



HAL
open science

Le point sur certains ravageurs du cèdre de l'Atlas en Afrique du nord, en France et en Europe.

J.P. Fabre, M. Mouna, P. Du Merle, S. Benhalima

► **To cite this version:**

J.P. Fabre, M. Mouna, P. Du Merle, S. Benhalima. Le point sur certains ravageurs du cèdre de l'Atlas en Afrique du nord, en France et en Europe.. Forêt Méditerranéenne, 1999, XX (4), pp.203-218. hal-03557848

HAL Id: hal-03557848

<https://hal.science/hal-03557848>

Submitted on 4 Feb 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

LE POINT SUR CERTAINS RAVAGEURS DU CÈDRE DE L'ATLAS EN AFRIQUE DU NORD, EN FRANCE ET EN EUROPE

par Jean-Pierre FABRE *, Mohamed MOUNA **,
Paul DU MERLE * et Souad BENHALIMA **

1. Introduction

Depuis une vingtaine d'années nos connaissances sur les ravageurs du cèdre de l'Atlas, *Cedrus atlantica* Manetti, ont très fortement progressé aussi bien dans le domaine de la description de nouvelles espèces que dans ceux de la biologie et des méthodes de protection des peuplements. Concernant ce dernier point, l'introduction dans le sud-est de la France d'un parasitoïde spécifique originaire de l'aire naturelle du cèdre de l'Atlas a permis de réduire de façon durable les pullulations d'un puceron ayant suivi l'extension de ce conifère au Nord de la Méditerranée (lutte biologique). Par ailleurs, des progrès dans l'identification des phéromones sexuelles des tordeuses permettront de les utiliser à des fins de surveillance de l'extension des ravageurs.

Cette synthèse a pour objet de faire le point sur les connaissances acquises sur certains ravageurs du cèdre de l'Atlas dans son aire naturelle en Afrique du Nord (Maroc, Algérie) et

dans son aire d'extension en France et en Europe. En ce qui concerne les ravageurs du cèdre du Liban, *C. libani* A. Rich., dans son aire naturelle on pourra se reporter à un autre article publié récemment (ALPTEKIN et al, 1997).

La liste des ravageurs du cèdre de l'Atlas ici considérés n'est pas exhaustive, les Processionnaires en sont exclues, ces dernières devant être traitées dans une autre publication. De plus, d'autres ennemis du cèdre n'ayant jamais provoqué de pullulations spectaculaires dans son aire naturelle sont probablement passés inaperçus jusqu'à présent. Ainsi, dans l'aire naturelle de *C. libani* au Liban (cédraie de

Tanourinne), une Tenthrede du genre *Cephalcia*, inconnue jusqu'en 1996, provoque depuis cette époque des défeuillaisons impressionnantes (DEMOLIN, non publié). Ces ravageurs pour l'instant inconnus car peu actifs sont susceptibles d'être transportés accidentellement et risquent d'être retrouvés un jour dans nos peuplements comme ce fut le cas, il y a une trentaine d'années, pour la tordeuse *Epinotia cedricida* (cf. infra). L'apparition de tels dégâts dans de nouveaux milieux peut avoir pour cause l'un ou plusieurs des facteurs suivants : insecte ravageur s'installant sur une origine géographique plus sensible, introduction d'individus potentiellement plus dangereux ayant résisté au transport, conditions climatiques plus favorables, absence d'ennemis naturels...

2. Les ravageurs du cèdre en Afrique du Nord

2.1. La tordeuse du cèdre du Liban *Acleris undulana* Walsingham

- Historique et répartition géographique

Acleris undulana a été décrit d'Asie Mineure par WALSINGHAM en 1900. Ultérieurement, cette tordeuse a été

trouvée dans toute cette région (ACATAY, 1952 ; EKICI, 1970) avant d'être découverte en Afrique du Nord (FABRE & MOUNA, 1983). *A. undulana* a colonisé les cédraies atlasiques marocaines (Moyen et Grand Atlas) ;

* I.N.R.A., Unité de Recherches Forestières Méditerranéennes, Avenue Vivaldi, F-84000 Avignon
** Institut Scientifique, Avenue Ibn Batouta, BP 703, Rabat 10106, Maroc

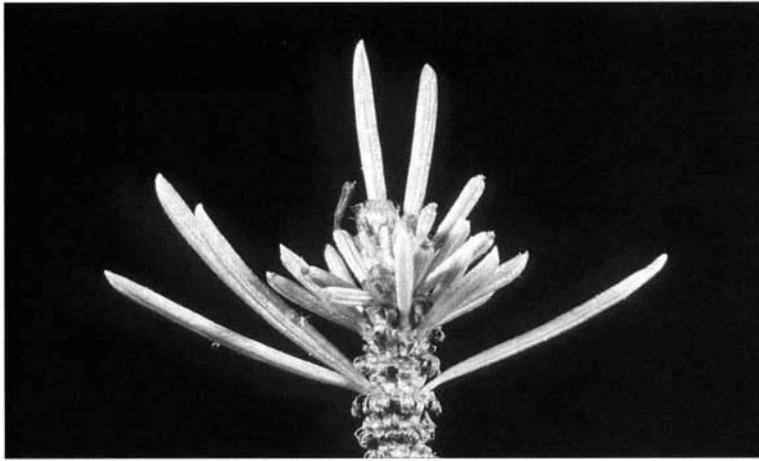
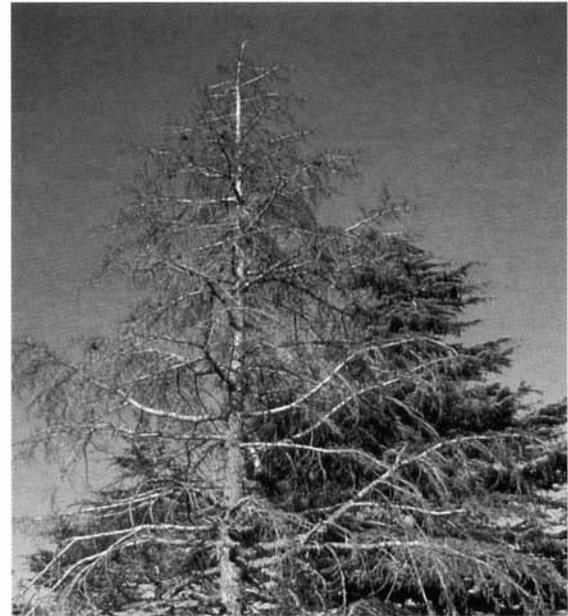


Photo 1 (ci-dessus) : Redébourrement après une attaque d'*Acleris undulana*

Photo 2 (ci-contre) : Dégâts de la tordeuse *Acleris undulana*. Au premier plan un cèdre du Liban mort en Turquie

Photos J.P.-Fabre/INRA



celles situées dans le Rif et en Algérie sont apparemment indemnes. Sa présence sur le Cèdre de l'Atlas au Maroc aurait pour origine une introduction accidentelle de l'insecte à partir de son aire naturelle située en Asie Mineure sur le cèdre du Liban.

- Dégâts et diagnostic

A. undulana peut se développer sur les trois espèces de cèdre du pourtour méditerranéen : *Cedrus atlantica*, *C. libani* et *C. brevifolia* Hooler.

Les dégâts s'observent au printemps (MOUNA, 1983). L'ensemble du houppier des arbres est attaqué, indépendamment de leur âge et de leur emplacement. De loin, les arbres attaqués sont facilement repérables à leur aspect jaune-brun dû principalement au feuillage desséché. Sur les branches de cèdre se trouvent des rameaux courts ou mésoblastes portant généralement de 4 à 5 rosettes d'aiguilles situées à la base du bourgeon apical. Chaque année, après le débourrement, une nouvelle rosette d'aiguilles apparaît au centre du mésoblaste. Les chenilles d'*A. undulana* se nourrissent essentiellement des aiguilles de l'année (rosette centrale) mais elles s'attaquent aussi aux aiguilles âgées, au moins en période de gradation. Chaque chenille consomme au cours de son développement de 4 à 6 mésoblastes. Les aiguilles attaquées sont rassemblées par des fils de soie constituant une sorte de fourreau dans lequel se tient la chenille. Les restes desséchés des aiguilles attaquées, parfois encore

reliés entre eux par de la soie, tombent au sol qu'ils peuvent finir par recouvrir. Après une forte attaque, on assiste le plus souvent à un redébourrement tardif des cèdres caractérisé par des aiguilles plus courtes (Cf. photo 1). En Turquie, *A. undulana* est un des ravageurs les plus importants des cédraies et peut provoquer, lors de ses gradations, la mort de nombreux arbres (Cf. photo 2).

- Biologie et cycle évolutif

A. undulana présente une seule génération par an. La ponte a lieu au printemps, vers la mi-mai ou la mi-juin selon les années. Les œufs sont déposés, en général en amas d'une trentaine d'individus, entre les aiguilles de l'année venant d'achever leur débourrement. Ils sont collés entre eux par la femelle en une sorte de bouquet (Cf. Fig 1).

Après quelques jours d'incubation (de 4 à 10 jours), les œufs donnent naissance à des larves qui passent par 5 stades de développement (Cf. Fig 2). Jusqu'au 3^{ème} stade, les chenilles se nourrissent d'aiguilles de l'année, tout en restant cachées dans des sortes de loges ou de fourreaux qu'elles confectionnent en reliant la rosette centrale du mésoblaste (nouvelles aiguilles) par des fils de soie. À partir du 4^{ème} stade et durant le 5^{ème}, la larve se nourrit à l'air libre sans construire de vraie loge. Pendant ce dernier stade, la chenille consomme aussi les aiguilles des années précédentes (MOUNA, 1988).

La nymphose a lieu vers la mi-

juillet. Les chrysalides sont localisées dans des fourreaux situés au centre des jeunes aiguilles attaqués ou indemnes (Cf. photo 3) ou dans les anfractuosités des troncs. Les adultes émergent vers la fin du mois de juillet ou au début d'août et gagnent les fissures des troncs ou les branches couvertes de lichens où ils vont passer l'automne et l'hiver. Durant cette période, les femelles subissent une diapause ovarienne (arrêt du développement reproducteur). Les ovocytes sont bloqués au stade de prévitellogenèse. Dans la nature, cette diapause est levée pendant l'hiver ou au début du printemps, dès que les conditions climatiques deviennent favorables. Les mâles, quant à eux, paraissent apte à se reproduire dès leur émergence, mais l'accouplement n'aura lieu qu'au printemps suivant, époque à laquelle les femelles, sorties de diapause, deviennent réceptives (MOUNA, 1988).

- Protection des cédraies contre la tordeuse

Les possibilités de lutte chimique sont très limitées en forêt. Au Maroc, l'utilisation de pesticides dans les cédraies ne peut être envisagée que si le ravageur risque de mettre en péril la survie des arbres, ce qui ne fut pas le cas au cours de la gradation observée à partir de 1980. De plus, les premiers stades larvaires (stades 1 à 3) d'*A. undulana* sont difficilement accessibles, en particulier aux insecticides qui agissent par ingestion car ceux-ci ont une faible rémanence et sont faci-

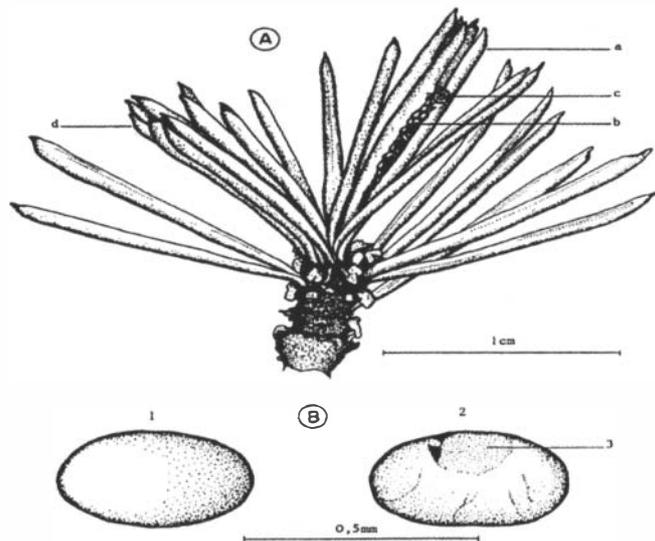


Fig. 1 : A - Emplacement de la ponte d'*Acleris undulana* sur cèdre : bouquet ouvert (a) laissant voir les œufs (b) et la substance qui relie les aiguilles entre elles (c), bouquet encore fermé (d). B - Œufs de la tordeuse : œuf jaune (1) et œuf sur le point d'éclore (2) laissant voir par transparence la capsule céphalique de la future larve.

