

l'innovation en protection des cultures : quelle influence sur la consommation de produits phytosanitaires par l'agriculture française ?

Jean-Louis Bernard et Virginie Rameil

Relations extérieures, Environnement et Agriculture durable, SYNGENTA AGRO SAS
20 rue Marat, 78212 Saint-Cyr l'École cedex

jean-louis.bernard@syngenta.com

L'utilisation de produits chimiques pour protéger les cultures a véritablement débuté en Europe au milieu du XIXe siècle avec l'usage du soufre en viticulture, complété à partir de 1885 par celui des sels de cuivre comme fongicides, puis l'arrivée des premiers insecticides et du sulfate de fer pour le désherbage (Bain *et al.*, 2002). L'effort des chercheurs et des agriculteurs a conduit depuis lors à la mise au point de systèmes de production où agronomie, génétique et machinisme ont été alliés à des moyens de lutte directs, tant chimiques que biologiques, destinés à limiter l'incidence des adventices, des maladies et des ravageurs sur les cultures. La pharmacopée des substances minérales et organiques a ainsi subi une large diversification, répondant aux divers besoins de protection identifiés par les filières agricoles. A partir des années 70, la création phytosanitaire s'est orientée vers la recherche de substances dont le profil offrait, en sus de l'efficacité, une toxicité moindre et un impact direct sur l'environnement aussi réduit que possible. Cette constante dans la quête s'est traduite depuis lors par la mise en marché successive de nombreuses innovations.

Aujourd'hui, méthodes de protection et produits phytopharmaceutiques semblent échapper au cadre des experts et des professions agricoles pour se placer au centre d'un débat public. De ce fait, les questions qui alimentent la discussion sont d'une nature radicalement différente de celles du passé, le monde complexe de la protection des plantes étant l'objet d'interrogations nouvelles qui font appel à des notions très basiques à partir desquelles se forment des images ou se forment des opinions. Par exemple : quelle est la « vraie » nature des substances utilisées ? Quels sont les dangers et les risques liés à leur emploi ? Sur quel déterminisme reposent les applications ? Quel en est le nombre ? Quelles sont les quantités de produits effectivement utilisées en agriculture ?... Si le champ du présent article ne peut aborder tous ces sujets, l'aspect quantitatif fait l'objet d'une question répétée tout à fait pertinente qui peut se formuler comme suit : *comment se fait-il qu'avec le grand nombre de produits modernes autorisés à de faibles doses par hectare, les quantités mises en œuvre par les agriculteurs n'aient pas baissé de façon drastique ?*

Pour qui cherche à se documenter, il est vrai que les statistiques globales données par les industriels de la protection des plantes apparaissent relativement « plates », la consommation annuelle nationale en substances actives oscillant autour des 100 000 tonnes sur les 12 dernières années. Les informations collectées pour la France à partir des publications et du site internet de l'Union des industries pour la protection des plantes (UIPP, voir www.uipp.org) permettent de dresser la figure 1. Elle montre des inflexions annuelles qu'il faudrait expliquer en détail mais, bien que les consommations 2002 et 2003 soient les plus faibles depuis 1990, une évolution quelconque liée à l'innovation n'y est pas perceptible. Tout au plus constate-t-on un affaissement de l'emploi des insecticides qui lui aussi, serait à commenter.

Nous avons donc cherché à mieux cerner l'évolution réelle de grands usages dans le domaine des herbicides, des fongicides et des insecticides, l'objectif étant de mesurer, aussi précisément que possible, quelle avait été la quantité moyenne des substances actives utilisée à l'hectare pour un usage donné au cours des 20 à 30 dernières années. Ce travail a nécessité le recoupement de résultats d'études variées sur l'emploi des produits par les agriculteurs, les statistiques du service central des enquêtes statistiques du ministère de l'Agriculture (SCEES), la collection des Index phytosanitaires de l'Association de coordination technique agricole (ACTA), des recherches bibliographiques et l'interview d'experts pour les périodes d'enquête les plus « anciennes »... L'observation a porté sur des segments majeurs en termes d'hectares traités et de quantités utilisées, volontairement choisis comme « matures ». Il faut entendre par ce terme des cultures où les moyens nécessaires à une protection de base existent de longue date et où les variations n'apparaissent pour l'essentiel que comme la conséquence de fluctuations annuelles liées au climat, à la pression parasitaire, à l'évolution des méthodes de protection ou de la pharmacopée disponible.

Les données chiffrées que nous produisons ne constituent que la meilleure évaluation possible de ce que fut la réalité des usages considérés et elles n'engagent que leurs auteurs. Les commentaires qui les accompagnent visent à cerner très brièvement les moteurs de l'évolution, en particulier le rôle de la recherche créative (les « nouvelles molécules ») et l'incidence de l'innovation générale en protection des cultures (méthodes de lutte...) sur les quantités utilisées par les producteurs.

Signalons enfin qu'additionnés, les domaines examinés représentent une fraction majoritaire du tonnage global des phytosanitaires utilisés chaque année en France.

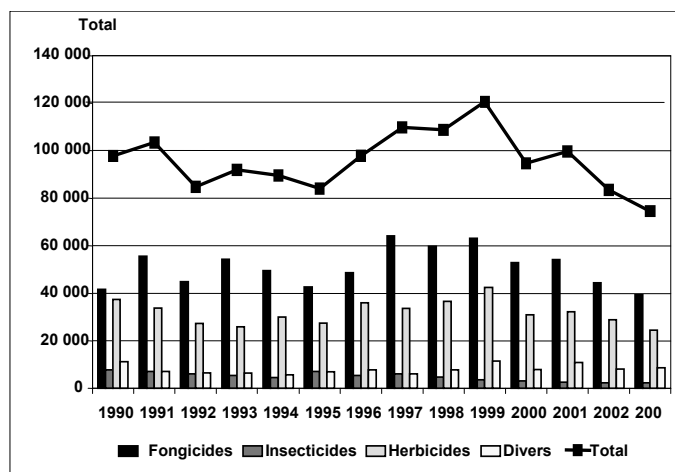


Figure 1. Évolution des quantités de substances actives commercialisées en France métropolitaine pour l'agriculture de 1990 à 2003.

Tonnage global et détail des différentes catégories de produits
(Source : UIPP)

Regard sur l'emploi des fongicides

Les fongicides en général – Le soufre et le cuivre en particulier

Considéré sous l'aspect quantitatif, le marché français des produits de protection des plantes est largement dominé par les fongicides, qui représentent à eux seuls entre 49,7 et 58,3 % du tonnage des substances actives employées (données UIPP - valeurs extrêmes entre 1993 et 2003).

L'arboriculture et la viticulture les utilisent depuis près de deux siècles sous forme de bouillie sulfocalcique, puis des différentes formes de soufrage et des traitements cupriques. Substances actives traditionnelles, sels de cuivre et soufre représentent à eux seuls entre un quart et un tiers des quantités de produits phytosanitaires utilisés chaque année (fig. 2).

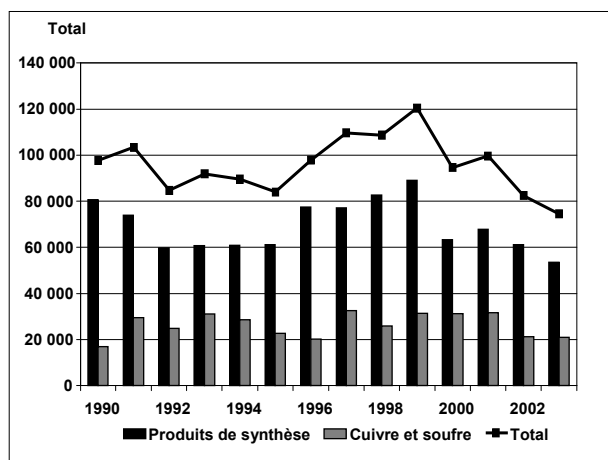


Figure 2. Évolution des quantités de matières actives commercialisées en France métropolitaine pour l'agriculture – Importance du cuivre et du soufre (Source : UIPP)

L'emploi du cuivre est important en viticulture contre le mildiou et certaines maladies bactériennes. Ses propriétés sont aussi exploitées sur les vergers et différentes espèces légumières. Il a d'abord été utilisé sous forme de sulfate avec la bouillie bordelaise, puis sont apparues d'autres formes chimiques comme les oxychlorures ou l'hydroxyde. Si le cuivre reste un fongicide à fort grammage par hectare, couramment utilisé à plus de 4000 g/ha, la créativité des chimistes de formulation a permis d'en baisser les apports, soit en l'associant à des fongicides de synthèse, soit en améliorant les formules pour viser à la réduction des doses efficaces codifiées par les autorisations de mise sur le marché (AMM). Ainsi, en 1980, la dose homologuée de sulfate de cuivre sur mildiou de la vigne du produit de référence, la Bouillie Bordelaise RSR titrant 20 %, est de 5 000 g/ha... En 2004, la nouvelle formulation de Bouillie Bordelaise RSR « NC », titrant toujours 20 %, met en œuvre 1 500 g/ha seulement à sa dose autorisée. Dans cette même année 1980, le Cuprosan 311 Super D, concurrent direct de la bouillie bordelaise, qui associait cuivre + manèbe + zinèbe, était autorisé à 4 kg/ha, soit au total 1 200 g + 400 g + 400 g = 2 000 g de matière active par ha, à comparer aux 5 000 g/ha du sulfate de cuivre autorisé isolément.

L'usage du soufre concerne aussi de grandes cultures comme la betterave. En 1910, E. Bourcart estimait que la consommation de l'agriculture française était de l'ordre de 100 000 tonnes par an, soit autant que tous les produits phytosanitaires réunis en 2000 ! D'autres estimations, vers 1914, font état de plus de 60 000 tonnes de soufre par an, soit plus du double ou du triple des tonnages actuels de soufre et de cuivre réunis. À cette époque, une campagne de protection contre l'oïdium de la vigne représentait plus de 100 kg, voire plus de 150 kg de soufre par ha et par an. Les plus anciennes formulations de poudre, à base de soufre trituré, étaient recommandées à raison de 50 à 80 kg de soufre par hectare et par traitement. On est ensuite passé à des formes plus élaborées comme le soufre ventilé, autorisé à 20 kg de soufre par hectare, puis aux souffres mouillables, utilisables à des doses de seulement 6 à 12 kg/ha, divisant les quantités originellement apportées par un facteur de 5 à 10 !

