

**Zeitschrift:** Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft =  
Bulletin de la Société Entomologique Suisse = Journal of the Swiss  
Entomological Society

**Band:** 63 (1990)

**Heft:** 3-4: Gedenkschrift zum Rücktritt von Prof. Dr. Vittorio Delucchi

**Artikel:** Quels outils pour l'entomologie agricole de demain?

**Autor:** Derron, J.O.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-402420>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 06.10.2024

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Quels outils pour l'entomologie agricole de demain?

J. O. DERRON

Station fédérale de recherches agronomiques de Changins, CH-1260 Nyon

Over the last 30 years the concept of plant protection has developed very rapidly. The significance of the economic threshold as a tool for decision-making has been somewhat overestimated. Very often sampling is too complicated or too tedious. In many cases the risk in the absence of control measures is too high for the farmer. Better information would permit a reduction of pesticides. The economic threshold concept is not applicable in situations involving several pest species or in the case of preventive control as, for example, biological control of the European corn borer by *Trichogramma*. The economic threshold permits pesticide application only if all preventive measures have been taken. The objectives of integrated pest management are not met if treatments are made according to a threshold.

The present more holistic approach of plant protection requires adequate tools and a new methodology. A number of tools such as remote sensing, simulation studies, or sophisticated multivariate data analysis methods already exists. However, the crucial question remains what is to be measured. To find a solution to this problem is the challenge of today's entomologists.

### INTRODUCTION

Le concept de la protection des plantes a connu une évolution rapide durant ces 30 dernières années. Cette période s'ouvre avec l'établissement des bases de la protection intégrée des cultures (STERN *et al.*, 1959) comme réponse à un emploi abusif des pesticides. Après la parution du livre «Printemps silencieux» (CARSON, 1963) qui devait marquer l'opinion publique et aboutir à l'abandon du DDT au début des années 70, une période plus optimiste semble se dessiner. Pourtant en 1990, force est de constater que la situation ne s'est guère améliorée. L'industrie chimique peine à trouver de nouvelles matières actives au moment où les phénomènes de résistance aux pesticides s'accroissent (DEWAR *et al.*, 1988, KNIGHT & NORTON, 1989) et les principes de la protection intégrée ont bien du mal à s'implanter dans la pratique.

Néanmoins, le type d'agriculture en accord avec la nature, revendiqué par la société d'aujourd'hui, sensibilisée aux problèmes de la dégradation de l'environnement, devrait donner un nouvel essor à la protection intégrée. Les entomologistes doivent faire face à cette nouvelle situation avec les moyens modernes appropriés.

### SEUIL DE TOLÉRANCE ET SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil de tolérance constitue la pierre angulaire de la protection intégrée. En 1959, STERN *et al.* (1959) définissent en fait deux seuils. Le premier, dénommé ici «seuil de tolérance» (Economic Injury Level), est la densité minimale d'un organisme nuisible qui provoque un dégât équivalent au coût des mesures de lutte. Le second, dénommé par la suite «seuil d'intervention» (Economic Threshold),

est la densité du ravageur à laquelle les mesures doivent être mises en œuvre afin que le seuil de tolérance ne soit pas dépassé. Malheureusement dans la langue française le terme «seuil de tolérance» s'applique aux deux définitions, entretenant ainsi une certaine confusion. Ces deux seuils sont complémentaires et indissociables, mais ne doivent en aucun cas être confondus.

Le concept du seuil de tolérance a été revu de manière critique au cours de ces 10 dernières années du point de vue des économistes (NORTON, 1982; MUMFORD & NORTON, 1984), du point de vue des phytopathologistes (ZADOKS, 1985) et du point de vue des entomologistes (POSTON *et al.*, 1983; PEDIGO *et al.*, 1986). Il en ressort que l'importance du seuil a été, d'une manière générale, surestimée et que sa valeur en tant qu'outil de décision doit être relativisée.

