



HAL
open science

Estimations des possibilités de captures totales d'anguilles de moins de 12 cm pour la saison 2022-2023

Hilaire Drouineau, Patrick Lambert, Anthony Acou, Beaulaton Laurent,
Clarisse Boulenger

► **To cite this version:**

Hilaire Drouineau, Patrick Lambert, Anthony Acou, Beaulaton Laurent, Clarisse Boulenger. Estimations des possibilités de captures totales d'anguilles de moins de 12 cm pour la saison 2022-2023. INRAE; PatriNat (OFB-CNRS-MNHN). 2022, 29 p. hal-04064738

HAL Id: hal-04064738

<https://hal.science/hal-04064738v1>

Submitted on 11 Apr 2023

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.

Estimations des possibilités de captures totales d'anguilles de moins de 12 cm pour la saison 2022-2023

Avis du comité scientifique

DROUINEAU Hilaire¹
LAMBERT Patrick¹
ACOU Anthony²
BEULATON Laurent³
BOULENGER Clarisse³

¹INRAE

²PatriNat (OFB-CNRS-MNHN)

³OFB

12 juillet 2022

Sommaire

I	La demande	1
I.1	Contexte de la demande	1
I.2	La demande	1
I.3	Déroulement de l'expertise	2
II	Estimation du TAC à atteindre pour la saison de pêche 2022-2023	3
II.1	Présentation de la démarche	3
II.2	Recrutement	3
II.3	Taux d'exploitation	9
II.4	Estimation du TAC national	13
III	Éléments de discussion	17
III.1	Évaluation a posteriori de la qualité des modèles de recrutement .	17
III.2	Quota repeuplement et quota consommation	17
III.3	Conséquence du choix des modèles de recrutement	18
III.4	Atteinte de l'objectif de gestion	19
III.5	Diminution du nombre de pêcheurs et contraintes d'exercice de la pêche	19
III.6	Influence des données provisoires	21
III.7	Ce qu'il faut retenir	22
IV	Pics de migration des anguilles aux différents stades	23
	Références bibliographiques	25

I. La demande

I.1. Contexte de la demande

Le conseil de l'Union Européenne a adopté le 18 septembre 2007 un règlement (CE 1100/2007) « instituant des mesures de reconstitution du stock d'anguilles européennes ». En réponse à ce règlement, la France a transmis un plan de gestion à la Commission européenne en décembre 2008. Il a été accepté par la Commission le 15 février 2010.

Parmi les mesures de gestion proposées, figure la réduction de la mortalité par pêche (Figure I.1.) qui se décline pour la pêche professionnelle de l'anguille de moins de 12 cm en des quotas de capture (Figure I.2.).

L'objectif du plan de gestion est de réduire la mortalité par pêche de 30% en trois ans par rapport à un niveau de mortalité moyen calculé sur des années récentes (2005-2007 par exemple). Ce taux est de 40% pour l'anguille civelle. En 2015, la réduction de mortalité par pêche devra être de 60% pour les trois stades (anguilles de moins de 12 cm, anguille jaune et anguille argentée). Les réductions de mortalité envisagées se traduiront par des réductions d'efforts de pêche (par exemple, raccourcissement de la saison de pêche).

Figure I.1. Extrait du plan de gestion anguille de la France – objectif général de réduction de la mortalité par pêche.

La pêche professionnelle de la civelle sera encadrée, en domaine maritime et fluvial, par des quotas de capture.

Figure I.2. Extrait du plan de gestion anguille de la France – modalité de gestion de la pêche professionnelle des anguilles de moins de 12 cm.

I.2. La demande

Les deux directions du Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie en charge du plan de gestion de l'anguille, la Direction de l'Eau et de la Biodiversité (DEB) et la Direction des Pêches Maritimes et de l'Aquaculture (DPMA), ont institué par courrier daté du 21 septembre 2009 (reconduit chaque année) un comité scientifique (CS) « chargé de déterminer le niveau de TAC (Totaux Autorisés de Capture) ». Un courrier du Ministère de la Transition Écologique et Solidaire et du Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, daté du 24/05/2022 (reçu le 24/05/2022 par courriel) précise la mission du CS pour 2022. Il est demandé au CS, « de contribuer à la préparation de la campagne 2022-2023 de pêche à la civelle et d'estimer, pour le 13 juillet 2022 :

- la réduction du taux d'exploitation obtenue pendant la saison 2021-2022 par rapport à une période de référence,
- la quantité de civelles susceptible d'être prélevée dans le milieu naturel de manière à atteindre l'objectif de 60 % pour la saison 2022-2023, avec une probabilité de 25 %, 50 % et 75 %

- le ressenti des professionnels sur le déroulé de la campagne de pêche 2021-2022 évalué à partir du questionnaire relatif au niveau de recrutement observé dont le CNPMEM assure la transmission.»

Cette année un point supplémentaire a été ajouté sur « les périodes de migration des anguilles par stade (civelle, anguille jaune, anguille argentée) et par unité de gestion de l'anguille ».

L'annexe au courrier confirme les choix méthodologiques des années précédentes : la période de référence (2003-2004 à 2007-2008), l'utilisation de la série des captures réalisée par le CIEM (en accord avec le rapport de mise en œuvre du plan de gestion français) et une approche basée sur les taux d'exploitation.

