

UTILISATION DE BIOPESTICIDES CONTRE LES RAVAGEURS DES CULTURES : LE POINT SUR *Bacillus thuringiensis*

par Josette Chaufaux

*La bactérie entomopathogène *Bacillus thuringiensis* (Bt) a été le premier microorganisme homologué dans le monde comme biopesticide : les premières homologations datent des années 60 aux Etats-Unis et des années 70 en France. Si actuellement c'est le microorganisme le plus utilisé en lutte biologique, c'est que cette bactérie se multiplie facilement en fermenteurs, que les produits formulés se conservent bien, qu'ils sont très sélectifs et que les prix de revient sont compétitifs.*

Les potentialités que représentent les manipulations génétiques de différents organismes ouvrent de nouvelles perspectives pour son utilisation.

Description de *Bacillus thuringiensis*

Découvert pour la première fois au Japon en 1902 dans un élevage de vers à soie (*Bombyx mori*), Bt a été à nouveau isolé en 1911 en Thuringe (Allemagne) à partir d'une population de teigne de la farine (*Ephestia kuehniella*) par Berliner qui comprit l'utilisation possible de ce germe pour lutter contre des insectes nuisibles.

Bacillus thuringiensis est une bactérie Gram-positive qui a la particularité de synthétiser un cristal protéique lors de la sporulation. L'activité entomopathogène de ce germe est liée à la présence de cette inclusion parasporale (cristal), constituée de protoxines, appelées également delta-endotoxines. Les cristaux ont, selon les souches, une activité larvicide sur différentes espèces d'insectes appartenant à trois ordres : Lépidoptères, Coléoptères et Diptères.

Mode d'action de la bactérie

Les cristaux synthétisés par les bactéries sont constitués de protoxines, qui, une fois ingérées par l'insecte, sont digérées à pH alcalin par les protéases digestives et transformés en toxines polypeptidiques actives. Les δ -endotoxines activées par les protéases de l'insecte se fixent sur des récepteurs spécifi-



■ *Bacillus thuringiensis*, spores (en clair) et cristaux (en foncé). Ce sont les cristaux protéiques qui ont une activité insecticide (Photo INRA)

ques situés sur les cellules de l'épithélium intestinal. L'intoxication se manifeste très rapidement par d'importantes lésions au niveau de l'intestin et par une paralysie du tube digestif, entraînant un arrêt immédiat de l'activité d'alimentation. La mort de l'insecte intervient en 24 à 48 heures après l'ingestion des cristaux et peut être ou non accompagnée d'une septicémie. Les aspects moléculaires du mécanisme qui aboutissent à la mort des insectes ne sont pas encore clairement définis.

Classification des souches et des toxines

La classification des souches est faite selon un procédé mis au point en 1962 et plusieurs fois amélioré depuis cette date. Elle est basée sur une série de tests sérologiques et enzymatiques et sur l'agglutination flagellaire. En 1994, on dénombre 45 sérotypes H comprenant 53 variétés dans la collection internationale conservée à l'Institut Pasteur.

Höfte et Whiteley (1989) ont établi une

classification des gènes codant pour les delta-endotoxines actuellement connues. Ils sont regroupés en quatre classes déterminées par le poids moléculaire des protéines synthétisées et par le potentiel insecticide de ces protéines après activation par les sucs digestifs (tableau 1).

Spécialités formulées à partir de *Bacillus thuringiensis*

Parmi les 53 variétés citées plus haut, quelques-unes seulement font l'objet d'une commercialisation dans le monde. Seulement 4 sérotypes sont actuellement utilisés : le sérotype 3a, 3b (*kurstaki*), le sérotype 7 (*aizawa*) et le sérotype 8a, 8b (*morrisoni*) appelé également *tenebrionis* ou *san diego*, pour lutter contre les ravageurs des cultures, enfin le sérotype 14 (*israelensis*) à partir duquel des produits sont fabriqués pour lutter contre les insectes vecteurs de maladies humaines (tableau 2). Certaines spécialités sont issues directement de la biotechnologie et sont des produits mettant en œuvre soit des souches recombinantes (Foil® et Agree®), soit des souches encapsulées (MVP® et M-One Plus®).

