

Modélisation des pratiques phytosanitaires sur le bassin de la Vesle : le cas du désherbage chimique de la vigne et du maïs de 1970 à nos jours

Céline Schott, Catherine Mignolet et Marc Benoît

Station INRA-SAD, 662 avenue Louis Buffet, 88500 Mirecourt - schott@mirecourt.inra.fr

Modélisation des pratiques phytosanitaires sur le bassin de la Vesle : le cas du désherbage chimique de la vigne et du maïs de 1970 à nos jours.....	1
1. Introduction.....	1
2. Les pratiques de désherbage du maïs en Champagne de 1970 à nos jours.....	3
2.1. Les prescripteurs des pratiques de désherbage du maïs	3
2.1.1 Description et influence des prescripteurs.....	3
2.1.2 Comparaison des prescriptions.....	5
2.2. Reconstitution des pratiques de désherbage du maïs de 1973 à 2003 dans la Marne (Données : Champagne Céréales)	10
2.2.1 Estimation des doses moyennes utilisées	10
2.2.2 Estimation des surfaces moyennes traitées.....	13
2.2.3 Reconstitution des pratiques de désherbage majoritaires	16
3. Les pratiques de désherbage de la vigne en champagne de 1970 à nos jours (données : CIVC) ..	18
3.1. Analyse des logiques d'acteurs propres au désherbage chimique de la vigne de 1970 à nos jours ..	19
3.1.1 Le démarrage tardif du désherbage chimique de la vigne en Champagne	19
3.1.2 Les « inversions de flore » et la recherche permanente de nouvelles molécules.....	20
3.1.3 La question environnementale au sein de la profession viticole	22
3.1.4 Conclusion et perspectives d'avenir :	29
3.2. Reconstitution des pratiques de désherbage majoritaires de la vigne en Champagne de 1970 à nos jours.....	30
3.2.1 Segmentation en périodes homogènes :	30
3.2.2 Identification des pratiques de désherbage majoritaires :	31
3.2.3 Quantification des types de pratiques identifiées :	31
4. Conclusion.....	32
5. Remerciements	33
6. Bibliographie.....	33
7. Annexes.....	34

1. Introduction

Dans le cadre des programmes de recherche PIREN-Seine et AQUAL, l'INRA-SAD Mirecourt se consacre à l'acquisition de données sur les pratiques phytosanitaires dans le bassin versant de la Vesle, en visant le double objectif *i*) de fournir aux modélisateurs travaillant sur le transfert des pesticides aux eaux souterraines et superficielles de la Vesle, des données sur les intrants phytosanitaires apportés sur le bassin ; *ii*) de comprendre les déterminants de ces pratiques phytosanitaires.

L'année précédente, nous avons axé notre étude sur le bassin de la Vesle principalement à l'organisation spatiale des systèmes de culture au sein de ce bassin. Cette étude nous a notamment

permis de faire l'analyse critique de toutes les données agricoles émanant des statistiques nationales ou des organismes locaux de développement agricole, et de dresser un premier bilan des problématiques agricoles de ce bassin. Nous avons également défini, en concertation avec les modélisateurs, deux grands axes aux enquêtes que nous allons mener pour la constitution de notre base de données sur les pratiques phytosanitaires :

i) Dans le cadre de la thèse d'Alexandre Rat, concernant le transfert des pesticides vers les nappes souterraines (Rat, 2005): reconstitution des pratiques phytosanitaires sur une période longue (environ 30 ans) pour quelques molécules ciblées : atrazine, simazine, terbuméton. La difficulté de renseigner des pratiques anciennes est ici compensée par le fait que ces trois molécules ne concernent que le désherbage de la vigne et du maïs. Nos enquêtes n'ont donc concerné que les pratiques de désherbage de 1970 à nos jours de ces deux cultures, dont les résultats font l'objet du présent rapport.

ii) Dans le cadre de la thèse d'Elodie Guigon, concernant le transfert des pesticides vers les eaux superficielles (Guigon, 2005) : reconstitution de l'ensemble des pratiques phytosanitaires pour toutes les cultures du bassin de la Vesle de 2000 à nos jours. La difficulté rencontrée ici est l'exhaustivité des données à acquérir, compensée par le fait que les sources d'information sont récentes et facilement accessibles. Cette enquête fera l'objet de nos travaux durant l'année 2005.

Pour acquérir ces données, plusieurs paramètres étaient à prendre en compte : si les agriculteurs sont les utilisateurs directs des produits phytosanitaires, il n'était pas envisageable dans le temps imparti de mener des enquêtes directement auprès d'eux, en raison du nombre d'enquêtes à réaliser pour parvenir à une certaine exhaustivité (il y a environ 800 agriculteurs et 1200 viticulteurs dans la zone d'étude, d'après le RGA 2000). Il était en revanche envisageable d'interroger directement les prescripteurs de ces produits auprès des agriculteurs, à savoir tous les acteurs du développement agricole du bassin de la Vesle (coopératives agricoles et viticoles, chambre d'Agriculture, Instituts techniques, négoce, etc.). Nous avons par ailleurs l'expérience de ce type d'enquêtes (dites « à dire d'expert ») de par notre contribution à la constitution d'une base de données sur les pratiques culturales sur les Petites Régions Agricoles du Bassin de la Seine (Mignolet, 2004) dans le cadre du PIREN-Seine. Ces prescripteurs étant de nature très différente de par leur mission et leurs objectifs, il était important dans un premier temps de bien connaître la relation agriculteurs-prescripteurs dans cette partie de la Marne : qui conseille quoi ? à qui ? quelles différences entre les prescriptions des différents organismes ? comment sont suivies les prescriptions par les agriculteurs ? comment se structure spatialement le conseil technique à l'échelle du bassin de la Vesle ? Conjointement à ces enquêtes, il était important de recenser également les données bibliographiques disponibles afin de les rapprocher de celles obtenues « à dire d'expert ».

Nous reprendrons donc cette partie en développant les résultats obtenus après dépouillement des informations recueillies. En raison de la diversité des sources et de ces informations, nous présenterons séparément les données recueillies sur le désherbage du maïs et celles concernant le désherbage de la vigne.

En effet, dans le cas du maïs, nous avons une multiplicité de prescripteurs dont nous avons cherché à comparer l'influence réciproque et les différences en termes de prescriptions, tandis que pour la vigne, nous nous sommes adressés au principal organisme diffusant les conseils techniques en viticulture, à savoir le CIVC. En ce qui concerne cet organisme, l'information était tellement abondante et intéressante grâce à leur bulletin technique diffusé depuis plus d'un siècle (« le Vigneron Champenois ») que nous avons jugé essentiel d'en tirer le maximum d'informations, permettant d'avoir non seulement une approche « quantitative et objective » des pratiques de désherbage de la vigne de 1970 à nos jours (date, doses prescrites, etc.), mais également plus « qualitative et subjective », en ce concentrant sur les pratiques du développement agricole, à ses évolutions dans le temps ainsi qu'à leurs causes. Cette partie nous a semblé importante pour répondre à la question non plus du « comment » mais du « pourquoi » des pratiques phytosanitaires.

Enfin, dans le cas de la vigne et du maïs, nous exposerons ici les méthodes qui nous ont permis de reconstituer les pratiques de désherbage majoritaires de 1970 à 2003 et qui sont directement utilisables par les modélisateurs.

2. Les pratiques de désherbage du maïs en Champagne de 1970 à nos jours

2.1. Les prescripteurs des pratiques de désherbage du maïs

2.1.1 Description et influence des prescripteurs

D'après les experts rencontrés, il y a une forte homogénéité des pratiques prescrites à l'échelle de la Champagne Crayeuse, et à plus forte raison si l'on considère le bassin de la Vesle, pour plusieurs raisons :

- La première raison est la grande **uniformité pédologique** du bassin de la Vesle : en effet, l'intégralité de notre zone d'étude est située en Champagne Crayeuse, donc sur des « terres blanches » dont les caractéristiques agronomiques sont semblables pour les pratiques de ces acteurs.

- Il y a eu création d'une **plate-forme commune** entre prescripteurs au cours des années 70 : le « *Comité technique de la Marne* » regroupant toutes les coopératives agricoles, les techniciens des GEDA de la Marne (Groupement d'Etudes et de Développement Agricole), les instituts techniques (sauf celui de la betterave), le SRPV, l'INRA-Châlons... Ce comité avait pour but de définir des protocoles identiques pour les travaux d'expérimentation, de mettre en commun les résultats, d'élaborer des synthèses. Chaque organisme menait ensuite son propre travail de vulgarisation auprès de ses adhérents, de manière autonome mais sur une base de résultats identique. Ce comité a connu des évolutions dans le temps, notamment le retrait de Champagne Céréales pour les aspects « expérimentation phyto » mais son maintien pour les expérimentations sur la sélection variétale et la fumure azotée.

- Il reste actuellement peu de prescripteurs privés différents du fait du nombre de **fusions entre coopératives**. Sur le bassin de la Vesle, il n'en reste actuellement plus que deux réellement représentatives : Champagne Céréales et Cohésis (*Figure 2*).

Chaque prescripteur a une approche plus ou moins commerciale selon sa nature. La Chambre d'Agriculture, dont dépendent les GEDA, est réputée plus neutre dans ses prescriptions, à l'instar d'Arvalis (ex-Institut Technique des Céréales et des Fourrages) ou le SRPV (Service Régional de Protection des Végétaux) car elle n'a pas d'intérêt commercial. Les GEDA étaient les principaux prescripteurs avant les années 70, mais ils ont perdu beaucoup d'influence depuis que les coopératives ont commencé à apporter du conseil technique gratuit à leurs adhérents (en Marne, les adhérents de GEDA étaient environ un millier en 1980 contre 600-700 aujourd'hui). Pour se démarquer des prescriptions des coopératives, les GEDA misent essentiellement sur la **réduction des coûts** de production pour l'agriculteur. Les coopératives ont suivi et proposent depuis les années 2001-2002 des programmes « économiques », aux doses comparables à celles des GEDA (voir § suivant), alors qu'elles optaient plutôt pour la « **sécurité** » auparavant.

Aujourd'hui, comme tous les agriculteurs dépendent d'une coopérative pour leur approvisionnement et la collecte de leur récolte, la majorité d'entre-eux ne s'adresse donc plus qu'à elle pour recevoir du conseil technique. Cependant, un certain nombre d'agriculteurs (proportion qui reste encore à définir) font le choix d'adhérer en plus à un GEDA. D'après l'avis des experts rencontrés, ils auraient alors plutôt tendance à suivre les conseils de leur GEDA ou à faire la synthèse entre les différentes prescriptions qu'ils reçoivent.

D'après les entretiens réalisés avec les experts agricoles du département, il y aurait actuellement assez peu de différences entre les prescriptions des coopératives et celles des GEDA au niveau des produits de traitement utilisés, car les agriculteurs dépendent des produits disponibles dans leur coopérative. En revanche, les doses prescrites et le nombre de traitements conseillés seraient globalement plus faibles dans les prescriptions GEDA, que dans les celles des coopératives, mais sans excès de la part des coopératives qui ont également tendance à prescrire en-dessous des doses

homologuées. Pour confirmer ces informations, nous procédons à une comparaison des prescriptions dans le cas du désherbage du maïs dans la partie suivante.

Les communes de notre zone d'étude se répartissent entre cinq GEDA, mais elles sont concernées essentiellement par les GEDA de Suippes, de la Noblette et de la Vallée de la Vesle pour lesquels travaillent quatre conseillers (*Figure 1*). Mais cette délimitation est approximative dans la mesure où le parcellaire d'une exploitation ne coïncide pas avec les limites de la commune du siège d'exploitation en raison de son éclatement, comme nous l'avons montré dans le rapport PIREN-Seine 2003 (Schott, 2004). La philosophie générale est la même pour tous les conseillers, car ils s'inspirent du même guide « *Techniques GEDA* » rédigé par la FDGEDA. Chaque conseiller a ensuite sa propre manière de l'adapter : certains « joueront la sécurité », d'autres prendront plus de risques, mais tous doivent se différencier des coopératives, en termes d'économies pour l'agriculteur...

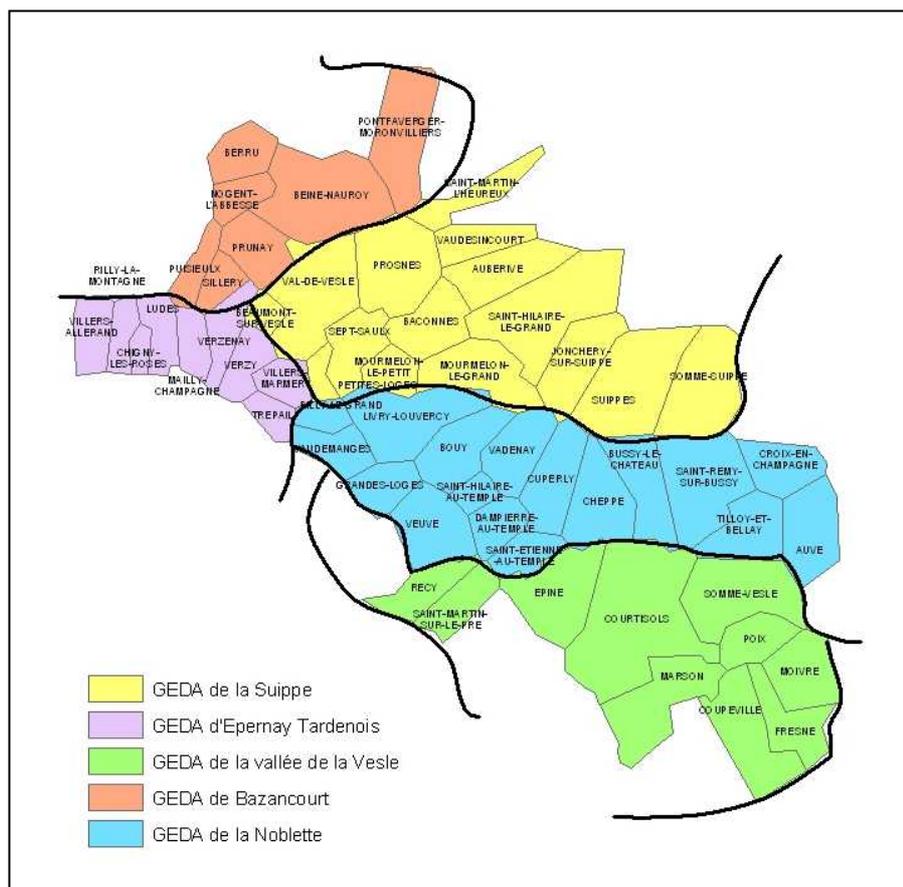


Figure 1 : Répartition des principaux GEDA sur le bassin versant de la Vesle amont

Les coopératives sont, quant à elles, plus ou moins marquées commercialement. Dans certaines, le conseiller est un technico-commercial intéressé directement aux ventes réalisées par sa coopérative, ce qui peut poser des problèmes de crédibilité vis à vis de la mise en œuvre de programmes de développement durable. A Champagne Céréales, par exemple, ils reçoivent un salaire fixe mais ont un objectif à atteindre.

Entre les deux coopératives présentes sur le bassin de la Vesle, Cohésis a la réputation d'avoir une démarche plus intensive, avec plus de programmes pré-établis, des traitements plus nombreux et des doses plus fortes que les autres coopératives (*voir partie 1.1.2*).

Le choix des produits vendus par les coopératives est fait, dans le cas de Champagne Céréales, chaque année par la direction sur la base de dizaines d'essais annuels. Le commercial de l'approvisionnement fait ensuite son choix parmi cette gamme pré-sélectionnée en négociant les

meilleurs tarifs auprès des fournisseurs. On trouvera donc les mêmes produits d'un dépôt à l'autre pour une même coopérative donnée.

Les conseils techniques à Champagne Céréales sont assez homogènes d'un dépôt à l'autre, car tous les techniciens suivent régulièrement des formations communes. De plus, ils se basent sur le même « Guide de protection des végétaux », rédigé par le Service Agronomique de leur coopérative, dans lequel figurent les prescriptions conseillées pour l'ensemble des dépôts de Champagne Céréales. Leur rôle est d'adapter ensuite ces prescriptions générales en fonction de la situation, des caractéristiques naturelles (sols de craie, terres rouges etc...) qui amènent des pressions phytosanitaires différentes, mais il s'agit plus de nuances que de réelles différences.

Autour des silos, l'aire d'influence d'une coopérative sur les sièges d'exploitation voisins serait d'environ 5-6 km (Figure 2), sauf si l'agriculteur a hérité des parts sociales de son père dans une coopérative plus éloignée. En effet, les raisons historiques jouent un grand rôle car très peu d'agriculteurs se retirent d'une coopérative à laquelle ils sont adhérents.

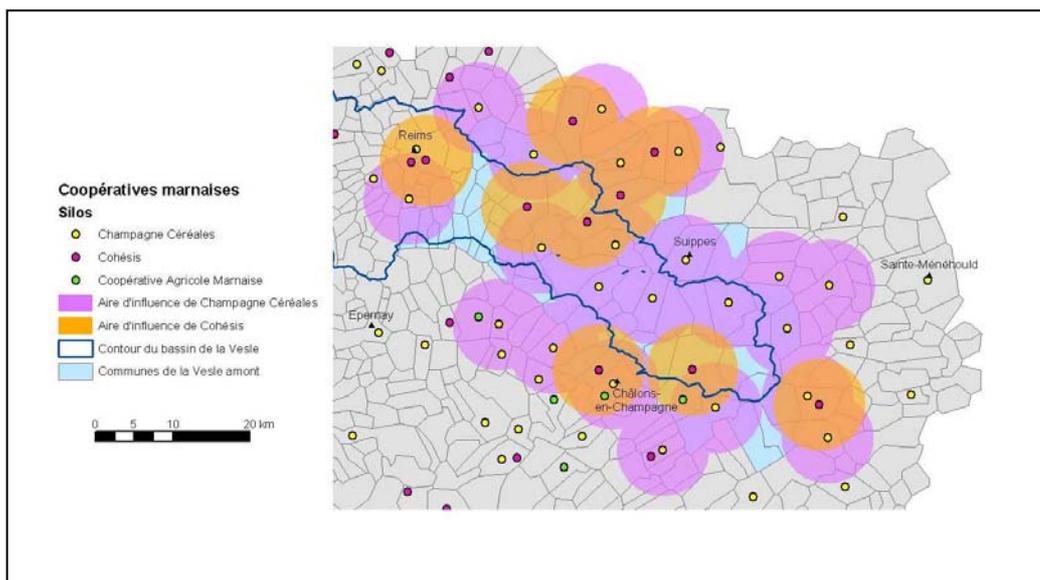


Figure 2 : Aire d'influence approximative des dépôts de coopératives agricoles sur le bassin de la Vesle amont

2.1.2 Comparaison des prescriptions

Pour savoir si les prescriptions différaient réellement d'un organisme de développement à l'autre, nous avons cherché à faire la comparaison des programmes de désherbage chimique du maïs entre les 3 organismes que nous avons décrits dans le paragraphe précédent : les GEDA d'une part et les coopératives Champagne Céréales et Cohésis d'autre part.

Concernant les prescriptions GEDA, nous disposons de leur bulletin annuel « *Techniques GEDA* » de 1995 à 2004, pour Champagne Céréales, de leur guide de protection des cultures de 1973 à 2003. Quant à Cohésis, nous avons eu accès à leurs prescriptions de 1979 à 1990 inclus et de 1999 à 2004 (sauf 2000).

Nous avons donc comparé les programmes de traitement des années 1999, 2001, 2002 et 2003 selon différents critères :

- Nombre de programmes et de produits prescrits
- Nombre d'apports
- Doses d'apport.

Des programmes et des produits prescrits plus nombreux par les coopératives que par les GEDA :

Le GEDA se limite à prescrire, entre 1999 et 2003, 7 à 8 programmes de traitement en fonction du type d'adventices présentes ou attendues, alors que les coopératives ont tendance à multiplier le nombre de programmes proposés :

- en fonction de la flore présente et/ou attendue (adventices visées) ;
- en fonction du nombre d'apports (fractionnement) ;
- en fonction des coûts de traitement (apparition des programmes à coût réduit / doses réduites à Champagne Céréales dès 2001 et Cohésis l'année suivante) ;
- programmes sans atrazine (même avant 2003) pour les zones vulnérables...

On passe ainsi d'une dizaine de programmes de traitement en 2001 à 15-25 en 2003 pour les coopératives, avec une « explosion » pour Cohésis entre 2001 et 2002.

