

RESISTANCE VARIETALE : UN LEVIER EFFICACE CONTRE LA JAUNISSE DU COLZA. 3 ANNEES DE RESULTATS

Laurent Ruck¹, Emmanuel Jacquot², Arnaud Van Boxsom³

¹ Terres Inovia, Complexe agricole Mt Bernard, Rte Suippes, 51000 Châlons en Champagne, France ;

² PHIM, INRAE, CIRAD, Institut Agro, Univ Montpellier, Cirad TA A-120/K, Campus international de Baillarguet, 34398, Montpellier, France

³ Terres Inovia, Domaine du Magneraud, 17700 Saint-Pierre d'Amilly, France

RÉSUMÉ

La jaunisse du navet est une virose très fréquente sur colza en France. Transmise principalement par *Myzus persicae* sur colza, sa nuisibilité de 0.25 t/ha en moyenne peut atteindre 0.8 à 1.0 t/ha. Un seul insecticide est efficace aujourd'hui contre cette espèce de puceron qui est résistante aux pyréthrinoïdes et au pirimicarbe. Aussi, les variétés à résistance partielle sont un levier important pour limiter cette virose. Les essais conduits durant 3 campagnes avec LG Architect (variété résistante) et une référence sensible ont montré qu'en entrée d'hiver et au printemps la variété résistante était moins infectée par le virus que la variété de référence. La protection aphicide sur la variété à résistance partielle n'a jamais apporté de gain de rendement significatif y compris en situation de très forte pression virale à la différence de la référence sensible qui semble bénéficier de l'apport de solution insecticide pour limiter la perte de rendement sous pression virale.

Des essais d'évaluation variétale au champ conduits par Terres Inovia ont été utilisés pour compléter la caractérisation de variétés partiellement résistantes et étudier les variations de rendement entre les variétés résistantes et sensibles sous différentes pressions virales. Les résultats obtenus confirment le statut résistant des variétés annoncées résistantes mais mettent aussi en évidence la possibilité de l'existence d'autres mécanismes de résistance que la résistance partielle portée par LG Architect.

Mots-clés : colza, *Myzus persicae*, maladies virales, *Turnip yellows virus*, résistance variétale, insecticide, rendement.

ABSTRACT

Turnip yellows virus (TuYV) is the most prevalent virus reported in oilseed rape in France. Transmitted mainly by *Myzus persicae* on rapeseed, yield losses can reach 0.8-1.0 t/ha (average of 0.25 t/ha). Only one insecticide is still efficient against this aphid species, as *M. Persicae* clones resistant to pyrethroids and pirimicarb have recently emerged in natural populations. Thus, partial resistant rapeseed varieties are important levers to limit the impact of this viral disease on rapeseed production. Field trials, carried out during 3 growing seasons, showed that i) infection rates and viral accumulation in infected plants are lower in the resistant cv. LG Architect than in the susceptible referent cv. DK Exception, ii) the partial resistant phenotype of cv. LG Architect was described with both winter and spring leaf samples and iii) even under a severe viral pressure, insecticide sprays do not lead to yield gain for cv. LG Architect. To characterize the susceptible/resistant phenotype of rapeseed varieties (n= 15), Terres Inovia has run field trials and studied yield variations under low, moderate, and high viral pressures. One of the main conclusions of these trials, besides the characterization of resistant varieties, is the observation of a TuYV-resistant phenotype for several tested cultivars, which does not seem to be the one expressed by cv. LG Architect.

Keywords: oilseed rape, *Myzus persicae*, viral disease, *Turnip yellows virus*, resistance, insecticide, yield.

