



**HAL**  
open science

# Évaluation des bénéfices procurés par le démantèlement de barrages hydroélectriques : le cas de la pêche au saumon sur la Sélune

Julien Salanié, Philippe Le Goffe, Yves Surry

► **To cite this version:**

Julien Salanié, Philippe Le Goffe, Yves Surry. Évaluation des bénéfices procurés par le démantèlement de barrages hydroélectriques : le cas de la pêche au saumon sur la Sélune. *Ingénieries eau-agriculture-territoires*, 2004, 39 (39), pp.65-78. halshs-00786146

**HAL Id: halshs-00786146**

**<https://shs.hal.science/halshs-00786146>**

Submitted on 7 Feb 2013

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

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

# Évaluation des bénéfices procurés par le démantèlement de barrages hydroélectriques : le cas de la pêche au saumon sur la Sélune<sup>1</sup>

Julien Salanié<sup>a</sup>, Philippe Le Goffe<sup>a</sup> et Yves Surry<sup>b</sup>

*Le démantèlement d'un barrage pose des questions techniques, écologiques et financières. Sur le plan financier, le coût du démantèlement peut s'accompagner de bénéfices si des perspectives de valorisation du site existent. Dans cet article, les auteurs proposent une méthodologie d'évaluation de ces bénéfices en prenant l'exemple des barrages de la Sélune situés dans une région à fort potentiel récréatif lié à la pêche au saumon sauvage. Les résultats présentés reposent sur le transfert de valeurs nord-américaines.*

De nombreux cours d'eau français sont barrés par des ouvrages de production d'hydroélectricité. La plupart d'entre eux sont en fin de concession et la question du renouvellement de ces concessions se pose. On assiste à un large débat<sup>2</sup> sur la nécessité énergétique et la pertinence environnementale de ces barrages. D'ores et déjà, certains barrages ont été démantelés, dont les barrages de Kernansquillec sur le Léguer en Côtes-d'Armor, de Saint-Étienne du Vigan sur l'Allier en Haute-Loire et de Maisons-Rouges sur la Vienne en Indre-et-Loire<sup>3</sup>.

D'autres barrages français sont en situation de renouvellement de concession. Les enjeux environnementaux, sociaux et économiques des débats sur ces renouvellements sont forts. L'exemple actuel du complexe hydroélectrique de Poutès-Monistrol sur l'Allier (fin de concession

en 2007), disposant d'équipements de remontée et de dévalaison des poissons, est particulièrement emblématique. À l'heure du renouvellement de la concession des barrages de la Roche-Quiboit et de Vezins sur la Sélune, qui se jette dans la baie du Mont-Saint-Michel (Manche), les mêmes questions se posent. Il s'agit principalement d'arbitrer entre la production d'hydroélectricité, les recettes fiscales pour les collectivités locales, l'approvisionnement en eau potable, la protection de la ressource en saumon atlantique et le développement d'activités récréatives liées à l'existence ou à l'absence de ces barrages.

Il serait nécessaire de procéder à une analyse coûts/bénéfices permettant de prendre en compte et de quantifier l'ensemble de ces enjeux de manière cohérente. Si les bénéfices et coûts directs tels que l'abandon de la production d'hydroélectricité sont facilement mesurables,

## Les contacts

<sup>a</sup> ENSAR, département Économie rurale et gestion, 65, rue de Saint-Briec, CS 84215, 35042 Rennes Cedex

<sup>b</sup> Department of Economics, Swedish University of Agricultural Sciences, Box 7013, 750 07 UPPSALA, Suède

1. Cette étude fait partie d'un projet de recherche doctorale visant à estimer les facteurs de variation de la demande de pêche de loisir (saumon) en France (thèse co-dirigée par Philippe Le Goffe et Yves Surry), co-financé par le programme de recherche BREIZH (région Bretagne). L'étude présentée dans cet article a aussi fait l'objet d'un financement complémentaire de la Fédération de la Manche pour la pêche et la protection des milieux aquatiques. Les auteurs remercient Yves Léon et l'éditeur de cette revue pour leurs commentaires et suggestions. Ils restent seuls responsables de toutes erreurs et omissions apparaissant dans cet article.

2. Préexistant, ce débat prend une ampleur importante dans le cadre de l'application de la Directive cadre sur l'Eau (directive 2000/60/CE) et du débat national sur ce sujet encadré par le ministère de l'Écologie et du Développement durable.

3. Si le barrage de Kernansquillec était en fin de concession (Derville *et al.*, 2001), les démantèlements pour les deux derniers barrages sont liés à des programmes visant la reconquête des cours d'eau par les espèces migratrices, dont le saumon atlantique fait partie.

il n'en est pas de même pour les activités récréatives, car il s'agit de biens non marchands, caractérisés par l'absence de prix observables. Pour remédier à cette lacune, les économistes ont développé des méthodes analytiques capables de mesurer la valeur économique des biens et activités non marchandes. Celles-ci reposent sur des informations obtenues à partir d'enquêtes et d'interviews auprès d'agents économiques « consommant » ces activités récréatives. De telles opérations sont fort coûteuses en temps et argent, et de ce fait, peuvent être difficilement applicables à des cas comme le démantèlement de barrages de rivière.

Pour s'affranchir de cette contrainte, les économistes ont développé la technique des transferts de valeur qui consiste à extrapoler sur un site étudié les résultats des bénéfices récréatifs obtenus à partir d'autres sites préexistants. Bien qu'elle doit être utilisée avec une certaine prudence pour s'assurer de sa fiabilité, une telle procédure, qui est nettement plus simple et aisée à mettre en place, peut constituer un outil pertinent et commode pour les décideurs publics français désireux de connaître les retombées économiques d'un démantèlement de barrages de rivières.

Cet article a pour objet d'exposer la technique de transfert des bénéfices pour mesurer les bénéfices récréatifs procurés par le démantèlement de barrages et de l'appliquer à un cas particulier, à savoir l'abandon des barrages sur la Sélune. Dans cette perspective, les objectifs spécifiques de ce travail sont les suivants :

- évaluer les bénéfices récréatifs pour la pêche du saumon tirés de l'effacement des barrages ;
- proposer une première évaluation de ces bénéfices à l'aide de la technique des transferts de valeurs de bénéfices récréatifs et la prédiction d'efforts de pêche<sup>4</sup> (*i.e.* le nombre de visites récréatives pour notre étude) ;
- élaborer une méthode susceptible d'être utilisée pour l'évaluation économique des bénéfices récréatifs attendus d'autres opérations de démantèlement de barrages en France ;
- éclairer les décideurs publics au sein de la commission locale de l'eau du schéma d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE) de la Sélune.

Après avoir exposé la méthodologie mise en œuvre, nous dressons un état des lieux des connaissances halieutique et biologique sur la Sélune. Puis nous présentons les résultats de nos évaluations. Nous concluons sur les prolongements à apporter à ce travail de recherche.