NB : depuis 2012, il n'est pas demandé de séparer le quota par Unité de Gestion Anguille (UGA), par catégories de pêcheurs, ou par destination (consommation ou repeuplement).

1.3. Déroulement de l'expertise

Les 3 organismes identifiés par les ministères dans leur saisine ont désigné pour les représenter les membres suivant :

- pour l'Inrae : Hilaire Drouineau et Patrick Lambert
- pour le Museum National d'Histoire Naturelle (via PatriNat OFB-CNRS-MNHN) : Anthony Acou
- pour l'Office Français de la Biodiversité : Laurent Beaulaton et Clarisse Boulenger

Les experts désignés tiennent à rappeler que leur mission, dans ce cadre, se borne à proposer et mettre en œuvre une méthode de dimensionnement des TAC comme demandé explicitement par la saisine. Cette démarche ne valide ni n'infirme d'un point de vue scientifique les choix pris lors de l'établissement du plan de gestion d'établir pour les pêcheries de civelles des TAC (et les objectifs assignés pour ces TAC) comme mode de gestion à même d'assurer la viabilité du stock d'anguilles, l'exploitation durable de cette espèce ou l'atteinte de l'objectif du règlement CE 1100/2007. Certains de ces éléments sont abordés dans d'autres expertises réalisées (ICES 2021a). Par ailleurs, le CS tient à souligner que la pêche civelière est une pêcherie de recrutement. Or le recrutement est un processus écologique éminemment aléatoire et dont le niveau annuel est difficile à prévoir (Subbey et al. 2014).

II. Estimation du TAC à atteindre pour la saison de pêche 2022-2023

La méthode mise au point en 2009 et affinée les années suivantes est reprise ici.

II.1. Présentation de la démarche

Dans la littérature, plusieurs estimations de la mortalité par pêche ou de taux d'exploitation pour les pêcheries civelières sont disponibles (Adam et al. 2008; Aranburu et al. 2016; Beaulaton et Briand 2007; Bertrand 2009; Briand et al. 2012, 2003; Bru et al. 2009; Dekker 2000). Toutefois ces informations n'ont pas pu être utilisées pour ce travail dans la mesure où elles reposent sur des méthodologies différentes, qu'elles concernent des pêcheries très localisées, et non à l'échelle du territoire métropolitain, et qu'elles nécessitent des suivis de terrain très fins non disponibles sur la période d'étude et à l'échelle spatiale considérées. Le modèle GEREM (Bornarel et al. 2018; Drouineau et al. 2016) a permis de déterminer un taux d'exploitation absolu de l'ordre de 20 % sur la période 1980-2011 à l'échelle du territoire français. Plus récemment Drouineau et al. (2021) ont utilisé l'expertise des parties prenantes pour estimer des taux d'exploitation.

Plusieurs étapes sont nécessaires avant l'évaluation du TAC :

- il convient d'établir les évolutions passées de l'indice de « recrutement » (arrivée de civelles) pour prédire les recrutements à venir avec leur gamme d'incertitude et pouvoir ainsi calculer les indices du taux d'exploitation. Ce taux d'exploitation est défini comme le rapport entre les captures et le recrutement d'une saison donnée;
- il convient d'établir le niveau des captures pour pouvoir calculer d'une part le taux moyen d'exploitation durant la période de référence (2003-2004 à 2007-2008), et d'autre part estimer la variabilité du taux d'exploitation. Cette dernière estimation servira à prendre en compte les fluctuations des conditions environnementales et économiques de la pêche;
- à partir de ces éléments, il est possible d'estimer un TAC national pour la saison à venir.

II.2. Recrutement

II.2.1. Données de recrutement

Le CS tient à rappeler qu'il appuie son travail en premier lieu sur les informations de terrain validées scientifiquement (séries compilées de recrutement du WGEEL, déclarations de captures des pêcheurs professionnels) en les complétant par des données qualitatives (perception des tendances d'évolution des

Tableau II.1. *Indice de recrutement utilisé (série Elsewhere, WGEEL 2021, base 100 pour la saison 1979-1980). Une année n correspondant à la saison de recrutement n-1 – n.*

	1980	1990	2000	2010	2020
0	100.0	30.9	16.9	4.2	6.2
1	77.9	15.1	7.7	3.2	4.7
2	80.3	19.2	10.7	4.3	
3	42.6	21.0	11.4	6.2	
4	46.9	20.6	6.4	10.5	
5	45.5	27.1	6.5	6.6	
6	29.7	21.8	5.2	10.0	
7	51.4	35.8	5.6	9.2	
8	60.8	14.2	5.0	9.1	
9	39.3	16.7	3.7	5.4	

acteurs de terrain : pêcheurs professionnels, inspecteurs de l’environnement, scientifiques).

