8	0.7	Podrowa		
C	D	2.7	0.2	Luclair		
C	D	E	2.2	0.2	Rivendel	
C	D	E	F	1.9	0.4	Aran
C	D	E	F	1.9	0.5	Merwi
	D	E	F	1.8	0.3	Grasslands Huia
	D	E	F	1.7	0.3	Abercrest
	D	E	F	1.6	0.6	Abervantage
	D	E	F	1.6	0.4	California ladino
	D	E	F	1.5	0.3	Grasslands Tahora
	D	E	F	1.5	0.2	Régal
	D	E	F	1.5	0.3	NFG Gigant
	D	E	F	1.5	0.5	Sonja
	D	E	F	1.5	0.0	Grasslands Demand
	D	E	F	1.5	0.3	Menna
	D	E	F	1.4	0.2	Seminole
		E	F	1.3	0.4	Mistral
		E	F	1.1	0.1	Larus
		E	F	0.9	0.1	Lune de mai
		E	F	0.9	0.2	Tara
		F		0.8	0.3	Sacramento
		F		0.8	0.4	Lemmon
		F		0.8	0.2	Merviot

## ▪ Criblage 2010

Groupe	SNK	Moyenne	Ecart-type	Variété
	A	4.4	0.3	Baccara (témoin pois sensible)
	B	3.6	0.3	PI180693 (témoin pois résistant)
	C	1.4	0.4	Balansa
D	C	1.2	0.3	Trèfle d'Alexandrie
D	C	1.1	0.2	Trèfle Incarnat
D	C	1.0	0.9	Rivendel (témoin trèfle)
D	E	0.8	0.4	Giga
F	E	0.4	0.4	Trincat
F	E	0.4	0.4	Aberdaï
F	E	0.3	0.2	Diplo
F	E	0.3	0.2	Formica
F		0.2	0.3	Merviot (témoin trèfle)

**Comportement d'une gamme de variétés sous plus faible pression d'inoculum**

Dix variétés de trèfle ont été choisies pour être évaluées sous plus faible pression d'inoculum.

Groupe	SNK	Moyenne	Ecart-type	Variété
A		3.9	0.3	Baccara (témoin pois sensible)
B		1.9	0.5	PI180693 (témoin pois résistant)
C		0.5	0.4	Balansa
C		0.5	0.5	Rivendel

D	0.0	0.0	Trincat
D	0.0	0.0	Merviot
D	0.0	0.0	Lemmon
D	0.0	0.0	Giga
D	0.0	0.0	Mistral
D	0.0	0.0	Lune de Mai
D	0.0	0.0	Trèfle Incarnat
D	0.0	0.0	Trèfle d'Alexandrie

### **Commentaires**

Les variétés de trèfle évaluées présentent globalement de **très bons niveaux de résistance** partielle pouvant dans certains cas être assimilés à de la **résistance totale** (cas des variétés Lune de mai, Tara, Sacramento, Lemmon, Merviot, Trincat, Giga, Aberdaï, Diplo, Formica). Seules quelques variétés (Podrowa, Luclair, Rivendel) sont un peu plus sensibles.

Sous plus faible pression d'inoculum, les variétés de trèfle criblées ne présentent pas ou très peu de symptômes.

### **Recommandations**

Au champ, aucun symptôme/dégât d'Aphanomyces n'a jamais été signalé sur trèfle. Les variétés de trèfle évaluées peuvent être cultivées dans les parcelles faiblement infestées. Privilégier les variétés les plus résistantes dans les parcelles moyennement à fortement infestées (PI>1.5), afin d'éviter une éventuelle augmentation de la quantité d'inoculum dans le sol.

## **Vesce commune (*Vicia sativa*)**

### **Résultats des criblages 2007 et 2010 (forte pression d'inoculum)**

Seize variétés de vesce commune ont été évaluées dont 16 en 2007 et 11 en 2010.