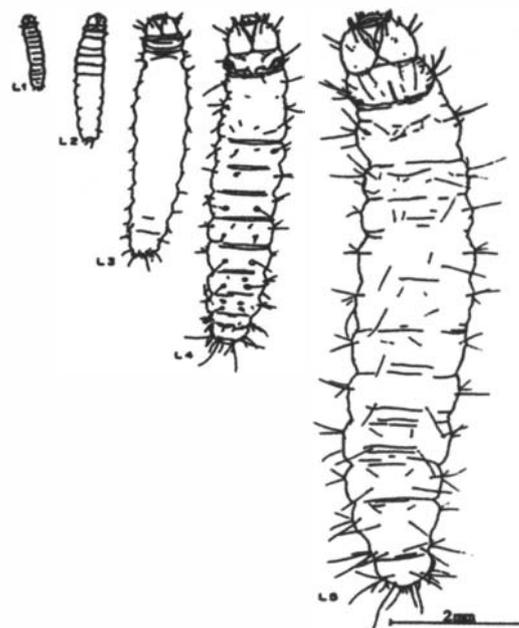


Fig. 2 : Les 5 stades larvaires d'*Acleris undulana*.



Photo 3 : *Acleris undulana* : Chrysalide éclore entre les aiguilles.

Photo J.P.-Fabre/INRA

lement lessivés (MOUNA, 1986a). En Turquie, des essais avec des organochlorés ont donné quelques résultats (EKICI, 1970) mais ces produits sont à l'heure actuelle interdits à cause de leur toxicité pour l'homme. Ils sont, de toute façon, peu recommandables du fait de leur action non ciblée sur la faune entomologique.

Au Maroc, la liste des ennemis naturels d'*A. undulana* est très restreinte. Aucun parasitoïde des œufs ni des larves n'a été trouvé. Deux espèces seulement de parasitoïdes des chrysalides ont été obtenues : *Brachymeria intermedia* (Nees) (Hymenoptera, Chalcididae) et *Itopectis maculator* (Fabricius) (Hymenoptera, Ichneumonidae). L'un et l'autre

sont des espèces indigènes bien connues pour leur polyphagie aux dépens de nombreuses espèces de microlépidoptères. Tout ceci conforte l'hypothèse selon laquelle *A. undulana* a été introduit accidentellement dans cette région à partir de l'aire naturelle du cèdre du Liban en Asie Mineure.

Des prospections ont été effectuées dans l'aire d'origine de la tordeuse (MOUNA, missions en Turquie : 1989 ; 1990 ; 1991 et 1992). Le ravageur y présente un complexe parasitaire plus important. Certains parasitoïdes n'ont comme hôte connu qu'*A. undulana*. C'est le cas, en particulier, du Chalcidien *Brachymeria rugulosa* qui se montre très efficace. L'introduction au Maroc de tels parasitoïdes spécifiques mériterait d'être envisagée (lutte biologique).

2.2. Les autres tordeuses en Afrique du Nord

Les prospections faites ces dernières années par les entomologistes forestiers ont mis en évidence la présence d'autres espèces de tordeuses a priori tout aussi importantes. L'une d'elles, *Epinotia cedricida* Diakonoff, a d'ores et déjà colonisé l'Europe, si bien qu'il sera traité de cette espèce dans le chapitre consacré aux Insectes du cèdre en France et en Europe.

Epinotia algeriensis Chambon a été décrite récemment à partir d'individus récoltés sur cèdre dans la cédraie - sapinière algérienne des Babors (CHAMBON et al, 1990). Des prospections ultérieures ont montré que cette tordeuse est

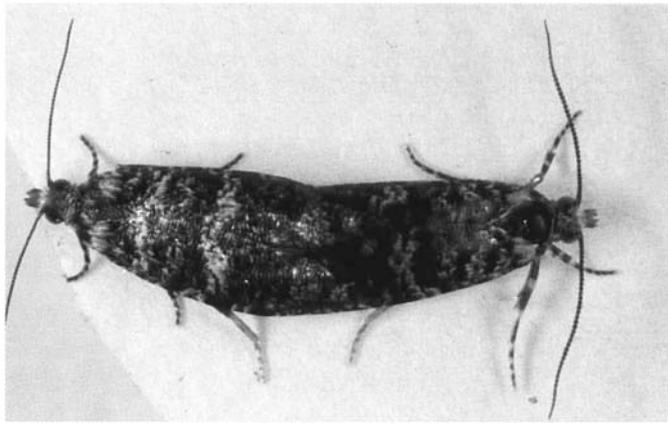


Photo 4 : Accouplement d'*Epinotia algeriensis*
Photo J.P.-Fabre/INRA

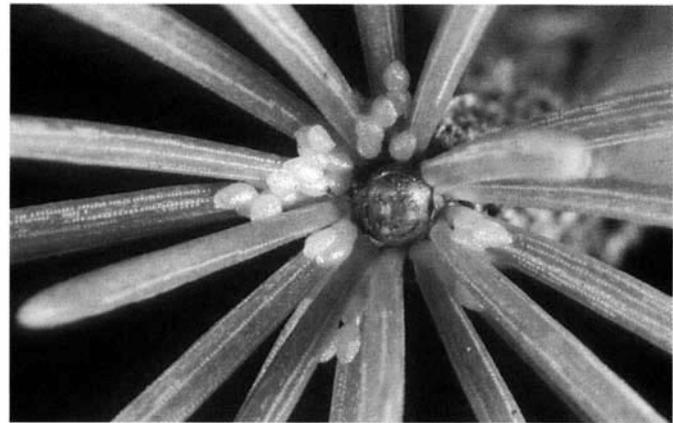


Photo 5 : Ponte d'*Epinotia algeriensis*
Photo J.P.-Fabre/INRA

présente dans toutes les cédraies algériennes et marocaines (FABRE, missions en Algérie : 1988, 1989 ; au Maroc : 1992). Ses dégâts, pratiquement partout visibles dans les cédraies Nord-africaines, peuvent être confondus avec ceux d'*Epinotia cedricida* (cf. infra). Les chenilles d'*E. algeriensis* consomment les aiguilles de l'année. Elles sont installées à l'intérieur de la rosette centrale du mésoblaste dont elles agglomèrent plus ou moins bien les aiguilles par des fils de soie. La phénologie de la tordeuse est proche de celle d'*E. cedricida* : le développement des chenilles débute plus précocement à partir du mois de juillet, il se poursuit durant l'automne et tout l'hiver, jusqu'au début du printemps ; la nymphose a lieu dans les aiguilles ; le vol des adultes se produit dès le mois de juin. La femelle dépose ses œufs isolément ou par groupes entre les aiguilles (Cf. photos 4 et 5).

Dans la même cédraie sapinière algérienne des Babors, une autre nouvelle espèce de tordeuse, *Dichelia numidicola* Chambon (CHAMBON et al, 1990), a été découverte sur le sapin de Numidie, *Abies numidica* de Lannoy (FABRE & KHEMICI, 1991). Dans les conditions naturelles son hôte principal est le sapin, mais, au cours de la gradation qui s'est produite à partir de 1987, on a constaté que les chenilles pouvaient s'alimenter sur les cèdres poussant en mélange avec les sapins. De plus, au laboratoire, on a confirmé l'aptitude de l'insecte à coloniser plusieurs hôtes, le développement des chenilles ayant été obtenu sur cèdre de l'Atlas et sur sapin de douglas (*Pseudotsuga menziesii* Mirb.).

2.3. Les Xylophages

Le cèdre est sujet aux attaques d'un certain nombre d'insectes xylophages appartenant aux ordres des Coléoptères (Buprestidae, Scolytidae, Cerambycidae, Bostrychidae) et des Hyménoptères (Siricidae). Les premiers travaux consacrés à l'inventaire des xylophages du cèdre sont déjà anciens (BALACHOWSKY, 1949 ; 1969 ; PEYRIMHOFF, 1933 ; THERY, 1928 ; VILLIERS, 1946 ; CHARARAS, 1976). Dans le cadre de l'étude de la tordeuse *A. undulana* au Maroc, des prélèvements effectués sur des cèdres dépérissants ont permis de dresser une liste actualisée des espèces prépondérantes et de faire l'inventaire de quelques uns de leurs ennemis naturel (MOUNA, 1988). Plus récemment, une étude bio-écologique des xylophages du cèdre au Maroc a été engagée dans le cadre d'importants dépérissements dans le Grand Atlas (BENHALIMA) (Cf. photo 6).

- Les espèces importantes

Coléoptères

Buprestidae

- Anthaxia martini* Bris.
- A. pleuralis* Fairm
- A. marmottani* Brisout
- A. chobauti* Abeille
- A. corsica maroccana* Schark
- A. ludovicæ* Abeille
- Melanophila marmottani* Frm.
- Buprestis flavangulata* Frm.
- Acmaeodera degener*
- multipunctata* Luc

Scolytidae

- Scolytus numidicus* Bris.
- Scolytus carpini* Ratzeburg
- Cryphalus piceae* Ratz.
- Crypturgus cedri* Erchh.
- Kissophagus novaki* Reitter
- Phloeosinus cedri* Bris.
- Xyleborus saxeseni* Ratz.
- Hylurgops bonvouloiri* Chapp.
- Hylastes batnensis* Bris.

Cerambycidae

- Callidium cedri* Peyerh.
- Ergates faber* L.
- Semanotus russica algerica* F.

Bostrychidae

- Stephanopachys quadraticollis* Mars
- Bostricus fucus bicolor* Herb.

Curculionidae

- Magdalis leucopleura* F.
- Larinus* sp.

Hyménoptères

Siricidae

- Urocerus augur* Klug

- Dégâts et diagnostic : données générales

Scolytidae :

- *Cryphalus piceae* est commun dans les grandes forêts montagneuses de conifères de l'Europe méditerranéenne et tempérée et se rencontre jusqu'en Russie ; il attaque surtout les sapins mais aussi les épicéas



Photo 6 : Dépeuplement dans le peuplement de Cèdres de l'Atlas de Tounfite (Grand Atlas marocain)

Photo Benhalima / Institut scientifique

(CHARARAS, 1962). Il est signalé au Maroc dans la zone du cèdre (Moyen Atlas et Rif) (KOCHER, 1958 ; KARL, 1964) et en Algérie sur *Abies numidica* dans les Babors (PEYERIMHOFF, 1917).