Pour prendre en compte l’évolution du recrutement dans les calculs, le CS s’est basé sur les séries du groupe de travail conjoint CECPAI - CIEM - CGPM sur les anguilles (Working Group on Eels - WGEEL - ICES 2021a). Le WGEEL compile dans ses rapports annuels 77 séries de recrutement (y compris les séries françaises, même si la plupart d’entre elles ne sont plus mises à jour depuis 2009 et la mise en place du système de quotas). Deux séries de recrutement en civelles ont été établies : “North Sea” et “Elsewhere” (c’est-à-dire autre que la mer du Nord), correspondant à deux zones ayant apparemment des tendances différentes. La série “Elsewhere” est retenue ici puisqu’elle correspond à la zone à laquelle appartient la France (Tableau II.1.). À noter que la valeur pour la dernière saison disponible 2020-2021 est provisoire puisque toutes les séries européennes n’ont pas encore été actualisées, et que celle pour l’année 2021-2022 n’est à ce jour pas disponible. Toutefois, l’analyse statistique employée permet de compenser au moins partiellement ces données incomplètes. Il est à noter que la méthode employée par le WGEEL (basée sur des modèles linéaires généralisés) conduit à réajuster chaque année toutes les valeurs de la série ce qui explique les différences sur l’indice de recrutement que l’on peut observer d’un rapport à l’autre.

À partir de ces données et de différents modèles statistiques, le WGEEL (ICES 2021a) a conclu que les indices de recrutement ont diminué depuis 1980 pour atteindre des valeurs très basses depuis 2000. Le CIEM, dans son avis officiel (ICES 2021b), ne statue pas sur une augmentation récente du recrutement, se cantonnant à signaler un niveau très bas du recrutement.

Pour pallier l’absence de données quantitatives sur le recrutement pour la dernière saison en date (2021-2022), le CS dispose de premiers éléments fournis par les inspecteurs de l’environnement, des scientifiques étrangers et de ses propres suivis. Ces premiers éléments suggèrent un recrutement 2021-2022 très variables d’un bassin à l’autre, au global du même ordre de grandeur que celui des saisons précédentes. En plus de ces éléments, des questionnaires ont été mis en place par la profession pour collecter la perception des pêcheurs professionnels sur la campagne en cours (2021-2022). Une des questions posées étaient : “Par rapport à la campagne précédente (2020-2021), diriez-vous que les civelles étaient présentes en quantité (très inférieure, inférieure, équivalente, supérieure, très supérieure) ?” (Figure II.1.).

Sur l’ensemble des 132 avis exprimés, sans chercher à redresser d’éventuelles

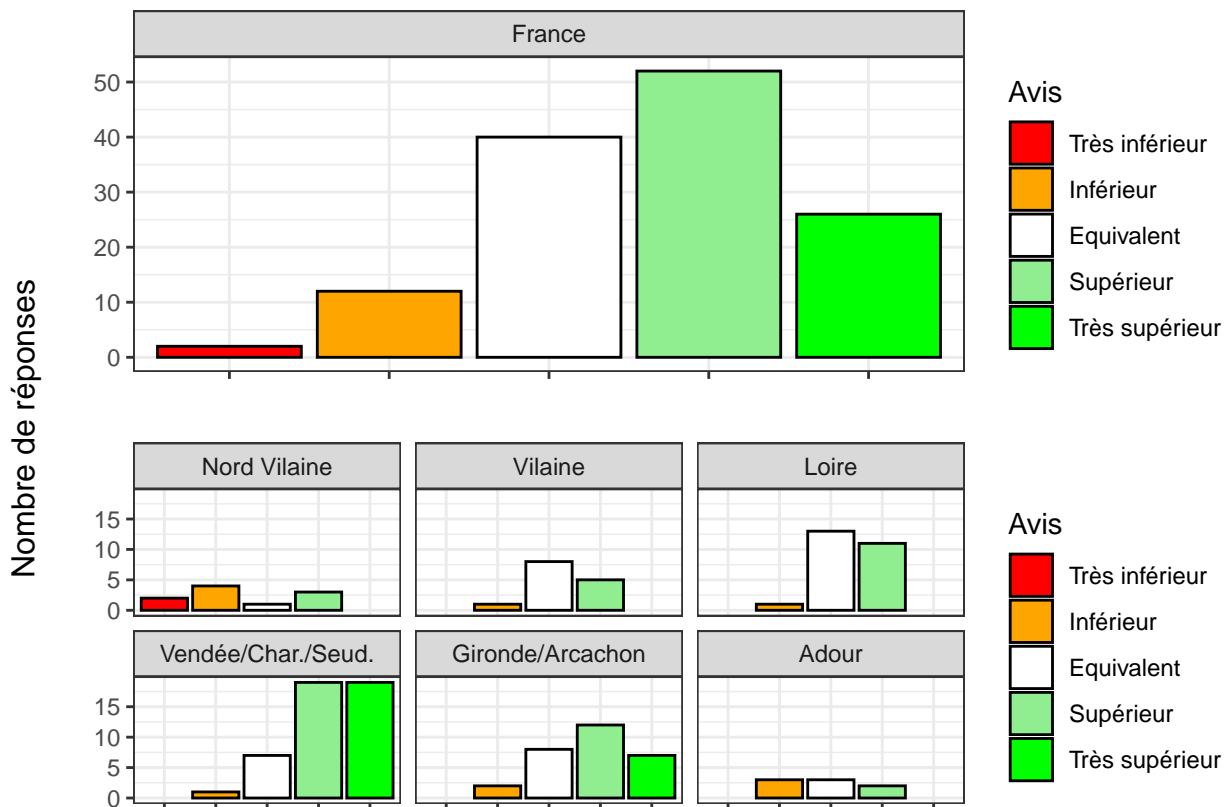


Figure II.1. Résumé des avis exprimés par les professionnels en réponse à la question sur le niveau de recrutement de l'année en cours par rapport à celui de l'année précédente à l'échelle nationale (graphique du haut) et détaillés par grands secteurs (graphiques du bas).

distortions dans les taux de réponse entre unités de gestion, 40 (30 %) considèrent le recrutement équivalent, 78 (59 %) supérieur ou très supérieur et 14 (11 %) inférieur ou très inférieur à la saison précédente (Figure II.1.). Les résultats du questionnaire montrent eux-aussi des avis contrastés géographiquement avec des niveaux de recrutement estimés plutôt inférieurs ou stables dans les secteurs Nord, Vilaine et Adour et des recrutements estimés plutôt en hausse dans les secteurs centraux.

