

An underwater photograph of a shark swimming towards the viewer, with several rays swimming in the background. The water is clear and blue. The shark is in the foreground, and the rays are in the mid-ground and background. The lighting is natural, highlighting the textures of the shark's skin and the rays' wings.

Bibliographie, sigles & abréviations



Bibliographie

- Almeida P.R., Póvoa I., Quintella B.R. (2007). Laboratory protocol to calibrate sea lamprey (*Petromyzon marinus* L.) EMG signal output with swimming. *Hydrobiologia* 582:209-220.
- Baade U. & Fredrich F. (1998). Movement and pattern of activity of the roach in the River Spree, Germany. *Journal of Fish Biology* 52:1165–1174.
- Baglinière J- L. & Elie P. (2000). Les aloses (*Alosa alosa* et *Alosa fallax* spp.) Ecobiologie et variabilités des populations. Edition INRA, 279 pp.
- Baras E. (1992). Etude des stratégies d'occupation du temps et de l'espace chez le barbeau fluviatile, (*Barbus barbus* L.). *Cahier d'Ethologie Appliquée* 12: 125–442.
- Bau F., Gomes P., Baran P., Drouineau H., Larinier M., Alric A., Travade F., De Oliveira E., 2013. Suivi par radiopistage de la dévalaison de l'anguille argentée sur le gave de Pau au niveau des ouvrages hydroélectriques d'Artix, Biron, Sapso, Castetarbe, Baigts et Puyoo (2007-2010). Rapport de synthèse. Rapport Onema/EDF – Programme R&D Anguilles/Ouvrage.
- Bau F., Gomes P., Bordes N., Larinier M., Travade F., De Oliveira E.(2008). Suivi par radiopistage de la dévalaison de l'anguille argentée sur le Gave de Pau au niveau des ouvrages hydroélectriques d'Artix, Biron, Castetarbe, Baigts et Puyoo (2007-2008). Rapport GHAAPPE-EDF R&D.
- Beach M.H. (1984). Fish pass design. Criteria for the design and approval of fish passes and other structures to facilitate the passage of migratory fishes in rivers. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Lowestoft, Fish. Res. Tech. Rep. 78, 45p.
- Bell M.C & Delacy A.C. (1972). A compendium on the survival of fish passing through spillways and conduits. *Fish. Eng. Res. Prog.*, US Army Corps of Eng., North Pacific Div., Portland, Oregon, 294 p.
- Bell M.C. (1986). Fisheries Handbook of Engineering Requirements and Biological Criteria: Useful factors in life history of most common species. *US 116 Army Corps of Engineers*, Portland, Oregon. Contract number DACW57-68-C-0086.
- Blaxter JHS & Dixon W., (1959). Observations on the swimming speeds of fish. *J.Cons.Perm.Int.Explor. Mer*, 24(3) : 472-9.
- Booth, R.K., McKinley, R.S., Økland, F., and Sisak, M.M., (1997-. In situ measurement of swimming performance of wild Atlantic salmon (*Salmo salar*) using radio transmitted electromyogram signals. *Aquatic Living Resources* 10, pp. 213-219.
- Bosc S. & Larinier M., (2000). Définition d'une stratégie de réouverture de la Garonne et de l'Ariège à la dévalaison des salmonidés grands migrants. Simulation des mortalités induites par les aménagements hydroélectriques lors de la migration de dévalaison. Rapport GHAAPPE RA.00.01 / MIGADO G17-00-RT, 53 p.
- Breder M. J., Ruetz C. R., Thompson K.J., Kohler L. (2009). Movements of mottled sculpins (*Cottus bairdii*) in a Michigan stream: how restricted are they? ted are they? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 66: 31–41.
- Briand C. & Boussion D. (1998). Suivi des passes estuariennes de la Vilaine. Rapport d'étude, Institution d'Aménagement de la Vilaine.
- Burgun V. (2005). Eléments de connaissances de l'aspe - *Aspius aspius* (Linné 1758) – du bassin Rhin-Meuse. Rapport CSP- ENGREF. 58p + annexes.
- Carol J., Zamora L., Garcia-Berthou E. (2007). Preliminary telemetry data on the patterns and habitat use of European catfish (*Silurus glanis*) in a reservoir of the River Ebro, Spain. *Ecology of Freshwater Fish* 16:450–456.