Aujourd'hui, soufre poudrage et soufre mouillable existent toujours mais ils sont en compétition avec des fongicides de synthèse comme les triazoles, utilisés à des doses de l'ordre de 20 à 40 g/ha.

Les fongicides viticoles

Parmi les nombreux parasites de la vigne durant sa phase végétative, ceux qui demandent la protection la plus régulière sont le mildiou et l'oïdium, maladies dont l'introduction en Europe est d'ailleurs à l'origine des premiers fongicides à base de soufre et de cuivre. Leur virulence ordinaire oriente toujours les stratégies régionales de lutte : mildiou sur la façade atlantique ou oïdium dans le midi. L'examen du segment des fongicides viticoles requiert donc un soin particulier, en raison des fluctuations régionales majeures que les pressions variables de ces parasites exercent sur la demande.

Les moyens fongicides mis en œuvre pour juguler localement d'autres maladies telles que pourriture rive, black rot ou excoriose n'ont rien de comparable. En 1984 comme en 2002, années extrêmes de la période étudiée, le mildiou représente toujours la cible principale de la moitié des traitements réalisés par les viticulteurs et l'oïdium plus de 45 %, le reste étant motivé par d'autres cibles dont la pourriture grise. Signalons enfin qu'avant 2002, certains vignobles ont été également protégés contre la maladie de l'esca (voire contre l'excoriose) par un traitement hivernal à base d'arsénite de soude à la dose maximum de 6 kg par hectare. Ce moyen de protection est maintenant interdit.

Les fongicides anti-mildiou utilisés en végétation ont largement évolué depuis le début des années 1970 où le vigneron employait surtout des fongicides organo-cupriques, des produits cupriques ou organiques (manèbe, mancozèbe, folpel...). Depuis lors, plus de dix nouvelles substances actives anti-mildiou d'origines chimiques différentes ont vu le jour. La plupart ont des possibilités d'action à dose faible, voire très faible sur *Plasmopara viticola*. Mais pour des raisons de mode d'action, de largeur de spectre ou de gestion des résistances, elles ont dû être systématiquement associées aux anciennes dans des préparations spécifiquement destinées à la vigne et bien souvent utilisées dans le cadre de programmes de protection combinant leurs différents modes d'action.

En ce qui concerne l'oïdium, les substituts les plus anciens au soufre sont le permanganate de potassium, le dinocap et les fongicides benzimidazoles. Depuis trente ans, les innovations mises sur le marché sont des fongicides à faible grammage, parfois inférieur à 50 g/ha, comme l'illustre la fig. 3. Ces matières actives appartiennent principalement au groupe des triazoles (encore désignés comme AOS pour anti-oïdium systémiques ou IBS pour inhibiteurs de la biosynthèse des stérols), à celui des pyrimidines et, plus récemment, à la famille des phénoxy-quinoléines ou à celle des strobilurines.

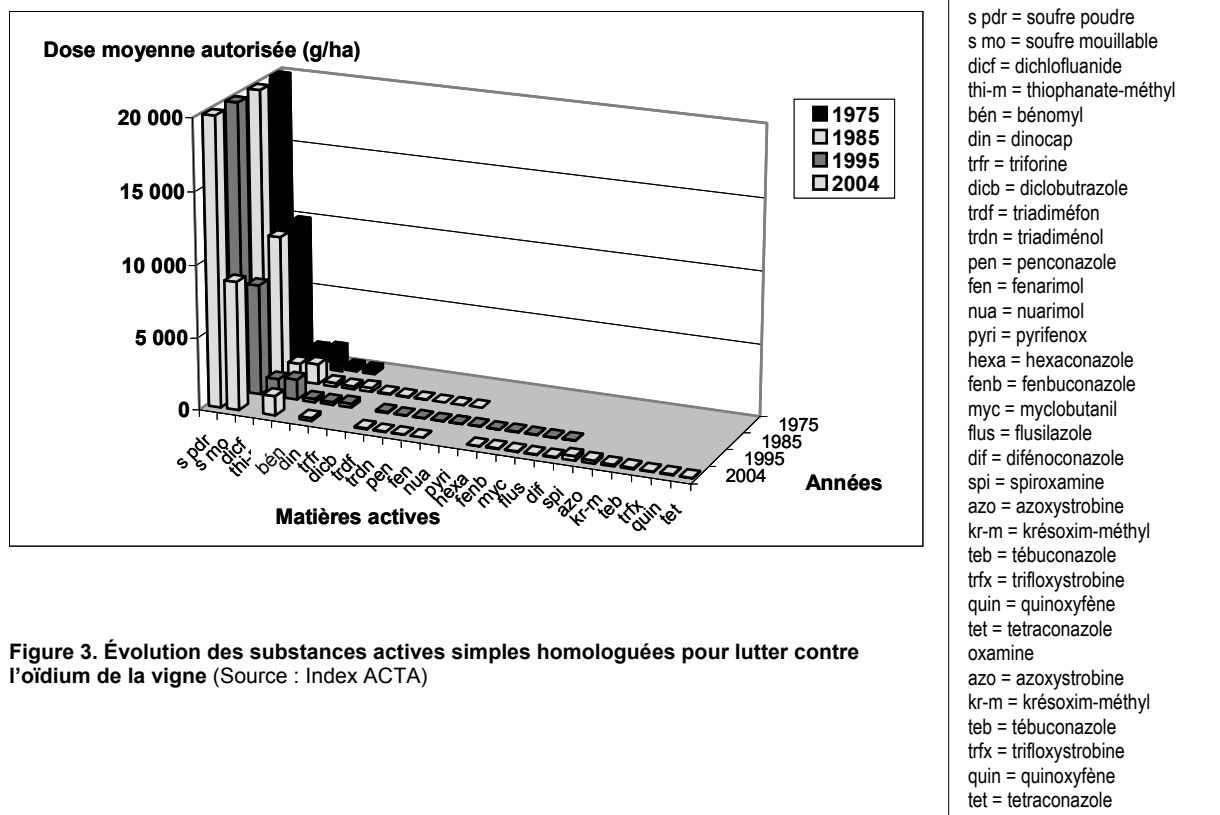


Figure 3. Évolution des substances actives simples homologuées pour lutter contre l'oïdium de la vigne (Source : Index ACTA)

Depuis toujours le nombre de traitements anti-mildiou est un des principaux indicateurs de variabilité du marché phytosanitaire. Sur une exploitation, il n'est pas rare de voir le nombre de traitements passer de 3-4 à 12-15 par campagne selon la pression de cette maladie. Mais si le mildiou concerne tous les vignobles, cela est moins vrai pour l'oïdium qui, bien que présent partout, est généralement moins virulent dans les zones septentrionales. Cela étant, si l'écart en nombre de traitements par campagne est parfois spectaculaire sur un domaine ou à l'intérieur d'une même région, cette variation locale s'estompe au niveau national par le fait que la maladie très présente dans une appellation est souvent moins virulente ailleurs, d'où un écart limité quant au nombre moyen des traitements annuels observé au niveau national, qui va de 5,5 à 8,4 sur la période 1984-2004.

Pour étudier l'évolution de la consommation en fongicides sur le vignoble, nous avons sélectionné pour les vingt dernières années six campagnes où le mildiou a sévi de façon « moyenne », nécessitant de 6,3 à 6,8 interventions en moyenne nationale alors que la pression de l'oïdium n'atteignait pas des valeurs extrêmes, haute ou basse. Sur cette base, on observe que la consommation globale de substances fongicides par la viticulture (anti-mildiou + anti-oïdium + autres usages) varie presque du simple au double, de 30 à près de 60 kg ma/ha/an, pour les années considérées (fig. 4). En fait, il apparaît que la quantité de fongicide anti-mildiou utilisée par les viticulteurs pour protéger un ha de vigne n'a guère varié entre 1984 et 2002, et que c'est la pression parasitaire de l'oïdium et l'emploi corrélatif du soufre qui ont conditionné la consommation globale de fongicides par les viticulteurs.

On sait par ailleurs qu'en 1975, le soufre assurait seul la protection de 99 % des surfaces, ce qui laisse penser que la quantité globale de fongicides utilisée pour protéger un hectare était plus élevée à cette époque qu'aujourd'hui. À partir de 1976, l'arrivée des « AOS », dont quelques dizaines de grammes par hectare remplacent 10 à 20 kg/ha de soufre, a entraîné un effondrement du tonnage global des fongicides viticoles. En 1984, le soufre restait encore largement dominant, mais il ne représentait plus que 56 % des surfaces en 1986 contre 43 % pour les nouveaux fongicides de synthèse. Son emploi a encore régressé sur la période 1987-1990, entraînant les consommations fongicides à la baisse. Après 1990, de nouvelles stratégies de lutte destinées à contrer les souches d'oïdium résistantes aux « AOS » ont vu le retour en grâce du soufre et du dinocap et, en corrélation, une augmentation des tonnages d'anti-oïdium, tonnages qui régresseront à nouveau par la suite avec l'arrivée de nouvelles molécules de synthèse...

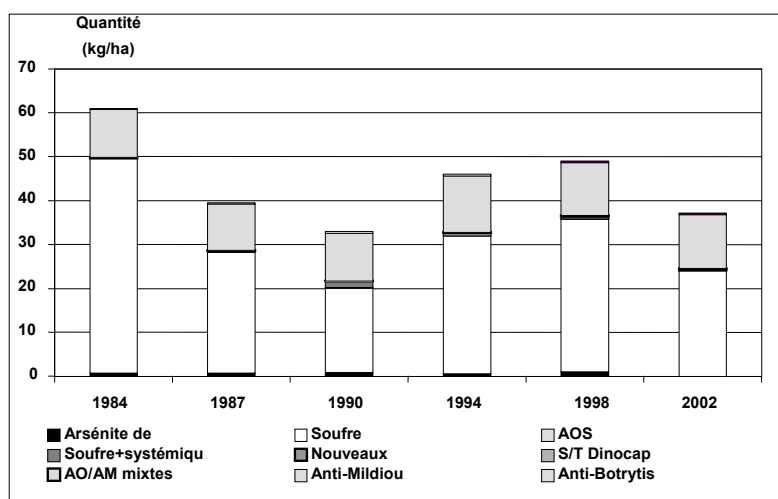


Figure 4. Fongicides utilisés en viticulture. Estimation des quantités de matières actives apportées en moyenne par hectare entre 1984 et 2002 et leur répartition par catégorie.