Devant ces avis contrastés, et suite à la prise en compte des informations reçues, le CS a supposé un niveau de recrutement 2021-2022 du même ordre de grandeur que l'an dernier avec un intervalle d'incertitude très large (entre 2.5 et 7.7). Cela autorise une baisse ou une hausse du recrutement tout en écartant une baisse drastique.

II.2.2. Modélisation du recrutement

Présentation et ajustement des modèles de recrutement

Le modèle pour prédire le recrutement développé en 2012, avec une tendance exponentielle décroissante et des perturbations auto-corrélées dans le temps, a été repris ici. Rappelons que cette structure de perturbations permet de rendre compte qu'une année de recrutement se situant au-dessus de la tendance centrale de décroissance est le plus souvent suivie par une autre année au-dessus de la tendance et vice-versa. Cette structure auto-corrélée est très classiquement utilisée en dynamique des populations, considérant que les perturbations aléatoires autour de la tendance centrale reflètent en grande partie l'effet de fluctuations environnementales (climat, conditions océanographiques, ...)

qui sont très généralement auto-corrélées dans le temps. Formellement le modèle utilisé s'écrit comme suit :

$$\begin{aligned} IR_{t+1} &= IR_0 \cdot e^{a \cdot t + \varepsilon_t} \\ \varepsilon_t &= \rho \cdot \varepsilon_{t-1} + \eta_t \\ \eta_t &\sim N(0, \sigma^2) \end{aligned} \tag{II.1}$$

où $IR[0]$ est un terme d'initialisation, t désigne l'indice de l'année, IR est l'indice de recrutement, a est le coefficient de croissance/décroissance exponentielle, ε est la perturbation aléatoire annuelle auto-corrélée et ρ son coefficient d'auto-corrélation, η est le bruit aléatoire résiduel distribué normalement, indépendamment et identiquement (idd) au cours du temps de moyenne nulle et d'écart-type σ .

Ce modèle a été ajusté dans un cadre inférentiel statistique Bayésien sur la série de recrutement européen fournie par le WGEEL sur la période 1980-2021 et sur notre expertise du niveau de recrutement pour 2021-2022. Les inférences bayésiennes ont été conduites par échantillonnage MCMC (Markov Chain Monte Carlo) tel que mis en œuvre avec le programme JAGS interfacé dans R par le package `runjags`. Les distributions *a priori* sont choisies peu informatives afin que seules les données de recrutement s'expriment.

L'auto-corrélation des perturbations au cours du temps est confirmée *a posteriori* par l'estimation d'un coefficient d'auto-corrélation qui est positif (une bonne année est plus souvent suivie d'une bonne année et vice versa).

En 2014, le CS a proposé un second modèle pour répondre au changement de tendance de recrutement (augmentation importante du recrutement les années précédentes). Ce second modèle comprend deux tendances d'évolution du recrutement et une seule structure de perturbations. Le changement de tendance a été fixé en 2012, considérant que l'effet des mesures de gestion initiées par les plans de gestion ne pouvait pas se faire sentir avant 2012. Formellement, ce modèle, dénommé « modèle à deux tendances » dans la suite du document, s'écrit comme suit :

$$\begin{aligned} IR_{t+1} &= \begin{cases} IR_0 \cdot e^{a_1 \cdot t + \varepsilon_t} & \text{si } t < 2012 \\ IR_{2011} \cdot e^{a_2 \cdot (t-2011) + \varepsilon_t} & \text{sinon} \end{cases} \\ \varepsilon_t &= \rho \cdot \varepsilon_{t-1} + \eta_t \\ \eta_t &\sim N(0, \sigma^2) \end{aligned} \tag{II.2}$$

Les figures II.2. et II.3. illustrent les résultats de ces modèles pour les 3 saisons suivant la dernière observation (2020-2021). Le modèle à une tendance prévoit logiquement, étant donnée la tendance générale, un recrutement en baisse pour la saison 2021-2022, alors que le modèle à 2 tendances prévoit au contraire une stabilisation ou une augmentation. À noter que la deuxième pente calculée (a_2) est significativement différente de la pente avant 2012 (a_1) mais elle n'est pas significativement positive (l'intervalle de crédibilité inclut 0; Tableau II.2.). Bien entendu, la valeur estimée de cette nouvelle pente est amenée à évoluer tous les ans au fur et à mesure que les données annuelles d'estimation du recrutement sont ajoutées à la série.