## Contexte scientifique et méthodes

La mesure des bénéfices liés au développement d'activités récréatives peut se faire par des procédures directes telles que les méthodes d'évaluation contingente ou de coûts de déplacement (encadré 1). Cependant, leur mise en œuvre est bien souvent irréalisable, car elle nécessite la mobilisation de ressources importantes en moyens humains et en temps pour collecter l'information requise. Cet état de fait a amené économistes et décideurs publics à se poser la question : « Étant donné l'abondance de résultats de recherches empiriques portant sur l'évaluation de bénéfices récréatifs, peut-on utiliser les résultats existants pour les transférer à de nouveaux sites d'études ? ». En réponse, on a cherché à identifier les conditions auxquelles de tels transferts de bénéfices pouvaient être réalisés.

## La méthode du transfert de bénéfices

Le transfert de bénéfices consiste à déduire de résultats préexistants les bénéfices récréatifs à un site d'étude pour lequel un (plusieurs) scénario(s) d'évolution ou de transformation est (sont) envisagé(s) (Rozan et Stenger, 2000). Deux types d'approches prévalent dans les études de transfert de bénéfices : le transfert direct et les fonctions de transfert (encadré 2, p. 68). Dans les deux cas, il est primordial de respecter un certain nombre de règles ou de conditions pour rendre crédible une telle opération. Ainsi, les études de référence utilisées pour déterminer le transfert de valeur doivent être de bonne qualité et présenter des caractéristiques voisines ou comparables à la situation du site ou des sites récréatifs étudiés. En deuxième lieu, les variations en qualité et quantité du bien environnemental ou de l'activité récréative, qui ont été générées à partir des études initiales, doivent être comparables à celles obtenues sur le site d'application.

4. Comme le souligne Bonnieux (2000), l'effort de pêche est une notion composite qui concerne un ensemble de facteurs exprimant la pression de pêche exercée par les pêcheurs. Il peut s'agir du nombre de visites, du nombre de captures, du temps passé sur le site, des appâts utilisés, etc.

## Encadré 1

## La mesure directe de surplus récréatifs

La mesure des surplus récréatifs et des variations de bien-être associées à des changements de conditions d'exercice des activités de loisir, peut se faire par l'emploi de deux méthodes :

– la **méthode d'évaluation contingente** permet de réaliser des mesures *ex ante* de ces surplus. Elle repose sur la révélation du consentement à payer (CAP) des usagers. La révélation du consentement à payer des individus s'effectue directement en interrogeant les individus sur leurs préférences (pour une synthèse sur cette méthode, voir Carson *et al.* [2001] et Kriström [1999]).

– la **méthode des coûts de déplacement** ne permet de réaliser que des mesures *ex post*. Cependant, on peut l'utiliser pour prédire la réaction des individus à des changements dans les conditions d'exercice du loisir. Cette méthode repose sur l'observation des comportements individuels. En pratique, on observe comment les individus allouent leurs visites récréatives à différents sites en fonction des coûts d'accès et des attributs des sites. On peut alors reconstituer la fonction de demande à un site récréatif (pour une synthèse sur cette méthode, voir Parsons [2003] et Kling et Crooker [1999]).

Ces méthodes sont largement employées dans la littérature. Cependant, elles sont difficilement utilisables dans le cadre d'une expertise, car elles nécessitent la mise en place d'enquêtes individuelles auprès des usagers. Les applications de ces méthodes à la mesure des bénéfices attendus de l'effacement d'un barrage utilisent le plus souvent des méthodes contingentes comme la méthode d'évaluation contingente « classique » (Loomis, 1996 ; Bishop *et al.*, 1989) et la méthode du comportement contingent (Loomis, 2002).

Enfin, la population des individus concernés dans le cas du site d'application doit avoir des caractéristiques proches de celles considérées dans les études initiales.

Malgré ses limites, la méthode des transferts de bénéfices est devenue un outil de plus en plus utilisé par les décideurs publics pour évaluer les biens environnementaux. Dans cette perspective, leur tâche est facilitée par la mise en place de bases de données informatiques regroupant plusieurs centaines d'études<sup>5</sup>.

Pour évaluer les bénéfices récréatifs attendus du démantèlement d'un barrage, Black *et al.* (1998) proposent d'appliquer la technique du transfert en procédant en deux temps :

– estimer l'augmentation de l'activité pêche résultant du démantèlement du barrage,

– transférer des valeurs unitaires de bénéfices issues d'autres études.

Black *et al.* (1998) identifient alors les bénéfices totaux de l'effacement des barrages comme le produit de l'augmentation de l'activité pêche et de sa valeur unitaire. C'est cette dernière méthode que nous appliquons à l'abandon des deux barrages sur la Sélune.

### Éléments pour l'évaluation du surplus procuré par une sortie de pêche au saumon en France

Bonnieux et Rainelli (2003) proposent une application de la méthode du transfert direct de bénéfices à la valeur récréative d'une forêt française. Pour notre étude, il s'agit de déterminer la valeur d'une journée de pêche au saumon sur la Sélune, mesurée par le surplus<sup>6</sup>.

5. Citons à titre d'exemple la base de données EVRI (*Environmental Valuation Reference Inventory*) qui constitue le plus gros effort international de recensement des résultats d'estimations de valeurs monétaires des biens et services environnementaux. Cette base de données est coordonnée par les gouvernements canadien, américain et européens, et le programme pour l'environnement de l'Asie du Sud-est. Notons également la base de données « *Sportfishing Values Database* », développée par la société « Industrial Economics » pour le gouvernement américain, qui recense exclusivement les valeurs récréatives de la pêche.

6. Le surplus (par visite) traduit le consentement à payer d'un individu au-dessus des dépenses engagées pour une visite récréative (*i.e.* droit d'entrée, prix des appâts, coût d'opportunité du temps, etc.), Bonnieux et Desaignes (1998).

## Encadré 2

## La méthode du transfert de bénéfices

Le transfert de bénéfices peut s'effectuer de deux façons : par transfert direct de valeurs unitaires ou par l'utilisation de fonctions de transferts. Généralement, on transfère des bénéfices unitaires (*i.e.* par unité de consommation), ce qui dans le cas de la pêche de loisir revient à transférer des bénéfices par jour ou par visite.

Le **transfert direct** de valeurs unitaires consiste à identifier un site semblable au site d'application. Comme le soulignent Bonnieux et Rainelli (2003), un certain nombre de correspondances entre le site d'application et le site d'origine sont à vérifier, parmi lesquelles : la mesure du bien à évaluer (quantité et qualité semblables), les caractéristiques de la population (revenu, âge, etc.), la mesure des variations de bien-être, le lien entre le milieu naturel et l'économie et les procédures d'estimations (prise en compte des biais, etc.). Si ces conditions sont respectées, le transfert de valeurs unitaires est possible.