Si on cumule les tonnages de l'ensemble des substances actives utilisées durant les six campagnes observées (fig. 5), on constate que le « poids » des différentes familles de fongicides dans la « consommation viticole » est très disparate. Le soufre occupe la part du lion et représente à lui tout seul près de 72 % des quantités utilisées. Les fongicides anti-mildiou traditionnels (5 dithiocarbamates + 2 phthalimides + les sels de cuivre) représentent 21 % de la consommation. L'ensemble des produits récents soit 44 matières actives (fosétyl et autres anti-mildiou systémiques ou pénétrants + l'ensemble des AOS + tous les anti-pourriture) ne représente guère que 6 % du total !

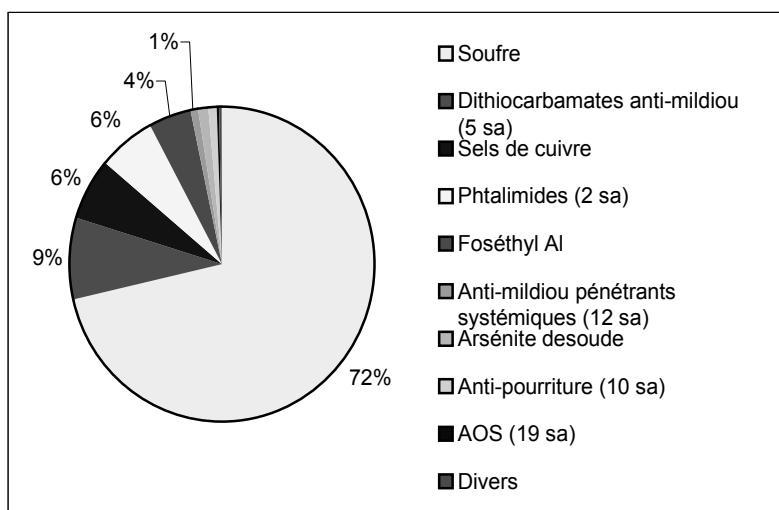


Figure 5. Fongicides utilisés en viticulture. Tonnages cumulés des substances actives (sa) pour les 6 campagnes observées. Proportion relative des quantités par catégorie de fongicides.

Cet examen global des fongicides utilisés en viticulture au cours d'une période de 18 ans ne permet pas de conclure à une évolution nette des consommations. Il est clair que l'innovation a permis d'enrichir la pharmacopée mais la protection du vignoble reste dominée par de « grands standards », employés à raison de 1 500 à 4 000 g de substance active /ha pour les anti-mildiou classiques, de 8 000 à plus de 15 000 g de substance active/ha pour les soufres. Compte tenu de ces éléments puissants qui structurent le marché, eu égard au souci de gestion des résistances qui anime la prescription viticole, et sans percée technologique majeure, il est difficile d'imaginer à court terme une évolution nette à la baisse comme à la hausse des quantités de fongicides consommées pour la protection du vignoble.

Les fongicides destinés à la protection des céréales en végétation

La nuisibilité des maladies des feuilles et du pied des céréales à paille est connue depuis fort longtemps. Mais le fait que des traitements fongicides en végétation soient une solution envisageable est un phénomène plus récent qui remonte aux années 1960. Les premiers constats positifs ont été faits avec du soufre, des dithiocarbamates, des phthalimides ou des benzimidazoles... Ils concernaient en premier lieu le piétin-verse, les septorioses et les rouilles sur blé tendre d'hiver. Le traitement des céréales en végétation, quasi inexistant avant 1970, a rapidement décollé vers 1972-1973 pour devenir ensuite le premier marché phytosanitaire français.

Les années étudiées ont été sélectionnées en fonction de la limite temporelle antérieure des données disponibles et du choix d'un pas de temps raisonnable sensiblement équivalent entre les années observées. Avec les années 1986, 1991, 1996, 2001 et 2003, nous respectons l'ensemble de ces objectifs.

Durant son développement initial, le marché des fongicides céréales s'est largement appuyé sur des substances actives telles que benzimidazoles, manèbe, mancozèbe, soufre, captafol, tridémorphe... Les spécialités autorisées étaient alors pour l'essentiel des associations dont le grammage de

substances actives dépassait souvent 2 000 voire 3 000 g/ha, le soufre seul étant autorisé spécifiquement sur oïdium à 8 000 g/ha. C'est pendant cette période que nous estimons que les plus fortes consommations par hectare protégé ont été atteintes. Entre 1984 et 1988, près de 75 % de la sole céréalière était traitée et la protection standard d'un ha faisait appel à près de 3 kg de substances actives.

La mise en œuvre d'une protection cohérente a débuté sur le blé tendre d'hiver, pour s'étendre très vite à l'orge d'hiver. Ces méthodes ont été ultérieurement élargies aux autres céréales à paille pour lesquelles le recours aux fongicides en végétation est cependant moins régulier. Cette rapide progression a été facilitée par la mise au point de spécialités à base de triadiméfon, de fénarimol ou de propiconazole, plus efficaces sur les rouilles, les septorioses et l'oïdium. Depuis lors, et alors même que le pourcentage des surfaces protégées augmentait, les quantités de fongicides par hectare traité ont amorcé une baisse régulière avec l'arrivée d'autres substances innovantes. Sur l'année 2003, près de 92 % des surfaces de céréales à paille sont protégées au moyen de fongicides en végétation mais la quantité moyenne de substance active ne dépasse guère les 500 g/ha (fig. 6).

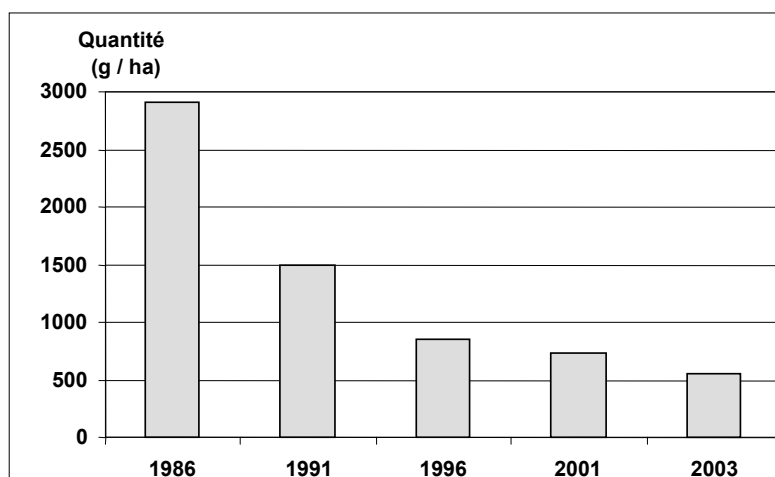


Figure 6. Fongicides utilisés sur céréales à paille. Estimation de la quantité moyenne de substance active appliquée en France sur les surfaces réellement traitées entre 1986 et 2003.

Cette évolution entre 1986 et 2003 nous paraît résulter d'éléments économiques mais aussi de constats techniques dont trois au moins sont incontournables :

- Tout d'abord, une innovation rapide liée à la créativité exceptionnelle des laboratoires qui ont spécifiquement exploité plusieurs groupes chimiques, en particulier les triazoles, les morpholines et les strobilurines. Il en est résulté une pharmacopée en transformation constante, fortement orientée vers des substances modernes à faible grammage par hectare. Depuis le début des années 1980, les fongicides leaders sur céréales ont toujours été des produits récemment lancés dont la conception moderne orientait les quantités à la baisse. Ainsi, les quantités de substance active réellement appliquées à l'hectare pour les cinq produits leaders étaient de 1 437 g en 1986 ; cette moyenne a régressé à 120 g seulement en 2003, soit une baisse de plus de 90 % sur la période. De ce fait, les substances polyvalentes anciennes et pondéreuses mises au point sur d'autres cultures comme la vigne, la pomme de terre ou les cultures légumières ne structurent plus le marché. Elles demeurent cependant très utiles comme solutions de complément dans des situations particulières.

- La nouveauté des usages sur les maladies des céréales a généré une activité intense pour la mise au point de méthodes de lutte ; ce qui permet d'évaluer plus précisément la nuisibilité et d'avancer rapidement dans le domaine de l'épidémiologie, grâce à l'observation de terrain et aux ressources de la modélisation, réduisant de ce fait nombre de traitements perçus comme indispensables au début des années 1970 (ex : maladies du pied).

– Depuis 20 ans, le prix payé aux producteurs par quintal de céréales a considérablement baissé d'où la recherche ordinaire d'une limitation des coûts ; ce qui se traduit par une progression rapide de la lutte raisonnée et une adaptation plus précise des doses appliquées, ajustées selon la pression des maladies et le stade de la céréale lors du traitement.

Regard sur l'emploi des herbicides sélectifs

Après les fongicides, les herbicides représentent en quantité la seconde catégorie des produits phytosanitaires utilisés par l'agriculture française, soit de 28,3 à 36,8 % du tonnage des substances actives employées (données UIPP - valeurs extrêmes entre 1993 et 2003).

Les plus utilisés sont les herbicides sélectifs destinés aux céréales et au maïs. Ce sont des marchés anciens, établis sur des cultures désherbées chimiquement à plus de 95 % et qui représentent environ 10 000 000 ha de SAU.

