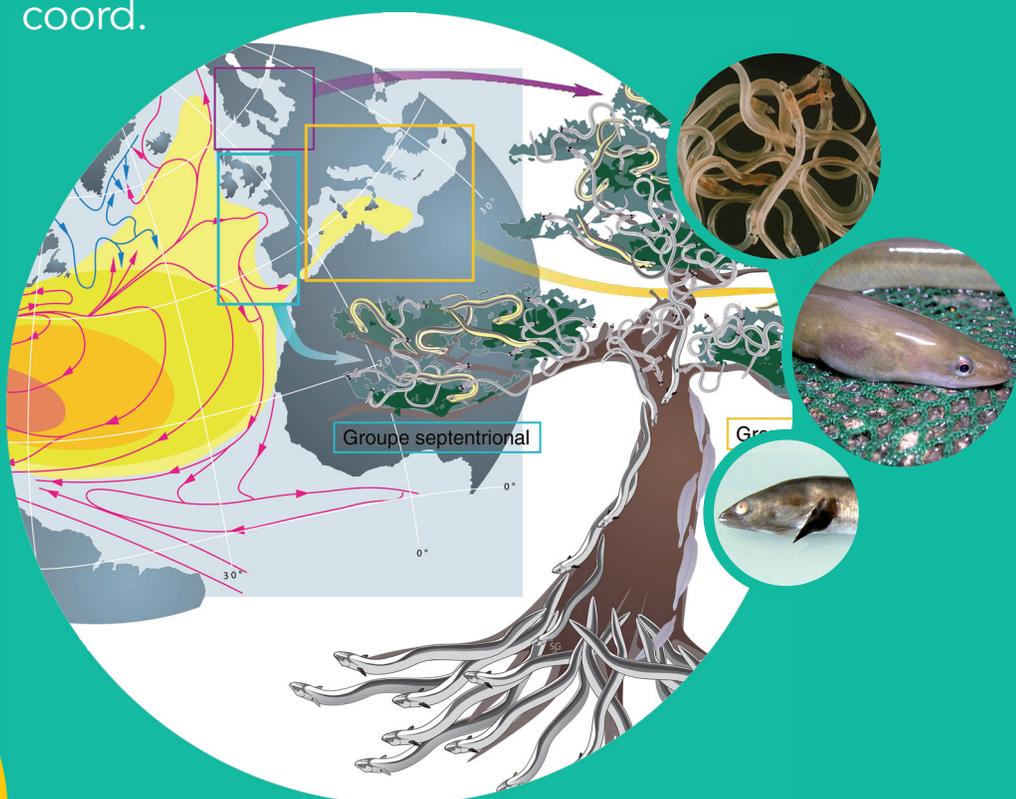


# L'anguille européenne

Indicateurs d'abondance et de colonisation

G. Adam, É. Feunteun, P. Prouzet et C. Rigaud,  
coord.





# L'anguille européenne

Indicateurs d'abondance  
et de colonisation

Gilles Adam, Éric Feunteun,  
Patrick Prouzet, Christian Rigaud,  
coordinateurs

ISBN : 978-2-7592-0174-7

Éditions Quæ

Collection *Savoir faire*

Salmonidés d'aquaculture. De la production à la consommation  
Camille Knockaert  
2006

Analyse du génome et gestion des ressources forestières  
Daniel Prat, Patricia Faivre Rampant, Emilce Prado  
2006

Histoire et amélioration de cinquante plantes cultivées  
Claire Doré, Fabrice Varoquaux, coord.  
2006

Acteurs et territoires locaux. Vers une géoagronomie de l'aménagement  
Marc Benoît, Jean-Pierre Deffontaines, Sylvie Lardon  
2006

Le bananier et sa culture  
André Lassoudière  
2007

Exploitation de matériaux marins et stabilité du littoral  
Bernard Latteux  
2008

*Cet ouvrage a été publié avec le soutien des partenaires du projet Indicang.*

Éditions Quæ  
RD 10  
78026 Versailles Cedex, France

© Éditions Quæ, 2008

ISBN : 978-2-7592-0174-7

ISSN : 1952-1251

Le Code de la propriété intellectuelle du 1<sup>er</sup> juillet 1992 interdit la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Le non-respect de cette disposition met en danger l'édition, notamment scientifique. Toute reproduction, partielle ou totale, du présent ouvrage est interdite sans autorisation des éditeurs ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20 rue des Grands-Augustins, 75006 Paris.