Les spécialités commercialisées en France sont destinées à combattre les Lépidoptères ravageurs :

- des forêts, tels que la processionnaire du pin, la tordeuse grise du mélèze, le bombyx disparate, le bombyx cul-brun ou la tordeuse verte du chêne ;
- des cultures maraîchères, comme les noctuelles défoliatrices, les noctuelles des fruits ou la piéride du chou ;
- des vergers et des vignes, comme

les cheimatomies, la teigne de l'olivier, les tordeuses de la vigne (**tableau 3**).

Il est à noter qu'en France, aucun produit n'est encore homologué pour lutter contre les larves de Coléoptères. Cependant quelques spécialités sont homologuées pour lutter contre les larves de moustiques (Bactimos® par exemple).

Importance du marché de *Bacillus thuringiensis*

En 1991, les biopesticides représentaient 1% du marché mondial des pesticides, soit environ 100 millions de dollars dont 90% étaient constitués par des produits à base de Bt.

La répartition de ce marché est fortement déséquilibrée, en effet, l'Amérique du nord à elle seule représente plus de 50% du marché (54%), les autres régions du monde utilisent encore peu cette méthode de lutte : 23% de parts de marché à l'Asie, 12% à l'Afrique, 8% à l'Amérique centrale et à l'Amérique latine, 2% à l'Australie et à l'Océanie et seulement 0,7% à l'Europe de l'Ouest. Aucun chiffre n'est connu pour l'Europe de l'Est et l'ex-Union Soviétique (Rigby, 1991).

Exemples d'utilisation

Les exemples d'utilisation de Bt à travers le monde sont très nombreux.

En 1976, la Bactospéine a été utilisée contre *Zeiraphera diniana*, la tordeuse du mélèze, sur 670 ha de mélèzes dans les Hautes-Alpes, la mortalité observée était de l'ordre de 80 à 90% et la population d'insectes a été ramenée en dessous du seuil de nuisibilité. Au Canada, de 1985 à 1988, 2 produits (Thuricide® et Futura®) ont été utilisés sur 2 900 000 ha de forêts pour lutter contre 4 espèces de défoliateurs des résineux et des chênes : *Porthetria dispar*, le Bombyx disparate (160 000 ha), *Choristoneura pinus pinus*, la tordeuse des bourgeons du pin (1 850 000 ha), *Choristoneura fumiferana*, la tordeuse des bourgeons de l'épinette (830 000 ha) et *Lambdina fuscicollis*, l'arpenteuse du sapin (36 000 ha). Partout l'efficacité est comparable à celle des produits chimiques et sur la dernière espèce, on a noté 100% de mortalité en 1987.

Tableau 1
Nomenclature des protéines des cristaux
(D'après Höfte et Whiteley, 1989)

Protéines toxiques pour les larves de Lépidoptères :

Cry IA(a)	133 Kilodaltons (1)
Cry IA(b)	131 Kda
Cry IA(c)	133 Kda
Cry IB	138 Kda
Cry IC	135 Kda
Cry ID	133 Kda
Cry IE	133 Kda
Cry IF	134 Kda

Protéines toxiques pour les larves de Lépidoptères et de Diptères :

Cry IIA	71 Kda
Cry IIB	71 Kda
Cry IIC	69 Kda

Protéines toxiques pour les larves de Coléoptères :

Cry IIIA	73 Kda
Cry IIIB	73 Kda

Protéines toxiques pour les larves de Diptères :

Cry IVA	134 Kda
Cry IVB	128 Kda
Cry IVC	78 Kda
Cry IVD	72 Kda

(1) Dalton : unité de masse atomique équivalent au douzième de la masse d'un atome neutre de carbone