C'est un xylophage primaire, extrêmement redoutable du fait de son fort potentiel de reproduction et de sa capacité d'attaquer des arbres jeunes ou âgés en pleine sève. L'espèce semble cependant préférer les arbres jeunes ou les parties sommitales des arbres âgés à écorce fine car ses galeries sont particulièrement abondantes dans les rondins de petit calibre. Ainsi, l'attaque débute au niveau de la couronne puis progresse vers le bas de l'arbre. On constate alors que le phloème présente des morsures très irrégulières et que l'écorce est criblée par des fentes d'entrée de ce xylophage. Les morsures de nutrition sont plus abondantes entre l'écorce et l'aubier quand l'écorce est épaisse ; par contre, si l'écorce est fine, les morsures atteignent le bois. En infligeant aux arbres un déséquilibre physiologique, *C. piceae* les prédisposent aux attaques massives d'autres xylophages.

L'espèce présente 1 à 2 générations par an, la durée du développement varie entre 4 et 6 mois selon les conditions thermiques. Larves et adultes peuvent hiverner sur des arbres en pleine sève. L'essaimage de printemps, particulièrement précoce, peut avoir lieu dès les mois de mars-avril.

C. piceae est de loin l'espèce la plus abondante dans toutes les cédraies de l'Atlas (BENHALIMA & al., 1998).

- *Phloeosinus cedri* ne s'attaque qu'aux cèdres. Il est fréquent sur *Cedrus atlantica* au Maroc et en Algérie et sur *Cedrus libani* en Turquie (CHARARAS, 1974). Comme l'espèce précédente, il creuse ses galeries dans les branches ou les troncs des sujets jeunes et montre une prédilection certaine pour les zones à écorce fine. C'est un ravageur primaire qui a besoin d'un milieu nutritif riche en glucides et préfère les branches en

sève ne présentant qu'une légère déficience physiologique. Les jeunes adultes provoquent des dégâts primaires en faisant généralement leurs morsures de nutrition aux dépens des tiges et des pousses des jeunes cèdres (CHARARAS, 1976). L'espèce n'a qu'une génération par an.

Du fait de leurs préférences analogues, la coexistence des deux Scolytidae (*C. piceae* et *Ph. cedri*) dans un même biotope résulte probablement d'attaques simultanées sur des arbres faiblement déficients.

- *Scolytus numidicus* est la seule espèce du genre vivant exclusivement aux dépens de *C. atlantica*. On la rencontre, au Maroc (Moyen Atlas et Rif) et en Algérie (Chrea dans l'Atlas Blidéen et dans le Djurdjura) (PEYERIMHOFF, 1919 ; KOCHER, 1958 ; CHARARAS, 1974). Ce scolyte n'est pas un ravageur primaire comme *C. piceae* et *Ph. cedri* mais peut le devenir en cas d'invasion épidémique. Il creuse ses galeries de préférence dans les branches de 3 à 4 cm de diamètre, sur des arbres apparemment sains, mais dont certaines branches sont dépérissantes (Cf. photo 7) (BALACHOWSKY, 1969).

L'espèce n'a qu'une génération par an. L'essaimage des adultes s'échelonne d'avril à juin suivant l'altitude.

Buprestidae : Les espèces de cette famille sont en général des xylophages secondaires. Leurs attaques ont lieu sur

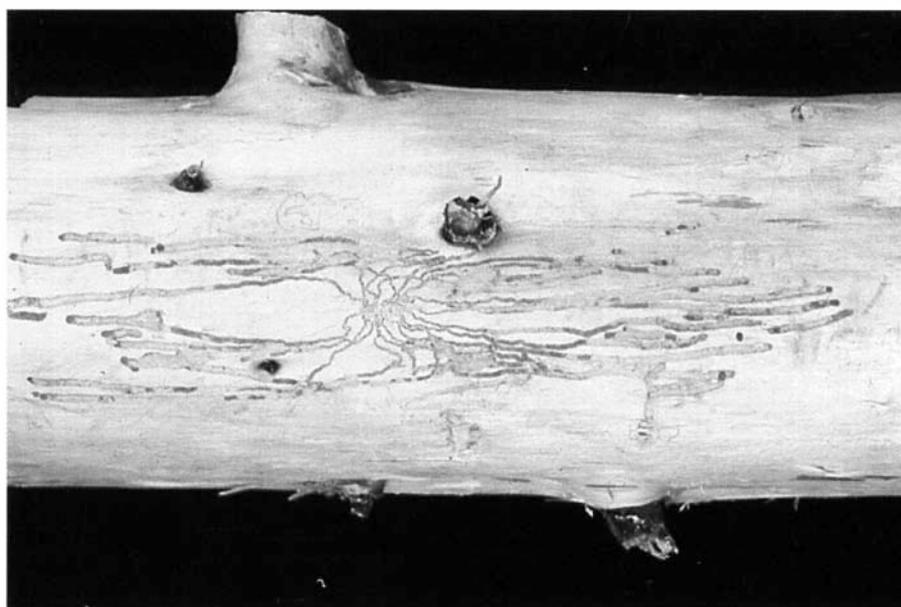


Photo 7 : Galerie sous corticales de *Scolytus numidicus* sur une branche de Cèdre de l'Atlas

Photo Benhalima / Institut scientifique

des cèdres affaiblis par les Scolytes. Les larves creusent des galeries très profondes dans le phloème et le phelloderme. Aucune partie de l'arbre n'est épargnée par leurs attaques. Les buprestes peuvent, en effet, attaquer des troncs de grand ou de moyen diamètre et même des branches de faible diamètre. Ainsi, *Anthaxia martini* et *A. corsica maroccana* préfèrent attaquer les parties sommitales de l'arbre et les petits rameaux, *A. ludovicæ*, *A. chobauti* et *A. marmottani* (Cf. photo 8) se portent sur les calibres moyens tels que le tronc et les gros rameaux, tandis que *Melanophila marmottani* et *Acmaeodera degener multipunctata* semblent préférer les gros calibres, en particulier la base de l'arbre. La durée de développement de ces différentes espèces est plus lente que chez les Scolytes, elle s'étale sur deux ans environ.

Cerambycidae : *Callidium cedri* et *Semanotus russica algerica*, sont des ravageurs secondaires, qui attaquent le cèdre en cours de dépérissement en creusant dans le bois des galeries très impressionnantes qui affectent aussi le phloème et le phelloderme. *Ergates faber*, quant à lui, attaque le bois en voie de décomposition avancée. Les trois Cérambycides attaquent de préférence les parties de gros calibres telles que la base de l'arbre. Leur cycle de développement dure entre deux ans et deux ans et demi.

Hyménoptères, Siricidae : *Urocerus augur* provoque des dégâts sur le cèdre en creusant des galeries



Photo 8 : *Anthaxia marmottani* adulte

Photo Benhalima / Institut scientifique

circulaires très profondes dans le bois. L'Hyménoptère se porte de préférence sur les parties de calibre moyen comme certains troncs.

- Prédateurs et parasitoïdes des xylophages

Les espèces prédatrices ou parasitoïdes les plus importantes des xylophages sont présentées dans le tableau I ci-dessous.

PREDATEURS	PARASITOÏDES
Malachiidae : <i>Malachius atlasticus</i> Esc., <i>Malachius lusitanicus</i> Erich., <i>Axinotarsus</i> sp.	Ichneumonidae : <i>Nemeritis</i> sp.
Dasytidae : <i>Dasytes oculatus</i> Kies., <i>D. crassitarsus</i> Peyer., <i>D. juzjurensis</i> Pic., <i>D. kocheri</i> Pic.	Aulacidae : <i>Aulacus ? striatus</i> Jurine
Cleridae : <i>Tillus unifasciatus</i> F., <i>Tillus flabellicornis</i> Fm., <i>Thanasimus formicaris</i> Lin.	Braconidae : <i>Atanycolis initiator</i> Nees., <i>Atanycolis denigrator</i> L., <i>Triaspis ? algiricus</i> Snoflak, <i>Doryctes leucogaster</i> Nees, <i>Dendrosoter protuberans</i> Nees, <i>Dendrosoter middendorffi</i> Ratz., <i>Ecpylus silesiacus</i> Ratz., <i>Cheiopachus quadrum</i> Fb., <i>Heydenia pretiosa</i> Föster, <i>Dinotiscus ? eupterus</i> Walker, <i>Macromesus</i> sp., <i>Doryctosoma</i> sp.
Cucujidae : <i>Laemophloeus elongatulus</i> Luc.	Bethylidae : <i>Cepholonomia</i> sp.
Ostomidae : <i>Nemosoma breviatum</i> Peyer, <i>Trogosita coerulea</i> Ol.	Eupelmidae : <i>Eusandalum calabrum</i> Masi., <i>E. longivena</i> Bouc., <i>Calosota aestivalis</i> Curtis
	Eurytomidae : <i>Eurytoma morio</i> Boh

Tab. I

2.4. Autres ravageurs potentiels du cèdre

Certaines espèces se nourrissent sur le cèdre, mais jusqu'à présent leurs dégâts observés sont restés le plus souvent faibles. On peut donc les considérer comme des ravageurs potentiels du cèdre. Citons : *Luperus pardoi* Codina (Coléoptère, Chrysomelidae), dont les adultes ont endommagé environ 35% des aiguilles des houppiers à Tizi - Ifri (Maroc, Rif central) au mois d'août 1985 (MOUNA, 1986b), et *Scythropus warioni* Mars. (Coléoptère, Curculionidae), dont les adultes consomment au printemps les nouvelles aiguilles du cèdre (MOUNA, 1988). La tenthrède *Prionomeion gaullei* (Hyménoptère, Diprionidae) a provoqué, à partir de 1987, des défeuillaisons importantes dans la cédraie de Tikjda (Djurjura) en Algérie. Cette espèce avait été décrite en 1906 à partir d'un seul individu. Elle fut retrouvée en 1976, mais c'était la première fois que l'on observait ses dégâts sur cèdre de l'Atlas en Algérie. Ses fausses-chenilles consomment les aiguilles de cèdre au printemps (FABRE & CHEVIN, 1991 ; Cf. photos 9 et 10).

2.5. Chorologie et composition biogéographique de l'entomofaune du cèdre en cédraie naturelle

De nombreuses autres espèces d'insectes phytophages peuvent se développer sur le cèdre sans provoquer pour autant des dégâts. L'ensemble constitue un peuplement qui peut être comparé à celui lié à d'autres essences. Dans le cas du cèdre de l'Atlas, on a comparé, pour les Coléoptères, le peuplement de quelques cédraies artificielles du sud de la France avec ceux de quelques cédraies naturelles du Moyen Atlas au Maroc (MOUNA et al., 1985). Les résultats sont présentés dans le tableau II.