# Préface

L'*Anguilla anguilla*, dite anguille européenne, a enfin son guide. Longtemps considérée comme une espèce nuisible, en raison de son allure de serpent, l'anguille se présente pourtant à bien des égards comme un poisson de première importance. En tant que ressource tout d'abord, car elle joue un rôle essentiel dans la petite pêche côtière du sud de l'Europe, où, au stade juvénile, elle constitue la troisième espèce déclarée en valeur, juste derrière la sole et le poulpe, mais devant le merlu. En tant que bio-indicateur de la santé de notre environnement ensuite, puisque ce poisson amphihaline conserve dans ses tissus, au cours de son cycle qui peut atteindre dix-huit ans, la trace des polluants des nombreux environnements aquatiques où il est amené à évoluer : zones lagunaires, estuaires, étangs, rivières... Comme élément de la biodiversité de premier intérêt enfin, dont les scientifiques n'ont pas encore percé tous les secrets, à commencer par ceux de sa reproduction : celle-ci n'a jamais été observée en milieu naturel, et aucun œuf ou adulte n'a encore pu être capturé dans l'aire de fraie présumée.

Pourtant, l'anguille est bel et bien aujourd'hui un poisson menacé. La diminution de son abondance a été observée très tôt, dès les années cinquante en mer du Nord et en mer Baltique. Les raisons avancées pour expliquer ce phénomène, qui n'a depuis lors fait que s'amplifier, sont multiples : entrave à la libre circulation, pollution, disparition des zones humides, pêche parfois trop intense... En 2004, les principaux acteurs concernés par cette situation ont décidé d'unir leurs forces dans le cadre du programme Indicang, pour réseau d'INDICATEURS d'abondance et de colonisation sur l'ANGUILLE européenne *Anguilla anguilla*. Ce projet, dont l'objectif est le transfert et la valorisation des connaissances sur l'exploitation, l'habitat et l'évolution de l'anguille européenne afin d'aider à en restaurer les stocks, bénéficie de l'appui de sept régions de l'Arc Atlantique : le nord du Portugal, la province des Asturies, le Pays basque espagnol, l'Aquitaine, le Poitou-Charentes, les Pays de la Loire et la Cornouaille anglaise.

Ce guide est à la fois l'aboutissement et la preuve de l'efficacité et du succès d'Indicang. Pendant les trois années qu'a duré ce programme, dont la coordination a été assurée par l'Ifremer, spécialistes et non-spécialistes ont en effet mis toutes leurs connaissances au service de l'anguille. Pêcheurs ont côtoyé chercheurs, institutionnels et financiers pour mettre en commun savoirs et savoir-faire ; les approches et les travaux développés ont été longuement discutés et confrontés lors de séminaires d'étape (Rochefort et Porto) et de réunions du comité scientifique et technique regroupant les participants des groupes bassins versants et des groupes thématiques, pour enfin s'accorder lors du colloque final au centre Ifremer de Nantes en juin 2007.

L'intérêt de l'ouvrage ainsi élaboré est triple : il va constituer une base pratique et théorique commune afin de mettre en place et, au besoin, de faire évoluer les indicateurs nécessaires à l'évaluation de l'efficacité des plans de gestion et de restauration que la réglementation européenne sur l'anguille prévoit de mettre en œuvre dès 2009. Il va servir de référence aux différents gestionnaires et utilisateurs qui auront à appliquer les plans de restauration nationaux dès la fin 2008, actuellement en cours d'élaboration par les pays qui exploitent l'anguille en Europe. L'ouvrage doit enfin servir de cahier des charges pour Indicang 2 qui va débiter en 2008 dans un cadre élargi et avec des partenaires encore plus nombreux.

Ce guide, qui se veut accessible aux non-spécialistes, propose, outre une introduction générale et des perspectives, neuf chapitres répartis en trois parties : les bases biologiques et méthodologiques, l'évaluation des principales pressions et l'évaluation par phase de vie continentale. Des traductions sont déjà en cours, qui seront davantage des versions (espagnole, portugaise, anglaise et basque) : la nécessité d'adaptation de la méthodologie et des données à échelle locale est en effet l'un des points essentiels de la démarche d'Indicang. Le symbole choisi pour ce dernier est d'ailleurs l'arbre, l'un des plus anciens emblèmes de notre monde, et de fait des plus fédérateurs, qui — heureuse coïncidence — a la particularité de représenter de façon éloquente le fonctionnement de la population de l'anguille : « l'arbre à anguilles » ne peut fonctionner que si les racines ancrées en mer des Sargasses sont riches en reproducteurs, c'est-à-dire en anguilles argentées ; il ne peut s'épanouir que si la sève circule de manière ascendante et descendante au sein du tronc, matérialisé par la circulation océanique. Sa sève ne peut s'arrêter ou même se ralentir, sinon les larves « leptocéphales » (la sève ascendante) ne seront plus portées vers l'est, du moins avec la même célérité, et les anguilles argentées (la sève descendante) ne seront plus conduites vers le lieu de reproduction. L'arbre enfin ne peut prospérer que si les civelles issues des larves colonisent les différentes parties du feuillage (constituées par les bassins versants), et l'on peut comprendre qu'à force de l'effeuiller, l'arbre finisse par péricliter.