Contexte / introduction

Le virus de la jaunisse du navet (TuYV, genre *Polerovirus*, famille *Luteoviridae*), un virus qui induit des symptômes de jaunissement sur le colza (*Brassica napus*) (Shattuck 1992), est transmis principalement par le puceron *Myzus persicae* (puceron vert du pêcher) de manière persistante (Brault et al., 2010). Cette espèce de puceron est fréquemment décrite sur colza en France, plus particulièrement dans le centre et le nord du pays. Des enquêtes nationales ont mis en évidence que le TuYV est le virus le plus important infectant le colza en automne en France (Ballanger 1997, 2002). Ce virus est également présent sur colza dans de nombreux pays en Europe mais également en Australie, aux Etats Unis (Stevens M. 2008 ; AHDB 2020). Des essais, menés depuis 2010, ont montré qu'une perte de rendement moyenne de 0.25 t/ha peut être associée à la présence de TuYV (Ruck 2017). Cependant, des infections sévères au TuYV peuvent entraîner une perte de rendement pouvant atteindre 1.0 t/ha, comme signalé par Champagne-Céréales en 2010 (Ballanger 2011). Les infections précoces auront un impact plus important sur le rendement (Dewar et al, 2011). Avec le retrait des néonicotinoïdes en 2018, le seul insecticide efficace aujourd'hui contre *Myzus persicae* est le Tepeki (substance active (s.a.) flonicamide) (Ruck 2019). Le puceron vert est en effet résistant aux pyréthriinoïdes et au pirimicarbe (Ballanger, 1998, 2011 ; Fenton et al, 2010). Avec une seule solution insecticide efficace, et une très forte pression pucerons à l'automne 2018, la question de l'intérêt ou non de traiter les variétés résistantes s'est posée. Des essais menés par les organismes économiques (Agora, Cérèsia, Soufflet Agriculture et Vivescia) ont été réalisés.

Une partie de ces essais ont bénéficié d'un soutien financier de la part de l'AFB dans le cadre du projet ABCD-B, projet lauréat de l'appel à projet protection durable des cultures sans néonicotinoïdes.

La première variété de colza résistante à la jaunisse causée par le TuYV (LG Allison, [Limagrain]) est disponible sur le marché français depuis 2015. Plusieurs nouvelles variétés résistantes au TuYV ont été enregistrées en France les 2 années suivantes : LG Architect (2016) et LG Angelico (2017) [Limagrain], Temptation (2017) et Delice (2017) [DSV]. Enfin, Coogan ([RAGT], 2016) a été inscrite pour sa résistance au TuYV via le catalogue européen. Si la caractérisation des variétés de colza résistantes au TuYV est importante (Lüders 2017), la performance rendement et les critères historiques comme la résistance au phoma, à la verse sont essentiels pour assurer une productivité régulière et élevée (Van Boxsom 2019).

En complément de l'étude de l'impact de la protection aphicide sur une variété résistante au TuYV, Terres Inovia a évalué au champ l'impact de la jaunisse sur le rendement des variétés de son réseau post-inscription 2018 avec l'aide financière de l'UFS (Union Française des Semenciers) et des partenaires opérationnels. Le GEVES et Terres Inovia ont ensuite mis en place des essais spécifiques pour évaluer ce caractère. La liste des variétés résistantes au TuYV est actualisée chaque année sur le site de Terres Inovia (www.terresinovia.fr)

Matériel et méthodes

14 essais ont été menés sur 3 campagnes (2016/17, 2017/18 et 2018/19) avec les organismes économiques Agora, Cérèsia, Soufflet Agriculture et Vivescia pour évaluer si les nouvelles variétés décrites pour leur résistance au TuYV peuvent être une solution contre la jaunisse virale en testant leur performance par rapport à une protection aphicide.

Chaque essai inclut une variété résistante au TuYV (LG Architect) et une référence sensible (DK Exception). Les plantes ont été protégées ou non contre les pucerons (Proteus 0,625 l/ha; s.a.

thiaclopride & deltaméthrine – Horeme V200 0.2 kg/ha ; s.a. acetamipride ou Teppeki 0.1 kg/ha ; s.a. flonicamide selon la réglementation en vigueur). Chaque essai a été divisé en 12 ou 16 parcelles, avec trois ou quatre répétitions de chaque traitement. Les pulvérisations d'insecticides ont été appliquées lorsque le seuil de 20% de plantes infestées par les pucerons a été atteint sur la référence sensible (Tableau I).

Tableau I : partenaires et localisation des essais

Table I: partners and trials location

Partenaire	Campagne	Localisation (département)
Cérèsia	2016/17	Epoye (51), Verneuil sur Serre (02)
	2017/18	Epoye (51)
	2018/19	Serches (02)
Agora	2018/19	Mouchy le Chatel (60)
Soufflet Agriculture	2017/18	Viapres (10)
	2018/19	Nozay (10)
Vivescia	2016/17	Dizy le Gros (02), Cernon (51), Prusy (10), Montiers sur Saulx (55)
	2017/18	Courcy (51)
	2018/19	Isle sur Suippes (51), Vouziers (08)

Performance des variétés selon la présence du TuYV

Terres Inovia a mesuré au printemps 2018 la présence du virus TuYV dans les 52 essais de son réseau post-inscription et a étudié la variation du rendement (écart par rapport à la moyenne de l'essai) des variétés selon la pression virale.