Tableau 1 : Comparaison du nombre de programmes de traitement et de produits prescrits par 3 organismes de développement agricole pour le désherbage du maïs

	Nombre de programmes de traitements			Nombre de produits		
	GEDA	CC	Cohésis	GEDA	CC	Cohésis
1999	8	11	9	7	10	9
2000	7	12	?	7	10	?
2001	7	17	9	7	9	10
2002	7	14	21	7	9	13
2003	7	15	25	7	9	13

En revanche, le nombre de produits prescrits reste relativement stable : 7 pour les GEDA, 9-10 pour Champagne Céréales, 9-13 pour Cohésis. La variété de programmes dépend donc des nombreuses combinaisons possibles entre un nombre toujours limité de produits.

Un nombre limité de produits communs aux trois prescripteurs :

En terme qualitatif et non plus quantitatif, il y évidemment un certain nombre de produits communs entre les trois prescripteurs. On peut supposer que ces produits seront ceux que nous retrouverons dans les programmes de traitement majoritaires sur le bassin de la Vesle.

Tableau 2 : Produits prescrits communs aux 3 organismes de développement pour le désherbage du maïs

1999	2001	2002	2003
ATRAPHYT	ATRAPHYT	ATRAPHYT	(ATRAPHYT)
FRONTIERE	FRONTIERE	FRONTIERE	
MIKADO	MIKADO	CALLISTO	CALLISTO
MILAGRO	MILAGRO	MILAGRO	MILAGRO
BANVEL 4 S	BANVEL 4 S	BANVEL 4 S	BANVEL 4 S
LADDOK		TRAMPLIN	TRAMPLIN

On notera que l'atrazine n'était déjà plus prescrite en 2003 par Champagne Céréales, contrairement aux autres prescripteurs : 2003 était l'année charnière où les agriculteurs avaient encore la possibilité d'utiliser leurs stocks, mais à partir de laquelle l'atrazine n'était plus autorisée à la distribution.

Des apports moins nombreux et des doses prescrites plus faibles pour les organismes émanant de la Chambre d'Agriculture (GEDA)

Pour comparer les pratiques phytosanitaires en terme de nombre d'apport et de doses prescrites entre organismes de développement agricole, il fallait dans un premier temps repérer les programmes de traitement utilisant les mêmes produits. Or, en raison de la complexité croissante des pratiques phytosanitaires, il y a peu de programmes comparables simultanément entre les trois organismes de développement. Nous avons donc choisi de comparer dans un premier temps les programmes des GEDA successivement avec ceux de Champagne Céréales, puis ceux de Cohésis, et dans un deuxième temps, les programmes des deux coopératives entre-eux.

Tableau 3 : Comparaison des programmes de traitement entre les prescriptions GEDA et ceux de la coopérative Champagne Céréales

	Programmes	GEDA	CHAMPAGNE CEREALES
2000	ATRAPHYT puis TRAMPLIN	2 l + 1.5 l	1.5 + 2 l
	MIKADO + ATRAPHYT	0.5-1 l + 1 l	1-1.25 + 2 l
	MILAGRO + MIKADO + ATRAPHYT	1 apport	2 appots (si chiendent) Eco (2 appots)
	BANVEL	0.5-0.75 l + 0.5-0.75 l + 1 l	1.25-1.5 + 1 + 1.5-2 l 0.5 + 0.5 + 1.5-2 l
2001	ATRAPHYT puis TRAMPLIN	2 l + 1.5 l	2 appots 2 l + 2 l
	MIKADO + ATRAPHYT	0.5-1 l + 1 l	1 apport 0.75 l + 1 l
	MILAGRO + MIKADO + ATRAPHYT	1 apport	Normal (2 appots) Eco (2 appots)
	BANVEL	0.5-0.75 l + 0.5-0.75 l + 1 l	1-1.25 l + 2 l 0.6 l + 1.5 l Normal (2 appots) Eco (2 appots) 1-1.5 + 1 + 1.5-2 l 0.5 + 0.5 + 1.5-2 l en 2 appots 0.6 l

(1) Le nombre d'apport :

Ce qui caractérise essentiellement la différence entre les prescriptions du GEDA et celles des coopératives est l'importance du fractionnement : les programmes en un seul apport sont rares pour ces dernières (à partir de 2001, notamment) alors que dans le cas du GEDA, le nombre d'apport n'est précisé que quand un 2^{ème} apport est préconisé (on en déduira donc qu'il n'y a qu'un seul apport dans le cas inverse). De plus, pour les coopératives, on peut trouver pour une même association de produits toute une gamme de traitements (1 apport, 2 apports, 2 apports à doses réduites...).

(2) Les doses prescrites :

Pour comparer ces prescriptions en terme plus quantitatif et avoir une idée de qui prescrit les doses les plus fortes, nous nous heurtions au problème suivant : il y a rarement des programmes strictement équivalents (en terme de nombre d'apports, programme normal/économique) entre les trois organismes, notamment entre le GEDA d'une part et les coopératives d'autre part. En revanche, entre les deux coopératives, les similitudes sont plus nombreuses. Nous avons figuré en couleur sur le tableau suivant (*Tableau 4*) les programmes qui pouvaient être considérés comme équivalents.

Tableau 4 : Comparaison des programmes de traitement pour le désherbage du maïs pour deux coopératives de la Marne

DESHERBAGE MAÏS		CHAMPAGNE CEREALES			COHESIS		
2001	MIKADO + ATRAPHYT	1 apport 0.75 l + 1 l	Normal (2 apports) 1-1.25 l + 2 l	Eco (2 apports) 0.6 l + 1.5 l	1 l + 1 l		
	MILAGRO + MIKADO + ATRAPHYT		Normal (2 apports) 1-1.5 l + 1 l + 1.5-2 l	Eco (2 apports) 0.5 + 0.5 + 1.5-2 l		en 2 apports 1 + 1.5 + 2 l	
	FRONTIERE + ATRAZINE	1 apport 1.5 + 1 l			1 apport 1.3-1.6 + 1 l		
	BANVEL	en 2 apports 0.6 l	en dirigé 0.6 l			en 2 apports 0.6 l	
2002	DIPLÔME + ATRAZINE	1 kg + 1 l				0.8-1 kg + 1 l	
	FRONTIERE + ATRAZINE	1.5 l + 1 l				1.3-1.6 + 1 l	
	MILAGRO + CALLISTO + ATRAPHYT		en 2 apports 1-1.25 l + 1 l + 1-2 l	Eco (2 apports) 0.5 + 0.5 + 1-2 l		en 2 apports 0.9-1.4 + 0.8-1.2 + 1 l	Eco (2 apports) 0.6 + 0.6 + 1 l
	TRAMPLIN + ATRAPHYT		en 2 apports 2 + 2 l		en 1 apport 2 + 1 l	en 2 apports 2-2.5 + 1.5-2 l	
	CALLISTO + ATRAPHYT		en 2 apports 1-1.25 l + 1 l	Eco (2 apports) 0.5 + 1-2 l	en 1 apport 0.7-1 + 1 l	en 2 apports 1-1.4 + 1-1.5 l	eco (2 apports) 0.6 + 1 l
	MILAGRO + CALLISTO		en 2 apports 1-1.25 l + 1 l			en 2 apports 1-1.3 + 0.9-1.8 l	
	FRONTIERE puis CALLISTO	1.5 + 0.5-0.75 l				1.3-1.6 + 0.5-1 l	
	STARANE 200		en 2 apports 0.65 l	en dirigé 1-1.25 l		en généralisé 1 l	
	2003	DIPLÔME	1 kg/ha				0.8 kg
MILAGRO + CALLISTO			en 2 passages 1-1.25 l + 1 l	Eco (2-3 apports) 0.6-0.8 l + 0.6-0.8 l		3 apports 0.9-1.8 l + 0.9-1.8 l	
CALLISTO + BANVEL			2 apports 1 l + 0.5 l			2 apports 1-1.2 l + 0.6 l	
CAMBIO + LI 700			2 apports 2.5 l + 1 l			2 apports 2.5 l + 1 l	
CALLISTO			2 apports 1 l			2 apports 1-1.2 l	

En ce qui concerne les comparaisons entre GEDA et coopératives, nous avons donc fait le choix méthodologique de comparer systématiquement tous les programmes d'une même catégorie entre-eux, comme dans l'exemple suivant :

Tableau 5 : Méthode de comparaison des programmes de traitement de désherbage du maïs entre prescriptions GEDA et coopérative

	Programmes de désherbage Maïs (2001-2003)	GEDA		CHAMPAGNE CEREALES		
		a	b	a'	b'	c'
4	MILAGRO + CALLISTO + ATRAPHYT	1 apport 0.5-0.75 + 0.5 + 0.5 l	2 apports (si chiendent) 1.5 + 0.5 + 2 l	2 apports 1-1.25 + 1 + 1-2 l		Eco (2 apports) 0.5 + 0.5 + 1-2 l

Dans l'exemple ci-dessus, nous avons donc comparé les doses des différents produits du programme a) du GEDA à celles des différents produits du programme b') puis c') de Champagne Céréales, puis nous avons procédé de la même façon pour le programme b) du GEDA.

Nous obtenons ainsi des séries de couples de valeurs, entre doses prescrites GEDA-Champagne Céréales d'une part, et GEDA-Cohésis d'autre part. Pour chacun de ces échantillons appariés, nous procédons à un calcul simple : $((x-y)/x)*100$ pour obtenir la différence relative entre les deux séries pour chaque couple de valeurs. Nous pouvons ainsi calculer la moyenne globale de ces écarts relatifs.

En reprenant l'exemple précédent, nous obtenons le tableau suivant :

Tableau 6 : Présentation des calculs effectués pour comparer les doses prescrites dans les programmes de traitement de 2 organismes de développement agricole

x (GEDA)	y (Champ. Cér.)	x-y	$((x-y)/x)*100$
0.63	1.13	-0.5	-79.4
0.5	1	-0.5	-100.0
0.5	1.5	-1	-200.0
0.63	0.5	0.13	20.6
0.5	0.5	0	0.0
0.5	1.5	-1	-200.0
1.5	1.13	0.37	24.7
0.5	1	-0.5	-100.0
2	1.5	0.5	25.0
1.5	0.5	1	66.7
0.5	0.5	0	0.0
2	1.5	0.5	25.0
moyenne :			-43.1

Sur cet échantillon, nous avons démontré que les prescriptions de Champagne Céréales majoraient de 43% en moyenne les prescriptions GEDA. Ce résultat est très proche du résultat obtenu sur des échantillons plus vastes :

- Comparaison GEDA /Champagne Céréales : entre 1995 et 2003, nous avons sélectionné 40 programmes de traitement comparables, aboutissant à 73 couples de valeurs. La différence entre ces deux séries est de -41.3% : les apports prescrits par les GEDA sont inférieurs de 41% à ceux de Champagne Céréales.
- Comparaison GEDA /Cohésis : pour les années 1999, 2001 à 2004, nous avons sélectionné 29 programmes de traitement comparables, aboutissant à 57 couples de valeurs. La différence entre ces deux séries est de -41.5%: les apports prescrits par les GEDA sont inférieurs de 41% à ceux de Cohésis.
- Comparaison Champagne Céréales / Cohésis : pour les années 1999, 2001, 2002 et 2003 nous avons sélectionné 46 programmes de traitement comparables, aboutissant à 82 couples de valeurs. La différence entre ces deux séries est de -6.8%: les apports prescrits par Champagne Céréales sont inférieurs de 8% à ceux de Cohésis.

Nous avons également procédé à un test de significativité basé sur le test de Student, montrant qu'entre :

- GEDA – Champagne Céréales : $t = -4.56$ pour $n = 73$, et $t_{\text{seuil } \alpha=0.01} = 3.43$, donc $t_{\alpha=0.01} < |t|$ et les échantillons sont significativement différents quelque soit α .
- GEDA – Cohésis : $t = -2.68$ pour $n = 57$, et $t_{\text{seuil } \alpha=0.01} = 2.67$, donc $t_{\alpha=0.01} < |t|$ donc les échantillons sont significativement différents pour $\alpha = 0.01$.
- Champagne Céréales – Cohésis : $t = 0.46$, pour $n = 82$ et $t_{\text{seuil } \alpha=0.1} = 1.66$, donc $t_{\alpha=0.1} > |t|$, les échantillons ne sont donc pas significativement différents.

En conclusion, les coopératives prescrivent effectivement – dans le cas précis de l'échantillon sélectionné ici, à savoir le désherbage du maïs de 1995 à 2003 – des doses significativement plus fortes que celles prescrites par les GEDA (40% de différence en moyenne), mais nous avons également démontré que la différence de prescription entre les deux coopératives n'est pas significative.

Mais pour généraliser ces conclusions, il faudrait bien entendu valider ces résultats sur d'autres cultures et d'autres périodes.

2.2. Reconstitution des pratiques de désherbage du maïs de 1973 à 2003 dans la Marne (Données : Champagne Céréales)

Pour reconstituer les pratiques de désherbage du maïs au cours des trente dernières années, nous avons utilisé les données disponibles, gracieusement fournies par la coopérative Champagne Céréales. Ces données sont de trois types :

- Chiffres de vente des produits de désherbage du maïs de la coopérative « La Providence », devenue « Champagne Céréales » lors de sa fusion avec d'autres coopératives en 1990. Ces chiffres couvrent la période comprise entre 1973 à 2000. Nous avons cependant dû écarter les données de l'année 1991 car elles étaient trop incomplètes (il s'agit de l'année de transition entre la Providence et Champagne Céréales)
- Prescriptions sous forme de dose/ha issues des guides de protection des végétaux de cette coopérative de 1973 à 2003.
- Estimation du nombre d'hectares cultivés en maïs chaque année par les adhérents de Champagne Céréales (surfaces estimées en fonction des quantités de maïs collectées).

En croisant toutes ces informations, nous avons élaboré une méthode permettant de reconstituer les pratiques de désherbage majoritaires, en adoptant la démarche suivante :

- Estimation de la quantité des différentes matières actives (en kg/ha) utilisées en moyenne sur l'ensemble du secteur couvert par « La Providence » puis « Champagne Céréales » de 1973 à 2000.
- Estimation de l'évolution de l'utilisation des différents produits commerciaux en % de surface de maïs traitée.
- Segmentation temporelle en périodes considérées comme homogènes du point de vue de l'utilisation des pratiques de désherbage et constitution de tableaux synthétiques présentant les pratiques majoritaires par période.

2.2.1 Estimation des doses moyennes utilisées

Le cas particulier de l'atrazine

L'atrazine est la molécule qui a été utilisée sur maïs de la manière la plus continue et la plus massive depuis le début du désherbage chimique. A cette utilisation massive, s'ajoute les propriétés de cette molécule qui la rendent très persistante dans l'environnement, notamment dans les captages d'eau où l'atrazine et ses métabolites sont très fréquemment retrouvés. Bien que l'utilisation de cette molécule soit interdite depuis 2003, il a semblé important aux modélisateurs d'en connaître les dynamiques d'utilisation passées, en raison des problèmes de santé publique qu'elle pose encore actuellement et de l'importance des temps de transfert à travers les couches du Crétacé. Ceci permettrait de comprendre les modalités de transfert de l'atrazine vers les eaux souterraines du bassin de la Vesle : à quand remonte l'épandage d'atrazine que l'on retrouve encore actuellement dans les captages ? Et surtout, combien de temps risque-t-elle encore de contaminer les eaux souterraines après son interdiction... ?

Pour connaître les doses moyennes d'atrazine qui ont été apportées sur les parcelles en maïs des adhérents de Champagne Céréales, nous avons adopté la démarche suivante :

- Sélection de tous les herbicides contenant de l'atrazine pure (Gésaprimé, Atraphyt, Techn'atral) ou en mélange (Laddok, Bellater, Maizor, Tazastomp, etc.)
- Conversion des kg de produits commerciaux vendus en kg d'atrazine pure (matière active), puis calcul de la quantité d'atrazine pure vendue par année et divisée par le nombre d'hectares de maïs déclaré par les adhérents de Champagne Céréales.

- Représentation graphique des évolutions des doses/hectares (*Figure 3*), comparées à celle des prescriptions moyennes de Champagne Céréales et des doses maximales homologuées au cours des 30 dernières années (Index ACTA)

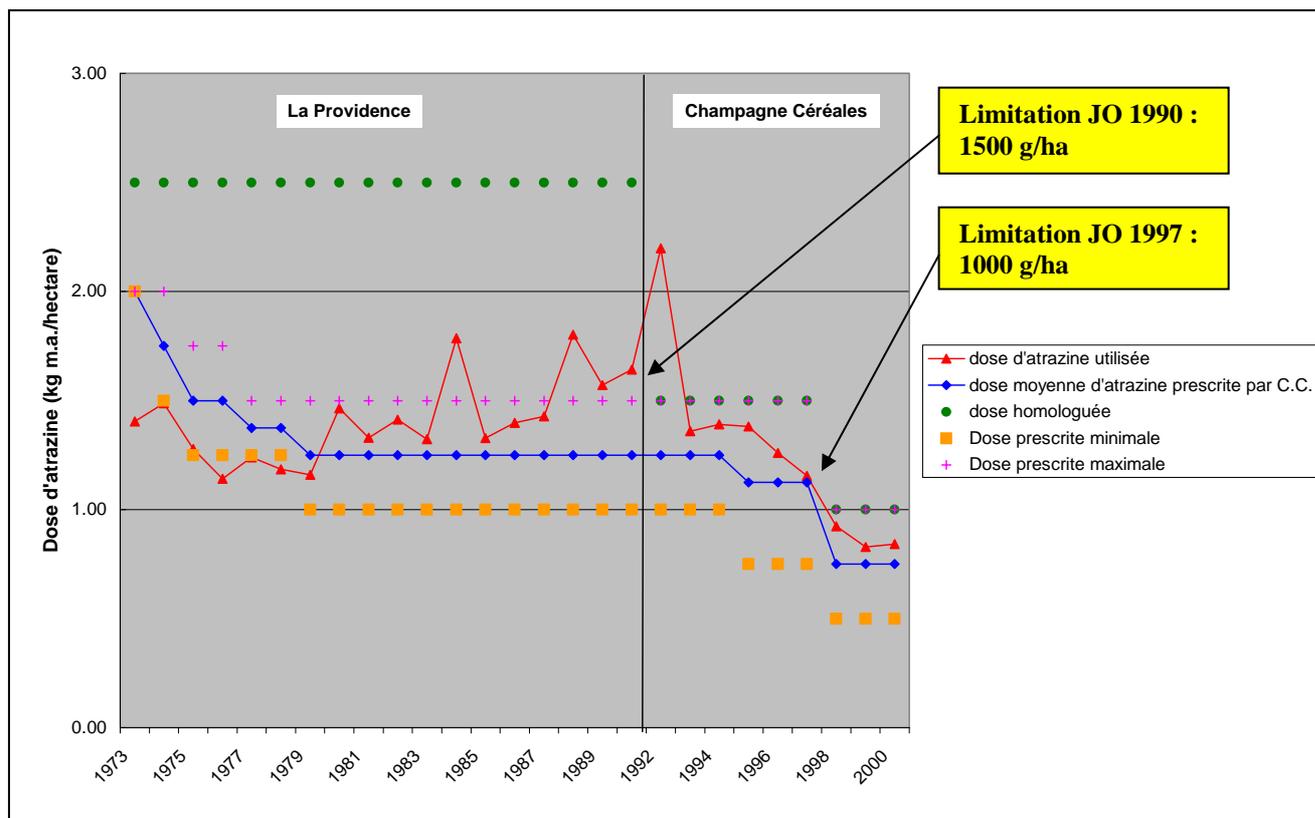


Figure 3 : Evolution des doses d'atrazine reçues par les parcelles de maïs des adhérents de Champagne Céréales entre 1973 et 2000

Le premier constat que nous pouvons faire est que les prescriptions de Champagne Céréales ont toujours été inférieures aux doses homologuées, notamment durant les années 70-80 où ces dernières étaient extrêmement élevées. On peut même noter que les doses maximales fixées par la législation en 1990, correspondent aux doses maximales prescrites par Champagne Céréales depuis ...1977 ! L'écart entre doses prescrites et doses homologuées se resserre à partir du début des années 90, quand la législation impose des restrictions à l'utilisation de l'atrazine qui se retrouve limitée à 1.5 kg/ha en 1990, puis à 1 kg en 1997. Les doses maximales prescrites par Champagne Céréales se confondent alors avec celles de la législation.