- Chanseau M., Laborie P., Galiay E., Barracou D., Larinier M., Travade F. (1998). Expérimentation d'un dispositif de dévalaison pour les smolts de saumon atlantique – Prise d'eau de Bedous (Gave d'Aspe-64). Rapport GHAAPPE RA98.06, 28p + annexes.
- Chanseau M., Larinier M., Travade F. (1999). Efficacité d'un exutoire pour smolts de saumon atlantique (*Salmo salar* L.) et comportement des poissons au niveau de l'aménagement hydroélectrique de Bedous sur le Gave d'Aspe étudiés par la technique de marquage-recapture et par radiotélémétrie. Bull. Fr. Pêche Piscic., 353/354 : 99-120.
- Chanseau M., Dartiguelongue J., Larinier M. (2000). Analyse des données sur les passages enregistrés aux stations de contrôle des poissons migrateurs de Golfèch et du Bazacle sur la Garonne et de Tuilières sur la Dordogne. Rapport GHAAPPE RA00.12 / MIGADO G14-00-RT, 64 p.
- Chanseau M., Barrière O., Travade F. (2002). Étude de la migration de dévalaison des juvéniles de saumon atlantique au niveau des aménagements hydroélectriques EDF de Castetarbe, Baigts de Béarn et Puyoo sur le Gave de Pau en 2001. Rapport EDF.
- Chanseau M., Larinier M., Courret D., Bordes N. (2012). La dévalaison des migrateurs amphihalins au niveau des petites centrales hydroélectriques. Note de positionnement technique de la délégation interrégionale Sud-Ouest de l'Onema. 49p.
- Clarkin K., Connor A., Furniss M., Gubernick B., Love M., Moynan K., WilsonMusser S. (2005). National Inventory and Assessment Procedure-For Identifying Barriers to Aquatic Organism Passage at Road-Stream Crossings. US Département of Agriculture Forest Service
- Clough S., Beaumont W.C.R. (1998). Use of miniature radio-transmitters to track the movements of dace, *Leuciscus leuciscus* (L.) in the River Frome, Dorset. Hydrobiologia 372, 89-97.
- Clough S.C. & Turnpenny A.W.H. (2001) Swimming speeds in fish: Phase 1. R & D Technical Report W2-026/TR1, Environment Agency, Bristol, 94 pp.
- Clough S.C., Lee-Elliott I.H., Turnpenny A.W.H., Holden S.D.J., Hinks C. (2002) Swimming speeds in fish: Phase 2. R & D Technical Report W2-026/TR3, Environment Agency.
- Coffman J.S. (2005). Evaluation of a predictive model for upstream fish passage through culverts. M.Sc. thesis Biology, James Madison University.
- Colavecchia, M., Katopodis, C., Goosney, R., Scruton, D.A., and McKinley, R.S., 1998. Measurement of burst swimming performance in wild Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) using digital telemetry. Regulated Rivers: Research and Management 14, pp. 41-51.
- Copp G.H., Britton J.R., Cucherousset J., Garcia-Berthou E., Kirk R., Peeler E., Stakenas S. (2009). Voracious invader or benign feline? A review of the environmental biology of European catfish *Silurus glanis* in its native and introduced ranges. Fish and Fisheries 10:252-282.
- Croze O. & Larinier M. (1999). Etude du comportement de smolts de saumon atlantique (*Salmo salar*) au niveau de la prise d'eau de l'usine hydroélectrique de Pointis sur la Garonne et estimation de la dévalaison au niveau du barrage de Rodère. Bull. Fr. Pêche Piscic. 353/354, 141-156.
- Croze O., Chanseau M., Larinier M. (1999). Efficacité d'un exutoire de dévalaison pour smolts de saumon atlantique (*Salmo salar*) et comportement des poissons au niveau de l'aménagement hydroélectrique de Camon sur la Garonne. Bull. Fr. Pêche Piscic. 353/354, 121-140.
- Croze O., Breinig T., Pallo S., Larinier M. (2001). Etude de l'efficacité d'exutoires de dévalaison pour smolts de saumon atlantique (*Salmo salar*) - Usines hydroélectriques de Guilhot, Las Rives et Las Mijanes (Ariège, 09). Rapport GHAAPPE 01.07.
- Croze O. (2008). Impact des seuils et barrages sur la migration anadrome du saumon atlantique (*Salmo salar* L.) : caractérisation et modélisation des processus de franchissement. Thèse de Doctorat de l'Université de Toulouse. 322pp.
- Courret D. & Larinier M. (2008). Guide pour la conception de prises d'eau " ichtyocompatibles " pour les petites centrales hydroélectriques. Rapport ADEME – GHAAPPE. 60p +annexes.
- De Boeck G., Tudorache C., Blust R., Viaene P., Geeraerts C., Verbiest H., Belpaire C., De Charleroy D., Buysse D., Coeck J., Van Houdt J., Volckaert P., Cornille I., Tigel Pourtois J., Baret P., Philippart J.C., Ovidio M. (2006). Impact assessment and remediation of anthropogenic interventions on fish populations (Fishguard). Services Fédéraux des Affaires Scientifiques, Techniques et Culturelles. Rapport final, 80 p.

