

EXTENSION D'UNE ESPÈCE ENVAHISSANTE : SUIVI DE LA POPULATION D'ÉCREVISSES SIGNAL (*PACIFASTACUS LENIUSCULUS* DANA) AU LÉMAN À L'OUEST DE THONON-LES-BAINS, ENTRE 2001 ET 2005 – IMPACT DE LA PÊCHE

DUBOIS J.-P. (1), GILLET C. (1), MICHLOUD M. (2)

-
- (1) Institut National de la Recherche Agronomique CARRTEL, BP 511 – 74203 Thonon-les-Bains, France.
E-Mail : dubois@thonon.inra.fr
- (2) Direction Départementale de l'Agriculture et des Forêts, Quai de Rives 74200 Thonon-les-Bains, France.
E-Mail : max.michoud@agriculture.gouv.fr

Reçu le 10 mai 2006
Accepté le 24 août 2006

Received May 10, 2006
Accepted August 24, 2006

RÉSUMÉ

La population d'écrevisses signal arrivées en 1976 dans le Léman continue son expansion le long de la zone littorale à l'ouest de Thonon-les-Bains. En 2001, la population s'étendait jusqu'à Séchex avec une forte densité (82 indiv./nasse) de Thonon à Anthy. En 2005, les écrevisses se rencontrent jusqu'à Yvoire, avec une densité maximum à Excenevex (78 indiv./nasse). Le long de la zone littorale, la vitesse de colonisation est de 500-1 000 m/an. Du fait, d'une part, de leur croissance rapide dans les milieux nouvellement colonisés et, d'autre part, de la pression exercée par la pêche professionnelle dans les milieux anciennement colonisés, la taille moyenne des individus exploitables augmente de la région d'origine jusqu'à proximité du front de colonisation, comme cela a été mis en évidence en 2004 entre Thonon (89,5 mm) et Excenevex (108,3 mm). L'effet de la pêche sur la réduction de la taille des écrevisses est important : à Sciez, avec l'arrêt de la pêche dès la fin 2004, la taille moyenne est passée de 105,1 à 108,5 mm entre 2004 et 2005. L'impact des écrevisses sur le milieu est discuté, notamment sur les herbiers à macrophytes et sur les limnées vecteurs de la forme larvaire de *Trichobilharzia* sp., entraînant une forte diminution des cas de dermatite du baigneur dans les zones colonisées par les écrevisses.

Mots-clés : écrevisse, colonisation, pêche, densité, *Pacifastacus leniusculus*.

EXPANSION OF THE INVADING SIGNAL CRAYFISH (*PACIFASTACUS LENIUSCULUS* DANA) POPULATION IN LAKE GENEVA ALONG THE SHORELINE WEST OF THONON-LES-BAINS, BETWEEN 2001 AND 2005 – IMPACT OF HARVEST

SUMMARY

The signal crayfish, which appeared in Lake Geneva at Thonon-les-Bains in 1976, have continuously expanded along the southern shoreline, reaching Séchex in 2001 and Yvoire in 2005 (Fig. 1). The speed of colonization is 500-1,000 m/year. Crayfish populations increase to a maximum and then are likely regulated through limitation of food resources and increasing fishing pressure. Two different traps are used for this study: the professional

fishermen's trap, mesh size 20 mm, collects exploitable crayfish (larger than 80 mm total length, TL) in the August 2004 campaign; the "Pirat" trap, mesh size 12 mm, samples even smaller crayfish, from 60 mm TL onward, and is used in the August 2001 and 2005 campaigns. The maximum density is found just behind the front of colonization, i.e. 82 indiv./trap at Thonon in 2001 and 78 indiv./trap at Excenevex in 2005 (Table I). Due to the combined effects of crayfish expansion, available food and regulation through catches, the mean exploitable crayfish size is globally increasing from the origin zone to the front of colonization, i.e. from 89.5 mm at Thonon to 108.3 mm at Excenevex, in 2004 (Fig. 2, Tables II and III). The fishing pressure leads to changes on the size of sampled crayfish at Sciez, where professional captures stopped at the end of 2004; the mean exploitable crayfish size increased from 105,1 mm in 2004 to 108,5 mm in 2005, whereas decreasing values were recorded in the neighbour zones of Séchex and Excenevex (Table II); size means between Sciez and Excenevex or Séchex are significantly different with α level = 0.05. The discussion summarizes information on the impact of signal crayfish on the littoral compartment of Lake Geneva, which has been developed in former publications, particularly for macrophyte beds and aquatic snails (Lymnaeids) losses, thus causing an important reduction of swimmer's itch importance in the crayfish colonized zones.

Key-words : crayfish, colonisation, fishing, density, *Pacifastacus leniusculus*.

INTRODUCTION

L'arrivée d'une nouvelle espèce au sein d'un milieu aquatique en modifie l'équilibre (HESSEN *et al.*, 2004, RODRIGUEZ *et al.*, 2005) et s'accompagne d'une période de fluctuations jusqu'à un nouvel état, où l'espèce introduite prend une place au sein de l'écosystème (ESSINK et DEKKER, 2002 ; HUNTER et SIMONS, 2004). Dans les milieux soumis à l'action de l'homme, l'équilibre est toutefois toujours remis en cause directement (par exemple par aménagement, pêche, modification des conditions trophiques) ou indirectement, à travers l'introduction, volontaire ou non, de nouvelles espèces aquatiques ainsi que par la protection totale d'espèces autochtones prédatrices, comme le héron.

Si les conditions lui sont favorables, la nouvelle espèce envahit le milieu de façon explosive, profitant de l'abondance de nourriture et de sites d'abris, ainsi qu'à la faiblesse de la prédation (WILSON *et al.*, 2004). Tant que cette espèce n'est pas contrôlée, elle peut entraîner des gênes pour certaines activités humaines, comme la pêche. Avec le temps, la nouvelle population prend sa place, par exemple sous l'action d'une régulation intra-spécifique, par la limitation des ressources disponibles ou par son exploitation par un prédateur ou par l'homme (HESSEN *et al.*, 2004).

Sur le Léman, une nouvelle espèce d'écrevisse, l'écrevisse signal (*Pacifastacus leniusculus* Dana), est arrivée en 1976 (DUBOIS *et al.*, 1999) et continue son expansion. Dénommée aussi écrevisse californienne, elle a été largement introduite en Europe, dans un but d'élevage commercial (HOLDICH *et al.*, 1995) ou pour remplacer les écrevisses autochtones décimées par la peste en milieu naturel. Elle continue son expansion, souvent incontrôlée, dans les milieux naturels, pouvant supplanter ou éliminer les écrevisses locales (ARRIGNON *et al.*, 1999 ; PÖCKL et PEKNY, 2002 ; SIBLEY *et al.*, 2002 ; BUDD *et al.*, 2005). Sur le Léman, depuis son apparition devant Thonon-les-Bains, l'écrevisse signal continue sa colonisation le long de la zone littorale vers l'ouest et de façon limitée vers l'est (DUBOIS et KNOCKAERT, 2004). Sa présence a d'abord été perçue comme une gêne, puis comme une ressource économique lorsque les pêcheurs ont eu l'autorisation de l'exploiter.