### *Seuil de tolérance*

La détermination du seuil de tolérance nécessite la connaissance:

- du coût des mesures de contrôle
- de la valeur de la culture
- du type d'action exercé par le ravageur sur la plante
- de la réaction de la plante à cette action

Si les paramètres économiques sont relativement faciles à chiffrer, l'évaluation des effets dommageables d'une population d'insectes sur une population de plantes reste un exercice compliqué. Bien que dans la définition du seuil, ce soit le ravageur qui occupe la place centrale, il est bien évident que d'un point de vue agronomique cette place revient à la plante.

Le ravageur affecte la plante de différentes manières (BOOTE, 1981):

- en l'éliminant (réduction de la densité)
- en détruisant directement (ou en dépréciant) les organes récoltables
- en diminuant la surface photosynthétique
- en réduisant l'efficacité de la photosynthèse
- en prélevant de la sève (assimilats)
- en perturbant l'approvisionnement en eau et en sels minéraux.

La compréhension des interactions entre l'effet du ravageur et le processus de formation du rendement est capitale, en particulier pour les cultures annuelles (BARDNER & FLETSCHER, 1974). La réponse de la plante aux perturbations induites par le ravageur se traduit en général par une baisse de rendement des organes commercialisables, mais en fonction des facteurs édaphiques, de la densité du ravageur et de la vitalité de la plante, les phénomènes de compensation (tolérance) et même de surcompensation ne peuvent être négligés (ROTH, 1989).

### *Seuil d'intervention*

Le seuil d'intervention, bien que découlant du seuil de tolérance, se situe dans le contexte tout différent qui est celui de l'agriculteur et de la prise de décision. Il est essentiellement prévisionnel (ONSTAD, 1987). Il répond à la question: étant donné la densité du ravageur aujourd'hui, le seuil de tolérance sera-t-il dépassé dans un avenir plus ou moins proche? En d'autres termes, faut-il intervenir ou pas? Cette décision se prend sur la base d'un échantillon et sur la connaissance du développement futur de la population du ravageur et de la plante.

A l'origine le seuil a été conçu pour les cas où un seul ravageur est visé et pour lesquels une action curative est possible. Dans les systèmes comportant plusieurs ravageurs simultanément, il devient très difficile de fixer un seuil (HUT-

CHINS *et al.*, 1988). Le seuil est applicable dans la lutte préventive pour autant que la mortalité entre le moment de l'échantillonnage et le moment où interviennent les dégâts soit nulle ou constante. C'est le cas par exemple avec la mouche jaune des chaumes (*Chlorops pumilionis* BJERK.). Le nombre d'œufs échantillonnés au moment de la prise de décision correspond approximativement au nombre de larves qui commettent les dégâts (DERRON & GOY, 1990). Il en va tout autrement lorsque les facteurs de mortalité sont variables et imprévisibles. Dans le cas du puceron du pois (*Acyrtosiphon pisum* HARRIS), une connaissance même parfaite du seuil de tolérance ne suffit pas (fig. 1). En fait, il faudrait comprendre le fonctionnement de toute la biocénose et disposer de prévisions météorologiques sûres pour prendre la bonne décision.