- De Leeuw J.J & Winter E. (2008). Migration of rheophilic fish in the large lowland rivers Meuse and Rhine, the Netherlands. *Fisheries Management and Ecology* 15:409-415.
- Dizier (2011). Révision de la taxonomie ichthyologique en métropole: adaptation des outils de gestion - Rapport d'étape. MNHN - Onema 77p
- Dubost, N. & Vauclin V. (2001). Etude des déplacements et des migrations du Brochet (*Esox lucius* L.) par radiopistage dans l'Ille (1997-2000) Travail commandé par : Association Saumon Rhin. Rapport de recherche, 56 pp.
- Duthie G.G. (1982). The respiratory metabolism of temperature-adapted flatfish at rest and during swimming activity and the use of anaerobic metabolism at moderate swimming speed. *Journal of Experimental Biology*, 97, 359-373.
- DWA (2005). Fish protection technologies and downstream fishways: Dimensioning, design, effectiveness, inspection. DWA German Association for Water, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfälle.V., 226 p.
- Egis Environnement-Hydrosphère (2007-2008). Etude de l'impact des modifications des conditions d'éclaircissement des cours d'eau franchis par des infrastructures de transport sur la circulation piscicole. Rapport pour le Ministère de l'Ecologie, du Développement et de l'Aménagement Durables. Rapports phase 1 et 2.
- Environmental agency (2007). Barriers to Fish Migration Survey: Assessment Criteria and Procedure. Extended field manual
- Environmental agency (2011). Self-regulating tide gate: a new design for habitat creation. Flood and coastal erosion risk management research and development programme : 14p.(https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/291577/scho0811buay-e-e.pdf).
- Fahlbusch F.E. (1994). Scour in Rock Riverbeds Downstream of Large Dams. *Hydropower & Dams*, 1(4), 30–32.
- Fredrich F. (2003). Long-term investigations of migratory behaviour of Asp (*Aspius aspius* L.) in the middle part of the Elbe River, Germany. *Journal of Applied Ichthyology* 19:294-302.
- Fredrich F., Ohmann S., Curio B., Kirschbaum F. (2003). Spawning migrations of the chub in the River Spree, Germany. *Journal of Fish Biology* 63:710-723.
- Freyhof J., Kottelat M., Nolte A. (2005). Taxonomic diversity of European Cottus with description of eight new species (*Teleostei: Cottidae*). *Ichthyological Exploration of Freshwater* 16:107–172.
- Frith H.R. & Blake R.W. (1995) The mechanical power output and hydromechanical efficiency of northern pike (*Esox lucius*) fast-starts. *The Journal of experimental Biology* 198:1863–1873.
- Fritz Ö. & Larsson K. (1996). Betydelsen av skoglig kontinuitet för rödlistade lavar. En studie av halländsk bokskog. [The significance of long forest continuity to red-listed lichens. A study of beech forest in the province of Halland, SW Sweden.] *Svensk Botanisk Tidskrift* 90 : 241-262.
- Froese R., Pauly D. Editors. (2012). FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (12/2012).
- Gaudin P. & Pradelle S. (2001). Etude du franchissement d'obstacles par des juvéniles d'Apron du Rhône (*Zingel asper*). (Rapport du Programme LIFE), R.N.F., Univ. Lyon I, Quetigny : 17 p.
- Gautier D. & Hussenot J. (2005). Les mulets des mers d'Europe. Synthèse des connaissances sur les bases biologiques et les techniques d'aquaculture. Edition Ifremer, 115pp.
- Geeraerts, C., Ovidio, M., Verbiest, H., Buysse, D., Coeck, J., Belpaire, C., & Philippart, J.C. (2007). Mobility of individual roach (*Rutilus rutilus*) in three weir fragmented Belgian rivers. *Hydrobiologia*, 582, 143-153.
- Gomes P., Vighetti S., Larinier M. (2005). Etude pour la conception de passes adaptées à l'apron. Projet N°LIFNAT/FR/000083 programme de conservation de l'apron du Rhone (*Zingel asper*) et de ses habitats. 54 pp.
- Gomes P., Larinier M. (2008). Etude sur la mortalité des anguilles suite à leur passage au travers des turbines Kaplan. Etablissement de formules prédictives. Rapport GHAAPPE RA 08.01, 43 p. + annexes.
- Gowan, C., M. K. Young, K. D. Fausch & S. C. Riley, (1994). Restricted movement in resident stream salmonids: a paradigm lost? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic* 51 : 2626–2637.
- Hanski, I. (1999). *Metapopulation Ecology*. Oxford, Oxford University Press, 313 p.
- Harper D.G. & Blake R.W. (1991). Prey capture and the fast-start performance of northern pike *Esox lucius*. *The Journal of experimental Biology* 155:175–192.



- Hendriks A.J., Huijbregts M.A.J., Lenders H.J.R., Matthews J., Van der Velde G. (2011). Differences in sensitivity of native and exotic fish species to changes in river temperature. *Current Zoology*, 57, 852-862.
- Hertel H. (1966). *Structure, Form, Movement*. New York: Reinhold Publishing Corp. 251 pp.
- Hlađík M. & Kubecka J. (2003). Fish migration between a temperate reservoir and its main tributary. *Hydrobiologia* 504, 251–266.
- Holthe E., Lund E., Finstad B., Thorstad, E.B. and McKinley, R.S. (2005). A fish selective obstacle to prevent dispersion of an unwanted fish species, based on leaping capabilities *Fisheries Management and Ecology*. 12 143–7
- Hubert M. & Kirchofer A. (1998). Radio telemetry as a tool to study habitat use of nase (*Chondrostoma nasus* L.) in medium sized rivers. *Hydrobiologia* 371/372:309–319.
- James A. & Joy M. (2008). A preliminary assessment of potential barriers to fish migration in the Manawatu River catchment, North Island, New Zealand. A report prepared for Horizons Regional Council. Foundation of Research, Science & Technology EnviroLink Contract Ref: 37-HZLC45.
- Jellyman D. (2009). A review of radio and acoustic telemetry studies of freshwater fish in New Zealand. *Marine and Freshwater Research* 60(4):321–327.
- Jones D. R., Kiceniuk J. W., Bamford O. S. (1974). Evaluation of the swimming performance of several species of fish from the Mackenzie River. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 31, 1641–1647.
- Jones M.J. & Stuart I.G. (2009). Lateral movement of common carp (*Cyprinus carpio* L.) in a large lowland river and floodplain. *Ecology of Freshwater Fish* 18:72-82.
- Keith P., Persat H., Feunteun E., Allardi J. (2011). *Les poissons d'eau douce de France*. Biotope, Mèze; Museum national d'histoire naturelle, Paris (collection Inventaires et biodiversité), 552 p.
- Kemp P.S., Russon I.J., Waterson B., O'Hanley J., Pess G.R. (2008). *Recommandations for a "Coarse-Resolution Rapid-Assessment" Methodology to Assess Barriers to Fish Migration and Associated Prioritization Tools – Final Report*. Stirling : Scottish Environment Protection Agency, 143 p.
- Kemp P.S. & O'Hanley J. (2010). Procedures for evaluating and prioritising the removal of fish passage barriers : a synthesis. *Fisheries Management and Ecology*, 2010, 17, 297-322.
- Knaepkens G., Bruyndoncx L., Eens M. (2004). Assessment of residency and movement of the bullhead (*Cottus gobio*) in two Flemish rivers. *Ecology of Freshwater Fish* 13:317–322.
- Komarow V.T. (1971) Speeds of fish movement. *Vestnik Zoologii* 4:67–71.
- Kottelat M. & Persat H. (2005). The *genus Gobio* in France, with redescription of *G. gobio* and description of two new species (*Teleostei: Cyprinidae*). *Cybium*, 29(3): 211-234.
- Kreitmann L. (1932). La vitesse de nage des poissons. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* 53: 145-1 80
- Kulišková P., Horký P., Slavík O., Jones J.I. (2009). Factors influencing movement behaviour and home range size in ide *Leuciscus idus*. *Journal of Fish Biology* 74:1269-1279.
- Lafaille P., Caraguel JM., Legault A. (2007). Temporal patterns in the upstream migration of European glass eels (*Anguilla anguilla*) at the Couesnon estuarine dam. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. Volume 73, Issues 1–2, Pages 81–90
- Larinier M. & Dartiguelongue J. (1989). La circulation des poissons migrateurs : le transit à travers les turbines des installations hydroélectriques. *Bull. Fr. Pisc.*, 312-313, 94p.
- Larinier M., Chorda J. (1993). Le franchissement des seuils en enrochements par les poissons migrateurs. *Rapport Ghaappe* 93.05. 14p.
- Larinier M. & Porcher J.P., Travade F., Gosset C. (1994). Passes à poissons. *Expertise, Conception des ouvrages de franchissement*. Collection Mise au point.
- Larinier M., Chorda J., Ferlin O. (1995). Le franchissement des seuils en enrochements par les poissons migrateurs. *Etude expérimentale*. *Rapport Ghaappe* 95/05-Hydre 161.25p
- Larinier M. & Travade F. (1999). La dévalaison des migrateurs : problèmes et dispositifs. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, 353-354, 181-210.
- Larinier M., Travade F. (2002). The design of fishways for shad. *Bull.Fr.Pêche Piscic.*, 364 suppl : 135-146.
- Larinier M. & Travade F. (2002). Downstream Migration : Problems and Facilities. *Bull.Fr.Pêche Piscic.*, 364 suppl : 181-207.

