

Transferts de produits phytosanitaires dans le lait : éléments de connaissances

S. BERTRAND, K. DUHEM

(1) Institut de l'Élevage, 149 rue de Bercy, 75595 Paris cedex 12

(2) Centre National Interprofessionnel de l'économie laitière, 42 rue de Chateaudun, 75314 Paris cedex 09

RESUME - Les plans de contrôles de résidus menés par la DGCCRF et la DGAL¹ n'ont jamais mis en évidence de problèmes de résidus de produits phytosanitaires dans le lait aux Limites Maximales des Résidus. Cependant, les méthodes de détection sont de plus en plus performantes et permettent de détecter des ultratracés de ces molécules dans toutes les matrices alimentaires. La présente étude est consacrée à préparer l'évaluation des risques de transferts de familles de produits phytosanitaires dans le lait, de façon à prévenir la confusion entre présence de traces et risque sanitaire. Elle vise dans un premier temps à définir la nature, le devenir et les usages de produits phytosanitaires en élevage. Un point est fait sur les différentes études menées dans le cadre de la procédure d'homologation des produits et la fixation des LMR lait. Les matières actives utilisées à la ferme peuvent poser un problème potentiel. La vache laitière peut y être exposée par l'air, l'eau ou l'alimentation. L'Institut de l'Élevage et le CNIEL ont mené une pré-étude afin de sélectionner les molécules prioritaires à rechercher dans le cadre d'un futur plan de collecte de données, en croisant les informations sur les niveaux d'expositions et sur les dangers connus pour ces différentes molécules. Cette approche essentiellement théorique qui a permis de conclure que les insecticides de stockage seraient les composés présentant le plus de risques de transfert vers le lait, doit être validée par une approche terrain. Ce risque, s'il existe, pourrait être réduit par la mise en œuvre de moyens de prévention à l'amont de la filière.

Gathering data on the transfer of pesticide residues into milk

S. BERTRAND, K. DUHEM

(1) Institut de l'Élevage, 149 rue de Bercy, 75595 Paris cedex 12

SUMMARY - The annual surveillance plans that are implemented by the DGCCRF and DGAL¹ authorities have never reported problems of pesticide residues being in excess of MRL in milk. However, the detection methods have become very sensitive and they now enable to detect traces of any molecule in any food matrix. This paper is aimed at preparing the risk assessment of transfer of some families of pertinent pesticides to milk on the long term, so as to prevent confusion between the presence of traces and health risk. This study is first focused on the nature, the behaviour and the use of pesticides in livestock. A brief summary is included on different studies that are performed within the framework of the homologation procedure and the determination of the milk MRL. Some pesticides per se or when not used adequately at the farm level, can potentially cause harm and thus represent a potential hazard. The dairy cow can be exposed by air, water or food. In order to select the families of molecules to focus on, the French Livestock Institute (Institut de l'Élevage) and the French National Dairy Board (CNIEL) implemented a pre-study on theoretical risks, crossing the available data on exposure and danger, for each substance. This theoretical approach showed that insecticides used for grain storage represent the most important risk of transfer to milk. This needs to be validated by real data. This risk, if it exists, could be reduced by prevention schemes, at the product formulation or at farm level.

¹ DGCCRF : Direction Générale de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des Fraudes ; DGAL : Direction Générale de l'Alimentation.

INTRODUCTION

L'évolution rapide de la sensibilité des méthodes de détection des contaminants ou résidus dans les matrices alimentaires, combinée aux nouvelles formes de diffusion de l'information, a créé une situation à laquelle les gestionnaires de la santé publique n'étaient pas préparés. En ajoutant à cela, la complexité de l'élaboration des dossiers toxicologiques, le langage spécifique des toxicologues et de l'évaluation du risque, la présence d'un contaminant dans un aliment a été associée, dans l'esprit du grand public, à une menace pour sa santé. L'information est livrée à l'opinion publique, sans clé pour l'interpréter. Concernant les molécules phytosanitaires, l'information sur les résidus dans les végétaux est relativement accessible. En ce qui concerne les produits animaux, l'information est peu abondante et peu accessible. C'est pourquoi le CNIEL et l'Institut de l'Élevage essaient de développer l'acquisition de connaissances sur le comportement des différentes familles de molécules dans les animaux et les éventuels transferts vers le lait. Cette synthèse a donc pour objectif d'apporter quelques précisions à ce sujet.

1. NATURE ET USAGES DES PESTICIDES

1.1. DEFINITIONS ET CONTEXTE

1.1.1. Présentation des produits phytosanitaires

Les pesticides sont des produits dont les propriétés chimiques contribuent à la protection des végétaux. Ils sont destinés à détruire, limiter ou repousser les insectes, les parasites et les adventices. L'action des pesticides peut être directe, par destruction de l'élément nuisible, ou indirecte, en pénétrant d'abord dans la plante hôte (action systémique). Les pesticides sont classés par grandes familles selon un double classement :

- un classement par cible : insecticides, fongicides, herbicides
 - un classement par famille chimique : organochlorés (DDT, aldrine, dieldrine, lindane...), organophosphorés (chlorpyrifos, dichlorvos), carbamates, phénox (2-4 D), organo-azotés (atrazine, simazine...), urées (isoproturon...)...
- Cette classification est présentée dans le tableau 1 pour quelques produits phytosanitaires très utilisés :