Mesure de l'infection virale

Pour estimer le taux d'infection de chaque parcelle par le TuYV, 10 plantes (une feuille par plante) ont été échantillonnées : avant l'hiver (semaines 48 à 50) pour les 14 essais (dont 6 avec une estimation également au printemps) et au printemps au cours de la montaison pour les 52 essais d'évaluation variétale post-inscription.

Les plantes échantillonnées ont été prélevées de manière aléatoire dans les parcelles. L'état sanitaire de chaque échantillon a été déterminé à l'aide d'un test sérologique (test ELISA). La présence de TuYV a été validée par des mesures spectrophotométriques à l'aide d'un lecteur de plaques de microtitration. La charge virale des échantillons infectés a été estimée en utilisant une courbe standard produite avec des fractions diluées en série d'un contrôle infecté et sont exprimées en unités arbitraires (ua).

Analyses statistiques.

Toutes les analyses statistiques ont été effectuées à l'aide de SAS pour Windows 9.4. L'influence des différents paramètres sur le taux d'infection TuYV et la charge virale dans les plantes infectées a été modélisée par la fonction GLM. Si les modèles ont montré des différences significatives pour les variables testées, le test de Dunnett à un niveau de significativité de 5% a été effectué. Les différences de rendement ont été analysées à l'aide d'un test ANOVA.

Pour l'étude conduite au printemps 2018 sur la performance au champ d'une gamme élargie de variétés de colza selon la présence du TuYV : les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel R 3.5.1. Les effets variétés, essais et interactions variété:essai ont été testés et quantifiés grâce au modèle linéaire " Ecart de rendement = Variété + Essai + Variété: Essai", dont les hypothèses de normalité et d'homogénéité des variances ont été vérifiées.

Résultats

Une variété résistante est-elle aussi performante qu'une protection aphicide ?

L'essai situé à Prusy (2016/17) n'a pas atteint le seuil de 20% pour le traitement insecticide. Pour l'essai de Courcy (2017/18), les analyses n'ont pas pu être réalisées sur les prélèvements d'automne. Ces 2 essais ont donc été exclus des analyses. Le rendement de l'essai Vivescia d'Isle sur Suippes n'a pas été pris en compte car la pression puceron était si forte que des pertes de pieds ont été observées. Pour les 11 sites restants, les taux d'infection et la charge virale des plantes infectées ont été analysés en entrée hiver et comparés aux données de la variété de référence sensible. Ainsi, les essais ont été classés selon la charge virale moyenne entrée hiver (CVM) de la référence sensible non traitée pucerons (témoin) en 4 catégories avec 1 essai 'pression faible' (CVM<10), 3 essais 'pression moyenne' (CVM 10 à 20), 3 essais 'pression forte' (CVM 20 à 50) et 4 essais (3 pour le rendement) pression 'très forte' (CVM>50).

Tableau II : Pourcentage de plantes infectées, charge virale (en ua) et rendements pour différents niveaux de pression virose entrée hiver.

Table II: Percentage of infected plants, viral load (in au) and yields for different viral pressure before winter.

	Infection faible				Infection moyenne				Infection forte				Infection très forte			
	référence résistante		référence sensible		référence résistante		référence sensible		référence résistante		référence sensible		référence résistante		référence sensible	
	témoin	traité	témoin	traité	témoin	traité	témoin	traité	témoin	traité	témoin	traité	témoin	traité	témoin	traité
% plantes infectées	2.5	0	22.5	17.5	9	7	84	80	20.1	13.3	95	90.6	32	23.4	90	73.3
	b	b	a	a	b	b	a	a	b	b	a	a	b	b	a	a
Charge virale moyenne (ua)	0.1	0	3.2	1.8	0.43	0.25	10.4	7	1.8	0.9	27.6	24.8	17.2	11.5	78.3	57.5
	b	b	a	ab	c	c	a	b	b	b	a	a	b	b	a	a
Charge virale plantes infectées (ua)	0.8	0	10.8	9.7	2.6	0.4	12.2	9.2	5.1	5.9	29.6	26.5	40	26.6	79.9	71.6
	b	b	a	a	b	b	a	a	b	b	a	a	b	b	a	a
Rendement q/ha	44.1	45.2	44.6	43.8	47	47.6	43.8	44.8	49.9	51.8	46.8	49.7	45.5	45.1	45	46.7
	a	a	a	a	ab	a	c	bc	a	a	b	a	a	a	a	a