- Larinier M., Courret D., Gomes P. (2006). Guide technique pour la conception des passes “ naturelles ”. Rapport Ghaappe RA.06.05-v1. 66 p.
- Lauritzen D.V., Hertel F., Gordon M.S. (2005). A kinematic examination of wild sockeye salmon jumping up natural waterfalls. *Journal of Fish Biology* 67 ; 1010-1020.
- Lauritzen D.V., Hertel F.S., Jordan L.K., Gordon M.S. (2010). Salmon jumping: behaviour, kinematics and optimal conditions, with possible implications for fish passageway design. *Bioinspiration and Biomechanics*, doi: 10.1088/1748-3182/5/3/035006.
- Law T.C. & Blake R.W. (1996) Comparison of the faststart performances of closely related, morphologically distinct 82 threespine sticklebacks (*Gasterosteus* spp.). *Journal of Experimental Biology* 199:2595–2604.
- Legault A. (1986). Comportement d'escalade de l'anguille et colonization du bassin versant de la Sèvre Niortaise. Les publications de l'ENSA de Rennes n°3, 41p.
- Legault A. (1987). L'anguille dans le bassin de la Sèvre Niortaise. *Biologie, écologie, exploitation*. Les publications de l'ENSA de Rennes n°6, 305p.
- Legault A. (1992). Etude de quelques facteurs de sélectivité de passes à anguilles. *Bull. Fr. Pêche Piscic. N*) 325, p83-91.
- Lévêque C. & Paugy D. (1999). Les poissons des eaux continentales africaines. Diversité, écologie, utilisation par l'homme. IRD, 521pp (éditeurs scientifiques).
- Lévêque C. & Paugy D. (2006). Les poissons des eaux continentales africaines. Diversité, écologie, utilisation par l'homme. IRD éditions.
- Lucas M.C. & Batley E. (1996). Seasonal movements and behaviour of adult barbel *Barbus barbus*, a riverine cyprinid fish: implications for river management. *Journal of applied Ecology* 33:1345–1358.
- Lucas M. C. & Fear P. A. (1997). Effects of a flow gauging weir on the migratory behaviour of adult barbel, a riverine cyprinid. *Journal of Fish Biology* 50:382–396.
- Lucas M.C. (2000). The influence of environmental factors on movements of lowland-river fish in the Yorkshire Ouse system. *Science of the Total Environment* 251/252:223–232.
- Lucas M.C. & Baras E. (2001). *Migration of freshwater Fishes*. Oxford : Blackwell Science, 420 p.
- Lucas M. C. & Bubb D. H. (2005). Seasonal movements and habitat use of grayling in the UK. Science Report: SC030210/SR Environment Agency / Grayling Research Trust.
- Mc Cleave (1980). Swimming performance of European eel elvers, *J. Fish. Biol.*, 16, 445-452.
- Mc Cleave, J.D., G.P. Arnold, J.J. Dodson and W.H. Neill (editors). 1984. *Mechanisms of Migration in Fishes*. Plenum, N.Y. 574 p
- Mesa M.G., Bayer J.M., Seelye J.G. (2003). Swimming performance and physiological responses to exhaustive exercise in radio-tagged and untagged Pacific lampreys. *Transactions of the American Fisheries Society* 132:483-492.
- Meixler M.S., Bain M.B., Walter M.T. (2009). Predicting barrier passage and habitat suitability for migratory fish species. *Ecological Modelling* 220:2782-2791.
- Meyer L. (2001). Spawning migration of grayling *Thymallus thymallus* (L., 1758) in a Northern German lowland river. *Archiv für Hydrobiologie* 152:99-117.
- Molls F. (1997). New insights into the migration and habitat use by bream and white bream in the floodplain of the River Rhine. *Journal of Fish Biology* 55:1187-1200
- Nathan R, Getz WM, Revilla E, Holyoak R, Saltz D, Smouse PE. (2008). A movement ecology paradigm for unifying organismal movement research. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 05:19052–19059.
- Nordén, B. & Appelqvist, T. (2001). Conceptual problems of ecological continuity and its bioindicator. *Biodiversity and Conservation* 10, 779-791.
- Northcote T.G. (1979). Mechanisms of fish migration in rivers. In: *Mechanisms of migration in fish* (eds J.D.
- Ohlson M., Tryterud E. (1999). Long-term spruce forest continuity - a challenge for a sustainable Scandinavian forestry. *Forest Ecology and Management* 124: 27-34
- Økland B., Bakke A., Hågvar S. and Kvamme T. (1996). What factors influence the diversity of saproxylic beetles? A multi-scaled study from a spruce forest in southern Norway. *Biodiversity and Conservation* 5: 75-100.
- Ovidio M. (1999). Tactiques et stratégies individuelles d'utilisation spatiotemporelle de l'habitat et des ressources alimentaires chez la truite commune (*Salmo trutta* L.) : étude par radiopistage dans l'Aisne et l'Ourthe. Thèse de Doctorat de l'Université de Liège.