Concernant l'utilisation de l'atrazine, on peut constater quatre grandes phases dans son évolution :

- **de 1973 à 1978** : les doses utilisées correspondent globalement à la dose prescrite minimale de « la Providence » ou sont légèrement, voire fortement inférieures (notamment en 1973) .
- **de 1979 à 1987** : les doses utilisées sont globalement comprises entre la dose moyenne et la dose maximale des prescriptions de « La Providence », à l'exception de l'année 1984 où les quantités vendues augmentent brusquement (y'a-t-il eu une pression particulière des adventices cette année-là ?).
- **de 1988 à 1992** : dépassement global des doses prescrites jusqu'au « record » de 1992 où l'écart atteint 80% entre doses appliquées et doses prescrites (2.2 kg contre 1.25). Ce qui peut paraître étonnant, c'est que la législation a eu un effet sur les pratiques mais différé dans le temps (environ 2 ans après la date d'application du décret du JO de 1990). Il reste à expliquer cette surconsommation passagère : constitution de stocks en prévision d'une éventuelle interdiction de l'atrazine ? Biais dans les données suite à la restructuration de Champagne Céréales (inadéquation

entre les surfaces en maïs collectées et les quantités de produits vendues, par exemple... ?). On peut d'ailleurs se demander si la législation n'a pas été mise en place à cette période pour limiter un phénomène de « surenchère » croissante dans l'utilisation de l'atrazine par les agriculteurs.

A partir de 1993, la réglementation est globalement bien suivie par les agriculteurs et la diminution des doses d'atrazine/ha forme une courbe en « s » régulière (disparition des « dents de scie » des années précédentes), avec une forte diminution entre 1995 et 1998 suivie d'un palier. Durant toute cette période, les doses utilisées sont inférieures aux doses maximales autorisées par la législation (même après 1997 où cette limite descend à nouveau d'un tiers), et sont proches des doses moyennes prescrites par Champagne Céréales.

Enfin, il serait intéressant de pouvoir poursuivre cette courbe au-delà de l'année 2000 pour voir comment les agriculteurs ont anticipé l'interdiction de l'atrazine en 2003.

Les autres molécules herbicides

Nous avons réalisé pour les autres molécules utilisées sur maïs la même opération que pour l'atrazine, à savoir la conversion des produits commerciaux en quantité de matières actives puis addition de ces quantités de matières actives vendues ramenées aux surfaces de maïs, afin de pouvoir les représenter simultanément sur un même graphique.

Concernant les produits utilisés sur d'autres cultures que le maïs, les données fournies à partir de la création de Champagne Céréales ne concernent que les quantités effectivement appliquées sur maïs. Avant 1992, il a donc fallu écarter les produits dont l'utilisation sur maïs a été considérée comme négligeable par les experts (Starane, Basta) ou estimer la proportion effectivement utilisée sur maïs (cas du Basagran).

On peut ainsi connaître les dynamiques d'utilisation des molécules utilisées pour le désherbage du maïs (i.e. comment celles-ci se sont succédées dans le temps et l'importance de leurs variations). Ce graphique (Figure 4) permet de voir que les molécules ayant été utilisées sur maïs sur une longue période sont par exemple le 2,4-D (de 1975 à 1995) ou le bentazone (de 1984 à 1999) et que les molécules en pleine expansion actuellement sont la sulcotrione ou le dimethenamid.

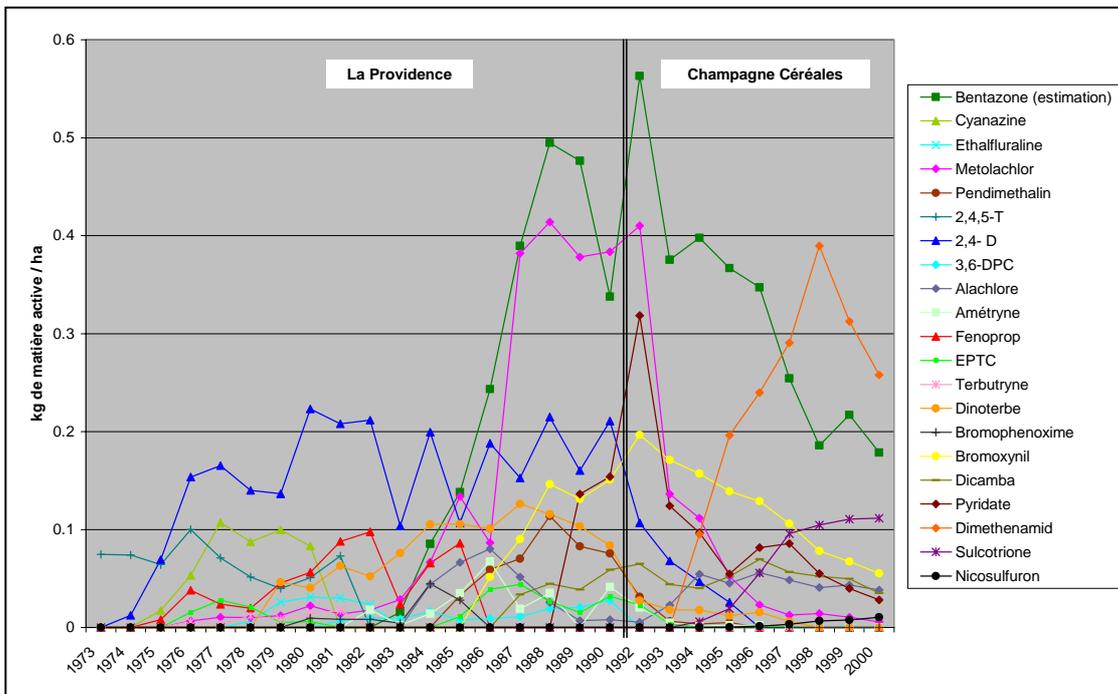


Figure 4 : Evolution des quantités de matières actives utilisées sur maïs entre 1973 et 2000 (hors Atrazine) Sources : Champagne Céréales

D'autres ont connu des variations très brutales dans leur utilisation, comme le métolachlor ou le pyridate... mais on ne peut pas comparer directement l'importance respective de l'utilisation de produits les uns par rapport aux autres, car les doses d'emploi peuvent être très différentes selon les matières actives. C'est le cas notamment des nouveaux produits qui sont efficaces à des doses de plus en plus faibles (ex. : le « Titus » contenant du rimsulfuron à 25% s'utilise à des doses de 60 g/ha de p.c., soit 15 g/ha de m.a., à mettre en parallèle avec les 1000 g/ha d'atrazine autorisés précédemment).

Si l'on veut comparer ces molécules en terme d'utilisation, c'est-à-dire de pourcentage des surfaces en maïs traitées, il faudra passer par d'autres traitements que nous présenterons dans la partie suivante.

2.2.2 Estimation des surfaces moyennes traitées

Notre étude vise, au-delà de la connaissance des quantités d'intrants apportés à l'échelle du bassin versant, à reconstituer les pratiques majoritaires en terme de surfaces traitées. C'est pourquoi des doses de matière active moyennées sur l'ensemble des surfaces en maïs ne suffisent pas à décrire les pratiques phytosanitaires d'une période donnée. Nous avons donc cherché à convertir ces quantités de produits vendues en surfaces de maïs potentiellement traitées par ces produits. Pour cela, il a fallu nous baser sur le postulat que les adhérents de Champagne Céréales suivent effectivement les prescriptions de leur coopérative, puis :

- 1) diviser les quantités de produits commerciaux vendus par les recommandations annuelles de doses d'application par ha que l'on trouve dans les guides de protection phytosanitaire de Champagne Céréales (depuis 1973). Lorsque les prescriptions étaient présentées sous forme de « fourchette », nous avons retenu la valeur supérieure, car nous avons noté, concernant l'atrazine, que les doses utilisées étaient globalement plus proches des doses supérieures prescrites. On obtient alors une estimation des surfaces traitées par produits en ha.
- 2) Chacune de ces surfaces traitées théoriques (estimées par année et par produit) peut ensuite être convertie en % de la sole annuelle de maïs cultivée par les adhérents de Champagne Céréales. Ce sont ces derniers résultats qui peuvent être représentés graphiquement et donner une idée de l'importance relative des différents traitements.

Evolution des surfaces traitées avec des produits contenant de l'atrazine

Le graphique ci-dessous (*Figure 5*) présente l'évolution des surfaces potentiellement traitées avec des produits contenant de l'atrazine. Nous avons présenté d'une part l'évolution de l'utilisation des produits contenant seulement de l'atrazine (Atraphyt, Techn'atral), et d'autre part les autres produits contenant de l'atrazine en mélange, associée à d'autres matières actives. Nous avons également représenté le cumul des surfaces qui auraient potentiellement reçu de l'atrazine, sous les deux formes possibles (pure ou en mélange).

Le premier constat est que, parmi les mélanges, seul le Laddok a été utilisé de manière réellement significative (jusqu'à 40% des surfaces), ce qui explique un fort différentiel entre les surfaces traitées en atrazine pure et les surfaces totales ayant reçu de l'atrazine entre 1986 et 1999. La remontée de la courbe de consommation d'Atraphyt à partir de 1997 (alors que celle des surfaces totales traitées avec de l'atrazine est globalement en baisse depuis 1993) s'explique mécaniquement par le fait qu'à la même période, l'atrazine cesse d'être utilisée en mélange sous forme de Laddok et l'est à nouveau essentiellement sous forme d'Atraphyt.

Le deuxième constat est que l'aspect général de la courbe des surfaces cumulées est fortement ressemblant à celui de la courbe obtenue précédemment concernant les doses moyennes d'atrazine à l'hectare (Figure 3), mais avec certaines nuances. Celles-ci s'expliquent par le fait que les variations dans les prescriptions de Champagne Céréales se répercutent directement sur notre courbe théorique d'utilisation d'atrazine : si les doses moyennes d'atrazine diminuent globalement, mais moins vite que les prescriptions, on lira alors sur la courbe une légère remontée de l'utilisation de l'atrazine en % de surfaces traitées (ex : entre 1993 et 1996). En revanche, durant les périodes de prescription stable, les deux courbes seront quasiment superposables.

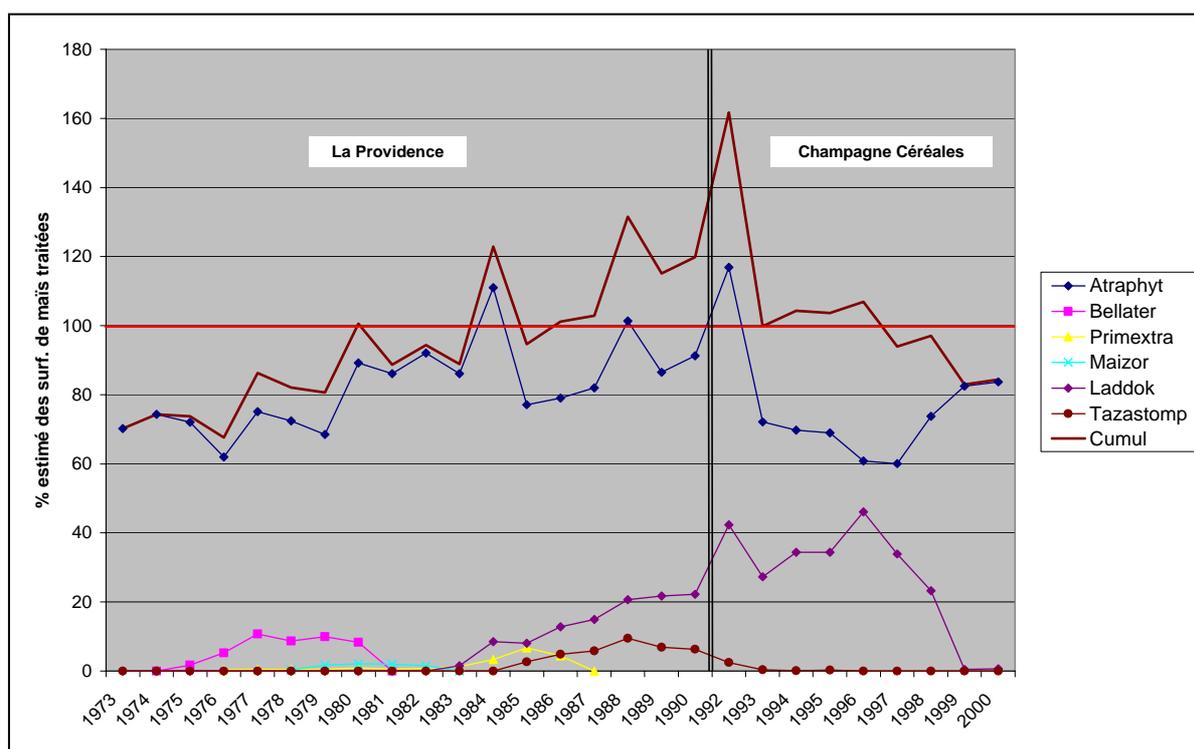


Figure 5 : Estimation des surfaces en maïs traitées avec des spécialités commerciales contenant de l'atrazine (à partir des prescriptions maximales de Champagne Céréales)

En terme de surfaces traitées, la courbe des surfaces cumulées est cohérente avec celle des doses moyennes d'atrazine/ha. Quand celle-ci dépasse les 100% de surfaces traitées, on retrouve un surdosage en atrazine sur la Figure 3. Ce surdosage est certainement lié à un deuxième apport d'atrazine rendu nécessaire par l'apparition de mauvaises herbes résistantes. En revanche, quand la courbe passe sous la barre des 100%, c'est que les doses utilisées étaient globalement inférieures aux doses conseillées maximales (en faisant l'hypothèse, confirmée à « dire d'expert », que 100% des surfaces de maïs ont reçu de l'atrazine entre 1973 et 2000). Le léger dépassement de la limite des 100% entre 1993 et 1997, alors que les doses d'atrazine/hectare sont inférieures aux doses maximales prescrites, peut s'expliquer par le fait que le Laddok était fortement utilisé à cette époque et certainement en léger surdosage. Comme il n'est composé qu'à moitié d'atrazine, même un surdosage n'entraîne pas un fort dépassement des doses moyennes d'atrazine/hectare.

Evolution des surfaces traitées avec des produits contenant d'autres matières actives que l'atrazine

Le graphique suivant (Figure 6) montre l'évolution de l'utilisation de certains produits dans les pratiques de désherbage passées, en-dehors des produits ne contenant que de l'atrazine (les mélanges ont été représentés en pointillés). Lorsqu'on compare la Figure 4 et la Figure 6, on retrouve globalement les mêmes formes de courbes lorsqu'une molécule correspond à un seul produit. En revanche, les ordres de grandeurs respectifs des différentes courbes peuvent être totalement différents. Des produits dont les doses/ha utilisées sont parmi les plus fortes, comme le métolachlor par ex., se retrouvent assez faiblement représentés en terme de surfaces traitées (autour de 20%) sur la Figure 6. Inversement, un produit qui s'utilise à très faible dose comme le Titus et qui n'était pas visible sur la Figure 4, devient significatif sur la Figure 6, avec des surfaces traitées de l'ordre de 8% entre 1993 et 1997.

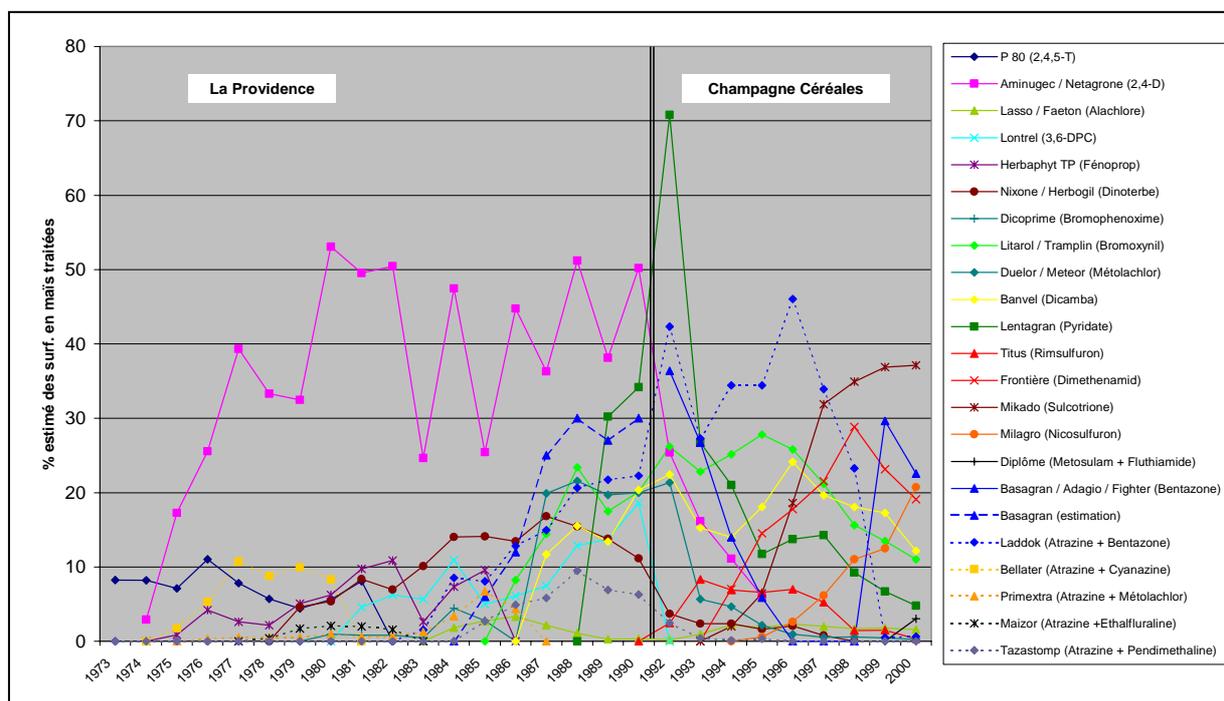


Figure 6 : Evolution des proportions de surfaces en maïs traité par les différents produits commerciaux vendus par Champagne Céréales entre 1973 et 2000 (hors Atraphyt)

Ce graphique nous renseigne donc sur les principales dynamiques d'utilisation des produits de désherbage sur maïs. Parmi les plus utilisés, nous retrouvons, comme sur le graphique précédent, les spécialités à base de 2,4-D, remplacés à partir des années 90 par le Banvel en raison de problèmes de sélectivité, dans les traitements en post-levée. Entre 1975 et 1993, le 2,4-D était utilisé sur 20 à 50 % des surfaces, essentiellement en traitement « en plein », même s'il était également prescrit dans les traitements « en localisé » (sur le rang).

Le Lantagran a connu un « pic » d'utilisation spectaculaire en 1992 (70% des surfaces concernées) qui correspondrait, selon un expert, à une année où les phénomènes de résistance à l'atrazine auraient été particulièrement aigus (chénopodes, renouée, morelle, amarante). La question de la fiabilité des données de l'année 1992 peut aussi se poser (comme pour l'atrazine), car elle suit de peu l'année de la fusion de Champagne Céréales avec d'autres coopératives.

Le Bentazone sous ses différentes formes (Laddok, Basagran) est fortement utilisé depuis 1986 (jusqu'à 70% également en 1992, si l'on cumule les deux courbes). Sous forme de Bentazone pur (Basagran), il a fortement régressé jusqu'à disparaître entre 1996 et 1998 pour réapparaître en 1999 lorsque disparaît le Laddok à son tour.

Il est à noter également qu'il y a parfois quelques distorsions entre les produits conseillés (dans les guides de protection des cultures, par ex.) et les produits utilisés par les agriculteurs : certains produits à base d'alachlore (Lasso/Faeton/Tradiachlore) ont été utilisés jusqu'en 2000 alors qu'ils ne sont plus prescrits depuis 1988. De même, Duelor/Météor (Métolachlor) n'est prescrit que jusqu'en 1996 alors qu'il continue d'être utilisé jusqu'en 2000. Les surfaces concernées par ces produits sont cependant extrêmement réduites. A l'inverse, le Lontrel a été prescrit jusqu'en 1994, alors qu'il n'est plus utilisé depuis 1990.