Par le suivi des populations le long de la rive ouest, nous cherchons à suivre l'évolution de la population et à faire apparaître l'impact de la pêche sur la structure de la population.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Site d'étude

Le Léman est le plus grand lac d'Europe occidentale, situé dans les Préalpes à cheval sur la Suisse et la France. Son altitude est de 372 m et sa superficie de 582 km² ; le périmètre est de 167 km. Les espèces d'écrevisse présentes au Léman sont *Astacus leptodactylus* Eschscholtz, *Orconectes limosus* Rafinesque et *Pacifastacus leniusculus* (DUBOIS *et al.*, 1999). L'écrevisse signal se rencontre le long de la rive française à l'ouest de Thonon-les-Bains, à l'est de la Dranse, devant Lugrin et Evian et à l'embouchure de la Vénoge, dans le canton suisse de Vaud.

Prélèvements

Ce travail a été mené par l'INRA et les services de la DDAF de Thonon-les-Bains en collaboration avec les pêcheurs professionnels du Léman français. Les prélèvements ont été réalisés durant la deuxième quinzaine du mois d'août à l'aide de nasses posées dans les zones de pêche le long d'une courbe de niveau, entre 4 et 8 m de profondeur et espacées de 8 à 10 m.

Les nasses sont appâtées avec des carcasses fraîches de poissons, déposées l'après-midi et relevées le lendemain matin. Les écrevisses capturées sont mesurées : la longueur totale, exprimée en mm, se rapporte à la distance du rostre au telson.

Les pêcheurs professionnels utilisent douze nasses pyramidales ou rectangulaires à une ou deux entrées entourées d'un grillage à maille carrée de 20 mm, capturant des écrevisses de plus de 80 mm de longueur. Les prélèvements scientifiques sont faits à l'aide de nasses « Pirat », petites nasses plastiques à lames parallèles dont l'écartement est de 12 mm, capturant des écrevisses de plus de 60 mm de longueur.

Dans la suite de ce travail, nous désignerons par exploitables les écrevisses de plus de 80 mm de long.

Afin d'estimer l'importance de la population d'écrevisses signal le long de la zone littorale, des prélèvements ont été réalisés en 2001, 2004 et 2005 :

– avec les nasses « Pirat », posées en 2001 par l'INRA et la DDAF et en 2005 par les pêcheurs professionnels. Toutes les écrevisses sont analysées,

– en 2004, des échantillonnages sont effectués sur les écrevisses capturées par les pêcheurs professionnels : à chaque fois 50 mâles et 50 femelles sont examinés.

En 2005, la zone de Sciez n'est plus exploitée, le pêcheur préférant poser ses nasses devant Yvoire.

Statistiques

Les données sont analysées statistiquement à l'aide du logiciel JMP-IN 5.1, au seuil $\alpha = 0,05$.

RÉSULTATS

Extension des populations et densité entre 2001 et 2005 (Figure 1, Tableau I).

En 2001, la zone de colonisation des écrevisses s'étend vers l'ouest jusqu'à Séchex (Figure 1). Au delà, sur les zones de Sciez-Excenevex et Yvoire, les quantités d'écrevisses capturées sont très faibles (respectivement 3 et 2 écrevisses pour 3 nasses posées) et traduisent leur rareté. Le front de colonisation se situe alors au niveau de Séchex, où la population est encore peu nombreuse (16 mâles et 21 femelles). En 2005, la population s'étend jusqu'à Yvoire (Figure 1).

Dans la région de Thonon, la densité d'écrevisses (nombre d'individus/nasse) diminue entre 2001 et 2005. Les régions récemment colonisées peuvent présenter de fortes densités (Tableau I).

Évolution de la taille des écrevisses, le long du rivage (Figure 2, Tableaux I, II et III).

En 2001, la taille moyenne des individus à Thonon et Anthy est respectivement de 85,6 et 87,2 mm, très inférieure à celle de Séchex (119,2 mm) (Tableau I), où plus de 80 % des individus dépassent 100 mm (Figure 2a). En 2001, comme en 2005, l'évolution

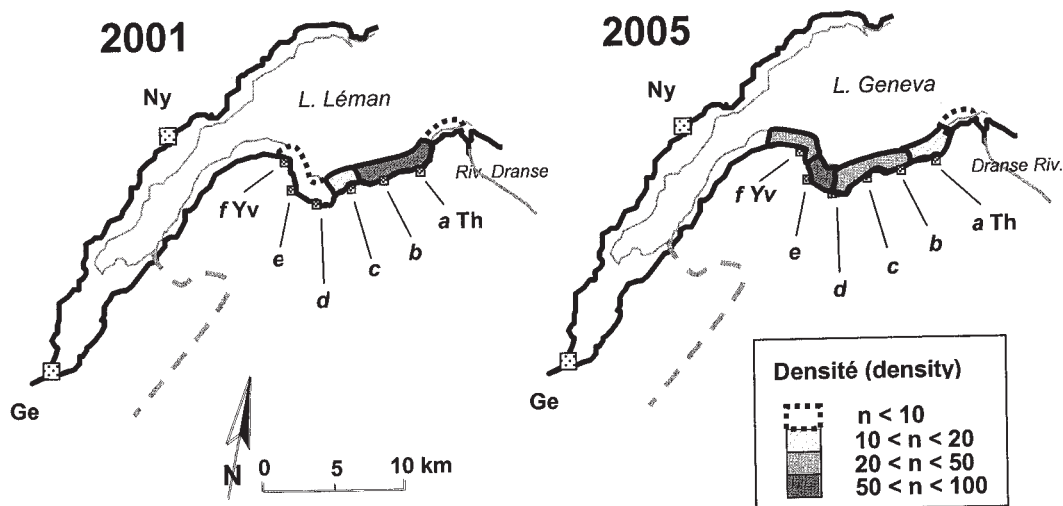


Figure 1

Extension et densité des écrevisses signal dans la région de Thonon-les-Bains, le long de la rive Sud du Lac Léman en 2001 et 2005, dans la zone des 20 m colonisable par les écrevisses. La densité est le nombre d'écrevisses capturées par nasse en une nuit. Les nasses utilisées sont les nasses « Pirat ». En 2005 nous n'avons pas fait d'échantillonnage dans les zones pauvres en écrevisses, à l'est de Thonon et à l'ouest d'Yvoire. Abréviations : a Th : Thonon ; b : Anthy ; c : Séchex ; d : Sciez ; e : Excenevex ; f Yv : Yvoire ; Ge : Genève ; Ny : Nyon.