- Ovidio M. & Philippart J-C. (2002). The impact of small physical obstacles on upstream movements of six species of fish. *Hydrobiologia* 483:55-69.
- Ovidio M., Parkinson D., Sonny D., Philippart J-C. (2004). Spawning movements of European grayling *Thymallus thymallus* in the River Aisne (Belgium). *Folia Zoologica* 53:87-98.
- Ovidio M. & Philippart J. C. (2005). Long range seasonal movements of northern pike (*Esox lucius* L.) in the barbel zone of the River Ourthe (River Meuse basin, Belgium). In: M. T. Spedicato, G. Lembo, G. Marmulla (eds.), *Aquatic telemetry: advances and applications*, 191-202 pp., FAO/COISPA, Rome, 296 pp.
- Ovidio, M., Capra, H. & Philippart, J.C. (2007). Field protocol for assessing small obstacles to migration of brown trout *Salmo trutta*, and European grayling *Thymallus thymallus*: a contribution to the management of free movement in rivers. *Fisheries Management and Ecology* 14, 41-50.
- Ovidio M., Parkinson D., Philippart J.C., Baras E. (2007). Multiyear homing and fidelity to residence areas by individual barbel (*Barbus barbus*). *Belgian Journal of Zoology*, 137, 183-190.
- Ovidio M., Neus Y., Rimbaud G., François A., Philippart J.C. (2007). Suivi scientifique de l'efficacité des nouvelles échelles à poissons sur la Berwinne aux barrages de Berneau et de Mortroux. Bilan global des études et perspectives. Rapport final au Ministère de la Région Wallonne, DGRNE-Division de l'Eau, Direction des Cours d'eau non navigables. Université de Liège, Laboratoire de Démographie des Poissons et d'Hydroécologie, 160 pages (avril 2007).
- Ovidio M. & Philippart J.C. (2008). Movement patterns and spawning activity of individual nase *Chondrostoma nasus* (L.) in flow regulated and weir fragmented rivers. *Journal of Applied Ichthyology*, 24:256-262.
- Ovidio M., Philippart J.C., Neus Y., Rimbaud G., Paquer F., Dierckx A. (2009). Développement d'une méthodologie de fixation des conditions d'installation des centrales hydroélectriques sur les cours d'eau non navigables de Wallonie afin de limiter leur impact sur la qualité écologique et les ressources piscicoles des milieux. Tome 3 : Évaluation d'aménagements de protection environnementale en place ou sur le point d'être construits au niveau de sites hydro-électriques. Rapport de convention pour le Service Public de Wallonie Division de l'Eau Direction des Cours d'Eau Non Navigables. Université de Liège LDPH, 75 p.
- Ovidio M, Detaille A., Bontinck C., Philippart J.C. (2009). Movement behaviour of the small bentic Rhine Sculpin *Cottus rhenanus* (Freyhof, Kottelat & Nolte, 2005) as revealed by radio-telemetry and pit-tagging. *Hydrobiologia*, 636, 119-128.
- Pallo S. & Larinier M. (2002). Définition d'une stratégie de réouverture de la Dordogne et de ses affluents à la dévalaison des salmonidés grands migrateurs. Simulation des mortalités induites par les aménagements hydroélectriques lors de la migration de dévalaison. Rapport MIGADO D2-02-RT / GHAAPE RA.02.01, 25 p. + annexes.
- Paragamian V.L., Hardy R., Gunderman B. (2005). Effects of regulated discharge on burbot migration. *Journal of Fish Biology* 66, 1199-1213.
- Parkinson D., Philippart J.-C., Baras E. (1999). A preliminary investigation of spawning migrations of grayling in a small stream as determined by radio-tracking. *J. Fish. Biol.* 55: 172-182.
- Pavlov D.S., (1994). The downstream migration of young fishes in rivers: mechanisms and distribution. *Folia Zoologica*, 43, 193-208.
- Peake S., Beamish F.W.H., McKinley R.S., Scruton D.A., Katopodis C. (1996). Relating swimming performance of lake sturgeon, *Acipenser fulvescens*, to fishway design. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 54, 1361-1366.
- Philippart J.C. & Ovidio M. (1999). Le comportement migrateur des poissons en Wallonie. Caractérisation biologique et implication pour une gestion durable des populations. Communication au colloque GIPPA "Quel avenir pour nos poissons en Wallonie ?" La Marlagne (Wépion), 5-6 novembre 1999.
- Philippart, J.C. & Ovidio, M., (2007). Définition de bases biologiques et éco-hydrauliques pour la librecirculation des poissons dans les cours d'eau non navigables de Wallonie. Identification des priorités d'action d'après les critères biologiques et piscicoles. Rapport final au Ministère de la Région Wallonne, DGRNE-Division de l'Eau, Direction des Cours d'eau non navigables. Université de Liège, Laboratoire de Démographie des Poissons et d'Hydroécologie, (avril 2007), 71 pages.
- Pohlmann K., Grasso F.W., Breithaupt T. (2001). Tracking wakes: the nocturnal predatory strategy of piscivorous catfish. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 98, 7371-7374.