En prenant soin de cet arbre de la feuille à la racine, le projet Indicang s'affirme donc comme le bienfaiteur de l'anguille et ce guide, grâce à ses indicateurs, sa « bible ». Un ouvrage fédérateur, en effet, car tous les acteurs de l'anguille ont été appelés ici à s'exprimer, et leurs échanges, mués par une volonté commune de faire converger la diversité des angles de vue, des perceptions et des connaissances en une synthèse de très haute qualité, ont donc porté leurs fruits. Les premiers résultats ont d'ores et déjà été transmis aux professionnels et décideurs ; d'autres sont maintenant attendus, aussi bien à l'issue de la parution de ce guide que de celle du programme Indicang 2. Que tous ceux qui y ont contribué soient ici chaleureusement remerciés.

**Jean-Yves Perrot**  
Président-directeur général de l'Ifremer

# Sommaire

Préface .....	III
Introduction générale .....	1
<i>Rappels des objectifs généraux du projet Indicang</i> .....	1
<i>Quelques définitions</i> .....	3
<i>Contenu et mode d'emploi du guide</i> .....	4
<i>Diagnostic et surveillance des caractéristiques locales de l'espèce</i> .....	7
<i>Caractérisation des pressions d'origine humaine et évaluation de leurs niveaux d'impact</i> .....	9
<i>Échelle d'étude : le bassin versant</i> .....	12

## Partie I. Bases biologiques et méthodologiques

1 – La vie de l'anguille .....	19
<i>La reproduction</i> .....	19
<i>Le développement embryonnaire et la phase larvaire</i> .....	21
<i>La phase de pénétration en eau continentale : le stade civelle</i> .....	22
<i>La phase de colonisation dans les eaux estuariennes et continentales : l'anguille jaune</i> .....	23
<i>La phase de migration de l'eau douce vers les eaux marines : l'anguille argentée</i> .....	25
<i>Mécanisme de dispersion de l'aire de reproduction aux zones continentales de production</i> .....	27
<i>État de l'espèce et évaluation de la ressource</i> .....	30
2 – Des compléments sur la biologie .....	43
<i>Variabilité des caractéristiques du recrutement estuarien</i> .....	43
<i>Recrutement fluvial et phase de colonisation du bassin versant</i> .....	54
<i>Phases de sédentarisation plus ou moins précoces et longues</i> .....	62
<i>Métamorphose en anguille argentée et dévalaison</i> .....	77
3 – Les bases de l'échantillonnage en écologie halieutique .....	87
<i>Introduction</i> .....	87
<i>Concepts de base de la statistique</i> .....	88
<i>Collecte des informations</i> .....	91
<i>Estimateurs statistiques et indicateurs</i> .....	94
<i>Cas particulier de l'halieutique</i> .....	97

**Partie II. Évaluation des principales pressions**

4 – Indicateurs de l'environnement continental .....	101
<i>Cadre optimal et minimal</i> .....	101
<i>Indicateurs concernant les potentialités de production du milieu</i> .....	102
<i>Indicateurs sur le niveau de mortalité anthropique</i> .....	132
<i>Repeuplement et transfert d'individus</i> .....	156
5 – Indicateurs de la qualité biologique de l'anguille : de l'individu aux peuplements .....	163
<i>Indicateurs concernant les caractéristiques biométriques des individus</i> .....	163
<i>Indicateurs concernant l'état de la pigmentation ou le développement de l'argenture</i> .....	169
<i>Indicateurs concernant la qualité des individus : état sanitaire et contamination chimique</i> .....	172
6 – Indicateurs d'abondance et de pression issus des pêcheries .....	189
<i>Présentation et contenu méthodologique</i> .....	189
<i>Les suivis statistiques des pêches</i> .....	191
<i>La théorie de la biologie des pêches</i> .....	193
<i>Méthode de suivi des pêcheries et d'obtention des données de base</i> .....	201
<i>Les données de base, outils et méthodes de collecte</i> .....	204
<i>Saisie, stockage, validation des données de base</i> .....	209
<i>Estimation des descripteurs de biologie des pêches</i> .....	211
<i>Les indicateurs de biologie des pêches, analyse et interprétation</i> .....	213
<i>Exemples d'indicateurs de tendance de l'abondance relative et de diagnostics</i> .....	216

**Partie III. Évaluation par phase de vie continentale**

7 – Indicateurs de recrutement estuarien .....	223
<i>Contexte et objectif</i> .....	223
<i>Échelle d'étude</i> .....	225
<i>Acquisition des données : définition des descripteurs permettant de caractériser l'abondance d'un flux de civelles</i> .....	235
<i>Exploitation des données : définition des indicateurs</i> .....	252
<i>Synthèse sur les indicateurs mesurant l'abondance relative ou absolue et l'intensité des prélèvements</i> .....	272
8 – Indicateurs de colonisation et de sédentarisation .....	275
<i>Contexte et objectif</i> .....	275
<i>Recrutement estuarien et recrutement fluvial</i> .....	276
<i>Acquisition des données</i> .....	278
<i>Les méthodes d'estimation d'un stock présent dans une station d'échantillonnage</i> .....	294
<i>Analyse des données collectées</i> .....	303

