

Problèmes de la lutte chimique au Sahara algérien: cas des acridicides

Mohamed Didi OULD EL HADJ, BOUZIANE Nawel, MINAMI Abdi et OULD EL HADJ-KHELIL Aminata

Laboratoire Protection des Ecosystèmes en zones Arides et Semi-Arides
Université Kasdi Merbah-Ouargla, BP 511 Ouargla 30000 Algérie)

Résumé-Au Sahara *Schistocerca gregaria* (Forskal 1775), pose d'énormes problèmes économiques et jusqu'ici il n'a été possible de le combattre efficacement que par des pulvérisations intenses de substances chimiques. Le Sahara algérien a été très souvent le théâtre de cette lutte, au cours d'invasion acridienne ou durant la lutte préventive. Les applications répétées anarchiques et à grande échelle dans les oasis au cours d'une invasion acridienne massive, soulèvent des inquiétudes et à laisser apparaître leurs effets sur l'environnement saharien et la santé. L'effet des acridicides organophosphorés, organochloré, les carbamates ou les pyréthrénoïdes de synthèse sur les vertébrés et les invertébrés est nettement perceptible au cours d'une lutte chimique en palmeraie, biotope marqué par l'activité de l'homme. Des effets négatifs après une campagne de lutte, sont notés sur toutes les catégories d'organismes non visés y compris des familles comprenant la faune utile naturelle du palmier dattier. Il a été constaté sur terrain l'action phytotoxique de certaines classes d'insecticides sur la physiologie du palmier, perceptible sur la qualité morphologique de la datt qui prend un aspect crénelé. De plus les dattes fixent fortement ces produits dangereux pour la consommation humaine. Les zones d'épandage de ces produits se caractérisent par des sols sablonneux. Dans ces solum vu les pores d'un trop grand diamètre, les eaux de ruissellement polluées par les acridicides ne sont pas retenues dans les couches superficielles mais s'infiltrent et gagnent les couches profondes. La composition des eaux profondes dépend de la qualité physico-chimique de ces eaux; une telle qualité que l'on retrouve dans la nappe.

Mots clés: Sahara, palmier, acridien, acridicide, eau souterraine, lutte chimique.

Issues of chemical control in the Algerian Sahara: case of acaricides

Abstract-In the Sahara *Schistocerca gregaria* (Forskal 1775), poses enormous economic problems and so far it has not been possible to fight effectively with any methode other than intense chemical spraying. The Algerian Sahara has been the scene of this struggle over locust invasion or during the preventive control. Repeated random applications at a large scale in the oasis during the course of an invasion frequently raise concern and revealed an evident impact on the Saharan environment and inhabitants' health. The effects of certain types of acaricides including organophosphates, organochlorines, cabamates or synthetic pyrethroids on vertebrates and invertebrates is clearly visible during chemical control measures in palmaries, biotope marked with human activity. After a campaign, adverse effects are noticed on all categories of non-targeted organisms including those useful for the natural wildlife of date palms. Furthermore, the phytotoxic action of certain classes of insecticides on the physiology of date palms was noted, impacting on the morphological quality of dates which appear crenellated. In addition, these toxic substances adhere to dates which may be destined for human consumption. The zones subjected to these substances are characterized by sandy soils, with the solum showing extensively wide diameters. As such, polluted streaming water is not retained in the superficial layers and can easily infiltrates into deeper layers. The composition of deep water depends on the physicochemical properties of these waters,

Keywords: Sahara, palm tree, locust, acaricides, groundwater, chemical control.

Introduction

Il n'y a pratiquement aucun groupe d'animaux, que celui des acridiens qui de tout temps ait été associé à l'homme à l'imagination des évènements catastrophiques destructeurs fatalement inévitables [1]. Jusqu'au début de ce siècle, il n'y avait pratiquement rien de changer, quand à l'impuissance à l'égard de la présence massive des criquets grégariaptes, qui s'accompagnent le plus souvent d'une disette non seulement régionale mais encore beaucoup plus large, de misère, d'exode et de nombreux morts. Parmi les locustes *Schistocerca gregaria* célèbre dans les faits et dans les fables, depuis les temps les plus anciens, a toujours menacé l'Afrique et l'Asie [2]. Les

invasions de ce Caelifère peuvent couvrir une vaste superficie de 29 millions de kilomètres carrés, en touchant des collectivités agricoles de 57 pays d'Afrique et d'Asie [3]. Quatre facteurs donnent à cet acridien une importance particulière: sa grande mobilité, la fréquence élevée de ses invasions, sa voracité et sa polyphagie en phase grégaire [4].