Tableau 1 : exemple de classification famille / cible de pesticides bien connus

	<i>Insecticides</i>	<i>Fongicides</i>	<i>herbicides</i>
Organo-chlorés	lindane dieldrine		
Organo-phosphorés	endosulfan malathion chlorpyrifos		
Carbamates	carbofuran	thirame	asulame
Pyréthrinoides	cyperméthrine deltaméthrine		
Triazoles		tébuconazole epoxiconazole	atrazine
Strobilurines		asoxystrobine	
Urées			isoproturon

L'appartenance à une famille chimique détermine, pour partie, le type d'activité biologique, la rémanence et la mobilité. Les carbamates et organophosphorés inhibent l'acétylcholinestérase, bloquant de cette manière chez les insectes la transmission de l'influx nerveux. A des doses plus fortes, ces effets toxiques peuvent également se manifester chez l'homme. Les organochlorés, également utilisés dans la lutte contre les insectes, sont des molécules très stables, très persistantes et bio-accumulables. Des composés à fonctions azotées tels que les triazines peuvent être adsorbés par le complexe argilo-humique et s'accumuler dans les couches superficielles du sol (ACTA, 2002). Les insecticides les plus utilisés sont les organophosphorés, suivis par les carbamates puis les pyréthrinoides. Les herbicides les plus utilisés sont les urées, suivis par les triazines.

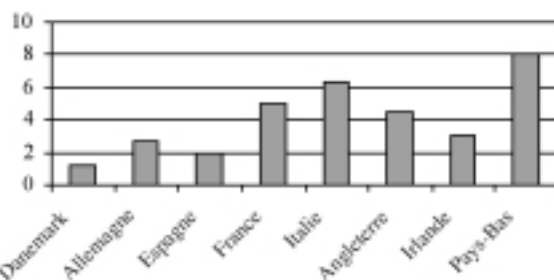
La tendance actuelle en recherche phytosanitaire est plutôt à la diversification des familles chimiques, certaines nouvelles familles étant aujourd'hui souvent réduites à un seul représentant.

Les principes actifs sont utilisés sous forme de préparations commerciales, qui comprennent un mélange de plusieurs substances et des adjuvants, ces derniers pouvant eux-même présenter une certaine toxicité.

1.1.2. Consommation, évolution et situation en élevage

Avec près de 10 % du marché phytosanitaire mondial, la France est le troisième consommateur mondial de pesticides (environ 100.000 tonnes par an, dont 90 % utilisés en agriculture). La France est le premier consommateur de pesticides en Europe. Le marché des insecticides et fongicides en France approchait les 120 millions d' en 2002, contre 76 millions en Allemagne et 45 millions en Italie. Cependant, la France est aussi le premier producteur agricole de l'Union et notamment le plus important producteur de maïs, gros consommateur de pesticides. Rapportée à l'hectare de culture, la consommation de la France est donc en position moyenne (figure 1).

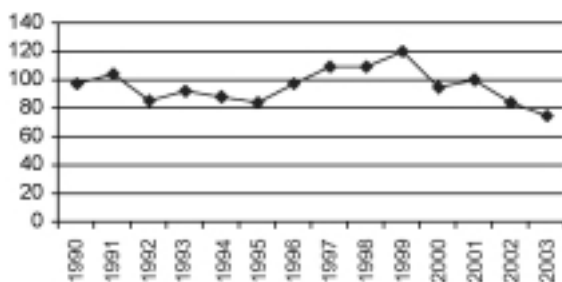
Figure 1 : pression de pesticides, en 2001, pour différents pays européens (en kg de matières actives/ha)



(Source : Eurostat)

L'évolution de la consommation dans le temps est très irrégulière (fonction des conditions agronomiques, de la réglementation), mais la tendance est plutôt à la baisse ces dernières années (Union des Industries de la Protection des Plantes, 2003), comme le montre la figure 2. Le tonnage total de pesticides vendus en France en 2003 était de 74 500 tonnes contre 120 500 tonnes en 1999.

Figure 2 : tonnage de substances actives vendues en France, en milliers de tonnes



(Source UIPP, 2003)

En élevage, la protection des fourrages et céréales autoconsommés par les herbivores n'est responsable que de 10 % du volume global de pesticides utilisés en France (Farruggia, 2002). Le reste est essentiellement utilisé pour les cultures céréalières, l'arboriculture et la viticulture. Les 10 millions d'hectares de prairies naturelles reçoivent très peu de traitement. Les 3 millions d'hectares de prairies temporaires sont souvent désherbés uniquement au moment de l'implantation (tous les 5 ans à 10 ans). Par contre, les 1,2 millions d'ha de maïs ensilage et les 1,5 millions d'ha de céréales destinés à l'alimentation du cheptel laitier reçoivent de 1 à 3 traitements par an.

L'Institut de l'Élevage et l'EDE (Etablissement Départemental d'Élevage) ont mené une enquête sur 113 exploitations laitières bretonnes des réseaux d'élevage en Bretagne. Elle met en évidence que la quantité de pesticides utilisée dans les fermes laitières dépend de la part de maïs ensilage dans l'assolement (tableau 2). En moyenne, la surface traitée représentait 44 % de la SAU et le nombre de traitements par hectare et par an était de 2,3. La quantité de matière active appliquée serait de 2,4 kg / ha de céréales ou de maïs en Bretagne (Le Gall, 2003) et autour de 1 kg de matière active par hectare de SAU.

