

# Les pesticides: la chimie au service de la survie

par D.A. Lindquist\*

Les pesticides sont des produits chimiques qui servent à lutter contre les ravageurs tels qu'insectes, mauvaises herbes, maladies des plantes, nématodes et rongeurs. L'augmentation de leur emploi depuis 1945 a fortement contribué à accroître la production agricole, à protéger le bétail contre des maladies telles que la trypanosomiase et l'homme contre le paludisme et la filariose, à réduire les pertes de céréales en cours de stockage, et d'une façon générale à améliorer la condition humaine. La consommation mondiale annuelle de pesticides dépasse probablement 2 millions de tonnes [1]. La plus grande partie est fabriquée dans les pays industrialisés, et la valeur totale de la production annuelle est supérieure à 10 milliards de dollars des Etats-Unis [2]. La consommation mondiale de pesticides augmente et continuera à augmenter jusqu'à la fin du siècle en même temps que se poursuivra la course entre production alimentaire et population. L'emploi des pesticides soulève toutefois des difficultés.

## Le besoin de pesticides

On a estimé qu'au milieu des années 1960, chaque dollar dépensé en pesticides rapportait environ 4 dollars sous forme de production agricole [3]. Les avantages procurés à la santé publique sont plus difficiles à chiffrer, mais certainement très considérables.

35% des principales récoltes mondiales se perdent paraît-il sur le terrain du fait des ravageurs [4]. Dans certaines régions, les pertes dépassent certainement de beaucoup cette proportion. Des études entreprises au Royaume-Uni ont montré que si l'on n'employait pas de pesticides, la perte sur les récoltes de céréales serait de 24% la première année et qu'elle atteindrait 45% au bout de trois ans sans pesticides [5]. C'est aux pesticides que l'on doit 20% de l'augmentation de la production agricole aux Etats-Unis depuis 1945 [4].

Les cultures sans labour (effectuées avec un minimum de travail du sol) que l'on pratique de plus en plus pour prévenir l'érosion et réduire la consommation d'énergie, exigent une lutte efficace contre les mauvaises herbes. Cette évolution, ainsi que la création de produits très actifs, a entraîné depuis quelques années une augmentation spectaculaire de l'emploi des herbicides, qui va se poursuivre. On utilise dans le monde plus d'herbicides que d'insecticides, mais les pays en développement en utilisent moins que les pays industrialisés. Le prélèvement effectué par les mauvaises herbes sur des ressources limitées en sol, en eau et en éléments nutritifs entraîne parfois d'énormes pertes de récoltes, dans une proportion qui atteint souvent de 50 à 70% [6, 7].

\* M. Lindquist est chef de la Section de l'agrochimie et des résidus à la Division mixte FAO/AIEA.

La lutte contre les mauvaises herbes présente donc une grande importance dans les pays en développement.

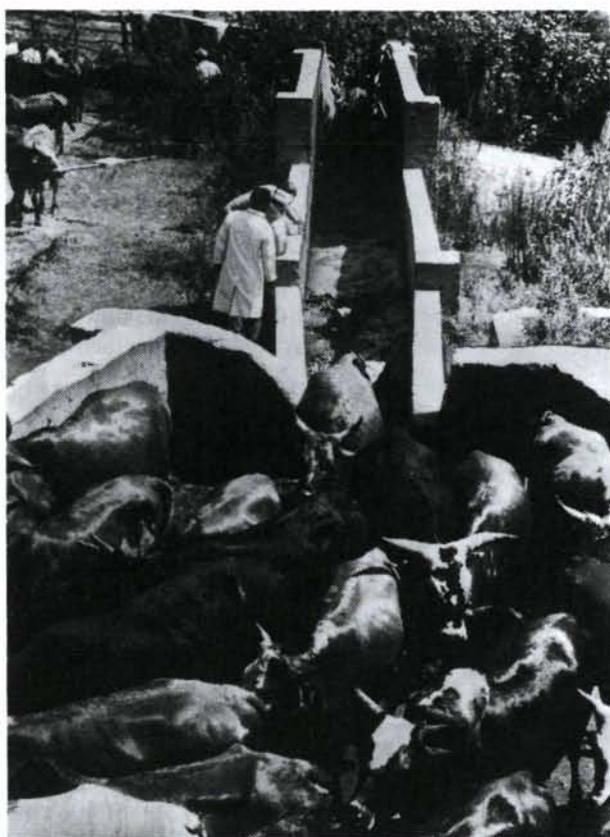
La lutte contre les maladies transmises à l'homme et aux animaux par des vecteurs doit surtout s'attaquer aux insectes, car il existe peu de vaccins [8]. Les insecticides jouent donc un rôle important dans la défense contre le paludisme, la filariose, la dengue et nombre d'autres maladies transmises par des vecteurs.