L'Algérie est l'un des pays les plus menacés par le fléau acridien. Elle offre des conditions si favorables au développement de cet insecte qu'elle a été considérée par (1929) comme étant leur terre d'élection [5]. Au Sahara, le criquet du désert pose d'énormes problèmes. Certes, l'histoire nous a laissé le souvenir des invasions et des dégâts de la sauterelle pèlerine, subit par l'agriculture saharienne. Le remède à envisager, a une telle calamité à court terme contre ce terrible péril acridien reste encore l'épandage de pesticides. A la veille du troisième millénaire, le souci de plus en plus marqué de préserver l'environnement saharien a projeté au premier plan les risques de pollution chimique et son impact sur la faune utile et nuisible du milieu saharien, ses conséquences sur le végétal et les populations. Face à ce constat et sachant que le Sahara est un milieu très fragile, il s'avère important de noter les conséquences d'une lutte chimique à base d'insecticide à large spectre sur cet écosystème aride.

Le Sahara en relation avec son écosystème faunistique et floristique: cas de la palmeraie

Si le mot désert signifie absence de vie, il ne faut pas croire pour autant qu'au Sahara, flore, faune et population soient réduites à néant. Ce qui caractérise avant tout, la vie au désert, c'est moins son absence que son extrême irrégularité. Les conditions arides, si elles étaient homogènes, excluent pratiquement toute vie sur toute la surface du Sahara. Pour de nombreuses raisons locales, elles peuvent s'atténuer. Les êtres vivants disposent ainsi de stations plus favorables qui leur servent d'abri. Ces microclimats sont dus tantôt au relief tels que les trous de rochers, des surplombs, des talwegs, tantôt à la végétation. C'est ainsi que la température de l'air est inférieure de plusieurs degrés à l'intérieur d'un buisson par rapport à l'air ambiant [6]. La température du sol à l'ombre du même buisson peut être de 10 à 12° plus faible que les points exposés au soleil. Après une pluie ou une rosée, le sol se maintient humide beaucoup plus longtemps dans les parties qui sont abritées par des arbres et des arbustes [7]. Une palmeraie dense constitue un mésoclimat sous-jacent où la luminosité, la turbulence des vents et l'évaporation sont considérablement réduites par rapport à une palmeraie à plantation régulière et à recouvrement partiel. La végétation de ces lieux permet des conditions de vie différentes du milieu ambiant saharien.

L'agriculture d'oasis a traditionnellement constitué le support des implantations humaines au Sahara. L'oasis peut se définir comme un espace cultivé dans un milieu désertique fortement marqué par l'aridité [8]. Elle constitue un écosystème dans lequel l'artificialisation du milieu naturel est très grande. Le palmier dattier est à la base de cette mise en valeur, l'irrigation étant l'autre élément fondamental. De ce fait, on peut même penser que sans le palmier dattier aucune production agricole ne serait possible et qu'en conséquence aucune vie humaine ne pourrait se maintenir au Sahara [9]. Car l'adaptation animale est toujours moins parfaite que l'adaptation végétale au milieu saharien. A la différence des plantes, les animaux du moins les plus mobiles, peuvent se déplacer en direction des régions momentanément plus clémentes, plus arrosées et plus riches en substances alimentaires. Beaucoup d'animaux vivant dans les déserts, sont originaires des zones voisines et ne font que passer. Ceux qui sont condamnés à rester au Sahara doivent présenter des adaptations pour résister aux conditions difficiles du milieu [10, 11, 12]. D'après VIAL et VIAL (1974), il n'existe pas au Sahara de vertébrés étroitement adaptés à la vie souterraine comme la taupe des régions tempérées. Mais de nombreuses espèces sont terricoles [7]. La végétation des palmeraies, permet des conditions de vie différentes du milieu ambiant saharien. La faune y trouve généralement une température et une humidité différente des alternances de plages d'ombre et de soleil et un abri contre le vent. Ce biotope marqué par l'activité humaine, frappe d'abord par la présence d'espèces qui, traditionnellement accompagnent