Figure 1

Extension and density of signal crayfish in different zones (localities) in Lake Geneva, west of Thonon-les-Bains, France, in 2001 and 2005, along the 20 m depth littoral zone. Density is the number of crayfish captured in one night per trap. Samples were made with "Pirat" traps, with an aperture of 12 mm. In 2005, no sampling was made in the zones of low signal crayfish density, where professional fishing is inexistent (East of Thonon, West of Yvoire). Abbreviations: a Th: Thonon; b: Anthy; c: Séchex; d: Sciez; e: Excenevex; f Yv: Yvoire; Ge: Genève; Ny: Nyon.

Tableau I

Densité et données sur la taille de toutes les écrevisses signal collectées avec les nasses « Pirat » en 2001 et 2005.

Table I

Density and data obtained on size of all signal crayfish collected in the “Pirat” traps, in 2001 and 2005. Note that numbers with decimals of all the tables are written in the French notation, with a comma (,).

Année	a Thonon	b Anthy	c Séchex	d Sciez	e Excenevex	f Yvoire
2001						
Nbre nasses (trap number)	3	3	2	3		3
Écrevisses/nasse (crayfish per trap)	82	73	18,5	3		2
Taille moyenne (mm) (average size, mm)	85,6	87,2	119,2	107,5		90
Écart-type (St D)	10,5	11,2	14,6			
2005						
Nombre de nasses	4	2	4	2	2	2
Écrevisses/nasse	9	45	6,5	21,5	78	29,5
Taille moyenne (mm)	89,7	94,2	87,6	108,5	91,6	100,9
Écart-type	11,1	9,8	14,3	10,0	14,1	9,5

des tailles le long de la zone littorale semble irrégulière, car les nasses « Pirat » capturent aussi des individus de petite taille (Tableau I). Cependant, si l'on ne considère que les individus de taille exploitable (Figures 2a et 2b, Tableau II), la tendance est comparable à celle observée en 2004, c'est à dire un accroissement progressif de la taille moyenne des écrevisses capturées depuis la zone d'introduction (Thonon) jusqu'au front de colonisation vers l'ouest, avec un maximum en 2001 à Séchex, en 2004 à Excenevex et en 2005 à Yvoire (Figure 2), si l'on excepte le cas particulier de Sciez en 2005, étudié plus loin.

En 2004, avec cent individus analysés par échantillon, il a été possible de mettre en évidence une différence significative entre les tailles moyennes des écrevisses des différents lieux de prélèvement (Tableau III) : cette taille est minimale à Thonon, (89,5 mm) et maximale à Excenevex (108,3 mm).

Incidence de la pêche sur la taille des écrevisses (Figure 2b et 2c, Tableau II).

Jusqu'en 2004 les écrevisses de Sciez étaient exploitées par un pêcheur professionnel ; depuis la pêche a été abandonnée. En 2004, la taille moyenne des individus exploitables était de 105,1 mm. En 2005, elle atteignait 108,5 mm avec une plus forte proportion d'individus de grande taille (10 % d'individus de 120 mm ou plus en 2004 ; 21 % en 2005) ; durant cette même période, la taille moyenne des écrevisses diminuait dans les zones voisines de Séchex et d'Excenevex, où la pression de pêche a été maintenue.