Tab. II	France	Maroc
Nombre total d'espèces	63	107
Espèces paléartiques	72,6 %	47,4 %
Espèces atlanto-méditerranéennes	16,1 %	36,8 %
Espèces méditerranéo - asiatiques	11,3 %	15,8 %



Photo 9 : Dégâts de la Tenthrède *Prionomeion gaullei*

Photo J.P. Fabre/INRA

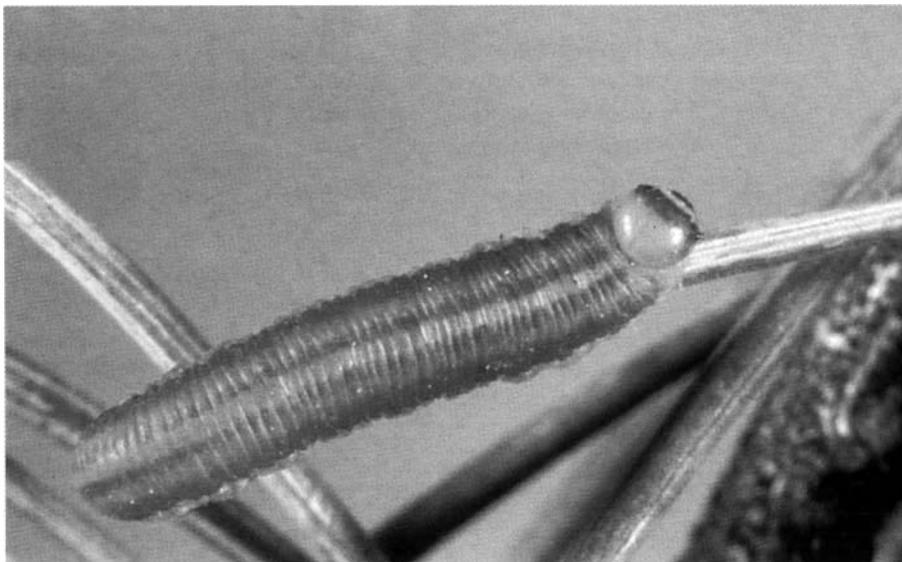


Photo 10 : Fausse chenille de la Tenthrède *Prionomeion gaullei*

Photo J.P. Fabre/INRA

3. Les insectes du Cèdre en France et en Europe

Depuis le début du siècle dernier, le cèdre, essentiellement *C. atlantica*, a été utilisé en reboisement à relativement grande échelle en France, où l'on dispose à l'heure actuelle de plusieurs milliers d'hectares de peuplement âgés

dont les plus célèbres se trouvent au Ventoux (84), au Petit Luberon (84) et dans le massif du Rialssesse (11). Ailleurs en Europe, le cèdre a été introduit en reboisement en Italie, en Espagne et en Bulgarie. Dans son aire

européenne, le cèdre est attaqué à la fois par des insectes indigènes polyphages et par plusieurs espèces spécifiques originaires de l'aire naturelle (FABRE, 1976a).

3.1. Les insectes indigènes dans l'aire d'introduction du cèdre

Certains insectes ravageurs sont capables de coloniser le cèdre tout en vivant habituellement sur des essences voisines. En France, 7 espèces d'insectes indigènes, au moins, se sont ainsi portées sur le nouveau conifère : la tordeuse du sapin *Choristoneura murinana* (Hb.) (FABRE et al., 1987), qui est un ennemi important du sapin pectiné, *Abies alba* Miller, et a causé des dégâts importants dans la cédraie du Luberon ; sur le Ventoux, deux Coléoptères, Scolytidae connus par leurs dégâts sur pin maritime, *Orthotomicus erosus* Wollaston (observé en 1990) et *Ips sexdentatus* Boerner (observé en 1991 par LIEUTIER & VOULAND, non publié), et un Lépidoptère xylophage du genre *Cydia* appartenant vraisemblablement à l'entomofaune du sapin *Abies alba* (observé en 1991 par VOULAND, non publié) ; dans de jeunes reboisements, deux Coléoptères Scolytidae ravageurs secondaires du sapin, *Pityokteines curvidens* Germ. et *Pityogenes quadridens* Hartig (observé en 1990 par le Service Santé des Forêts, non publié) ; enfin, dans les cédraies du Ventoux, Luberon, Barjac, un chalcidien séminivore indigène dans les peuplements d'*Abies alba*, *Megastigmus suspectus* Borries (observé en 1996 par FABRE, non publié).

La tordeuse du sapin, *Choristoneura murinana* (Hübner)

La tordeuse du sapin, *Choristoneura murinana*, est un Lépidoptère Tortricidae étroitement apparenté à la tordeuse des bourgeons de l'épinette ou " spruce budworm ", *C. fumiferana* (Clemens), bien connue par les dégâts considérables qu'elle commet dans les forêts de sapin et d'épicéa d'Amérique du Nord.

- Aire de répartition et plantes hôtes

C. murinana est une espèce européenne dont l'hôte principal est le sapin pectiné, *Abies alba*. C'est le plus nuisible des insectes défoliateurs de ce sapin. Sa présence a été signalée un peu partout dans l'aire de distribution de ce dernier : Allemagne, Pologne, Ukraine, France, Suisse, Italie, Autriche, République Tchèque, Slovaquie, Croatie, Roumanie, Bulgarie. Vers le sud-est, son aire de répartition englobe la Grèce, où la tordeuse s'attaque non seulement au sapin pectiné mais aussi au sapin de Céphalonie, *A. cephalonica* Loud., et à leur hybride *A. borisii regis* Matf. Elle peut également accomplir son cycle de développement complet sur l'épicéa commun, *Picea abies* (L.) Karst., mais ne paraît capable de se maintenir durablement sur cette essence que là où celle-ci pousse en mélange avec le sapin (BOGENSCHÜTZ, 1978 ; DU MERLE et al., 1992).

Initialement associé aux sapins européens, *C. murinana* est en fait potentiellement assez largement polyphage et par suite capable de coloniser avec succès certains représentants exotiques de la famille des Abietoideae introduits en reboisement ou comme arbres d'ornement. C'est d'autre part une espèce bioclimatiquement peu exigeante, dont l'aire de répartition potentielle débordait très largement celle du sapin et qui est capable, dès lors qu'elle y trouve des espèces végétales lui convenant (conifères exotiques introduits ou sapins européens plantés hors des limites de leur aire naturelle), de se développer dans des milieux écologiquement très variés, depuis le littoral jusque dans le bas de l'étage subalpin, y compris dans les milieux particulièrement chauds et secs de l'étage mésoméditerranéen (DU MERLE & CORNIC, 1989 ; DU MERLE et al., 1992).

Au nombre des conifères introduits en Europe et attaqués par *C. murinana* figure le cèdre. A l'heure actuelle, la présence de *C. murinana* sur cèdre n'a été signalée que dans le sud-est de la France. La tordeuse a tout d'abord été découverte, en 1982, dans le massif du Petit Luberon, sur cèdre de l'Atlas. Depuis, des piégeages sexuels ont révélé sa présence dans 10 autres peuplements de ce cèdre, répartis entre les départements du Vaucluse, des Alpes-

de-Haute-Provence, de la Drôme, de l'Ardèche et de la Loire, dont un peuplement mélangé de cèdre du Liban et de cèdre de l'Atlas. Il se pourrait donc qu'elle puisse également se développer sur ce dernier (FABRE et al., 1987 ; 1990 ; DU MERLE & CORNIC, 1989 ; DU MERLE et al., 1989).

- Biologie

C. murinana présente une génération par an. Les adultes volent au début de l'été (juin-juillet ou juillet-début août selon les régions) et vivent une dizaine de jours. Les œufs sont déposés sur les aiguilles de la plante hôte, en groupes, ou ooplaques, de taille très variable (de quelques œufs à plusieurs dizaines). Ils éclosent 10-15 jours plus tard. Il y a 6 stades larvaires. Les jeunes chenilles venant d'éclore ne s'alimentent pas. Elles gagnent immédiatement les anfractuosités de l'écorce des rameaux, parfois aussi du tronc, ou tout autre abri disponible sur les arbres et y tissent un cocon soyeux, ou hibernaculum, dans lequel elles muent peu après en larves de 2^{ème} stade. Ces dernières passent la fin de l'été, l'automne et l'hiver en diapause. Au printemps, elles abandonnent leurs hibernaculums et partent à la recherche de bourgeons en cours de débourrement, dans lesquels elles pénètrent et commencent à s'alimenter. Les chenilles plus âgées se développent sur le feuillage épanoui et s'abritent dans des fourreaux soyeux tissés entre plusieurs aiguilles. Elles ne consomment que les seules aiguilles de l'année et se nymphosent dans le feuillage. Les papillons femelles déposent la plus grande partie de leurs œufs sur le haut des houppiers des grands arbres. Mais les jeunes chenilles venant d'éclore puis les larves de 2^{ème} stade sortant d'hivernation se dispersent à l'intérieur des arbres et entre ceux-ci, si bien que toutes les strates du peuplement forestier se trouvent finalement attaquées (FRANZ, 1940 ; BOGENSCHÜTZ, 1978 ; CORNIC et al., 1987 ; GÉRAUD et al., 1987).

- Dynamique des populations, dégâts sur cèdre, surveillance du ravageur

La plus ou moins bonne coïncidence, au printemps, entre la sortie d'hivernation des jeunes chenilles et le

débourrement des bourgeons du végétal hôte est un des facteurs essentiels de la dynamique des populations de la tordeuse. *C. murinana* a commis des dégâts importants dans la cédraie du Luberon en 1987 et 1988. Cette pullulation a brutalement pris fin en 1989, en raison d'un débourrement très anormalement tardif des arbres, induit, semble-t-il, par la sécheresse qui sévissait dans la région depuis plusieurs années (DU MERLE, non publié). Aucun autre cas de pullulation de *C. murinana* sur cèdre n'a été pour le moment signalé. Mais on sait que, sur sapin pectiné, les pullulations de cette tordeuse prennent toujours naissance dans des peuplements parvenus à l'état adulte, caractéristique qui était aussi celle de la cédraie du Luberon. La plupart des peuplements européens, et notamment français, de cèdre datent de ces dernières décennies. Il est donc trop tôt pour savoir si la pullulation observée au Luberon n'était qu'un fait anecdotique ou si elle était le signe avant-coureur d'attaques plus généralisées. *C. murinana* est en tout cas une espèce à surveiller dans les boisements de cèdre, d'autant que cette tordeuse trouve manifestement son optimum climatique dans des milieux plus chauds que ceux de l'étage montagnard habituellement occupés par son hôte naturel, le sapin. A cet égard, on dispose, avec le piégeage sexuel, d'un outil irremplaçable de détection et, dans certaines limites, de surveillance de ses populations (CORNIC et al., 1986 ; DU MERLE & CORNIC, 1989 ; 1991).

3.2. Les insectes originaires de l'aire naturelle du cèdre

A l'heure actuelle, cinq espèces d'insectes provenant de l'aire naturelle du cèdre sont parvenues en France et en Europe : le chalcidien séminivore *Megastigmus pinsapinis* Hoffmeyer (Hyménoptère, Torymidae), les pucerons *Cedrobium laportei* Rem. et *Cinara cedri* Mimeur (Homoptère, Lachnidae), la tordeuse du cèdre *Epinotia cedricida* Diakonoff (Lépidoptère, Tortricidae) et le chalcidien séminivore *Megastigmus schimitscheki* Novitzky. Les dates et lieux de

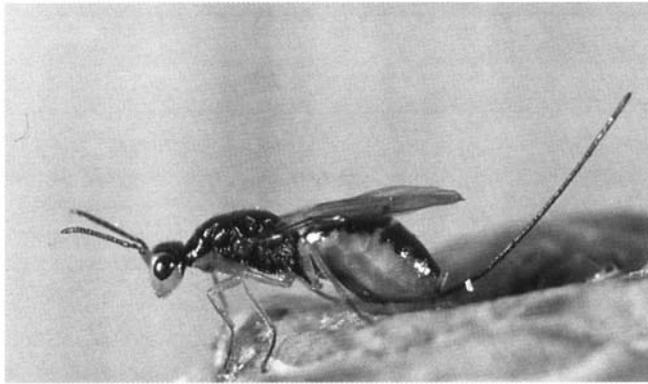


Photo 11 : Adulte femelle de *Megastimus pinsapinis* au sommet d'un cônelet de Cèdre de l'Atlas âgé d'un an et demi.