l'homme, ne subsistent souvent que grâce à lui. Le peuplement des palmeraies n'a rien d'original. Il s'y trouve moins d'insectes phytophages que dans un lit d'oued. Il faut noter que la rareté et la dispersion des ressources alimentaires constituent, avec leurs fluctuations temporaires, un important élément de la biologie désertique. Les animaux ont su exploiter au maximum les multiples possibilités offertes par certains habitats. Nombre d'entre eux doivent à la permanence des microclimats de type oasien d'avoir pu se maintenir au Sahara. DOUMANDJI-MITICHE (1999) note que la palmeraie est un biotope à la fois diversifié par la richesse de sa flore et de sa faune et fragilisée par les agressions du milieu extérieur rude [13].

Bilan et conséquence d'une organisation de lutte au Sahara

Au Sahara les criquets posent d'énormes problèmes (photo 1), et jusqu'ici, il n'a été possible de les combattre efficacement que par des pulvérisations intensives de pesticides chimiques qui pour l'instant, sont le seul recours possible en cas d'infestation grave. Leurs applications répétées, anarchiques et à grande échelle, ont des incidences sur l'environnement saharien pouvant être graves. Les effets toxiques qui résultent des substances elles mêmes, et leurs produits de dégradation ou de leurs impuretés peuvent se manifester dans différentes conditions. Le pesticide le plus efficace, le dieldrine, est interdit dans la plupart des pays [14], fut jadis utilisée dans cette bande aride.



Photo 1- Dégâts du criquet pèlerin en palmeraie (Exploitation agricole ex-ITAS) [15]

Le Sahara algérien dans son ensemble fait partie de l'aire d'invasion du criquet du désert et abrite des aires grégarigènes de cet insecte dévastateur. Lors de l'invasion de 1987-1988, l'Algérie, en plus de ces moyens matériels, mobilise 40 millions de dollars pour couvrir les frais organisationnels, l'acquisition de pesticides (4.500.000 litres de pesticides achetés entre 1987-1988); l'affrètement d'aéronefs (45 avions et hélicoptères ont été mis en opération pendant les périodes de pointe et de protection des utilisateurs). Ainsi 2000 personnes environ (technicien et

personnel de soutien) ont participé d'une manière active aux opérations de lutte. La superficie traitée à l'époque en Algérie a été de 2.200.000 ha dont les 90% des surfaces traitées sont localisées dans le Sahara (oued, palmeraie et périmètres irrigués) [16]. Durant cette période, il a été constaté après la campagne de lutte antiacridienne, l'effet de certains acridicides en palmeraie, les oiseaux et les invertébrés. Des effets négatifs des produits ont été observés sur toutes les catégories d'organismes, y compris des familles comprenant des ennemis naturels des acridiens mais aussi des auxiliaires du palmier dattier. En plus l'empoisonnement des écosystèmes naturels et des eaux souterraines par les résidus de ces produits, il y a risque d'apparition d'espèce résistante. Vu qu'il a été démontré que les acridiens ont la capacité d'élaborer des mécanismes de résistance à ces produits [17]. Ceci conduit à une dégradation parfois irréversible du milieu oasien, suite aux acridicides à large spectre. La phytotoxicité et l'accumulation des résidus toxiques au niveau des produits destinés à la consommation ont fait leur apparition [18]. Des effets de ces acridicides ont été perceptibles sur le palmier dattier qui réagit mal à cet arsenal chimique par la production de dattes d'aspect crénelé. En plus, les dattes fixent fortement ces produits dangereux pour la consommation humaine et pour l'environnement.

De même en 1995, malgré le déficit pluviométrique notable dans tout le Sahara, dans la wilaya d'Adrar, on a assisté à des fortes concentrations de *S. gregaria*. Ces pullulations ont lieu dans les zones de mise en valeur de Stah Azzi, Reggane, Aoulef, Tsabit, Baâmar, Mriguen et Aougrout. L'endroit le plus infesté dans cette région était la zone de Zaouiet Kounta (plateau de Stah Azzi). Cette partie englobait 45 pivots de céréales; elle représente à elle seule 60% des surfaces de cultures maraîchères de plein champ et plasticulture de la wilaya. Les palmeraies aux alentours ont connu les attaques de ce locuste. Au cours de la lutte purement chimique dans cette zone aride, qui dura 5 mois, allant du 17 Février au 11 Juillet 1995, plus de 10.550 ha ont été traités [19]. Les acridicides utilisés durant cette campagne de lutte sont le malathion et le diazinon. Cependant la plupart des pesticides modernes de substitution sont beaucoup moins toxiques et sont pour cela appliqués plus fréquemment dans les traitements de couverture. Bien qu'ils soient moins toxiques que la dieldrine, leurs incidences sur l'environnement peuvent être plus graves [20]. En plus de son aspect polluant, la lutte chimique est trop coûteuse comme en témoignent les dépenses.