Les **fonctions de transfert** sont utilisées pour le transfert de fonctions de demande estimées par la méthode des coûts de déplacement (Loomis, 1992), et de fonctions de consentement à payer estimées par la méthode d'évaluation contingente (Brouwer, 2000). L'obtention de ces fonctions de transfert peut se faire en transposant sur un site d'application les résultats d'une première étude. Ainsi, si nous disposons d'une mesure du CAP pour un site initial, nous pouvons, à partir des données disponibles sur les individus, estimer une fonction de transfert représentée par l'équation (1) :

$$CAP_i = a + b X + c Y_{ik} + e_i \quad (1)$$

où  $CAP_i$  est le consentement à payer de l'individu  $i$ ,

$a$ ,  $b$  et  $c$  sont des paramètres,

$X$  désigne les caractéristiques du site initial,

$Y_{ik}$  représente les caractéristiques ( $k$ ) de l'individu  $i$ ,

$e_i$  est un résidu aléatoire.

Le transfert de bénéfices pour le nouveau site est ensuite calculé en utilisant les valeurs estimées des paramètres  $a$ ,  $b$  et  $c$  et les valeurs moyennes des variables explicatives relatives au nouveau site d'application. Une telle opération d'extrapolation n'est pas sans danger et un certain nombre d'économistes de l'environnement ont développé des tests validant une telle procédure (Rosan et Stenger, 2000).

Une autre approche pour dériver des fonctions de transfert consiste à utiliser les résultats de méta-analyses. Dans un tel cas, l'analyste entreprend une régression en utilisant un grand nombre d'études se rapportant au même bien environnemental ou activité récréative. Le résultat de chaque étude représente une observation. La régression ainsi obtenue permet de déduire une fonction de transfert similaire à l'expression (1), qui cette fois dépend de données statistiques moyennes ou globales et non plus individuelles, comme cela était le cas pour l'estimation de la fonction de transfert par transposition d'une seule étude.

On peut donc assimiler les techniques de méta-analyse à des méthodes statistiques visant à examiner systématiquement les résultats d'études scientifiques. Initiées dans les années 70 en psychologie clinique pour être étendues aux sciences expérimentales et sociales durant les vingt dernières années, elles se démarquent des revues de littérature qualitatives et narratives en leur substituant une approche « objective » reposant sur des techniques statistiques. Les premières applications des méta-analyses en sciences économiques ont vu le jour dans les années 80 pour se développer à un rythme régulier dans les années 90 et plus accéléré depuis 2000. Une très grande partie des applications de la méta-analyse à la science économique concerne l'économie de l'environnement et, plus particulièrement, l'évaluation économique des dommages et nuisances (qualité de l'air, nuisances sonores, pollution) et l'évaluation des activités récréatives non marchandes telles que la pêche de loisir. Pour cette dernière, les travaux de méta-analyse ont tenté notamment d'expliquer les mesures de bénéfices récréatifs par des variables décrivant le type de pêche étudié et les méthodologies mises en œuvre. Leur principe est largement décrit dans Rosenberger et Loomis (2001).

La seule estimation française de surplus journalier pour la pêche au saumon est celle de Bonnieux et Vermersch (1993). Desaignes *et al.* (1998) proposent une mesure de surplus journalier pour la pêche en rivière, toutes espèces confondues. La littérature relative à la mesure de la valeur économique de la pêche en général et du saumon en particulier est essentiellement nord-américaine<sup>7</sup>. Les valeurs trouvées sont très variables.

Récemment, l'emploi de méta-analyses a permis d'expliquer les facteurs qui influencent la valeur économique de la pêche récréative. Les méta-analyses de Walsh *et al.* (1992) et de Rosenberger et Loomis (2001) portent sur des études américaines d'évaluation des bénéfices récréatifs procurés par un grand nombre d'activités de loisir. En revanche, les méta-analyses proposées par Boyle *et al.* (1998), Markowski *et al.* (2000) et Sturtevant *et al.* (1998) ne s'intéressent qu'à la pêche récréative.

Les variations observées ont tout d'abord trait aux méthodes d'estimation employées (Rosenberger et Loomis, 2001 ; Walsh *et al.*, 1992). Mais une grande partie de la variabilité des estimations relève également de l'activité étudiée. D'une façon générale, les bénéfices tirés d'activités spécialisées comme la pêche des salmonidés migrateurs ou la chasse au gibier d'eau sont plus importants que ceux générés par des activités moins spécialisées comme la baignade ou la randonnée. Pour la pêche de loisir, l'espèce recherchée et le type de pêche influencent les bénéfices récréatifs. Markowski *et al.* (2000) montrent que la valeur d'une journée de pêche en rivière est plus élevée pour le saumon ou la truite que pour le brochet ou les autres espèces d'eau douce.

De même, une journée de pêche en rivière procure une valeur supérieure à ce qu'apporte une journée de pêche en eaux calmes. Enfin, la qualité du milieu importe également. L'acidification des

milieu a une influence négative sur les bénéfices de la pêche (Navrud et Strand, 1992). Par ailleurs, les sites de pêche de l'ouest des États-Unis sont mieux valorisés que ceux de l'est (Rosenberger et Loomis, 2001 ; Boyle *et al.*, 1998).

Le tableau 1 (p. 70) présente une synthèse de résultats d'évaluation des bénéfices récréatifs procurés par la pêche de loisir. Ces résultats montrent qu'aux États-Unis, le surplus par sortie de pêche au saumon est compris entre 25 et 60 €. Ces résultats américains sont comparables à ceux de Bonnieux et Vermersch (1993) pour la France. En comparaison, les études prenant en compte tous les types de pêche aboutissent à une valeur comprise entre 15 et 30 €.

Aux États-Unis, la pêche du saumon est potentiellement plus valorisée qu'en France, à cause des revenus plus élevés, des préférences plus marquées pour les activités de loisir en plein air et des déplacements importants que les pêcheurs consentent pour se rendre à un site de pêche. On constate notamment que sur la période 1955-2001, le nombre de pêcheurs aux États-Unis a augmenté deux fois plus vite que la population (Cooper *et al.*, 2002).

En France, la situation est inverse, au moins sur les parcours gérés par les associations de pêche. D'autre part, la participation au loisir pêche est nettement plus élevée aux États-Unis (12 % de la population) qu'en France (8 % de la population). Par ailleurs, certains sites de pêche ouest-américains sont reconnus pour être de très grande qualité<sup>8</sup> et il est probable que la situation européenne est plus proche de celle que l'on trouve dans l'est<sup>9</sup> des États-Unis. Or, les valeurs récréatives sont plus faibles dans cette partie des États-Unis, comme on l'observe dans le tableau 1. Il faudrait donc minorer les résultats américains, ou s'inspirer plutôt des valeurs observées dans l'est des États-Unis, pour envisager un transfert de bénéfices.