Photo J.P. Fabre/INRA

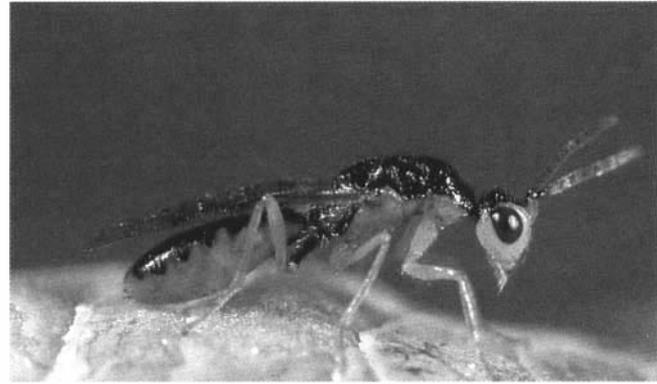


Photo 12 : Adulte mâle de *Megastimus pinsapinis*

Photo J.P. Fabre/INRA

première observation sur cèdre, en Europe, de ces insectes sont les suivantes : 1950, *Megastimus pinsapinis* (BERLAND 1950) en France à Apt (Vaucluse); 1967, *Cedrobium laportei* (EMMONOT et al. 1967) en France dans la cédraie du Luberon, à Marseille (Bouches-du-Rhône) sur des arbres de parc et à Saint-Maximin (Var) ; 1969, *Epinotia cedricida* (DIAKONOFF 1969 ; LECLANT & REMAUDIERE 1969) en France au Luberon ; 1975, *Cinara cedri* (COVASSI & BINAZZI, 1974) en Italie à Florence ; 1995, *Megastimus schimitscheki* en France au Ventoux (FABRE, non publié).

3.2.1. Le chalcidien séminivore *Megastimus pinsapinis* Hoffmeyer

- Répartition géographique

M. pinsapinis, signalé en Afrique du Nord par MILLIRON en 1949, a été retrouvé sur cèdre de l'Atlas au Maroc dans le Rif (FABRE, mission 1980), en Algérie dans l'Atlas Blidéen à Chrea et dans le Massif des Aurès (FABRE, mission 1987) et à Tala-guilef dans le Djurdjura (KROUCHI, non publié).

En France il est présent dans toutes les cédraies, essentiellement sur *Cedrus atlantica* mais aussi sur les trois autres espèces de cèdre (*libani*, *brevifolia* et *deodara* G. Don). Il a aussi été signalé sur certains sapins en France et en Europe : *Abies pinsapo* Boissier en Espagne, *Abies alba* Mill. au Ventoux et dans les arboretums des Barres (Loiret) et d'Amance (Meurthe-et-Moselle), et sur *Abies nordmanniana* (Stev) Spach (PINTUREAU et al, 1991).

- Diagnostic

Sur le terrain, la présence de petites gouttelettes de résine sur la surface des cônes signale au printemps la ponte des femelles. Par la suite, la résine se solidifie mais reste visible jusqu'à la désarticulation des cônes. Au laboratoire, un an et demi avant la récolte, les graines attaquées sont identifiables par dissection ou par radiographie. Les adultes laissent, en émergeant, un trou nettement visible.

- Biologie et cycle évolutif

La formation et le développement des cônes du cèdre de l'Atlas s'échelonnent sur 3 ans. La seconde année, au mois de mai, les adultes femelles (Cf. photo 11) qui sortent des graines de la récolte précédente tombées au sol déposent leurs œufs dans les cônelets en cours d'accroissement. Les adultes mâles sont rares (Cf. photo 12), si bien que l'insecte se reproduit généralement par parthénogenèse thélytoque. Les cônelets sont attaqués lorsque leur teneur en eau est encore très élevée, ce que traduit leur couleur vert tendre. Les larves parviennent à maturité à l'automne et entrent alors en diapause. La majorité d'entre elles passent, dans cet état, les deux hivers suivants : le premier dans les graines à l'intérieur du cône, le second, après la désarticulation des cônes à l'automne suivant, dans les graines sur le sol elles se nymphosent au printemps de la quatrième année. Certaines larves restent toutefois en diapause prolongée une année de plus. Il existe donc 2 populations de *Megastimus*, celle des récoltes des années paires et celle des récoltes des années impaires. Toutefois,

chaque année, un petit nombre d'individus, ceux ayant besoin de 3 hivers successifs au lieu de 2 pour sortir de diapause, passent d'une population à l'autre (FABRE, 1986).

- Prévision et importance des dégâts

Les fluctuations des deux populations du ravageur, celles des années paires et impaires, ont été suivies de 1978 à 1983 dans 5 peuplements de cèdre et de 1978 à 1989 dans celui du Mont-Ventoux. Elles sont très liées aux fluctuations de la production de cônes, elle-même très variable d'une année à l'autre. Le nombre de graines saines dont dispose la population des femelles de *Megastimus* au printemps détermine son évolution numérique. En définitive, le taux d'attaque (y) des graines varie en sens inverse de l'effectif des cônes à l'ha (x) selon une relation de type logarithmique, qui est pour le Ventoux la suivante :

$$y = 48,60 - 4,97 \text{ Log } (x),$$

ce qui permet de le prévoir un an et demi avant la récolte. L'existence chez une partie des individus d'une diapause prolongée s'étendant sur 3 hivers assure des échanges génétiques entre les deux types de populations. Elle permet aussi une meilleure coïncidence entre l'importance de la population d'adulte de *Megastimus* et celle des cônelets disponibles pour la ponte. La mortalité qui a lieu pendant le développement de l'insecte améliore encore cette coïncidence (FABRE 1986).

- Réduction de la dispersion du chalcidien

Une étude de la répartition spatiale de l'insecte à l'intérieur des arbres a

montré que le taux d'infestation des graines est légèrement plus élevé sur les secteurs nord et ouest et qu'il augmente significativement du bas vers le haut des houppiers. De plus, le taux de graines vides, de petite taille, est très important à la fois sur les branches les plus basses et en cime. En conséquence, c'est dans la partie médiane des houppiers que l'on doit de préférence effectuer les récoltes de cônes destinées à l'obtention de semences pour les reboisements. En revanche, la détermination précise du taux d'attaque demande la récolte d'un échantillon composé de cônes récoltés sur les différentes strates du houppier (FABRE, 1989b).

Pour éviter l'extension du chalcidien en dehors de son aire actuelle, les graines ne doivent pas être mises directement dans les conteneurs d'élevages des plants (semis à l'aveugle). Un tri densimétrique à l'alcool éthylique permet d'éliminer les graines parasitées mais cette technique a tendance à diminuer la faculté germinative des graines conservées. Une autre solution consiste à utiliser des graines prégermées qui seront prélevées régulièrement dans un local, de préférence à 4-5 °C., où elles auront été mises en stratification. L'opération terminée, les graines qui n'ont pas germé seront détruites (FABRE & ALPTEKIN, 1994).

3.2.2. Les pucerons *Cedrobium laportei* Remaudière et *Cinara cedri* Mimeur

- Historique, arrivée en France et en Europe

Ces deux pucerons sont spécifiques du genre *Cedrus*. *Cedrobium laportei*,

décrit en 1954 par Remaudière à partir d'individus récoltés à Ben Aknoun près d'Alger et au Maroc (REMAUDIÈRE, 1954) a été retrouvé d'une part en Algérie, en Grande et Petite Kabylie, dans les Aurès, dans le Hodna, dans l'Ouarsenis, dans les cédraies de Chréa au sud de Blida et à Baïnem à l'ouest d'Alger (FABRE, missions 1987, 1988, 1989), et d'autre part au Maroc, dans le Rif et le Moyen Atlas (FABRE, missions 1971, 1980, 1992). *Cinara cedri*, décrit en 1935 par Mimeur au Maroc (MIMEUR, 1935), a été retrouvé au Maroc et en Algérie dans toutes les cédraies prospectées sauf une (FABRE, mêmes missions), mais également en Turquie (TUATAY & REMAUDIÈRE, 1964 ; FABRE & FERRANDES, mission 1990 ; BARITEAU & FABRE mission 1991) et au Liban dans la cédraie du Barouk (RIOM, non publié ; BARITEAU, mission 1992). *Cinara cedri* est donc présent dans toute l'aire naturelle méditerranéenne des cèdres.

Les deux espèces ont suivi l'extension du cèdre en France et dans toute l'Europe. *Cedrobium laportei* a été observé en Espagne, en Italie, en Angleterre et aux Pays-Bas, *Cinara cedri* en France (FABRE, 1976b), en Espagne, en Italie et en Suisse (FABRE 1988).

- Diagnostic et dégâts

Tous les reboisements, même isolés et récents sont attaqués. La présence des pucerons est visible pendant les hivers doux, au printemps et à l'automne. L'observation de fourmis circulant sur le tronc en est, à elle seule, un bon indice.

C. laportei (Cf. photo 13) se développe sur les extrémités des rameaux, en particulier sur les jeunes pousses de l'année. Les individus (larves ou femelles parthénogénétiques, aptères ou ailées) sont grisâtres et de petite taille. Sous la loupe, à faible grossissement, ses poils terminés par un renflement, permettent de le distinguer avec certitude de l'autre espèce. Il ne produit que peu de miellat, récolté uniquement par les fourmis. En dehors des périodes de pullulation, les individus vivent isolément et se tiennent à la base d'une aiguille ou plus rarement sur une aiguille.

C. cedri (Cf. photo 14) se développe plutôt sur les rameaux et le tronc, mais aussi sur les extrémités des branches. Les colonies sont nettement visibles et les individus sont de grande taille. Ils produisent en abondance du miellat qui constitue une source de nectar non négligeable récolté par les abeilles. Sous les arbres attaqués, le sol est souvent recouvert de miellat. Par la suite on assiste à un développement de "fumagine", qui persiste sur l'arbre pendant très longtemps. A la fin de l'automne et pendant l'hiver, les œufs de couleur noir brillant, pondus isolément, sont aisément reconnaissable sur les aiguilles (Cf. photo 15).

Les dégâts de *C. laportei* sont importants. Ses piqûres répétées provoquent, sur les rameaux attaqués, la chute différée mais totale des aiguilles. Sur l'arbre, après une forte attaque, la totalité des aiguilles tombent (Cf. photo 16) et quelquefois l'arbre peut mourir. Au contraire, malgré des pullulations spectaculaires, *C. cedri* ne fait apparemment aucun dégât et les seules traces laissées par le ravageur sont dues à la fumagine.



Photo 13 : Colonie de pucerons *Cedrobium laportei*, sur un rameau de Cèdre de l'Atlas Photo J.P. Fabre/INRA



Photo 14 : Colonie de pucerons *Cinara cedri* sur un rameau de Cèdre de l'Atlas Photo J.P. Fabre/INRA

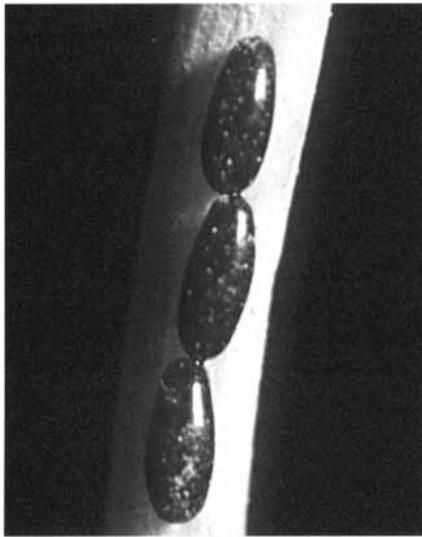


Photo 15 : Œufs d'hiver du puceron *Cinara cedri* sur une aiguille de Cèdre de l'Atlas

Photo J.P. Fabre/INRA



Photo 16 : Dégâts dus aux pucerons *Cedrobium laportei* sur le Cèdre de l'Atlas situé à gauche

Photo J.P. Fabre/INRA

- Biologie et cycles évolutifs

La biologie des deux pucerons, en France, diffère selon l'espèce (FABRE, non publié). *Cinara cedri* y présente un cycle complet, avec apparition à l'automne de sexupares puis de sexués ; les femelles, après fécondation, déposent des œufs d'hiver. En revanche, *Cedrobium laportei* ne s'y reproduit que par parthénogenèse, grâce à des femelles virginipares, aptères au début du printemps, ailées ensuite.