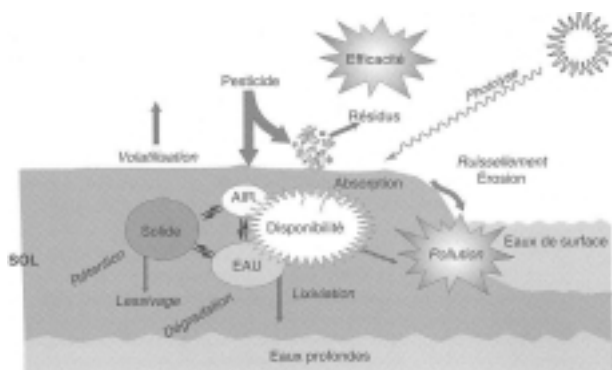
Tableau 2 : utilisation de pesticides selon la part de maïs dans le système fourrager

Maïs ensilage (% SFP)	Surface traitée (% SAU)	Poids m.a. ¹ (g/ha traité)	Poids m.a. ¹ (g/ha SAU)
0-20	32	1830	580
20-35	44	2450	1078
>35	55	2490	1365

1 : m.a. = matière active

1.1.3. Le devenir des produits phytosanitaires dans l'environnement

Figure 3 : schéma général du devenir des pesticides (Barriuso E, 2003)



Différents phénomènes peuvent intervenir après le traitement d'une culture, comme le synthétise le schéma ci-dessus :

- l'immobilisation et le relargage du produit phytosanitaire après traitement, par attraction des molécules par une particule du sol. C'est la matière organique du sol qui retient essentiellement les substances actives (jusqu'à 90 % de la quantité de produit). Les molécules adsorbées peuvent se désorber, après un certain temps.
- la dégradation des molécules qui peut être chimique ou réalisée par les micro-organismes du sol.
- un transfert dans l'eau par ruissellement à la surface du sol ou par lessivage dans les eaux souterraines.
- une volatilisation dans l'atmosphère (qui peut représenter jusqu'à 60 % selon les caractéristiques de la molécule).

A titre d'exemple on peut citer un bilan à la parcelle réalisé sur maïs pour l'atrazine (Schiavon *et al.*, 1992). On constate que sur une parcelle traitée à raison de 1000 g / ha, les plantes absorbent 50 g / ha (soit 5 %), les pertes par volatilisation étant de l'ordre de 150 g / ha et le lessivage de 50 g / ha. Cependant, cette répartition peut être différente selon les molécules, les conditions climatiques lors du traitement et le type de sol.

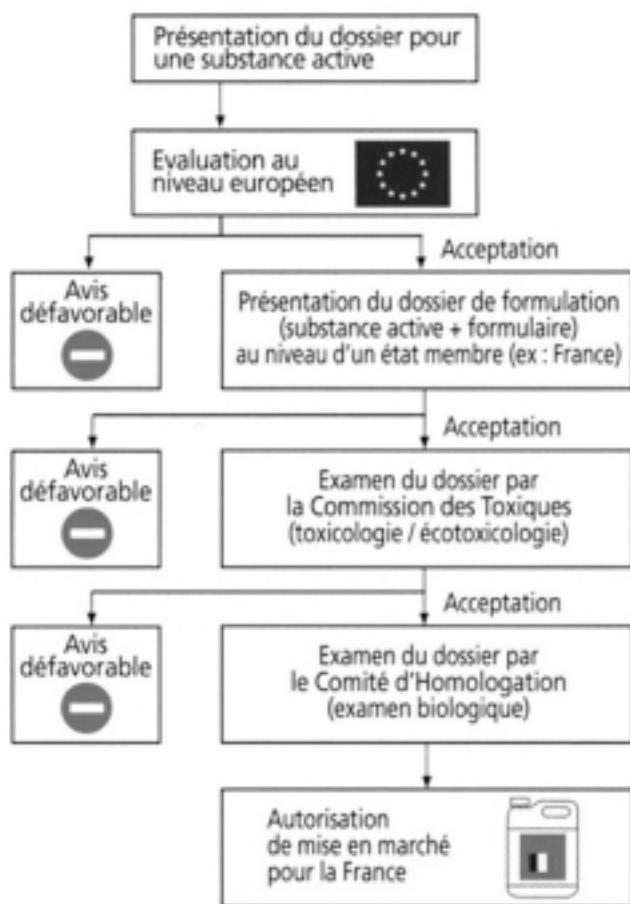
1.2. LA PROCEDURE D'HOMOLOGATION

En Europe, la mise sur le marché des pesticides est soumise à une procédure rigoureuse passant d'abord par l'homologation au niveau communautaire, puis par l'autorisation de mise sur le marché (AMM) au niveau national (figure 4).

La première phase d'homologation **au niveau communautaire** est prévue par la directive 91/414/CEE. Les pesticides sont analysés par un comité phytosanitaire permanent qui détermine la liste des substances autorisées. L'examen porte sur la toxicité qui permet d'évaluer le risque pour le manipulateur et le consommateur et sur l'écotoxicité, afin de prévoir le devenir du produit dans l'environnement. Le dossier est instruit par l'un des états membres, puis discuté au sein du groupe permanent. Lorsque la matière active reçoit un avis favorable, elle est autorisée pour une durée de 10 ans renouvelable et figure parmi la liste des matières autorisées, dite "annexe I". Les matières actives utilisées avant l'entrée en vigueur de la directive sont soumises actuellement à un réexamen, soit 834 matières actives. En juillet 2004, le nombre de substances actives inscrites à l'annexe I s'élevait à 40, 27 avaient reçu un avis défavorable et les autres étaient en cours d'évaluation.

La deuxième phase, **au niveau national**, porte sur l'autorisation de vente des préparations commerciales. En effet, l'homologation communautaire est nécessaire mais pas suffisante. L'AMM reste à l'appréciation de chaque Etat membre en fonction d'un dossier qui prend en compte l'efficacité et l'intérêt du produit sur le territoire concerné mais aussi les concentrations prévisibles dans l'environnement. En France, l'AMM dépend de la Direction Générale de l'Alimentation (DGAL).