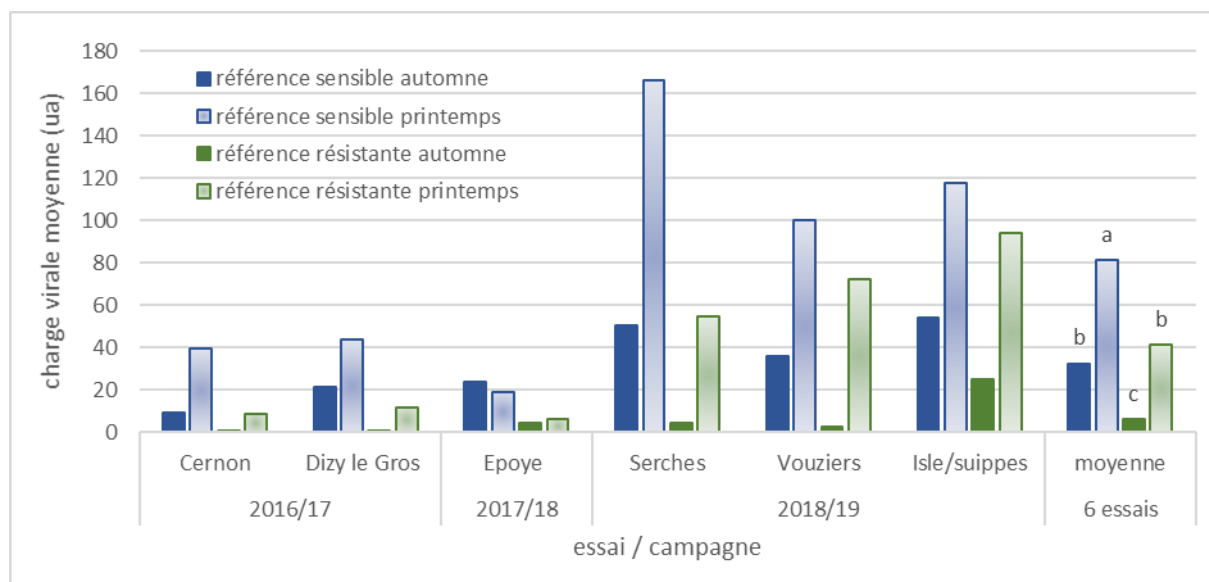
En l'absence de protection aphicide, la variété résistante présente, quelle que soit la pression virose, moins de plantes infectées. De plus, lorsque les plantes sont infectées, elles accumulent moins de virus et la protection insecticide ne permet pas de gain de rendement. Pour la variété sensible, la protection aphicide permet un gain de rendement pour les pressions moyennes et fortes ; en cas de très forte pression cet effet disparaît (infection virale probablement trop forte).

La charge virale augmente entre l'automne et le printemps mais pour la variété résistante elle reste toujours significativement inférieure à celle de la variété sensible, à l'automne comme au printemps.

L'évolution de la charge virale entre l'automne et le printemps est suivie sur LG Architect (résistante au TuYV) et DK Exception comme référence sensible, toutes deux non protégées contre les pucerons.

Figure 1 : Charge virale mesurée à l'automne et au printemps

Figure 1: Viral load in autumn and spring.



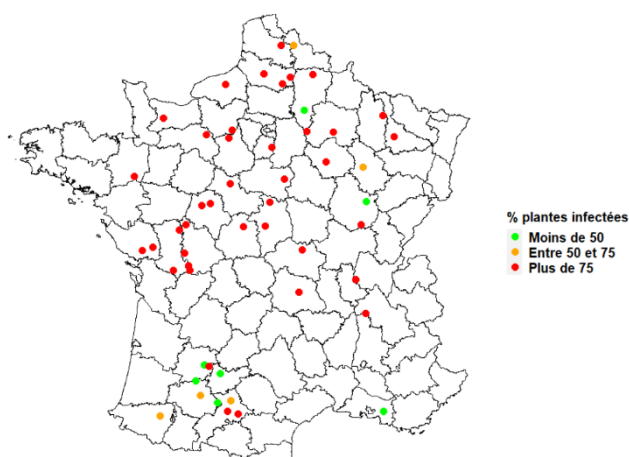
Les différentes lettres indiquent des différences significatives (Test de Dunnet P valeur <0.0001).