7. À cet égard, mentionnons le travail récent de Toivonen *et al.* (2004), qui vise à estimer la valeur économique totale de la pêche récréative dans cinq pays nordiques. Toutefois, nous n'avons pas inclus cette dernière étude dans notre revue de littérature, car elle se distingue des autres travaux présentés au tableau 1 par un certain nombre de différences importantes quant à la méthodologie adoptée et aux notions de valeurs économiques utilisées. Par conséquent, les résultats qu'elle génère sur la valeur économique de la pêche récréative dans les cinq pays nordiques ne sont pas directement comparables avec ceux présentés au tableau 1.

8. Il s'agit principalement de l'Alaska, réputée pour le caractère sauvage des rivières et l'abondance des captures. Notons cependant que les espèces de saumon y sont différentes du saumon atlantique que l'on trouve en Europe et dans l'est des États-Unis.

9. Les caractéristiques piscicoles et hydrobiologiques (même espèce de saumon, cours d'eau soumis à une forte pression anthropique) des rivières à saumon de l'est des États-Unis sont comparables à celles de la France.

En outre, Rosenberger et Loomis (2001) montrent que la valeur des activités récréatives hors inflation augmente avec le temps. Cette tendance pourrait être liée à l'augmentation du revenu, à la raréfaction des ressources environnementales et au changement de préférences individuelles correspondant à une meilleure valorisation des activités de loisir.

Cette augmentation de la valeur des bénéfices récréatifs serait de l'ordre de 1 € par an. Smith et Kaoru (1990) montrent l'effet inverse. Cependant, ils estiment que l'effet du temps peut être imputé à une évolution des méthodes ou des types de données. Nous ne retenons pas cette option, car nous pensons qu'elle n'est pas représentative de la situation française.

Études	Espèces	Régions ou pays	Valeurs par jour			Valeurs actualisées pour 2002	
			Année	Moyenne (médiane)	Intervalle	Moyenne (médiane)	Intervalle
Bonnieux et Vermersch (1993)	Saumon	Sée - Sélune (Manche)	1991		280 - 400 F		51 - 72 €
Navrud et Strand (1992)	Saumon - truite de mer	Rivière Gaula (Norvège)	1991	292 F	384 - 530 F	50 €	66 - 90 €
		Rivière Vikedalsev (Norvège)	1991		121 - 166 F		21 - 28 €
		Rivière Audna (acidifiée) (Norvège)	1991		187 - 212 F		32 - 36 €
Boyle <i>et al.</i> (1998)	Saumon	USA hors Alaska	1997	(23 \$)	3 - 46 \$	(25 €)	3 - 49 €
	Truite	Ouest des États-Unis	1997	(45 \$)	11 - 762 \$	(48 €)	12 - 813 €
		Est des États-Unis	1997	(18 \$)	13 - 21 \$	(19 €)	14 - 22 €
	Autres espèces d'eau douce	Ouest des États-Unis	1997	(44 \$)	17 - 98 \$	(47 €)	18 - 104 €
		Est des États-Unis	1997	(18 \$)	13 - 88 \$	(19 €)	14 - 94 €
Rosenberger et Loomis (2001)	Toutes pêches	États-Unis (ensemble)	1996	36 \$ (20 \$)		39 € (22 €)	
		Nord-Est des États-Unis	1996	31 \$ (15 \$)		33 € (16 €)	
		Alaska	1996	40 \$ (40 \$)		43 € (43 €)	
Markowski <i>et al.</i> (2001)	Saumon	États-Unis	1997	58 \$		62 €	
Walsh <i>et al.</i> (1992)	Poissons anadromes	États-Unis	1987	54 \$ (46 \$)		73 € (62 €)	
Sturtevant <i>et al.</i> (1998)	Toutes pêches	Est des États-Unis	1994	31 \$		35 €	

**Notes :** Les résultats ont été actualisés à partir des tables INSEE de « pouvoir d'achat de l'euro et du franc » de 2002, dont le déflateur est l'indice général des prix à la consommation. Les valeurs américaines ont été converties en retenant un taux de conversion de 1 € = 1 \$ (F = Franc français ; \$ = Dollar américain).

▲ Tableau 1 – Estimation des valeurs journalières de surplus pour la pêche de loisir en rivière : revue de quelques études françaises et internationales.

Pour la présente étude, nous choisissons les valeurs de 25 et 50 € de surplus par pêcheur et par jour, même si elles sont inférieures aux résultats de Bonnieux et Vermersch (1993). Elles reposent sur l'analyse d'un grand nombre d'études et tiennent compte des biais relevés dans chacune d'entre elles pour extraire la valeur moyenne d'une journée de pêche au saumon. La valeur de 25 € traduit la situation observée sur les rivières de l'est des États-Unis. Nous pensons qu'elle est adaptée à la situation française. Cependant, les rivières à saumon de l'Avranchin (Sée et Sélune) suivent une évolution très différente des autres rivières françaises depuis quelques années. Nous montrons ci-dessous que les captures de saumon augmentent fortement dans ces rivières alors qu'elles sont en diminution dans les autres rivières du Massif armoricain. Cette situation atypique de la Sée et la Sélune pourrait induire une très forte valorisation de ces rivières par le tourisme pêche, rapprochant leur situation des rivières ouest-américaines. La valeur de 50 €, inspirée des sites de pêche de saumon de l'ouest américain, serait alors appropriée.

### Les données halieutiques et biologiques : état des lieux

#### La Sélune en perspective : une rivière majeure pour la pêche au saumon en France

Depuis 2000, près de 2 000 saumons sont capturés chaque année par les pêcheurs sportifs en France. Environ 8 à 10 % d'entre eux sont cap-

turés sur la Sélune. Cette proportion est valable pour les captures de saumons de printemps et de castillons<sup>10</sup>.