Les herbicides sélectifs des céréales

L'emploi de produits chimiques sélectifs pour le désherbage des céréales a commencé à la fin du XIX^e siècle, solution pratique alors proposée pour faire face à des problèmes criants tels que le manque de main d'œuvre agricole, la faible productivité des céréaliers déjà confrontés à la rude concurrence des blés importés... La méthode s'est étendue après 1910, avec l'emploi d'acide sulfurique dilué contre les dicotylédones, puis quasi-généralisée après 1950, avec les anti-dicotylédones à base de phytohormones et de colorants nitrés. À la fin des années 1960, un meilleur contrôle des graminées envahissantes (vulpin, folle-avoine, ray-grass...) fut atteint grâce à l'emploi d'herbicides de pré-émergence à base d'urées substituées (néburon, linuron, chlortoluron...), de composés phénoliques (nitrofène) ou de toluidines (trifluraline). Cette solution a assurément entraîné la consommation vers le haut, en raison du fait que la plupart de ces substances actives sont efficaces à des doses voisines et souvent supérieures au kg/ha. De ce fait, il est très vraisemblable que la période 1975-1985 a dû couvrir le pic des plus forts tonnages utilisés (hors période de l'acide sulfurique). C'est la raison pour laquelle nous avons commencé notre étude par l'année 1978 qui donne un point de départ acceptable pour observer les évolutions du marché, les années 1986, 1991, 1996 et 2001 permettant ensuite de suivre régulièrement les consommations avec un pas de 5 ans. Les « céréales » dont il est question ici réunissent blé tendre d'hiver, blé dur, orges et avoines d'hiver et de printemps.

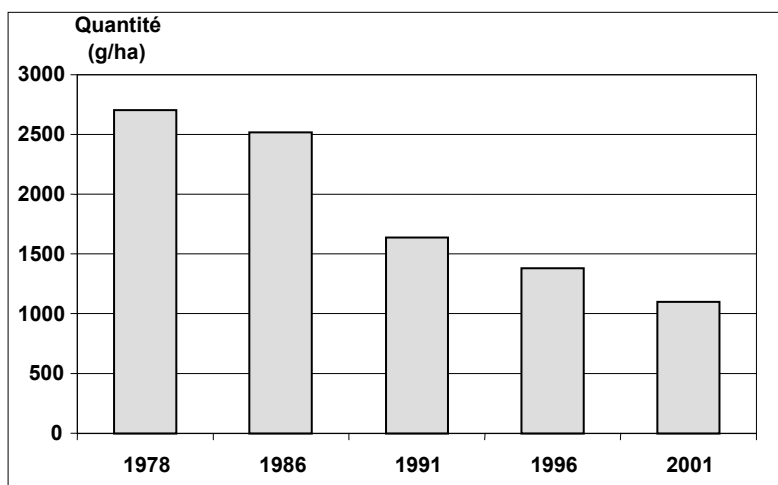


Figure 7. Herbicides utilisés en céréaliculture. Estimation de la quantité moyenne de matière substance active appliquée à l'hectare sur les surfaces désherbées entre 1978 et 2001

L'analyse des campagnes céréalières correspondantes permet de dresser la figure 7. Elle montre que jusqu'au milieu des années 1980, la quantité moyenne de substance active utilisée par un céréalier pour désherber son champ était égale ou supérieure à 2 000 g/ha. Ces apports moyens ont par la suite

régulièrement baissé, pour se situer aux alentours de 1 000 g/ha au début de la décennie actuelle, soit une diminution de plus de 50 % !

Une telle évolution n'a rien de conjoncturel mais peut être considérée comme une tendance lourde résultant de plusieurs facteurs.

Il est d'abord très clair que les introductions nouvelles issues de la recherche créative ont joué un grand rôle dans cet affaissement des quantités consommées par unité de surface. De grandes catégories de substances, inconnues ou débutantes en 1986, occupent aujourd'hui plus de 50 % des surfaces désherbées. Les plus importantes d'entre elles font appel à des molécules actives à quelques dizaines de grammes par ha et parfois moins de 50 g/ha. C'est le cas en particulier des anti-graminées inhibiteurs de l'ACCase et des sulfonilurées qui totalisent plus de 35 % des surfaces traitées en 2001. Ces innovations ont largement « mordu » sur les produits anciens à fort grammage qui dominaient le marché en 1986, entraînant une baisse automatique des quantités utilisées par les céréaliers.

Par ailleurs, beaucoup de substances apparues entre 1980 et 2000 sont des herbicides à effet curatif capables de détruire les adventices en post-levée. Cette caractéristique, appliquée à des millions d'hectares, a complètement changé la physionomie du contrôle des graminées, ainsi passé d'une majorité de traitements préventifs en post-semis pré-levée à une majorité d'applications en post-levée, plus faciles à raisonner, ajustables en terme de date d'application, de dose par hectare et qu'il est parfois possible d'éviter si les adventices dominantes attendues se révèlent moins concurrentielles que prévu.

Au-delà des créations, la recherche influence aussi les substances anciennes par l'intermédiaire de formulations qui valorisent mieux des principes actifs éprouvés. La chimie elle-même intervient en permettant aussi la séparation des différents isomères qui cohabitent au sein de matières actives bien connues ; à l'exemple du MCPP où l'ancien mélange des isomères dextrogyres et lévogyres autorisé à 2 400 à 2 600 g/ha sur blé d'hiver est de plus en plus supplanté par le MCPP-P, qui ne contient que l'isomère dextrogyre le plus actif. Ainsi, à efficacité et spectre égaux, on assiste à une diminution substantielle des quantités épandues.

Les méthodes de désherbage ont aussi évolué avec des techniques telles que le raisonnement des doses et la pratique des mélanges. Dans le premier cas, l'approche consiste à désherber avec une quantité de la spécialité efficace sur le stade de croissance réel des adventices majeures visées. Il n'est pas rare qu'une spécialité soit ainsi utilisée à 75 %, voire 50 % ou moins de sa dose autorisée. Lorsque des applications sont bien réalisées selon ces principes, il est clair que cela contribue à la baisse de la consommation. L'emploi de mélanges étudiés au préalable pour la complémentarité de spectre ou de site d'action des spécialités va aussi dans le même sens. Les associations extemporanées ainsi réalisées ne le sont pour ainsi dire jamais aux doses homologuées mais assez systématiquement à des doses inférieures.

Compte tenu des points-clés rappelés ci-dessus, la figure 8 qui compare le tonnage des substances actives regroupées par grande famille en 1986 et 2001 donne une vision spectaculaire de l'évolution. Si les hectares traités avec des urées substituées ont régressé de 28 à 20 % des surfaces en quinze ans, les tonnages utilisés diminuent nettement plus vite que les surfaces ne régressent. C'est encore plus net dans le cas des herbicides auxiniques dont les surfaces sont divisées par deux et les quantités par quatre. Ce qui démontre l'étendue du progrès accompli dans leur utilisation.

Sur la même période, les introductions de la recherche sont spectaculaires. En 2001, anti-graminées inhibiteurs de l'ACCase et sulfonilurées occupent 36 % des surfaces céréalières alors que la quantité correspondante des matières actives mises en œuvre est inférieure à 300 tonnes de matières actives, ce qui représente un progrès substantiel en terme de grammages de matières actives apportés à l'hectare.

Enfin, si nous considérons en 2001 la dose moyenne pratique d'emploi des 5 spécialités leaders du marché, nous constatons qu'elle est inférieure à 450 g/ha alors qu'elle dépassait 1 900 g/ha en 1986.

Les leaders actuels étant appelés à constituer une bonne part du « fond de marché » futur, il est très vraisemblable que l'évolution des consommations à la baisse devrait se poursuivre dans l'avenir.

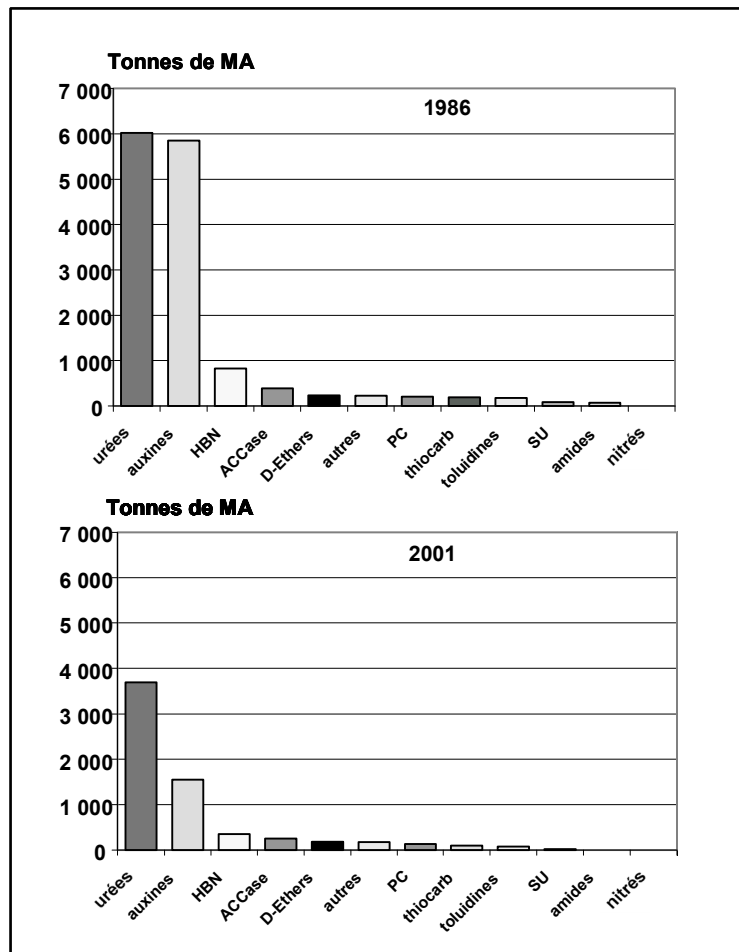


Figure 8. Herbicides utilisés en céréaliculture. Estimation du tonnage global apporté par famille de produits pour les années 1986 et 2001

Les herbicides sélectifs du maïs

Très sensible à la concurrence des adventices, le maïs nécessite un désherbage efficace et économique. Plus de dix ans après les céréales à paille, des familles d'herbicides sélectifs ont été introduites pour cette culture : triazines (simazine, etc.) puis thiocarbamates (EPTC, etc.) et chloroacétamides (alachlore, etc.). Généralement appliquées en pré-levée de la culture et des adventices, ces substances ont été au début des années 70 le pivot du désherbage chimique ; leur action précoce étant complétée en « rattrapage » par un nombre limité d'herbicides de post-levée, tels que dinoterbe, atrazine + huile, voire des substances dotées d'une sélectivité aléatoire pour la culture comme amitrole, 2,4-D ou 2,4,5-T.