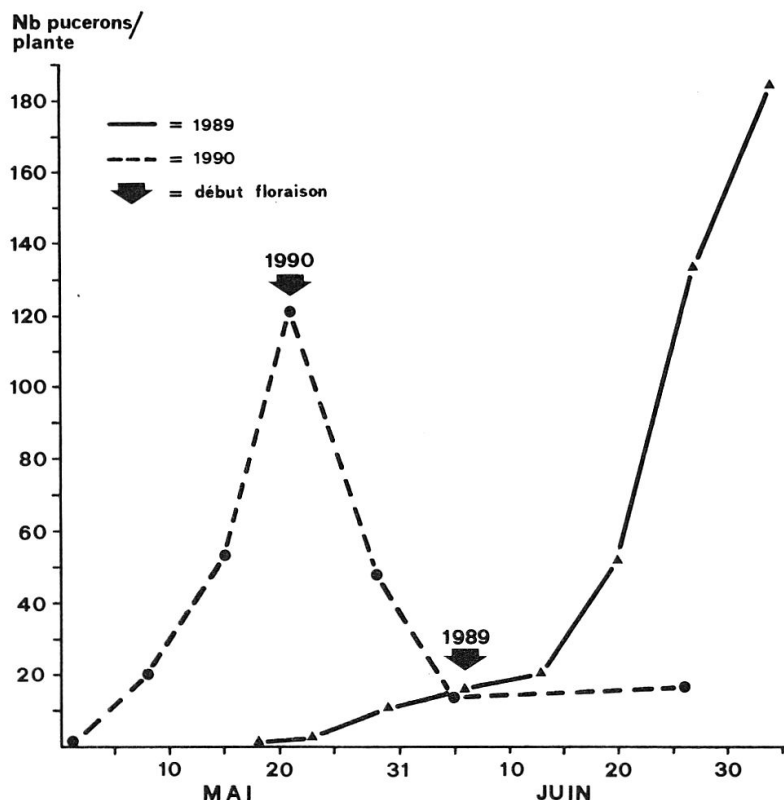


Fig. 1. Evolution des populations de pucerons du pois (*Acyrtosiphon pisum* HARRIS) sur pois protéagineux à Changins en 1989 et 1990. La chute spectaculaire de la population de pucerons au début de la floraison, en 1990, est due à une épidémie provoquée par un champignon entomopathogène (*Erynia neoaphidis* REMAUD. & HENNEB.). L'échantillonnage qui permet de prendre une décision quant à un éventuel traitement apicide doit intervenir au début de la floraison.

L'utilisation du seuil comme outil de décision reste limitée dans la pratique en raison de méthodes d'échantillonnage souvent impraticables, trop compliquées ou trop longues. Il y a conflit entre le souhait des agriculteurs qui réclament des méthodes d'échantillonnage simples et rapides et les exigences de fiabilité de l'estimation. L'incertitude demeure souvent trop grande, malgré le contrôle.

### *Fiabilité du seuil*

La notion d'incertitude (PLANT, 1986) est absente de la plupart des modèles d'aide à la décision basés sur le seuil. C'est le cas par exemple d'EIPRE ou du modèle de prévision des pucerons des céréales (DERRON & FORRER, 1989). Ces modèles admettent implicitement que les paramètres sont connus avec exactitude et fonctionnent avec des valeurs moyennes. En réalité le seuil d'intervention comporte une composante aléatoire, plus ou moins importante, qui dépend de la qualité de l'estimation des paramètres biologiques et de l'échantillonnage d'une part, et de la qualité de la prévision de l'évolution des facteurs climatiques et édaphiques, d'autre part. L'agriculteur est très sensible à la fiabilité du seuil et au risque qui lui est associé. La plupart du temps, il ne cherche pas à maximiser son profit mais plutôt à réduire la variabilité de son revenu (MUMFORD & NORTON, 1984). En cas d'incertitude la tentation de traiter pour assurer le revenu est forte car le rapport entre le coût du traitement et le risque de pertes est en faveur du traitement.

Bien que l'agriculture soit essentiellement un processus écologique, l'agriculteur ne raisonne pas en tant qu'écologiste mais en tant qu'entrepreneur. D'après FEDER (1979), il est prêt à payer pour de l'information permettant de réduire l'incertitude. Puisque les pesticides réduisent l'incertitude, on pourrait substituer cette information aux pesticides. Cette idée séduisante encourage la poursuite de la recherche sur tous les paramètres qui affectent la fiabilité du seuil.

### *Seuil de tolérance et protection intégrée*

Le développement de certaines stratégies de lutte dans le cadre de la protection intégrée est incompatible avec la lutte au seuil. Il en est ainsi par exemple, de la lutte biologique contre la pyrale du maïs. Les trichogrammes doivent être lâchés au début de la ponte et commandés plusieurs mois avant de connaître le niveau de population effectif de la pyrale. Il en va de même avec les régulateurs de croissance (RCI) et les inhibiteurs de croissance (ICI) qui ont avant tout un effet ovicide et qui de ce fait doivent être appliqués préventivement.