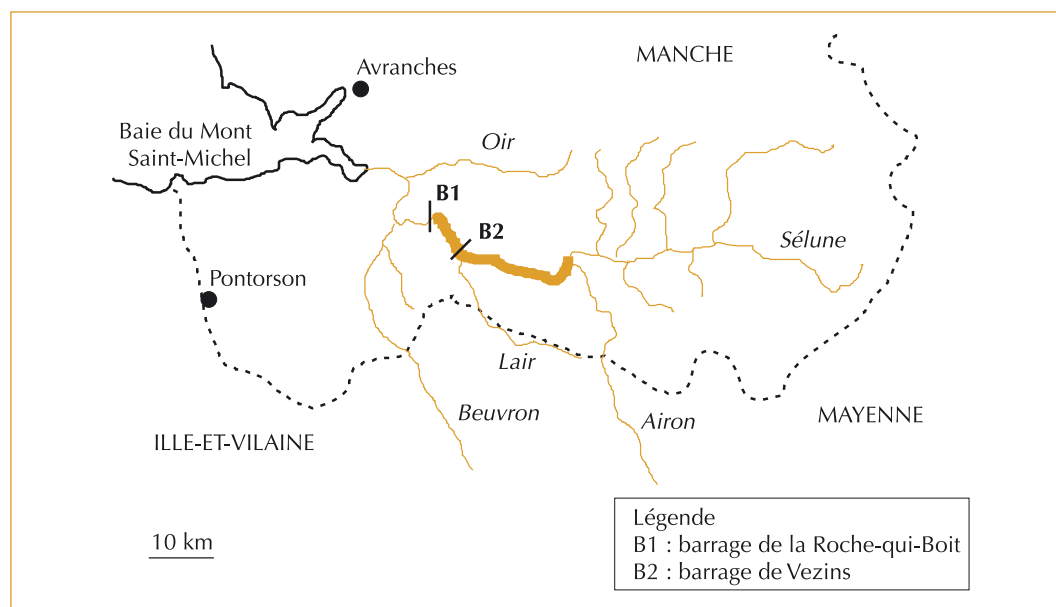
De 150 à 190 saumons, dont environ 100 saumons de printemps, sont capturés chaque année sur la Sélune. Cela en fait la troisième rivière de France pour les captures, derrière la Sée (Manche, 600 captures) et l'Aulne (Finistère, 200 captures). La Sélune est une rivière comparable au Gave d'Oloron (Pyrénées-Atlantiques) en termes de captures. En fait, on réalise plus de captures sur la Sélune que sur des rivières bretonnes réputées à l'échelle nationale comme le Trieux, le Léguer, l'Elorn, l'Ellé ou le Blavet.

#### Impacts biologiques des barrages sur la population de saumons atlantiques de la Sélune

La Sélune est barrée par deux retenues hydroélectriques (figure 1) : le barrage de la Roche-qui-Boit, situé à une douzaine de kilomètres de la mer, et celui de Vezins, situé à 15 km de la mer. Ces deux barrages bloquent l'accès des saumons à 70 % des zones de frayères comptabilisées sur le bassin versant. Celles-ci se répartissent de la façon suivante :

- 30 % des zones de frayères sont accessibles au saumon ;
- 31 % se trouvent noyées sous les barrages ;
- 39 % se situent en amont de la retenue de Vezins.

**10.** Les saumons remontant au printemps ont passé plusieurs hivers en mer alors que les castillons sont des saumons n'ayant passé qu'un seul hiver en mer. Ils sont généralement plus petits et remontent les cours d'eau en été et à l'automne.



◀ Figure 1 – Le bassin versant de la Sélune.



Au total, le potentiel de la Sélune représente 3 021 unités de production (UP<sup>11</sup>). À titre de comparaison, la Sée équivaut à 1 530 UP (SEPIA Conseils, 2002). Le potentiel de la Sélune est double de celui de la Sée, rivière la plus productive de France pour les captures de saumon (30 % des captures nationales). Si ce potentiel était libéré, la Sélune représenterait 5 % du potentiel national estimé à 180 000 UP, contre 1,5 % aujourd'hui.

Selon le Conseil supérieur de la pêche<sup>12</sup>, si les barrages étaient démantelés, le total autorisé de captures (TAC) sur la Sélune pourrait alors passer de 110-140 captures annuelles à près de 500 captures. En se basant sur la proportion retenue lors de la fixation des TAC dans le Massif armoricain (Prévost et Porcher, 1996), l'effacement des barrages pourrait permettre l'exploitation par pêche à la ligne de 72 saumons de printemps (16 %) et 328 castillons (82 %) supplémentaires sur la Sélune.

De plus, l'effacement des barrages permettrait d'augmenter fortement le parcours de pêche au saumon. Le parcours accessible au pêcheur n'est que d'une douzaine de kilomètres aujourd'hui et près de 20 km de parcours sont actuellement noyés sous les retenues. On sait que si les barrages étaient démantelés, les pêcheurs n'exploiteraient pas la Sélune sur toute sa longueur (68 km), mais on estime que le parcours de pêche augmenterait de 25 km, soit une longueur totale portée à 38 km.

Finalement, les deux barrages de la Sélune limitent fortement le potentiel récréatif de la Sélune pour les pêcheurs de saumon et plus précisément deux éléments, tant du point de vue du nombre de captures que de la longueur du parcours de pêche.

Dans l'hypothèse du démantèlement des barrages, les pêcheurs de saumon pourraient exploiter 400 saumons de plus et 25 km de parcours supplémentaires. Ces nouvelles caractéristiques constitueraient une opportunité de bénéfices récréatifs.

## Résultats

### L'estimation de l'augmentation de l'activité pêche sur la Sélune : modélisation et prévision

La prévision de l'effort de pêche (*i.e.* le nombre de visites) sur la Sélune n'est possible que si le démantèlement des barrages est suivi d'une fréquentation statistiquement identique à celle d'une rivière moyenne. La théorie économique montre qu'en situation de libre accès, l'effort de pêche total s'établit jusqu'à l'annulation du consentement à payer marginal pour une visite supplémentaire<sup>13</sup> (Anderson, 1983). Ainsi, l'effort total de pêche augmente avec le stock (nombre de poissons), ce qui a été mis empiriquement en évidence par Cox et Walters (2002). Ces résultats valident l'hypothèse d'ajustement de l'effort de pêche aux nouvelles caractéristiques de la Sélune et nous autorisent à faire de la prévision à partir de modèles statistiques reliant l'effort aux caractéristiques des sites de pêche.

Pour prévoir l'augmentation de l'activité pêche sur la Sélune qui suivrait le démantèlement des barrages, nous proposons des modèles de fréquentation reliant l'effort annuel de pêche (exprimé en nombre de visites) dans les rivières de l'ouest armoricain à leurs caractéristiques halieutiques (captures, taille du parcours et débit).

Nous avons estimé trois versions d'un modèle de fréquentation (encadré 3) : un modèle pour les saumons de printemps, un modèle pour les castillons et un modèle global. Une analyse des résultats économétriques (tableau 2, p. 76) révèle une performance satisfaisante des trois modèles estimés. Avec des valeurs supérieures ou égales à 0,80, les coefficients de détermination ( $R^2$  ajustés) nous permettent de conclure que les trois modèles expliquent bien le nombre de visites effectuées par les pêcheurs sur les rivières bretonnes et du département de la Manche. De plus, les valeurs estimées associées aux variables « captures » et « longueur pêchable » sont positives et statistiquement significatives pour un seuil de 1 % ou de 5 %. La seule « ombre » au tableau concerne la contribution de la variable « débit », dont le coefficient estimé, bien que positif, n'est pas statistiquement différent de zéro dans les trois modèles au seuil de 10 %<sup>14</sup>.