Le Tableau II.3. donne les quantiles des recrutements prédits pour les saisons 2021-2022 et 2022-2023. Si l'on regarde le recrutement de 5.7, qui est la dernière valeur connue, on voit que le modèle à une tendance évalue qu'il y a entre 50%

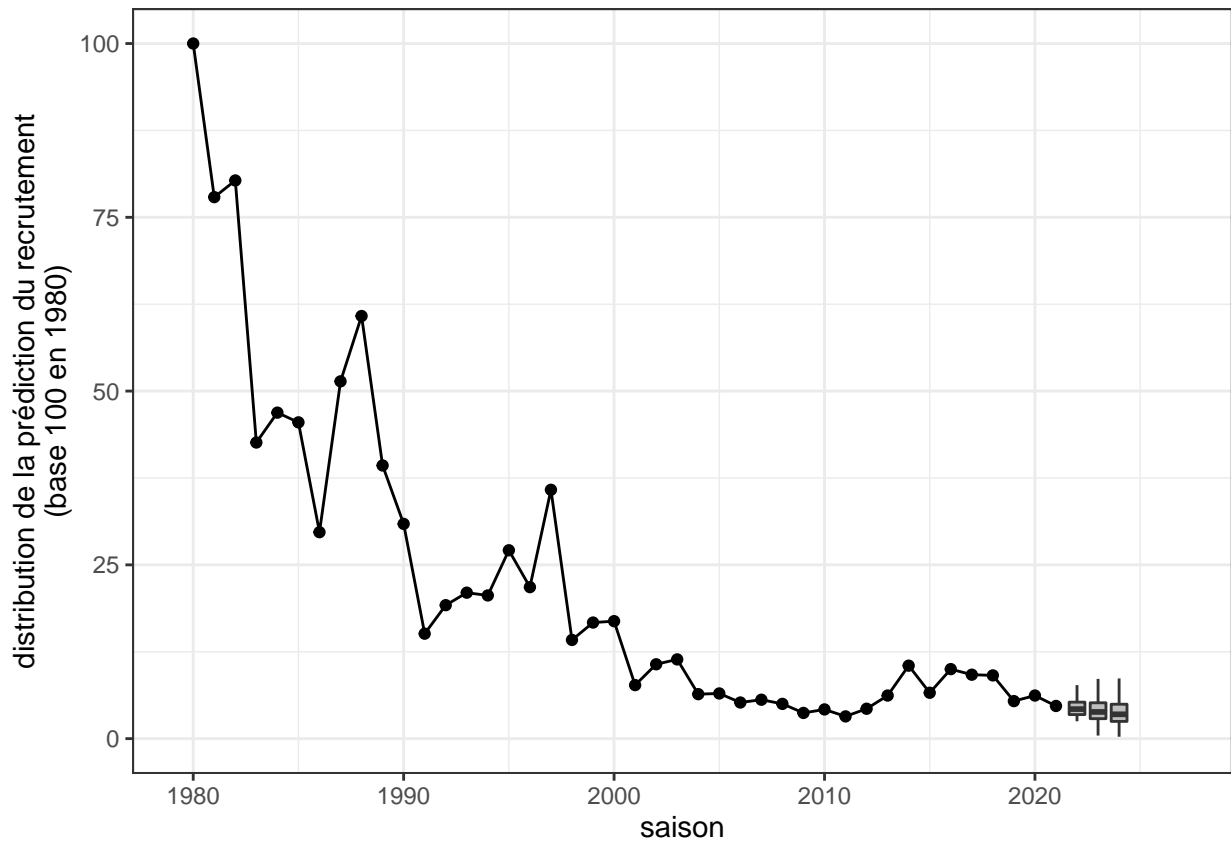


Figure II.2. Évolution du recrutement jusqu'à la saison 2020-2021 (incluse) et distributions des prédictions du recrutement pour les trois saisons suivantes pour le modèle à une tendance exponentielle décroissante, en incluant les informations rapportées pour 2021-2022. Les boxplots présentent la médiane, les 1er et 3ème quartiles. Les moustaches correspondent à 1,5 fois l'interquartile.