La protection intégrée est quelque peu occultée par le seuil de tolérance qui apparaît souvent comme l'arbre qui cache la forêt. Le seuil ne justifie un traitement que si toutes les mesures préventives ont été prises pour éviter le problème (DERRON, 1984), sinon ce n'est qu'un alibi. On ne fait pas de la lutte intégrée parce que l'on traite au seuil. Il ne faut pas confondre protection intégrée et lutte chimique au seuil car cette dernière ne fait que maintenir les problèmes à un niveau supportable, sans jamais s'attaquer aux causes et remettre le système de production en question (DELUCCHI, 1987; 1990).

## LES OUTILS DE DEMAIN

Actuellement on ne peut plus considérer un seul problème (ravageur) à la fois. L'impact de chaque nouvelle technique culturale, de chaque nouvelle méthode de lutte doit être considéré par rapport à l'ensemble de l'agroécosystème. L'idée de considérer l'agriculture comme un processus écologique n'est pas nouvelle et fait son chemin (LOUCKS, 1977; EDENS & KOENIG, 1980; ALTIERI *et al.*, 1983; DIERCKS, 1983; DELUCCHI, 1990). Cette approche plus synthétique (holistique), exige un effort considérable dans la recherche sur les agroécosystèmes, sur la nuisibilité des phytophages et sur les causes de leurs pullulations.

La quantification des processus écologiques est un travail généralement long, donc cher, et fastidieux. L'automatisation de certains contrôles devrait être possible grâce à l'analyse d'image (BIERI & FRITSCHY 1983). L'utilisation du radar pour le dénombrement et même l'identification des pucerons dans l'atmosphère a déjà fait ses preuves (BENT, 1984). La télédétection par satellite fait ses premiers pas dans les applications agronomiques et entomologiques (RILEY, 1989). La possibilité de pouvoir localiser les champs de différentes cultures les uns par rapport aux autres devrait rendre de précieux services aux épidémiologistes dans les prochaines années.

Les techniques de simulation appliquées à des modèles de croissance des plantes, de dynamique de population des insectes et, dans un avenir proche, à des systèmes plus complexes ont un rôle énorme à jouer dans les recherches sur le fonctionnement des agroécosystèmes (BAUMGÄRTNER & GUTIERREZ, 1989). Ces modèles peuvent également servir d'outils d'aide à la décision (COULSON & SAUNDERS, 1987; MCKINION & LEMMON, 1985; MISHOE *et al.*, 1984). Des développements importants sont également possibles au niveau de la conception des logiciels destinés à la simulation des systèmes complexes (mal définis) que l'on rencontre habituellement en écologie (FISCHLIN & ULRICH, 1987).

Sur le plan de l'analyse numérique des données, toute une gamme de techniques récentes, comme la classification et l'ordination entre autre, utilisées par les écologistes (KREBS, 1989; DIGBY & KEMPTON, 1987; JONGMAN *et al.*, 1987; LEGENDRE & LEGENDRE, 1984) ne sont pas encore exploitées par les entomologistes spécialisés dans la protection des végétaux, bien que le champ d'application soit très vaste.

## CONCLUSION

La protection des plantes est à un tournant. Une approche plus globale tend à se substituer à la démarche analytique traditionnelle, sans pour autant que les méthodes soit adaptées. L'impact d'une nouvelle variété, d'un traitement ou de l'introduction d'un engrais vert dans la rotation, sur l'ensemble de l'agroécosystème, ne peut se mesurer simplement dans un schéma expérimental classique. De plus, tout le monde est d'accord que le rendement n'est plus le seul critère d'évaluation. Mais que mesurer: les effets secondaires, l'activité biologique du sol, la diversité des espèces, l'abondance des carabides? Cette question risque d'être cruciale ces prochaines années.

L'agroécologie est née, les outils techniques et mathématiques existent, mais la méthodologie fait encore cruellement défaut. C'est le devoir des entomologistes d'aujourd'hui de combler cette importante lacune.

