

Résistance de l'Ivraie raide (*Lolium rigidum*) dans les parcelles de vigne vis-à-vis du glyphosate

SYNTHESE DES PLANS DE SURVEILLANCE DE 2009 A 2012

Résumé :

Depuis 2009, le suivi de la résistance de l'Ivraie raide *Lolium rigidum* Gaudin (nommée aussi ray-grass rigide) dans les parcelles de vigne vis-à-vis du glyphosate a été réalisé dans quatre régions (Aquitaine, Languedoc-Roussillon, Midi-Pyrénées et Poitou-Charentes), soit un total de 31 parcelles en 4 ans, dont 24 en Aquitaine. Ce suivi est effectué grâce à la mise en place d'un test biologique sur graines. L'objectif de ce plan de surveillance est d'établir un lien entre échecs de traitement au glyphosate et présence de la résistance. Il cible donc les parcelles sous pression de sélection et en échec de traitements. Les résultats de ces suivis montrent que la résistance est bien présente sur les parcelles échantillonnées avec 24 populations sur 31 pouvant être classées comme "résistantes" ou en "résistance à confirmer", six en "dérive de sensibilité à confirmer", et seulement une classée comme "sensible".

Mots-clés : *Lolium rigidum*, Ivraie raide, vigne, glyphosate, résistance

1 - Présentation - contexte

Suite à la découverte de plusieurs cas de résistance de l'ivraie raide *Lolium rigidum* G. (nommée aussi ray-grass rigide) au glyphosate dans des parcelles de vigne (Favier *et al.*, 2007 ; Gauvrit, 2007), un plan de surveillance national a été conduit chaque année entre 2009 et 2012.

L'objectif de ce plan de surveillance est de déterminer les situations pour lesquelles la baisse d'efficacité peut être due à un phénomène de résistance de l'ivraie raide au glyphosate (après élimination de toutes les autres causes d'échec : sous dosage, utilisation non adaptée à la flore présente, stade naturellement moins sensible de l'adventice, espèces "naturellement" tolérantes, nature des co-formulants). L'hypothèse de résistance doit alors être confirmée par des tests de laboratoire.

Ce plan de surveillance permet donc de détecter les cas de résistance afin de mettre en place les mesures de gestion qui s'imposent.

2 - Description brève de la méthode utilisée

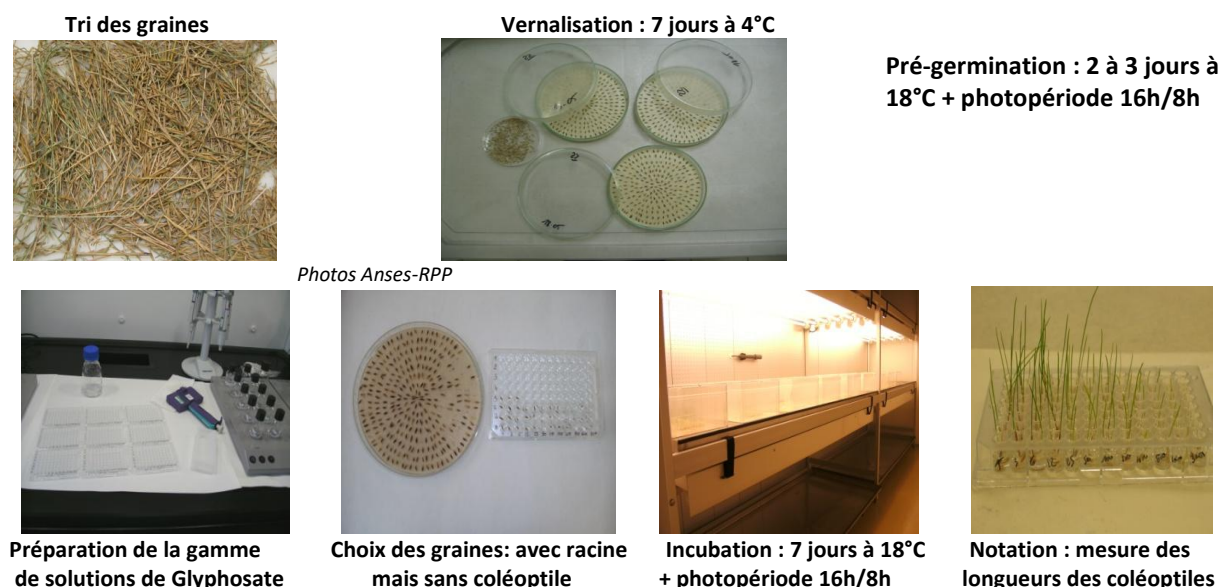
Il s'agit d'une méthode d'analyse basée sur des tests biologiques. La méthode, appelée "test rapide en microplaque", a été mise en place par R. Ballot (INRA), G. Deschomets (Monsanto) et C. Gauvrit (INRA), (Ballot *et al.*, 2008) et reprise par le laboratoire de l'Anses-Lyon.