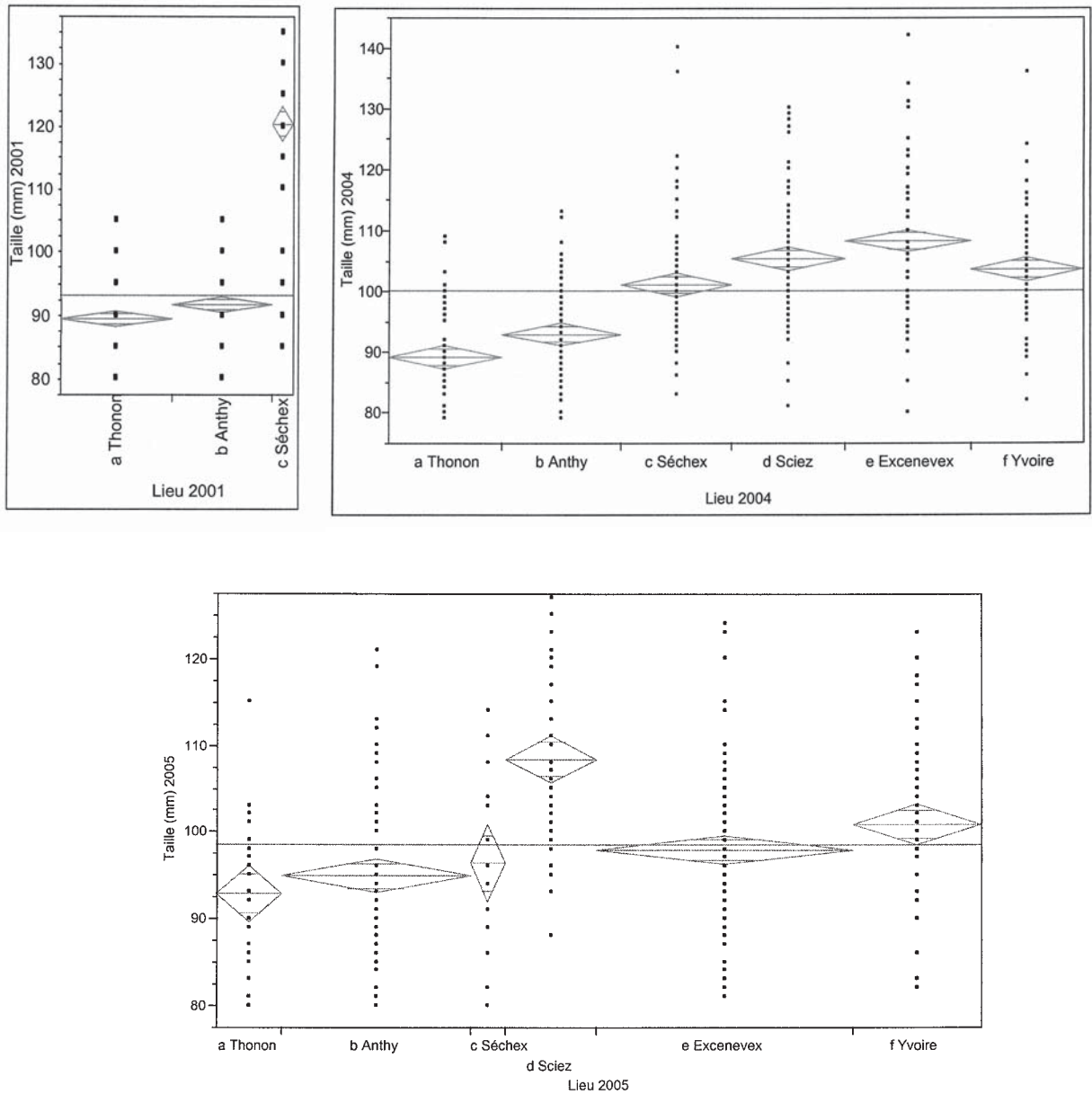


Figure 2

Évolution de la taille des écrevisses signal le long de la rive ouest durant l'été, en 2001 (2a), 2004 (2b) et 2005 (2c). Afin de comparer les trois années dans les mêmes conditions, nous n'avons retenu que les écrevisses exploitables, de taille capturable par les nasses des pêcheurs professionnels. Pour chaque échantillon la diagonale du losange indique la moyenne et sa hauteur l'intervalle de confiance à 95 % ; sa longueur est proportionnelle à la taille de l'échantillon.

Figure 2

Evolution of size of signal crayfish, along the littoral zone, West of Thonon-les-Bains, in August 2001 (2.a), 2004 (2.b) and 2005 (2.c). In order to compare data obtained with "Pirat" traps in 2001 and 2005 with those of 2004 with professional fishermen traps (mesh size 20 mm), we have measured only the crayfish of exploitable size (over 80 mm total length). For each sample, the diamond gives the mean, which is the middle line, and the vertical endpoints are the confidence interval at 95%; its length is proportional to the size of the sample.

Tableau II

Nombre, taille moyenne (mm) des écrevisses exploitables par les pêcheurs professionnels, le long de la rive sud du Léman (voir Figure. 1). Attention : ne sont retenues que les écrevisses de longueur égale ou supérieure à 80 mm ; en 2004, deux écrevisses de 79 mm ont été écartées.

Table II

Number, mean size (total length in mm) and Standard Deviation of signal crayfish trapped in Lake Geneva (see localities in Fig. 1). In order to compare captures made in 2004 by fishermen's traps and in 2005 by "Pirat" traps, only exploitable crayfish (size equal or over 80 mm) are measured; in 2004, two 79 mm crayfish were discarded.

Année	a Thonon	b Anthy	c Séchex	d Sciez	e Excenevex	f Yvoire
2004						
Nbre écrevisses	99	99	100	100	100	100
Taille moyenne (mm)	89,5	93,2	101,3	105,1	108,3	103,4
Écart-type	6,6	7,1	10,0	10,0	12,1	8,8
2005						
Nbre écrevisses	31	87	16	43	119	59
Taille moyenne (mm)	92,9	94,9	96,4	108,5	98,0	100,9
Écart-type	7,9	9,1	10,1	10,0	8,7	9,5

Tableau III

Comparaison multiple des moyennes de taille des écrevisses mesurées en 2004, en utilisant le test de Turkey-Kramer HSD au seuil $\alpha = 0,05$: pour les zones qui n'ont pas les mêmes lettres, les moyennes sont significativement différentes, c'est-à-dire entre les populations d'Anthy-Thonon, de Séchex et de Sciez-Excenevex. Les caractéristiques de la population d'Yvoire ne nous permettent pas de la différencier de celles de Sciez et de Séchex, mais bien de celle d'Excenevex.

Table III

Comparison of the mean size of signal crayfish between the study zones in 2004. For each sample 50 male and 50 female crayfish were measured. Turkey-Kramer HSD's test allows multiple mean comparisons, at the level $\alpha = 0.05$. Zones with different letters have significant different means. Means of Thonon and Anthy are not significantly different; it is also the case between Sciez and Excenevex. Mean of Yvoire is different from that of Excenevex.

Zone	Taille moyenne (mm)
f Yvoire	B C 103,37
e Excenevex	A 108,33
d Sciez	A B 105,14
c Séchex	C 101,33
b Anthy	D 93,01
a Thonon	D 89,39

DISCUSSION

Les écrevisses ont trouvé le long de la rive sud du Léman, à l'ouest de Thonon-les-Bains, une beine large avec des blocs et rochers le long du rivage, une végétation aquatique riche en algues filamenteuses et macrophytes submergés. Ce sont des conditions favorables : FLINT et GOLDMAN (1977) observent que la faible profondeur du milieu, la surface couverte par les cailloux et leur taille, ainsi que l'abondance de nourriture influencent le nombre et la taille des écrevisses adultes. Les écrevisses signal recherchent un substrat caillouteux riche en abris (BLAKE et HART, 1993 ; LODGE et HILL, 1994 ; GUAN et WILES, 1996 ; BUDD *et al.*, 2005).

La population d'écrevisses signal, apparue devant Thonon-les-Bains en 1976, a continué son expansion vers l'ouest (DUBOIS *et al.*, 1999 et 2003). En 2001, les écrevisses signal se trouvaient à Séchex. En 2004-2005, elles atteignaient le niveau d'Yvoire. En tenant compte de la longue période nécessaire à la constitution d'une population conséquente au niveau du foyer initial (en 1984, la zone d'herbiers devant Thonon était encore peu affectée), on peut estimer la progression moyenne des écrevisses le long de la zone de Thonon à Yvoire à une valeur comprise entre 500 et 1 000 m par an. C'est l'ordre de grandeur observé sur d'autres milieux : WILSON *et al.* (2004) évaluent la vitesse de colonisation d'*Orconectes rusticus* à 0,68 km par an dans le Trout Lake, Wisconsin ; en rivière, BUDD *et al.* (2005) enregistrent une vitesse de colonisation par l'écrevisse signal de l'ordre de 2 km par an vers l'aval et de 0,35 à 0,5 km vers l'amont ; certaines parcourent jusqu'à 120 m/j, dans des rivières de Californie (LIGHT, 2003) ; enfin l'écrevisse à pieds blancs (*Austropotamobius pallipes*) peut se déplacer de 300 m en 10 jours (ROBINSON *et al.*, 2000). Pour ces deux dernières études les auteurs ont observé que les distances de déplacement augmentent avec la taille des individus. Toutefois la progression des écrevisses peut être stoppée par la présence d'obstacles naturels : dans le Léman, à l'est de Thonon-les-Bains, les écrevisses franchissent très difficilement le delta de la Dranse, rivière torrentielle et n'arrivent pas à s'implanter au-delà sur des fonds moins caillouteux et à beine réduite. BUDD *et al.* (2005) observent aussi que les cascades et chutes d'eau constituent un frein important à la progression des écrevisses signal remontant une rivière.