Figure 4 : homologation des produits phytosanitaires (UIPP, 2003)



Dans le cadre de l'homologation des substances actives, des études de résidus sur les cultures traitées sont menées, afin de fixer la Limite Maximale de Résidu (LMR). Cette procédure permet d'intégrer les risques de transferts dans le lait ou la viande. Si la quantité de résidus dans les végétaux utilisés pour l'alimentation des vaches laitières est supérieure à 0,1 mg / kg de végétal brut, une étude de métabolisme et d'alimentation chez l'animal est requise. L'étude de métabolisme est une étude quantitative et qualitative, visant à définir la répartition de la molécule chez l'animal traité (foie, rein, muscle, lait...). Elle doit permettre de déterminer l'absorption, la distribution et l'excrétion de cette molécule. Par ailleurs, la nature chimique des principaux métabolites formés doit être identifiée de façon à déterminer quel métabolite est à rechercher en priorité, par exemple dans le lait, en plus du composé parental (la molécule de départ). Si les quantités de résidus détectés dans l'animal sont supérieures à 0,01 mg / kg de tissu prélevé, une étude d'alimentation est requise. Cette étude quantitative doit déterminer les niveaux de résidus dans le lait et proposer une LMR. Une expérimentation est alors menée sur quatre lots de vaches laitières qui reçoivent, sur la base d'une ration théorique maximaliste, aucune dose de matière active, une

faible dose, une dose moyenne, une dose forte, La durée de l'expérimentation est de 28 jours au minimum, jusqu'à l'obtention d'un plateau du niveau de résidus.

La LMR lait, fixée à l'issue de cette expérimentation, en tenant compte de la dose journalière acceptable (DJA), constitue un seuil réglementaire. Elle équivaut à la quantité de résidus maximale attendue dans le lait, pour une utilisation du produit selon les bonnes pratiques agricoles. La LMR est toujours bien inférieure au seuil de toxicité (fixé par les études toxicologiques) par mesure de sécurité. Les dépassements éventuels constatés ne signifient pas automatiquement un risque pour le consommateur, mais plutôt une mauvaise utilisation du produit. Aujourd'hui, 110 matières actives ont une LMR lait et produits laitiers au niveau européen.

Certaines pratiques ont des conséquences aujourd'hui difficiles à mesurer. C'est le cas des traitements effectués avec des mélanges de différents pesticides. Les effets cumulatifs, les synergies et antagonismes entre molécules ne sont pas bien connus (Commission d'Etude de la toxicité, 2002). C'est pourquoi le Ministère de l'agriculture a mis en place l'homologation d'une liste positive de mélanges officiellement autorisés, qui tient compte de la compatibilité des molécules.

2. EVALUATION DES RISQUES DE TRANSFERT VERS LE LAIT

2.1. IDENTIFICATION DES DANGERS

Actuellement, environ 700 substances actives différentes sont utilisées par les agriculteurs en France, dont 150 par les producteurs laitiers pour le traitement du maïs fourrage, des céréales, des prairies, ainsi que pour celui des graines stockées (ACTA, 2004). Une étude a été réalisée sur ces 150 molécules par le Centre National Interprofessionnel de l'économie laitière (CNIEL) et l'Institut de l'Élevage (Bertrand, 2004), afin d'identifier celles représentant potentiellement le plus de risque de contamination du lait. A cette fin, un classement a été établi, en fonction de la caractérisation de l'exposition et du danger associé à chacune de ces molécules.

2.2. CARACTERISATION DE L'EXPOSITION

L'exposition effective de la vache laitière à un contaminant chimique est la résultante du binôme "concentration en polluants/durée d'exposition". Plusieurs paramètres interviennent dans la notion d'exposition : la voie d'exposition et les facteurs qui vont jouer sur le devenir et sur la persistance du polluant (qui dépendent en grande partie des propriétés physico-chimiques du polluant) (Barriuso, 2003). Les voies d'exposition de la vache laitière sont l'air qu'elle respire, l'eau d'abreuvement et l'alimentation (fourrage ou concentré traité). D'autre part, l'herbe ingérée au pâturage peut avoir été contaminée accidentellement par un brouillard ou une pluie contenant des pesticides.

2.2.1. La métabolisation chez la vache laitière

Chez les animaux, les transformations de la substance active après absorption ont majoritairement lieu dans le foie. Le stockage lipidique et l'élimination de ces substances par les émonctoires (foie, reins, mamelle) peuvent conduire à la contamination des produits (lait ou viande). Ainsi, les substances solubles dans les graisses et l'eau peuvent être éliminées par la mamelle. De plus, le pH du lait est légèrement acide, les bases faibles comme les pesticides vont donc passer du sang vers le lait, à travers des membranes biologiques. Cependant, le stockage et la diversité des voies d'élimination ainsi que les formes chimiques excrétées (métabolites du composé de départ) sont complexes et multiples. La molécule mère peut être dégradée dans l'organisme en un métabolite plus toxique, inactif ou encore doté de propriétés pharmacologiques différentes. Chaque substance a un comportement différent (Joncour, 2000). Dans le cas du lait, la plus ou moins grande liposolubilité de la molécule a une importance sur le transfert. Le coefficient de partage octanol / eau permet de prédire la capacité de la substance à s'accumuler dans les tissus adipeux, en estimant du partage sa répartition entre l'eau et les graisses. Ce coefficient est souvent exprimé par son logarithme, log P, et est d'autant plus élevé que la substance est lipophile. Pour le DDT, le lindane et l'atrazine, les valeurs du log P sont respectivement 6,3,8 et 2,4. On considère que les valeurs de log P supérieures à 3, sont associées à un risque de bioconcentration dans les graisses. En tout état de cause, seule l'étude expérimentale du devenir d'un principe actif pourra permettre, *in fine*, de savoir dans quelle proportion et sous quelle forme chimique (métabolites) il est éliminé de l'organisme, et notamment dans le lait.