- La lutte : Aire de nuisibilité, aspects génétiques et lutte biologique

La dynamique des populations des deux pucerons a été suivie pendant une dizaine d'années sur le Petit Luberon (Vaucluse), dans deux peuplements de cèdre situés, l'un à 350 m d'altitude, dans l'étage de végétation mésoméditerranéen correspondant à des formations de pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) et de chêne kermès (*Quercus coccifera* L.), l'autre à 720 m d'altitude, vers la limite entre les étages supraméditerranéen et mésoméditerranéen, dans des formations à chêne vert (*Quercus ilex* L.) (FABRE, non publié). En altitude, les pullulations de *Cedrobium laportei* sont sans aucun doute limitées par la température. En revanche, dans l'étage de végétation mésoméditerranéen, on observe d'importantes pullulations provoquant de fortes défoliations et même dans certains cas la mort des

arbres (FABRE, 1982 ; 1988). Les dégâts les plus sévères ont lieu de préférence au cours d'hivers doux et après ceux-ci. Des pullulations spectaculaires de *Cinara cedri* s'observent dans tous les milieux. Cependant, à la différence de l'espèce précédente, ce puceron, même lorsqu'il pullule, est accompagné d'une faune prédatrice très importante et paraît n'être que peu nuisible aux arbres.

Une étude de la susceptibilité des quatre espèces de cèdres aux deux pucerons a été conduite dans des plantations comparatives du sud-est de la France. *Cinara cedri* peut infester les quatre espèces de cèdres. Par contre, *Cedrobium laportei* se développe intensément sur le cèdre de l'Atlas, mais n'infeste pas spontanément les cèdres de Chypre et du Liban et, en cas d'infestation artificielle, ne réussit à se maintenir que pendant un certain temps sur ces essences. Le cèdre de l'Himalaya paraît occuper une position intermédiaire (FABRE, 1988). Des recherches plus récentes montrent qu'il existe en réalité une grande variabilité de la sensibilité de *C. libani* selon la provenance. Certaines provenances se sont montrées plus sensibles que celles de *C. atlantica* alors que d'autres, originaires de Turquie (Taurus oriental et Antitaurus) ou du Liban, seraient à rapprocher de *C. brevifolia* (FABRE, non publié). Ainsi, l'utilisation, dans l'étage de végétation mésoméditerranéen, de certaines pro-

venances de *Cedrus libani* (ARSLANKOY...) permettrait d'éviter les risques importants de dégâts dus à *Cedrobium laportei*.

En 1977, STARY & LECLANT décrivaient au Maroc *Pauesia cedrobii*, un Hyménoptère Aphidiidae parasitoïde spécifique de *Cedrobium laportei* (Cf. Photo 17). Nous avons introduit avec succès ce parasitoïde en France (FABRE, & RABASSE, 1987). Les insectes utilisés ont été récoltés au Maroc (région du Moyen Atlas), du 7 au 11 juin 1981. Les momies (pucerons parasités renfermant un cocon de l'Hyménoptère ont été prélevées et isolées dans une gélule pharmaceutique.



Photo 17 : Le parasitoïde *Pauesia cedrobii* déposant un œuf dans le corps d'une larve du puceron *Cedrobium laportei*

Photo J.P. Fabre/INRA

De retour en France, au laboratoire, les hyperparasites ont été tués puis identifiés. Puis des lâchers du parasitoïde ont été effectués à la fin du mois de juin de la même année, dans le massif du Luberon, à 350 m d'altitude, dans un peuplement homogène et isolé, âgé de 25 ans, de cèdre de l'Atlas. Les adultes ont été introduits dans des manchons en tulle de nylon qui avaient été préalablement installés sur des extrémités de branches porteuses de colonies de *C. laportei*. Ces manchons ont été ultérieurement ouverts. Au mois d'octobre, on observait les premières momies dans la parcelle, mais le parasitoïde ne s'y est réellement multiplié qu'à partir du mois de décembre.

Pauesia cedri, qui s'est bien acclimaté, s'est dispersé naturellement sur une grande partie du territoire national. Une dizaine d'années après son introduction initiale, sa présence a été enregistrée dans la région Parisienne (REMAUDIÈRE, 1993). Les observations faites au Luberon ont permis de comparer la dynamique des populations du puceron avant et après l'introduction. Elles suggèrent que l'efficacité du parasitoïde dans la régulation des populations du puceron est importante. Son introduction, au nord de la Méditerranée, a donc été une réussite. **Cet exemple de lutte biologique réussie est unique en Europe dans le domaine forestier.**

Une introduction généralisée du parasitoïde dans les autres pays où le puceron est présent nécessiterait de disposer d'un élevage de production. Des essais ont été effectués dans ce sens dans des chambres climatisées de

juin 1984 à septembre 1987, sur des cèdres de l'Atlas âgés d'environ 6-7 ans cultivés en pot. Neuf conditions climatiques différentes ont été testées mais c'est à la température de 12°C que l'on a obtenu les meilleurs résultats. A cette température, il a été possible de maintenir pendant un an et demi le parasitoïde sur son hôte. Ces essais permettent de poser les bases d'un élevage de masse du parasitoïde. L'introduction de celui-ci en forêt pourrait selon le cas s'effectuer de deux façons différentes. Une première solution consisterait à transporter une ou plusieurs unités de production sur le lieu du lâcher et à attendre la sortie des parasitoïdes, qui iront coloniser les populations naturelles de *C. laportei*. Une deuxième solution, à réserver à des parcelles très éloignées où il n'est pas possible d'acheminer des plants, consisterait à récolter les momies dans les enceintes d'élevage et à les faire éclore directement sur les lieux du lâcher (FABRE, 1989a). Récemment, des essais ont été effectués dans ce sens en Israël, pays où le puceron provoque des dégâts importants dans les jeunes plantations de cèdre (ASSAEL, non publié).

3.2.3. La tordeuse *Epinotia cedricida* Diakonoff

- Historique

Cette tordeuse a pour seuls hôtes connus les cèdres de l'Atlas et du Liban. Elle a été décrite initialement sur des individus récoltés en France sur cèdre de l'Atlas dans la cédraie du Luberon par Diakonoff en 1969.

Depuis, sa répartition géographique a été précisée (FABRE, 1997). Dans l'aire naturelle des cèdres, elle est présente au Maroc et largement répandue en Algérie. Elle existe aussi en Turquie, dans le Taurus et dans plusieurs peuplements relictuels de *Cedrus libani* où elle commet des dégâts importants : au nord de l'Anatolie sur le versant sud de la chaîne Pontique (Çatalan, Akincilar) et dans le peuplement anatolien de Gökyurt. Au Liban, elle a été découverte dans la cédraie de Tannourinne en 1997 (FABRE & DEREIX, non publié). En ce qui concerne l'Europe, où le cèdre est une essence introduite, la tordeuse a été signalée en Autriche dans une réserve naturelle du delta du Rhin. En France, elle a colonisé pratiquement tous les peuplements de cèdre de la vallée du Rhône, jusqu'à Dijon vers le nord (cédraie de la Trouhaude), jusqu'à Sisteron (Alpes-de-Haute-Provence) au nord-est, jusqu'à Laverne de Raguse (Var) vers l'est, jusqu'à Marcilly (forêt domaniale de Soulanes de Nore) et Riassesse (forêt domaniale des Corbières occidentales), dans le département de l'Aude, vers l'ouest. Elle est apparemment encore absente dans ceux de la vallée de la Garonne et de la région de Poitiers.

- Diagnostic et cinétique des dégâts

Les dégâts sont discrets à l'automne puis deviennent très visibles en fin d'hiver et au printemps. Une des aiguilles les plus âgées située sur la couronne la plus extérieure au mésoblaste est d'abord évidée par la jeune chenille. A partir du mois de décembre 2 à 3 aiguilles minées jaunes sont atta-



Photo 18 : Dégâts dus à la tordeuse du Cèdre *Epinotia cedricida* sur une branche de Cèdre de l'Atlas

Photo J.P. Fabre/INRA



Photo 19 : Ponte d'*Epinotia cedricida* à la base d'un mésoblaste sur une branche de Cèdre de l'Atlas

Photo J.P. Fabre/INRA

Photo 20 : Jeune chenille d'*Epinotia cedricida* venant de pénétrer dans une aiguille d'un mésoblaste sur une branche de Cèdre de l'Atlas

Photo J.P. Fabre/INRA

chées par des fils de soies, constituant un fourreau tapissé à l'extérieur par les déjections et dans lequel se tient la chenille. Par la suite le nombre d'aiguilles consommées desséchées augmente et l'arbre devient "roux", la totalité des aiguilles vertes pouvant être directement consommées avant qu'il ne commence à débourrer (Cf. photo18).

Depuis 1975, trois gradations de tordeuse ont été observées dans le sud-est de la France. Elles ont culminé (défeuillaison totale de la mi-décembre jusqu'au débourrement, courant avril, dans les peuplements les plus attaqués) respectivement en 1975 - 1976, 1981 - 1982 et 1989 - 1990, donc sur des périodes de 6-8 ans séparées par une année de latence seulement. Depuis 1997 le niveau des attaques s'est maintenu à un niveau très bas sans aucun signe indicateur d'une nouvelle gradation. On observe ainsi, depuis quelques années, un prolongement de la période de latence de la tordeuse confirmant, du point de vue de la dynamique de ses populations, son statut de ravageur semi-cyclique. Pendant la période de latence les dégâts sont peu visibles, mais on a estimé, dans le cas de la cédraie du Petit Luberon, que la population de chenilles parvenant au dernier stade y oscillait entre 1 million et demi et deux millions d'individus à l'hectare, ce qui correspond à environ 10 % de mésoblastes attaqués par la tordeuse à la fin du mois de décembre.

- Biologie, cycle évolutif et ennemis naturels

Une première note (LECLANT & REMAUDIERE, 1969) a donné quelques indications sur la biologie de cette tordeuse. Celle-ci est maintenant bien connue (FABRE, non publié). *E. cedricida* ne présente qu'une génération par an. Les adultes volent de la mi - juillet jusqu'à la fin du mois de septembre. Le développement des chenilles s'étend de la mi-septembre jusqu'au mois d'avril de l'année suivante.

Les chenilles d'*E. cedricida* consomment les aiguilles de tout âge, les arbres pouvant être totalement défeuillés. Les œufs (Cf. photo 19) sont pondus isolément dans les anfractuosités des écorces des branches. La L1 venant d'éclore commence par creuser un trou dans une aiguille située sur la couronne extérieure d'un mésoblaste (Cf. photo 20). Elle consomme les cellules parenchymateuses et constitue une



Photo 21 : Dégâts dus à la tordeuse du Cèdre *Epinotia cedricida* sur un mésoblaste d'une branche de Cèdre de l'Atlas

Photo J.P. Fabre/INRA



Photo 22 : Chrysalide d'*Epinotia cedricida* dans litière sous un peuplement de Cèdre de l'Atlas

Photo J.P. Fabre/INRA

mine n'occupant qu'une partie de la section de l'aiguille. A partir du 3^e ou du 4^e stade, la chenille consomme aussi les faisceaux libéro - ligneux et la mine occupe alors la totalité de l'aiguille. Au cours de leur développement, les chenilles construisent à l'extérieur de la mine, sur l'aiguille attaquée puis sur celles qui sont adjacentes, un tunnel de soie revêtu à l'extérieur de déjections qui constitue une coque de protection contre les intempéries (Cf. photo 21). A partir du 4^e stade et jusqu'au 5^e, les chenilles rongent les aiguilles à l'extérieur, d'abord en partie, constituant ainsi des "galeries à ciel ouvert", puis plus ou moins complètement. Parvenues au 6^e et dernier stade, elles sont toujours dans leur coque, mais elles en sortent et vont consommer à une certaine distance un grand nombre d'aiguilles qui sont alors «tronçonnées». Leur développement achevé, les chenilles se laissent tomber sur le sol, au bout d'un fil de soie, et se nymphosent à quelques centimètres sous terre, dans un cocon soyeux (Cf. photo 22). Leur descente dans le sol s'échelonne du début du mois de

février jusqu'à la fin du mois de mai, avant le débourrement et la croissance des nouvelles aiguilles. L'émergence des adultes a lieu quelques mois plus tard, de la mi - juillet à la fin du mois d'août.