Il serait fastidieux d'énumérer les dynamiques d'utilisation de tous les autres produits, c'est pourquoi nous ne mentionnons ici que les tendances principales pour les dernières années : globalement tous les produits sont en régression sur la période 1997-2000, à l'exception du Mikado et du Milagro (ainsi que Diplôme, mais en très faible proportion), ce qui laisse à penser qu'ils seront certainement les principaux produits de substitution à l'atrazine lors de sa suppression du marché en 2003. Cette pratique n'aura sans doute pas les résultats attendus sur le plan environnemental car une thèse a déjà démontré que la sulcotrione, si elle était employée avec la même ampleur que l'atrazine par le passé, aboutirait certainement aux mêmes difficultés environnementales (Cherrier, 2003).

Enfin, une première conclusion que l'on peut tirer de cette partie est la démonstration de la complexité croissante des traitements de désherbage du maïs en trente ans :

- au cours des années 70, 3 à 4 molécules suffisaient pour contenir les adventices, dont une molécule de pré-levée extrêmement majoritaire, l'Atrazine et une autre utilisée en rattrape (ou post-levée), le 2,4-D.
- De 1986 à 2000, diversification des molécules utilisées en grande partie en raison de problèmes de résistance à l'Atrazine par les mauvaises herbes.

2.2.3 Reconstitution des pratiques de désherbage majoritaires

L'étape précédente nous a permis de constituer un tableau synthétisant les pourcentages estimés de surfaces en maïs traitées annuellement de 1973 à 2000 par les différents produits vendus par Champagne Céréales. Pour reconstituer les pratiques de désherbage majoritaires sous forme de programmes de traitement et quantifier les pourcentages relatifs de ceux-ci, nous avons dans un premier temps réalisé une segmentation temporelle en périodes considérées comme homogènes et stables en termes de produits utilisés (Tableau 7). Pour cela, nous n'avons pris en compte que les produits représentant une surface considérée comme significative (soit plus de 2% de la sole en maïs).

Tableau 7 : Pourcentages annuels estimés des surfaces en maïs traitées par les principaux désherbants vendus par Champagne Céréales et segmentation en périodes « homogènes » (extrait)

En % de maïs traité	Période 1			Période 2				Période 3			Période 4			...	1987
	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985		
Atraphyt	70	74	72	62	75	72	69	89	86	92	86	111	77	79	82
P 80	8	8	7	11	8	6	4	6	8	0	0	0	0	0	0
Aminugec / Netagrone	0	3	17	26	39	33	32	53	50	50	25	47	25	45	36
Herbaphyt TP	0	0	1	4	3	2	5	6	10	11	3	7	10	0	0
Bellater	0	0	2	5	11	9	10	8	0	0	0	0	0	0	0
Nixone / Herbogil	0	0	0	0	0	0	5	5	8	7	10	14	14	13	17
Lontrel	0	0	0	0	0	0	0	0	5	6	6	11	5	6	7
Laddok	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	9	8	13	15
Primextra	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	3	7	4	0
Dicoprime	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	4	3	0	0
Basagran / Adagio / Fighter	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	12	25
Lasso / Faeton	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	3	2
Tazastomp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	5	6
Litarol / Trampilin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	14
Duelor / Meteor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
Banvel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
Lentagran	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Puis, pour chacune des périodes identifiées, nous avons calculé la moyenne des surfaces totales en maïs, ainsi que la moyenne des surfaces traitées par les différents produits (*Tableau 8*).

Tableau 8 : Pourcentages moyens par périodes « homogènes » de surfaces en maïs traitées par les principaux désherbants vendus par Champagne Céréales

Surf. Moyenne Maïs	moy_73-75	moy_76-80	moy_81-83	moy_84-86	moy_87-90	moy_92-94	moy_95-98	moy_99-00
	15152	15685	13891	14860	12730	32233	38525	40150
Atraphyt	72	73	88	89	90	86	66	83
P 80	8	7	3	0	0	0	0	0
Aminugec / Netagrone	7	37	42	39	44	18	2	0
Herbaphyt TP	0	4	8	6	0	0	0	0
Bellater	1	9	0	0	0	0	0	0
Nixone / Herbogil	0	2	8	14	14	3	1	0
Lontrel	0	0	5	7	13	0	0	0
Laddok	0	0	1	10	20	35	34	1
Primextra	0	1	1	5	0	0	0	0
Dicoprime	0	0	1	2	0	0	0	0
Basagran / Adagio / Fighter	0	0	0	6	28	26	1	26
Lasso / Faeton	0	0	0	3	1	1	2	2
Tazastomp	0	0	0	3	7	1	0	0
Litarol / Tramplin	0	0	0	3	19	25	23	12
Duelor / Meteor	0	0	0	0	20	11	1	0
Banvel	0	0	0	0	15	17	20	15
Lentagran	0	0	0	0	16	40	12	6
Titus	0	0	0	0	0	6	5	1
Frontière	0	0	0	0	0	2	21	21
Mikado	0	0	0	0	0	1	23	37
Milagro	0	0	0	0	0	0	5	17
Diplôme	0	0	0	0	0	0	0	2

Ces chiffres ont ensuite été utilisés pour reconstituer les programmes de traitement majoritaires et leur affecter un pourcentage par rapport à l'ensemble de la sole en maïs. Comme au sein de chaque programme peuvent figurer plusieurs produits, nous nous sommes appuyés sur les guides de protection des cultures de Champagne Céréales pour connaître les modalités d'utilisation de ces produits (stades culturaux et/ou modes d'application) et les principales compatibilités (ou incompatibilités) entre produits. Lorsque leurs pourcentages d'utilisation devaient être adaptés pour s'ajuster à l'ensemble de la surface (notamment pour l'atrazine), nous avons alors fait varier la dose prescrite d'apport de manière à ce que le produit [(dose) x (% de surface) x (surface moyenne de maïs)] soit le plus proche possible de la quantité moyenne de produits vendus par la coopérative sur la période.

Dans le tableau ci-dessous (*Tableau 9*), il a fallu adapter la dose d'Atraphyt au pourcentage de surface restant dévolu à ce produit, soustraction faite du Laddok qui était utilisé à la place de l'Atraphyt (soit 100-34%=66%). La dose d'Atraphyt par hectare permettant d'approcher le mieux possible la quantité moyenne d'Atraphyt vendue à cette période est donc de 3.8 l/ha. De même, à cette époque, le Lentagran était uniquement prescrit en mélange avec l'Adagio, après un premier passage à l'atrazine. Pour représenter ce programme, sachant qu'il reste 29% de la sole en maïs à lui attribuer, nous avons fait varier en la diminuant de 0.8 à 0.7% la dose moyenne d'Adagio et en l'augmentant, la dose de Lentagran de 1 à 1.3%. Les doses totales reçues par les parcelles de maïs restent ainsi sensiblement égales.

Tableau 9 : Calculs croisés des doses et des pourcentages de produits utilisés pour la période 1992-1994

Période	1992-94		Surface moy maïs				32233 ha
			Dose prescrite / ha		quantité produit estimée		quantité produit vendue (l ou kg)
	% estimation surface traitée		(l ou kg)		(l ou kg)		
	avant modif.	après modif.	avant modif.	après modif.	avant modif.	après modif.	
Atraphyt	84%	66%	3	3.8	81227	80840	81285
Laddok	34%		5		54796		54717
Duelor	8%	9%	2.5	2.4	6447	6962	6907
Banvel	17%		0.6		3288		3264
2,4-D	17%		0.7		3836		3857
Tramplin	28%		2.5		22563		22385
Lentagran	37%	29%	1	1.3	11926	12152	12036
Titus	6%		0.08		155		152
Nixone / Herbogil	3%		3		2901		2663
Basagran / Adagio	25%	29%	0.8	0.7	6447	6543	6498

Pour passer de ces pourcentages à des programmes de traitement majoritaires, il a fallu procéder à des simplifications par rapport aux pratiques réelles et/ou prescrites. Comme il était impossible de représenter toutes les combinaisons possibles de produits entre eux dans la base de données finale, nous avons choisi de combiner ensemble, au sein d'un même programme, les produits qui avaient approximativement les mêmes pourcentages d'utilisation au cours de la période (lorsqu'il n'y avait pas d'incompatibilité avérée entre eux). Lorsqu'il a fallu légèrement modifier ces pourcentages, nous avons alors adapté la dose d'apport dans le tableau 9. Nous avons donc choisi de représenter les programmes de la manière suivante (Tableau 10):

Tableau 10 : Reconstitution des traitements majoritaires de désherbage du maïs entre 1992 et 1994

	Traitements en plein		Traitements dirigés	% de la sole en maïs	
	Présemis et postsemis prélevée	Postlevée			
1992-94	impasse	LADDOK + 2,4-D 5 l + 0,7 l		17%	LADDOK : 38%
		LADDOK 5 l	BANVEL 0,6 l	17%	
	DUELOR + ATRAPHYT 2,4 l + 3,8 l	TITUS 80 g		6%	ATRAPHYT : 62%
		HERBOGIL 3 l		3%	
	ATRAPHYT 3,8 l	TRAMPLIN 2,5 l		28%	
		LENTAGRAN + ADAGIO 1,3 l + 0,7 l		29%	

Nous avons procédé de la même manière pour les autres périodes de 1973 à 2000. En revanche, pour la période 2001-2003 pour laquelle nous ne disposons pas de chiffres de vente, nous avons extrait les traitements jugés majoritaires des guides de protection des cultures et obtenus les pourcentages de leur représentation sur l'ensemble de la sole en maïs à « dire d'expert », en l'occurrence en interrogeant un conseiller technique de Champagne Céréales ayant une bonne connaissance des pratiques phytosanitaires sur maïs. Les enquêtes « à dire d'expert » sont également utilisées pour valider les programmes de traitement obtenus comme précédemment à partir des chiffres de vente de la coopérative. La synthèse finale sera ensuite saisie dans une base de données relationnelle qui sera mise à la disposition des chercheurs du PIREN-Seine. Cette base de données comportera en plus des informations contenues dans les tableaux figurant en annexes, des données sur les dates d'apport, le fractionnement, les conditions d'application, etc.

3. Les pratiques de désherbage de la vigne en champagne de 1970 à nos jours (données : CIVC)

Dans le cas de la vigne, nous ne disposons pas – contrairement au maïs- de données de vente des produits herbicides utilisés depuis 1970. En revanche, les organismes travaillant sur la vigne champenoise sont nombreux et disposent de documentation importante. Pour reconstituer les pratiques de désherbage de la vigne sur une trentaine d'années, nous avons dans un premier temps dépouillé la revue technique de référence pour la viti-viticulture en Champagne : le « Vigneron Champenois », qui depuis plus d'un siècle diffuse auprès des adhérents de l'AVC (Association Viticole Champenoise) les conseils techniques du CIVC (Comité Interprofessionnel des Vins de Champagne).

Cette revue permet non seulement de connaître précisément les pratiques de désherbage prescrites depuis 1970 par le CIVC, mais nous permet également de mieux comprendre les relations entre viticulteurs et prescripteurs à travers le temps, et les raisonnements qui sous-tendent le choix de

telle ou telle prescription (apparition de mauvaises herbes résistantes, phytotoxicité de telle molécule, impact de la législation). La lecture de l'ensemble de ces bulletins met en évidence le double mouvement qui s'est opéré en 30 ans au sein des organismes de développement agricole : orientation « productiviste » avec encouragement à l'utilisation d'intrants chimiques jusqu'aux années 90, puis retournement de tendance de 1990 à nos jours avec apparition des notions « d'environnement », « de développement durable » et « d'agriculture raisonnée ». Les pratiques agricoles responsables de la contamination des eaux par les pesticides étant en grande partie déterminées par des facteurs humains, il nous a semblé important d'en retracer ici les grandes lignes.

3.1. Analyse des logiques d'acteurs propres au désherbage chimique de la vigne de 1970 à nos jours

3.1.1 Le démarrage tardif du désherbage chimique de la vigne en Champagne

Le premier constat que l'on peut faire à la lecture du Vigneron Champenois, est le relatif retard du désherbage chimique dans les vignes champenoises en comparaison avec les grandes cultures, où la quasi-totalité des surfaces étaient déjà désherbées chimiquement en 1970. Une synthèse des chiffres trouvés dans le Vigneron Champenois concernant les surfaces de vignes désherbées chimiquement en Champagne donne le graphique suivant (Figure 7) :

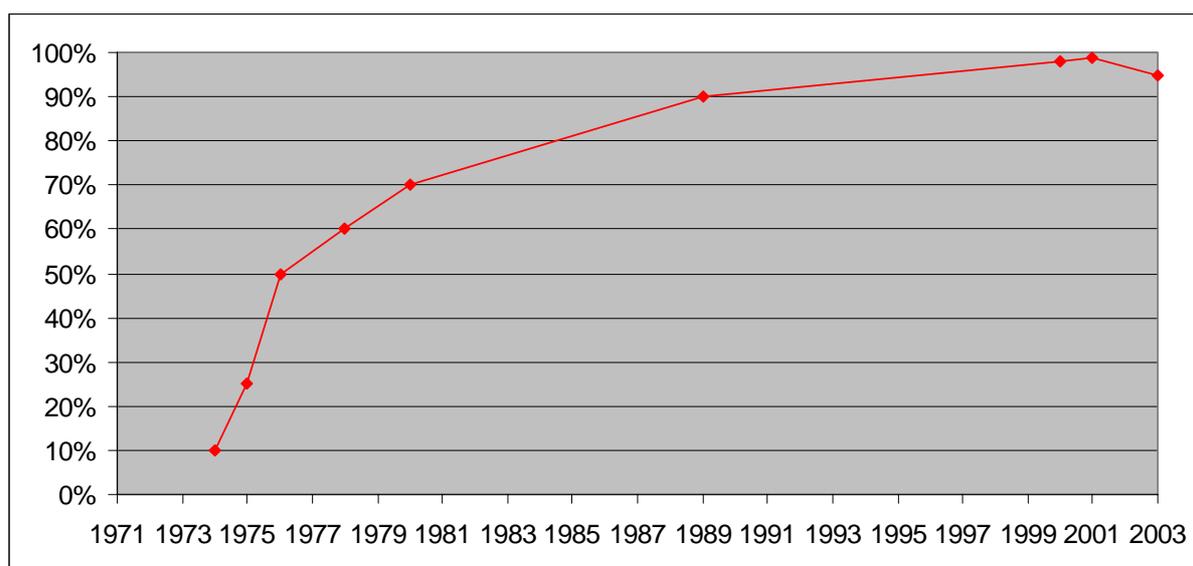


Figure 7 : Evolution du désherbage chimique en Champagne (Sources : le « Vigneron Champenois »)

Le désherbage chimique (appelé pudiquement « non-culture » par la profession, par opposition à la vigne « cultivée », c'est-à-dire désherbée mécaniquement par le travail du sol) a connu un développement très rapide entre 1974 et 1977 et n'atteignit alors que 50% des surfaces. La courbe s'atténue ensuite progressivement et ce n'est qu'à la fin des années 90 que la quasi-totalité des vignes reçoivent un désherbant chimique. A noter également depuis l'année 2000, un léger recul de la non-culture que nous expliquerons par la suite. Ces données sont essentielles pour ne pas sur-estimer les quantités de pesticides reçues par le vignoble : en effet, si nous appliquions les prescriptions des années 70 à l'ensemble des surfaces, nous obtiendrions une très mauvaise estimation des doses reçues à cette période.

Cette réticence vis à vis du désherbage chimique de la vigne serait liée au caractère fortement traditionnel de cette culture, et à l'image de produit de qualité du Champagne, même si les vigneron de cette région étaient sans doute précurseurs par rapport à ceux d'autres régions françaises.

En effet, les vignerons s'inquiétaient particulièrement des conséquences que pouvaient avoir l'usage d'herbicides sur leurs vignes. Entraient en compte à la fois la peur de stériliser les sols, capital foncier du vigneron, ou d'avoir des conséquences néfastes sur la qualité du raisin et donc du vin (résidus). Une enquête de l'ITV (Vigneron Champenois, 1980) montrait qu'en France, 54% de la superficie du vignoble français recevait un désherbant par an contre 15% seulement en 1970, ce qui est relativement concordant avec les chiffres concernant la Champagne. Les raisons de ce lent développement invoquées par l'enquête tiendraient selon un technicien à « *des raisons écologiques, à certaines croyances que l'utilisation des désherbants ne serait pas bonne pour la vigne, tandis que d'autres estiment qu'avoir de l'herbe dans les vignes est très satisfaisant* ».

Au début des années 70, le décalage était donc important entre les vignerons et les techniciens du CIVC. Ceux-ci militaient fortement pour le développement de la non-culture, et tentaient de lever les réticences des viticulteurs en avançant les arguments suivants :

Les apports plus abondants de fertilisants constatés depuis les années 50 auraient entraîné un **accroissement du tapis végétal** au pied des vignes qui deviendrait gênant. En effet, la présence d'herbe et d'annuelles est accusée d'avoir deux impacts négatifs :

- de favoriser les **gelées tardives** au printemps, et le développement de la **pourriture grise** à maturité ;
- de provoquer des bourrages devant la charrue qui peuvent, lors du débattage, entraîner des **destructions des bourgeons** des rachets.

Les autres arguments cités sont :

- L'abandon des travaux du sol qui permettrait de lutter contre l'**érosion des sols**.
- Les **coûts de production** qui seraient moins élevés par la non-culture, car nécessitant moins de main d'œuvre que le labour, dans un contexte où la main d'œuvre se fait plus rare et plus chère.
- Le **labour souvent difficile à réaliser** sur les terrains en pente ou par mauvais temps.

Et n'oublions pas également la forte implication des firmes phytopharmaceutiques qui interviennent régulièrement auprès des organismes de conseil agricole pour assurer la promotion de leurs produits... Ainsi, des journées de démonstration étaient organisées conjointement avec Monsanto (Vigneron champenois, 1984).

3.1.2 Les « inversions de flore » et la recherche permanente de nouvelles molécules

Les années 70 sont donc marquées par la confiance totale que les techniciens portent au « progrès technique » en général et aux désherbants chimiques en particulier. Selon eux, au bout de quelques années d'emploi de désherbants, les adventices auraient quasiment disparu de vignes et il n'y aurait plus besoin que de quelques traitements localisés sur les dernières taches de mauvaises herbes. La fin des années 70 marque la fin de cette illusion au fur et à mesure que s'observent sur le terrain les fameuses « **inversions de flore** » ou « déplacements de flore », caractéristiques du désherbage chimique et la recherche permanente de nouvelles molécules permettant de lutter contre ces nouvelles infestations.

Le **mouron blanc**, la **véronique**, le **matricaire** qui étaient les principales mauvaises herbes des vignes champenoises en 1970 ont été facilement détruites par les traitements de prélevée utilisés à l'époque : essentiellement **Dichlobénil** (Casoron G) et **Chlortiamide** (Préfix) ou les **triazines** (Simazine et Atrazine). Or ces mauvaises herbes contrôlaient d'autres adventices des vignes, généralement des vivaces, beaucoup plus envahissantes, comme le **liseron**, qui ont alors pu prendre leur essor.

Les techniciens orientèrent alors leurs prescriptions dès 1972 vers de nouvelles molécules de post-levée, en complément des herbicides « résiduels » (Simazine et Atrazine) : l'**Aminotriazole** (Weedazol TL), puis l'**Oxadiazon** (Ronstar) pour combattre le liseron. Un nouveau produit apparaît en 1973 et restera très longtemps utilisé dans les vignes : le **Caragarde**, association de Terbutylazine et de Terbuméton. Son action, à la fois foliaire et racinaire, en fait un produit très polyvalent combattant à la fois les vivaces et les annuelles (« *l'herbicide qui a permis un développement*

spectaculaire du désherbage dans notre vignoble », (1978)). D'autres produits apparaissent également à cette période : il s'agit d'herbicides à action foliaire tels que le **Diquat** (Réglone) ou le **Paraquat** (Gramoxone), ainsi que le célèbre **Glyphosate** (Roundup), autorisé en 1976. Globalement, tous les foliaires posent des problèmes de phytotoxicité importants pour la vigne dans la mesure où ils sont utilisés au moment où celle-ci porte des feuilles, mais parmi-eux, ce sont ceux qui ont une action systémique (le produit pénètre par les feuilles et migre dans l'ensemble de la plante) qui sont les plus dangereux, par opposition aux herbicides de contact (défanants, ex. Diquat, Paraquat) qui ne détruiront que les surfaces touchées. Leur application nécessite beaucoup de précautions pour éviter les projections sur les feuilles de vigne, et donc par temps calme pour éviter les embruns...