A chaque campagne d'étude, nous avons mis en évidence un gradient d'accroissement de la taille moyenne des individus exploitables à mesure que l'on s'éloigne de la zone d'origine (Figure 2, Tableaux II et III). Dans les milieux récemment colonisés, les écrevisses grandissent rapidement. Elles disposent de sources de nourriture abondantes et variées et ont peu de concurrence intra-spécifique. A l'inverse, dans les zones colonisées depuis plusieurs années, les populations sont régulées par la compétition entre les individus vis-à-vis des ressources nutritives limitées, voire en diminution et par la pression de pêche. En effet les écrevisses en expansion appauvrissent les ressources nutritives littorales (CHAMBERS *et al.*, 1990 ; WARNER *et al.*, 1990 ; WILSON *et al.*, 2004), comme nous l'avons observé au Léman, où l'écrevisse signal a localement réduit l'importance des herbiers et des populations de limnées, gastéropodes aquatiques (DUBOIS, obs. pers. ; DUBOIS *et al.*, 1999 ; DUBOIS et KNOCKAERT, 2004).

De l'avis des pêcheurs professionnels du Léman les captures semblent avoir diminué en quantité et en taille dans les zones colonisées et exploitées depuis plusieurs années. Les pêcheurs ont déplacé une partie de leurs nasses sur les zones de capture les plus prometteuses. Ainsi la pêche a été arrêtée à Sciez depuis fin 2004, le pêcheur ayant préféré poser ses nasses devant Yvoire, et dans la région de Thonon la pression de pêche a diminué. Après l'arrêt de la pêche à Sciez, la taille moyenne des individus a augmenté de +3,2 % (Tableau II), alors que dans le même temps elle a diminué dans les zones voisines : de -9,6 % à Excenevex et de -4,8 % à Séchex où la pression de pêche reste forte ; selon le test Tukey-Kramer HSD, la taille moyenne des écrevisses exploitables à Sciez en 2005 est significativement différente de celles d'Excenevex et de

Séchex (Figure 2c). Dans la zone de Thonon, des échantillonnages ont été réalisés avec les nasses « Pirat » devant l'INRA, en plus des pêches de professionnels, les quantités et tailles d'écrevisses ainsi capturées par nasse étaient respectivement en 2001 de 82 ind. et 82,5 mm, en 2004 de 38 ind. et 83,5 mm, en 2005 de 9 ind. et 89,7 mm (le nombre d'écrevisses capturées en 2005 est faible). On note une augmentation de la taille moyenne des écrevisses, comme on l'observe également dans la zone voisine d'Anthy (Tableau II). Cette augmentation à Thonon est significative (selon le test de Student), la pression de pêche ayant un peu diminué.

Dans les milieux colonisés depuis plusieurs années, il est raisonnable d'attribuer l'augmentation de la taille moyenne des écrevisses exploitées à la diminution de la pression de pêche. Par contre, la diminution des quantités capturées par nasse peut être causée à la fois par la pêche et par la diminution des ressources nutritives : en front de colonisation, la densité d'écrevisses est élevée (Tableau I) et la ressource nutritive encore importante (comme cela a été mis en évidence sur un polychète invasif en Hollande par ESSINK et DEKKER, 2002). Des observations faites en Lorraine sur des étangs de production astacicole font apparaître qu'au cours des années les quantités d'écrevisses capturées diminuent ainsi que leur taille moyenne (LAURENT et NICOLAS, 2004) ; KELLER (1991) avait fait la même observation malgré un apport important de nourriture à l'étang. Au Léman, la pêche a un double effet : en capturant intensivement les écrevisses dès la taille de 80 mm, elle entraîne une diminution de la taille moyenne des écrevisses capturables (environ 90 mm devant Thonon en 2004, Tableau II) et limite la reproduction. A 80 mm, les écrevisses ne se sont pas encore reproduites, la taille à la maturité étant plutôt proche de 92 mm (LEWIS, 1997).

S'il est difficile de faire la part de la régulation naturelle et de la pêche sur l'évolution de l'écrevisse signal au Léman, nous avons pu constater que la pêche joue un rôle essentiel dans le contrôle de cette population envahissante, en capturant même les juvéniles. A l'inverse, dans une perspective commerciale, on pourrait optimiser la gestion de cette ressource en préservant la période de reproduction des écrevisses et en proposant une taille minimale de capture d'au moins 92 mm. Ces deux perspectives de gestion sont contradictoires.

Les écrevisses ont un impact négatif sur le milieu aquatique. Elles consomment et fragmentent une grande diversité de végétaux aquatiques, macrophytes et algues filamenteuses (CHAMBERS *et al.*, 1990 ; WARNER et GREEN, 1990 ; ELSER *et al.*, 1994 ; NYSTROM *et al.*, 1996 ; NYSTROM et STRAND, 1996 ; GUAN et WILES, 1998 ; WILSON *et al.*, 2004 ; NYSTROM, 2005) et par leurs fèces stimulent le développement du phytoplancton (FLINT et GOLDMAN, 1975). Elles sont de grandes consommatrices d'organismes benthiques, de larves d'insectes (WILSON *et al.*, 2004 ; GUAN et WILES, 1998), de mollusques gastéropodes (WARNER *et al.*, 1990 ; NYSTROM et PEREZ, 1998 ; NYSTROM *et al.*, 1999 ; DORN et WOJDAK, 2004 ; WILSON *et al.*, 2004) et peuvent gêner la reproduction des poissons (DORN et MITTLEBACH, 2004).

Au Léman, nous avons observé une réduction des herbiers de *Potamogeton* sp. dans la zone de Thonon colonisée par *P. leniusculus* entre 1984 et 1998, alors que ce n'est pas le cas dans une zone comparable, à l'est de la Dranse, colonisée par une autre écrevisse (*O. limosus*), apparue en 1986 (DUBOIS *et al.*, 1999). Nous avons aussi constaté dans la baie d'Excenevex entre 1998 et 2003 la diminution des populations de limnées (DUBOIS, obs. pers. par plongée ; DUBOIS et KNOCKAERT, 2004). En appauvrissant le milieu, l'écrevisse diminue les ressources animales et végétales exploitées par plusieurs espèces de poissons et d'oiseaux.