Le principe de cette méthode consiste à disposer des graines, nouvellement germées, dans des puits de microplaques contenant différentes doses de glyphosate. Après une semaine, la longueur des coléoptiles est mesurée.

En pratique, les graines à tester subissent, au préalable, une phase de vernalisation de 7 jours à 4°C et sont ensuite mises en pré-germination pendant 3 jours à 18°C avec photopériode de 16 heures.

Puis, pour chaque date de test, les solutions de la gamme de glyphosate sont préparées à partir d'une solution mère à 3200 mg/L de substance active. Une gamme de 11 concentrations est réalisée par dilutions successives au demi : 1600, 800, 400, 200, 100, 50, 25, 12.5, 6.25, 3.125 mg/L. Un témoin (dose 0) est ajouté. Le test en microplaque permet d'avoir 32 répétitions pour chacune des 12 doses à tester, ce qui nécessite 384 graines par échantillon. Après 7 jours, la notation est réalisée par mesure des coléoptiles développés par chacune des graines testées (Figure I).

Figure I : test biologique en microplaque pour la détection de la résistance au glyphosate sur *Lolium rigidum*.



Une population de référence sensible est analysée en parallèle, à chaque date d'analyse.

Pour chaque échantillon testé, les courbes de réponse au glyphosate sont déterminées par régression non linéaire, sur la base du modèle log-logistique à 4 paramètres :

$$L = C + [(D - C) / (1 + (Dose / ED_{50})^b)] + \varepsilon$$

où L correspond à la longueur du coléoptile, D et C sont les limites supérieure et inférieure de la variable mesurée (longueur des coléoptiles) aux doses zéro et infinie de glyphosate, ED_{50} correspond à la quantité de glyphosate nécessaire pour réduire la longueur du coléoptile de moitié entre les limites supérieure et inférieure et b est un paramètre proportionnel à la pente de la courbe à la ED_{50} . Ce modèle permet d'obtenir, pour chaque population testée, la valeur de la ED_{50} avec son intervalle de confiance (IC).

L'interprétation des résultats est ensuite réalisée à partir des deux critères suivants :

- **le facteur de résistance (FR)**, calculé par le rapport :

$ED_{50} \text{ de la population étudiée} / ED_{50} \text{ de la population de référence sensible}^*$

(population de référence sensible testée le même jour que la population à étudier)*

- **le pourcentage de recouvrement de l'IC de la population étudiée** sur l'IC de la population de référence sensible, calculé comme suit :

$100 \times (IC \text{ supérieur Référence sensible} - IC \text{ inférieur population étudiée}) /$

$(IC \text{ supérieur population étudiée} - IC \text{ inférieur population étudiée})$

Remarques :

- a) ce pourcentage de recouvrement est calculé quand :

IC inférieure Référence sensible < IC inférieure population étudiée < IC supérieure Référence sensible

- b) si : *IC inférieure population étudiée > IC supérieure Référence sensible $\Rightarrow$ % recouvrement = 0 %*

Ces deux critères permettent de définir les profils de résistance de chaque échantillon avec les qualificatifs suivants :

Tableau 1 : Qualificatifs des profils de résistance

	Facteur de Résistance		
	$FR \leq 2$	$2 < FR \leq 3$	$FR > 3$
Recouvrement IC	INTERPRETATION		
OUI (>10%)	cas 1 = Sensible	cas 3 = dérive Sensibilité à confirmer	cas 5 = Résistance à confirmer
NON (<10%)		cas 4 = Dérive de sensibilité	cas 6 = Résistance

Le choix des limites de facteur de résistance (valeurs 2 et 3) pour différencier les populations résistantes, en dérive de sensibilité ou sensibles a été réalisé en concertation avec l'INRA sur la base des premiers tests réalisés sur des populations suspectées résistantes (R. Ballot, G. Deschomets, C. Gauvrit, 2008).