De Mars à Mai 2004 et Octobre à Mars 2005, dans la région de Ouargla le bilan matériel de ces deux campagnes de lutte antiacridienne se compose de 1166 pulvérisateurs motorisés à dos, 600 pulvérisateurs manuels à dos, 12 véhicules tous-terrains, 5 hélicoptères, 8 camions équipés par des appareils de pulvérisation, 52 citernes de 3000 litres tractés aménagés. Durant cette période plus de 102.876 ha ont été infestés par le criquet du désert, dont 87% des superficies ont été traitées [15]. L'acridicide miracle durant cette période de lutte chimique intense est une solution huileuse largement utilisée en lutte antiacridienne sous l'appellation d'alphytrine. Il est de la famille des pyréthrinoïdes de synthèse ayant pour matière active le deltaméthrine à concentration 25 g/l.

OULD EL HADJ (2003) à la recherche de l'impact du traitement d'un acridicide sur l'entomofaune associée en palmeraie dans la cuvette de Ouargla (nord-est Sahara septentrional algérien), rapportent que l'usage du Dursban 240, a décimé indistinctement l'entomofaune utile et nuisible du palmier dattier. Sur les 33 espèces identifiées, 69,7 % sont tuées; 23,1% n'ont pas été retrouvées ni mortes, ni vivantes; 9,1% ont manifesté une résistance physique vis à vis de l'acridicide. Ce sont *Parlatoria blanchardi*, *Ectomyeloides ceratoniae* et *Apate monachus*, considérés comme les principaux ravageurs du palmier dattier. Le cas le plus spectaculaire est observé pour la cochenille blanche du palmier dattier. L'acridicide a décimé toutes les larves mobiles alors que celles fixées et les adultes se trouvant protégé par les boucliers sont demeurées vivants quelle que soit la dose appliquée. L'équilibre biologique de cet écosystème est rompu [21].

MAUJOUR (1988) rapporte que malgré le progrès prodigieux réalisé dans cette entreprise gigantesque les données accumulées sur les derniers cycles d'invasions particulièrement celles ayant trait à l'importance des essaims et à l'envergure de leurs déplacements ont montré clairement qu'il est pratiquement impossible d'arrêter une invasion lorsqu'elle atteint une certaine ampleur: la lutte chimique entreprise à ce stade avancé du développement de l'invasion ne fait que limiter les dégâts sans pour autant parvenir à la juguler. La solution du problème acridien ne se situe donc plus dans l'emploi des grands moyens, elle réside plutôt dans l'utilisation judicieuse des connaissances acquises dans le domaine de la bio-écologie de l'insecte [22].

Au Sahara pour les campagnes antiacridiennes on s'est servi de quantités de pesticides sans précédentes, dont la plupart étaient interdites. Notons que la plupart du temps la palmeraie est le théâtre d'une intense lutte; là où la lutte chimique est inacceptable. Au cours d'une invasion acridienne de grande envergure surtout en milieu saharien, à la recherche d'un traitement de choc et radical même les pesticides interdits dans la plupart des pays sont utilisés d'une manière anarchique (photos 2 et 3).



Photo 2- Résultat d'un traitement au Sahara (Région de Ouargla) [15]



Photo 3- Résultat d'un traitement au Sahara (Région de Ouargla) [15]