<i>Intérêt et besoin de démarches spécifiques sur les petits gabarits</i> .....	320
<i>Synthèse générale</i> .....	325
9 – Indicateurs d'échappement des géniteurs potentiels .....	331
<i>Introduction</i> .....	331
<i>Échelle d'étude : le bassin versant</i> .....	334
<i>Construction des indicateurs</i> .....	334
L'anguille à la croisée des chemins .....	357
Références bibliographiques .....	359
Organigramme du projet Indicang .....	387
Partenaires-acteurs du projet Indicang .....	388
Coordonnées des auteurs .....	391



# Introduction générale

---

## Rappels des objectifs généraux du projet Indicang

Initié dans le cadre du programme « InterregIIIB Espace Atlantique », le projet Indicang fédère plus de quarante partenaires appartenant à quatre pays de l'Arc Atlantique<sup>1</sup>. Ce projet a pour objectif le transfert et la valorisation des connaissances sur l'exploitation, l'habitat et l'évolution de l'anguille européenne afin d'aider à restaurer les stocks d'anguille, actuellement en danger.

L'échelle de gestion adaptée pour l'anguille européenne est le bassin versant. Elle permet d'optimiser la production d'anguille par la limitation des contraintes liées aux divers facteurs anthropiques, dont la pêche. Par ailleurs, l'utilisation de cette échelle permet d'associer au maximum les exploitants au projet, en intégrant à la fois leurs observations — l'exploitant est, dans ce contexte, un praticien qui assure en outre une veille environnementale — et en les associant à la confrontation des résultats des suivis scientifiques et techniques et des suivis issus des indicateurs d'exploitation (captures totales, effort de pêche, captures par unités d'effort, variabilité climatique, etc.). L'échelle du bassin versant permet également d'avoir une analyse de type systémique.

Sur treize bassins versants (*figure 1*), l'abondance de la population d'anguilles et la qualité de ses habitats ont donc été évaluées. Les principaux facteurs de perturbation ont été identifiés.

De ces observations et de leurs confrontations, les partenaires du projet ont défini des indicateurs pertinents et peu coûteux portant sur la qualité de l'environnement, sur l'abondance des civelles qui remontent les estuaires, sur l'intensité de la colonisation des jeunes anguilles vers l'amont et sur l'abondance des anguilles argentées qui dévalent et migrent vers la mer des Sargasses.

Le projet ne répond pas explicitement à la demande de l'Union européenne concernant l'état de la population et l'importance de l'échappement par rapport à une cible de référence définie comme « 40 % de la biomasse en anguille argentée

---

<sup>1</sup> Programme d'initiative communautaire « InterregIIIB Espace Atlantique » 2000-2006, annexe 1 de l'étude Indicang, <http://www.ifremer.fr/indicang>.

produite en environnement non perturbé », car les acteurs impliqués dans le projet n'ont actuellement pas les éléments pour y répondre précisément.

Les acteurs ont voulu insister sur la nécessité de mettre en place des outils et des méthodologies qui permettent aux gestionnaires d'évaluer et de comparer l'efficacité des plans de restauration de l'espèce, qu'ils devront définir et mettre en place à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2009<sup>2</sup>.



Figure 1. Positionnement géographique des bassins versants concernés par le projet Indicang.

<sup>2</sup> Règlement (CE) n° 1100/2007 du Conseil du 18 septembre 2007, *Journal officiel de l'Union européenne*, annexe 2 de l'étude Indicang, <http://www.ifremer.fr/indicang>.

## Quelques définitions

Les définitions qui suivent sont un préalable à une bonne compréhension des objectifs du présent guide méthodologique.

La lettre d'information du projet Indicang<sup>3</sup>, dans son troisième numéro, définit la notion de **descripteur** et celle d'**indicateur**. Ces deux éléments permettent, à partir de la description d'un objet suivant divers **critères**, de porter un jugement sur son état vis-à-vis de différents systèmes de référence.

- **Indicateur** : information élaborée permettant de traduire de manière synthétique l'état d'un système ou son évolution par rapport à des objectifs précis. Ce second aspect est notamment retenu dans la norme ISO 8042.
- **Descripteur** : élément qualitatif ou quantitatif, observé, mesuré ou calculé, participant à la présentation d'un objet, d'un individu, d'un système; par exemple, pour qualifier l'entité anguille du point de vue de la systématique, on utilise comme descripteurs : la classe (Ostéichthyes); l'ordre (Anguilliformes); la famille (*Anguillidae*); le genre (*Anguilla*); l'espèce (*anguilla*) et un nom vernaculaire (anguille européenne).
- **Critère** : élément ou information permettant un jugement ou un choix vis-à-vis d'un objet, d'un individu ou d'un système. Il sous-entend donc l'existence d'une norme pour évaluer et juger.