Le critère concernant le pourcentage de recouvrement des intervalles de confiance n'est calculé que lorsque le FR est > 2. Il permet de mieux discriminer les résultats lorsque la population étudiée s'avère différente de la population de Référence sensible et de classer ces populations en plusieurs types : populations Sensibles, populations en dérive de sensibilité (ou en dérive à confirmer), populations Résistantes (ou Résistantes à confirmer).

3 - Echantillonnage

3.1 - Modalités de prélèvement

Les échantillons d'ivraie raide sont prélevés dans des parcelles de vigne signalées en échec de traitement au glyphosate. Le choix des parcelles a été réalisé, soit à la suite d'une enquête, soit à la suite de l'expertise locale du technicien, afin de ne retenir que les situations pour lesquelles l'échec de traitement n'était pas dû à d'autres facteurs (mauvaises conditions d'application, stade non respecté,...). **Il s'agit donc de prélèvements ciblés sous pression de sélection par les traitements au glyphosate.** Certaines de ces parcelles ont donné lieu à des essais d'efficacité. Dans ces parcelles, les prélèvements ont été réalisés dans plusieurs modalités, mais seuls les résultats de la modalité " témoin " sont pris en compte pour la synthèse globale du plan de surveillance.

Un protocole de prélèvement rédigé par l'unité RPP de l'Anses-Lyon est envoyé aux préleveurs (via la personne ressource de la DGAI), ainsi qu'une fiche de prélèvement à remplir pour chaque échantillon. Au niveau régional, la collecte des échantillons est organisée par les Draaf-Sral et réalisée avec le concours du réseau d'épidémiologie-surveillance. Les échantillons d'épis d'ivraie raide sont prélevés et envoyés à l'unité RPP de l'Anses-Lyon avec un questionnaire à remplir (historique des traitements, matériel utilisé, conditions météorologiques,...) pour chaque échantillon. Le programme de prélèvements d'échantillons est établi avec l'expert-référent et la personne ressource de la DGAI.

3.2 - Echantillons reçus

Plans de surveillance 2009-2010 : parmi les 13 échantillons reçus des 4 régions concernées par ce plan de surveillance (tableau 2), 10 proviennent d'Aquitaine (dont 1 inexploitable), 1 de Languedoc Roussillon, 1 de Midi-Pyrénées et 1 de Poitou-Charentes. L'échantillon inexploitable a obtenu des résultats trop hétérogènes et n'a pas pu être analysé par le modèle.

Essai 2009 : sur les 7 échantillons reçus, provenant de 3 essais différents, 6 ont pu être analysés dont 2 en Aquitaine, 2 en Languedoc-Roussillon et 2 en Midi-Pyrénées.

Tableau 2 : Nombre d'échantillons 2009-2010 analysés par région

Régions	Parcelles		Essais		
	Echantillons reçus	Echantillons analysés	Nombre d'essais	Modalités reçues	Modalités analysées
Aquitaine	10	9	1	2	2
Languedoc-Roussillon	1	1	1	3	2
Midi-Pyrénées	1	1	1	2	2
Poitou-Charentes	1	1			
total	13	12		7	6

Plan de surveillance 2011 : Parmi les 12 échantillons reçus de 3 régions (tableau 3), 10 proviennent d'Aquitaine (dont 1 inexploitable) ; les 2 autres (un de Midi-Pyrénées, l'autre de PACA) se sont révélés inexploitables. Dans le cas des trois prélèvements inexploitables, les graines n'ont pas développé de racines et n'ont pas germé lors de la phase de pré-germination.

Tableau 3 : Nombre d'échantillons **2011** analysés par région

Régions	Parcelles	
	Echantillons reçus	Echantillons analysés
Aquitaine	10	9
Midi-Pyrénées	1	0
PACA	1	0
total	12	9

Plan de surveillance 2012 : Parmi les 13 échantillons reçus de 2 régions (tableau 4), 8 proviennent d'Aquitaine (dont 2 inexploitable) et 5 de Midi-Pyrénées (dont 1 inexploitable). Les 3 échantillons inexploitable n'étant pas du Ray-grass, ils n'ont donc pas été analysés.

Tableau 4 : Nombre d'échantillons **2012** analysés par région

Régions	Parcelles	
	Echantillons reçus	Echantillons analysés
Aquitaine	8	6
Midi-Pyrénées	5	4
total	13	10

4 - Résultats – Discussion

4.1 - Populations de référence sensibles

A chaque date de test, une population de Référence sensible est analysée en concomitance avec les populations à étudier.