De nombreuses autres réussites peuvent être relevées dans la littérature, par exemple l'utilisation de Bt du sérotype 3a, 3b (*kurstaki*) en Malaisie, en Indonésie, en Inde, en Australie ou aux Pays-Bas pour lutter contre *Plutella xylostella*, la teigne des crucifères, en Tunisie pour lutter contre *Prays oleae*, la teigne de l'olivier ou encore en Allemagne contre *Ephesia elutella*, un ravageur des denrées stockées. Tous les auteurs mentionnent la bonne efficacité du traitement.

Avantages et inconvénients liés à l'application

Quelques contraintes sont liées à l'utilisation des spécialités formulées à partir des spores et des cristaux de Bt.

Les doses à utiliser varient en fonction du ravageur, du sérotype et de la formulation (poudre ou liquide) du produit : chaque homologation est faite pour traiter une espèce précise à une dose adaptée pour chaque cas.

Les traitements seront d'autant plus efficaces qu'ils seront appliqués contre les plus jeunes stades larvaires, il est donc néces-

saire de connaître le cycle de développement des ravageurs. Dans le cas de populations d'insectes présentant des gradations sur plusieurs années (par exemple *Porthetria dispar*), il est intéressant de situer le moment de la gradation dans lequel on se trouve : latence, progradation, culmination ou rétrogradation, car dans certains cas, il n'est peut-être pas nécessaire d'intervenir.

La durée de vie du Bt est fonction des conditions climatiques : les cristaux sont inactivés par le rayonnement ultra-violet, le traitement peut-être lessivé par la pluie etc., cependant, les produits formulés contiennent des adjuvants permettant une durée d'action relativement améliorée par rapport aux produits bruts non formulés (une dizaine de jours contre 48 à 72 heures en absence de formulation).

En regard de quelques précautions à prendre avant d'entreprendre un traitement biologique à base de Bt, plusieurs atouts doivent être signalés.

En premier lieu, et c'est le grand avantage de la lutte biologique, les produits sont très spécifi-

ques, ils n'ont pas d'activité insecticide directe sur la faune utile comme les prédateurs, les parasites ou les pollinisateurs, ils ne sont pas phytotoxiques et n'ont aucune action sur les vertébrés.

De nombreux ravageurs deviennent résistants à certaines familles de pesticides ; la sensibilité de ces insectes à Bt a été démontrée plusieurs fois, notamment dans le sud-est asiatique. C'est le cas de *P. xylostella* dont certaines populations deviennent très résistantes à des familles d'insecticides chimiques, elles peuvent être jugulées par des traitements à partir de Bt. Le mode d'action de ce microorganisme étant différent de celui des produits chimiques, il est normal qu'il ait encore une activité sur des populations d'insectes résistantes à ces derniers.

Cependant depuis quelques années, on parle de souches d'insectes résistants à Bt. Le premier cas de résistance à une delta-endotoxine a été signalé en 1985 par McGaughey. Il s'agit d'une souche de l'espèce *Plodia interpunctella* récoltée dans des silos à grains et qui avait déjà été en contact avec Bt dans son habitat naturel. Cette souche d'insectes a fait l'objet d'une sélection, au laboratoire, pour la résistance au Dipel®. Après 15 générations elle était

100 fois plus résistante qu'une souche de laboratoire non sélectionnée. Plus tard, le même auteur et son équipe ont montré que la souche de *P. interpunctella* résistante aux toxines de Dipel® (sér. 3a, 3b), Cry IA(b) et Cry II, était sensible à plusieurs isolats de Bt contenant d'autres toxines.

La première population sauvage d'insectes résistants à Bt a été observée dans la nature, à Hawaï (Tabashnik *et al.* 1990). Il s'agit d'une souche de *P. xylostella*, ayant subi plus de 100 traitements, vivant dans un milieu relativement fermé, où les échanges

génétiques avec d'autres populations sont très limités, voire impossibles.