## Les inconvénients des pesticides et leurs remèdes

Malgré leurs immenses bienfaits, les pesticides ne sont pas sans inconvénients. Nombre de ces produits chimiques sont toxiques à l'égard des organismes vivants et portent atteinte à certains systèmes biochimiques. Comme il y en a de semblables dans tous les organismes vivants, il s'ensuit qu'un produit chimique qui tue une mouche risque aussi de tuer un chien. Il faut donc, non seulement dans l'élaboration d'un produit chimique, mais aussi dans son emploi, tenir compte du fait qu'il peut empoisonner un organisme auquel il n'est pas destiné.

L'emploi répandu et parfois malavisé des pesticides a entraîné l'apparition d'insectes, de maladies des plantes, de mauvaises herbes et de rongeurs qui résistent à certains de ces produits. Il faut donc en créer de nouveaux pour lutter contre ces ravageurs résistants. Or la mise au point d'un pesticide coûte de plus en plus cher (à l'heure actuelle de 15 à 20 millions de dollars par produit pour une période de six à dix ans). Aussi en a-t-on créé moins depuis quelques années [9].

Le risque de la présence de résidus de pesticides dans les produits alimentaires a fait depuis vingt ans l'objet d'une attention particulière. Les pays industrialisés ont créé de nombreux organes de réglementation à ce sujet. Dans nombre de pays en développement, on n'a pas encore défini les quantités de résidus de pesticides acceptables dans les aliments (les tolérances) mais on observe généralement les directives de la FAO et de l'Organisation mondiale de la santé. Les teneurs en pesticides autorisées étant extrêmement faibles, il faut procéder à des analyses très poussées. Dans certains cas, la plante aggrave la toxicité du produit originel, et l'analyse des résidus doit en tenir compte. Certains pesticides sont relativement stables, et comme une grande partie du pesticide employé aboutit fréquemment dans le sol, il peut arriver que ces pesticides s'y accumulent, pour être ensuite entraînés dans les nappes d'eau souterraines, les lacs et les rivières. La bio-accumulation peut parfois prendre des proportions de nature à affecter les oiseaux et les poissons. La bio-accumulation ne se produit normalement que si le pesticide ne réagit pas à l'environnement, mais la plupart des pesticides modernes ne sont pas assez stables pour que ce genre de difficulté se présente.



Passage du bétail dans un bain de solution insecticide pour la lutte contre la tique.

Pour faire des recherches sur le métabolisme, la destination et les résidus d'un pesticide dans un produit alimentaire, il est indispensable de pouvoir mesurer des quantités infinitésimales d'un produit chimique. Les résidus de pesticides se chiffrent d'ordinaire en parties par million (ppm), à savoir le nombre de parts de pesticide pour un million de parts du produit alimentaire. Une ppm, cela représente un centimètre sur un million de centimètres c'est-à-dire dix kilomètres, ou bien une minute sur deux ans, ou bien encore un gramme de beurre sur mille kilos de pain. Pour pouvoir mesurer des quantités aussi faibles on a souvent besoin de produits chimiques radio-marqués, surtout lorsqu'il s'agit de mesurer les transformations de la structure chimique du produit, ses mouvements dans le sol, les plantes ou les animaux, les quantités de pesticides qui traversent les diverses étapes de la fabrication du produit alimentaire, etc.

Les méthodes d'application et la formulation des pesticides font actuellement l'objet de recherches très poussées. Elles portent sur le moyen de faire atteindre au pesticide son objectif avec la plus grande précision possible et de limiter la quantité de pesticide qui manque son but et aboutit dans le sol, dans l'eau ou dans des plantes non visées. La formulation des pesticides appliqués sous ou sur le sol permet d'en prolonger l'efficacité, de réduire les quantités employées et les résidus qui subsistent dans les récoltes protégées.