Un bon indicateur doit être :

- pertinent et fiable : validé scientifiquement et statistiquement ;
- sensible : révélateur de l'évolution que l'on surveille ;
- synthétique : résumant des phénomènes complexes, il est généralement issu de la combinaison de plusieurs descripteurs ;
- partagé et interprétable, y compris par des non spécialistes dans le cas d'une aide à la gestion ;
- disponible sur une durée significative : prendre en compte la notion de faisabilité technique et économique.

Enfin, il apparaît pertinent de rassembler ces différents indicateurs et les grilles de référence associées dans des outils qui offrent une vue synoptique du système étudié en fonction d'un certain nombre de critères de jugement que l'on dénomme généralement « tableaux de bord »<sup>4</sup>.

Les acteurs du projet ont considéré qu'il existait un **tableau de bord** qualifié de **minimal**, par opposition au **tableau de bord optimal**.

Lors du séminaire de Porto, en 2006, il a été établi qu'un tableau de bord minimal devait comprendre des indicateurs portant sur l'importance des surfaces de production disponibles, en tenant compte de la difficulté d'accès aux sites de production d'anguilles jaune et argentée, et sur deux types de mortalité anthropique : pêche

<sup>3</sup> La lettre d'Indicang, 2/2006, 3, annexe 3 de l'étude Indicang, <http://www.ifremer.fr/indicang>.

<sup>4</sup> Comme illustration, on pourra se reporter au site informatique du « tableau de bord anguille Loire » : [www.anguille-loire.com](http://www.anguille-loire.com).

et production d'hydroélectricité. En dessous, l'évaluation des capacités de production en anguille du système hydrographique ne pouvaient être faites.

Le tableau de bord optimal est celui défini par l'ensemble des indicateurs décrits dans ce guide, mais un tableau de bord amélioré peut être construit par l'ajout au tableau de bord minimal de descripteurs portant sur la qualité chimique de l'environnement aquatique et sur l'état sanitaire des individus observés ou capturés<sup>5</sup>.

Enfin, les principaux termes techniques utilisés dans ce guide, et plus largement dans le cadre du projet Indicang, sont définis dans le **glossaire** du projet<sup>6</sup>.

## Contenu et mode d'emploi du guide

Le règlement européen relatif à la gestion de l'anguille<sup>7</sup> affiche comme objectif biologique l'amélioration très significative du flux global de géniteurs potentiels quittant leur aire de croissance pour rejoindre la zone de reproduction. Ce flux global regroupe les productions issues de tous les bassins versants et zones côtières colonisés par l'espèce. Signalons au préalable que le programme Indicang, et par conséquent le présent guide, ne prennent en compte que le domaine continental (de l'estuaire salé aux cours supérieurs des rivières). Cet accroissement du flux, qui ne pourra être que progressif, passe notamment par une nette augmentation de la survie à partir du stade « civelle » dans toutes les zones inférieures des bassins versants jusqu'au stade « argentée dans l'ensemble de l'aire de répartition de l'espèce.

Partant d'une situation très dégradée, une surveillance, *via* des **indices relatifs**, du retour vers les niveaux d'abondance des années 1970-1980 est possible, au moins dans une première phase intermédiaire. Ces types de suivi peuvent également concerner les pressions d'origine humaine qui s'exercent plus ou moins directement sur l'espèce. Des objectifs chiffrés sur la quantification de flux, de stock et/ou de la survie sont également avancés en mettant en relation le niveau de colonisation observé à l'entrée d'un bassin versant — et plus particulièrement de l'estuaire — et la production minimale de géniteurs devant en résulter quelques années plus tard. Ces deux approches complémentaires correspondent bien sûr à des méthodes d'estimation différentes, y compris en termes de coût et de temps. Dans le cadre de ce guide, le tour d'horizon des méthodologies actuellement disponibles précise à quel type d'approche telle ou telle méthode se rattache.

<sup>5</sup> Girard P., Élie P., 2007. *Manuel d'identification des principales lésions anatomo-morphologiques et des principaux parasites externes des anguilles*, Cemagref, étude n° 110, annexe 4 de l'étude Indicang, <http://www.ifremer.fr/indicang>.

<sup>6</sup> Collectif, 2007. *Glossaire Indicang – Langue française*, annexe 5 de l'étude Indicang, <http://www.ifremer.fr/indicang>.

<sup>7</sup> Règlement (CE) n° 1100/2007 du Conseil du 18 septembre 2007, *Journal officiel de l'Union européenne*, annexe 2 de l'étude Indicang, <http://www.ifremer.fr/indicang>.