Depuis, des chercheurs ont démontré le caractère héréditaire de la résistance : elle est monogénique et récessive et elle régresse en l'absence de pression de sélection.

Après la publication de la première résistance à Bt, de nombreux chercheurs se sont mis à sélectionner des insectes résistants à différentes souches de Bt, afin d'en étudier la cause et, si possible, la façon d'empêcher ou de réduire l'acquisition d'une résistance dans la nature.

Mc Gaughey et Whalon (1992) ont récemment dressé un bilan très complet de la résistance à *Bacillus thuringiensis*. Ils ne dénombrent que 8 cas de populations d'insectes résistants à ce germe. Parmi ces 8 cas recensés, une seule population est issue de la nature (cas de *P. xylostella* à Hawaï), les autres populations résistantes ayant été obtenues en laboratoire.

La majorité des résistances apparues au laboratoire est le fait d'une modification des récepteurs des toxines situés sur les cellules à bordure en brosse de l'épithélium intestinal.

Tableau 2
Produits commercialisés formulés à partir de *Bacillus thuringiensis*
(D'après Riba et Silvy, 1993)

Souches	Hôtes	Produits	Firmes
<i>kurstaki</i> (3a3b)	Lépidoptères	Bactifog(2) Bactospéine(2) Bactucide Baturad Bernan BT Biobest(2) Biobit Collapse (2) Condor CutlassS Delfin Dipel (2) Foray (2) Insectobiol (2) Javelin LarvoBT MVP (1) Nubilacid Thuricide	DREYFUS-HERSCHEL DUPHAR CRC RADONJA BACTEC BIOBEST NOVO CALLIOPE ECOGEN ECOGEN SANDOZ ABBOTT NOVO SAMABIOL SANDOZ FERMONE MYCOGEN RADONJA SANDOZ
<i>aizawa</i> (7)	Lépidoptères	Agree (1) Certan Florbac	CIBA- GEIGY SANDOZ DUPHAR
<i>israelensis</i> (14)	Diptères	Acrobe Bactimos (2) Bactis Moskitocid Skeetal Teknar (2) Vectobac (2)	CYANAMID DUPHAR CRC RADONJA NOVO SANDOZ ABBOTT
<i>san diego</i> (8a, 8b)	Coléoptères	M- One M- OnePlus (1)	MYCOGEN MYCOGEN
<i>tenebrionis</i> (8a,8b)	Coléoptères	Di Terra Novodor Trident	ABBOTT NOVO SANDOZ
<i>Souches conjuguées</i>	Lépidoptères Coléoptères	Foil (1)	ECOGEN

(1) Souches transformées ou encapsulées

(2) Produits homologués en France

Nouvelles potentialités

Depuis la découverte de souches larvicides de Diptères et de souches actives sur larves de Coléoptères, de nombreux laboratoires cherchent des souches présentant de nouvelles activités insecticides. Des brevets américains récemment déposés mentionnent la découverte de souches actives sur acariens, nématodes et protozoaires.

Les progrès du génie génétique permettent de modifier la bactérie et de fabriquer des souches de Bt ayant une double activité sur Lépidoptères et sur Coléoptères. Certains de ces produits sont déjà homologués aux Etats-Unis : c'est le cas de Foil® qui présente une activité larvicide sur Lépidoptères et sur Coléoptères et de Agree® qui est fabriqué à partir de gènes codant pour des toxines issues de deux sérotypes différents. Cette particularité permet d'élargir le spectre d'activité à plusieurs familles de Lépidoptères.

Les cas de transformation de microorganismes avec un gène codant pour une delta-endotoxine sont nombreux dans la littérature et nous ne pouvons pas tous les mentionner ici, nous retiendrons : *Clavibacter xyli*, un symbionte de plante qui, une fois modifié, synthétise une toxine active contre la pyrale dans le maïs (Crop Genetic International), *Pseudomonas fluorescens*, une bactérie du sol, a été transformée par l'introduction d'un gène codant pour une toxine active sur des insectes se nourrissant de racines.