Un seul parasitoïde indigène s'est adapté à la tordeuse. Il s'agit d'un parasite oophage, sans doute *Trichogramma cacoeciae* Marchal, et son rôle est, semble-t-il, tout à fait négligeable. A l'inverse, on a observé le développement d'épizooties dues au champignon entomopathogène hyphomycète *Beauveria bassiana* (Bals). Son action, sans doute liée à celle de facteurs trophiques, semble s'exercer principalement sur les chenilles pendant leur développement larvo - nymphal dans la litière mais peut également affecter les adultes émergents (FABRE, non publié).

- Les voies de recherches pour la protection des peuplements

Aucune méthode de lutte n'est actuellement disponible. L'étude de la dynamique des populations de la tordeuse dans une trentaine de sites répartis dans le sud de la France a permis de définir les conditions propices à sa pullulation (FABRE, non publié). À l'inverse du puceron *Cedrobium laportei*, la tordeuse n'a commis des dégâts importants, depuis une vingtaine d'années, qu'à des altitudes relativement élevées, correspondant approximativement à l'étage de végétation supraméditerranéen, donc à l'optimum bioclimatique du cèdre en région méditerranéenne française. De plus, il semble que, pour que de tels dégâts puissent se manifester, il soit indispensable que le peuplement soit monospécifique, parvenu à l'état adulte et qu'il atteigne une superficie suffisante (au moins 10 ha). De tels peuplements n'existent pas encore à l'heure actuelle dans l'étage de végétation mésoméditerranéen. Par ailleurs, la phéromone sexuelle de la tordeuse a pu être identifiée et synthétisée (travail en collaboration avec B. FREROT, laboratoire INRA des médiateurs chi-

miques, non publié). Le piégeage sexuel permet de déceler la présence de la tordeuse dans un peuplement quand ses niveaux de population sont très faibles (dégâts indécélables même pour un observateur averti). Il peut aussi permettre de déceler l'arrivée de la tordeuse dans un peuplement isolé et indemne dans le cadre de la surveillance de l'extension du ravageur. Par contre, cette technique ne permet pas d'estimer les niveaux de ses populations dès que les dégâts deviennent importants. De plus, le mélange utilisé pour attirer les mâles d'*E. cedricida* est également attractif pour ceux d'une autre tordeuse du même genre, *E. algeriensis* (cf. supra), vivant également sur le cèdre en Afrique du Nord.

La lutte chimique ou biochimique n'a pas été envisagée pour l'instant et l'on sait qu'elle sera difficile à mettre en œuvre. En effet, dans les conditions naturelles, la tordeuse devient nuisible à partir de l'éclosion des chenilles, mais ces dernières vivent à l'intérieur des aiguilles de cèdre et ne commencent à n'en sortir qu'au 4^{ème} stade tout en restant bien protégées dans un fourreau soyeux bien étanche. La période pendant laquelle la chenille pourrait être atteinte facilement par un insecticide se situe donc entre son éclosion et la pénétration dans une aiguille de cèdre. Cependant, la durée de ce stade " baladeur " est nécessairement très réduite, la survie potentielle des chenilles n'étant que de quelques heures et il faudrait maintenir l'action du produit pendant toute la période des éclosions qui s'échelonne sur environ deux mois et demi. Enfin, la répartition des chenilles sur les arbres présente un gradient croissant de la cime vers la base des houppiers et les branches les plus basses sur lesquelles se situe la majorité de la population sont plus difficilement accessibles aux traitements aériens généralement utilisés en forêts.

**J.-P.F., M.M.,
P.D.M., S.B.**

BIBLIOGRAPHIE

- ACATAY G., 1952 - Sedir agaçlarına musallat olan *Acala undulana* Wlsglm. Orman Fakültesi Dergisi, 2 (1), 83-86.
- ALPTEKIN C.U., BARITEAU M., FABRE J.P., 1997 - Le Cèdre de Turquie : aire naturelle, ravageurs et essais d'utilisation en France, Revue Forestière Française, 49, 19-31.
- BALACHOWSKY, A. S., 1949 - Coléoptères Scolytidae. Faune de France, Lechevalier ed, 1-320.
- BALACHOWSKY, A. S., 1969 - Les Scolytes du cèdre dans le Nord de l'Afrique. Annales de la Société Entomologique de France (N.S.), 5 (3), 647-655.
- BENHALIMA S., VILLEMANT C., LIEUTIER F. et MOUNA M., 1998 - Chronologie des attaques des xylophages (Coleoptera : Scolytidae) ravageurs du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* : Pinaceae) dans le Moyen Atlas (Maroc). Les Annales de la Société entomologique de France. IV^{ème} Conférence Internationale Francophone d'entomologie, Saint-Malo. 5-9 juillet 1998 (sous presse).
- BERLAND, L., 1950 - Un chalcidien phytophage : *Megastigmus suspectus* var. *pinsapinis*. Entomologiste, vol. 6, 56-57.
- BOGENSCHÜTZ H., 1978 - Tortricinae. - In : SCHWENKE W. (ed.), Die Forstschädlinge Europas. 3. Band. Schmetterlinge. Hamburg-Berlin, Paul Parey., 55-89.
- CHAMBON, J.-P., FABRE, J.-P., KHEMICI M., 1990 - Trois nouvelles tordeuses d'Algérie, nuisibles aux conifères : *Epinotia algeriensis* sp. n. (Olethreutinae, Eucosmini), *Lozotaenia cedrivora* sp. n. et *Dichelia numidicola* sp. n. (Tortricinae, Archipini) [Lepidoptera Tortricidae]. Bulletin de la Société entomologique de France, vol. 95, 131-138.
- CHARARAS C., 1962. - Etude biologique des Scolytides des conifères. Encyclopédie entomologique, 38. Paris : Lechevalier, 1-556.
- CHARARAS C., 1974. - Recherches éco-physiologiques sur certains Scolytidae spécifiques de *Cedrus atlantica* du Moyen Atlas. - C.N.R.S. Travaux. R.C.P., 249, 231- 255.
- CHARARAS C., 1976. - Aperçu général sur les insectes forestiers au Maroc. - Comptes Rendus hebdomadaires des Scéances de l'Académie d'Agriculture de France, 63, 611-618.
- CORNIC J.-F., DU MERLE P. & GÉRAUD D., 1986 - Piégeage sexuel de la tordeuse du sapin *Choristoneura murinana* Hb. (Lép., Tortricidae) dans le sud de la France. Perspectives d'utilisa-

- tion de cette méthode pour la surveillance des populations du ravageur. *Acta oecologica/Oecologia applicata*, 7, 181-199.
- CORNIC J.-F., GÉRAUD D. & DU MERLE P., 1987 - Observations sur la distribution spatiale et sur la mesure des populations pré-imaginale de la tordeuse du sapin, *Choristoneura murinana* Hb. (Lep., Tortricidae). 2. Les populations larvaires et conclusion. *Journal of applied Entomology*, 103, 403-417.
- COVASSI, M., & BINAZZI, A., 1974 - Note corologica e morfologica sulla *Cinara cedri*. *Mim. in Italia* (Homoptera, Aphidoidea, Lachnidae). *Redia*, 55: 3, 1-344.
- DIAKONOFF, A., 1969 - A new tortricid injurious to cedar in France (*Lepidoptera*). *Annales de la Société entomologique de France*, vol. 5, 389-396.
- DU MERLE P., BRUNET S., CHAMBON J.-P., CORNIC J.-F. & FABRE J.-P., 1989 - Colonisation d'un végétal introduit (*Cedrus atlantica*) et de nouveaux milieux bioclimatiques par un insecte phytophage : *Choristoneura murinana* (Lep., Tortricidae). - *Acta oecologica/Oecologia applicata*, 10, 289-301.
- DU MERLE P. & CORNIC J.-F., 1989 - Répartition, niveaux de population et risques de pullulation de la tordeuse du sapin, *Choristoneura murinana* (Lepidoptera : Tortricidae), en France. Résultats d'une enquête par piégeage sexuel. *Annales de la Société entomologique de France*, 25, 265-288.
- DU MERLE P. & CORNIC J.-F., 1991 - Monitoring the reproductive capacity of *Choristoneura murinana* (Lepidoptera : Tortricidae) populations by measuring the size of male moths caught in sex pheromones traps. *Acta oecologica*, 12, 369-383.
- DU MERLE P., BRUNET S. & CORNIC J.-F., 1992 - Polyphagous potentialities of *Choristoneura murinana* (Hb.) (Lep., Tortricidae) : A "monophagous" folivore extending its host range. *Journal of applied Entomology*, 113, 18-40.
- EKICI M., 1970 - *Acalla undulana* Wlsgm. nin biyolojisi ve mücadelesi üzerine arastirmalar. *Ormancilik Arastirma Enstitüsü Yayinlari. Teknik Bülten Serisi*, N° 44, 1-37.
- EMMONOT, P., GAYRAUD, Y., LECLANT, F., REMAUDIÈRE, G., 1967 - Sur la présence en France de *Cedrobium laportei* Remaudière, puceron nuisible au cèdre. *Comptes-Rendus de l'Académie d'Agriculture de France*, vol. 53, 966-971.
- FABRE, J.-P., 1976 a - Extension du cèdre et risques d'attaques d'insectes. *Revue Forestière Française*, vol. 28, 261-269.
- FABRE, J.-P., 1976 b - Sur la présence en France de *Cinara cedri* (Mimeur), puceron nuisible au cèdre. *Comptes-Rendus de l'Académie d'Agriculture de France*, séance du 2 juin 1976, 771-775.
- FABRE, J.-P., 1982 - Le problème des pucerons du cèdre. Dégâts et méthodes de lutte. *Compte-Rendu des Journées d'Etudes et d'Informations "Pucerons des cultures"*, Paris, 2-3 mars 1981, Association de Coordination Technique Agricole, Paris, 331-335.
- FABRE J.-P. & MOUNA M., 1983 - Sur la présence au Maroc d'une tordeuse *Acleris undulana* Walsingham (Lep. Tortricidae) grave ravageur des cèdres : *Cedrus atlantica* Man. *Cedrus libani* Barrel. *Acad. Agriculture. France*, 11 mai, 642-647.
- FABRE, J.-P., 1986 - Dynamique des populations de *Megastigmus suspectus* var. *pinsapinis* Hoff. (Hym. Torymidae) dans les cédraies du sud-est de la France. *Proceedings of the 2nd Conference of the IUFRO Cone and Seed Insects Working Party S2.07.01*, Briançon, September 3-5, 1986, publié par l'Institut National de la Recherche Agronomique, Ardon, 45160 (Olivet), France, 127-145.
- FABRE J.-P., DU MERLE P. & CHALON A., 1987 - Un nouveau ravageur du cèdre en Europe : *Choristoneura murinana*, la tordeuse du sapin. *Revue forestière française*, 39, 496.
- FABRE, J.-P. & RABASSE J.-M., 1987 - Introduction dans le sud-est de la France d'un parasite : *Pauesia cedrobii* Stary et Leclant (Hym., Aphidiidae) du puceron *Cedrobium laportei* Remaudière (Hom., Lachnidae) du cèdre de l'Atlas : *Cedrus atlantica* Manetti. *Entomophaga*, vol. 32, 127-141.
- FABRE, J.-P., 1988 - Possibilités d'infestation par les pucerons : *Cedrobium laportei* Remaudière, *Cinara cedri* Mimeur (Homoptera, Lachnidae), chez le genre *Cedrus*. *Annales des Sciences Forestières*, vol. 45, 125-140.
- FABRE, J.-P., 1989 a - Elevage de *Pauesia cedrobii* (Hym. : Aphidiidae), parasite du puceron du cèdre de l'Atlas : *Cedrobium laportei* (Hom. : Lachnidae). *Entomophaga*, vol. 34, 381-389.
- FABRE, J.-P., 1989 b - Distribution spatiale de *Megastigmus suspectus* var. *pinsapinis* Hoffm. (Hym. Torymidae) sur *Cedrus atlantica* Manetti dans un peuplement du sud-est de la France. *Proceedings of the 3rd Conference of the IUFRO Cone and Seed Insects Working Party S2-07-01*, Victoria, B.C., Canada, June 26-30, 1988, Publié par Forestry Canada, Pacific Forestry Centre, Victoria, B.C., 101-116.
- FABRE J.-P., DEMOLIN G. & DU MERLE P., 1990 - Problèmes entomologiques des cèdres (genre *Cedrus*) en France et en Europe. XIX I.U.F.R.O. World Congress, Montréal, Canada, 5-11/8/1990, *Proceedings, Division 1*, 1, 513-523.
- FABRE, J.-P. & CHEVIN H., 1991 - Un nouveau ravageur du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*) en Algérie, la tenthrède *Prionomeion gaullei* (Hym. : Diprionidae). *Bulletin de la Société entomologique de France*, vol. 96, 309-311.
- FABRE, J.-P. & KHEMICI M., 1991 - Un nouveau ravageur du sapin de Numidie en Algérie, la tordeuse, *Dichelia numidicola*. *Séminaire International sur les Sapins Méditerranéens*, Avignon, France, 11-15 juin 1990, Ducrey & Oswald ed. CECA-CEE-CEEA, Bruxelles, 321-332.
- FABRE, J.-P., ALPTEKIN, C.U., 1994 - Importance des attaques des graines de cèdre du Liban, *Cedrus libani*, en Turquie par *Megastigmus schimitscheki* (Hym. Torymidae) et risques d'extension de cet insecte sur le cèdre de l'Atlas, *Cedrus atlantica*. *Symposium International sur le cèdre de l'Atlas*, 31 mai-4 juin 1993, Rabat Maroc. *Annales de la Recherche Forestière du Maroc*, 27 (spécial), vol 2, 566-575.
- FABRE J.-P., 1997 - Geographical distribution of the tortricid moth *Epinotia cedricida* (Lepidoptera : Tortricidae) within the natural and artificial ranges of the Cedar trees *Cedrus atlantica* and *C. libani*. *European Journal of Entomology* 94, 485-494.
- FRANZ J., 1940 - Der Tannentriebwickler *Cacoecia murinana* Hb. *Beiträge zur Bionomie und Ökologie. Zeitschrift für angewandte Entomologie*, 27, 345-407 + 585-620.
- GÉRAUD D., CORNIC J.-F. & DU MERLE P., 1987 - Observations sur la distribution spatiale et sur la mesure des populations pré-imaginale de la tordeuse du sapin, *Choristoneura murinana* Hb. (Lep., Tortricidae). 1. Exposé des méthodes. Les populations d'oeufs. - *Journal of applied Entomology*, 103, 258-278.
- KARL E.S., 1964. - Borkenkäfer des nord-westlichen Afrika. - *Notulae Entomologicae*, 44, 95-100.
- KOCHER L., 1958. - Catalogue commenté des Coléoptères du Maroc. Fasc.VII. - *Travaux de L'Institut scientifique chéri-fien, Série Zoologie*, 14, 243-256.
- LECLANT, F. & REMAUDIÈRE G., 1969 - Sur la biologie d'*Epinotia* (*Evetria*) *cedricida* Diak., grave ravageur du cèdre en France (Lep. Tortricidae). *Annales de la Société Entomologique de France*, vol. 5, 397-405.