#### ▪ Criblage 2007

Groupe	Moyenne	Ecart-type	Variété
SNK			
A	4.7	0.3	Baccara (témoin pois sensible)
B	4.0	0.0	PI180693 (témoin pois résistant)
B	3.9	0.1	Amethyste
B	3.9	0.1	Safran
C	3.4	0.3	Granit
D	2.8	0.2	Cristal
D	2.7	0.1	Candy
D	2.7	0.2	Opale
D	2.6	0.4	Spinnelle
D	2.5	0.5	Jade
E	1.2	0.3	Platine
F	0.8	0.5	Marine
F	0.8	0.3	Pepite
G	0.3	0.3	Malachite
G	0.2	0.2	Corail
G	0.2	0.1	Catarina
G	0.1	0.1	Caravelle
G	0.0	0.0	Topaze

## ▪ Criblage 2010

Groupe	SNK	Moyenne	Ecart-type	Variété	
	A	4.4	0.3	Baccara (témoin pois sensible)	
	B	3.9	0.1	Bingo	
C	B	3.8	0.2	Améthyste (témoin vesce sensible)	
C	B	D	3.8	0.2	Caribou
C	E	D	3.6	0.3	PI180693 (témoin pois résistant)
	E	D	3.4	0.7	Savane
	E		3.3	0.2	Barvicos
	F	1.3	0.3	Delphi	
	G	0.2	0.2	Nacre	
	G	0.0	0.0	Capucine	
	G	0.0	0.0	Mikaela	
	G	0.0	0.0	Melissa	
	G	0.0	0.0	Scarlett	
	G	0.0	0.0	Topaze (témoin vesce résistant)	

### Comportement d'une gamme de variétés sensibles à partiellement résistantes, sous plus faible pression d'inoculum

L'ensemble des variétés sensibles à partiellement résistantes ont été évaluées sous plus faible pression d'inoculum.

Groupe	SNK	Moyenne	Ecart-type	Variété
	A	3.9	0.3	Baccara (témoin pois sensible)
	A	3.9	0.1	Bingo
B	A	3.5	0.5	Améthyste
B	C	3.2	0.6	Safran
D	C	2.8	0.6	Savane
D		2.6	0.8	Caribou
D	E	2.5	0.7	Barvicos
D	E	2.3	0.7	Opale
	E	1.9	0.5	PI180693 (témoin pois résistant)
	E	1.9	0.8	Cristal
	F	1.3	0.5	Jade
	F	1.3	0.5	Spinelle
	F	1.3	0.4	Candy
	F	0.9	0.7	Granit
	F	0.8	0.3	Delphi
	G	0.2	0.2	Pépite
	G	0.0	0.0	Nacre
	G	0.0	0.0	Malachite
	G	0.0	0.0	Platine
	G	0.0	0.0	Topaze
	G	0.0	0.0	Marine

### **Commentaires**

Les résultats des criblages 2007 et 2010, réalisés sous forte pression d'inoculum, montrent que la vesce présente des **variétés sensibles** (Bingo, Améthyste, Caribou, Safran, Savane, Barvicos, Granit) **partiellement résistantes** (Cristal, Candy, Opale, Spinelle, Jade, Delphi, Platine) et **totalemtent résistantes** (Nacre, Capucine, Michaëla, Melissa, Scarlett, Topaze, Marine, Malachite, Corail, Catarina, Caravelle). Les variétés sensibles et partiellement résistantes sont susceptibles d'être pénalisées par la maladie et pourraient multiplier l'inoculum dans le sol.

Parmi les variétés sensibles sous forte pression d'inoculum, certaines restent très sensibles lorsque la pression d'inoculum diminue (Bingo, Améthyste, Safran) et d'autres expriment un

certain niveau de résistance partielle (Savane, Caribou, Barvicos, Granit). Excepté dans le cas de la variété Granit, ce niveau de résistance partielle est équivalent à celui du témoin pois 'PI180693' et donc insuffisant. Enfin, les variétés identifiées comme partiellement résistantes sous forte pression d'inoculum ne présentent que très peu de symptômes lorsque la pression d'inoculum diminue.