- Powers P. & Osborn J. (1985). Analysis of barriers to upstream fish migration. U.S. Dept. of Energy, Bonneville Power Adm., Div. Of Fish and Wildlife, Final Project Rep., 120 p.
- Prchalova M., Vetesnik L., Slavik O (2006). Migrations of juvenile and subadult fish through a fishpass during late summer and fall. *Folia Zoologica*, 55, 162-166.
- Prchalova M., Horky P., Slavik O., Vetesnik I., Halacka K. (2011). Fish occurrence in the fishpass on the lowland section of the River Elbe, Czech Republic, with respect to water temperature, water flow and fish size. *Folia Zoologica*, 60, 104-114.
- Quintella B.R., Andrade N.O., Koed A., Almeida P.R. (2004). Behavioural patterns of sea lampreys' spawning migration through difficult passage areas, studied by electromyogram telemetry. *Journal of Fish Biology* 65, 961-972.
- Rice E., Kadavy K.C., Robinson K.M. (1998). Roughness of loose rock riprap on steep slopes. *J. Hydraul. Eng.* 124:179-185.
- Roche P. & Broche L. (2005). Etude par radiopistage de la migration de l'Alose dans le Rhône aval. Rapport intermédiaire de la convention CNR-CSP n°1537, 58 pp.
- Rose F (1974). The epiphytes of oak. In: Morris MG and Perring FH (eds) *The British Oak. Its History and Natural History*, pp 250-273. EW Classey, Faringdon.
- Slavík O., Horký P., Bartoš L. (2009). Occurrence of cyprinids in fish ladders in relation to flow. *Biologia* 64, 999-1004.
- Solà C., Ordeix M., Pou-Rovira Q., Sellàres N., Queralt A., Bardina M., Casamitjana A., Munné A. (2011). Longitudinal connectivity in hydromorphological quality assessments of rivers. The ICF index : A river connectivity index and its application to Catalan rivers. *Limnetica*, 30(2) :273-292.
- Sonny D. (2006). Etude des profils de dévalaison des poissons dans la Meuse moyenne belge. Thèse de Doctorat de l'Université de Liège, 294 pp.
- Sonny D., Jorry S., Watriez X., Phillipart J.C. (2006). Inter- annual and diel patterns of the drift of cyprinid fishes in a small tributary of the Meuse River, Belgium. *Folia Zoologica* 55: 75–85.
- Sörenson I. (1951). An investigation of some factors affecting the upstream migration of the eel. *Inst. Freshwat. Res., Drottningholm, Rep 32*, 126-132.
- Steinbach P. (2006). Expertises des obstacles à la libre circulation de l'anguille, note méthodologique. 17 pp.
- Stuart T.A. (1962) The leaping behaviour of salmon and trout at falls and obstructions. *Freshwater and Salmon Fisheries Research* 28, 1–46.
- Stuart I.G., Zampatti B.P., Baumgartner L.J. (2008). Can a low-gradient vertical-slot fishway provide passage for a lowland river fish community? *Marine and Freshwater Research* 59, 332-346
- Taylor R.N. & Love M. (2003). *California Salmonid Stream Habitat Restoration Manual – Part IX Fish Passage Evaluation at Stream Crossings*. Sacramento, CA: California Department of Fish and Game, 100 p.
- Travade F., Larinier M., Subra S., Gomes P., De Oliveira E. (2010). Franchissement des aménagements hydroélectriques par l'anguille argentée en dévalaison. Etude des voies de franchissement de l'usine hydroélectrique de Baigts de Béarn (64). Test d'exutoires de dévalaison et de grilles fines. Rapport EDF R&D H-P 76-2009-02948-FR.
- Travade F. & Larinier M. (2006) French experience in downstream migration devices. In: *Free passage for Aquatic Fauna in rivers and other water bodies. International DWA-Symposium on water resources management. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall*, pp. 91-99. ISBN 978-3-939057-19-2.
- Tsukamoto K., Kajihara T., Nishiwaki M. (1975). Swimming ability of fish. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries* 41, 167-174.
- Tudorache C., Viaene P., Blust R., Vereecken H., De Boeck, G. (2008). Comparison of swimming capacity and energy use in seven European freshwater fish species. *Ecology of Freshwater Fish* 17, 284-291.
- US Department of Agriculture-Forest Service Stream-Simulation Working Group (2008). *Stream Simulation : An Ecological Approach to Providing Passage for Aquatic Organisms at Road-Stream Crossings*.
- Utzinger, J., Roth C., Peter A. (1998). Effects of environmental parameters on the distribution of bullhead *Cottus gobio* with particular consideration of the effects of obstructions. *Journal of Applied Ecology* 35: 882–892.
- Veronese, A. (1937). Erosion of a bed downstream from an outlet, Colorado A & M College, Fort Collins, United States.