Le produit M-One Plus® (Mycogen) est issu directement d'une transformation génétique de *P. fluorescens* : le gène qui code pour la toxine Cry IIIA, larvicide de Coléoptère a été transféré dans la bactérie, après production des cristaux, la bactérie est tuée par procédé physico-chimique, mais sa paroi demeure et sert d'enveloppe protectrice aux cristaux de Bt. Ce procédé permet d'améliorer de façon significative la durée de vie des cristaux dans la nature.

Une autre découverte a également bouleversé les perspectives d'utilisation de Bt. Il s'agit de l'obtention de plantes transgéniques, modifiées par le transfert d'un gène codant pour une toxine de Bt. La plante synthétise la toxine au cours de son développement et est ainsi protégée des attaques des ravageurs sensibles à la toxine produite. La première plante transgénique à caractère insecticide a été obtenue par l'équipe de Plant Genetic Systems (PGS) à Gand en Belgique en 1986 : il s'agissait d'un plant de tabac exprimant une toxine active contre le Sphinx du tabac *Manduca sexta* (Vaeck et al., 1987).

Depuis cette date de nombreuses plantes ont fait l'objet d'une transformation génétique en vue de leur conférer une propriété insecticide, on peut citer par exemple la pomme de terre, la tomate, le peuplier, le pommier, le cotonnier, le maïs ou le riz. Elles sont encore toutes à l'état expérimental.

D'autres plantes transgéniques ayant des propriétés différentes sont également à l'étude, par exemple des plantes résistantes à un herbicide ou à une maladie.

De nombreux avantages apparaissent quant à l'utilisation de plantes transgéniques : soustraire les toxines protéiques aux conditions climatiques parfois

Tableau 3
Spécialités commercialisées en France en 1994 (d'après Index Phytosanitaire, ACTA, 1995)

Ravageurs	Spécialités	Distributeurs
Ravageurs des forêts Processionnaire du pin Tordeuse grise du mélèze Bombyx disparate Bombyx cul-brun Tordeuse verte du chêne	Bactifog Bactospéine Koppert Bactospéine Quino Biobest BT Dipel 8L Dipel poudre mouillable Foray 48 B Insectobiol M	DREYFUS-HERSCHEL KOPPERT CIBA ESPACES VERTS BIOBEST ABBOTT ABBOTT CIBA ESPACES VERTS SAMABIOL
Ravageurs des cultures maraîchères et des grandes cultures Noctuelles défoliatrices Noctuelles des fruits Piéride du chou Pyrale du riz	Collapse Bactospéine Koppert Biobest BT Dipel poudre mouillable Insectobiol M	CALLIOPE KOPPERT BIOBEST ABBOTT SAMABIOL
Ravageurs des vergers et des vignes Cheimatobies Teigne de l'olivier Tordeuses de la vigne	Bactospéine Koppert Biobest BT Collapse Dipel 2X Dipel 8L Dipel ES Dipel poudre mouillable Insectobiol L Insectobiol M	KOPPERT BIOBEST CALLIOPE ABBOTT ABBOTT ABBOTT ABBOTT SAMABIOL SAMABIOL



défavorables, permettre d'atteindre des insectes non phyllophages ; mais des questions vont également voir le jour comme celle de l'apparition d'une résistance d'une population de ravageurs à une toxine en raison d'une pression de sélection forte et continue. C'est pourquoi les chercheurs essaient actuellement de comprendre le phénomène de l'apparition de la résistance afin de pouvoir le combattre.

On peut aussi s'interroger sur l'acceptation du public pour des produits alimentaires issus du génie génétique dans lesquels on trouvera une toxine bactérienne, alors que celle-ci est inoffensive pour l'homme.