C'est d'abord sur le segment du rattrapage en post-levée que l'évolution a commencé à se faire avec l'introduction de nouveaux herbicides plus sélectifs tels que pyridate, bentazone ou bromoxynils. Le début de la décennie 90 constitue un tournant avec l'arrivée des produits innovants à faible dose pour la post-émergence : dicamba, rimsulfuron, nicosulfuron, sulcotrione... Ils sont suivis, quelques années après, par une vague d'innovations touchant à la fois pré-levée (isoxaflutole, DMTA-P, S-métolachlore...) et post-levée (mésotrione, prosulfuron...). L'extension rapide de leur emploi tire parti des restrictions ou des retraits du marché de produits anciens (dinoterbe, simazine, atrazine...).

La figure 9 rassemble les données relatives aux années 1986, 1991, 1996 et 2001. Nous avons aussi examiné les années 1999 et 2003 afin de mieux caractériser l'évolution à la baisse qui semblait se manifester sur la fin de la période. Sont prises en compte dans cette étude les cultures de maïs grain, maïs fourrage et maïs semence.

La nature des premiers herbicides du maïs fait que, dès l'origine du désherbage chimique, des quantités notables de principes actifs étaient mises en œuvre. Avant 1975, il est vraisemblable que le seul désherbage de base en pré-émergence nécessitait entre 2 500 et plus de 5 000 g/ha. S'il n'y a pas d'évolution notable sur la période 1986-1996 où la consommation reste régulièrement supérieure à 2 500 g/ha, les évolutions très sensibles constatées depuis lors apparaissent dues à la conjonction de trois facteurs :

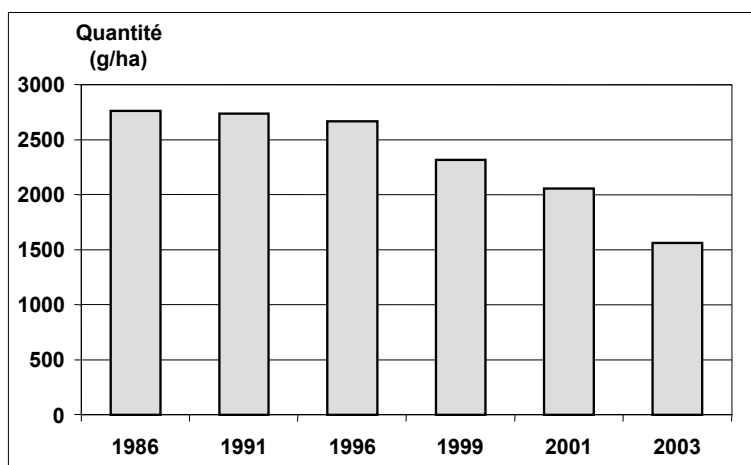


Figure 9. Herbicides utilisés sur le maïs. Estimation des quantités moyennes de matières actives appliquées par hectare désherbé entre 1986 et 2003

L'innovation créatrice de la recherche

Il est clair que le lancement des nouveaux herbicides de post-levée, tous efficaces à faible dose/ha, a permis une évolution directe à la baisse des quantités d'herbicides, alors même que l'atrazine restait leader du marché. De plus, la souplesse d'emploi offerte par de tels herbicides a permis d'adapter le choix des spécialités et de leur dose d'utilisation à la nature, à la densité et au stade de développement des adventices.

Mais l'innovation a aussi touché le secteur de la pré-levée (hors triazines) où des herbicides classiques à fort grammage (thiocarbamates) ont été retirés du marché par simple effet de concurrence, alors même que les introductions nouvelles se faisaient avec des substances à plus faible grammage / ha que les anciennes références, contribuant au même mouvement de consommation décroissante.

Les restrictions réglementaires

Dans le cas du maïs, on observe encore une diminution des quantités utilisées consécutive à l'effet de mesures réglementaires, qui ont limité les doses d'emploi autorisées (atrazine), voire interdit (simazine

puis atrazine en 2002) certaines matières actives pondéreuses. Ce qui a favorisé d'autant le développement des molécules de remplacement.

Le développement de nouvelles stratégies de désherbage

L'arrivée de substances innovantes, dans un contexte marqué par les préoccupations économiques et environnementales, a facilité l'adoption de pratiques de désherbage raisonné. Ainsi le développement de méthode de lutte « tout-en-post-levée » de la culture qui, dans certaines conditions, permet de s'affranchir d'une application de « post-semis-pré-levée » laquelle, appliquée préventivement, fait le plus souvent appel à des quantités de matière active élevées.

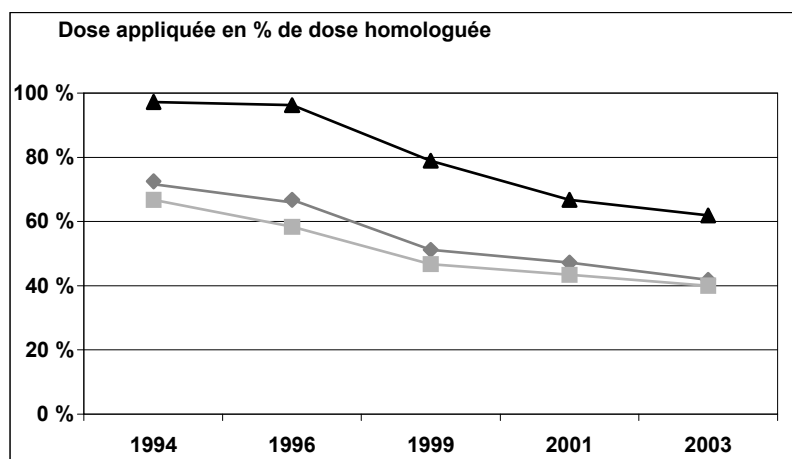


Figure 10. Herbicides utilisés sur le maïs. Évolution de la dose appliquée pour 3 des herbicides leaders du marché de post-levée au cours des dix dernières années

Les adaptations de doses qu'autorisent les matières actives nouvelles utilisées en post-levée ont amené, par l'extension des méthodes de raisonnement à un vaste panel d'utilisateurs, à une érosion naturelle des doses appliquées pour un même produit. La figure 10 montre ainsi comment la dose moyenne d'emploi de produits leaders de post-levée (exprimée en pourcentage de la dose homologuée par hectare) diminue progressivement dans le temps. Toujours inférieures aux doses d'AMM, les quantités appliquées ne représentent plus en 2003 que 40 à 60 % de ces dernières. Un tel phénomène prolonge les effets de l'innovation et se traduit in fine par une diminution progressive des quantités de substances actives nécessaires à l'obtention du résultat souhaité.

Les déterminants de l'évolution du désherbage du maïs laissent entrevoir que le mouvement constaté va se poursuivre au cours des prochaines années pour cette culture.

Regard sur l'emploi des insecticides

Sur la période 1993-2003, l'ensemble des insecticides et des acaricides représente en moyenne moins de 5 % des quantités de matières actives utilisées en agriculture. L'utilisation de ces substances connaît d'assez fortes fluctuations annuelles qui correspondent à l'intensité variable des attaques de ravageurs. Cependant, les tonnages marquent une nette décroissance sur la dernière décennie.

Nous avons porté notre attention sur quatre segments particuliers : l'emploi des insecticides sur le colza en phase végétative, les insecticides et acaricides utilisés par la viticulture et l'arboriculture, et les insecticides utilisés sur la betterave.

Les insecticides employés sur le colza en phase végétative

Les ravageurs du colza sont très nombreux et nécessitent une protection de la culture souvent vitale pour sa rentabilité à terme. Les coléoptères (altises, charançons, méligèthes...) sont généralement à l'origine des pertes les plus importantes, et d'autres ravageurs tels que cécidomyies, pucerons d'automne virulifères, puceron cendré... sont connus comme responsables de dégâts d'intensité variable.

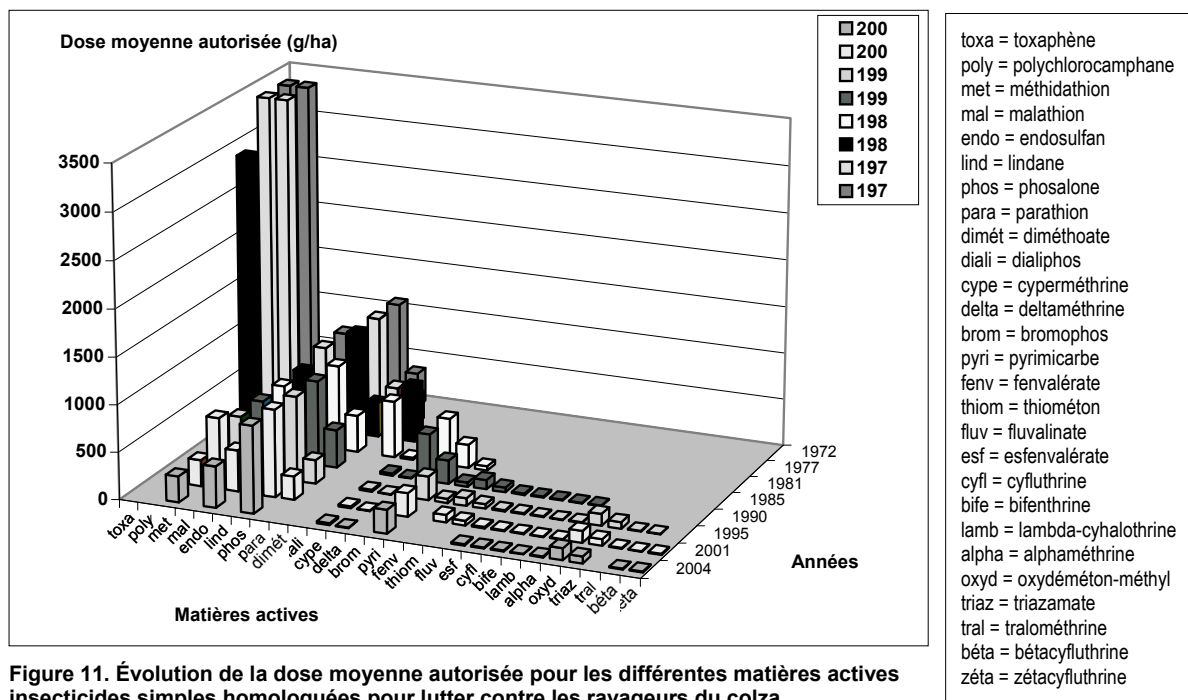


Figure 11. Évolution de la dose moyenne autorisée pour les différentes matières actives insecticides simples homologuées pour lutter contre les ravageurs du colza.
(Source : Index ACTA)

Les insecticides disponibles pour lutter contre les ravageurs du colza ont énormément évolué depuis les années 1970 (fig. 11), à la fois dans le sens d'une meilleure efficacité et d'un moindre impact environnemental. Ainsi, le toxaphène ou le polychlorocamphane, insecticides du groupe des camphènes chlorés dérivés de l'essence de térébenthine, homologués dans les années 1970 à la dose moyenne de 3 350 g/ha ont été supplantés dans les années 80 par des organophosphorés comme le parathion-méthyl et les oléo-parathions, eux-mêmes remplacés ou marginalisés depuis lors par des pyréthrinoïdes comme la deltaméthrine et la lambda-cyhalothrine. La dose moyenne des substances actives simples autorisées est passée de 1 250 g/ha en 1972 à 150 g/ha en 2004. Dans le même temps, la dose maximale autorisée, qui atteignait 5 000 g/ha en 1972, s'est abaissée à 1 250 g/ha (dose maximale autorisée pour la phosalone en 2004).