### **Recommandations**

Au champ, aucun symptôme/dégât d'Aphanomyces n'a jamais été signalé sur vesce. Afin de vérifier les données obtenues en conditions contrôlées, il est donc **nécessaire de réaliser des observations complémentaires en conditions naturelles**. En l'absence de ces données complémentaires, il convient de rester prudent, notamment par rapport à une éventuelle augmentation de la quantité d'inoculum dans le sol. Dans les parcelles faiblement infestées ( $PI < 1.5$ ), la culture de la vesce partiellement résistante semble peu risquée mais privilégier si possible les variétés totalement résistantes. Dans les parcelles moyennement à fortement infestées, choisir des variétés totalement résistantes.

### **Luzerne (*Medicago sativa*)**

#### **Résultats des criblages 2007 et 2010 (forte pression d'inoculum)**

Vingt-huit variétés de luzerne ont été évaluées dont 24 en 2007 et 4 en 2010.

#### ▪ Criblage 2007

Groupe	SNK	Moyenne	Ecart-type	Variété
	A	4.7	0.1	Baccara (témoin pois sensible)
B	A	4.3	0.3	Anick
B	A	4.3	0.3	Villamayor
B	A	4.3	0.1	Krasnokutskaya
B	A	4.2	0.6	Pancrudo
B	A	4.2	0.3	Maron
B	A	4.1	0.0	Coussouls
B	A	4.0	0.3	M.Coerulea
B	A	4.0	0.0	Pool 5
B	A	4.0	0.0	Aragon
B	A	4.0	0.1	Mercedes
B	A	4.0	0.3	Luzelle
B	A	3.9	0.2	Flamande
B	A	3.9	0.1	PI180693 (témoin pois résistant)
B	A	3.9	0.0	Gabes
B	A	3.9	0.2	Provence
B	C	3.8	0.3	comète
B	C	3.8	0.3	Zenith
B	C	3.8	0.4	Alfagraze
B	C	3.7	0.4	Europe
B	C	3.7	0.1	Marais de Luçon
B	C	3.7	0.5	Barmed
B	C	3.7	0.0	Lodi
B	C	3.7	0.0	Natuswakaba
B	C	3.6	0.5	Crioula
	C	3.1	0.1	Malzeville

#### ▪ Criblage 2010

Groupe	SNK	Moyenne	Ecart-type	Variété
	A	4.5	0.3	Villamayor (témoin luzerne)
	A	4.4	0.3	Baccara (témoin pois sensible)
B	A	4.2	0.7	Malzeville
B	A	4.2	0.4	Symphonie
B		3.7	0.4	Timbale
B		3.7	0.5	Galaxie
B		3.6	0.3	PI180693 (témoin pois résistant)



Comportement d'une gamme de variétés sensibles sous plus faible pression d'inoculum  
Treize variétés de luzerne sensibles sous forte pression d'inoculum ont été évaluées sous plus faible pression d'inoculum

Groupe SNK		Moyenne	Ecart-type	Variété
	A	3.9	0.3	Baccara (témoin pois sensible)
B	A	3.2	1.6	Annick
B	C	2.6	1.3	Malzeville
B	C	2.5	1.4	Villamayor
B	C	2.4	0.4	Luzelle
B	C	2.4	0.8	Coussouls
B	C	2.3	0.7	Mercedes
B	C	2.3	0.9	Europe
B	C	2.1	0.7	Timbale
B	C	2.1	0.3	Zenith
B	C	2.0	0.4	Barmed
B	C	1.9	0.5	PI180693 (témoin pois résistant)
B	C	1.7	0.5	Symphonie
	C	1.6	0.9	Galaxie
	C	1.4	0.9	Comète

### **Commentaires**

Dans les conditions du test et sous forte pression d'inoculum, les variétés de luzerne évaluées sont toutes sensibles à l'Aphanomyces. Elles sont donc susceptibles de subir des dégâts en parcelle moyennement à fortement infestées ( $PI > 1.5$ ) et pourraient contribuer à augmenter la quantité d'inoculum dans le sol quel que soit le niveau d'infestation de la parcelle. Les variétés de luzerne évaluées sous plus faible pression d'inoculum présentent un certain niveau de résistance partielle, équivalent à celui du témoin pois partiellement résistant 'PI 180693'.