## RÉSUMÉ

Le concept de la protection des plantes a évolué rapidement durant les 30 dernières années. L'importance du seuil de tolérance comme outil de décision a quelque peu été surestimée. Très souvent, l'échantillonnage est trop compliqué ou trop fastidieux. Dans bien des cas, l'incertitude qui subsiste après le contrôle est encore trop grande, au regard du risque que prend l'agriculteur. Il serait possible de diminuer les pesticides avec une meilleure information. Le seuil ne fonctionne pas dans les cas où plusieurs ravageurs sont en cause ou dans les cas de lutte préventive, comme par exemple la lutte biologique contre la pyrale du maïs avec les trichogrammes. Le dépassement du seuil de tolérance ne justifie un traitement que si toutes les mesures préventives ont été prises. On ne fait pas de la protection intégrée parce que l'on traite au seuil.

L'approche plus globale des problèmes de la protection des plantes qui prédomine actuellement, exige des outils adaptés et une nouvelle méthodologie. Un certain nombre d'outils performants, tels que la télédétection, les techniques de simulation ou d'analyse numérique multivariée sophistiquées, existent déjà. La question cruciale est: que mesurer? La méthodologie pour répondre à cette question fait cruellement défaut. C'est le devoir des entomologistes d'aujourd'hui de combler cette lacune.

## BIBLIOGRAPHIE

- ALTIERI, M. A., MARTIN, P. B. & LEWIS, W. J. 1983. A quest for ecologically based pest management systems. *Environ. Management*, 7: 91–100.
- BARDNER, R. & FLETSCHER, K. R. 1974. Insect infestations and their effect on growth and yield of field crops: a review. *Bull. ent. Res.*, 64: 141–160.
- BAUMGÄRTNER, J. & GUTIERREZ, A. P. 1989. Simulation techniques applied to crops and pest models. In: CAVALLO, R. & DELUCCHI, V. (eds). Parasitism 88, Proceedings of a Scientific Congress, Barcelona, October 1988, 549 pp. *Bol. Sanidad Veget.*, 17: 175–214.
- BENT, G. A. 1984. Developments in detection of airborne aphids with radar. *Proceedings British Crop Protection Conference – Pest and diseases. Brighton, 1984*, pp. 665–674.
- BIERI, M. & FRITSCHY, A. 1983. Quantitative Erfassung von Arthropodenpopulationen mit Hilfe elektronischer Bildverarbeitung. *Mitt. Schweiz. Ent. Ges.*, 56: 361–383.
- BOOTE, K. J. 1981. *Concepts for modelling crop response to pest damage*. ASAE pap. 81–4007. St Joseph, MI. Am. Soc. Agric. Eng., 24 pp.
- CARSON, R. 1963. *Printemps silencieux*. Plon, Paris, 283 pp.
- COULSON, R. N. & SAUNDERS, R. C. 1987. Computer-assisted decision-making as applied to entomology. *Ann. Rev. Entomol.*, 32: 415–437.
- DELUCCHI, V. 1987. La protection intégrée des cultures, 7–22. In: DELUCCHI, V. (ed) *Integrated pest management, Quo Vadis? Parasitism 86*. Proceedings of a symposium, Geneva, December 1986, 411 pp.
- DELUCCHI, V. 1990. Phytomedizinische Visionen. (Abschiedsvorlesung, 28.5.90) *Bull. ETH Zürich*, Nr. 229: 3–6.
- DERRON, J. O. 1984. Seuil de tolérance et techniques intensives. *Rev. suisse Agric.*, 16: 59–63.
- DERRON, J. O. & FORRER, H.-R. 1989. Opportunité des traitements contre les pucerons des céréales: un programme d'aide à la décision sur Vidéotex. *Rev. suisse Agric.*, 21: 133–136.
- DERRON, J. O. & GOY, G. 1990. La mouche jaune des chaumes *Chlorops pumilionis* (BJERK.): biologie, nuisibilité, moyens de lutte. *Rev. suisse Agric.*, 22: 101–105.
- DEWAR, A., DEVONSHIRE, A. & FRENCH-CONSTANT, R. 1988. The rise of the resistant aphid. – *British Sugar Beet Review*, 56: 40–43.
- DIERCKS, R. 1983. *Alternativen im Landbau*. Ulmer, Stuttgart, 379 pp.
- DIGBY, P. G. N. & KEMPTON, R. A. 1987. *Multivariate analysis of ecological communities*. Chapman and Hall, London, 206 pp.
- EDENS, T. C. & KOENIG, H. E. 1980. Agroecosystem management in a resource-limited world. *Bio Science*, 30: 697–702.
- FEDER, G. 1979. Pesticides, information, and pest management under uncertainty. *Amer. J. Agr. Econ.*, 61: 97–103.
- FISCHLIN, A. & ULRICH, M. 1987. Interaktive Simulation schlecht definierter Systeme auf modernen Arbeitsplatzrechnern – die Modula-2 Simulationssoftware ModelWorks. *Proceedings, Treffen des GI/ASIM-Arbeitskreise, Simulation in Biologie und Medizin, February 1987*, Vieweg, Braunschweig, pp. 1–9.
- HUTCHINS, S. H., HIGLEY, L. G. & PEDIGO, P. 1988. Injury equivalency as a basis for developing multiple-species economic injury levels. *J. Econ. Entomol.*, 81: 1–8.
- JONGMAN, R. H. G., TER BRAAK, C. J. F. & VAN TONGEREN, O. F. R. 1987. *Data analysis in community and landscape ecology*. Pudoc, Wageningen, 299 pp.
- KNIGHT, A. L. & NORTON, G. W. 1989. Economics of agricultural pesticide resistance in arthropods. *Ann. Rev. Entomol.*, 34: 293–313.
- KREBS, C. J. 1989. *Ecological methodology*. Harper & Row, New York, 654 pp.
- LEGENDRE, L. & LEGENDRE, P. 1984. *Ecologie numérique*. Vol 1, *Le traitement multiple des données écologiques*, 260 pp. Vol. 2, *La structure des données écologiques*, 335 pp., Masson, Paris.
- LOUCKS, O. L. 1977. Emergence of research on agro-ecosystems. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 8: 173–192.
- MCKINION, J. M. & LEMMON, H. E. 1985. Expert systems for agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, 1: 31–40.