- MILLIRON, H.E., 1949 - Taxonomic and biological investigations in the genus *Megastigmus* with particular reference to the taxonomy of the nearctic species (Hymenoptera : Chalcidoidea : Callimonidae). *American Midland Naturalist*, vol. 41, 257-420.
- MIMEUR, J.M., 1935 - Aphididae du Maroc (septième note). *Bulletin de la Société des Sciences Naturelles du Maroc*, vol. 15, 251-258.
- MOUNA M., 1983 - *Acleris undulana* Walsingham (Lep. Tortricidae) nouvelle tordeuse sur cèdre au Maroc. *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat*, 7, 143-148.
- MOUNA M., BIGOT L. & FABRE J.-P., 1985 - Comparaison des communautés frondicoles des Coléoptères du Cèdre (*Cedrus atlantica* Manetti) en France (Provence) et au Maroc (Moyen Atlas). *Vie et Milieu*, 35 (2), 99-106.
- MOUNA M., 1986a - Possibilités et époque de lutte contre la tordeuse du cèdre *Acleris undulana* Walsingham (Lep. Tortricidae, Tortricinae). *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat*, 10, 209-210.
- MOUNA M., 1986b - *Luperus (Calomicrus) pardoi* Codina (Col. Chrysomelidae) ravageur phytophage à l'état adulte du cèdre (*Cedrus atlantica* Man.) au Maroc. *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat*, 10, 207-208.
- MOUNA M., 1988 - La bioécologie et l'environnement biologique d'*Acleris undulana* Walsingham (Lep. Tortricidae, Tortricinae) ravageur du cèdre dans le Moyen Atlas marocain. Thèse d'État, Faculté des Sciences, Rabat, 1-140.
- PEYERIMHOFF P. de, 1917. - Nouveaux Coléoptères du Nord-africain (26^{ème} note) : Faune du cèdre et du sapin de Numidie. - *Bulletin de la Société entomologique de France*, 18, 329-332.
- PEYERIMHOFF P. de, 1919. - Notes sur la biologie de quelques Coléoptères phytophages du Nord-africain. - *Annales de la Société entomologique de France*, 88, 169-258.
- PEYERIMHOFF P. de, 1933 - Les coléoptères attachés aux conifères dans le Nord de l'Afrique. *Annales de la Société Entomologique de France*, 4^{ème} trimestre, 359-408.
- PINTUREAU B., FABRE J.-P. & OLIVEIRA M.L., 1991 - Etude de deux formes de *Megastigmus suspectus* Borrie (Hym. Torymidae). *Bulletin de la Société Entomologique de France*, tome 95 9- 10, 277-290.
- REMAUDIÈRE, G., 1954 - Les Cinarini (Hom. Aphidoidea, Lachnidae) du cèdre en Afrique du Nord. *Revue de Pathologie Végétale et d'Entomologie Agricole de France*, vol. 33, 115-122.
- REMAUDIÈRE, G., 1993 - Arrivée spontanée en région Parisienne de l'hyménoptère aphidiide *Pauesia cedrobii*, parasite du puceron du cèdre *Cedrobium laportei*. *Revue Française d'Entomologie*, 15: 4, 157-158.
- STARY P. & LECLANT F., 1977 - *Pauesia (Pauesia) cedrobii* n. sp., premier parasite connu du Puceron du cèdre *Cedrobium laportei* Remaudière [Hym. : Aphidiidae]. *Annales de la Société Entomologique de France* 13, 159-163.
- THERY A., 1928 - Etude sur les Buprestides de l'Afrique du Nord. *Mémoires de la Société des Sciences Naturelles du Maroc*, 1-586.
- TUATAY, N. & REMAUDIÈRE, G., 1964 - Première contribution au catalogue des Aphididae (Hom.) de la Turquie. *Revue de Pathologie Végétale et d'Entomologie Agricole de France*, vol. 43, 243-278.
- VILLIERS A., 1946 - Coléoptères Cérambycides de l'Afrique du Nord. *Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris*, 1-146.
- WALSINGHAM R. H., 1900 - Asiatic Tortricidae. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, (7), 5, 373-374.

Résumé

Cette synthèse fait le point sur les connaissances acquises depuis une vingtaine d'années sur certains ravageurs du cèdre de l'Atlas dans son aire naturelle en Afrique du Nord (Maroc, Algérie) et dans son aire d'extension en France et en Europe. Les Processionnaires en sont exclues. La tordeuse du Cèdre du Liban, *Acleris undulana*, un redoutable ravageur en Asie Mineure, a colonisé les cédraies atlasiques marocaines. Le cèdre du Grand Atlas marocain est l'objet de dépérissements dans lesquels interviennent des insectes xylophages.

En France, 7 espèces d'insectes indigènes, au moins, se sont portées sur le nouveau conifère. La tordeuse du sapin pectiné *Choristoneura murinana* a causé des dégâts importants dans la cédraie du Luberon et les xylophages ont fait leur apparition au Ventoux. Par ailleurs, cinq espèces d'insectes provenant de l'aire naturelle du cèdre sont parvenues en France et certains en Europe : la tordeuse du cèdre *Epinotia cedricida*, les pucerons *Cedrobium laportei* et *Cinara cedri*, les chalcidiens séminivores *Megastigmus pinsapinis* et *Megastigmus schimitscheki*.

Summary

The present situation concerning various pests of the Atlas Cedar in North Africa, France and Europe.

This overview details knowledge acquired over some twenty years concerning various pests of the Atlas Cedar in its natural habitat in North Africa (Morocco, Algeria) and in areas of introduction in France and Europe. Caterpillar species have not been included. The leaf roller of the Cedar of Lebanon, *Acleris undulana*, a dangerous pest in Asia Minor, has colonised the cedar stands in the Morocco Atlas. Cedars in the high Atlas of Morocco are weakening and dying off due to wood-eating insects.

In France, at least 7 species of indigenous insects have attacked the introduced cedar. In the Luberon area (Provence), *Choristoneura murinana*, a leaf-roller, has caused major damage to cedar plantations and in the neighbouring Mont Ventoux area, wood-eaters have appeared.

In addition, 5 insects species from the Cedar's original natural habitat have made it to France and in some cases, elsewhere in Europe : the leaf roller *Epinotia cedricida*, the two lice *Cedrobium laportei* and *Cinara cedri*, and the pests *Megastigmus pinsapinis* and *Megastigmus schimitscheki*.

Riassunto

Il punto su alcuni devastatori del cedro dell'Atlante in Africa del nord, in Francia e in Europa

Questa sintesi fa il punto sulle conoscenze acquisite da una ventina d'anni su alcuni devastatori del cedro dell'Atlante nella sua area naturale in Africa del nord (Marocco, Algeria) e nella sua area di estensione in Francia e in Europa. Le processionarie ne sono escluse. La tortrice del cedro del Libano, *Acleris undulana*, un devastatore temibile in Asia minore, ha colonizzato i cedreti dell'Atlante marocchini. Il cedro nel Grande Atlante è l'oggetto di deperimenti nei quali intervengono insetti silofagi.

In Francia, sette specie di insetti indigeni, almeno, si sono volti sul nuovo conifero. La tortrice dell'abete bianco, *Choristoneura murinana*, ha cagionato guasti importanti nel cedro del Luberon e i silofagi hanno fatto la loro apparizione al Ventoux. D'altra parte, cinque specie d'insetti provenienti dell'area naturale del cedro sono giunti in Francia e alcuni in Europa : la tortrice del cedro, *Epinotia cedricida*, i pidocchi *Cedrobium laportei* e *Cinara cedri*, i calcediani semivivori *Megastigmus pinsapinis* e *Megastigmus schimitscheki*.