Au sein d'un bassin versant, la production totale de géniteurs regroupe celle des compartiments soumis à marée — accessibles sans franchissement d'obstacle et sans nage impérative à contre-courant — et celle des compartiments situés en amont des limites de marée dynamique. Là encore, le bilan méthodologique effectué a pris en compte l'existence de ces compartiments aux caractéristiques plus ou moins contraignantes pour les suivis à mettre en œuvre.

Enfin, dans le cadre d'un **plan local de gestion de l'anguille à l'échelle d'un bassin versant**, deux analyses complémentaires se justifient pleinement dans ces compartiments :

- identifier les **caractéristiques locales de l'espèce** ; principalement la répartition et les niveaux d'abondance par sexe, par classe d'âge ou de taille, mais aussi l'état sanitaire et la qualité reproductrice des géniteurs produits ;
- identifier les **pressions d'origine humaine**, leur localisation, leur intensité et leur niveau d'impact sur la survie globale entre les civelles pénétrant dans le système et les anguilles argentées de retour en mer et sur la qualité des individus qui migreront vers la mer des Sargasses.

Pour chacune de ces approches, les démarches mises en œuvre doivent viser à collecter les éléments permettant :

- de **faire le constat initial** de la situation locale, sous forme d'indices ou de quantifications absolues ;
- d'**établir le jugement** sur l'état de l'espèce et/ou de son habitat en comparant le constat effectué avec une référence ;
- de **fixer un objectif à atteindre** : objectif biologique concernant le niveau de présence de l'espèce ou objectif de gestion se rapportant à la maîtrise des mortalités d'origine humaine ;
- de **surveiller régulièrement les retombées** des actions de gestion engagées, sachant qu'en raison de la dynamique de l'anguille plusieurs décennies seront nécessaires à un redressement significatif.

Ce contexte général ayant été rappelé, qu'en est-il du contenu du guide et de son mode d'emploi ?

Tout d'abord, dans la partie I « Les bases biologiques et méthodologiques »<sup>8</sup>, le lecteur trouvera une synthèse des connaissances sur la biologie de l'anguille et le déroulement de sa phase continentale de croissance, ainsi qu'un rappel sur les bases de l'échantillonnage, phase essentielle de collecte de données dans tout suivi.

Le lecteur trouvera ensuite, en parties II « Évaluation des principales pressions »<sup>9</sup> et III « Évaluation par phase de vie continentale »<sup>10</sup>, la synthèse des méthodes existantes pour chacune des analyses évoquées plus haut. Cette synthèse a été

<sup>8</sup> Cf. chapitres 1, 2 et 3.

<sup>9</sup> Cf. chapitres 4, 5 et 6.

<sup>10</sup> Cf. chapitres 7, 8 et 9.

réalisée en s'appuyant sur les publications, rapports ou notes disponibles. Dans certains cas, l'absence de méthodes fiables n'a pu être que constatée.

Les *tableaux 1 et 2* permettront au lecteur d'avoir une vue d'ensemble sur les approches possibles et les méthodes actuellement disponibles pour identifier, puis suivre l'évolution :

- des caractéristiques quantitatives et qualitatives de l'anguille dans le bassin versant par grand type de compartiment ;
- de la nature et/ou des impacts des pressions d'origine humaine observées dans le bassin.

Pour chaque méthode identifiée, le lecteur trouvera également la référence de chapitre du guide où il pourra obtenir des informations détaillées ou l'identité des équipes travaillant actuellement sur sa conception ou sa mise au point.

Dans la mesure du possible, pour chaque méthode présentée, les questions suivantes sont rappelées :

- Quels sont les objectifs visés ? Quantification, estimation de pressions pesant sur l'espèce, mise en évidence de tendances d'évolution, etc.
- Quels sont les indicateurs permettant de répondre aux questions posées ?
- Quels sont les descripteurs permettant de construire ces indicateurs ? Quelles sont les données nécessaires à ces descripteurs ?
- Quelles sont les méthodes pour calculer ces descripteurs et les protocoles pour recueillir ces données ? Quels sont les problèmes que l'on peut rencontrer pour mettre en place ces méthodes, ces protocoles ?
- Une fois les indicateurs construits, comment les interpréter ?

Enfin, pour la quasi-totalité des méthodes évoquées et pour illustrer leur mise en application, des exemples ont été choisis parmi les travaux menés dans les bassins versants participant au programme Indicang.

À la lecture des *tableaux 1 et 2*, puis de ce guide les limites actuelles des connaissances acquises et des méthodes validées apparaîtront nettement. Ce constat n'est guère surprenant si l'on considère l'évolution extrêmement rapide du statut de cette espèce. Ainsi en vingt ans, l'anguille est passée, par exemple en France, du statut d'espèce nuisible dans les rivières à Salmonidés à celui d'espèce devant faire l'objet d'une gestion maîtrisée (loi française sur la pêche de 1984). Pour le moment, cette évolution n'a pas été accompagnée d'un effort substantiel concernant les mises au point méthodologiques et les acquisitions de connaissances comparables, par exemple, à ce qui a été observé pour les salmonidés, bien que depuis environ cinq ans cela semble évoluer en France et dans les autres pays européens. Le travail de synthèse et de confrontation des méthodes effectué dans le cadre d'Indicang met en lumière cet état de fait et les efforts qui restent à fournir si l'on souhaite vraiment répondre aux objectifs chiffrés et affichés par le règlement européen.