Tous ces produits dominent les pratiques phytosanitaires des années 70, utilisés en dosage ou en mélanges différents. Ceux qui disparaissent vers 1975 sont le Casoron et le Préfix, remplacés par les triazines. En effet, il fallait en utiliser des quantités énormes pour obtenir une efficacité suffisante (entre 75 et 100 kg/ha, dose d'homologation !). Ils feront leur réapparition au début des années 80 quand commenceront les premiers problèmes de **résistances aux triazines**.

L'Atrazine disparaît des prescriptions en 1976 car elle n'avait en fait jamais reçu d'homologation sur vigne (« *Actuellement, elle n'est plus sur la liste des produits officiellement autorisés pour le désherbage de la vigne* », 1976), mais il est difficile de dire si elle a effectivement disparu des vignes à ce moment-là, dans la mesure où il existait dans le commerce de nombreuses spécialités commerciales à base d'Atrazine destinée à la grande culture... En 1982, elle est à nouveau citée en précisant que « *ce produit n'a jamais reçu d'homologation sur vigne car il présente des dangers de phytotoxicité non négligeables* ».

Durant toutes ces années, le **Liseron** était le problème principal et récurrent des vignes, mais alors qu'il semble plus ou moins maîtrisé, apparaît vers Verzenay en 1980, une nouvelle adventice totalement inconnue en Champagne et qui se transforme l'année suivante en véritable invasion : il s'agit de l'**Epilobe Tétragone**, plante caractéristique des terrains acides et tourbeux qui est arrivée dans le vignoble champenois à l'occasion d'épandage d'amendements organiques. Celle-ci semble résistante aux triazines, à l'instar d'autres plantes telles que la **renouée ou la morelle noire**.

C'est alors que l'emploi d'une autre molécule se développe : le **Diuron**, sous sa forme commerciale qui l'associe à la Simazine (Végépron DS). Il avait été testé dans les années 50-60 mais avait été jugé trop peu persistant dans le sol. Les prescriptions s'orientent rapidement vers des apports fractionnés en deux passages, même si ces conseils ne sont pas forcément suivis dans la pratique par les viticulteurs.

En 1981, c'est le **Séneçon** qui devient invasif, car les viticulteurs avaient trop délaissé les triazines pour les défanants... Pour lutter contre le séneçon, se développe l'emploi de la **Napropamide** (Dévrinol), molécule nouvellement homologuée sur vigne, en association ou en alternance avec le mélange Diuron + Simazine. Puis on remet au goût du jour le **Chlortiamide** (Préfix) et le **Dichlobénil** (Surfassol) qui avaient pourtant été abandonnés en raison de problème de phytotoxicité importante pour des effets souvent décevants. Ces deux produits domineront le marché des herbicides de prélevée jusqu'en 1994 en raison de leur action intéressante sur la renouée persicaire, malgré un prix de revient important.

Le désherbage se complique fortement avec l'apparition de ces résistances : « Le temps béni où une seule application d'un produit inoffensif pour la vigne, tout au moins par contact, la simazine, suffisait pratiquement à résoudre l'ensemble des problèmes est révolu. Nous nous orientons de plus en plus vers des passages multiples (2 ou 3) dont certains doivent se dérouler en pleine période de végétation avec des produits extrêmement agressifs pour les organes de la vigne qu'il faut à tout prix épargner. » (1985)

D'autres molécules apparaissent au cours des années 86-92 : il s'agit du **Norflurazon** (Zorial) qui sera retiré de la vente en 2003, de l'**Isoxaben** (Cent-7) et de l'**Oryzalin** (Surflan), le plus souvent associés à des triazines (Simazine, Terbutylazine). Les conseils de traitement s'orientent alors de plus en plus vers des **stratégies pluriannuelles de désherbage** en jouant sur l'alternance chaque année de programmes à base de molécules différentes : Dichlobénil, Diuron et Isoxaben, pour éviter les phénomènes de résistances qui apparaissent inévitablement après quelques années d'emploi de la

même molécule. (« [...] *il est impératif que les molécules de base du désherbage soient employées en alternance* (1991) »).

En 1994, c'est le développement de la mercuriale annuelle et, dans une moindre mesure des graminées estivales, qui alarme les viticulteurs. Et pour élargir au maximum le spectre d'efficacité des programmes de désherbage, on en vient à utiliser de véritables **cocktails de pré-levées** : le nombre de molécules associées dans les programmes de prélevée augmente progressivement jusqu'à atteindre en moyenne 2.3 molécules/ha en 1997 (Enquête GDV), contre 1.3 en 1992. Les enquêtes existant au sein de réseaux d'adhérents (Enquêtes Magister, GDV) montrent que le Diuron est massivement utilisé de 1992 à 1998, généralement en association avec le Norflurazon ou la Terbutylazine (jusqu'à 80% des parcelles) « [...] *en 1994, les mélanges comportaient trois molécules de pré-levée dans presque 50% des cas (diuron, triazine et norflurazon)* » (1995).

Face aux risques encourus par une utilisation aussi massive des mêmes molécules, le CIVC encourage l'emploi de nouveaux produits : en 1998, la **Flumioxazine** (Pledge) fait une entrée importante sur le marché (40% des parcelles en 2 ans), puis est remplacée le temps d'une année par une nouvelle molécule qui n'aura duré sur le marché que le temps de la campagne 2000, baptisé « l'épisode **Flzasulfuron** » (Mission/Katana).

L'arrivée sur le marché en 2000 du flzasulfuron, à large spectre, d'un coût modéré et avec un profil environnemental donné comme étant favorable, constitue le point d'orgue de la stratégie d'application unique de prélevée. Arrivant à point nommé dans un contexte de restriction du choix en herbicides, il connaît un taux de pénétration du marché jamais atteint auparavant pour une première année de commercialisation. Le défaut de sélectivité observé sur environ 30% des surfaces désherbées est un véritable coup de tonnerre (problèmes de « chlorose aggravée »). C'est une leçon de prudence pour le futur, et peut-être un signe de la nécessité de changer la stratégie herbicide.

L'avantage de ces nouveaux produits était la simplification des programmes de traitement : « *Enfin, les deux dernières campagnes se distinguent par une forte baisse des surfaces concernées par les cocktails de pré-levées, grâce à l'adoption de programmes à base d'herbicides résiduels à large spectre et dotés d'une longue persistance d'action.* » (2001). Par contre, le problème des mauvaises herbes ne semble toujours pas réglé : « *Le liseron, particulièrement favorisé par la non-culture, est toujours la mauvaise herbe la plus présente au vignoble. La morelle est venue supplanter la renouée persicaire en temps que deuxième adventice la plus fréquente. C'est une des conséquences les plus manifestes de l'emprise importante du flzasulfuron (Mission/Katana) sur le vignoble en 2000.* » (2001). De plus, en 2003, les mélanges de différents herbicides ne sont plus autorisés, toute personne associant plusieurs herbicides dans une même cuve devenant hors la loi et amendable.

La recherche de la « molécule miracle » qui réglerait le problème de toutes les adventices en un seul passage, sans pollution et sans risques de phytotoxicité pour la vigne aura donc été la quête permanente des conseillers techniques du CIVC depuis le début du désherbage chimique, sans pour autant trouver la solution idéale. Mais, face à l'apparition de la question environnementale, aux résistances récurrentes des adventices et aux attentes de la société, le désherbage chimique est de plus en plus remis en question et impose aux organismes de développement agricole de rechercher des alternatives satisfaisant à la fois la profession et la société.

3.1.3 La question environnementale au sein de la profession viticole

En effet, c'est une véritable « révolution culturelle » qui s'est opérée au sein du monde agricole en 30 ans. Ce qui est le plus surprenant à la lecture du Vigneron Champenois est l'**absence totale de préoccupation environnementale** qui caractérise la pensée des techniciens tout au long des années 70. Avec le recul des années 90, cette indifférence à des questions qui deviendront pourtant cruciales au cours des décennies suivantes paraît étonnante, mais est pourtant le reflet d'une époque dominée par une confiance totale dans le progrès technique.

La question de la phytotoxicité des herbicides sur la vigne

A cette époque, les seuls conseils de prudence adressés aux viticulteurs lors de l'emploi des désherbants visaient à protéger les vignes d'éventuels **problèmes de phytotoxicité**. Nous avons vu dans le chapitre précédent que presque aucun des désherbants mentionnés plus haut n'était dénué d'effets nocifs pour la vigne. Cependant, les techniciens du CIVC se montraient rassurants à ce niveau : les désherbants ne présentent aucun danger pour la vigne, à condition de respecter les usages. Les dégâts observés occasionnellement ne sont dus, selon eux, qu'à des imprudences et à des erreurs de dosage de la part des viticulteurs.

D'autant plus que le Vigneron Champenois mentionne un phénomène que le viticulteur pouvait difficilement maîtriser : il est déjà arrivé que les ceps situés en bas de pente meurent après de fortes pluies, en raison de l'accumulation à leur pied de particules de sol chargées en herbicides résiduels, entraînant un sur-dosage bien difficile à anticiper... A la lecture de ces articles, on peut se demander si finalement les erreurs de dosage lors des traitements herbicides n'ont pas causé plus de dégâts sur les vignes que les fameuses blessures causées sur les ceps par les travaux du sol !

L'émergence d'une prise de conscience environnementale

Ce n'est qu'en 1980, lors d'une conférence-débat réunissant les adhérents de l'AVC, qu'un intervenant soulève la question des comptes à rendre à la société et emploie pour la première fois le terme de « **pollution** » : en parlant de la diminution de la consommation de produits phytosanitaires, il va jusqu'à dire qu'« *il y va de l'avenir du désherbage, sinon nous aurons des retombées graves et très rapidement des **plaintes, des litiges et une action concertée des pouvoirs publics, contre une certaine pollution.*** »

Un autre intervenant (vigneron ? élu ?) rappelle que les produits toxiques sur le sol sont interdits « *dans la mesure où **on n'est pas maîtres des eaux*** », et qu'il y a un problème de liberté pour celui qui ne veut pas recevoir ces produits sur ses vignes. Il ajoute également que « ***Le produit de qualité que nous faisons, et auquel même une clientèle est attachée depuis longtemps est payé à un prix rémunérateur et il ne faudrait pas détruire tout cela pour gagner quelque argent, sans penser au patrimoine que nous devons laisser à nos enfants.*** » Il est donc le premier à rappeler que, au vu du prix auquel le Champagne est vendu, le client est en droit d'attendre une certaine qualité...

Un viticulteur souligne également le changement de **mentalité des consommateurs** : « *Ce qui m'inquiète actuellement, c'est la campagne mal fondée et abusive des écologistes et je n'ose plus dire à mes clients en Champagne que je désherbe, à cause des répercussions.* ». La mauvaise conscience gagne du terrain, tant au niveau des viticulteurs que des techniciens, en réaction sans doute aux premières alarmes de la société. Mais il faut également reconnaître que les connaissances scientifiques étaient encore très limitées à cette époque.

En effet, pour la première fois également, se pose la question du **devenir du pesticide dans le sol**, à savoir s'il est susceptible d'être entraîné en profondeur ou s'il a tendance à être retenu en surface. Ils commencent également à prendre en compte les périodes de **drainage du sol** (du 15 décembre au 15 avril selon des expérimentations en cases lysimétriques) et du risque à épandre un produit peu fixé au sol à cette période. A cela, un certain M. Thomas de la Société Ciba-Geigy répond : « *Notre société est bien consciente des risques de ruissellement et d'infiltration mais on sait que le produit est très loin de migrer totalement, ce qui permet d'avoir une action sur le liseron* ».

Une distinction est faite entre deux types d'herbicides : les herbicides **résiduels ou racinaires** (triazines, diuron, etc.) et les **herbicides de contact** (aminotriazole, glyphosate, dipyrindiles), les premiers étant considérés comme plus polluants que les seconds.

L'épineuse question des résidus

Parallèlement à la question de la pollution, celle des résidus est en effet un sujet épineux pour les professionnels des Vins de Champagne, et sans doute celle qui les inquiète le plus au cours des années 80. En effet, l'image du Champagne est en jeu, notamment vis-à-vis des consommateurs.

Lors de la présentation du rapport moral de l'AVC, son directeur de l'époque, Claude Badour exprime textuellement : « *Les problèmes de pollution vont continuer d'être à l'ordre du jour comme ceux causés par les résidus de pesticides que nos laboratoires pourraient rechercher par chromatographie si cela s'avère indispensable . En effet, le laboratoire spécialisé de l'INRA désire se libérer de ce type d'analyses pour les analyses de recherche. **Il n'est peut-être pas souhaitable non plus que les analyses soient effectuées par les laboratoires des associations de consommateurs si nous étions défaillants*** » (1983).

Les « défaillances » ont, semble-t-il, existé car les premiers conseils de prudence concernant les doses d'herbicides visent à éviter la présence de résidus dans le vin : « *A la lecture de cette chronique, nos professionnels et nos collègues des firmes phytopharmaceutiques seront peut-être surpris de notre **obsession des résidus***. » La raison est la suivante : « *Certains pays étrangers réexaminent actuellement l'homologation de vieilles spécialités utilisées sans inconvénient depuis fort longtemps. Ils en profitent parfois, protectionnisme déguisé oblige, pour fixer dans les vins des seuils de résidus faibles, parfois nuls ou à la limite de la détection des appareils modernes. Des vins sont ainsi refoulés malgré le respect de la législation en matière de conditions d'application et de résidus admissibles dans leur pays d'origine.* » (1988)

Apparition de la notion d'agriculture raisonnée :

Au début des années 90, la notion d'environnement est enfin évoquée directement par les conseillers du CIVC dans le Vigneron Champenois et non plus par des intervenants extérieurs : « *A l'avenir, le **respect du milieu environnant** (terroir viticole, nappes, cours d'eau) et la qualité des productions (absence de résidus) pèsera de plus en plus lourd dans le choix des molécules utilisées au vignoble.* » (1991) .

Elle le sera ensuite de manière de plus en plus véhémente vers la fin des années 90, faisant même appel, si nécessaire, à la menace d'un **scandale sanitaire** par le biais des médias : « *La **préservation de l'environnement** est devenue un enjeu majeur pour la viticulture. C'est maintenant une évidence. [...] il faut désormais changer radicalement nos habitudes, sous peine de nous exposer, entre autres difficultés, à la **foudre des médias***. » (1998) ; « *une nouvelle **révolution** nous attend, celle de la protection de l'environnement et du **développement durable***. » (2003)

Un des faits marquants est également la reconnaissance d'une pollution des eaux directement liée au vignoble : « *Cette stratégie d'assurance et de confort conduit malheureusement à une **utilisation excessive d'herbicides résiduels** et augmente donc les coûts et les risques de **pollution accidentelle** des eaux superficielles et souterraines, pour des performances qui [...] ne sont pas significativement meilleures.* » (1996) ; « *Sans renier les avantages que le désherbage chimique procure, il est évident que les herbicides présentent un **risque pour les milieux aquatiques** en particulier, qu'il convient de maîtriser par la diminution des doses d'apport grâce au raisonnement des pratiques, et par la **lutte contre les transferts dans les eaux***. » (2001)

En 2003, le CIVC reconnaît la **présence quasi-généralisée des herbicides** dans les eaux françaises (et même dans l'air comme le montrent de récentes études) et que l'essentiel de la pollution était le fait d'une dizaine de molécules essentiellement herbicides. Concernant la Marne, ils indiquent que « *la **majorité des secteurs à contamination qualitative** (nombre de molécules retrouvées) ou quantitative (concentration) élevée **inclut des zones viticoles***. » (2001), ce qu'ils expliquent par le fait que « *les traitements sont plus nombreux et plus diversifiés sur le vignoble que dans les zones de grandes cultures* » et par « *les fortes pentes des terres viticoles, souvent fissurées [qui] favorisent le ruissellement direct vers les rivières ou l'infiltration vers les nappes qui réalimentent les cours d'eau* ».

Cependant, malgré les difficultés rencontrées pour contrôler les mauvaises herbes, la complexité et les coûts croissants des programmes de traitement, sa mauvaise image en terme environnementale, le désherbage chimique reste pour eux la solution idéale. Mais pour qu'il puisse continuer d'être applicable à l'avenir, sans être trop durement frappé par la législation, ils insistent de plus en plus sur la notion de « **raisonnement** » des pratiques et sur le **développement d'alternatives** : « *Dans ces conditions, il convient, pour préserver ces avantages, de raisonner et d'optimiser les interventions.* » (1990) ; « *le raisonnement de la lutte ne doit pas se limiter au choix sommaire d'une spécialité phytosanitaire performante. Il doit intégrer les risques d'évolution de la flore, l'impact de l'apport répété d'un herbicide sur la vigne, mais aussi sur le sol, et plus généralement sur l'environnement.* » (1991) ; « *Bien que rendue plus technique, la pratique de la non-culture n'est pas remise en cause. Nous sommes attentifs à toute nouvelle spécialité pouvant nous être proposée par l'industrie phytosanitaire, qui permettrait d'élargir la gamme aujourd'hui étroite des herbicides de prélevée efficaces en viticulture. Dans le même temps, nous explorons de nouvelles voies, notamment la maîtrise des mauvaises herbes par la seule utilisation d'herbicides de post-levée qui s'inscrit dans la recherche de méthodes alternatives.* » (1993) ; « *Parmi les méthodes compatibles avec la non-culture, plusieurs voies sont aujourd'hui travaillées : citons le désherbage thermique, l'enherbement permanent et le désherbage « tout foliaire », entrepris uniquement à l'aide de molécules de post-levée [NB : il s'agit du nouveau concept de l'ENM ou Enherbement Naturel Maîtrisé]* » (1993) ; « *En ce début du XXI^e siècle, la Champagne s'est fixée comme challenge le développement et la généralisation de la viticulture raisonnée.* » (2003)

La mise au point de techniques alternatives est dictée par une vision pragmatique des choses : les pesticides sont sur la sellette et les risques sont grands de voir la législation se durcir, notamment avec la Directive-cadre 2000/60/CEE sur l'eau qui substitue à l'obligation de moyens une obligation de résultats concernant l'amélioration de la qualité de l'eau. Ainsi en 2003, le CIVC annonce aux viticulteurs que « *sans tomber dans un pessimisme aveugle, un futur sans herbicides ou des conditions d'emploi plus sévères pourraient arriver rapidement* »

Les moyens mis en œuvre par le CIVC sont les suivants :

(1) Un meilleur encadrement des pratiques

Création de **Magister** en 1991 : Groupement d'Intérêt Economique s'investissant dans la promotion auprès des professionnels de la viticulture champenoise de la protection raisonnée de la vigne, contribuant à l'amélioration de la qualité du vin de champagne et à son image de marque, tout en assurant un meilleur respect de l'environnement et des hommes ainsi que des conditions économiques de production satisfaisantes. Pour cela, ce G.I.E anime un réseau d'observation qui regroupe plusieurs centaines de parcelles réparties sur toute la Champagne, forme les viticulteurs à la lutte raisonnée et leur fournit un appui technique, soit en 2002 plus de 700 viticulteurs adhérents...

Parallèlement à ce réseau, il y a également eu la création du **Groupement de Développement Viticole de la Marne** en 1986 : le GDV était au préalable une association de la loi du 31 Mars 1884 avant d'être rattaché à la Chambre d'agriculture de la Marne depuis le 1^{er} avril 2000. Il a pour but d'apporter un appui technique à chacun de ses adhérents dans ses démarches de viticulture raisonnée. C'est aussi un lieu d'échange et de formation, un moyen de rencontrer d'autres viticulteurs et de partager leur expérience. Aujourd'hui, le GDV rassemble plus de 200 adhérents qui représentent plus de 900 hectares dans le vignoble marnais (qui en comporte 22 400 au total).

L'un et l'autre de ces organismes constituent également un « **observatoire des pratiques** » dans la mesure où ils réalisent chaque année des enquêtes auprès de leurs adhérents. Celles-ci nous permettent de connaître les grandes tendances de l'évolution du désherbage, mais elles présentent forcément un biais dans la mesure où les viticulteurs qui font partie de ces réseaux sont globalement plus avancés que la moyenne au niveau de la démarche « viticulture raisonnée ».

Parallèlement à cet encadrement croissant de la profession viticole, un **diagnostic régional** a été mis en place par les administrations chargées de l'agriculture et de l'environnement (DIREN, DRAF-SRPV, DRASS, Agence de l'Eau) pour surveiller la qualité des eaux souterraines et

superficielles et en 2001, « *un premier bassin versant prioritaire a commencé à faire l'objet d'un programme de suivi sous co-maîtrise d'ouvrage du Syndicat Mixte Intercommunal d'Aménagement du bassin de la Vesle (SIABAVE) pour les études concernant les pratiques agricoles confiées à la Fédération Régionale de Défense contre les Organismes Nuisibles de Champagne-Ardenne (FREDON) [...]* ». Il s'agit bien sûr du bassin versant de la Vesle.