Si la virulence de ces ravageurs, localement variable, nécessite des interventions d'importance fluctuante, il apparaît cependant au niveau national que, tous usages en végétation confondus, l'emploi d'insecticides sur le colza est assez régulier d'une année sur l'autre, et concerne de 80 à 90 % des surfaces. De ce fait, nous avons choisi de prendre comme point de départ le résultat d'enquêtes réalisées en 1981, puis d'examiner une période de vingt ans avec un pas de cinq ans.

Cet examen démontre qu'entre 1981 et 2001, la quantité moyenne d'insecticides appliquée par un producteur de colza a chuté de plus de 700 g/ha à moins de 50 g/ha. Soit une diminution de près de 93 % (fig. 12), évolution considérable attribuable pour l'essentiel à l'arrivée des pyréthrinoïdes de

synthèse. Actives à raison de quelques grammes de matière active à l'hectare et dotées d'un meilleur profil toxicologique et éco-toxicologique, ces substances ont rapidement détrôné des organophosphorés comme le parathion ou le méthidathion, marginalisant aussi l'endosulfan (262 à 612 g/ha), dernier survivant des camphènes chlorés... Dans les années qui ont suivi leur introduction, la dose/ha moyenne des trois insecticides les plus représentatifs du marché a été divisée par 23, passant de 160 g/ha en 1986 à 7 g/ha en 2001.

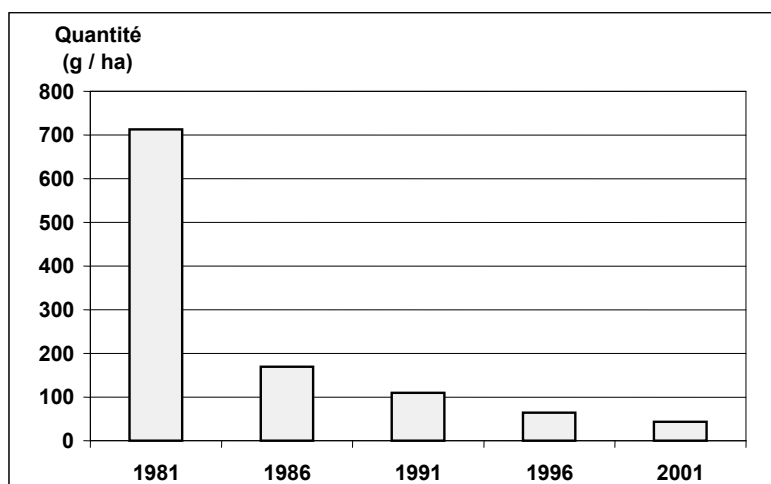


Figure 12. Insecticides utilisés pour la protection du colza en végétation. Estimation des quantités de matières actives apportées par hectare traité de 1981 à 2001

Cette réduction drastique au plan quantitatif s'accompagne d'une amélioration des caractéristiques environnementales. On constate par exemple qu'en 1972, seules 2 des 8 substances actives simples autorisées sur colza pouvaient être appliquées au cours de la floraison. En 2004, sur 16 substances actives simples autorisées, 14 répondent au critère « emploi autorisé durant la floraison ». Si l'on considère l'ensemble des surfaces de colza traitées – et quelle qu'en soit l'époque – on constate qu'en 2001 les produits possédant cette caractéristique favorable représentent 95 % des surfaces protégées en végétation contre 87 % seulement en 1986.

Pour les insecticides appliqués sur le colza en végétation, la diminution spectaculaire des quantités utilisées relève donc de l'innovation phytosanitaire. Cette transformation radicale du marché s'accompagne d'une augmentation très nette de la sécurité pour les pollinisateurs en raison du profil favorable de la majorité des spécialités utilisables.

La protection du vignoble contre les ravageurs

La viticulture, qui fait ordinairement appel à des insecticides, des insecticides-acaricides et des acaricides spécifiques utilisés en végétation, constitue un poste majeur au plan national pour ce type de produits. Cette culture fait face à de nombreux ravageurs dont la fréquence et le niveau de nuisibilité varient en fonction des régions, du climat, de la sensibilité des cépages et des modes de conduite. Les plus ordinaires sont des insectes comme les tordeuses (*Eudemis* et *Cochylis*), les cicadelles, la pyrale ou différents acariens phytophages (*P.ulmi*, *E.carpini*...).

Après le retrait des derniers organochlorés utilisés contre les tordeuses (1973), la protection des années 1975-1980 a d'abord reposé sur des insecticides organophosphorés ou carbamates et différentes familles d'acaricides. Sur le segment de la pharmacopée anti-tordeuses, nombre d'organophosphorés comme le dialiphos ou le tétrachlorvinphos, des carbamates comme le carbaryl ont ensuite disparu, remplacés par des pyrèthrinoides ou des régulateurs de croissance d'insectes (RCI) tels que fénoxycarbe, lufénuron, flufénoxuron, tébufénozide... Au cours des trente dernières années, la dose moyenne d'homologation des matières actives anti-tordeuses est ainsi passée de 590 g/ha à 200 g/ha.

Pour appréhender l'évolution d'une manière réaliste, nous avons observé les 20 dernières campagnes viticoles en cherchant à préciser quel était le nombre de traitements insecticides réalisés, faisant ainsi ressortir les années de fortes ou de faibles pullulations de tordeuses ou autres ravageurs, éliminant donc les situations extrêmes. Ensuite, et pour atténuer encore les différences possibles, nous avons établi des moyennes de consommation en grammes de substance active par hectare traité pour deux années successives où la pression des ravageurs apparaissait elle-même « moyenne ». C'est ainsi que nous avons étudié les couples 1989-1990 et 2002-2003. La comparaison de ces deux époques permet de constater que les quantités d'insecticides apportées par les viticulteurs ont diminué de plus de 450 g/ha entre 1990 et 2003, soit une réduction de 57 % des quantités annuelles initiales (fig.13).

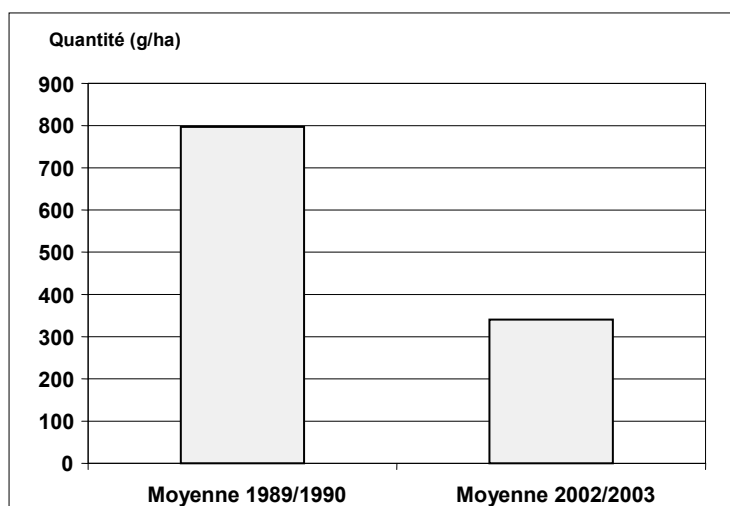


Figure 13. Protection du vignoble contre les ravageurs. Estimation de la quantité de sa utilisée par ha de vigne protégé (insecticides et acaricides confondus). Moyenne des campagnes d'utilisation de 1989 et 1990 comparée à celle de 2002 et 2003

En viticulture, l'évolution à la baisse des quantités de substances actives utilisées pour lutter contre les ravageurs semble relever des éléments convergents suivants :

La substitution des produits anciens par des substances modernes à faible grammage par hectare

Il faut noter que la quasi-totalité des innovations présente ce profil. Si on observe les doses d'emploi moyenne des cinq leaders du marché qui orientent le segment, on remarque qu'elles ont été divisées par 3,8 passant de 518 à 136 g/ha entre 1989-1990 et 2002-2003. Le retrait d'un grand nombre d'insecticides traditionnels dans le cadre de la directive 91-414 ouvre actuellement à des spécialités plus modernes la majorité des parts de marchés libérées.

La nature même de ces produits modernes

Certains, comme les RCI en particulier, ont une meilleure persistance d'action, ce qui fait chuter le nombre moyen de traitements par génération de tordeuses. D'autre part, l'utilisation d'insecticides plus sélectifs des auxiliaires ou dénués d'effets trophiques sur les populations d'acariens phytophages a conduit à une régression spectaculaire des traitements acaricides, rendus indispensables dans le passé en raison des stratégies de lutte et des propriétés des insecticides alors utilisés. Enfin, et bien que contribuant au même mouvement, les méthodes de confusion sexuelle ou les produits de lutte directe à base d'agents biologiques comme le Bt ne semblent pas, de par leur faible extension, avoir concouru d'une manière décisive à la réduction des quantités d'insecticides mises en oeuvre.