2.2.2 Les différentes voies d'exposition

L'eau d'abreuvement

Une vache laitière consomme de 85 à 120 litres d'eau par jour. Selon le dernier bilan annuel de l'Institut Français de l'Environnement (IFEN, 2004), la contamination des eaux de surface par les pesticides est un problème bien réel. En 2002, les principales molécules retrouvées dans les cours d'eau étaient l'aminotriazole, l'atrazine, le diuron, le glyphosate et l'isoproturon, avec des teneurs dépassant parfois les 2 µg / l (alors que la norme pour l'eau potable en France est de 0,1 µg / l). L'atrazine est interdite depuis septembre 2003, mais a été largement utilisée sur le maïs. Les études de métabolisme réalisées sur la vache laitière montrent qu'elle peut éliminer plus de 50 % de l'atrazine ingérée par voie urinaire et 33 % par voie digestive. La part apportée par l'eau d'abreuvement serait de 10 % de l'atrazine totale ingérée, le reste l'étant par le fourrage et par voie aérienne (Joncour, 2000). On estime que 0,5 à 2 % de la quantité d'atrazine consommée est éliminée par la mamelle (Nabuurs, 1986). Des pics de 2 µg / l d'atrazine dans les cours d'eau ou les puits ayant été souvent relevés, une vache consommant 100 l d'eau par jour, pourrait en théorie ingérer 0,2 mg d'atrazine par jour. Une étude menée en Ille et Vilaine par le GDS en 1996, a mis en évidence la présence d'atrazine dans des échantillons de lait, mais à des teneurs faibles (<2,5 µg / l) puisque la LMR atrazine dans le lait en Australie est de 10 µg / l. Cependant, aucune corrélation n'a pu être mise en évidence entre les concentrations en atrazine dans l'eau et celle dans le lait

(Kammerer *et al.*, 1999). Néanmoins, une étude récente a montré les propriétés de perturbateur endocrinien de l'atrazine, à faibles doses. Les résultats montrent que des grenouilles mâles exposées à la très faible concentration de 0,1 ppb d'atrazine dans une rivière (1 ppb = 1 µg / kg), peuvent présenter un retard de développement des gonades et développer des caractéristiques femelles (Hayes *et al.*, 2003).

Les fourrages et concentrés

Les produits pulvérisés sur la plante restent en surface, sauf les produits systémiques qui pénètrent dans les tissus végétaux. La systémie peut être ascendante (migration dans la sève brute), descendante (migration dans la sève élaborée) ou translaminaire (migration dans la feuille). Les nouvelles molécules utilisées pour le traitement de semences sont systémiques et peuvent protéger la plante contre les insectes, plusieurs mois après le traitement (par exemple, l'imidaclopride).

Le plan de contrôle réalisé en 2001 par les services de la Répression des fraudes (DGCCRF) (Direction Générale de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des Fraudes, 2002) sur les résidus de produits phytosanitaires, dans le secteur de l'alimentation animale, a révélé 30 échantillons positifs sur 84, mais à des teneurs très inférieures aux LMR fixées pour l'alimentation humaine (il n'existe pas de LMR alimentation animale). Les matières actives retrouvées proviennent très majoritairement des traitements insecticides de stockage (méthyl-pyrimiphos, méthyl-chlorpyriphos, malathion). Dans le plan de contrôle réalisé en 1999, des traces d'organochlorés rémanents (lindane, endosulfan) avaient été détectées (DGCCRF, 2000).

Tableau 3 : bilans des plans de contrôle DGCCRF 1999-2001 sur les céréales et aliments composés

Années	Nbre échantillons	Nbre échantillons positifs	Dépassement LMR
1999	93	73	6 (bio)
2000	225	81	6 (bio)
2001	84	30	0

(source DGCCRF)

Egalement, dans le cadre d'une étude réalisée par l'ISAB en 2003 (Institut Supérieur Agronomique de Beauvais), les résidus de 59 matières actives ont été recherchés dans une trentaine d'élevages porcins, dans les matières premières utilisées pour la fabrication d'aliments concentrés à la ferme. Un seul échantillon de blé sur les 67 échantillons analysés a montré une teneur en résidus supérieure au seuil de détection (AFTAA, 2004). Les tourteaux sont en général très peu contaminés car les pesticides sont éliminés lors de l'extraction de l'huile. Les pulpes de citrus peuvent contenir des résidus de pesticides issus du traitement des agrumes, mais à des teneurs peu élevées (Laboratoire de la DGCCRF, 2000).

Enfin, une enquête réalisée en 1994 par Arvalis-Institut de végétal, sur 310 échantillons de matières premières utilisées par les fabricants d'aliments du bétail a montré la présence de résidus dans une partie de ces échantillons, mais à des teneurs toujours inférieures aux LMR (alimentation humaine) ou à l'état de traces (Grosjean *et al.*, 1998). Ces différentes sources d'informations montrent donc que les aliments concentrés destinés aux vaches laitières (qui représentent environ 25 % de la ration dans les systèmes d'alimentation français), sont peu contaminés par les produits phytosanitaires et s'ils le sont, à des teneurs inférieures aux LMR.