En 2009-2010, cette population de référence, constituée de graines de *Lolium rigidum*, a été fournie par l'INRA de Dijon. Pour les plans de surveillance des années suivantes, 2011 (tests en 2012) et 2012 (tests en 2013), devant l'impossibilité de pouvoir obtenir des graines de cette espèce, sensibles au glyphosate (même auprès d'entreprise commercialisant des lots de graines de référence, telles que Herbiseed), il a été fait le choix de travailler avec une population sensible d'une autre espèce, *Lolium multiflorum* (Ray-grass italien), prélevée en 2011 et testée en 2012 et 2013.

Cette population, soumise au test de résistance glyphosate dans les mêmes conditions que la population de référence sensible de *Lolium rigidum* utilisée en 2009-2010, a donné les résultats suivants :

Tableau 5: Résultats obtenus avec la population sensible *Lolium multiflorum*

Nbre répétitions	Date du test	ED 50 mg/L	IC inf à 2,5%	IC sup à 97,5%
Tests 2012 (plan de surveillance 2011)				
24	21/03/2012	33,1	13,1	53,11
24	04/04/2012	28,1	4,8	51,3
32	05/04/2012	28	12,5	43,5
16	19/04/2012	26,5	10,1	42,9
Moyenne des tests 2012		28,93	-	-
Tests 2013 (plan de surveillance 2012)				
32	03/04/2013	23,5	6,5	40,6
32	04/04/2013	24,6	8,4	40,8
32	10/04/2013	13,4	4,25	22,5
Moyenne des tests 2013		20,5	-	-
Moyenne 2012-2013		24,72		

Les résultats obtenus avec cette population sont très comparables entre les deux années 2011 et 2012. La moyenne globale des ED50, calculée sur l'ensemble des différentes dates de tests, s'avère être de l'ordre de 24,72 avec un écart maximal des intervalles de confiance [valeur observée la plus basse – valeur observée la plus haute] égal à : 4,25 – 53,11.

En comparaison, la population de référence sensible de *Lolium rigidum*, fournie par l'INRA de Dijon avait donné, en 2009-2010, les résultats suivants :

Tableau 6 : Résultats obtenus avec la population de référence sensible *Lolium rigidum* (INRA Dijon)

Nbre répétitions	Date test	ED50 mg/L	IC inf à 2,5%	IC sup à 97,5%
24	03/03/11	44,05	23,83	64,28
24	27/01/11	15,64	4,81	26,46
24	03/03/11	17,42	10,56	24,27
Moyenne		25,7		

L'application des critères d'interprétation (exposés au paragraphe 2) pour confronter les résultats obtenus avec ces deux populations donne (en considérant les ED50 moyens et les écarts maxima des IC) :

- un rapport calculé entre les ED50 de *Lolium multiflorum* et *Lolium rigidum* de 0,96
- un % de recouvrement des IC [minima – maxima] de l'ordre de 123 %.

Cela permet de penser que le niveau de sensibilité au glyphosate de la population de *Lolium multiflorum* est comparable à celui observé avec la population sensible référence INRA de *Lolium rigidum* et donc de continuer à travailler, pour les tests à venir, avec la population de *Lolium multiflorum* comme population sensible de référence.

4.2 - Résultats du plan de surveillance 2009-2010 (hors parcelles d'essais)

Seules quatre régions (Aquitaine, Languedoc-Roussillon, Poitou-Charentes et Midi-Pyrénées) ont été ciblées en 2009-2010. Les échantillons proviennent essentiellement d'Aquitaine avec 9 parcelles. Dans chacune des trois autres régions, une seule parcelle a été prélevée. Aux résultats de ces parcelles ont été ajoutés, dans le tableau 7, ceux des modalités Témoin des essais Aquitaine et Midi-Pyrénées qui complètent ainsi le plan de surveillance.

Sur les 12 échantillons ayant donné des résultats exploitables en 2009-2010, et en fonction des critères exposés dans le tableau 1, 7 sont considérés comme "résistants", 4 comme étant en "dérive de sensibilité à confirmer", et un seul comme "sensible".