11. Correspond à une unité de surface de frayère. Ces unités n'ont pas toutes la même productivité.

12. Cité par SEPIA Conseils (2002, volume I, p. 79).

13. Lorsque le consentement à payer pour la dernière visite effectuée est nul, il n'y a plus de visites supplémentaires.

14. Toutefois, la probabilité (*p-value*) de rejeter l'hypothèse H0 de nullité du coefficient associé à la variable « débit » n'est que légèrement supérieure à 10 % dans les trois modèles (valeurs des *p-values* entre 0,12 et 0,13).

Les coefficients estimés associés à chaque variable explicative s'interprètent comme des gains de visite marginaux, c'est-à-dire qu'une nouvelle capture de saumon de printemps produit par exemple 83 visites additionnelles (tableau 2). De même, pour la pêche du saumon de printemps, l'accroissement du parcours de pêche de 1 km produit 96 visites supplémentaires. Le tableau 3 (p. 74) montre l'augmentation attendue du nombre de visites et des bénéfices récréatifs liés au démantèlement des barrages de la Sélune. Ces prévisions ont été établies en considérant les modifications déjà détaillées pour le nombre de captures et la longueur du parcours de pêche, et en maintenant constant le débit.

### Estimation des bénéfices récréatifs procurés par le démantèlement des barrages sur la Sélune

Le gain de surplus procuré par le démantèlement des barrages de la Sélune est évalué à près de 419 000 € par an (modèle global, tableau 3). Dans l'hypothèse d'un surplus journalier de la pêche au saumon sur la Sélune de 50 €, ce surplus est com-

pris entre 738 000 € et 938 000 € par an. Nous retenons préférentiellement un surplus moyen par sortie de 25 €, car comme nous l'avons évoqué, nous le pensons plus représentatif de la situation française. On observe également que le gain de surplus total se décompose à parts égales entre la saison de printemps et la saison d'été-automne. Finalement, le gain de surplus estimé dans le tableau 3 s'interprète comme un gain de bien-être à l'échelle de la Sélune. Il représente l'accroissement de la valeur marchande potentielle de la Sélune sous l'hypothèse d'effacement des barrages.

Enfin, on note une forte différence de valorisation entre les saumons de printemps et les saumons d'été-automne au travers des visites effectuées. Un saumon de printemps pêché engendre en moyenne 83 visites supplémentaires, alors que la prise d'un castillon n'en génère que 21 (tableau 2). Si le surplus est de 25 € par visite, la capture supplémentaire d'un saumon de printemps est valorisée à 2 100 € à l'échelle du site de pêche alors que celle relative à un castillon est évaluée à 500 €.

#### Encadré 3

##### Modèle empirique

En notant  $V_i$  le nombre de visites effectuées sur la rivière  $i$ ,  $X_{1,i}$  les captures totales faites sur la rivière  $i$ ,  $X_{2,i}$  la longueur du parcours sur la rivière  $i$ ,  $X_{3,i}$  le débit de la rivière  $i$  et  $\alpha$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  et  $\beta_3$  les paramètres à estimer, la spécification linéaire adoptée pour cette étude est la suivante :

$$V_i = \alpha + \beta_1 X_{1,i} + \beta_2 X_{2,i} + \beta_3 X_{3,i} + \varepsilon_i \quad (2)$$

avec  $\varepsilon_i$  un résidu stochastique muni des propriétés habituelles de normalité, moyenne nulle et variance constante.

Le modèle décrit dans l'équation (2) a été estimé par la méthode des moindres carrés ordinaires. Les modèles ont été estimés sur un échantillon de 28 rivières à saumon de Bretagne et du département de la Manche. L'effort de pêche sur ces rivières a été agrégé à partir de données obtenues par enquête téléphonique auprès de 827 pêcheurs de saumon pour la saison de pêche 2002.

Nous nous attendons à un effet positif sur l'effort de pêche de chacune des variables explicatives. Ces modèles sont ensuite utilisés pour prévoir le nombre de visites annuelles faites sur la Sélune sans les barrages par introduction des nouvelles caractéristiques (se traduisant par une augmentation du nombre de captures et de la longueur de parcours) dans l'équation estimée.

Il s'ensuit que le gain estimé de visites (dénnoté par  $\Delta \hat{V}_i$ ) sur la Sélune est alors égal à :

$$\Delta \hat{V}_i = \hat{\beta}_1 \Delta X_{1,i} + \hat{\beta}_2 \Delta X_{2,i} \quad (3)$$

où l'opérateur  $\Delta$  désigne une variation absolue des variables dépendantes et explicatives, et  $\hat{\beta}_1$  et  $\hat{\beta}_2$  sont les valeurs estimées des paramètres  $\beta_1$  et  $\beta_2$ .

Les intervalles de confiance exprimés en pourcentage de la valeur prédite des gains de visites ont été obtenus en procédant à des tirages aléatoires (10 000 répliques) effectués sur les coefficients  $\hat{\beta}_1$  et  $\hat{\beta}_2$  suivant une loi normale multivariée dont les moyennes, variances et covariances correspondent aux résultats de l'estimation de l'équation 1 (tableau 2).

► Tableau 2 – Résultats du modèle de fréquentation.

Paramètre	Modèle de « printemps »	Modèle pour les « castillons »	Modèle « global »
Constante ( $\alpha$ )	- 768,07* (412,51) [1,861]	- 316,67 (192,84) [1,642]	- 875,52 (547,14) [1,600]
Captures ( $\beta_1$ )	82,62** (30,24) [2,732]	20,73*** (0,66) [31,409]	34,21*** (1,63) [20,630]
Longueur pêchable ( $\beta_2$ )	95,64** (44,41) [2,150]	42,31** (20,48) [2,066]	123,09** (59,65) [2,063]
Débit ( $\beta_3$ )	75,65 (47,38) [1,596]	66,71 (42,16) [1,582]	150,52 (92,87) [1,621]
R <sup>2</sup> ajusté	0,81	0,93	0,91

Les écarts-type sont entre parenthèses et les statistiques « t » de Student entre crochets.

\* Significativité au seuil de 10 %.

\*\* Significativité au seuil de 5 %.

\*\*\* Significativité au seuil de 1 %.

R<sup>2</sup> : coefficient de détermination. Le R<sup>2</sup> ajusté est obtenu à partir du coefficient de détermination selon la formule suivante :  $R^2 \text{ ajusté} = 1 - \frac{n-1}{n-k} R^2$  où  $n$  et  $k$  sont respectivement le nombre d'observations et de paramètres à estimer.

► Tableau 3 – Estimations de l'augmentation du nombre de visites et des bénéfices récréatifs procurés par l'effacement des barrages de la Sélune.