La volatilisation dans l'atmosphère

Le transfert de principe actif de produit phytosanitaire dans l'atmosphère peut se produire au moment de l'application et être suivi d'une re-déposition, notamment par la pluie. La volatilisation des substances ainsi que leur dégradation dans l'air sont aujourd'hui mal connus. En été et printemps 2002, 18 pesticides ont été mis en évidence dans l'air, en Bretagne et Région Centre, mais à l'état de traces (avec des concentrations de l'ordre du nanogramme par m³). Ainsi, l'atrazine, aujourd'hui interdite, a été mesurée à une concentration maximale de 1,71 ng / m³ (Lig'air, 2002). Une étude menée en 2002 aux Etats-Unis, a mis en évidence sur un site, de fortes concentrations de certains pesticides dans l'atmosphère qui, comparées à leur faible utilisation sur la zone, suggèrent un transport des polluants sur des distances plus ou moins longues, selon leur persistance dans l'atmosphère (Kuang *et al.*, 2003).

Cette pollution peut avoir une importance du fait que la respiration met en contact, directement et de manière quasi permanente, le polluant avec le sang. Les vaches laitières pourraient ainsi respirer un pesticide à l'occasion du traitement d'un champ voisin de la prairie. Les quantités de produit utilisées sur le plan national ainsi que les périodes de traitement sont donc des facteurs importants de l'exposition à prendre en compte.

2.3. CARACTERISATION DES DANGERS

Le danger est fonction de la toxicité intrinsèque de la molécule. Les études de toxicité chronique aboutissent à la fixation réglementaire d'une dose journalière acceptable (DJA). Par ailleurs, la DL50 est un bon indicateur de la toxicité aiguë. Les molécules sont également étudiées pour leurs propriétés toxiques spécifiques vis à vis des fonctions de reproduction, ainsi que pour leurs potentiels mutagène et cancérogène. Les organophosphorés sont une classe d'insecticides toxiques ou très toxiques, mais de faible rémanence. Leur mode d'action est le même sur les mammifères que sur les insectes. Les organochlorés (interdits aujourd'hui) sont toxiques, très stables et peuvent s'accumuler dans l'organisme (le lindane est retiré de la vente depuis 1998). Pour les autres familles, il est difficile de définir des caractéristiques générales, chaque molécule présentant des spécificités.

2.4. CARACTERISATION DES RISQUES

Un risque se définit par le croisement d'une exposition avec un danger. Le risque de présence d'un pesticide dans le lait sera la résultante du niveau d'exposition de la vache laitière avec les caractéristiques biologiques propres à la molécule considérée (toxicité intrinsèque, distribution, métabolisme, élimination). Dans l'étude réalisée par le CNIEL et l'Institut de l'Élevage, chacune des 150 molécules utilisées par les éleveurs laitiers, a été classée selon les critères d'exposition et de danger suivants :

- **Critères d'exposition** : résidus possibles dans l'eau, l'air ou l'alimentation animale, quantité utilisée, période de traitement, persistance.
- **Critères de danger** : DJA, DL50 liposolubilité, classement de la molécule en potentiel perturbateur endocrinien, cancérogène ou mutagène.

Le croisement des critères de toxicité et d'exposition des 150 molécules identifiées met en évidence les insecticides de stockage, comme présentant le plus de risque de transfert dans le lait (Bertrand, 2004)

Les organochlorés persistants (lindane, dieldrine...), pourtant interdits depuis de nombreuses années, peuvent toujours présenter un risque car ils sont encore présents dans l'environnement.

2.5. LA PRISE EN COMPTE ACTUELLE DU RISQUE

Sauf en cas de rejet accidentel, les teneurs en pesticides sont toujours infimes dans l'environnement. Pour les identifier et mesurer leur concentration, il faut disposer de méthodes sensibles et spécifiques. La première étape pour une recherche dans le lait consiste à extraire les résidus de la matrice lait, suivie d'une purification et de la concentration des extraits. La séparation des composés présents dans l'extrait est effectuée par chromatographie en phase gazeuse (CPG) ou par chromatographie en phase liquide (HPLC), selon les caractéristiques de la molécule recherchée. La CPG peut être réalisée avec un détecteur thermoionique ou bien par spectrométrie de masse. Chaque résultat est caractérisé par une limite de quantification. En deçà de cette limite, il est impossible de déterminer la présence ou l'absence de la molécule (concentration trop faible pour être mesurée) dans l'échantillon. Les laboratoires font en général des analyses multi-résidus par grandes familles de pesticides. Lorsque les laboratoires mesurent les niveaux de résidus, ils tiennent compte de la molécule mère mais aussi des métabolites de cette molécule. En effet le terme résidu englobe la substance active ainsi que ses produits de dégradation.

La présence de résidus dans le lait est contrôlée par les laboratoires des services de la Répression des Fraudes. Ces contrôles sont complétés par des plans de contrôle établis par la Direction de l'Alimentation du Ministère de l'Agriculture. Ils portent sur le lait et les produits laitiers et concernent essentiellement les organochlorés et organophosphorés. Environ 600 analyses sont réalisées par an par 12 laboratoires agréés. Les dépassements détectés sont faibles et toujours en dessous des LMR. Ainsi, dans le plan de contrôle réalisé en 2003 sur 156 échantillons de lait, aucun dépassement de LMR n'a été constaté (DGAL, 2004).