Les produits alimentaires végétaux et animaux exportés par les pays en développement doivent être

conformes aux normes des pays importateurs, lesquelles stipulent les quantités admissibles de résidus de pesticides. Les pays en développement doivent donc créer et entretenir des organismes de recherche et de réglementation afin de limiter la teneur en résidus de pesticides des produits qu'ils exportent. La recherche exige souvent l'emploi à cet effet de produits chimiques marqués.

### Radioisotopes et pesticides

Pendant la mise au point d'un nouveau pesticide et avant sa commercialisation, les frais de recherche et développement comportent normalement une part consacrée à la synthèse du produit radio-marqué. Ce dernier sert ensuite à l'étude de divers sujets, dont le métabolisme du pesticide dans chacun des végétaux auxquels il est destiné, son métabolisme dans un ruminant, dans les volailles et les œufs, dans le sol (aérobie et anaérobie), peut-être aussi la lixiviation et la sorption dans le sol, l'hydrolyse, la bio-concentration et la photo-dégradation. L'étude du métabolisme permet de déterminer la toxicité des principaux métabolites. On élabore à partir de ces résultats une méthode d'analyse applicable à tous les végétaux auxquels le pesticide est destiné ainsi qu'à la viande, au lait et aux œufs. Dans certains cas, l'étude du métabolisme ouvre la voie à l'essai de nouveaux pesticides. Presque toutes ces recherches sont effectuées par le personnel scientifique des pays industrialisés et portent sur des produits de la zone tempérée. On recherche des solutions à quelques uns des problèmes de pesticides particuliers aux pays en développement avec l'aide de la Section de l'agrochimie et des résidus de la Division mixte FAO/AIEA.

### *La persistance des pesticides dans l'environnement:*

Ce qu'on sait de la persistance des pesticides dans l'environnement est de nos jours dû essentiellement aux recherches effectuées dans les pays industrialisés de la zone tempérée. Or la température, l'humidité et les autres facteurs environnementaux qui agissent sur cette persistance sont entièrement différents dans la plupart des pays en développement. La persistance d'un pesticide exerce une grande influence sur les dispositions qui en réglementent l'usage (par exemple dans le cas du DDT). L'aide aux études sur la persistance des pesticides en pays tropicaux est assurée par un programme de recherche coordonnée sur l'interaction des pesticides dans les sols. Les résultats de ces études, qui ont recours à des pesticides radio-marqués, aideront les pays en développement à établir une réglementation sur l'emploi de certains produits.

*Les résidus inséparables:* Une partie d'un pesticide appliqué au sol ou aux plantes ou l'un des produits de sa dégradation peut se trouver si étroitement lié à la substance du sol ou de la plante qu'il est impossible de l'en extraire au moyen de solvants organiques par les procédés habituels. Un programme de recherche coordonnée a entrepris d'identifier ces résidus inséparables et de déterminer le risque qu'ils pourraient présenter. La seule façon de répondre aux nombreuses questions qui se posent à propos des résidus inséparables est d'avoir recours à des pesticides radio-marqués. L'accumulation de tels résidus dans le sol à la suite

d'applications répétées pourrait entraîner des effets nocifs lorsque ces résidus sont toxiques et lorsque l'adoption d'une culture nouvelle ou d'une nouvelle méthode de récolte en provoque plus tard le dégagement. L'identification des caractères chimiques et physiques de la liaison en cause peut permettre de perfectionner les formules de pesticides.

*Les effets des pesticides sur l'action microbienne:*

Le mécanisme essentiel qui transforme les pesticides en produits chimiques non toxiques dans le sol est la dégradation microbienne. Son rythme et son étendue agissent non seulement sur les résidus mais également sur l'efficacité du pesticide. La plupart des pays en développement sont fort mal renseignés sur la dégradation microbienne des pesticides dans les sols tropicaux. La Division mixte FAO/AIEA appuie les recherches entreprises à ce sujet au moyen de pesticides radio-marqués.

On a besoin d'informations sur la dégradation microbienne des pesticides pour pouvoir établir les méthodes de contrôle et élaborer des formules permettant de prévenir une dégradation rapide. Il y a aussi l'effet important qu'exercent les pesticides sur la microflore du sol, surtout dans la culture intensive qui comporte des applications répétées de produits. Les techniques qui font appel à des substrats radio-marqués rendent de grands services pour l'obtention de ces renseignements. Les travaux en cours dans ce domaine reçoivent l'assistance de la Division mixte FAO/AIEA.