- Videler J.J. (1993). "Fish Swimming" Chapman & Hall, 206p.
- Voegtli B. & Larinier M. (2000). Etude sur les capacités de franchissement des civelles et anguillettes. Site hydroélectrique de Tuilières sur la Dordogne (24) et Barrage estuarien d'Arzal sur la Vilaine (56). Rapport Ghaappe RA00.05/ Migado G15-00-RT.
- Voegtli B. & Larinier M. (2002). Simulation des mortalités induites par les aménagements hydroélectriques lors de la migration de dévalaison des smolts de saumon atlantique. Propositions d'aménagements. Gave d'Oloron et ses principaux affluents. Rapport de synthèse, DDAF 64, 35 p.
- Voegtli B. & Larinier M. (2008a). Simulation des mortalités induites par les aménagements hydroélectriques lors de la migration de dévalaison des smolts de saumon atlantique. Cours d'eau du Gave de Pau. Rapport MIDIVAL – GHAAPPE – ECOGEA pour la DDTM 64, RA 08.01, 46 p. + annexes.
- Voegtli B. & Larinier M. (2008b). Définition d'une stratégie de restauration de l'axe de migration pour l'anguille. Cours d'eau du Gave de Pau. Rapport MIDIVAL – GHAAPPE – ECOGEA pour la DDTM 64, RA 08.02, 42 p. + annexes.
- Voegtli B. (2010a). Simulation des mortalités induites par les aménagements hydroélectriques lors de la migration de dévalaison des smolts de saumon atlantique. Bassin de la Nive. DDTM 64 – ECOGEA, 52 p. + annexes.
- Voegtli B. (2010b). Simulation des mortalités induites par les aménagements hydroélectriques lors de la migration de dévalaison des anguilles argentées. Bassin de la Nive. DDTM 64 – ECOGEA, 46 p. + annexes.
- Wang R.W & Hartlieb A. (2011). Experimental and field approach to the hydraulics of nature-like pool-type fish migration facilities. KMAE n°400, 05. DOI :10.1051/kmae/20110011.
- Wardle C.S. (1980). Effects of temperature on the maximum swimming speed of fishes. Pp.519-531. In "Environmental Physiology of Fishes", Plenum Press (Ed). 723p.
- Washington Department of Fish and Wildlife. (2009). Fish Passage and Surface Water Diversion Screening Assessment and Prioritization Manual. Washington Department of Fish and Wildlife. Olympia, Washington.
- Washington Department of Fish and Wildlife. (2000). Fish passage barrier and surface water diversion screening assessment and prioritization manual. Washington Department of Fish and Wildlife.
- Winter E. & Fredrich F. (2003). Migratory behaviour of ide: a comparison between the lowland rivers Elbe, Germany, and Vecht, The Netherlands. Journal of Fish Biology, 63, 871-880.
- Whoriskey F.G. & Wootton R.J. (1987). The swimming endurance of threespine sticklebacks, *Gasterosteus aculeatus* L., from the Afon Rheidol, Wales. Journal of Fish Biology, 30, 335-339.
- Yasuda, Y. & Ohtsu, I. (1999). Flow Resistance of Skimming Flow in Stepped Channels. Proceedings of 28th IAHR Congress, Graz, Austria, Session B14, 6 pages.
- Zeng L.Q., Cao ; Z.D., Fu S.J., Peng J.L., Wang Y.X. (2009). Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology, 153, 125-130.
- Zerrath H. (1996). Sprintleistungen einheimischer Klein- und Jungfische in Sohlgleitenmodellen – Daten zur Bewertung von Fischaufstiegshilfen. Fischökologie 9, 27–48.
- Zhou Y. (1982). The swimming speed of fish in towed gears, a reaximination of the principles. Dept. of Agriculture and Fisheries for Scotland. Pap. 4, 55p.





Principaux sigles & abréviations

■ **a, b, c** : Hauteur (a), longueur (b) et diagonale (c) d'un redan (exprimée en m). La valeur de c est égale à $\sqrt{a^2+b^2}$. La valeur a_{\max} et c_{\max} correspondent à la hauteur et la diagonale maximale qu'un redan ne doit pas dépasser pour être franchissable par le poisson à condition que l'écoulement soit de surface (skimming flow). Les valeurs a_{\max} et c_{\max} dépendent de la longueur du poisson.

a_{\max} : Valeur de hauteur maximale d'un redan toléré pour qu'il puisse être franchissable. Cette valeur doit être inférieure à 0,5 L_p .

c_{\max} : Valeur de diagonale maximale d'un redan tolérée pour qu'il puisse être franchissable. Cette valeur doit être inférieure à 0,7 L_p .

■ **α** : Angle d'incidence du jet, ce qui correspond à la pente du coursier d'un seuil (exprimé en degré).

■ **β** : Angle d'incidence de saut d'un poisson (exprimé en degré).

■ **DH** : Hauteur d'une chute, ce qui correspond à la différence entre les niveaux d'eau amont et aval d'une chute. Elle correspond à la différence entre Zamont et Zaval (exprimée en m).

DH_{max} : Correspond à une hauteur de chute théorique maximale franchissable associée à des poissons de taille $L_{p_{\max}}$

DH_{mim} : Correspond à une hauteur de chute théorique maximale franchissable associée à des poissons de taille $L_{p_{\min}}$

DH_{moy} : Correspond à une hauteur de chute théorique maximale franchissable associée à des poissons de taille $L_{p_{\text{moy}}}$

DH_{extrême} : Correspond (pour les seuils verticaux, seuils à parement incliné ou passages en sous-verse) à une hauteur de chute totalement infranchissable pour une espèce ou un groupe d'espèces données et pour laquelle l'analyse ICE n'est pas nécessaire. Cette valeur correspond à la hauteur de chute DH_{\max} ajoutée d'une revanche de l'ordre de 0,5 à 1 m suivant les espèces. Dès lors que la chute créée par l'obstacle est supérieure à $DH_{\text{extrême}}$, l'ouvrage est inévitablement une barrière totale.

■ **g** : Accélération de la pesanteur (9.81 m/s²).

■ **h** : Tirant d'eau d'un écoulement (en m).

h_{\min} : Tirant d'eau minimal extrême (ou épaisseur de la lame d'eau minimale) pour permettre la nage d'un poisson (exprimée en m). Cette épaisseur est fonction de la morphologie et la taille des espèces. Dans le cadre du protocole, une valeur de h_{\min} est fournie par espèces ou groupe d'espèces. Elle correspond globalement à la hauteur moyenne de l'espèce ou groupe d'espèces considérées (h_p). Cette valeur est utilisée notamment dans le diagnostic des seuils à parement incliné.

h_{\min} enroch : Tirant d'eau minimal extrême (ou épaisseur de la lame d'eau minimale) pour permettre la nage d'un poisson (exprimée en m) et assurer un écoulement cohérent sur des seuils en enrochements. Cette épaisseur est fonction de la morphologie des individus mais également de la pente du coursier. Dans le cadre du protocole, une valeur de h_{\min} enroch est fournie par espèces ou groupe

d'espèces. Cette valeur est utilisée notamment dans le diagnostic des seuils en enrochements ou dans le diagnostic préalable de passes rustiques en enrochements.