Tableau 4 : plan de contrôle des résidus chimiques dans le lait 2002-2003, contrôle orienté

Année	Résidus recherchés	Seuil de non conformité	Nbre de contrôles	Nbre de résultats non conformes
2002	Pesticides Organophosphorés Organochlorés	> LMR	137	0
2003	Pesticides Organophosphorés Organochlorés	> LMR	156	0

(source DGAL)

Le plan de contrôle du "pesticide residues committee" anglais du dernier trimestre 2003 a mis en évidence un échantillon de lait positif sur 83, à la dieldrine (0,003 mg / kg) mais à un niveau inférieur à la LMR (0,006 mg / kg) (la dieldrine est un organochloré interdit) (PRC UK, 2003). Les plans de contrôle réguliers ne détectent en général aucun résidu ou bien, occasionnellement, des traces d'organochlorés, ce qui est plutôt rassurant. Cependant, les matières actives recherchées sont essentiellement des substances interdites et ne tiennent pas compte des nouvelles matières actives couramment utilisées par les éleveurs laitiers.

3. LA REDUCTION DES RISQUES ET LA SURVEILLANCE

3.1. LES MOYENS DE PREVENTION A LA FERME

3.1.1. Les mesures de prévention

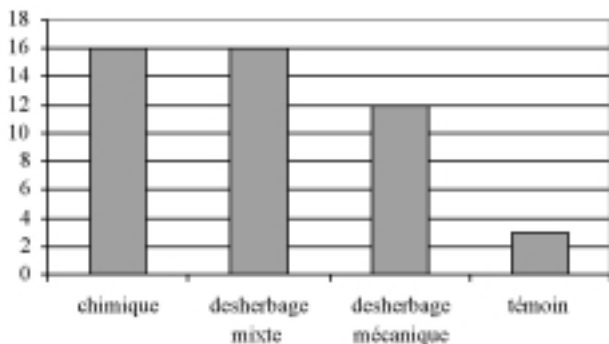
Il s'agit de réduire ou de retarder les possibilités d'installation des parasites, en plaçant la culture dans la situation la plus favorable possible. Elle peut se faire par le choix des rotations défavorables aux parasites (la prairie joue ici un rôle essentiel en cassant le cycle des parasites), la pratique du faux-semis (qui permet la destruction des mauvaises herbes juste avant le semis), l'utilisation de variétés résistantes, la fertilisation raisonnée (éviter les excès de fumure azotée) mais aussi la préservation des haies et talus afin de bénéficier de la faune naturelle utile. La proximité d'une haie offre aux auxiliaires des cultures, un abri, des sites de pontes, des ressources alimentaires... Ce qui tend à favoriser leur présence et renforce l'impact sur les populations de ravageurs. Les nouvelles obligations "bande enherbée" et "diversité de l'assolement" des Bonnes Conditions Agricoles et Environnementales, initiées au titre de la conditionnalité des aides PAC, vont d'ailleurs dans ce sens.

3.1.2. La lutte raisonnée

La plupart des éleveurs aujourd'hui pratique la lutte raisonnée, qui consiste à employer rationnellement les produits phytosanitaires. La protection n'intervient que lorsque les seuils de nuisibilité des ravageurs (signalés par les services de la protection des végétaux) sont atteints plutôt que de manière systématique.

Sur le maïs qui est une plante exigeante en pesticides du fait que le sol reste longtemps avec une faible couverture végétale, des techniques mécaniques peuvent constituer des alternatives intéressantes. Il s'agit du hersage, du binage ou encore du désherbage mixte. Le désherbage mixte permet de réduire les doses de pesticides de deux tiers, sans affecter les rendements et en limitant les risques de ruissellement (figure 5). Le désherbage totalement mécanique comme le hersage et le binage sont efficaces, mais demandent un certain savoir-faire, et sont exigeantes en temps de travail (Manceau, 2000).

Figure 5 : efficacité moyenne sur 3 ans des techniques alternatives sur maïs (rendement maïs en tonnes de MS/ha)



(Source : essai crecom 1999-2001)

La lutte biologique

Beaucoup moins répandue que la lutte raisonnée, elle consiste à employer des micro-organismes ou des insectes pour prévenir ou réduire les dégâts causés par les ravageurs. Ainsi, le trichogramme, insecte parasite naturel de la pyrale, peut être utilisé pour protéger le maïs.

3.1.3. Les programmes d'actions au niveau du bassin versant

En Bretagne, des programmes d'actions associant contrôle des pulvérisateurs, sensibilisation, aménagements, classement de parcelles à risques, ont été mis en place depuis plusieurs années, à l'échelle de bassins versants, afin de réduire la pollution de l'eau par les engrais et les produits phytosanitaires. Dans les exploitations, toutes les parcelles sont classées en fonction du risque de pollution des eaux de surface, et des traitements adaptés à chaque parcelle sont déterminés. On constate aujourd'hui une diminution des pics de pollution dans l'eau, ainsi qu'une quasi-disparition de certaines molécules (Colloque bassin versant, 2004).

En Ile et Vilaine, sur le bassin versant de la Fontaine du Theil, avant la mise en œuvre du programme d'actions, des résidus de pesticides étaient retrouvés dans 22 % des échantillons d'eau prélevés à l'exutoire du bassin versant. Après cinq années de mise en œuvre du programme, des résidus ne sont plus retrouvés que dans 2 % des échantillons (Bassin versant de la Fontaine du Theil, 2001).

3.1.4. Le respect des délais

Le respect des délais avant récolte et des délais de réintroduction des animaux sur prairie est essentiel. Plus les traitements sont tardifs, plus les risques de contamination sont élevés.