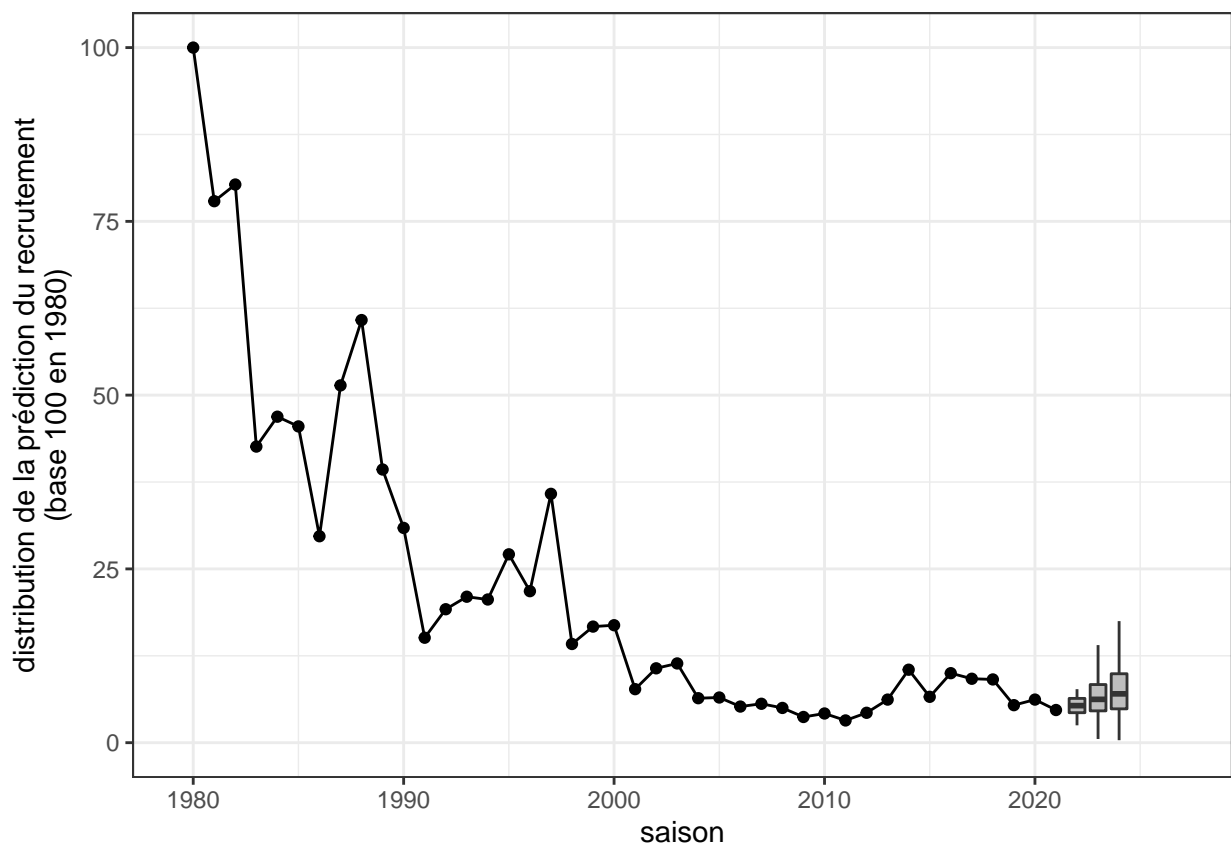


Figure II.3. Évolution du recrutement jusqu'à la saison 2020-2021 (incluse) et distributions des prédictions du recrutement pour les trois saisons suivantes pour le modèle à deux tendances, en incluant les informations rapportées pour 2021-2022. Les boxplots présentent la médiane, les 1er et 3ème quartiles. Les moustaches correspondent à 1,5 fois l'interquartile.

Tableau II.2. Estimations des pentes pour les deux modèles.

modèle	signification	estimation
1 tendance	pente	-0.06 [-0.11;-0.02]
2 tendances	pente avant 2012 (a_1)	-0.09 [-0.15;-0.05]
	pente après 2012 (a_2)	0.05 [-0.05;0.13]

Tableau II.3. Récapitulatif des prédictions de l'indice de recrutement pour les saisons 2021-2022 et 2022-2023.

saisons	modèle	Quantile du recrutement prédit				
		2.5%	25%	50%	75%	97.5%
2021-2022	1 tendance	2.6	3.5	4.3	5.3	7.2
	2 tendances	2.9	4.3	5.3	6.4	7.5
2022-2023	1 tendance	1.7	2.9	3.8	5.2	9.1
	2 tendances	2.4	4.6	6.2	8.4	14.3

et 75% de chances que les recrutements 2020-2021 et 2021-2022 soient inférieurs à cette valeur, alors que cette probabilité est comprise entre 25 et 50% pour le modèle à 2 tendances.

Comparaisons de la qualité des modèles

Différents critères ont été analysés pour comparer la qualité des modèles. Le premier critère est le critère de DIC (deviance information criterion) qui quantifie la capacité d'un modèle à s'ajuster aux données disponibles pondérées par la complexité du modèle. Sur ce critère, le modèle à 2 tendances est le meilleur (DIC modèle à 1 tendance : 254.5, modèle à 2 tendances 249.8). Cela dit, le critère DIC évalue la qualité d'ajustement des modèles, donc leurs capacités de reconstitution de trajectoires passées plus que leurs capacités de prédictions.

Pour évaluer cette capacité de prédiction, nous avons procédé à un exercice d'analyses rétrospectives. Il consiste à resimuler ce qu'auraient prédit les modèles en ne disposant des données que jusqu'à une certaine année et on compare ces valeurs aux recrutements qui ont effectivement eu lieu par la suite. On utilise les indices d'abondance du CIEM tels qu'ils sont actuellement, mais en retirant progressivement les dernières années. Par exemple, nous avons simulé le cas de la prédiction du quota pour une année y (ex : 2015-2016). Dans ce cas, le CS ne disposerait de l'indice CIEM que jusqu'à l'année $y - 2$ (2013-2014) et devrait faire une hypothèse sur le niveau de recrutement de l'année $y - 1$ (2014-2015). Pour cet exercice, et afin de se concentrer uniquement sur les différences entre modèles, on suppose systématiquement que le niveau de recrutement de l'année $y - 1$ est centrée sur la valeur de l'année $y - 2$ avec un intervalle de ± 3 (comme ce qui a été fait ces dernières années). On regarde alors les recrutements prédits pour l'année y (saison 2015-2016) que l'on compare à la valeur de l'indice CIEM pour cette même année. Nous faisons l'exercice jusqu'au changement de pente (puisque avant, le modèle à 2 tendances est identique au modèle à une tendance).