La progression des méthodes de lutte raisonnée

Les moyens modernes de prévision des risques améliorent le raisonnement des interventions. Cette transformation des pratiques phytosanitaires est sans doute en partie à l'origine de la diminution de la consommation des produits, plus sensible sur les deux ou trois dernières années, mais ce point demandera confirmation.

La protection des vergers contre les ravageurs

Cette étude se limite aux vergers de pommiers, poiriers, pruniers, abricotiers et pêchers. Ils comptent une très grande variété de ravageurs qui provoquent des dégâts tout au long de la saison en s'attaquant aux bourgeons, aux fleurs (ex : anthonome), aux fruits à différentes époques, au feuillage et au bois des arbres (ex : capnode). Les groupes dominants sont des larves de Lépidoptères (ex : carpocapse des pommes et des poires), de nombreuses espèces de pucerons (ex : puceron vert du pêcher...), certains coléoptères et divers acariens phytophages. En cas de dégâts, la dépréciation des récoltes est excessivement rapide, ce qui conduit à la réalisation de traitements sur la quasi-totalité des vergers industriels.

La méthode employée pour sélectionner les années étudiées a été la même que celle utilisée pour la vigne. C'est ainsi que nous avons observé les années 1988-1989 puis 2001-2002, ce qui représente un pas de treize années. Les produits pris en compte sont ceux que l'on applique en végétation ainsi que les traitements insecticides d'hiver. Sur une telle base, on constate que la protection des vergers contre les ravageurs fait appel à des quantités de substances importantes : plus de 9 kg/ha/an en 1989, plus de 7 kg/ha/an en 2002. Cela s'explique par la mise en œuvre régulière de traitements d'hiver polyvalents à base d'huiles qui représentent à eux seuls 85 à 90 % des quantités totales. Sur l'intervalle de 13 ans considéré, on remarque que la consommation en substances actives a régressé de plus de 2 kg par ha, soit une réduction supérieure à 20 % (fig. 14).

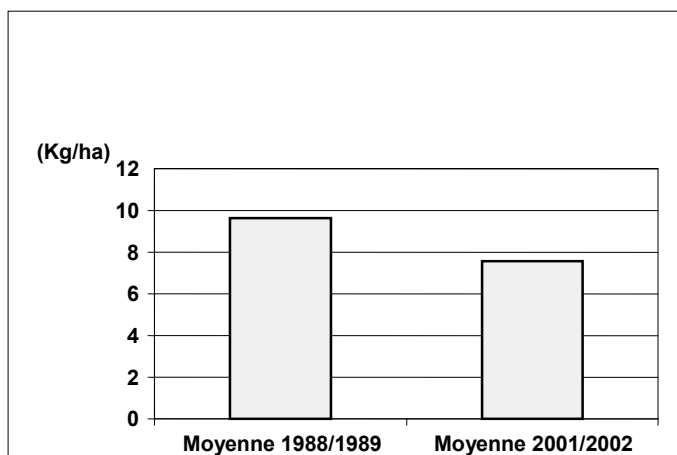


Figure 14. Protection des vergers contre les ravageurs. Estimation de la quantité de matière active utilisée par an et par ha de verger protégé (insecticides et acaricides confondus). Moyenne des campagnes d'utilisation de 1988 et 1989 comparée à celle de 2001 et 2002

Ce changement incontestable est la résultante d'une évolution très complexe que nous pouvons résumer comme suit : tout d'abord, la structure de ce marché a été bousculée au cours des dernières années par de profondes évolutions réglementaires. Si la disparition du lindane a entraîné peu de changements, celle du DNOC, en 2000, a provoqué l'élimination des huiles jaunes en traitement d'hiver, entraînant le retour des huiles blanches. Plus récent, le retrait fin 2003 d'une quinzaine de molécules va modifier le choix des moyens de protection. Ainsi, la disparition d'organophosphorés classiques, comme le parathion, l'azinphos-méthyl ou le vamidothion, va vraisemblablement pousser les arboriculteurs à se reporter vers le chlorpyrifos-éthyl, les RCI, les néonicotinoïdes et les pyréthrianoïdes associés. Ces évolutions devraient se traduire par une réduction des quantités utilisées.

Pour les nouveaux produits apparus depuis 1988-1989 qui jouent un rôle central pour le remplacement des produits chimiques déclassés, la quasi-totalité s'utilise à des doses/ha inférieures aux anciens insecticides. Ainsi, dans la lutte contre le carpocapse, lépidoptère dont la larve est le principal ravageur

sur pommier, l'innovation a conduit à une réduction de la dose d'homologation moyenne des matières actives simples, qui passe de 550 g/ha à 300 g/ha entre 1974 et 2004.

D'autre part, on observe une augmentation très sensible des moyens de lutte biologique ne faisant pas appel à la chimie classique : emploi de la carpovirusine (préparation à base du virus de la granulose du carpocapse), des phéromones de confusion sexuelle développées au travers de diverses spécialités, du *Bacillus thuringiensis*. L'extension de ces surfaces n'est actuellement pas suffisante pour exercer un rôle majeur sur l'évolution à la baisse des consommations totales d'insecticides

Par ailleurs, on constate une certaine diversification des moyens de lutte. En 1974, 16 substances actives appartenant à 2 familles chimiques étaient disponibles contre le carpocapse. En 2004, 26 substances actives simples de 5 familles chimiques sont autorisées pour cet usage, auxquelles il convient d'ajouter un nombre restreint d'agents biologiques ou de médiateurs chimiques.

On peut enfin signaler de réels progrès dans la limitation des risques pour les pollinisateurs. En 1974, seules 2 des 16 matières actives homologuées contre le carpocapse pouvaient être appliquées pendant la floraison. Depuis lors, 13 matières actives possédant cette qualité ont été autorisées.

Sur la période considérée, l'extension des systèmes intégrés ou raisonnés se traduit par une meilleure prévision des risques déclenchant les interventions, un positionnement plus judicieux des spécialités en regard de la faune auxiliaire, un début de prise en compte des mesures indirectes de protection (« prophylaxie »)... Cette évolution, qui a d'abord concerné les espèces à pépins, est une tendance lourde qui concerne progressivement l'ensemble des productions fruitières.

L'arboriculture a malheureusement subi au cours des quinze dernières années l'introduction ou l'expansion de nouveaux ravageurs. Pour les arbres fruitiers à noyau, la pression du virus de la Sharka véhiculé par les pucerons renforce la nécessité du contrôle des vecteurs ; l'extension de la maladie de l'enroulement chlorotique de l'abricotier, propagé par *Cacopsylla pruni*, ou l'apparition du thrips *Frankliniella occidentalis* sur pêchers ont nécessité une adaptation des méthodes de lutte et parfois, des interventions spécifiques qui grèvent la rentabilité des cultures et soutiennent la consommation d'insecticides...

Evolution réglementaire, mise en marché de produits innovants et mise en place de nouvelles stratégies de protection se traduisent à la parcelle par un moindre emploi des spécialités polyvalentes critiquées dans le passé, ce qui a au moins deux conséquences :

- l'une est vécue comme positive : grâce à l'emploi d'insecticides moins polyvalents et à la vulgarisation des systèmes de protection intégrée, la faune auxiliaire joue un rôle accru et suffit souvent à limiter les pullulations d'acariens. De ce fait, bon nombre de parcelles ne reçoivent aucun acaricide, contribuant à la baisse de la consommation globale ;
- l'autre est plus discutable : l'abandon des insecticides chimiques polyvalents induit parfois le recours à plusieurs applications là où une seule était autrefois nécessaire : ainsi l'abandon des huiles jaunes augmente sensiblement le recours à des traitements insecticides en début de végétation, afin de contenir des ravageurs précoces auparavant contrôlés par l'action des colorants (chenilles défoliatrices, psylles...) ; ou bien, en présence de chenilles et de pucerons, le traitement unique, réalisé auparavant avec un insecticide polyvalent, est remplacé par la succession d'un RCI et d'un aphicide spécifique.

Protection de la betterave

La protection de la betterave contre ses ennemis animaux vise à la fois à limiter les dégâts de ravageurs telluriques, très actifs lors de la levée, puis ceux d'autres espèces s'attaquant plus tard aux parties aériennes de la culture développée. Parmi les principaux ravageurs venant du sol, on connaît les taupins, les blaniules, les scutigerelles, les vers blancs et les nématodes. Le feuillage de la culture est surtout sujet à des attaques de pucerons ou de pégomyies.

La lutte chimique contre les ravageurs souterrains a d'abord fait appel à des insecticides organochlorés utilisés en plein comme le HCH ou le lindane. Cette intervention réalisée avant le semis de la betterave concernait en fait toutes les cultures de la rotation triennale car elle était rarement renouvelée sur les cultures suivantes. Dans les années 1970, les insecticides du sol ont été développés, sous forme de microgranulés à base de carbamates (aldicarbe, carbofuran, etc.) ou d'organophosphorés (chlorméphos, terbufos, etc.) appliqués dans la raie de semis. La lutte demeurait toujours préventive, utilisant soit les microgranulés, soit le lindane pulvérisé en pleine surface en cas de forte pression de taupins. La protection par enrobage des semences apparaît en 1975 mais ne devient opérationnelle qu'à partir de 1985 avec le carbofuran et la téfluthrine. C'est seulement après 1990 que le marché change radicalement de physionomie, avec l'arrivée de l'imidaclopride en protection des semences. Les betteraviers peuvent alors se dispenser de l'emploi des insecticides du sol.

La protection de la betterave en végétation a débuté avec la pulvérisation occasionnelle d'insecticides contre pégomyies et pucerons. Cet usage a pris de la consistance dans les années 1970 avec une protection aphicide plus précise destinée à éviter la transmission de maladies virales à très fort impact sur le rendement. Les premières solutions à base d'organophosphorés (oxydéméton-méthyl...) ou de carbamates (pyrimicarbe) ont été supplantées vers 1980 par des pyréthriinoïdes seuls ou associés.