3.2. LA SURVEILLANCE

Les plans de surveillance de la DGAL sont des plans ciblés (sur quelques molécules, sur un lieu...). L'interprofession laitière va étudier la pertinence et la faisabilité d'une procédure de surveillance des résidus de pesticides dans le lait, au niveau national, afin d'anticiper et de prévenir les problèmes et questions qui pourraient se poser avec la découverte de traces de molécules récentes ou anciennes dans le lait, et d'assurer une veille sur l'ensemble des molécules présentant un risque.

CONCLUSION

Les procédures de mise sur le marché des pesticides sont très exigeantes et bien contrôlées. En ce qui concerne les végétaux consommés par les vaches laitières et le lait, ces procédures permettent de garantir une absence de résidus ou une présence à des seuils inférieurs aux LMR, à condition que les bonnes pratiques de traitements phytosanitaires soient appliquées. Les résultats des plans de contrôle sur le lait sont rassurants. De plus, l'élevage laitier n'est pas un gros consommateur de pesticides. Le risque de retrouver des résidus de produits phytosanitaires dans le lait apparaît donc assez faible.

Cependant, il faut apporter des réponses objectives aux questions sur les risques à long terme. On ne dispose que de peu d'information sur les risques liés à l'exposition durable à de très faibles concentrations de plusieurs substances actives, dont la présence ne peut être dépistée à un moment donné, du fait des limites de détection. De plus, le nombre très important de substances actives utilisées et de leurs métabolites de dégradation rend très complexe l'évaluation des risques de transfert des produits phytosanitaires. Bien que le lait ne soit pas l'aliment le plus concerné par les résidus de produits phytosanitaires, compte tenu des nombreuses incertitudes, l'étude de la pertinence et de la faisabilité d'un dispositif récurrent de collecte de données s'impose.

- ACTA, 2004, Index phytosanitaire, 804 p.
- ACTA, 2002, Pesticides et protection phytosanitaire dans une agriculture en mouvement, 893 p..
- AFTAA, 18/03/2004, Session de formation, l'alimentation animale face aux produits de protection des plantes.
- Barriuso E., 2003. Estimation des risques environnementaux des pesticides, INRA, 117 p
- Bassin versant de la Fontaine du Theil, 2001, bulletin d'information, bilan 2001, 2 p.
- Bertrand S., 2004, Sélection des molécules prioritaires pour un plan de surveillance sur le lait, CNIEL-Institut de l'Elevage, non publié.
- Colloque "savoirs et savoir-faire sur les bassins versants", avril 2004, Chambre d'Agriculture de Bretagne, 340 p.
- Commission d'étude de la toxicité, 16/10/2002, Avis de la Commission concernant les mélanges de produits phytosanitaires.
- DGAL/SDSPA, 21 juin 2004, note de service, bilan des plans de contrôle 2003 des résidus chimiques dans les animaux et les produits d'origine animale, p 7, p 23
- Direction Générale de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des Fraudes (DGCCRF), 2002, contrôles alimentaires : résidus de pesticides dans le secteur de l'alimentation animale 2001
- DGCCRF, 2000, laboratoires de la DGCCRF, bilan 1999, résidus de pesticides dans les aliments pour animaux, 2 p.
- Farrugia A., 2000, L'eau et les herbivores, les chemins de la qualité, Institut de l'Elevage, 163 p.
- Farrugia A., 2002, Bilan environnemental dans les exploitations laitières, Compte-rendu n°2023305, Institut de l'Elevage, 153 p.
- Grosjean F., Maupetit P., Leuillet M., Tran G., 1998, Les résidus de pesticides dans les matières premières destinées aux aliments pour animaux, journées AFTAA du 20-21 octobre 1998, 15 p.
- Hayes T., Haston K., Tsui M., Hoang A., Haeffle C., Vonk A., April 2003, Atrazine-Induced hermaphroditism at 0.1 ppb in American Leopard Frogs, Environmental Health Perspectives, Number 4, Volume 111, 8p.
- IFEN, 2004, Les pesticides dans les eaux, sixième bilan annuel, données 2002, Etudes et travaux n°42, 32 p.
- Joncour G., 1998, Santé animale et santé de l'homme, colloque Eau Pesticides et Santé, Eau et rivières de Bretagne
- Kammerer M., Basselin O., Lacour A., mai 1999, bulletin des GTV, n°1, La qualité de l'eau d'abreuvement des vaches laitières : une étude sur le terrain en Ille et Vilaine, p 61-70
- Kuang Z., Mc Connell L., Torrents A., Meritt D., Tobash S., Atmospheric deposition of pesticides to an agricultural watershed of Chesapeake bay, Journal of Environmental Quality, 2003.
- Le Gall A., Impact de la suppression éventuelle de la prime au maïs ensilage sur les systèmes laitiers, Institut de l'Elevage, compte-rendu n°2033306, juin 2003, p.22
- Lig'Air, 2002, rapport d'étape : étude de la contamination de l'air par les produits phytosanitaires, 15 p.
- Manceau O., Blondel R., 2000, Des alternatives mécaniques pour le désherbage du maïs, Fourrages, 267-274.
- Ministère de l'Agriculture, de l'alimentation, de la pêche et des affaires rurales, Direction générale de l'alimentation, janvier 2001, Réexamen européen des substances actives existantes - état d'avancement des travaux, 14 p.
- Nabuurs, M.J.A., 1986. Vet. Res. Com., 10, 399-405
- PRC, Pesticide residues committee, 2003, pesticides residues monitoring: third quarter results July-September 2003, p 9, table 3.