Le programme AQUAL s'inscrit donc parfaitement dans le prolongement de **ce Plan National contre la pollution par les produits phytosanitaires**, et le CIVC est un partenaire de premier plan pour les équipes de recherche travaillant sur la contamination de l'air et de l'eau par les pesticides issus de la vigne.

Ainsi, Elodie Guigon, dans le cadre de sa thèse sur le **transfert des pesticides vers les eaux de surface dans le bassin de la Vesle** a accès à cinq sites météo du CIVC autour de Reims. Dans trois d'entre eux, elle a pu installer des collecteurs de retombées totales (dépôts et humides) permettant de faire des analyses de résidus phytosanitaires sur les trois sites qu'elle a choisi (Nogent l'Abbesse, Sillery, Sacy) et de connaître ce qui est apporté au sol par le biais des retombées. De plus, le service météorologique du CIVC lui fournit également les données météorologiques des cinq stations au pas de temps horaire de 2000 à aujourd'hui.

En ce qui concerne, les **pratiques phytosanitaires passées et actuelles sur vigne**, le CIVC nous apporte également une aide importante, non seulement en nous avoir permis d'accéder au service de documentation et à la consultation du Vigneron Champenois, mais également en validant nos résultats et en complétant les informations manquantes en faisant appel à la mémoire de leurs techniciens et à leurs propres sources d'information « informelles » sur les pratiques passées de désherbage (*voir tableaux en annexes*).

(2) Arrêt des prescriptions de triazines et de diuron :

Une des premières mesures prises par le CIVC dans le cadre du lancement de la viticulture raisonnée concerne les **triazines** qu'ils cessèrent de prescrire à partir de 1990, allant ainsi au-delà des mesures imposées par la législation limitant à 1500 g/ha contre 3000 g/ha les doses maximales de simazine. Pour inciter les viticulteurs, ils s'appuyèrent également sur la **perte d'intérêt technique** des triazines démontrée par des essais, tout en reconnaissant que « *Cette orientation n'ayant d'ailleurs été que peu suivie dans la pratique.* » (1991)

Ce choix va pour eux au-delà des **aspects réglementaires** « *ayant trait à l'environnement, dont le poids ne devrait pas fléchir dans les prochaines années* » (1991), il répond également pour eux à des **impératifs techniques** et une **volonté politique** de préserver le milieu et de défendre **l'image de leur vignoble**.

La législation se durcit une nouvelle fois en 1997, avec pour la simazine une réduction immédiate de 33% de la dose d'emploi, et pour le **diuron** un plafonnement de la dose annuelle à 1800 g/ha soit une diminution de 25%. Le ton se fait alors plus ferme vis-à-vis des viticulteurs : « *nous vous rappelons que nos préconisations vous invitaient à réduire l'emploi des triazines dès 1991, et celui du diuron depuis 1995. [...] Un changement des comportements est donc nécessaire. Il devient urgent* » (1997).

Nouvelle décision, en automne 98, les responsables professionnels champenois prennent la décision d'abandonner temporairement sur l'ensemble du vignoble, à compter de la campagne 99, des molécules à risque pour la qualité des eaux, à savoir le diuron, le terbuméton, la simazine et la terbuthylazine. » (2000).... Sans pour autant être interdites, car elles restent homologuées sur vigne.

Ce n'est qu'en 1999 que ces mesures semblent être suivies d'effets : « *Une enquête menée auprès des distributeurs locaux sur les ventes de spécialités herbicides en morte-saison 99, apporte divers éléments de satisfaction. Il ressort que 70% des surfaces ne recevront ni triazines, ni diuron. [...] Craintes ou prises de conscience (pollution médiatisée, image de la Champagne, préoccupations environnementales) ? Une réelle avancée dans les choix d'une majorité de vigneron se fait jour et nous pouvons nous féliciter de cette évolution positive des comportements.* » (1999)

D'après les techniciens, « *La désaffectation pour ces spécialités est rapide : en 2000, le vignoble enregistre une baisse d'utilisation de l'ordre de 90% pour le diuron et de 85% pour les triazines par rapport à 98. Parmi les triazines, la terbuthylazine se maintient mieux que les autres.* », même si suite aux problèmes de chlorose aggravée de la vigne liée à l'utilisation massive du flazasulfuron en 2000, la tentation est grande chez certains opérateurs champenois de revenir en 2001 à des programmes de désherbage à base de diuron et/ou de triazines...

(3) L'enherbement devient acceptable :

Une des grandes révolutions apparues au cours des années 90 est le changement de perception des techniciens du CIVC par rapport à **l'enherbement des vignes**. Des vignes parfaitement « propres » ne sont plus un objectif à atteindre en soi, un certain enherbement pouvant même être bénéfique à la vigne (contre l'érosion notamment) lorsque celle-ci n'est pas en période végétative. Un enherbement hivernal est même progressivement encouragé.

« Sans être taxés d'écologistes purs et durs, nous pouvons admettre qu'un enherbement modéré des parcelles à l'approche des vendanges n'affecte en rien la productivité » (1991) « La non-culture avec recherche d'un sol totalement propre fait désormais place à la notion de maîtrise de l'enherbement naturel. La Champagne ne peut pas ignorer cette évolution. » (1996) « Changer de philosophie : « gérer un enherbement » plutôt que désherber » (2003) ; « Parmi les aménagements parcellaires, l'enherbement des vignes est une pratique très efficace pour lutter contre l'érosion hydrique ». « [...] l'enherbement des parcelles viticoles doit être une démarche raisonnée et volontaire de la part du vigneron soucieux de préserver son environnement ». (1999)

De l'enherbement temporaire, les expérimentations s'orientent même à partir de 2001 vers **l'enherbement permanent**, pratique jugée intéressante vis-à-vis des problèmes d'érosion, mais pas adaptée à toutes les parcelles.

En attendant de voir cette technique se généraliser, une première étape qu'encouragent les techniciens est **l'enherbement systématique des fourrières**, qui sont l'ensemble des abords des vignes qui continuaient d'être désherbés systématiquement en même temps que le reste de la parcelle : « *Soulignons l'intérêt de ne pas désherber les fourrières des vignes pour lutter contre le ruissellement et surtout pour éviter, voire limiter les pollutions des eaux* » (2001), en ajoutant que cette pratique, valorisante pour l'image, a été emblématique de la prise de conscience environnementale à l'échelle collective. Elle a coïncidé avec le lancement officiel de la viticulture raisonnée en Champagne début 2001. Elle reste malgré tout encore peu suivie d'effets...

Parmi les techniques alternatives évoquées précédemment, figurait **l'Enherbement Naturel Maîtrisé** ou ENM, qui permet d'éviter l'emploi d'herbicides résiduels et de ne défaner l'herbe présente qu'avec des **herbicides foliaires**, jugés moins polluants, lorsque celle-ci risquait de rentrer en concurrence avec la vigne. Son principe est le suivant « *contenir le développement des mauvaises herbes en dessous d'un seuil jugé acceptable pour la vigne. C'est une méthode de gestion raisonnée de l'herbe qui s'inscrit naturellement dans un cadre plus général de production intégrée. [...] En pratique, il s'agit d'intervenir « à vue » avec des herbicides à action foliaire dès que l'enherbement des parcelles est jugé important.* » (1997)

Cette technique était évoquée dès 1991 : « *En matière de désherbage, certains vignobles s'orientent résolument vers l'emploi unique de produits foliaires dont la demi-vie dans le sol est généralement très courte. [...] ces thèmes seront également à l'étude en Champagne durant les prochaines années.* » (1991)

Malgré de nombreuses expérimentations et des résultats plutôt prometteurs, le CIVC présente cette technique comme « *un désherbage « écologique » et bon marché* », ou « *une alternative séduisante mais difficilement généralisable dans notre vignoble* » (1997) en préférant l'intégrer dans des programmes de désherbage pluri-annuels, alternant l'ENM avec d'autres formes de désherbage. Ce qui aboutit à la mise en place de différents types de programmes :

- les **programmes séquentiels** (les substances actives utilisées d'un apport à l'autre sont différentes, ce qui permet d'alterner ces substances dans le temps et de réduire les doses notamment de diuron) ;
- les **programmes mixtes** (technique intermédiaire entre l'ENM et le désherbage séquentiel qui permet la diminution des doses d'emploi d'herbicides de prélevée et de pallier certaines contraintes de l'ENM) (1998).

Malgré la **complexité** de ces prescriptions, « [...] *les résultats obtenus par les adhérents du GDV de la Marne méritent d'être soulignés et montrent qu'un changement des comportements est possible* » (1998).

Le risque en effet est de voir les effets négatifs de cette forme de désherbage se cumuler avec le temps et nécessiter un **nombre de passages** croissant à une période où la vigne est particulièrement sensible. De plus, l'ENM demande au vigneron une appréciation d'un seuil de mauvaises herbes acceptable pour la vigne, ce qui n'est pas forcément évident. Tous ces éléments font dire au Vigneron Champenois que : « *Cette technique d'entretien des sols [ENM] ne va certes pas dans le sens de la facilité, mais ne nous sera-t-elle pas un jour imposée par des contraintes réglementaires, des menaces pouvant planer à terme sur l'emploi des herbicides racinaires ?* » (1994).

Le résultat de toutes ces contraintes est que l'ENM se développe très lentement : 2% des surfaces en 1999, « *même si l'on constate un développement significatif chez les exploitants adhérents aux réseaux de lutte raisonnée Magister et GDV* » (2001). Le véritable « décollage » de cette technique n'aura lieu qu'en 2001, après le « syndrome flazasulfuron » qui aura fait prendre conscience aux viticulteurs des limites des herbicides résiduels.

(4) Retour au désherbage mécanique ?

Le retour au désherbage mécanique a souvent été évoqué au cours des années 80 à propos de viticulteurs découragés par l'apparition de phénomènes de résistances et à la difficulté de contrôler les mauvaises herbes par la chimie. A cette époque, les techniciens du CIVC étaient très critiques vis-à-vis de cette solution : « [...] *il y a eu peu de retour aux labours malgré les difficultés de 1981, tout juste quelques griffages du sol. [...] Chacun s'est rendu compte que les herbes poussaient aussi bien dans les sols labourés et de la difficulté des binages mécaniques lorsque le temps est pluvieux.* ». En 1986 : « *De là à en revenir aux charrues, il n'y a qu'un pas que certains ont tenté de franchir (ou ont franchis) cette année [...]* » ; « *Malgré tous les avantages reconnus de la non-culture dominant outrageusement quelques inconvénients, une remise en question de cette technique s'esquisse ces dernières années ; et ce uniquement pour des difficultés de contrôle des mauvaises herbes* » (1987).

Et même encore en 1993 : « *Certains viticulteurs rebutés par la complexité croissante du désherbage ou l'augmentation des coûts évoquent l'éventualité d'un retour au travail du sol. Mais on connaît les inconvénients techniques et économiques de cette pratique.* »

Le début des années 2000 est marqué par une autre révolution qui, au vu de ce que défendait le développement agricole durant les 30 dernières années, peut paraître surprenante : le **désherbage mécanique** est remis au goût du jour... « *Une autre technique alternative au désherbage « tout-chimique », comme le travail du sol, pourra être développée sur les parcelles non sujettes à l'érosion* » (2001).

Cette technique ancienne est décrite comme ceci en 2003 : « *Le désherbage mécanique n'est pas un travail du sol. [C'est] avant tout un travail de surface, jusqu'à 10 cm de profondeur maximum visant à détruire la flore présente sur la parcelle.* » Cette technique est donc conseillée comme alternative au désherbage chimique par le CIVC, mais avec des bémols : « *Des viticulteurs se sont lancés dans le désherbage mécanique de manière radicale pour abandonner l'usage d'herbicides, et se sont vite découragés.* » (2003). En effet, le passage des outils aratoires peut poser des risques de blessures aux ceps, voire même de désouchage. Il reste encore à mettre au point des outils réellement adaptés à cette technique.

Par ailleurs, la relation entre le désherbage mécanique et **l'érosion des sols** viticoles n'est toujours pas tranchée au début des années 2000 : l'argument qui était avancé au début des années 70 concernant la **lutte anti-érosive** par le traitement chimique des vignes, était déjà contesté en 1980. Un intervenant lors de la conférence-débat sur le désherbage a soulevé le problème : « *Le désherbage [chimique] n'a pas résolu le problème de l'érosion qui s'aggrave depuis un siècle que nous sommes passés de la vigne en foule à la vigne en ligne [...]* ». Puis, M. Duthil, de la Station d'Agronomie de Châlon, a expliqué le protocole qu'ils venaient de mettre en place pour mesurer les effets comparés de la culture et de la non-culture de la vigne sur le ruissellement, car ils avaient constaté que le ruissellement semble s'être accru depuis le début du désherbage chimique. Ils expliquent ce phénomène par le passage des roues de tracteur qui créent des **zones de tassement et des rigoles** formant une zone d'écoulement préférentiel. Il est même envisagé au cours de la réunion de reprendre la charrue pour « *remettre le sol à plat* ». Mais c'est finalement la solution de laisser des débris organiques au sol qui est retenue pour empêcher le ruissellement...

Le désherbage chimique n'a semble-t-il pas convaincu non plus au cours des années 90 sur son action anti-érosive car on peut relever plusieurs fois dans le Vigneron Champenois des expressions montrant qu'il a été beaucoup critiqué sur ce point : « *[...] la technique de non-culture qui a permis, quoi qu'en pensent certains adversaires du vignoble de maintenir la terre sur nos coteaux [...]* (1998), ou « *[le désherbage chimique] est sans incidence néfaste sur le comportement de la vigne tout en limitant certaines formes d'érosion, contrairement aux idées reçues.* » (1991)

Il existe enfin une autre alternative qui réside dans le **désherbage thermique** dont il est dit en 2003 qu'« *[il] bénéficie d'une bonne image, ce n'est pourtant pas une technique sans risques pour l'environnement. Elle est par ailleurs difficile à mettre en œuvre* ». Mais cette technique, très productrice de CO₂ n'est sans doute pas adaptée au contexte actuel de réduction des gaz à effet de serre, dans le cadre du Protocole de Kyoto.

3.1.4 Conclusion et perspectives d'avenir :

Comme aucune des alternatives proposées ci-dessus n'est parfaite, ni adaptée à toutes les situations, le CIVC s'oriente depuis 2003 vers une solution combinant différentes techniques en gérant différemment les parties « **sous le rang** » (le long de la ligne de plantation) et l'« **inter-rang** », car la gestion de l'herbe n'y présente pas les mêmes contraintes. Il s'agirait de réserver l'usage des herbicides de pré-levée sous le rang uniquement et de mettre en œuvre dans l'inter-rang, là où c'est le moins contraignant, soit des herbicides de post-levée, soit des outils mécaniques voire thermiques. Mais pour l'interligne, l'enherbement temporaire ou permanent apparaît comme l'alternative au désherbage chimique la plus crédible et la plus séduisante sur le plan environnemental. Les avantages espérés sont multiples : effet structurant sur les sols, lutte contre l'érosion, limitation de l'entraînement des produits phytosanitaires, conservation et augmentation de la biodiversité, maîtrise de la vigueur de la vigne, limitation des intrants.

Cette technique d'apport localisé sous le rang devrait donc réduire de manière importante les doses d'herbicides résiduels, mais elle ne concerne encore que quelques pour cent des vigneronniers car elle demande plus d'efforts que les apports en plein.

Enfin, en guise de conclusion, nous reprendrons les termes de Marie-Laure Panon, du Service Environnement du CIVC qui indiquait dans un rapport interne sur l'historique du désherbage de la vigne :

« En 2004, le désherbage chimique de prélevée prédomine encore largement en Champagne. Les messages de bon sens visant à réduire son utilisation, martelés par les techniciens depuis plusieurs années pour limiter l'impact sur le milieu n'ont eu qu'un faible retentissement au vignoble.

Les dernières évolutions des pratiques sont d'avantage dictées par des contraintes extérieures comme la réglementation ou des accidents de sélectivité majeurs, que par des démarches volontaires. Les pratiques doivent nécessairement évoluer : l'immuabilité avec un choix en herbicides de plus en

plus tenu est de toute façon difficilement concevable. Le contexte d'impasse technique va peut-être enfin motiver une mutation profonde.

Signe du changement des temps, dans le langage des techniciens le terme de « mauvaises herbes » est substitué par celui de « flore ». On redécouvre que les herbes « *sont le baromètre de l'équilibre du sol et indiquent ce qui lui manque, elles ont une raison d'être* ». Cette phrase est empruntée à un vigneron dont les propos ont été retranscrits dans un vieux texte du « Vigneron Champenois ». Ce rappel historique nous rappelle que bon nombre des « nouvelles techniques » ont déjà été explorées par les anciens. Finalement, « on n'a rien inventé »... »

3.2. Reconstitution des pratiques de désherbage majoritaires de la vigne en Champagne de 1970 à nos jours

Après avoir décrit les difficultés posées au monde du développement agricole face au désherbage chimique, il reste à en synthétiser les grandes évolutions afin de constituer une base de données temporelle des pratiques de désherbage majoritaire. Pour cela, en nous basant sur les informations figurant dans le « Vigneron Champenois », nous avons appliqué la méthode suivante :

- Segmenter les 30 années passées en périodes relativement stables en terme de pratiques de désherbage, en fonction de l'apparition de nouvelles molécules, de la disparition d'autres, etc.
- Pour chacune des périodes, identifier les pratiques majoritaires caractérisées par les produits utilisés, seuls ou en association (résiduels + foliaires), leur date et dose d'apport, le mode d'application (enfoui, en plein, en dirigé) et éventuellement les conditions d'application (sol humide, climat sec, etc.).
- Enfin, tenter de quantifier ces différentes pratiques identifiées par période en terme de % de surface traitée à partir des sources disponibles (enquêtes, dires d'expert).

Cette démarche diffère de celle que nous avons adoptée pour le maïs car, dans ce cas de figure, nous ne disposons pas de panels de vente d'herbicides fournis par les négoce ou les coopératives du secteur viticole, et il a fallu donc reconstituer les pratiques *a priori* alors que nous l'avions fait *a posteriori* pour le maïs.

3.2.1 Segmentation en périodes homogènes :

La constitution d'un tableau de présence/absence des produits mentionnés par le Vigneron Champenois depuis 1971 a permis visuellement de segmenter les 30 dernières années en périodes durant lesquelles les mêmes produits étaient utilisés (Tableau 9). Comme ce sont les produits résiduels (ou racinaires) qui sont le plus impliqués dans la contamination des nappes, ce sont eux principalement qui ont déterminé la segmentation en périodes homogènes (ex. apparition du diuron en 1980 ou du caragarde en 1973, « épisode flazasulfuron » en 2000...). De manière empirique, nous avons affecté un gradient de couleur en fonction du nombre de citations du produit dans la documentation dont nous disposons.

Tableau 9 : Tableau de présence/ absence des principaux produits utilisés pour le désherbage de la vigne de 1971 à 2003 - Extrait (sources : Vigneron Champenois)

Nom commercial	Matières actives	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
	RACINAIRES																		
Casoron G/ Surfassol G	DICHLORBENIL	100 kg/ha	100 kg/ha	100 kg/ha	100 kg/ha							100 kg		80 kg	80 kg	90 kg	90 kg	90 kg	
Préfix	CHLORTIAMIDE	80 kg/ha	80 kg/ha	80 kg/ha	80 kg/ha							70 kg	70 kg	70 kg	70 kg	70 kg	70 kg	70 kg	
Gésatope 50	SIMAZINE	6 kg/ha	4-6 kg/ha	4-6 kg/ha	6 l/ha				6 l		6-6 l	6 kg	6 kg	4 l	4 l		6 l	6 + 6 l	
Gésaprime 50	ATRAZINE	6 kg/ha	6 kg/ha	6 kg/ha	6 l/ha														
Caragarde	TERBUTHYLAZINE + TERBUMETON			10-14 kg/ha	15kg en 1ère	15-20/ha	20 kg			10-15 l	7 l	16 l	20 l		20 l		5 l		
Karmex/ Gésafor etc.	DIURON										3 kg		1,5-3 kg	3 kg			3 l	1,5 + 1,5	1,5 + 1,5
Trisol	DIURON + LINURON + TERBACILE																		
Végépron DS	DIURON + SIMAZINE + HUILE																		
Cléry	DIURON + SIMAZINE										14 l	12-14 l	12 l	7+7 l	7+7 l		6+6 l	7 + 7 l	7 + 7 l
Péral vigne	DIURON + SIMAZINE																		4 + 4 l
Fénican	DIURON + TERBUTHYLAZINE																		4 + 4 l
Solicam S	DIURON + NORFLURAZON																		4 + 4 l
Basalte/ Melkior	DIURON + PENDIMETHALINE																		
Dirimal / Quintet	DIURON + ORYZALIN																		
Dévinol	NAPROPAMIDE												6-8 kg	8 kg	8 kg		8 kg		
Butisan	METAZACHLORE			6-12 kg/ha												6 + 6 l		6 + 6 l	6 + 6 l
Lasso	ALACHLORE															6 l			
Zorial	NORFLURAZON																5 kg	2,5 kg	

Pour la période récente (1992-2003), nous nous sommes également basés sur les enquêtes du GDV, qui présentées sous forme graphique (*Figure 8*), permettaient de valider ou d'infirmer la segmentation précédente.