L'abondance des écrevisses signal présente aussi des aspects positifs. C'est d'abord une ressource économique pour les pêcheurs professionnels. C'est aussi une nouvelle ressource alimentaire pour certains prédateurs comme le héron ou la perche.

C'est enfin un moyen indirect de contrôle de la dermatite du baigneur, dont l'impact touristique n'est pas négligeable en saison estivale. En effet les limnées véhiculent un Trématode, *Trichobilharzia sp.*, qui parasite les canards (HORAK *et al.*, 2002) et provoque chez le baigneur de fortes démangeaisons (EKLU-NATEY *et al.*, 1985). Nous avons observé que les cas de dermatite étaient en forte diminution dans les zones colonisées par les écrevisses (DUBOIS et KNOCKAERT, 2004).

Compte tenu de son statut d'espèce exogène envahissante et de son impact marqué sur le milieu, l'écrevisse signal reste indésirable. Dans l'impossibilité de l'éliminer, il faut essayer de ralentir son expansion par une pêche intensive qui capture aussi les petits individus. L'écrevisse est déjà signalée à l'ouest d'Yvoire et sa progression devrait continuer vers l'ouest jusqu'à la barrière naturelle du Rhône à Genève, toute cette région étant propice à l'implantation de l'écrevisse. En limitant les populations d'écrevisses, la pêche aide à la préservation de la richesse et de la diversité écologique du milieu.

REMERCIEMENTS

Nous remercions tous les pêcheurs professionnels de la rive française du Léman, qui ont coopéré totalement et gentiment à nos études. Nous remercions aussi les stagiaires Agnès Knockaert et Thierry Fauchon pour leur participation aux échantillonnages d'écrevisses. Merci à M. P.-J. Laurent qui a apporté des corrections à ce manuscrit.

BIBLIOGRAPHIE

- ARRIGNON J., GÉRARD P., KRIER A., LAURENT P.-J., 1999. Case studies of alien crayfish in Europe. The situation in Belgium, France and Luxembourg. *In* : GHERARDI F. and HOLDICH D.M. (Eds), Crustacean Issues, vol. II : Crayfish in Europe as alien species – how to make the best of a bad situation ?, 129-140.
- BLAKE M.A., HART P.J.B, 1993. Habitat preferences and survival of juvenile signal crayfish, *Pacifastacus leniusculus* – The influence of water depth, substratum, predatory fish and gravid female crayfish. *Freshwater Crayfish*, 9, 318-332.
- BUDD D. H., THOM T.J., LUCAS M.C., 2005. The within catchment invasion of the non-indigenous signal crayfish *Pacifastacus leniusculus* (Dana), in upland rivers. *Bul. Fr. Pêche Piscic.*, 376-377, 665-673.
- CHAMBERS P.A., HANSON J.M., BURSKE J.M., PREPAS E.E., 1990. The impact of the crayfish *Orconectes virilis* on aquatic macrophytes. *Freshwat. Biol.*, 24 (1), 81-91.
- DORN N.J., MITTLEBACH G.C., 2004. Effects of a native crayfish (*Orconectes virilis*) on the reproductive success and nesting behaviour of sunfish (*Lepomis* spp.). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 61, 2135-2143.
- DORN N.J., WOJDAK J.M., 2004. The role of omnivorous crayfish in littoral communities. *Oecologia*, 140, 150-158.
- DUBOIS J.P., GILLET C., LAURENT P.J., 1999. Alien crayfish in Lake Geneva. *Freshwater Crayfish* 12, 801-810.
- DUBOIS J.P., GILLET, C., LAURENT P.J, MICHOU M., 2003. Que sont devenues les populations d'écrevisses de la rive française du Léman ? *L'Astaciculteur de France*, 77, 2-11.
- DUBOIS J.P., KNOCKAERT A., 2004. Les écrevisses californiennes (*Pacifastacus leniusculus*) sont-elles responsables de la diminution de la dermatite du baigneur le long de la rive française du Léman ? *L'Astaciculteur de France*, 81, 2-9.

- EKLU-NATEY D.T., AL-KHUDRI M., GAUTHEY D., DUBOIS J.P., WUEST J., VAUCHER C., HUGGEL H., 1985. Épidémiologie de la dermatite des baigneurs et morphologie de *Trichobilharzia cf. ocellata* dans le lac Léman. *Revue Suisse Zool.*, 92 (4), 939-953.
- ELSER J.J., JUNGE C., GOLDMAN C.R., 1994. Population structure and ecological effects of the crayfish *Pacifastacus leniusculus* in Castle Lake, California. *Great Basin Nat.*, 54 (2), 162-169.
- ESSINK K., DEKKER R., 2002. General Patterns in Invasion Ecology Tested in the Dutch Wadden Sea : The Case of a Brackish-Marine *Polychaetous* Worm. *Biological Invasions*, 4 (4), 359-368.
- FLINT R.W., GOLDMAN C.R., 1975. The effects of a benthic grazer on the primary productivity of the littoral zone of Lake Tahoe. *Limnol. Oceanogr.*, 20 (6), 935-944.
- FLINT R.W., GOLDMAN C.R., 1977. Crayfish growth in Lake Tahoe : effects of habitat variation. *J. Fish. Res. Bd Canada*, 34 (1), 155-159.
- GUAN R., WILES P.R., 1996. Growth, density and biomass of crayfish, *Pacifastacus leniusculus*, in a British lowland river. *Aquat. Living Resour.*, 9 (3), 265-272.
- GUAN R.Z. ; WILES P.R., 1998. Feeding ecology of the signal crayfish *Pacifastacus leniusculus* in a British lowland river. *Aquaculture*, 169 (3-4), 177-193.
- HANSON J.M., CHAMBERS A., PREPAS E.E., 1990. Selective foraging by the crayfish *Orconectes virilis* and its impact on macroinvertebrates. *Freshwat. Biol.*, 24 (1), 69-80.
- HESSEN D.O., SKURDAL J, BRAATHEN J.E., 2004. Plant exclusion of an herbivore ; crayfish population decline caused by an invading waterweed. *Biological Invasions*, 26 (2), 133-140.
- HOLDICH D.M., REEVE I.D., ROGERS W.D., 1995. Introduction and spread of alien crayfish in British waters – implication for native crayfish populations. *In* : ROMAIRE R.P. (Ed), 8th Internat. Symposium on Astacology, Louisiana State Univ., Baton-Rouge, LA USA, 99-112.
- HORAK P., KOLAROVA L., ADEMA C.M., 2002. Biology of the Schistosome genus *Trichobilharzia*. *Advances in Parasitology*, 52, 155-233.
- HUNTER R.D., SIMONS K.A., 2004. Dreissenids in Lake St. Clair in 2001 : Evidence for population regulation. *J. Great Lakes Res.*, 30 (4), 528-537.
- KELLER M.M., 1991. Yield of a 2,000 m² pond stocked with noble crayfish (*Astacus astacus*) over 6 years. *Freshwater Crayfish* 12, 529-534.
- LAURENT P.J., NICOLAS L., 2004. Le rendement des étangs à écrevisses baisse-t-il après quelques années d'exploitation ? *L'Astaciculteur de France*, 80, 11-13.
- LEWIS S.D., 1997. Life history, population dynamics and management of signal crayfish in Lake Billy Chinook, Oregon. Ph D Thesis, Oregon State University, USA, 98 p.
- LIGHT T., 2003. Success and failure in a lotic crayfish invasion : the roles of hydrologic variability and habitat alteration. *Freshwat. Biol.*, 48 (10), 1886-1897.
- LODGE D.M., HILL A.M., 1994. Factors governing species composition, population size and productivity of cool-water crayfishes. *Nord. J. Freshwat. Res.*, 69, 111-136.
- NYSTROM P., 2005. Non-lethal predator effects on the performance of a native and an exotic crayfish species. *Freshwat. Biol.*, 50 (12), 1938-1949.