6 essais ont permis de comparer l'évolution de l'infection virale entre l'automne et le printemps sur la variété sensible et la variété résistante (Fig. 1). La pression virose a été très forte sur la campagne 2018/19. La charge virale est plus importante pour la variété sensible et augmente entre l'automne et le printemps. La charge virale moyenne de la variété résistante est plus faible mais elle augmente également entre l'automne et le printemps. La charge virale moyenne de la variété résistante reste néanmoins significativement plus faible que la variété sensible au printemps.

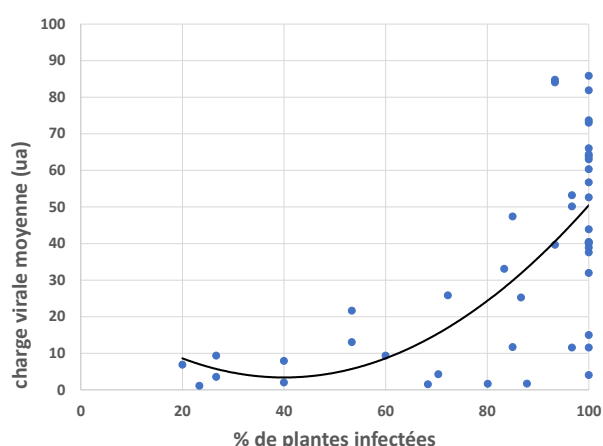
La référence résistante LG Architect a montré son intérêt pour lutter contre la jaunisse. Terres Inovia a souhaité étudier les performances rendement d'une gamme plus élargie de variétés face au TuYV. Ces performances ont été comparées à celles des références LG Architect et DK Exception.

Performance au champ d'une gamme élargie de variétés de colza selon la présence du TuYV

Figure 2 : Pourcentage de plantes infectées du témoin sensible au printemps
Figure 2: Percentage of plants infected in the susceptible control



Au printemps 2018, le virus était présent dans la majorité des sites étudiés (83% de plantes infectées en moyenne, figure 2). Cependant, la charge virale des plantes infectées varie fortement entre les sites (de 1 à 86 ua, charge virale moyenne = 35 ua) (Fig. 3).



L'analyse des données semble montrer que plus la proportion de plantes infectées augmente, plus la charge virale des plantes infectées augmente. La charge virale est plus discriminante que le pourcentage de plantes infectées pour classer les essais (Fig. 3).

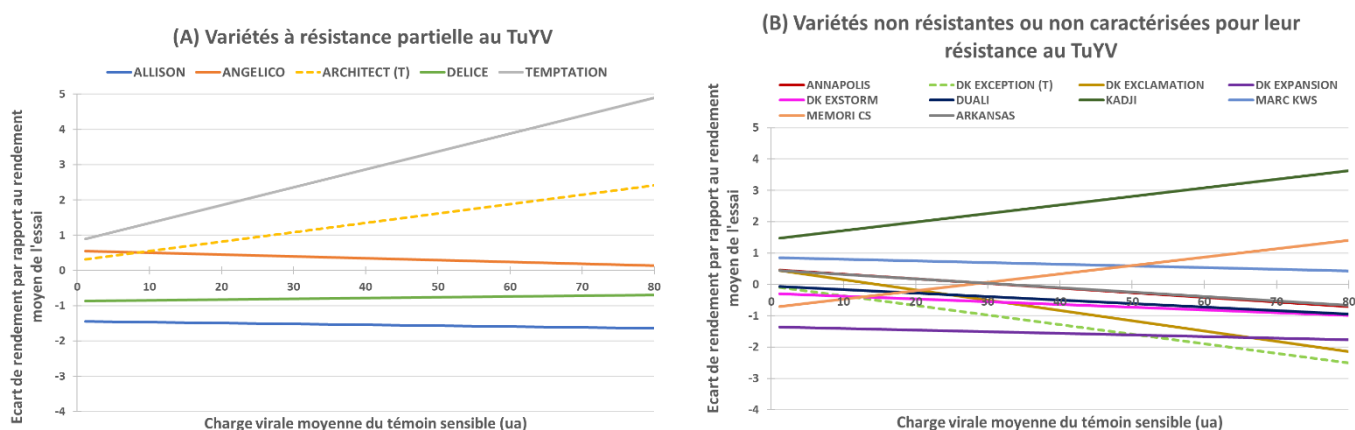
Figure 3 : Charge virale moyenne et pourcentage de plantes infectées de la référence sensible
Figure 3: Viral load and percentage of plants infected in the susceptible control