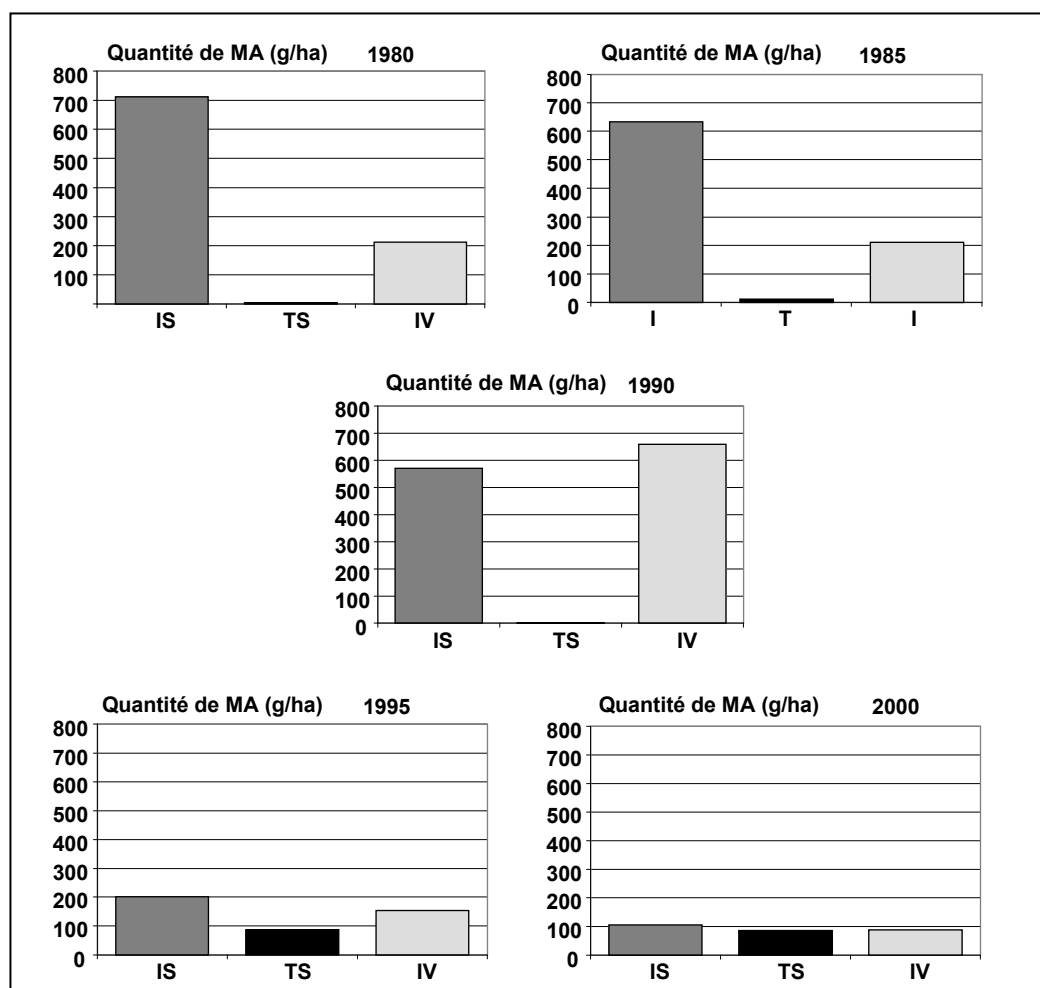


Figure 15. Évolution des consommations d'insecticides sur la sole française de betterave à sucre par catégorie (IS : insecticides du sol, TS : traitements de semence, IV : insecticides en végétation). Les consommations sont exprimées en quantités de matières actives apportées à l'hectare pour l'ensemble des surfaces cultivées.

La lutte contre les ravageurs du sol apparaît donc de nature essentiellement préventive. Par contre, la protection contre les ravageurs aériens est surtout curative, le déclenchement des interventions se faisant avec le début de l'invasion. Ce second marché est donc très fluctuant selon les années. Nous avons essayé de les cerner en partant de 1980, puis en étudiant les années 1985, 1990, 1995, 2000, soit avec un pas de cinq ans (fig. 15).

Sur la période 1980-1990, la protection avant semis reposait presque entièrement sur les micro-granulés du sol et l'emploi du lindane en pulvérisation, nécessitant alors des quantités notables de substances actives. La diminution sensible que l'on enregistre sur cette décennie est à mettre au compte de la substitution des produits, avec la disparition du chlorméphos, la réduction d'emploi du lindane et du carbofuran, le maintien de l'aldicarbe, alors qu'arrivent des substances comme le benfuracarbe et le carbosulfan. L'emploi des insecticides en végétation est peu influencé par la nature des microgranulés, à l'exception de l'aldicarbe qui, actif sur pucerons d'arrivée précoce, pouvait parfois remplacer la première intervention aphicide en végétation. Ces interventions en végétation, fluctuantes par nature, explosaient les années où les pucerons pullulaient, comme en 1990 où la performance des micro-granulés n'a pu empêcher le triplement des quantités d'insecticides appliqués en végétation. Sur cette période de 1980 à 1990, on peut estimer que la bonne protection d'un hectare de culture nécessitait en moyenne de 900 à 1 300 g de substances insecticides.

Tout change au début des années 1990 avec l'arrivée de l'imidaclopride en protection de semences. Cette innovation va, d'un côté, se substituer aux microgranulés du sol, d'un autre côté, réduire dans de larges proportions l'emploi des insecticides en végétation, concourant à une réduction globale très importante des quantités d'insecticides appliqués sur betterave. En vingt ans, elles ont donc été réduites de plus de 70 %, passant de 930 g/ha en 1980 à 280 g/ha en 2000, bénéfice dont l'essentiel doit être attribué à la substitution des insecticides du sol par des protections des semences performantes. Si en 1980, 90 % des surfaces cultivées recevaient un traitement en insecticides du sol, aujourd'hui ce sont 95 % des surfaces qui sont semées avec des semences protégées et les insecticides micro-granulés ne sont presque plus utilisés.

La lutte contre les ravageurs de la betterave illustre parfaitement l'exemple de ce qui peut résulter d'une percée technologique en protection des plantes.

Pour conclure

L'ensemble des segments analysés ci-dessus représente environ 50 % du tonnage de matières actives entrant dans la statistique publiée par l'UIPP (cf. page 66). Pour les différents segments étudiés, il apparaît clair que *la création phytosanitaire a largement favorisé depuis vingt ans une évolution à la baisse des quantités de produits phytosanitaires mises en œuvre par les agriculteurs* et ce, d'une manière parfois spectaculaire. Mais comment expliquer dans ces conditions que les chiffres publiés pour la période 1990-2002 ne reflètent pas clairement cette tendance ?

L'explication semble tenir à plusieurs facteurs :

- Tout d'abord, les herbicides non sélectifs ont connu une expansion soutenue depuis une vingtaine d'années avec l'augmentation des surfaces en culture simplifiée. Le remplacement d'un passage de charrue par une application d'herbicide représente une nouvelle utilisation qui ne se substitue à aucun emploi antérieur et, de ce fait, influence les statistiques à la hausse.
- Ensuite, il existe bien de « nouveaux marchés » qui se sont développés au côté des nombreux usages « matures » ici commentés. Par exemple, l'emploi de fongicides a débuté vers 1985 sur la betterave, à la fin des années 1980 pour le colza ou le tournesol. Même relativement exigües, ces utilisations nouvelles soutiennent aussi la statistique.

Par ailleurs, certains usages sont devenus plus ou moins « matures » durant la période étudiée. Il en est ainsi pour la culture du pois protéagineux. Cette production, mineure au début des années 1980, s'est

affirmée depuis comme un segment important du marché français et, avec elle, l'emploi des fongicides, insecticides ou herbicides spécifiquement autorisés. La substitution de surfaces de céréales secondaires (ex : l'orge de printemps peu consommatrice de produits phytosanitaires) par du pois, plus sensible au parasitisme, soutient ainsi la statistique globale. D'autres usages, comme l'emploi des régulateurs de croissance des céréales ou la lutte insecticide contre la sésamie du maïs, vont dans le même sens. Dans le futur, la dispersion du ravageur *Diabrotica virgifera* sur maïs aura aussi un rôle de soutien, sauf si des percées dans la résistance génétique voient le jour.

Enfin, comme nous l'avons déjà signalé, l'utilisation préférentielle de produits minéraux pondéreux comme le soufre et le cuivre sur des surfaces croissantes menées en agriculture biologique influence à la hausse le tonnage global de la consommation de produits phytosanitaires.

Tous ces facteurs contribuent à « lisser » les effets de baisse très clairs obtenus pour les marchés matures traditionnels.

Cela étant, l'innovation par la recherche n'a pas pour simple effet de substituer à des quantités élevées d'une matière ancienne une substance à faible grammage/ha. Les propriétés des nouvelles molécules concourent à la tendance à la baisse. Pour reprendre certains de nos exemples :

- *souvent plus efficaces* que celles qu'elles remplacent, elles améliorent la performance de la protection et permettent de limiter le nombre des interventions : cas évident de la protection des semences de betterave ;
- *plus spécifiques*, elles génèrent moins d'effets secondaires sur la faune auxiliaire et permettent d'en tirer un meilleur parti : c'est le cas des nouveaux insecticides employés sur la vigne et les vergers...
- *plus souples* et plus aptes à offrir des solutions curatives, elles révolutionnent des secteurs importants comme le désherbage des céréales et du maïs et facilitent le raisonnement...

Plus globalement, *elles s'inscrivent dans un contexte évolutif de protection des cultures* où les bénéfices de la prévision des risques (modèles, réseaux d'observation...), les stratégies d'ajustement des doses et les nouvelles méthodes de lutte s'additionnent pour optimiser leur performance. Le renouvellement prévisible des gammes en liaison avec le « rajeunissement » de la pharmacopée résultant de la révision européenne (91/414) devrait à l'avenir orienter les quantités de substances actives utilisées par les agriculteurs vers une poursuite du mouvement de baisse constaté dans notre étude ■

Références bibliographiques

BAIN C., BERNARD J.L., FOUGEROUX A., 2002. *Protection des cultures et travail des hommes*. 2^e édition, Éditions Le Carrousel, Paris, 263 p.

BOUCART E., 1910. *Les maladies des plantes : leur traitement raisonné et efficace en agriculture et en horticulture*. Doin et Maison Rustique, Paris. 655 p.

BERNARD J.L., 1990. De la houe à cheval aux phytohormones de synthèse. Cent ans de désherbage des céréales, 1850-1950. *Phytoma*, mai 1990.