■ **hp** : Hauteur de poisson (en m). Cette valeur est fonction de la morphologie des individus et correspond à un facteur de forme (k) divisé par la longueur du poisson.

hp_{min} : Hauteur minimale d'une espèce donnée relative au stade biologique considéré dans le cadre du protocole ICE. Cette hauteur correspond à un individu de taille $L_{p_{min}}$.

hp_{max} : Hauteur maximale d'une espèce donnée relative au stade biologique considéré dans le cadre du protocole ICE. Cette hauteur correspond à un individu de taille $L_{p_{max}}$.

hp_{moy} : Hauteur correspondant à la moyenne entre hp_{min} et hp_{max} . Cette hauteur correspond à un individu de taille $L_{p_{moy}}$.

■ **H** : Charge d'eau sur un déversoir ou une échancrure ou sur une vanne. Elle est exprimée en m.

Hamont : Cette variable correspond à la charge sur une vanne en charge. Ce critère est utilisé dans le cas d'un diagnostic ICE sur des écoulements sous vannes ou orifices en charge mais présentant des écoulements dénoyés par l'aval.

H_{min} : Charge minimale extrême sur un obstacle pour permettre le passage d'une espèce (exprimée en m). Cette charge correspondant à Zamont-Zseuil est fonction de la morphologie et la taille des migrateurs. Une valeur de H_{min} est fournie pour chacune des espèces ou groupe d'espèces sauteuses. Ce critère est notamment utilisé dans le diagnostic de chute verticale ou dans le diagnostic de passes à poissons.

■ **Hf** : Profondeur d'eau de la fosse en pied d'un obstacle (exprimée en m). Hf_{min} est la profondeur d'eau minimale nécessaire au poisson pour franchir un obstacle. Hf_{min} est fonction de la hauteur de chute et de l'angle d'incidence α du jet.

Hf_{min} : Profondeur de fosse minimale extrême nécessaire au poisson pour franchir un obstacle. Elle est fonction de la hauteur de chute et de l'angle d'incidence α du jet. Cette valeur est utilisée pour le diagnostic de chute verticale ou quasi-verticale ou pour le diagnostic de seuil à parement incliné.

■ **L** : longueur d'un ouvrage à franchir (exprimée en m). Ce critère est utilisé dans le cas de diagnostic de passages routiers ou ferroviaires ou dans le cas d'un diagnostic spécifique sur l'anguille lorsque l'ouvrage présente une voie de reptation.

L_p : Longueur totale d'un poisson en mètre.

L_{pmin} : Taille minimale d'une espèce donnée relative au stade biologique considéré dans le cadre du protocole ICE.

L_{pmax} : Taille maximale d'une espèce donnée relative au stade biologique considéré dans le cadre du protocole ICE.

L_{p moy} : Taille correspondant à la moyenne entre $L_{p_{min}}$ et $L_{p_{max}}$.

■ **n** : Coefficient de Manning. Ce coefficient est représentatif de la rugosité du fond et des berges dans un écoulement.

■ **OV** : Ouverture d'un organe mobile (exprimée en m).

OV_{min} : Ouverture minimale extrême (en m) nécessaire d'un organe mobile pour assurer le passage de l'espèce piscicole considérée. Dans le cadre du protocole, une valeur de h_{min} est fournie par espèces ou groupe d'espèces. Cette valeur est utilisée dans le diagnostic des organes mobiles.

■ **P_{aer}** : Puissance musculaire maximale correspondant à la glycolyse aérobie. Elle correspond à la vitesse limite (supérieure) de croisière U_{Cr} avant le passage en anaérobie.

■ **P_{ana}** : Puissance musculaire maximale correspondant à la glycolyse anaérobie. Elle est proportionnelle à la vitesse maximale U_{max} .

- **P_v** : Puissance dissipée volumique. Cette puissance est un indicateur simple du niveau d'agitation dans les bassins d'une passe à poissons (exprimée en Watts/m³).
- **q** : Débit unitaire soit le débit par mètre de largeur (exprimé en m³/s/m ou m²/s).
- **t ou t_u** : Temps (ou endurance) pendant lequel le poisson peut nager à une vitesse U. L'endurance d'un poisson t_{u_{max}} à sa vitesse de sprint U_{max} est généralement comprise entre 10 et 20 secondes (exprimée en s).
- **U** : Vitesse de nage d'un poisson (exprimée en m/s).
 - U_{max} correspond à la vitesse de sprint ou vitesse maximale de nage d'un poisson.
 - U_{cr} correspond à sa vitesse de croisière, c'est à dire à une vitesse pouvant être maintenue pendant des heures.
- **V** : vitesse d'un écoulement donné (exprimée en m/s).
- **X_{max}** : Longueur de saut théorique d'un poisson donné, calculé à partir de la vitesse de sprint U_{max} du poisson et de l'angle d'incidence β du saut (exprimée en m).
- **Y_{max}** : Hauteur de saut théorique d'un poisson donné, calculé à partir de la vitesse de sprint U_{max} du poisson et de l'angle d'incidence β du saut. En pratique, on rajoute une partie de la longueur du poisson (exprimée en m).
- **Z_{amont}** : Cote de la ligne d'eau en amont d'un obstacle (exprimée en m ou mNGF).
- **Z_{aval}** : Cote de la ligne d'eau en aval d'un obstacle (exprimée en m ou mNGF).
- **Z_{seuil}** : Cote d'un seuil (exprimée en m ou mNGF).