	Modèle de « printemps »	Modèle pour les « castillons »	Modèle « global »
<i>Augmentation du nombre de visites (<math>\Delta V</math>)</i>			
Moyenne	8 340	7 860	16 763
<i>Bénéfices attendus (en €) pour un surplus journalier de 25 €</i>			
Moyenne	208 503	196 493	419 064
<i>Bénéfices attendus (en €) pour un surplus journalier de 50 €</i>			
Moyenne	417 005	392 985	838 127
<i>Intervalle de confiance à 90 % du modèle exprimé en pourcentage de la valeur prédite des gains de visites</i>			
Intervalle	± 39 %	± 9 %	± 12 %

## Conclusion

Sans prendre parti pour ou contre le maintien des barrages et sans prendre en compte le coût de leur éventuel effacement, notre travail a consisté à expliquer comment on pouvait utiliser la méthode du transfert de bénéfices pour évaluer les avantages récréatifs (surplus) qui pourraient résulter d'un démantèlement. Après un rappel de cette méthode, nous appliquons la notion de transfert direct de bénéfice pour mesurer les surplus récréatifs liés à un abandon éventuel des barrages de la Sélune. Ces résultats concernent la pêche du saumon. La méthodologie mise en place comporte deux étapes.

Tout d'abord, nous déterminons une valeur de transfert unitaire pour une journée de pêche à partir de la littérature empirique sur la pêche de loisir. Cette valeur est importante dans l'étude car les résultats lui sont directement proportionnels. Dans un deuxième temps, nous estimons des modèles de fréquentation permettant de calculer l'accroissement du nombre de visites faisant suite à l'effacement des barrages. Nous déduisons enfin l'augmentation du bénéfice (surplus) que procurerait le démantèlement de ces barrages.

Notre modèle montre que l'on peut attendre un triplement des visites sur la Sélune. L'effort de pêche total serait alors de 25 000 visites. Le gain annuel de surplus est proche de 400 000 €, pour un surplus annuel total de 625 000 €. Si la situation de la Sélune se rapproche de celle des rivières de l'ouest américain, alors le gain est d'environ 800 000 € par an et le surplus annuel total de 1 250 000 €. Le surplus total représenterait la valeur marchande potentielle de cette rivière.

Ces résultats doivent cependant être interprétés avec une certaine prudence. Tout d'abord,

l'étude proposée ne mesure pas directement les bénéfices récréatifs et repose sur le transfert de valeurs nord-américaines. Bien que largement employés (Black *et al.*, 1998), les modèles développés restent sans fondements micro-économiques. D'autre part, les effets de substitution ne sont pas pris en compte, ce que l'utilisation de la méthode des coûts de déplacement (systèmes de fonctions de demande et modèles à utilité stochastique) permettrait de faire.

Ce point nous semble important, car certaines rivières de Bretagne et de la Manche (notamment la Sée et la Sélune) sont congestionnées<sup>15</sup>. L'accroissement des ressources halieutiques de la Sélune pourrait occasionner un transfert de pêcheurs de la Sée vers la Sélune. L'effacement des barrages de la Sélune peut avoir des effets indirects bénéfiques (baisse de la congestion et des externalités de stock<sup>16</sup>) sur la valeur récréative de la pêche au saumon sur l'ensemble des rivières substitués (Couesnon, Sée et Sienne au moins).

Les résultats de notre étude semblent être un minimum de ce point de vue, car l'augmentation du parcours de pêche sur la Sélune devrait engendrer une forte baisse du niveau de congestion sur cette rivière et donc augmenter le bien-être collectif. Ce travail de recherche sera poursuivi dans cette optique par l'application de la méthode des coûts de déplacement et l'estimation des bénéfices procurés dans l'hypothèse d'un effacement des barrages de la Sélune, tant sur cette rivière que sur ses substitués.

Cette étude pourrait être également le pilote du développement d'une méthodologie solide transférable à d'autres projets d'effacement de barrages ou de réhabilitation de canaux en France, qui constituent également une grande source de perturbation des populations de saumons atlantiques<sup>17</sup>.

15. L'enquête évoquée dans cette étude a également permis d'étudier la perception qu'ont les pêcheurs de leur loisir et notamment du niveau de fréquentation des rivières. Sur la Sélune, 48 % des pêcheurs interrogés pensent qu'elle est beaucoup fréquentée et 31 % pensent qu'elle est trop fréquentée.

16. Voir Anderson (1983) pour une analyse des externalités de stock dans les sites de pêche de loisir récréative.

17. Dans un tel contexte, la méthode du transfert de bénéfices permettrait d'avoir une estimation de l'importance sociale des divers usages de canaux. Le cas de l'Aulne dans le département du Finistère est particulièrement emblématique d'une telle situation puisque le canal en question constitue un obstacle important à la migration du saumon atlantique. Par contre, ce même canal représente également un patrimoine et une opportunité de tourisme fluviale et une telle réhabilitation peut également générer des coûts. La méthode des transferts de valeur permettrait de fournir des estimations de ces coûts et bénéfices liés à une réhabilitation de canaux et pourrait ainsi fournir des informations pertinentes pour aider à la décision publique lors la mise en place de telles opérations.

Concernant l'effacement des barrages de la Roche-qui-Boit et de Vezins, il faudrait ajouter aux bénéfices de la pêche du saumon ceux procurés par le canoë-kayak en rivière et la randonnée. Dans le cas du canoë-kayak, il s'agirait notamment de mesurer la variation de bien-être associée au passage d'une eau dormante à une eau courante. Il existe actuel-

lement une activité de canoë-kayak d'eau dormante sur les retenues de la Sélune. Si les barrages étaient enlevés, le canoë-kayak pourrait entrer en compétition avec la pêche au saumon au printemps pendant les périodes de fortes eaux. Une analyse du partage de la ressource entre ces deux activités pour ces périodes serait alors à envisager. □

### Résumé

Ce travail présente l'évaluation des bénéfices récréatifs attendus, pour la pêche au saumon, de l'effacement des barrages de la Roche-qui-Boit et de Vezins, sur la Sélune. Sans prendre parti pour ou contre le maintien des barrages et sans prendre en compte le coût de leur éventuel effacement, nous proposons une méthodologie basée sur la notion de « transfert direct de bénéfices ». La variation de l'effort de pêche est déterminée par des modèles statistiques et nous utilisons des valeurs unitaires de transfert pour agréger les bénéfices récréatifs attendus du démantèlement des barrages. Les résultats montrent que le gain de surplus pour la pêche de loisir au saumon serait d'environ 400 000 € par an pour notre hypothèse conservatrice. Ce même gain de surplus est proche de 840 000 € si nous retenons l'hypothèse que la Sélune est d'une qualité piscicole et récréative équivalente à celle observée dans l'ouest des États-Unis.