- NYSTROM P., BRONMARK C., GRANELI W., 1996. Patterns in benthic food webs : a role for omnivorous crayfish ? *Freshwat. Biol.*, 36, 631-646.
- NYSTROM P., BRONMARK C., GRANELI W., 1999. Influence of an exotic and a native crayfish species on a littoral benthic community. *Oikos*, 85 (3), 545-553.
- NYSTROM P., PEREZ J.R., 1998. Crayfish predation on the common pond snail (*Lymnaea stagnalis*) : the effect of habitat complexity and snail size on foraging efficiency. *Hydrobiologia*, 368, 201-208.
- NYSTROM P., STRAND J.A., 1996. Grazing by a native and an exotic crayfish on aquatic macrophytes. *Freshwat. Biol.*, 36 (3), 673-682.
- PÖCKL M., PEKNY R., 2002. Interaction between native and alien species of crayfish in Austria : case studies. *Bull Fr. Pêche Piscic.*, 367, 763-776.
- ROBINSON C.A., THOM T.J., LUCAS M.C., 2000. Ranging behaviour of a large freshwater invertebrate, the white-clawed crayfish *Austropotamobius pallipes*. *Freshwat. Biol.*, 44 (3), 509-521.
- RODRÍGUEZ C.F., BÉCARES E., FERNÁNDEZ-ALÁEZ M., FERNÁNDEZ-ALÁEZ C., 2005. Loss of diversity and degradation of wetlands as a result of introducing exotic crayfish. *Biological Invasions*, 7, 75-85.
- SCHREIBER S., ODELSTRÖM T., PETTERSSON K., EICHELBERG D., 1998. The zebra mussel *Dreissena polymorpha* as a food source for the signal crayfish *Pacifastacus leniusculus* in Lake Erken laboratory experiments. In : FORSBERG C. and PETTERSON K., (Eds), Lake Erken 50 years of limnological research Stuttgart FRG Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung no. 51, 169-176.
- SIBLEY P.J., BRICKLAND J.H., BYWATER J.A., 2002. Monitoring the distribution of crayfish in England and Wales. *Bull Fr. Pêche Piscic.*, 367, 833-844.
- WARNER G.F., GREEN E.I., 1990. Choice and consumption of aquatic weeds by signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*). In : ROMAIRE R.P. (Ed), 8th Internat. Symposium on Astacology. Louisiana-State Univ., Baton-Rouge, LA USA, 360-363.
- WARNER G.F., WOOD J.C., ORR-EWING R.H., 1990. Signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) feeding on pond snails : Optimal foraging ? In : ROMAIRE R.P. (Ed), 8th Internat. Symposium on Astacology. Louisiana State Univ., Baton-Rouge, LA USA, 352-359.
- WILSON K.A., MAGNUSSON J.J., LODGE D.M., HILL A.M., KRATZ T.K., PERRY W.L., WILLIS T.V., 2004. A long-term rusty crayfish (*Orconectes rusticus*) invasion : dispersal patterns and community change in a north temperate lake. *Can. J. Fisher. Aquat. Sci.*, 61 (11), 2255-2266.

ANNONCE

L'équipe du Service des Publications scientifiques du Muséum national d'Histoire naturelle est heureuse de vous annoncer la publication suivante :

Le volume 64 de la collection Patrimoines Naturels :

Atlas of Crayfish in Europe

Auteurs : Catherine Souty-Grosset, David M. Holdich, Pierre Y. Noël, Julian D. Reynolds et Patrick Haffner

187 p. tout en couleurs.

ISBN : 2-85653-579-8 ISBN13 : 978-2-85653-579-0

Prix public TTC : 29 euros

Contenu de l'ouvrage :

- La première partie de l'ouvrage présente la systématique et la phylogénie des écrevisses,
- la seconde décrit les habitats et les menaces,
- la troisième fait le point des connaissances actuelles sur les espèces d'écrevisses indigènes (cinq), non indigènes (sept) et non indigènes découvertes récemment (trois),
- la quatrième partie décrit la conservation et la gestion, incluant éducation et législation,
- la partie finale attire l'attention sur la perte des populations indigènes.

Grâce à cet atlas, des informations de base sont ainsi disponibles en Europe, pour les décisionnaires et le grand public.

Une bibliographie, un glossaire et une clé de détermination des espèces complètent le volume.

Ouvrage disponible au :

Service des publications scientifiques & diffusion du Muséum national d'Histoire naturelle,

12, rue Buffon,

F-75231 Paris cedex 05,

France

Tél. 01 40 79 48 05 ; fax 01 40 79 38 40

e-Mail : diff.pub@mnhn.fr

[http : //www.mnhn.fr/publication/](http://www.mnhn.fr/publication/)

The first part of this atlas deals with systematics and phylogeny, followed by a general description of habitats and threats in the second part. The third part describes current knowledge of the five indigenous species, seven non indigenous species and three recently discovered non indigenous species. The fourth part deals with diseases and the fifth part describes conservation and management, including education and legislation. The final part is intended to generate awareness of indigenous stocks.

Basic information are thus widely available across Europe, both for administrators and the general public. A bibliography, a glossary and a species identification key complete the volume.

BFPP, Connaissance et gestion du patrimoine aquatique

Publication scientifique ouverte aux travaux de recherche fondamentale ou appliquée ainsi qu'aux revues bibliographiques et informations techniques, sous forme de notes brèves. Les domaines traités couvrent tous les problèmes afférents à la protection et à la gestion des ressources pisciaires et, plus généralement, du patrimoine naturel en milieu dulçaquicole.