### **Recommandations**

Au champ, aucun symptôme/dégât d'Aphanomyces n'a jamais été signalé sur luzerne. Comme dans le cas de la vesce, il est donc **nécessaire de réaliser des observations complémentaires en conditions naturelles**. En l'absence de ces données complémentaires, il convient de rester prudent, notamment par rapport à une éventuelle augmentation de la quantité d'inoculum dans le sol. Privilégier si possible les parcelles faiblement infestées.

### **Autres légumineuses**

#### Résultat du criblage 2010 (forte pression d'inoculum)

En 2010, les niveaux de résistance/sensibilité de la gesse, du Sainfoin et du Fenugrec ont été évalués.

Groupe SNK	Moyenne	Ecart-type	Espèce/Variété
A	4.4	0.3	Baccara (témoin pois sensible)
B	3.7	0.2	Gesse Fourragère
B	3.6	0.3	PI180693 (témoin pois résistant)
B	3.5	0.5	Gesse cultivée N-Fix
C	1.9	0.4	Sainfoin
D	0.0	0.0	Fenu-Fix (Fenugrec Fourrager)
D	0.0	0.0	Fenugrec

Comportement des variétés sensibles sous plus faible pression d'inoculum

Les 5 variétés ont également été évaluées sous plus faible pression d'inoculum.

Groupe SNK	Moyenne	Ecart-type	Espèce/Variété
A	3.9	0.3	Baccara (témoin pois sensible)
B	2.3	0.5	Gesse Fourragère
B	2.2	0.6	Gesse cultivée N-Fix
B	1.9	0.5	PI180693 (témoin pois résistant)
C	0.0	0.0	Sainfoin

**Commentaires**

Parmi les autres légumineuses évaluées, la gesse et le sainfoin sont hôtes d'*A. euteiches* et la gesse semble être la plus sensible. Sous plus faible pression d'inoculum, la gesse présente une résistance partielle proche de celle du témoin pois partiellement résistant et le sainfoin ne présente aucun symptôme. Aucun symptôme n'a été observé sur Fenugrec, quelle que soit la dose d'inoculum utilisée. Toutefois, très peu de variétés ont été évaluées pour chaque espèce et il est donc difficile de tirer des conclusions à l'échelle de l'espèce.

**Recommandations**

Gesse : éviter les variétés évaluées dans les parcelles infestées par *Aphanomyces*.

Sainfoin : éviter les variétés évaluées dans les parcelles moyennement à fortement infestées (PI>1.5).

Fenugrec : les 2 variétés évaluées peuvent être cultivées dans les parcelles infestées par *A. euteiches*.

**Avertissement**

**Des recommandations ont été proposées pour les différentes espèces de légumineuses étudiées. Toutefois, dans le cas de la vesce et de la luzerne, ces recommandations sont amenées à évoluer. Des observations complémentaires en conditions naturelles sont en effet nécessaires dans le cas de ces deux espèces qui présentent des variétés sensibles mais pour lesquelles aucun symptôme de pourriture racinaire dû à *A. euteiches* n'a jamais été signalé au champ (contrairement à la lentille).**

**Remerciements**

Les auteurs remercient les sélectionneurs ayant fourni les semences : Serasem, Florimond-Desprez, Agri-Obtentions, Jouffray-Drillaud, Caussade, Sem-Partners,

**Références**

Moussart A., Even M.N. & Tivoli B. (2008). Reaction of genotypes from several species of grain and forage legumes to infection with a French pea isolate of the oomycete *Aphanomyces euteiches*. *European Journal of Plant Pathology* 122(3):321-333.

Arvalis Institut du Végétal, UNIP (2010). 'Le test *Aphanomyces* : Pour mieux gérer le risque de pourriture racinaire du pois' Fiche pratique 2010