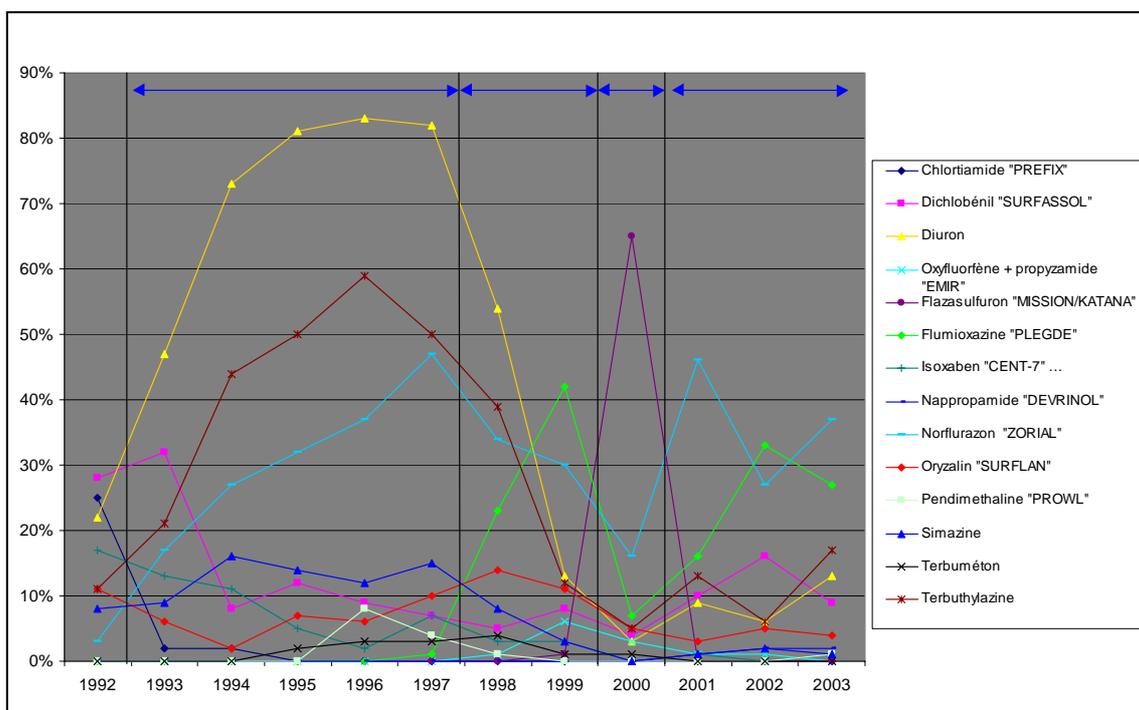


Figure 8 : Evolution des matières actives de prélevée utilisées sur les parcelles de suivi en % de parcelles traitées (Enquête GDV)

Ce graphique illustre bien les commentaires faits dans le chapitre précédent concernant l'évolution du désherbage en Champagne, notamment :

- l'utilisation massive du diuron de 1993 à 1998, associé à la terbuthylazine et au norflurazon ;
- le déclin du dichlobénil à partir de 1994 ;
- l'importance de la percée du flazasulfuron (Mission/Katana) en 2000 ;
- la réduction des apports de triazines à partir de 1998-99.

Mais, il convient de rappeler qu'il s'agit de données issues d'un réseau d'adhérents particulièrement sensibilisés à la démarche « viticulture raisonnée » et que ces tendances sont sans doute beaucoup plus optimistes que la réalité...

3.2.2 Identification des pratiques de désherbage majoritaires :

Une fois les différentes périodes homogènes définies, nous avons synthétisé sous forme de tableau (*Tableau 10*) les informations recueillies dans le « Vigneron champenois » concernant les dates et doses d'apport prescrites par produit, en identifiant pour chaque période les principales interventions se succédant au cours de l'année et en séparant les produits foliaires des racinaires en spécifiant les modalités liant les deux types de produits (plus/ou).

3.2.3 Quantification des types de pratiques identifiées :

La proportion de désherbage mécanique est précisée pour chaque période, car elle devra être comprise dans le calcul de la proportion de surfaces soumises aux différents traitements : pour chaque

intervention, on doit parvenir à un total de 100% pour les herbicides de pré-levée (racinaires) d'une part, pour les herbicides de post-levée (foliaires) d'autre part. Le tableau ci-dessous (*Tableau 10*) montre un exemple d'estimation des proportions de traitements effectués sur la période 2001-2003 d'après les sources du CIVC.

Tableau 10 : Exemple de représentation des pratiques de désherbage pour la période 2001-2003, complétée et validée par le CIVC

	herbicides de prélevée					herbicides de postlevée				
	Produits	Doses	Dates	% surfaces		Produits	Doses	Dates	% surfaces	
Période 2001-2003	sans désherbage chimique				5%					
	1ère intervention, programme à base de									
		Zorial	2.5 kg	01_avril	40%	PLUS	aminotriazole + thic	10-12 l	15 fév - 15 avril	33%
		ou Pledge	1.2 kg	15-fév-15-mars	14%		ou Giror	10 l		0
		ou Surfassol	90 kg	15-fév-15-mars	15%		ou Azural AT	9 à 18 l		6%
		ou Carazol/Fénican	3 l	01_avril	12%		ou aucun			
		ou Emir	3.5 l	15-fév-15-mars	0%		ou Autre :.....			
		ou Surflan	8 l	01_avril	3%					
		ou aucun (ENM)			10%					
		ou Cent7	8 l	15-fév-15-mars	3%					
		ou Dévrinol FL	?	?	3%					
	2ème intervention									
		Fénican (2ème apport)	3 l	15-mai_15-juin	0%	PLUS	Basta F1	4 à 5 l	à partir de fin mai	40%
		ou aucun			100%		ou aucun			
	3ème intervention									
	aucun			100%	PLUS	Roundup	7 l	1-juillet_31-août	5%	
						autres glyphosates	7 l		8%	
						ou aucun				

L'ensemble de ces pratiques majoritaires reconstituées (*voir Annexes*) à travers différentes sources d'informations sera, à l'instar de celles concernant le maïs, compilé dans une base de données relationnelle, dont le modèle physique a été constitué pour s'adapter à tout type de cultures (*voir Annexes*).

Cette dernière partie montre bien le nombre d'information à recouper pour renseigner correctement les modèles sur des pratiques aussi complexes que les pratiques phytosanitaires et l'intérêt qu'il y a à développer des méthodes pour y parvenir.

4. Conclusion

Ce rapport montre que les acteurs impliqués dans l'utilisation agricole des pesticides sont nombreux et que leur indépendance vis-à-vis de l'utilisation de ces produits peut poser question. En effet, qu'en est-il de la neutralité du technico-commercial d'une coopérative prescrivant un programme de traitement à un agriculteur quand il a un objectif de ventes à atteindre ? Qu'en est-il, de manière plus générale, de la neutralité des prescriptions quand le prescripteur et le vendeur sont confondus en une seule entité ? En rapportant cette situation à la médecine, il y aurait un problème éthique à ce que le médecin (le « prescripteur ») soit confondu avec le pharmacien (le « vendeur »), pourtant c'est bien à ce cas de figure que sont confrontés les agriculteurs lors de leurs achats d'intrants agricoles. Ainsi, qu'en est-il de l'autonomie réelle de l'agriculteur dans ses décisions lorsqu'il ne dispose que d'une seule source de conseil ? Est-il toujours à même de prendre les décisions les plus économiques pour lui en terme de maximisation de sa marge brute et non en terme de rendement maximal ? Toutes ces questions sont à la base de toute évolution volontaire (et non imposé par la législation) des pratiques phytosanitaires qui devront nécessairement faire intervenir cette multiplicité d'acteurs et leurs logiques propres.

Ce travail illustre également l'utilité qu'aurait un observatoire des pratiques agricoles au niveau national pour les gestionnaires de l'eau, à la fois pour l'impact des pratiques sur les ressources en eau et pour comprendre leurs dynamiques et aider à la conception de changements. Cette étude sur les pratiques phytosanitaires sur le bassin de la Vesle en préfigure quelques-unes des composantes à renseigner : type d'exploitations (équipe Habiter), assolement, successions culturales, opérations

techniques, etc., mais elle montre également l'importance de concevoir des modèles prenant en compte la spatialisation des pratiques : modèles compréhensifs des dynamiques en cours et approches prospectives des dynamiques en cours. En effet, comment mettre en œuvre le principe de précaution dans le monde agricole, quand il faut autant de temps pour reconstituer ce qui a été fait ?

Cependant, dans le cas présent, le travail a été facilité par le haut niveau technologique de l'agriculture champenoise et la qualité des enregistrements partiels issus des organismes professionnels agricoles départementaux : il serait sans doute beaucoup plus difficile à mettre en œuvre dans d'autres systèmes agraires français.

5. Remerciements

Pour réaliser cette étude sur les pratiques de désherbage dans le bassin versant de la Vesle, il a été nécessaire de compter sur l'aide de nombreux professionnels des organismes agricoles du département de la Marne. Parmi ceux-ci, nous tenons à remercier particulièrement chaleureusement Jean-Louis Garnotel, ancien directeur du service agronomique de Champagne Céréales, Gérard Cattin, René Doyen, Pascale Marion et Nathalie Garnier de la Chambre d'Agriculture de la Marne, Arnaud Descote et Marie-Laure Panon du Comité Interprofessionnel des Vins de Champagne, Florence Bristiel de l'Institut Technique de la Vigne, Isabelle Renard du Groupement de Développement Viticole de la Marne, Savine Oustrin, Didier Legentil et Michel Quenet de Champagne Céréales, Pierre Boyer de Cohésis, ainsi que Martin Parmentier du Service statistique de la DRAF Champagne-Ardenne.

Un grand merci également à toute l'équipe du PIREN-Seine, d'AQUAL et de l'INRA-Mirecourt pour le soutien apporté, tant sur le plan logistique que scientifique.

Ce travail fait l'objet d'une collaboration entre l'ADEPRINA - l'INA-PG et l'INRA. Ces trois organismes sont donc coauteurs du rapport présent.

6. Bibliographie

- Cherrier, R.(2003). Impact sur l'environnement de deux herbicides du maïs : la sulcotrione et l'atrazine. Influence du changement d'apports organiques. Thèse INPL-ENSAIA (Nancy), 175 p.
- Guigon E., Blanchoud H., Chevreuil M. (2005). Analyse et modélisation du transfert des pesticides vers les eaux de surface : Exemple du bassin versant de la Vesle. Rapport PIREN-Seine 2004.
- Mignolet C., Schott C., Benoît M. (2004). Spatial dynamics of agricultural practices on a basin territory : a retrospective study to implement models simulating nitrate flow. *Agronomie* : No.24 : 219-236.
- Rat A., Ledoux E., Mercier P. (2005). Contamination et modélisation des pesticides dans les eaux souterraines du bassin versant de la Vesle. Rapport PIREN-Seine 2004.
- Schott C., Mignolet C., Benoît M. (2004). Organisation spatiale des systèmes de cultures sur le bassin de la Vesle. Rapport PIREN-Seine 2003.

7. Annexes

7.1. Tableaux de synthèse : pratiques de désherbage majoritaires du maïs entre 1973 et 2003

	Traitements en plein		Traitements dirigés	% de la sole en maïs
	Présemis et postsemis prélevée	Postlevée		
1973-75	ATRAPHYT 2.8 l		P.80 1 l	8%
		2,4-D 0.7 l		9%
		impasse		83%
1976-80	BELLATER 3.5 l		P.80 1 l	7%
		NIXONE 3 l		3%
	ATRAPHYT 2.5 l	2,4-D 0.7 l		38%
			HERBAPHYT 1.5 l	5%
		impasse		47%
1981-83	ATRAPHYT 2.6 l		HERBAPHYT 1.5 l	8%
		2,4-D 0.7 l		41%
		NIXONE 3 l		9%
		LONTREL 1.4 l		6%
		impasse		36%
1984-86	ATRAPHYT 3.3 l	2,4-D 0.7 l		39%
		NIXONE 3 l		14%
		BASAGRAN 2 l		6%
		LONTREL 1.5 l		5%
		impasse		17%
	TAZASTOMP 4 l	DICOPRIME 2 l		3%
	PRIMEXTRA 6 l		HERBAPHYT 1.5 l	5%
	impasse	LADDOK 4.5 l		8%
	LASSO 5 l			3%
1987-90	TAZASTOMP 4 kg	HERBOGIL 3,9 l		7%
	impasse	LADDOK + 2,4-D 4,5 l + 0,7 l		9%
		LADDOK + LONTREL 4,5 l + 1,5 l		13%
	DUELOR + ATRAPHYT 2 l + 3,8 l	TRAMPLIN 2,5 l		20%
	ATRAPHYT 3,8 l	HERBOGIL + 2,4-D 3,9 l + 0,7 l		4%
		LENTAGRAN + BASAGRAN 1 l + 1 l	BANVEL 4 S 0.6 l	17%
	BASAGRAN + 2,4-D 1 l + 0,7 l		30%	

	Traitements en plein		Traitements dirigés	% de la sole en maïs
	Présemis et postsemis prélevée	Postlevée		
1992-94	impasse	LADDOK + 2,4-D 4,5 l + 0,7 l		19%
		LADDOK 4,5 l	BANVEL 0,5 l	19%
	DUELOR + ATRAPHYT 2.2 l + 4,1 l	TITUS 70 g		7%
		HERBOGIL 3 l		3%
	ATRAPHYT 4,1 l	TRAMPLIN 2,5 l		27%
		LENTAGRAN + ADAGIO 1,5 l + 0,8 l		25%
1995-98	FRONTIERE 1.4 l	LADDOK 4,5 l		5%
		TRAMPLIN + ATRAPHYT 2 l + 2.9		17%
	Impasse	TITUS + TRAMPLIN 70 g + 2 l		5%
		LADDOK 4,5 l		28%
		LENTAGRAN + ATRAPHYT 0.8 l + 2.9 l	BANVEL 0.6 l	20%
		MIKADO + ATRAPHYT 1 l + 2.9 l		17%
MIKADO + MILAGRO + ATRAPHYT 1 l + 1 l + 2.9 l		8%		
1999-2001	FRONTIERE 1.5 l	FIGHTER + ATRAPHYT 1.5 l + 1.7 l		21%
	Impasse	FIGHTER + ATRAPHYT 1.5 l + 1.7 l		6%
		TRAMPLIN + ATRAPHYT 1.5 l + 1.7 l	BANVEL 0.5 l	17%
		LENTAGRAN 600 + ATRAPHYT 0.8 l + 1.7 l		10%
		MIKADO + ATRAPHYT 0.75 l + 1.7 l		31%
		MIKADO + MILAGRO + ATRAPHYT 0.75 l + 1.5 l + 1.7 l		15%
2001-2003	FRONTIERE + ATRAPHYT 1.5 l + 1 l	TRAMPLIN + BANVEL 1.5 l + 0.6 l		12%
	DIPLÔME + ATRAPHYT 1 kg + 1 l	BANVEL 0.6 l		8%
	Impasse	FIGHTER + ATRAPHYT 1.5 l + 1.5 l		20%
		CALLISTO + ATRAPHYT 1 l + 1.5 l		30%
CALLISTO + MILAGRO + ATRAPHYT 1 l + 1.5 l + 1.5 l		30%		

7.2. Liste et composition des produits de désherbage utilisés sur maïs entre 1970 et 2004

Spécialité commerciale	Matières actives	Concentration
P 80	2,4,5-T	905 g/l
AMINUGEC 600	2,4-D	600 g/l
NETAGRONE 600	2,4-D	600 g/l
PRODAZOL	2,4-D	400 g/l
U 46 D	2,4-D	480 g/l
LONTREL SF 100	3,6-D P C	100 g/l
TROPHEE	ACETOCHLORE + DICHLORMID	400 + 66.7 g/l
FAETON EC	ALACHLORE	480 g/l
LASSO	ALACHLORE	480 g/l
TRADIACHLOR	ALACHLORE	480 g/l
AMEPHYT	AMETRYNE	80 %
MAÏTRINE	AMETRYNE	80 %
ATRAPHYT	ATRAZINE	50 %
ATRAPHYT EL	ATRAZINE	500 g/l
GESAPRIME AUTOSUSPENSIBLE	ATRAZINE	500 g/l
TECHN'ATRAL 50 L	ATRAZINE	500 g/l
FAETON GD LIQUIDE	ATRAZINE + ALACHLORE	144 + 336 g/l
LASSO GD	ATRAZINE + ALACHLORE	144 + 336 g/l
LADDOK	ATRAZINE + BENTAZONE	200 + 200 g/l
LADDOK 400	ATRAZINE + BENTAZONE	200 + 200 g/l
LADDOK PRO	ATRAZINE + BENTAZONE	300 + 300 g/l
AMEXINE	ATRAZINE + BUTRALINE	100 + 240 g/l
BELLATER EXTRA FLUIDE	ATRAZINE + CYANAZINE	250 + 250 g/l
PRIMAGARDE AUTOSUSPENSIBLE	ATRAZINE + CYANAZINE	250 + 250 g/l
MAIZOR	ATRAZINE + ETHALFLURALINE	30 + 24 %
PRIMEXTRA AUTOSUSPENSIBLE	ATRAZINE + METOLACHLOR	170 + 330 g/l
TAZASTOMP C	ATRAZINE + PENDIMETHALINE	25 + 37.5 %
TAZASTOMP 300	ATRAZINE + PENDIMETHALINE	200 + 300 %
ADAGIO	BENTAZONE	480 g/l
BASAGRAN LIQUIDE	BENTAZONE	480 g/l
BASAMAÏS	BENTAZONE	480 g/l
FIGHTER	BENTAZONE	480 g/l
CAMBIO	BENTAZONE + DICAMBA	320 + 90 g/l
DICOPRIME	BROMOPHENOXIME	500 g/l
LITAROL M	BROMOXYNIL	250 g/l
MERIT	BROMOXYNIL	250 g/l
TRAMPLIN	BROMOXYNIL	250 g/l
CADELI	BROMOXYNIL ESTER	225 g/l
ECLAT	BROMOXYNIL PHENOL + PROSULFURON	60 + 3 %
BANVEL 4S	DICAMBA	480 g/l
FRONTIERE	DIMETHENAMID	900 g/l
ISARD	DIMETHENAMID-P	720 g/l

Spécialité commerciale	Matières actives	Concentration
HERBOGIL LIQUIDE D	DINOTERBE	250 g/l
NIXONE LIQUIDE	DINOTERBE	250 g/l
CAPSOLANE	EPTC	360 g/l
ERADICANE	EPTC	733 g/l
HERBAPHYT TP	FENOPROP	600 g/l
STARANE 200	FLUROXYPYR	200 g/l
TOMIGAN 20	FLUROXYPYR	200 g/l
BASTA F1	GLUFOSINATE AMMONIUM	150 g/l
BASTA LS	GLUFOSINATE AMMONIUM	200 g/l
TREND	HUILES ADJUVANTES	1050 g/l
LAGON	ISOXAFLUTOLE + ACLONIFEN	75 + 500 g/l
CALLISTO	MESOTRIONE	100 g/l
DUELOR	METOLACHLOR	960 g/l
METEOR	METOLACHLOR	960 g/l
DIPLÔME	METOSULAM + FLUTHIAMIDE	2.5 + 60 %
MILAGRO	NICOSULFURON	40 g/l
AGRAL	NONYPHENOL POLYETHOXYLE	945 g/l
GRAMOXONE	PARAQUAT	200 g/l
GRAMOXONE PLUS	PARAQUAT + DIQUAT	100 + 50 g/l
PROWL 400	PENDIMETHALINE	400 g/l
INDIANA	PENDIMETHALINE + ALACHLORE	150 + 225 g/l
LENTAGRAN	PYRIDATE	45 %
LENTAGRAN 600	PYRIDATE	600 g/l
LENTAGRAN A	PYRIDATE	450 g/l
LENTAGRAN EC	PYRIDATE	450 g/l
PYRON	PYRIDATE + CLOPYRALID	450 + 50 g/l
BINEX M	PYRIDATE + THIENSULFURON-METHYLE	400 + 5.33 g/l
TITUS	RIMSULFURON	25 %
MIKADO	SULCOTRIONE	300 g/l
IGRANE 50	TERBUTRYNE	50 %
IGRANE AUTOSUSPENSIBLE	TERBUTRYNE	500 g/l