INSTRUCTIONS AUX AUTEURS

1 – PRÉSENTATION EXIGÉE DU MANUSCRIT

Afin de simplifier la tâche des auteurs, la rédaction met à leur disposition un modèle de présentation des manuscrits au format WORD, que l'on peut obtenir auprès du secrétariat de rédaction, ou télécharger sur le site du CSP, www.csp.ecologie.gouv.fr, (onglet publication, ouvrir les deux documents puis les enregistrer sur votre ordinateur) :

- une feuille de saisie de texte avec tous les paramétrages de mise en page utiles (styles) pour respecter les normes de présentation de notre revue ;
- un extrait de texte déjà présenté, à titre d'exemple.

Ce cadre rédactionnel s'applique à toutes les parties du texte jusqu'à la bibliographie finale.

2 – RÉDACTION

- Caractère Helvetica de taille 10 à utiliser partout, à l'exception du titre principal de taille 12 ;
- Pages du manuscrit à numéroté ;
- Noms propres en lettres majuscules ;
- Noms latins en italique.

Le titre principal, représentatif du contenu de l'article, **doit impérativement être suivi** :

- du nom du ou des auteur(s) en majuscules, précédé(s) des initiales du prénom et suivi(s) de (1) (2) (3)... pour faire référence aux différentes adresses ;
- des nom et adresse complète (postale avec indication du pays et électronique) du ou des établissements dans lesquels ont été effectuées les recherches ;
- d'un résumé et de mots-clés en français ;
- d'un titre et d'un résumé et de mots-clés en anglais.

Le texte de l'article sera rédigé en français ou en anglais, et respectera, autant que possible **le plan ci-après** : Introduction – Matériel et méthodes – Résultats – Discussion – Conclusion – Remerciements – Bibliographie.

Les références bibliographiques citées dans le texte doivent indiquer : le nom de l'auteur (en majuscules) suivi de l'année de publication entre parenthèses. Lorsque la référence comporte plus de deux auteurs, seul le premier sera mentionné, suivi de : *et al.* (en italique). **La bibliographie à la fin de l'article** sera présentée par ordre alphabétique des noms d'auteurs, puis par ordre de dates pour un même auteur, puis par ordre de dates pour ce même auteur *et al.*

Les tableaux (numérotés en chiffres romains) **et les figures** (numérotées en chiffres arabes) seront présentés (aux dimensions 18 × 27 cm maximum), ainsi que **leurs légendes (en français et en anglais)**, sur des feuilles séparées. Les emplacements souhaités dans le texte doivent donc être signalés par des repères.

L'auteur devra aussi veiller à la ponctuation, à la qualité syntaxique et orthographique.

3 – REMARQUES IMPORTANTES

Les manuscrits doivent être envoyés par courriel, sous fichier texte au format word compatible PC uniquement, à csp.bfpp@csp.ecologie.gouv.fr ou à défaut, sur papier, en triple exemplaire (illustrations comprises), au :

Secrétariat de Rédaction du BFPP, Conseil Supérieur de la Pêche, Immeuble « Le Péricentre », 16, avenue Louison Bobet, 94132 Fontenay-sous-Bois cedex, France.

Les articles ne seront acceptés qu'après l'approbation du Comité de lecture et sous réserve de la prise en compte de ses observations, destinées à maintenir la qualité de la publication. La version finale sera obligatoirement sous forme de fichiers, soit sur disquette soit par courriel (**au format WORD compatible PC uniquement pour le texte, et en précisant les logiciels utilisés pour les illustrations**).

25 tirés à la suite sont fournis à l'auteur principal par article, avec le fichier pdf correspondant.

BFPP, Knowledge and management of aquatic ecosystems

This journal aims to publish scientific articles of fundamental or applied research, bibliographic synthesis and short notes on technical information. The topics of the papers may concern all problems of fishery management and protection and, more generally, of freshwater resources.

GUIDE TO AUTHORS

1 – PRESENTATION OF THE MANUSCRIPT

In order to facilitate the writing of the manuscript, a Word processor presentation model is available from the Editorial board upon request, or can be downloaded from our web site: www.csp.ecologie.gouv.fr (publication/BFPP/guide to authors; open and download the following files):

- [A style sheet](#) that will allow you to prepare your paper according to the form requirements of our review;
- [Part of a published paper](#) as an example

This style is required of the whole document, including the final bibliography.

2 – TEXT

- Use Helvetica 10 pt for all the manuscript except for the main title (12 pt);
- Page numbers have to be printed on each sheet;
- Names in capital letters;
- Latin names in italic.

The main title, representing the article's content **must be followed by:**

- the last (family) name of the author(s) in capital letters, preceded by the first and middle name initials and followed by (1), (2), (3)... to refer to the addresses;
- the name and full address (postal, including the country & E-mail) of the organisation(s) in which the research has been conducted;
- an English abstract, keywords;
- French title, abstract and key-words,

The text must be written in French or in English. It should match, as closely as possible, the following: Introduction – Material and Methods – Results – Discussion – Conclusion – Acknowledgements – References.

The references cited in the text must indicate the author's name(s) in capital letters, and the year of publication in parentheses. When there are more than two authors, only mention the first one followed by *et al.* (italic). **The references listed at the end of the text** must be in alphabetical order by author, and then by date for a same author *et al.*

Tables (Roman numbers) and **figures** (Arabic numbers) must be presented on separate sheets (**maximum** size: 18 × 27 cm = 7_{1/8} × 10_{5/8} inches). Their **titles and legends must be written in French and in English**. Their position in the text must be specified.

The author is asked to write correctly (style, syntax, punctuation, etc.).

3 – IMPORTANT REMARKS

The manuscript should be sent by E-Mail as an attached text file (Word processor, and PC compatible only) to "csp.bfpp@csp.ecologie.gouv.fr". Otherwise, send three copies of the manuscript, double-spaced, (including tables and figures) to:

Secrétariat de Rédaction du BFPP, Conseil Supérieur de la Pêche, Immeuble « Le Péricentre », 16, avenue Louison Bobet, 94132 Fontenay-sous-Bois Cedex, France.

The papers will only be published after acceptance by the editorial board, whose aim is to increase the quality of the journal, and providing that its remarks have been taken into account by the authors. The final draft should be sent under computer format, either on a diskette or by E-mail, including a file with the text, (**Word processor, and PC compatible only**) and files with the original figures and tables (**specify the processor used for the illustrations**).

25 offprints of the article will be sent to the main author with the corresponding pdf files.