- MISHOE, J. W., JONES, J. W., SWANEY, D. P. & WILKERSON, G. G. 1984. Using crop and pest models for management applications. *Agricult. Systems*, 15: 153–170.
- MUMFORD, J. D. & NORTON, G. A. 1984. Economics of decision making in pest management. *Ann. Rev. Entomol.*, 29: 157–174.
- NORTON, G. A. 1982. A decision-analysis approach to integrated pest control. *Crop Protection*, 1: 147–164.
- ONSTAD, D. W. 1987. Calculation of economic-injury levels and economic thresholds for pest management. *J. Econ. Entomol.*, 80: 297–303.
- PEDIGO, L. P., HUTCHINS, S. H. & HIGLEY, L. G. 1986. Economic injury levels in theory and practice. *Ann. Rev. Entomol.*, 31: 341–368.
- PLANT, R. E. 1986. Uncertainty and the economic threshold. *J. Econ. Entomol.*, 79: 1–6.
- POSTON, F. L., PEDIGO, L. P. & WELCH, S. M. 1983. Economic injury levels: reality and practicality. *Bull. Entomol. Soc. Am.*, 29: 49–53.
- RILEY, J. R. 1989. Remote sensing in entomology. *Ann. Rev. Entomol.*, 34: 247–271.
- ROTH, O. 1989. *Die Beeinflussung des Ertrages von Drescherbsen durch Erbsenblattläuse untersucht anhand eines Regressions- und eines Simulationsmodelles*. Diss. ETH Zürich, No. 8911. 180 pp.
- STERN, V. M., SMITH, R. F., VAN DEN BOSCH, R. & HAGEN, K. S. 1959. The integrated control concept. *Hilgardia*, 29: 81–101.
- ZADOKS, J. C. 1985. On the conceptual basis of crop loss assessment: the threshold theory. *Ann. Rev. Phytopathol.*, 23: 455–473.