*L'activité systémique:* On donne le nom d'activité systémique à l'absorption et aux mouvements d'un pesticide à l'intérieur d'une plante. C'est l'emploi des pesticides radio-marqués qui permet le mieux de mesurer le taux d'absorption et ces mouvements. L'action des herbicides répandus sur le sol pour lutter contre les mauvaises herbes dépend essentiellement de l'activité systémique. L'emploi d'herbicides radio-marqués permet de mesurer avec précision les mouvements des herbicides dans le sol, ainsi que leur absorption dans la plante et leur déplacement à l'intérieur de cette dernière dans diverses conditions d'environnement, d'humidité et de nutrition de la plante.

*Les résidus de pesticides:* Les pays en développement pratiquent de nombreuses cultures peu fréquentes en pays industrialisés et pour lesquelles on ne possède pas de renseignements sur les résidus. Les autorités chargées de la réglementation dans les pays en développement ont cependant besoin de données d'après lesquelles ils puissent déterminer les tolérances relatives à des cultures et à des pesticides donnés. Certaines de ces données peuvent être extrapolées à partir d'autres recherches mais il est souvent nécessaire de faire des études sur une culture dans les conditions locales au moyen du pesticide spécifique. Il faut par exemple connaître: l'efficacité de l'élimination des pesticides à base d'hydrocarbures chlorés pendant la fabrication de l'huile à partir de graines oléagineuses; l'accumulation des

pesticides dans les poissons des rizières traitées au moyen de divers pesticides; le lessivage d'un insecticide dans les sols tropicaux qui reçoivent de très fortes pluies; les résidus d'insecticides dans la viande et le lait des chèvres et des vaches qu'on traite aux insecticides pour combattre les ravageurs tropicaux; enfin le sort des insecticides administrés aux végétaux consommés crus. Tous ces sujets ont fait, font ou feront l'objet de programmes de recherche coordonnée ou de projets d'assistance technique de la Division mixte FAO/AIEA. Certains de ces problèmes peuvent être résolus en tout ou en partie au moyen de pesticides non-radio-marqués. Toutefois, on a souvent besoin de données précises que seul l'emploi des radio-marqueurs peut permettre d'obtenir.

**Pour avoir plus de nourriture dans un environnement propre**

Les pesticides sont indispensables à l'amélioration de la condition humaine. Le monde continuera à employer de plus en plus de pesticides. Si l'on veut réduire au minimum les inconvénients des pesticides et porter au maximum leur efficacité, il faut faire appel aux pesticides radio-marqués pour étudier le métabolisme, les destinations, les résidus et les formules. En luttant aux moindres frais possibles contre les ravageurs et en épargnant le plus possible les organismes non visés, on améliorera le rendement de la production alimentaire et on sauvegardera l'environnement. La Division mixte FAO/AIEA poursuivra son aide à l'identification, à l'étude et à la solution, en partie au moyen de techniques nucléaires, des problèmes relatifs aux pesticides.

**Références**

- [1] J.F. Copplestone, *A global view of pesticide safety* In: Pesticide Management and Insecticide Resistance, Eds. D.L. Watson and A.W.A. Brown, Academic Press, New York (1977).
- [2] GIFAP Bulletin 6 (2) p.1 (April/May 1980).
- [3] J.C. Headley, *Estimating the productivity of agricultural pesticides* Am.J. Agric. Econ. 50:13 (1968).
- [4] *Biological resources* In: Agricultural Production: Research and Development Strategies for the 1980s, Proc. Conf. Bonn, FRG, 8-12 Oct. 1979, p.38 (1980).
- [5] Royal Commission on Environmental Pollution, Seventh Report: *Agriculture and Pollution*: Chapter 3, Pesticides, HMSO, London, UK (1979).
- [6] P.J. Van Rijn, *Weed control in the tropics* Proc. Symp. Weed Research in Sudan, pp. 68-78 (1979).
- [7] H.M. Ishag, *Weeds: a factor limiting crop production in Sudan* Proc. Symp. Weed Research in Sudan, pp. 9-14 (1979).
- [8] *Pest control: an assessment of present and alternative technologies* Vol. V, Pest control and public health, US National Academy of Sciences, Washington, D.C., pp. 11-17 (1976).
- [9] C.A.I. Goring, *The costs of commercializing pesticides* In: Pesticide management and insecticide resistance, Eds. D.L. Watson and A.W.A. Brown, Academic Press, New York (1977).