7.3. Tableaux de synthèse : pratiques de désherbage majoritaires de la vigne entre 1973 et 2003

	herbicides de prélevée					herbicides de postlevée					
	Produits	Doses	Dates	% surfaces		Produits	Doses	Dates	% surfaces		
Période 2001-2003	sans désherbage chimique				5%						
	1ère intervention, programme à base de										
		Zorial	2.5 kg	01_avril	40%	PLUS	aminotriazole + thic	10-12 l	15 fév - 15 avril	33%	
	ou	Pledge	1.2 kg	15-fév-15-mars	14%		ou	Giror	10 l		0
	ou	Surfassol	90 kg	15-fév-15-mars	15%		ou	Azural AT	9 à 18 l		6%
	ou	Carazol/Fénican	3 l	01_avril	12%		ou	aucun			
	ou	Emir	3.5 l	15-fév-15-mars	0%		ou	Autre :.....			
	ou	Surflan	8 l	01_avril	3%						
	ou	aucun (ENM)			10%						
	ou	Cent7	8 l	15-fév-15-mars	3%						
	ou	Dévrinol FL			3%						
	2ème intervention										
		Fénican (2ème apport)	3 l	15-mai_15-juin	0%	PLUS	Basta F1	4 à 5 l	à partir de fin mai	40%	
ou	aucun			100%	ou		aucun				
3ème intervention											
	aucun			100%	PLUS	Roundup	7 l	1-juillet_31-août	5%		
						ou	autres glyphosates	7 l		8%	
						ou	aucun				
Période 2000	sans désherbage chimique				5%						
	1ère intervention, programme à base de										
		Mission/Katana	0.2 kg	fin mars-avril	56%	PLUS	aminotriazole + thic	10-12 l	15 fév - 15 avril	15%	
	ou	Zorial	2.5 kg	fin mars-avril	18%		ou	Giror	10 l		18%
	ou	Pledge	1.2 kg	15-fév-15-mars	10%		ou	Azural AT	9 à 18 l		?
	ou	Surfassol	90 kg	15-fév-15-mars	6%		ou	sulfosate (160 g/l)	9 à 18 l		10%
	ou	Carazol/Fénican	3 l	fin mars-avril	3%		ou	aucun			
	ou	Emir	3.5 l	15-fév-15-mars	0%						
	ou	Surflan	8 l	fin mars-avril	7%						
	ou	aucun (ENM)			5%						
	2ème intervention										
		Fénican (2ème apport)	3 l	15-mai_15-juin	0%	PLUS	Basta F1	4 à 5 l	à partir de fin mai	20%	
	ou	aucun			100%		ou	aucun			
3ème intervention											
	aucun			100%	PLUS	Roundup	7 l	1-juillet_31-août	20%		
						ou	autres glyphosates	7 l		3%	
						ou	aucun				

	herbicides de prélevée					herbicides de postlevée			
	Produits	Doses	Dates	% surfaces		Produits	Doses	Dates	% surfaces
Période 1998-1999	sans désherbage chimique				2%				
	1ère intervention, programme à base de								
	ou Pledge	1.2 kg	15-fév-15-mars	20%	PLUS	aminotriazole + thic	10-12 l	15 fév - 15 avril	23%
	ou Surfassol	90 kg	15-fév-15-mars	7%		ou Giror	10 l		25%
	ou Emir	3.5 l	15-fév-15-mars	1%		ou Azural AT	9 à 18 l		3%
	ou Caragarde-?			0%		ou aucun			
	ou Cent-7	8 l	15-fév-15-mars	0%		ou Autre :.....			
	ou Surflan	8 l	fin mars-avril	13%					
	ou triazines+diuron		fin mars-avril	20%					
	ou Zorial	2.5 kg	fin mars-avril	23%					
	ou Solicam	4.5 kg	fin mars-avril	?					
	ou Dirimal/Quintet	8l?	fin mars-avril	5%					
	ou aucun (ENM)			2%					
	ou diuron seul			12%					
	2ème intervention								
ou Végépron DS (2ème apport)	6 l	01_juin	0%	PLUS	ou Basta F1	4 à 5 l à partir de fin mai		28%	
ou Solicam (2ème apport)	2.5 kg	01_juin	0%		ou aucun				
ou aucun			100%						
3ème intervention									
ou aucun			100%	PLUS	Roundup	7 l	1-juillet_31-août	13%	
					ou autres glyphosates	7 l		3%	
					ou Gramoxone Plus	6 l		3%	
					ou aucun				
Période 1993-1997	sans désherbage chimique				5%				
	1ère intervention, programme à base de (période 95-97)								
	ou Surfassol	90 kg	1er fev - 15 mars	10%	PLUS	aminotriazole + thic	10-12 l	15 fév - 15 avril	20%
	ou Cent-7	8 l	1er fev - 15 mars	5%		ou Giror	10 l		27%
	ou Caragarde (?)					ou Azural AT	9 à 18 l		3%
	ou diuron seul	1.5 kg	fin mars-avril	30%		ou aucun			50%
	ou diuron + triazines		fin mars-avril	30%		ou Autre :.....			
	ou Solicam	3 kg	fin mars-avril	?					
	ou Surflan	8 l	fin mars-avril	5%					
	ou Zorial	2.5 kg	fin mars-avril	20%					
	ou triazines seules		fin mars-avril	30%					
	ou Dirimal/Quintet	8l?	fin mars-avril	5%					
	ou aucun								
	2ème intervention								
	ou Karmex (2ème apport)	1.5 kg	15 mai - 15 juin	5%	PLUS	ou Basta F1	4 à 5 l à partir de fin mai		23%
ou aucun			100%		ou aucun				
3ème intervention									
ou aucun			100%	PLUS	Roundup	7 l	1-juillet_31-août	13%	
					ou autres glyphosates	7 l		6%	
					ou Gramoxone Plus	6 l		3%	
					ou aucun				

	herbicides de prélevée					herbicides de postlevée			
	Produits	Doses	Dates	% surfaces		Produits	Doses	Dates	% surfaces
Période 1989-1992	sans désherbage chimique				5%				
	1ère intervention, programme à base de								
		Surfassol G	90 kg	fev - 15 mars	25%	PLUS	Weedazole	12 à 15 l	60%
	ou	Préfix G 10	70 kg	fev - 15 mars			ou Azural AT	10 l	5%
	ou	Sextan	7.5 + 2 l	février	25%		ou Gramoxone Plus	6 l	20%
	ou	Cent-7	8 l	février			ou aucun		
	ou	Surflan (>1991)	8 l	février	15%				
	ou	Zorial (>1991)	2.5 kg	février					
	ou	diuron seul	1.5 kg	avril	10%				
	ou	diuron + triazines		avril	25%				
	ou	Autre :							
	ou	aucun							
2ème intervention									
	Karmex (2ème apport)	1.5 kg	mai-juin	5%	PLUS	Basta F1	4 l	mai-juin	25%
ou	aucun					ou Weedazole	15 l		0
3ème intervention									
	aucun			100%	PLUS	Roundup	6 l	juillet	10%
						ou aucun			
Période 1986-1988	sans désherbage chimique				15%				
	1ère intervention, programme à base de								
		Préfix	70 kg	1-15 mars	15%	PLUS	Roundup	2 l	2%
	ou	Casoron G/ Surfassol	90 kg	1-15 mars			ou Weedazol	10 l	25%
	ou	Karmex	1.5 kg	avril	5%		ou Gramoxone	2 l	5%
	ou	Végépron DS	7 l	avril	25%		ou Azural	10 l	3%
	ou	Fénican	4 l	avril	10%		ou aucun		
	ou	Dévrinol	8 kg						
	ou	Zorial-?	2.5-5 kg						
	ou	Gésatope	6 l	avril	2%				
	ou	Caragarde	5 l	avril	3%				
	ou	Carazol	12 l	avril	20%				
	ou	Butisan-?	6 l						
	ou	Autre :							
	ou	aucun							
	2ème intervention								
		Karmex	1.5 kg	1-15 juin	3%	PLUS	Basta	4 l	5%
	ou	Végépron DS	7 l	1-15 juin	5%		ou Weedazol	15 l	5%
	ou	Fénican	4 l	1-15 juin	2%		ou Azural	12 l	0
	ou	Butisan-?	6 l				ou aucun		
	ou	aucun							
3ème intervention									
	aucun			100%	PLUS	Roundup	6 l	15%	
						ou Gramoxone		3%	
					ou aucun				

	herbicides de prélevée					herbicides de postlevée				
	Produits	Doses	Dates	% surfaces		Produits	Doses	Dates	% surfaces	
Période 1983-1985	sans désherbage chimique				20%					
	1ère intervention									
		Dévrinol FL	8 kg	15 février - 7 mars	0%	PLUS	Weedazole	10-12 l	30%	
		ou Carazol	15 l	1-15 mars	15%		ou Réglone	3 l	0%	
		ou Gésatope	6 l	15 mars-15 avril	5%		ou Gramoxone	3 l	5%	
		ou Végépron DS (1e apport)	12 l	1-10 avril	25%		ou aucun			
		ou Karmex	3 l	1-10 avril	10%					
		ou Préfix	70 kg	1-7 mars	15%					
		ou Casoron G / Surfassol	90 kg	1-7 mars						
		ou autre :								
		ou aucun			20%					
		2ème intervention								
	Végépron DS (2ème apport)	7 l	1-10 juin	0%	ou	Weedazole	10-15 l	10%		
	ou Caragarde	20 l	15 mai - 15 juin	10%		ou Basta	4 l	0%		
	ou Aucun					ou aucun				
	3ème intervention									
	Aucun			100%	PLUS	Roundup	12 l	juillet-août	15%	
						ou aucun				
Période 1980-1982	sans désherbage chimique				25%					
	1ère intervention									
		Gésatope	5-8 l	15 mars-15 avril	5%	PLUS	Weedazole	10-12 l	5%	
		ou Karmex	3 kg	15 mars-15 avril	2%		ou Réglone	4 l	20%	
		ou Végépron DS	12-14 l	1-15 mars	4%		ou Gramoxone	4 l	5%	
		ou Carazol	15-20 l	1-15 mars	10%		ou aucun			
		ou Préfix ?	70 kg		4%					
		ou aucun			25%					
		2ème intervention								
		Caragarde	15-20 l	15 mai - 15 juin	50%	ou	Weedazole	10 l	mai - juin	5%
		ou Aucun					ou aucun			
		3ème intervention								
	Aucun			100%	PLUS	Roundup	12 l	juin-juillet-août	0%	
						ou Ronstar	8 l	juillet-août	0%	
						ou Réglone	4 l	juillet-août	5%	
						ou Gramoxone	4 l	juillet-août	10%	
						ou aucun				

	herbicides de prélevée					herbicides de postlevée			
	Produits	Doses	Dates	% surfaces		Produits	Doses	Dates	% surfaces
Période 1977-1979	sans désherbage chimique				40%				
	1ère intervention					(PLUS)			
		Gésatope	8 l	mars	10%		Réglone	4 l	20%
	ou	Carazol	15 l	mars	10%		ou Gramoxone	4 l	5%
	ou	Autre :					ou aucun		
		ou	aucune		40%				
	2ème intervention					OU			
		Caragarde	15 l	20 mai - 10 juin	40%		Weedazole	20 l	1-15 juin
	ou	aucun				ou	aucun		
	3ème intervention					PLUS			
	Aucun			100%	Ronstar		10-12 l	juillet	5%
					ou Réglone		4 l	juillet	0
					ou Gramoxone		4 l	juillet	5%
					ou Roundup		12 l	juillet-août	0
					ou	aucun			
Période 1973-1976	sans désherbage chimique				80%				
	1ère intervention					(PLUS)			
		Gésapime	6 kg	20 mars -10 avril	2%		Réglone	4 l	20%
	ou	Gésatope	6 kg	21 mars -10 avril	10%		ou Gramoxone	4 l	5%
	ou	Casoron G	100 kg	25 mars-21 avril	2%		ou	aucun	
	ou	Préfix	80 kg	26 mars-21 avril					
		ou	aucun		80%				
	2ème intervention					OU			
		Caragarde	15 kg	15 mai-10 juin	6%		Weedazole	20 l	1-15 juin
	ou	Aucun				ou	aucun		
3ème intervention					PLUS				
	Gésapime	2 l		0		Ronstar	10 l	juillet	5%
ou	aucun			100%		ou Réglone	4 l		0
						ou Gramoxone	4 l		10%
					ou	aucun			

	herbicides de prélevée					herbicides de postlevée			
	Produits	Doses	Dates	% surfaces		Produits	Doses	Dates	% surfaces
Période 1971-1972	sans désherbage chimique				90%				
	1ère intervention					PLUS			
		Casoron G	100-120 kg	25 mars-21 avril	1%		Gramoxone	4 l	5%
	ou	Préfix	80-100 kg	26 mars-21 avril			ou Réglone	4 l	20%
	ou	Gésatope	6 kg	juin	0		ou	aucun	
	ou	Gésapime	6 kg	20-30 avril	1%				
		ou	aucune		90%				
	2ème intervention					PLUS			
		Gésapime	2-4 kg	1-15 juin			Weedazole	15 l	15%
	ou	Gésatope	2-4 kg	1-15 juin	8%		ou Gramoxone	4 l	10%
ou	aucune				ou Réglone		4 l	0	
					ou	aucun			

7.4. Liste et composition des produits de désherbage utilisés sur vigne entre 1970 et 2004

Spé. Comm	Matières actives	concentration
Amex 820	BUTRALINE	480 g/l
Lasso	ALACHLORE	480 g/l
Péral	ALPHAMETRINE	100 g/l
Azural Duo	AMINOTRIAZOLE + GLYPHOSATE + THIOCYANATE D'AMMONIUM	120 + 60 + 108 g/l
Glifazole	AMINOTRIAZOLE + GLYPHOSATE + THIOCYANATE D'AMMONIUM	120 + 60 + 107.5 g/l
Oriflam	AMINOTRIAZOLE + GLYPHOSATE + THIOCYANATE D'AMMONIUM	160 + 40 + 143 g/l
Topazol TL	AMINOTRIAZOLE + SIMAZINE + THIOCYANATE D'AMMONIUM	200 + 200 + 180 g/l
Carazol	AMINOTRIAZOLE + TERBUTHYLAZINE + THIOCYANATE D'AMMONIUM	200 + 200 + 180 g/l
Amitril uno	AMINOTRIAZOLE + THIOCYANATE D'AMMONIUM	240 + 215 g/l
Cidax TL	AMINOTRIAZOLE + THIOCYANATE D'AMMONIUM	240 + 215 g/l
Radoxone TL	AMINOTRIAZOLE + THIOCYANATE D'AMMONIUM	240 + 215 g/l
Tridiazole TA	AMINOTRIAZOLE + THIOCYANATE D'AMMONIUM	240 + 215 g/l
Weedazol TL	AMINOTRIAZOLE + THIOCYANATE D'AMMONIUM	240 + 215 g/l
Gesaprime 50	ATRAZINE	50%
Préfix G 10	CHLORTIAMIDE	10%
Lisofix	CYANATRINE	
Casoron G	DICHLOBENIL	7.50%
Surfassol G	DICHLOBENIL	6.75%
Réglone 2	DIQUAT	200 g/l
Priglone 2	DIQUAT + PARAQUAT	80 + 120 g/l
Dinurex	DIURON	80%
Gesafor	DIURON	80%
Karmex	DIURON	80%
Séduron	DIURON	80%
Trisol	DIURON + LINURON + TERBACILE	29.1 + 22.7 + 5.8 %
Solicam S	DIURON + NORFLURAZON	40 + 40 %
Dirimal	DIURON + ORYZALIN	214 + 343 g/l
Quintet	DIURON + ORYZALIN	215 + 343 g/l
Basalte	DIURON + PENDIMETHALINE	225 + 250 g/l
Melkior	DIURON + PENDIMETHALINE	200 + 180 g/l
Cléry	DIURON + SIMAZINE	330 + 160 g/l
Péral vigne	DIURON + SIMAZINE	250 + 250 g/l
Clairsol (<1985)	DIURON + SIMAZINE + AMINOTRIAZOLE + HUILE	170 + 85 + 250 + 300 g/l
Clairsol 85	DIURON + SIMAZINE + AMINOTRIAZOLE + HUILE	14 + 157 + 167 + 160 g/l
Arrow 3000	DIURON + SIMAZINE + GLYPHOSATE	170 + 100 + 125 g/l
Végépron DS	DIURON + SIMAZINE + HUILE	165 + 80 + 360 g/l
Fénican	DIURON + TERBUTHYLAZINE	285.7 + 285.7 g/l
Katana	FLAZASULFURON	25%
Mission	FLAZASULFURON	25%
Pledge	FLUMIOXAZINE	50%
Basta F1	GLUFOSINATE-AMMONIUM	150 g/l
Basta LS	GLUFOSINATE-AMMONIUM	200 g/l
Basta pro	GLUFOSINATE-AMMONIUM	120 g/l
Baral	GLUFOSINATE-AMMONIUM + SIMAZINE + DIURON	100 + 125 + 187.8 g/l
Arrow (120-360-400)	GLYPHOSATE	120-360-400 g/l
Azural AT	GLYPHOSATE	120 g/l
Buggy	GLYPHOSATE	240 g/l
Roundup	GLYPHOSATE	360 g/l
Roundup Bioforce	GLYPHOSATE	360 g/l
Roundup Geoforce	GLYPHOSATE	42%

Spé. Comm	Matières actives	concentration
Cent-7	ISOXABEN	125 g/l
Quatuor	ISOXABEN	500 g/l
Taurus	ISOXABEN + AMINOTRIAZOLE + THIOCYANATE D'AMMONIUM	55.6 + 200 + 179 g/l
Sextan	ISOXABEN + SIMAZINE	100 + 400 g/l
Butisan S	METAZACHLORE	500 g/l
Devrinol	NAPROPAMIDE	50%
Devrinol FL	NAPROPAMIDE	450 g/l
Herban	NOREA	80%
Zorial	NORFLURAZON	80%
Surflan	ORYZALIN	480 g/l
Ronstar	OXADIAZON	250 g/l
Goal 2E	OXYFLUORFENE	240 g/l
Péral Pro	OXYFLUORFEN + PROPYZAMIDE	274 + 214 g/l
Emir	OXYFLUORFENE + PROPYZAMIDE	274 + 214 g/l
Gramoxone 2	PARAQUAT	200 g/l
Gramoxone 2000	PARAQUAT	200 g/l
Giror	PARAQUAT + AMINOTRIAZOLE + THIOCYANATE D'AMMONIUM	40 + 240 + 215 g/l
Gramoxone Plus	PARAQUAT + DIQUAT	100 + 50 g/l
Marcol	PHENOBENZURON + AMINOTRIAZOLE	
Kerb Flo	PROPYZAMIDE	400 g/l
Lentagran	PYRIDATE	45%
Gesatope 50	SIMAZINE	50%
Ricochet	SIMAZINE + GLYPHOSATE	280 + 100 g/l
Radian	SIMAZINE + NAPROPAMIDE	200+ 300 g/l
Caratope	SIMAZINE + ORYZALIN	292 + 292 g/l
Terraklène	SIMAZINE + PARAQUAT	400 + 100 g/l
Ouragan	SULFOSATE	480 g/l
Supral	SULFOSATE	160 g/l
Caragarde	TERBUTHYLAZINE + TERBUMETON	334 + 166 g/l

7.5. Modèle physique de la base de données sur les pratiques phytosanitaires