Conséquences et devenir des acridicides

La lutte chimique massive pratiquée jadis, soulève des réserves à propos de certains de ses aspects touchant à son coût, à sa nocivité vis-à-vis de l'homme, des animaux et de l'environnement. Il n'est plus permis de déverser, sur de vastes régions infestées, des quantités de produits chimiques aussi importantes que celles employées dans les campagnes antérieures [22]. Les effets résultant de pollution chronique n'apparaissent qu'à très long terme, les causes de nuisance ne sont pas faciles à mettre en évidence, et les effets sont constatés à posteriori; lorsqu'ils ne peuvent plus être évités. C'est pourquoi il est souhaitable de prévoir les effets des pesticides avant de les utiliser et d'évaluer les risques susceptibles de concerner l'homme et son environnement [23]. Selon les mêmes auteurs, la prévision de l'écotoxicité d'un pesticide est un

problème difficile à résoudre du fait de la complexité des mécanismes en cause et de la multiplicité des organismes concernés. Les acridicides sont en effet systématiquement tous présumés néfastes puisque la totalité contient des substances actives classées au code de la santé publique comme substances vénéneuses dites toxiques et nocives. Les produits toxiques diffusés volontairement ou non, ont un devenir qu'il importe de connaître puis de surveiller avec soin. La pollution des écosystèmes naturels par un produit toxique peu biodégradable se traduit, à plus ou moins long terme, par une série de phénomènes écotoxicologiques, souvent très complexes. Une utilisation irrationnelle de pesticides peut avoir un impact négatif sur l'homme et sur l'environnement. Il peut arriver selon ANONYME (1993), une dégradation du pesticide dans le sol en métabolites encore plus dangereux, sous l'effet de la chaleur. De même il arrive un lessivage du pesticide suivi de la contamination de la nappe phréatique [24]. Les zones d'épandage des acridicides se caractérisent par des sols sablonneux. Dans ces sols vu les pores d'un trop grand diamètre, les eaux de ruissellement polluées par les pesticides ne sont pas retenues dans les couches superficielles mais s'infiltrent et gagnent les couches profondes. Ainsi la composition des eaux profondes dépend de la qualité physico-chimique de ces eaux; une telle qualité que l'on retrouve, dans la nappe phréatique. Il peut arriver aussi que les acridicides présentent un effet négatif sur les organismes tels que les oiseaux, les mammifères sauvages ou domestiques. Pour JOUAN (1980) deux types de risques se présentent alors que l'on peut rattacher dans un langage courant [25]:

- Risque écologique: effet sur la faune et la flore
- Risque toxicologique: risque pour l'homme.

Le problème est complexe, car le plus souvent nous ne disposons qu'aucune connaissance concernant l'évolution d'un acridicide, son métabolisme, ses possibilités de bioaccumulation ou de biomagnification et les phénomènes de synergie résultant de la présence simultanée d'autres substances ou des conditions du milieu aride. Cependant, l'arsenal chimique utilisé en lutte antiacridienne est très diversifié. Il se compose de produits organo-chlorés (dieldrine, lidane, alderine, texaphène, HCH, etc.); de produits organo-phosphorés (fenitrothion, malathion, diazinon, parathion, chlorpyrifos-éthyle); des carbamates (propraxur, carbaryl, bendiocarbe, etc.); des pyréthrinoides de synthèse (delmethrine, cyperméthrine, paraméthrine, decaméthrine, fendalenate, etc.); des régulateurs de croissance (telfubenzuron, diffubenzuron).

Conclusion

Cet exposé n'aurait pas atteint son but s'il n'avait pas fait sentir comme nous l'espérons que la régulation des acridicides est une action en perpétuelle évolution. D'après la définition donnée à Stockholm à la conférence de l'ONU, sur l'environnement, la pollution n'existe que lorsque la santé de l'homme, son bien-être et ses ressources sont en danger ou susceptible d'être en danger. C'est le cas des acridicides au Sahara.

Références bibliographiques

- [1] KARA Z., 1997- Etude de quelques aspects écologiques et régimes alimentaire de *Schistocerca gregaria* (Forskäl, 1775) (Orthoptera, Cyrtacantacridinae) dans la région d'Adar et en conditions contrôlées. Thèse Magister, INA, El Harrach, 182 p.
- [2] PARQUIER M., 1942- Prévision et période d'invasion de la sauterelle pèlerine en Afrique du Nord. Les difficultés de la lutte au siècle dernier. Bull. soc. Agr., Algérie: 1-20.
- [3] RAINA S. K., 1991- Elaboration d'une stratégie de lutte contre le criquet pèlerin, *Schistocerca gregaria*. Ed. Cab International, Royaume Uni: 54-55.
- [4] POPOV G. B., LAUNOIS-LUONG M. H. et VAN DER WELL J.-J., 1990- Les oothèques des criquets du Sahel. Ed. Prifas, "Coll. Acrid. opér.", (7): 153 p.
- [5] PARQUIER M. et DELASSUS M., 1929- Lutte contre les sauterelles en Algérie. Direction de l'agriculture, du commerce et de colonisation, Alger, 94 p.