Certains échantillons, provenant de quatre parcelles différentes, ont fait l'objet de deux analyses successives (AQ 10-167, LR 10-405, MP 09-105 et PC 10-157). Les résultats de ces analyses conduisent globalement à la même conclusion sur le profil de résistance de chaque parcelle concernée, même si, pour certains de ces échantillons, les facteurs de résistance s'avèrent assez différents entre les deux analyses (notamment pour les échantillons d'Aquitaine et celui de Poitou-Charentes). Par contre, pour l'échantillon de Midi-Pyrénées, les facteurs de résistance ne sont pas très différents mais conduisent à une interprétation plus nuancée.

Tableau 7 : Résultats obtenus pour les échantillons prélevés en 2009-2010

Régions	Département	N° Labo	ED50 mg/L	FR	IC inf à 2,5%	IC sup à 97,5%	% recouvrement IC	Interprétation
AQUITAINE	33	09-201 (témoin essai)	122	4,7	54,9	189,2	7%	Résistant
	33	10-163	332,2	12,9	47,7	616,7	2,9%	Résistant
	33	10-164	75,0	2,9	18,5	131,5	40,5%	Dérive de Sensibilité à confirmer
	33	10-166	38,0	1,5	12,4	63,6		Sensible
	33	10-167	711,8 249,5	27,7 9,7	320,1 112,7	1103,5 386,3	0,0% 0,0%	Résistant
	33	10-168	57,6	2,2	23,9	91,3	59,9 %	Dérive de Sensibilité à confirmer
	33	10-169	73,4	2,9	27,5	119,4	40%	Dérive de Sensibilité à confirmer
	33	10-170	295,4	11,5	94,4	496,4	0,0%	Résistant
	33	10-171	241,4	9,4	57,7	425,0	1,8%	Résistant
LANGUEDOC - ROUSSILLON	30	10-405	126,6	4,9	14,5	238,6	22,2%	Résistant
			166,4	6,5	75,0	257,8	0,0%	
MIDI-PYRENEES	81	09-105 (témoin essai)	85,5	3,3	30,5	140,6	30,7%	Dérive de Sensibilité à confirmer
			30,5	1,2	14,3	46,8		
POITOU-CHARENTES	16	10-157	126,3 279,8	4,9 10,9	16,2 55,6	236,4 501,1	21,8% 2%	Résistant

4.3 - Résultats du plan de surveillance 2011

Les 9 échantillons exploitables du plan de surveillance 2011 proviennent tous de la région Aquitaine. Les résultats obtenus (tableau 8) montrent que, en se référant aux qualificatifs du tableau 1, aucun de ces échantillons ne présente une population totalement sensible : 6 sont analysés comme "résistants", 2 sont considérés comme "résistants à confirmer" (*pour le prélèvement AQ 11-296, aucun modèle n'a permis d'ajuster correctement les données mais l'évaluation graphique de la ED50 a permis de l'estimer comme supérieure à 100 ; cet échantillon a donc été classé en "résistance à confirmer"*), 1 comme en "dérive de sensibilité à confirmer".

Comme en 2009-2010, un échantillon (AQ 11-230) a subi deux analyses successives, les résultats obtenus permettent de classer la population comme "résistante".

Tableau 8 : Résultats obtenus pour les échantillons prélevés en 2011

Régions	Département	N° Labo	ED50 mg/L	FR	IC inf à 2,5%	IC sup à 97,5%	% recouvrement IC	Interprétation
AQUITAINE	33	11-225	137,5	4,2	51,7	223,3	0,8%	Résistant
	33	11-227	192,2	5,8	4,71	379,7	12,9%	Résistant à confirmer
	33	11-229	168,3	5,1	47,7	288,8	2,2%	Résistant
	33	11-230	88,4 92,3	2,7 3,5	41,8 41,7	135,1 143	12,1% 1,2%	Résistant
	33	11-295	67,1	2,4	10,9	123,2	36%	Dérive de sensibilité à confirmer
	24	11-228	256,4	7,7	118,6	394,2	0,0%	Résistant
	24	11-296	>100	>3	-	-	-	Résistance à confirmer
	24	11-297	96,1	3,4	30,5	161,7	9,9%	Résistant
	24	11-298	95,2	3,4	63,8	126,7	0,0%	Résistant

4.4 - Résultats du plan de surveillance 2012

Sur les 10 échantillons exploitables du plan de surveillance 2012, six provenaient de la région Aquitaine dont cinq sont classés comme "résistants" et un comme "résistant à confirmer" (tableau 9). Pour les quatre autres échantillons prélevés en région Midi-Pyrénées, trois se définissent comme "résistants" (dont deux "à confirmer" avec des FR > 3 mais sans ajustement par le modèle) et un comme en "dérive de sensibilité à confirmer".