L'analyse montre qu'aucun des deux modèles n'aurait pu bien prédire le pic de recrutement observé en 2013 et en 2014 (on rappelle toutefois que dans le présent exercice, nous n'avons pas utilisé d'expertise réelle sur l'année $y - 1$ comme

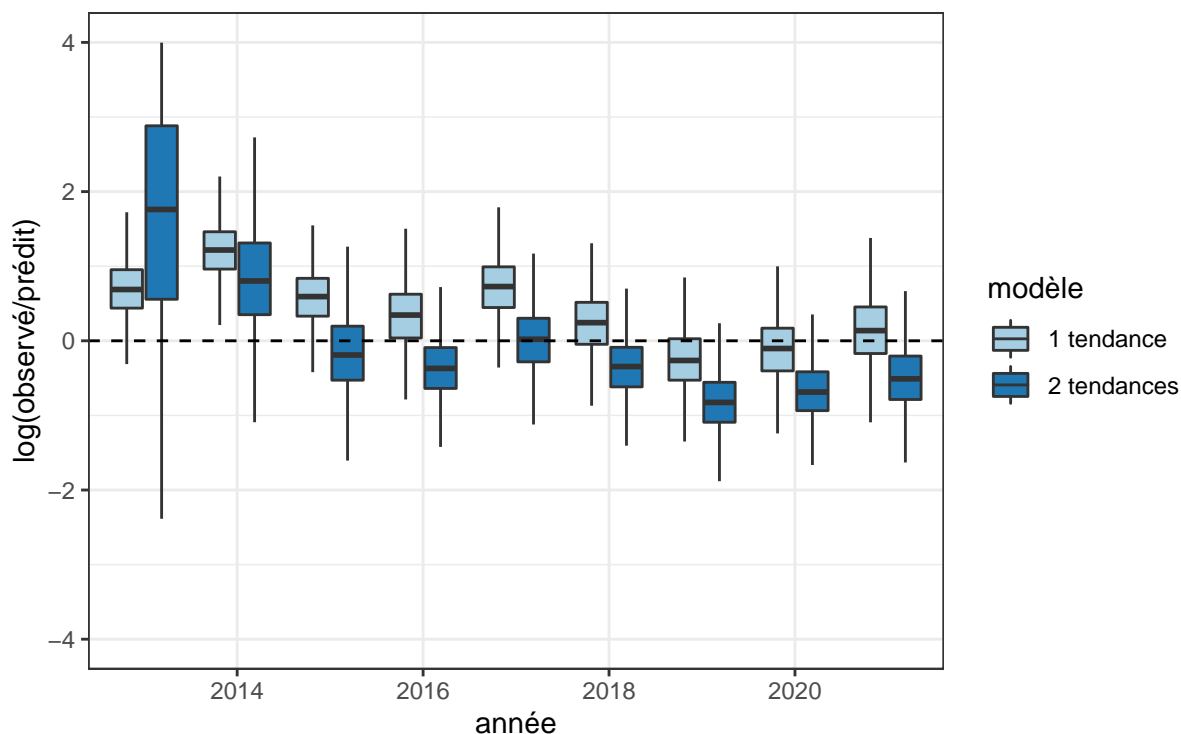


Figure II.4. Analyses rétrospectives des capacités de prédiction des modèles. Les boxplots représentent le ratio entre la valeur de l'indice CIEM d'une année et les prédictions de recrutement qu'aurait fait le modèle pour l'année correspondante. La ligne horizontale en tirets représente la situation où le recrutement prédit est identique à celui observé.

nous le faisons traditionnellement chaque année - Figure II.4.). En dehors de 2013 et 2014, le modèle à deux pentes a une tendance à la surestimation avec des observations qui sont régulièrement en-dehors des quantiles 25-75% (sauf en 2015 et 2017). Le modèle à une tendance souffre du problème inverse avec une vision pessimiste de 2013 à 2017, mais est par contre assez performant sur les 4 autres années (observation dans les quantiles 25%-75%).

Compte tenu des résultats présentés, le CS a choisi de fournir les estimations avec les deux modèles.

II.3. Taux d'exploitation

II.3.1. Données de captures

En raison du décalage de la période principale de migration en fonction de la latitude, la saison de pêche à la civelle couvre deux années civiles dans le Golfe de Gascogne (généralement de novembre à mars dans les estuaires du sud) et une seule pour la Manche et mer du Nord (de janvier à avril pour les plus nordiques) (ICES 2020).

Conformément à la demande et comme depuis 2013, ce sont les estimations scientifiques de capture qui sont utilisées pour les données antérieures à 2008-2009 (Beaulaton et al. 2012).

Nous n'avons pas d'informations complètes pour la saison 2008-2009 qui ne sera donc pas représentée.

Les données de déclarations de captures des marins-pêcheurs dans ce document pour les saisons 2009-2010 à 2021-2022 ont été fournies par la DGAMPA.

Tableau II.4. Chiffres de capture (en tonnes) utilisés par saison de pêche. (voir texte pour l'origine des données). L'année n correspond aux captures de la saison année n-1/année n.

	1980	1990	2000	2010	2020
0	1491	325	206	40.8	48.5
1	890	179	101	34.8	47.6
2	866	183	202	34.3	58.6
3	791	329	151	33.6	
4	528	329	89	34.8	
5	444	413	89	36.1	
6	423	262	67	46.4	
7	461	287	77	46.1	
8	504	195	71	54.5	
9	410	242		50.2	

Les données de déclarations de captures des pêcheurs fluviaux dans ce document proviennent du Suivi National de la Pêche aux Engins (SNPE) de l'OFB pour les saisons 2009-2010 à 2021-2022.