### Abstract

This work shows the valuation of salmon angling recreational benefits expected from the dams removal on the Sélune river. We propose a methodology based on the notion of « direct benefit transfer ». The fishing effort variation is estimated through statistical models and overall benefits are aggregated using transferred unit values for recreational benefits. Our results show that the surplus gain might be close to 400 000 € per year for our most conservative hypothesis. This gain is of 840 000 € if the Sélune river is valued as a river from the west of the USA.

## Bibliographie

- ANDERSON, L.-G., 1983, The demand curve for recreational fishing with an application to stock enhancement, *Land Economics*, vol. 59, n° 3, p. 279-286.
- BISHOP, R.-C. *et al.*, 1989, Grand canyon recreation and Glen canyon dam operations: An economic evaluation, in : *W-133, Benefits and Costs in Natural Resource Planning: Interim Report 2*, Boyle, K.-J. ; Heekin, T., Department of Agricultural and Resource Economics, University of Maine, Orono (Maine), 154 p.
- BLACK, R. *et al.*, 1998, *Economic Analysis for hydropower relicensing : guidance and alternative methods*, Industrial Economics Inc., Cambridge (Massachusetts), 198 p.
- BONNIEUX, F., 2000, Évaluation de l'impact sur l'économie régionale de la pêche amateur : l'exemple des salmonidés migrateurs, *Bulletin Français de Pêche et Pisciculture*, n° 357-358, p. 421-437.
- BONNIEUX, F. ; VERMERSCH, D., 1993, Bénéfices et coûts de la protection de l'eau : application de l'approche contingente à la pêche sportive, *Revue d'Économie Politique*, vol. 103, n° 1, p. 131-152.
- BONNIEUX, F. ; DESAIGUES B., 1998, *Économie et politiques de l'environnement*, Dalloz, Paris, 328 p.
- BONNIEUX, F. ; RAINELLI, P., 2003, La technique des transferts dans l'évaluation des biens non-marchands : une application, *Revue d'Economie Régionale et Urbaine*, n° 2, p. 187-208.
- BOYLE, K. *et al.*, 1998, *A database of sport fishing values*, Fish and Wildlife Service, U.S. Department of the Interior, Washington D.C., 75 p.
- BROUWER, R., 2000, Environmental value transfer: state of the art and future prospects, *Ecological Economics*, n° 32, p. 137-152.
- CARSON, R.-T. *et al.*, 2001, Contingent valuation: controverses and evidence, *Environmental and Resource Economics*, n° 19, p. 173-210.
- COOPER, K.-B. *et al.*, 2002, *2001 National survey of fishing, hunting and wildlife-associated recreation*, U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service et U.S. Department of Commerce, Bureau of Census, 170 p.
- COX, S. ; WALTERS, C., 2002, Maintaining quality in recreational fisheries: How success breeds failure in management of open-access sport fisheries, in *Recreational fisheries: Ecological, economic and social evaluation*, Pitcher T.J.; Hollingworth C., Blackwell Science, Londres, 271 p.
- DERVILLE, I. *et al.*, 2001, Retour d'expérience du démantèlement du barrage de Kernansquillec, *Ingénieries- EAT*, n° 25, p. 13-27.
- DESAIGUES, B. *et al.*, 1998, La valeur de l'eau à usage récréatif : application aux rivières du Limousin, in *La valeur économique des hydrosystèmes*, Point P., Economica, Paris, p. 13-35.
- KLING, C.-L. ; Crooker J.R., 1999, Recreation demand models for environmental valuation, in : *Handbook of environmental and resource economics*, van der Bergh J.C.J.M., Edwar Elgar, Cheltenham, Angleterre, 1 300 p.
- KRISTRÖM, B., 1999, Contingent valuation, in *Handbook of environmental and resource economics*, van der Bergh J.C.J.M., Edwar Elgar, Cheltenham, Angleterre, 1 300 p.
- LOOMIS, J.-B., 1992, The evolution of a more rigorous approach to benefit transfer: benefit function transfer, *Water resources Research*, vol. 28, n° 3, p. 701-705.

LOOMIS, J.-B., 1996, Measuring the Economic benefit of removing dams and restoring the Elwha river: results of a contingent valuation survey, *Water Resources Research*, vol. 32, n° 2, p. 441-447.

LOOMIS, J.-B., 2002, Quantifying recreation use values from removing dams and restoring free-flowing rivers: A contingent behavior travel cost demand model for the Lower Snake River, *Water Resources Research*, vol. 38, n° 6, p. 1132-1158.

MARKOWSKI, M.-A. *et al.*, 2000, *A cautionary note on interpreting meta analyses*, Industrial Economics, Cambridge (Massachusetts), 41 p.

NAVRUD, S. ; STRAND, J., 1992, Norway, in *Pricing the european environment*, Navrud S., Scandinavian University Press, Oslo, p. 108-135.

PARSONS, G.-R., 2003, The travel cost method, in *A primer on non-market valuation*, Champ P.-A., Boyle K.-J., Brown T.-C., Kluwer Academic Publishing, Dordrecht, 588 p.

PRÉVOST, E. ; PORCHER, J.-P., 1996, Méthodologie d'élaboration de Totaux Autorisés de Captures pour le Saumon atlantique (*Salmo salar* L.) dans le Massif Armoricaïn – Propositions et recommandations scientifiques, in *Évaluation et gestion des stocks de poissons migrateurs*, GRISAM, document scientifique et technique n° 1, 28 p.

ROSENBERGER, R.-S. ; LOOMIS, J.-B., 2001, *Benefit transfer of outdoor recreation use values*, General Technical Report RMRS-GTR-72, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fort Collins, 59 p.

ROZAN, A. ; STENGER, A., 2000. Intérêts et limites de la méthode du transfert des bénéfices, *Économie et Statistique*, vol. 336, p. 69-78.

SEPIA Conseils, 2002, *Étude du devenir des barrages de la Sélune*, étude réalisée pour l'association BS2A dans le cadre du Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux de la Sélune.

SMITH, K.-V. ; KAORU, Y., 1990, Signals or noise ? Explaining the variation in recreation benefit estimates, *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 72, n° 2, p. 419-433.

STURTEVANT, L.-A. *et al.*, 1998, *A meta-analysis of recreational fishing*, Working Paper 11-8, Triangle Economic Research, Durham (Caroline du Nord), 24 p.

TOIVONEN, A.-L. *et al.*, 2004, The economic value of recreational fisheries in Nordic countries, *Fisheries Management and Ecology*, vol. 11, p. 1-14.

WALSH, R.-G. *et al.*, 1992, Benefit transfer for outdoor recreation demand studies, 1968-1988, *Water Resources Research*, vol. 28, n° 3, p. 707-713.