L'écart de rendement de chaque variété a donc été comparé à la moyenne de l'essai selon la charge virale de l'essai.

L'analyse a distingué les variétés dont la résistance au TuYV est connue (Fig. 4A) de celles pour lesquelles cette résistance n'est pas connue (Fig. 4B).

Figure 4 : Ecart de rendement par rapport à la moyenne de l'essai des variétés résistantes au TuYV (A) ou non caractérisées (B) selon la charge virale.
LG Architect témoin résistant / DK Exception témoin sensible

Figure 4 : Impact of viral load in infected susceptible plants on yield potential of resistant (A) varieties or not yet characterized (B)
LG Architect resistant control / DK Exception susceptible control



Le rendement de la référence LG Architect tend à creuser l'écart par rapport au rendement moyen de l'essai lorsque le virus est davantage présent. Temptation est dans la même situation. Les autres variétés présentes dans les essais et caractérisées comme résistantes partielles –LG Allison, Delice et LG Angelico - ont un niveau de rendement stable quelle que soit la charge virale de l'essai.

Les performances de la référence sensible DK Exception, Arkansas, Annapolis, DK Exclamation, DK Expansion, DK Exstorm, Dualis, Mars KWS, diminuent ou stagnent lorsque la charge virale augmente. Parmi les autres variétés, Kadji et Memori CS se distinguent des autres cultivars du fait de l'écart de rendement par rapport à la moyenne de l'essai qui augmente avec la charge virale.

Discussion

La jaunisse virale causée par le TuYV est la maladie virale la plus fréquente sur colza en France. Ce virus infecte principalement les plantes en automne lorsque son vecteur, le puceron *Myzus persicae*, colonise les colzas récemment semés. Ce puceron est plus fréquemment observé dans le Nord de la France. Cette large présence du vecteur du TuYV dans les cultures facilite l'émergence et la propagation de cette maladie en parcelle. A partir de la campagne 2016-2017, des essais au champ ont été menés pour évaluer le phénotype résistant porté par LG Architect. Les taux d'infection et la charge virale associés à cette variété ont été comparés à une référence sensible (DK Exception).

Dans ces essais, la variété résistante a présenté à la fois un taux d'infection et une charge virale inférieurs chez les plantes infectées, soulignant son statut de résistance partielle. La charge virale présente dans les plantes infectées de LG Architect augmente au cours du cycle du colza mais au printemps elle demeure toujours à un niveau inférieur à celle de la référence sensible. De plus, la diversité naturelle associée aux essais mis en place a permis de tester le comportement de LG Architect sous différentes pressions virales allant de faibles à très fortes. Ces situations contrastées ont permis de montrer que, sous pression moyenne à forte, la résistance au TuYV portée par LG Architect conduit à un gain de rendement. Sous faible pression, LG Architect ne permet pas de gain de rendement par rapport à la variété sensible du fait de l'incidence modérée observée sous ce type de scénario. Sous très forte pression, les données ne montrent pas de gain de rendement pour LG Architect. Dans cette situation de très forte pression, la protection aphicide ne permet pas de gain de rendement sur la

variété résistante comme sur la référence sensible. Sous pression moyenne à forte, dans une situation où la variété résistante exprime sa plus-value par rapport à la jaunisse virale, la protection aphicide permet un gain de rendement sur la variété sensible uniquement.

Ces données permettent de conclure que la protection aphicide ne permet pas d'augmenter le gain de rendement apporté par le phénotype ,résistance partielle au TuYV' de la variété LG Architect alors que le rendement de la variété sensible de référence peut dépendre de l'utilisation d'une protection aphicide (i.e. en cas de pression virale modérée ou forte).