- [6] DREUX P., 1980 - Précis d'écologie. Ed. Presses univ. France, Paris, 231 p.
- [7] VIAL Y. et VIAL M., 1974- Le Sahara milieu vivant. Ed. Hatier, Paris, 223 p.
- [8] COTE M., 1992- Espoir et menace sur le Sahara: les formes récentes de mise en valeur agricole. 8^{ème} session, du 11 au 20 Avril, Ghardaïa, 17 p.
- [9] VILARDEBO A., 1975- Enquête-diagnostic sur les problèmes phytosanitaires entomologiques dans les palmeraies de dattier du Sud-Est algérien. Bull. soc. Agr., Algérie, vol. 1 (3): 1-27.
- [10] GAUTIER F., 1929- Le Sahara. Ed. Payot, Paris, 232 p.
- [11] MONOD T., 1973- Les déserts. Ed. Horizons, Paris, 247 p.
- [12] MONOD T., 1992- Du désert. Sécheresse, (3): 7-24.
- [13] DOUMANDJI-MITICHE B., 1999- La lutte biologique en palmeraies algérienne contre quelques déprédateurs. Recueil des résumés, II^{èmes} journées scientifiques sur l'agriculture saharienne, Touggourt, les 11, 12 et 13 Octobre: 16-17.
- [14] BRADER L. H. DJIBO H., FAYE F. G, GHAOUT S., LAZAR M., LUZIETOSO P. N. et OULD BABAH M. A., 2006- Evaluation multilatérale de la campagne 2003- 2005 contre le Criquet pèlerin. Ed. FAOUN, Rome, 101 p.
- [15] BOUZIANE N., 2005- Problème acridien actuel dans la région de Ouargla- Bilan et perspectives. Mém. Ing., Université Kasdi Merbah, Ouargla, 117 p.
- [16] INPV, 1999- Index des produits phytosanitaires. Ed. INPV, El Harrach, 144 p.
- [17] CODERNE D., 1992- La lutte biologique: toile de fond de la situation. Ed. Gaëtan Morin éditeurs, Montréal: 3-16.
- [18] DRIDI B., 1999- Lutte contre le ver de la datte *Ectomyolis ceratonia* Zeller (Lepidoptera, Pyralidae) par l'utilisation de la technique des insectes stériles (TIS), 1^{ère} application dans la wilaya de Biskra. Atelier sur la faune utile et nuisible du palmier dattier et de la datte; Ouargla les 22 et 23 Février: 11-15.
- [19] OULD EL HADJ M. D., 2002- Les nouvelles formes de mise en valeur dans le Sahara algérien et le problème acridien. Sécheresse, Vol. 13 (1): 37-42.
- [20] SAIZONOU N. J., 2000- *Lubilosa* et lutte biologique contre les acridiens. Agriculture, hors série, (1): 3-17.
- [21] OULD EL HADJ M. D., TANKARI DANBADJO A. et HALOUANE F., 2003 - Etude comparative de la toxicité de trois substances acridifuges sur les larves du cinquième stade et sur les adultes de *Schistocerca gregaria* (Forskäl, 1775) (Orthoptera, Cyrtacanthacridinae). Rev. Courrier du savoir, Univ. Mohamed Khider, Biskra, (3): 47-51.
- [22] MAHJOUB N., 1988- Le problème du criquet pèlerin et les perspectives de sa solution. Sahel PV INFO, 7: 8-11.
- [23] CABRIDENCE R., COURILINKOV I. et de LAVAUR E., 1980- Evaluation au stade laboratoire des risques toxiques résultant des pesticides. Cahier de nutrition et de diététique, France, 4: 69-74.
- [24] ANONYME, 1993- Lutte contre le criquet pèlerin par les techniques existantes, évaluation des stratégies. Compte rendu du séminaire de Wageningen, Pays Bas, 140 p.
- [25] JOUAN Y., 1980- Effets des pesticides sur les chaînes trophiques. Cahier de nutrition et de diététique, Paris, 4: 47-54.