Conclusion

Depuis longtemps *Bacillus thuringiensis* s'est affirmé comme étant un microorganisme d'intérêt pour la lutte microbiologique contre les ravageurs, du fait de la facilité de sa production et de sa spécificité, entre autres.

L'apport des biotechnologies ouvre des voies jusqu'alors inaccessibles et laisse entrevoir de nouvelles utilisations, comme celle de pouvoir traiter des ravageurs qui

■ Les gènes codant pour les toxines de *Bacillus thuringiensis* peuvent être introduits dans les plantes par différentes techniques. Le tabac transgénique (à droite) a été protégé de l'attaque d'insectes ravageurs, sensibles à la toxine synthétisée, contrairement au tabac non transformé (à gauche) (Photo INRA Versailles)

ne pourraient pas être maîtrisés par des pulvérisations insecticides classiques.

Il faut cependant surveiller l'apparition de populations d'insectes résistants à *Bacillus thuringiensis*, et envisager de contrarier cette éventuelle résistance par l'utilisation de produits divers.

Cependant toutes les potentialités de cette bactérie ne sont sans doute pas encore connues et de nombreux chercheurs, dans le monde, s'emploient soit à découvrir de nouvelles activités contre différents invertébrés soit encore à améliorer les souches déjà utilisées. De ce fait, *B. thuringiensis* présente de réelles perspectives de développement.

Pour en savoir plus

- ◆ **Höfte H., Whiteley H. R.** - 1989 - Insecticidal crystal proteins of *Bacillus thuringiensis*. *Microbiol. Rev.*, 53, (2), 242-255.
- ◆ **McGaughey W. H.** - 1985 - Insect resistance to the biological insecticide *Bacillus thuringiensis*. *Science*, 229, 193-195.
- ◆ **McGaughey W. H., Whalon M. E.** - 1992 - Managing insect resistance to *Bacillus thuringiensis* toxins. *Science*, 258, 1451-1455.
- ◆ **Riba G., Silvy C.** - 1993 - La lutte biologique et les biopesticides. *Phytoma, La défense des végétaux*, 452, 21-32.
- ◆ **Rigby S.** - 1991 - *Bt* in Crop Protection. *Agrow*, PJB Publications, Richmond, U.K.
- ◆ **Tabashnik B. E., Cushing N. L., Finson N., Johnson M. W.** - 1990 - Field development of resistance to *Bacillus thuringiensis* in diamondback moth (Lepidoptera : Plutellidae). *J. Econ. Entomol.*, 83, (5), 1671-1676.
- ◆ **Vaeck M., Reynaerts A., Höfte H., Jansens S., DeBeuckeleer M., Dean C., Zabeau M., Van Montagu M., Leemans J.** - 1987 - Transgenic plants protected from insect attack. *Nature*, 328, 33-37.

Cet article constitue une mise à jour de parutions déjà effectuées dans *Phytoma* n°456 de Déc. 1993 et *PHM. Revue Horticole* d'Oct. 1994.

VIENT DE PARAÎTRE...

● L'environnement en France (édition 1994 - 1995)

Les médias nous alertent périodiquement sur tel ou tel problème d'environnement : l'accumulation des déchets toxiques étrangers, les nitrates dans l'eau de boisson, la destruction de la couche

Glossaire entomologique

Gradation : Période cyclique pendant laquelle varie l'effectif d'une population d'insectes, en passant par une phase de latence (peu d'individus, pas de dégâts apparents), de progradation (augmentation de la population, début des dégâts annuels visibles), de culmination (effectif très important de la population, dégâts maximum) et de rétrogradation (diminution des effectifs sous la pression de divers régulateurs, peu de dégâts). Dans le cas de *Porthetria dispar*, ce cycle s'étale sur une période de 7 à 9 ans.