Tableau 9 : Résultats obtenus pour les échantillons prélevés en 2012

Régions	Département	N° Labo	ED50 mg/L	FR	IC inf à 2,5%	IC sup à 97,5%	% recouvrement IC	Interprétation
AQUITAINE	33	12-283	355,6	15,1	140,1	571,2	0,0%	Résistant
	33	12-284	742,1	31,6	342,9	1141,3	0,0%	Résistant
	33	12-285	369,9	7,4	151,4	588,3	0,0%	Résistant
	33	12-286	190,1	3,8	57,2	322,9	12%	Résistant à confirmer
	33	12-306	1180,7	23,5	365,4	1996	0,0%	Résistant
	33	12-307	608,4	45,4	286,2	930,5	0,0%	Résistant
MIDI-PYRENEES	81	12-262	111,0	4,7	-	-	-	Résistance à confirmer
	46	12-325	40,3	3,0	8,1	72,5	22,4%	Dérive de sensibilité à confirmer
	46	12-326	327,8	24,5	9,7	645,7	2%	Résistant
	46	12-327	200,0	14,9	-	-	-	Résistance à confirmer

4.5 - Résultats des parcelles d'essai 2009-2010 (tableau 10)

L'essai d'Aquitaine présente 2 échantillons "résistants", l'un concerne la modalité Témoin, l'autre la modalité glyphosate.

Les deux échantillons provenant de l'essai de Languedoc-Roussillon (et issus de modalités non précisées par l'expéditeur) ont donné des résultats qui les placent dans la classe "résistance à confirmer".

Les deux échantillons de l'essai Midi-Pyrénées correspondent l'un à la modalité *témoin non traité*, qui s'avère en "dérive de sensibilité à confirmer" et l'autre à la modalité *glyphosate* classée comme "sensible". Ce résultat *a priori* paradoxal s'explique probablement par le fait que la parcelle dans laquelle a été implanté l'essai, présentait une population d'ivraie raide encore en majorité sensible, sur laquelle la pression de sélection exercée par le traitement glyphosate n'a pas entraîné de sélection importante. L'hétérogénéité des données obtenues sur l'échantillon de la modalité *témoin non traité* apporte un argument à cette hypothèse : cette modalité a subi deux analyses successives dont l'une donne des résultats identiques à ceux de la modalité glyphosate.

Toutefois, ces résultats comme ceux des essais des autres régions ne peuvent pas être interprétés valablement sans la mise en comparaison avec les données d'efficacité mesurées sur le terrain dans chacune des modalités.

Tableau 10 : Résultats obtenus pour les échantillons prélevés dans les **parcelles d'essai 2009**

Régions	Département	N° Labo	ED50 mg/L	FR	IC inf à 2,5%	IC sup à 97,5%	% recouvrement IC	Interprétation
AQUITAINE	33	09-201 (témoin non traité)	122,0	4,7	54,9	189,2	7%	Résistant
	33	09-202 (glypho)	336,7	13,1	150,8	522,5	0,0%	Résistant
LANGUEDOC - ROUSSILLON	30	09-58 (modalité ?)	95,8	3,7	39,9	151,6	21,8%	Résistance à confirmer
	30	09-59 (modalité ?)	155,2	6,0	20,2	290,2	16,3%	Résistance à confirmer
MIDI-PYRENEES	81	09-105 (témoin non traité)	85,5	3,3	30,5	140,6	30,7%	Dérive de sensibilité à confirmer
			30,5	1,2	14,3	46,8		
	81	09-106 (glypho)	31,7	1,2	10,2	53,2		Sensible