Comme la pression virale ne peut pas être déterminée au moment du semis (ou pendant les premiers stades de développement du colza), il semble donc nécessaire de protéger les variétés sensibles contre *Myzus persicae* vecteur du TuYV pour s'affranchir du risque associé à la jaunisse virale.

Les deux autres maladies virales qui provoquent une diminution du rendement de la production de colza, à savoir les mosaïques induites par le virus de la mosaïque du chou-fleur (CaMV, *Cauliflower mosaic virus*) et le virus de la mosaïque du navet (TuMV, *Turnip mosaic virus*), n'ont pas été trouvées dans ces essais (tests réalisés systématiquement sur les essais, données non présentées). Ainsi, en l'absence d'autres contraintes biotiques et abiotiques, les variations de rendement suivies entre les parcelles peuvent être attribuées à la jaunisse du colza pour chaque variété.

L'analyse des données collectées à partir des essais variétés conduits en 2018 révèle le bon comportement de certaines variétés (e.g. Delice, LG Allison, LG Angelico, LG Architect et Temptation). En effet, pour ces variétés, l'écart de rendement par rapport à la moyenne de l'essai s'accroît ou reste stable lorsque la charge virale de l'essai augmente. Cette observation qui concerne principalement des variétés avec la résistance partielle au TuYV est également validée pour des variétés ne possédant pas cette résistance (e. g. Memori CS et Kadji). Pour ces dernières, d'autres mécanismes que la résistance portée par les génotypes tels que cv. LG Architect seraient responsables du phénotype observé. Enfin, il est important de noter que dans ces essais il n'y a pas de relation significative entre le rendement moyen et la charge virale (résultats non présentés). Ainsi, les essais fortement virosés ne sont pas forcément les essais ayant obtenus les plus faibles rendements.

A l'échelle de l'essai, le rendement moyen n'a pas été impacté de façon significative par la présence du virus. Cela signifie que, malgré une nuisibilité estimée à 0.25 t/ha sur variété sensible, le colza est une culture capable de maintenir son potentiel grâce au progrès génétique. Ce constat peut être illustré pour la variété Delice par la stabilité de l'écart de rendement par rapport à moyenne de l'essai lorsque la charge virale augmente (Fig. 4A) et par une diminution de cet écart de rendement pour la variété Marc KWS (Fig.4B). Toutefois, il convient de noter que les indices de rendements de Marc KWS sont supérieurs à ceux de Delice.

La résistance partielle au TuYV apporte un réel avantage contre la jaunisse mais la performance rendement et les critères historiques comme la résistance au phoma, à la verse sont essentiels (Van Boxsom 2019).

Le nombre de variétés à résistance partielle comme LG Architect a fortement augmenté en quelques années (Van Boxsom 2019) ; cela aura un impact sur les protections aphicides qui seront moins nombreuses. Le puceron cendré du chou (*Brevicoryne brassicae*) et le puceron du navet (*Lipaphis erysimi*) peuvent également coloniser les colzas à l'automne. En l'absence de protection aphicide, tout comme *Myzus persicae*, ils peuvent transmettre les 2 mosaïques induites par le CaMV et le TuMV. A ce jour les mosaïques sont peu fréquentes mais en cas d'émergence de foyers infectieux elles se montrent beaucoup plus nuisibles sur colza que la jaunisse.

Aujourd'hui il est impossible de prédire les conséquences d'un arrêt des protections aphicides sur la prévalence des maladies virales à mosaïques. Aussi, la mise en place d'un observatoire des viroses

semble nécessaire pour éviter qu'une solution déployée pour lutter contre la jaunisse sur colza ne puisse conduire d'une manière ou d'une autre à une situation favorable aux mosaïques.

Enfin, il convient de rester prudent quant aux conséquences d'un déploiement à grande échelle de ressource(s) génétique(s) résistantes au TuYV. En effet, comme pour toute résistance partielle au virus, l'émergence de variant(s) de TuYV surmontant le(s) gène(s) de résistance présent(s) dans ce matériel est possible. Ainsi, la caractérisation de la durabilité de la résistance TuYV reste à évaluer si l'on souhaite raisonner au mieux l'utilisation future de génotypes résistants au TuYV dans un paysage agricole dépourvu de solutions chimiques et/ou biologiques à la fois efficaces contre les insectes vecteurs de maladies virales et respectueuses de l'environnement.