Sérotype : Groupe biochimique dans lequel les souches de *B. thuringiensis* répondent de façon homogène à une série de tests sérologiques et enzymatiques, au niveau de caractères majeurs.

Souche : Actuellement chaque isolat de *B. thuringiensis* est appelé souche. Pour qu'un isolat soit assimilé à une souche déjà décrite, il faut qu'il présente la même caractérisation biochimique (sérotype, variété, profil électrophorétique), qu'il contienne les mêmes toxines et qu'il présente la même activité insecticide, sur les mêmes espèces d'insectes que cette souche. Toutes ces vérifications n'étant jamais totalement réalisées, on utilise le mot souche pour désigner chaque isolat de la bactérie.

"Souche encapsulée" : Un gène codant pour une toxine de *B. thuringiensis* est transféré dans une autre bactérie (*Pseudomonas fluorescens*, par exemple). Après production des cristaux contenant la toxine, la bactérie réceptrice est tuée par procédé physico-chimique, le cristal de Bt se trouve "encapsulé" dans la paroi de la bactérie morte qui lui sert alors de protection.

Souche recombinante : Souches modifiées génétiquement, par introduction d'un gène étranger. Ce peut être un gène codant pour une toxine de *B. thuringiensis* absente dans la souche d'origine, ou un gène "marqueur", par exemple un gène codant pour une résistance à un antibiotique.

Variété : Ensemble de souches qui ne diffèrent entre elles que par un ou deux caractères mineurs. Plusieurs variétés peuvent appartenir à un même sérotype.

L'auteur

Josette Chaufaux est ingénieur de recherche à la Station de Recherches de Lutte biologique de l'INRA, à La Minière. Elle est spécialiste de Bt et étudie plus particulièrement les aspects concernant l'apparition de la résistance des insectes aux toxines synthétisées par cette bactérie.

EN BREF...

▼ Des cartes postales pour un Parc National à Fontainebleau

Une série de cartes destinées à promouvoir le Parc National de Fontainebleau vient d'être éditée. Elle comprend la carte pétition (gratuite sur demande au Comité) et 8 cartes vendues 5 F pièce ou 30 F les huit.

Ces cartes sont des photographies prises en forêt de Fontainebleau avec au verso des citations d'hommes de science ou d'écrivains qui soutiennent l'action du Comité pour la création d'un Parc.

Comité pour un Parc National à Fontainebleau - 25 rue de la Madeleine - 77170 Briere Comte Robert - Tél. : (1) 64 05 18 68

▼ Etudes en Ile-de-France

La SFO (Société Française d'Odonatologie) recherche des bénévoles (jeunes s'intéressant à la protection de la nature ou aux insectes, retraités...) pour l'aider dans le cadre des inventaires odonatologiques sur les ZNIEFF de la région. Pour 1995, les secteurs concernés sont situés dans les départements des Yvelines, de l'Essonne et de la Seine-et-Marne. La prospection des milieux aquatiques franciliens n'est pas dénuée d'intérêt, bien au contraire, certains d'entre eux sont parfois tout aussi intéressants que des habitats réputés en province. La formation est assurée.

SFO - J.-L. Dommanget - 7 rue Lamartine - 78390 Bois d'Arcy

d'ozone, la dégradation des paysages, le réchauffement climatique... Mais l'information synthétique, que chacun est en droit d'attendre pour mieux connaître l'environnement dans lequel il vit ou pour anticiper les conséquences des actions qu'il mène, n'existait pas ou peu.

Permettre aux Français de prendre le "pouls" de leur environnement, telle est l'ambition de ce livre publié par l'Ifen qui s'articule en trois

parties : l'état de l'environnement et des milieux, les activités humaines et les pressions sur l'environnement, les réponses apportées par les acteurs de l'environnement.

Ainsi la lecture peut se faire à plusieurs niveaux comme celui du consommateur, celui du scientifique, celui du responsable politique et enfin celui de la communauté internationale.

Édité par Dunod.