Ce travail doit cependant permettre dès à présent d'harmoniser les procédures de description de l'état de l'espèce et des pressions qu'elle subit dans les bassins, étape

indispensable à un partage du diagnostic entre tous les acteurs concernés et à la mise en œuvre d'actions de gestion diversifiées, coordonnées et bien comprises par l'ensemble de ces acteurs.

## Diagnostic et surveillance des caractéristiques locales de l'espèce

### Suivi de l'abondance de l'espèce

De l'analyse du *tableau 1*, il ressort pour le suivi de l'abondance de l'espèce, la grande difficulté de quantifier les phénomènes (flux total de civelles ou d'argentées, stock en place) à l'échelle du bassin versant.

En ce qui concerne le stock en place, on notera qu'aucun milieu profond (estuaire, fleuve, rivières principales) n'a fait l'objet jusqu'à présent d'une quelconque estimation. Pour les milieux peu profonds, des estimations par pêche électrique sont certes possibles, mais la variabilité des données collectées en fonction des faciès prospectés rend très aléatoire une quelconque extrapolation à l'ensemble du réseau hydrographique.

En ce qui concerne **les flux** de civelles et d'anguilles argentées observés respectivement en entrée et en sortie d'un axe ou d'un bassin, des méthodes existent, associées le plus souvent à des contextes particuliers (existence d'une pêcherie, d'un piège, etc.). Relativement gourmandes en temps de suivi et en matériel spécifique, elles permettent de disposer de signaux intéressants au niveau des sites travaillés. Mais ces derniers sont le plus souvent en amont de la zone estuarienne, voire dans la zone fluviale. Actuellement, aucune quantification véritable du flux de civelles et du flux d'anguilles argentées n'a donc été réalisée à l'embouchure d'un estuaire, interdisant tout raisonnement à l'échelle de l'ensemble du bassin. Il semble que les facteurs limitants à cette quantification soient moins à rechercher du côté d'une impossibilité méthodologique que de celui de la mise en œuvre de moyens très importants, voire colossaux.

Il ressort en revanche la possibilité, dans la très grande majorité des cas, de suivre **l'évolution relative du statut de l'espèce au travers d'indices d'abondances** liés à des suivis de pêcheries, à des suivis de dispositifs de franchissement ou à des réseaux permanents de pêches électriques. L'analyse de ces données sera d'autant plus informative que l'on raisonnera par classe de taille et que l'on analysera bien le contexte environnemental caractérisant les sites d'échantillonnages. La confrontation des indices actuels aux données historiques permet d'ailleurs de mesurer l'ampleur de la restauration à effectuer.

### Suivi de la qualité des géniteurs produits

En ce qui concerne les **suivis de la qualité des géniteurs** produits par les compartiments du bassin, deux angles de suivi sont recommandés :

**Tableau 1.** Synthèse des méthodes exposées dans le guide méthodologique pour l'observation des différents stades de l'anguille selon les compartiments du bassin versant.

Individus observés et processus analysés	Compartiments soumis à marée			Compartiments en amont des limites de marée dynamique	
	Type de démarche	Méthodes	Chapitre du guide et observation éventuelle	Méthodes	Chapitre du guide et observation éventuelle
Civelles et recrutement total du bassin observé en estuaire	Indices d'abondance	<i>CPUE</i> des différentes pêcheries (tamis, pibalours, etc.)	Chapitre 6 Références historiques		
	Quantification absolue	<ul style="list-style-type: none"> <li>Quantification de flux en estuaire</li> <li>Marquage-recapture</li> </ul>	Chapitre 7 Difficultés sur les estuaires très larges et stratifiés		
Anguilles jaunes ≤ 30 cm et renouvellement du stock en place	Indices d'abondance	<i>CPUE</i> anguille d'engins à petit maillage (exemple : nasses à crevettes)	Chapitre 8	<ul style="list-style-type: none"> <li>Suivi spécifique du front de colonisation</li> <li>Analyse des 15-30 cm sur réseau permanent de type RHP (Réseau hydrobiologique et piscicole)</li> <li>Comptages sur passes</li> </ul>	Chapitre 8
	Quantification absolue	Aucune méthode disponible et/ou moyens importants à développer		Aucune méthode disponible et/ou moyens importants à développer	
Anguilles jaunes > 30 cm et potentiel migrant	Indices d'abondance	<i>CPUE</i> engins passifs	Chapitre 6	Milieux profonds (> 1,50 m) Milieux peu profonds	Chapitres 6 et 8 Chapitre 8
	Quantification absolue	Aucune méthode disponible et/ou moyens importants à développer		Analyse sur réseau permanent de type RHP Aucune méthode disponible et/ou moyens importants à développer Pêches électriques, mais forte variabilité selon les faciès prospectés	Chapitres 8 et 9
Anguilles argentées dévalantes et échappement effectif	Indices d'abondance	<i>CPUE</i> , mais pas de pêcheries spécifiques en zones à marée	Chapitre 6	<i>CPUE</i> si pêcheries argentées (références historiques)	Chapitre 9 Phases de crue et variabilité temporelle difficiles à intégrer
	Quantification absolue	Aucune méthode disponible et/ou moyens importants à développer		<ul style="list-style-type: none"> <li>Marquage-recapture le long de l'axe de dévalaison</li> <li>Piégeage sur ouvrage en sortie d'axe ou de bassin</li> </ul>	