Remerciements

Nous remercions tous les collaborateurs d'Agora, Cérèsia, Soufflet Agriculture, Vivescia, INRAE et Terres Inovia ainsi que tous les partenaires des essais variétés post-inscription et les agriculteurs qui ont mis leurs champs à disposition.

Références

- Abel S., Hanneaton L., Gegas V., 2019 : Turnip Yellows Virus (TuYV): Incidence and impact on yield in European winter oilseed rape. GCIRC, 15th International Rapeseed Congress, Berlin
- AHDB 2020, Turnip yellows virus (TuYV). <https://ahdb.org.uk/knowledge-library/aphids-in-cereals-and-oilseed-rape>
- Ballanger. Y., Pilorge E., Maisonneuve C. 1997: Les pucerons, ravageurs et vecteurs de viroses. Les points techniques du Cetiom: 47-63.
- Ballanger Y., Delorme R. 1998. La résistance du puceron vert aux insecticides. *Cetiom Oleoscope* 44, 33-34.
- Ballanger. Y. 1999: Evolution des difficultés liées aux pucerons en culture de colza d'hiver. 5^{ème} Conférence Internationale sur les Ravageurs en Agriculture
- Ballanger Y. 1999 : Evolution in the difficulties related to aphids in winter oilseedrape crops in France. GCIRC, 10th International Rapeseed Congress. Camberra. 10 p.
- Ballanger Y. 2002: Les insectes ravageurs du colza d'hiver à l'automne : stratégies de lutte et résistance aux insecticides. 6^{ème} Conférence Internationale sur les Ravageurs en Agriculture
- Ballanger Y., Ruck L., Riviere L., Savary C., Collet J., Boyer P., Marion P. & Vigneau G. 2011: Le puceron vert du pêcher *Myzus persicae*, vecteur de viroses en culture de colza d'hiver. Résistant aux insecticides. 9^{ème} Conférence Internationale sur les Ravageurs en Agriculture
- Brault V., Uzest M., Monsion B., Jacquot E., Blanc S. 2010 : Aphids as transport devices for plant viruses, C. R. Biologies. 10.1016/j.crv.2010.04.001
- Dewar AM, Tait M F and Stevens M (2011) Efficacy of thiamethoxam seed treatment against aphids and turnip yellows virus in oilseed rape. Aspects of Applied Biology 106, Crop Protection in Southern Britain 2011, pp. 195–202.
- Fenton B, Margaritopoulos JT, Malloch GL and Foster SP (2010) Micro-evolutionary change in relation to insecticide resistance in the peach-potato aphid, *Myzus persicae*. *Ecological Entomology* 35:131-146.
- Fontaine S., Caddoux L., Roy L., Mottet C., Brazier C. & Micoud A. 2012 : Puceron vert dans les colzas, les résistances évoluent. *Phytoma*, 656, 13-16.
- Lüders W. 2017: Turnip yellows virus (TuYV) in oilseed rape – multi-annual European monitoring of disease pressure, estimation of yield impact and proposal of a genetic solution: EPPO Workshop on integrated management of insect pests in oilseed rape. Berlin.

- Ruck. L. 2017: Pucerons et viroses sur colza à l'automne. Arrivée des variétés TuYV. Réunions Techniques Régionales Terres Inovia 2017/18.
- Ruck. L., Jacquot E., Van Boxson A. 2019 : De nouveaux moyens pour faire face aux pucerons et viroses. *Phytoma*, 724, 14- 18.
- Ruck. L., Jacquot E., Van Boxson A. 2019: *Turnip yellows virus*-resistant rapeseed varieties as a possible solution against aphid-borne virus disease. GCIRC, 15th International Rapeseed Congress, Berlin
- Shattuck VI 1992: The biology, epidemiology and control of turnip mosaic virus. *Plant Breed Rev.* 1992; 14: 199–238.
- Stevens M, McGrann G and Clark B (2008) Turnip yellows virus (syn. Beet westernyellows virus): an emerging threat to European oilseed rape production? *AHDB Cereals&Oilseeds Research Review* 69, 36 pp.
- Van Boxsom A. 2019 « Etude de la performance des variétés selon la présence du virus TuYV »