5 – Synthèse des suivis de 2009 à 2012

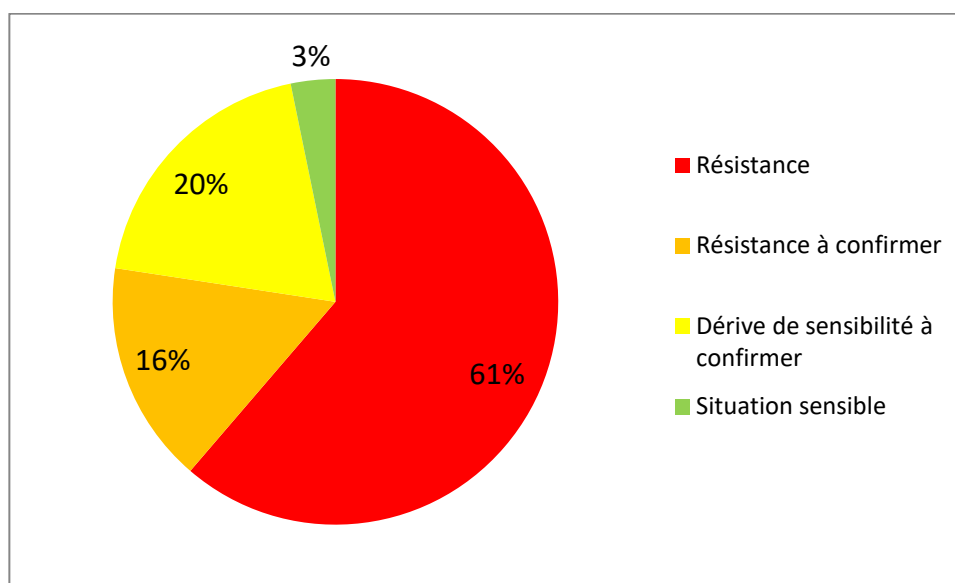
Le tableau 11 et la figure II présentent une synthèse générale des suivis effectués depuis 2009. Ils montrent que sur la trentaine de parcelles échantillonnées, et selon la grille d'interprétation définie au tableau 1 :

- 19 (61%) sont classées comme "résistantes" au glyphosate,
- 5 (16%) sont considérées comme présentant une "résistance à confirmer", -
- 6 (20%) sont analysées comme en "dérive de sensibilité à confirmer,"
- et une seule (3%) donne un résultat "sensible".

Tableau 11 : Synthèse des résultats plan de surveillance 2009-2012

Région	Département	Nombre total de populations analysées /région	Nombre de parcelles (hors essai) avec population classée comme :			
			Résistante	Résistante à confirmer	En dérive de sensibilité à confirmer	Sensible
Aquitaine	33	24	13	2	4	1
	24		3	1	0	0
Midi-Pyrénées	81	5	0	1	1	0
	46		1	1	1	0
Poitou-Charentes	16	1	1	0	0	0
Languedoc-Roussillon	30	1	1	0	0	0
Total : 31 parcelles			19	5	6	1

Figure II : Synthèse nationale du plan de surveillance 2009-2012



6 - Conclusions – perspectives

Le plan de surveillance a ciblé des parcelles de vigne signalées en échec de traitement et sous pression de sélection au glyphosate. La recherche de résistance de l'ivraie raide (*Lolium rigidum*) vis-à-vis de cette substance montre que la résistance est bien présente dans les parcelles où les échecs de traitement ne sont pas imputables à un mauvais positionnement des applications (stade trop tardif, conditions météorologiques ou état du sol défavorables). Ce suivi permet donc d'apporter une réponse dans les secteurs concernés : la présence plus ou moins importante d'individus résistants au glyphosate mise en évidence dans les populations analysées peut ainsi expliquer les échecs de traitement au champ. Ces résultats permettent donc d'appuyer les recommandations de gestion de la résistance et plus globalement de l'entretien des sols viticoles (voir note technique nationale) que ce soit dans un objectif curatif ou préventif.

7 - Partenaires scientifiques et techniques

- Christian Gauvrit – Biologie et Gestion des Adventices – UMR BGA – INRA BP 86510 – 21065 DIJON
- Expert national vigne DGAL : Jacques Grosman – DRAAF-SRAL Rhône Alpes – 165 rue Garibaldi – BP 3202 – 69401 Lyon cedex 03 – France.
- Réseau des DRAAF-SRAL et des organisations professionnelles de la Surveillance Biologique du Territoire pour la réalisation des prélèvements.

8 - Bibliographie

- Favier T., Gauvrit C., 2007 – Premier cas de résistance au glyphosate en France. AFPP – Vingtème Conférence du COLUMA, Dijon – 11 et 12 décembre.
- Gauvrit C., 2007 – La résistance au glyphosate : état des lieux et mécanismes. AFPP – Vingtème Conférence du COLUMA, Dijon – 11 et 12 décembre.
- R. Ballot, G. Deschomets, C. Gauvrit, 2008 - La résistance du ray-grass au glyphosate – Mise au point d'un test plantules sur plaques Elisa. PHYTOMA La défense des végétaux N°618.