- l'évaluation du **sex-ratio**<sup>11</sup> (analyse par classes de taille, sexe lors de sacrifices effectués pour des analyses de contamination) ;
- l'**état sanitaire**<sup>12</sup>, avec l'observation externe de signes pathologiques (guide de reconnaissance et grille de saisie) lors de suivis sur le terrain (piège, pêcheries, suivi spécifique) et l'analyse interne (pathologies, niveaux de contamination chimiques) en optimisant le sacrifice d'individus pour d'autres recueils d'informations (sexe, âge, etc.).

## Caractérisation des pressions d'origine humaine et évaluation de leurs niveaux d'impact

Dans un compartiment donné, l'anguille est soumise à un faisceau plus ou moins important de pressions d'origine humaine qui vont influencer sur sa survie et/ou sa qualité.

Il faut bien distinguer dans cette approche :

- La **caractérisation de ces pressions** par compartiment au sein d'un bassin versant, constat initial pouvant être renouvelé périodiquement pour suivre l'évolution du contexte dans lequel évolue l'anguille, notamment suite à des décisions de gestion ;
- L'**évaluation de l'impact de ces pressions**, en termes de survie ou de répartition de l'espèce. Cette évaluation réalisée à l'échelle d'un axe, d'un compartiment, voire d'un site devrait bien sûr être mise en perspective au final à l'échelle de l'ensemble du bassin versant.

La grande majorité des méthodes disponibles actuellement permettent de bien standardiser la caractérisation des pressions d'origine humaine présentes dans un bassin versant ou dans un compartiment de ce bassin, et d'obtenir un début de hiérarchisation. Cette étape est importante, car elle permet déjà de typer les zones du bassin en référence aux pressions majeures qui s'y exercent, cette analyse pouvant fortement contribuer au choix des actions prioritaires à mener dans chacune de ces zones.

En revanche, l'**évaluation de l'impact réel** de chaque pression à l'échelle ponctuelle (ouvrage, compartiment ou axe) **est rarement bien maîtrisée**, compromettant ainsi l'évaluation fine à l'échelle de l'ensemble du bassin versant.

Des méthodes sont en cours de conception, et gagneraient beaucoup à la mise en place de référentiels associant un contexte (environnement + pressions) à une observation de l'état de l'espèce (indice d'abondance, structure de taille, etc.). Ces référentiels permettraient en effet de définir les relations entre contexte local et état local de l'espèce, et pourraient ainsi déboucher sur des estimations d'impact uniquement à partir de la description des niveaux de pression observés (*tableau 2*).

<sup>11</sup> Cf. chapitre 9.

<sup>12</sup> Cf. chapitre 5.

**Tableau 2.** Synthèse des méthodes exposées dans le guide méthodologique pour l'inventaire, la caractérisation et l'évaluation des pressions et de leurs impacts sur l'anguille selon les compartiments du bassin versant.

Types de pressions	Compartiments soumis à marée		Compartiments en amont des limites de marée dynamique	
	Type de démarche	Méthodes	Chapitre du guide et observation éventuelle	Méthodes
Obstacles à la colonisation du bassin versant	Inventaire et caractérisation	Sans objet	Sans objet	Repérage, description et évaluation de la franchissabilité des obstacles
	Évaluation de l'impact	Sans objet	Sans objet	Impact sur la répartition au niveau d'un axe Impact sur la survie u niveau d'un axe
Pêcheries	Inventaire et caractérisation	Inventaire des différentes pêcheries	Chapitre 6	Inventaire des différentes pêcheries
	Évaluation de l'impact	Survie civelles	Chapitre 7 Suivi pêcheries et quantification du flux total ( <i>Glass Eel Model to Assess Compliance</i> , en cours de conception, Grisam)	Survie anguilles jaunes
		Survie anguilles jaunes	Évaluation par analyse structure de taille ( <i>Eel Length Structure Analysis</i> , en cours de conception, Grisam)	Survie anguilles argentées
				Chapitre 9 Suivi pêcheries et quantification du flux