Les données de captures incluent toutes les captures, qu'elles soient à destination du repeuplement ou de la consommation.

Ces données sont sommées et présentées dans le Tableau II.4. et la Figure II.5..

II.3.2. Calcul du taux d'exploitation de la saison 2020-2021

Rappelons que le taux d'exploitation est le rapport annuel entre les captures (Tableau II.4.) et les arrivées de civelles (Tableau II.1.). Si les captures sont connues en valeur absolue (en tonnes), on ne dispose pour le recrutement que d'indices d'abondance (pas d'unité) dont la valeur n'a de sens que relativement à une période de référence.

Seuls des indices relatifs du taux d'exploitation (et non des estimations absolues) ont été calculés (Figure II.6.). Le taux d'exploitation moyen sur la période de référence (2003-2004 à 2007-2008) est défini comme la base 100. À noter que ce taux a été impacté par une révision des chiffres de recrutement du CIEM (cf section III.6). On ne peut calculer cet indice pour la saison 2021-2022 car la donnée d'indice de recrutement n'est pas encore connue précisément. Après une diminution enregistrée depuis la mise en place des quotas en 2009-2010, le taux d'exploitation (courbe en gris) pour la saison 2020-2021 dépasse la cible de gestion (point rouge) pour la quatrième saison consécutive (Figure II.6.) et ce, bien que dans les faits, les quotas n'aient été utilisés que partiellement. Ainsi, le taux d'exploitation de la saison 2020-2021 est égal à 74% du taux d'exploitation de la période de référence et se positionne, comme depuis quelques années, au-dessus de la cible de gestion (40%).

II.3.3. Modélisation des taux d'exploitation

L'indice de taux d'exploitation montre des fluctuations au cours du temps. Les causes de ces fluctuations relèvent à la fois de variations de l'effort de pêche effectif, mais également de l'environnement socio-économique (i.e. conditions de marché) ou naturel (i.e. hydro-climat). Le CS ne dispose actuellement pas de

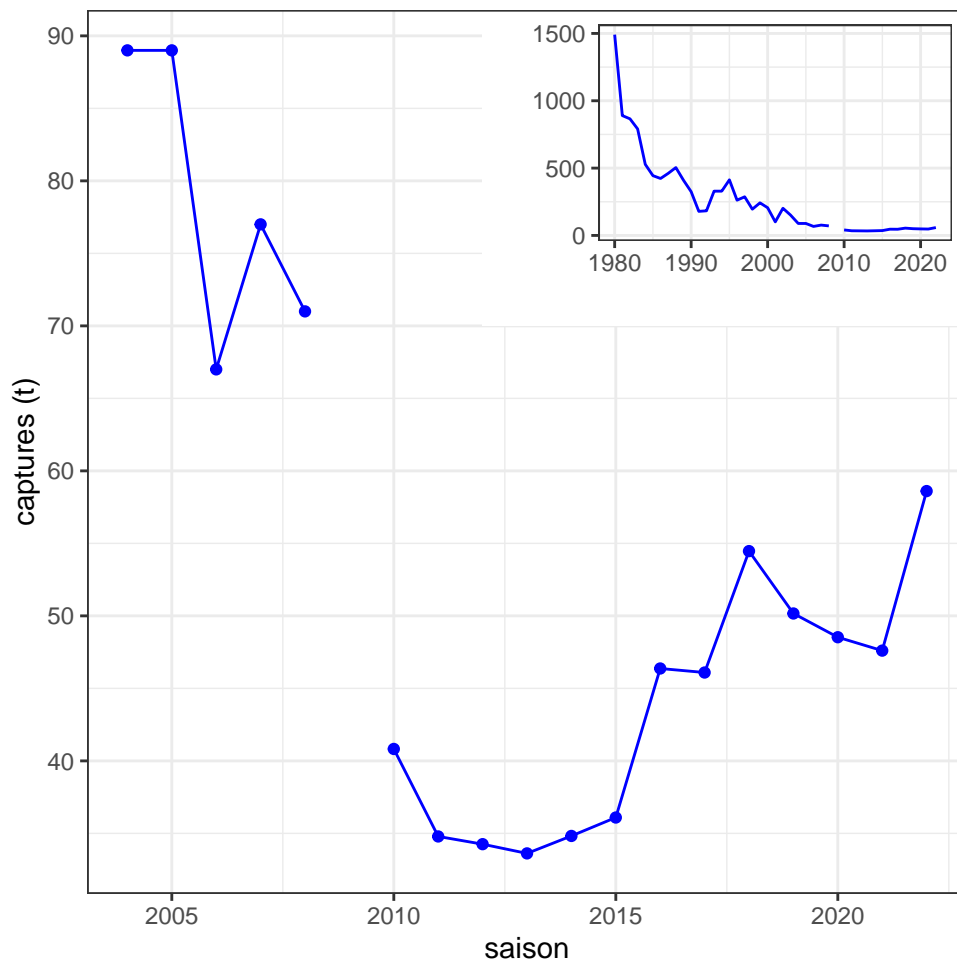


Figure II.5. Captures de 1980 à 2022 (encart en haut à droite), et focus sur le niveau des captures entre 2004 et 2022

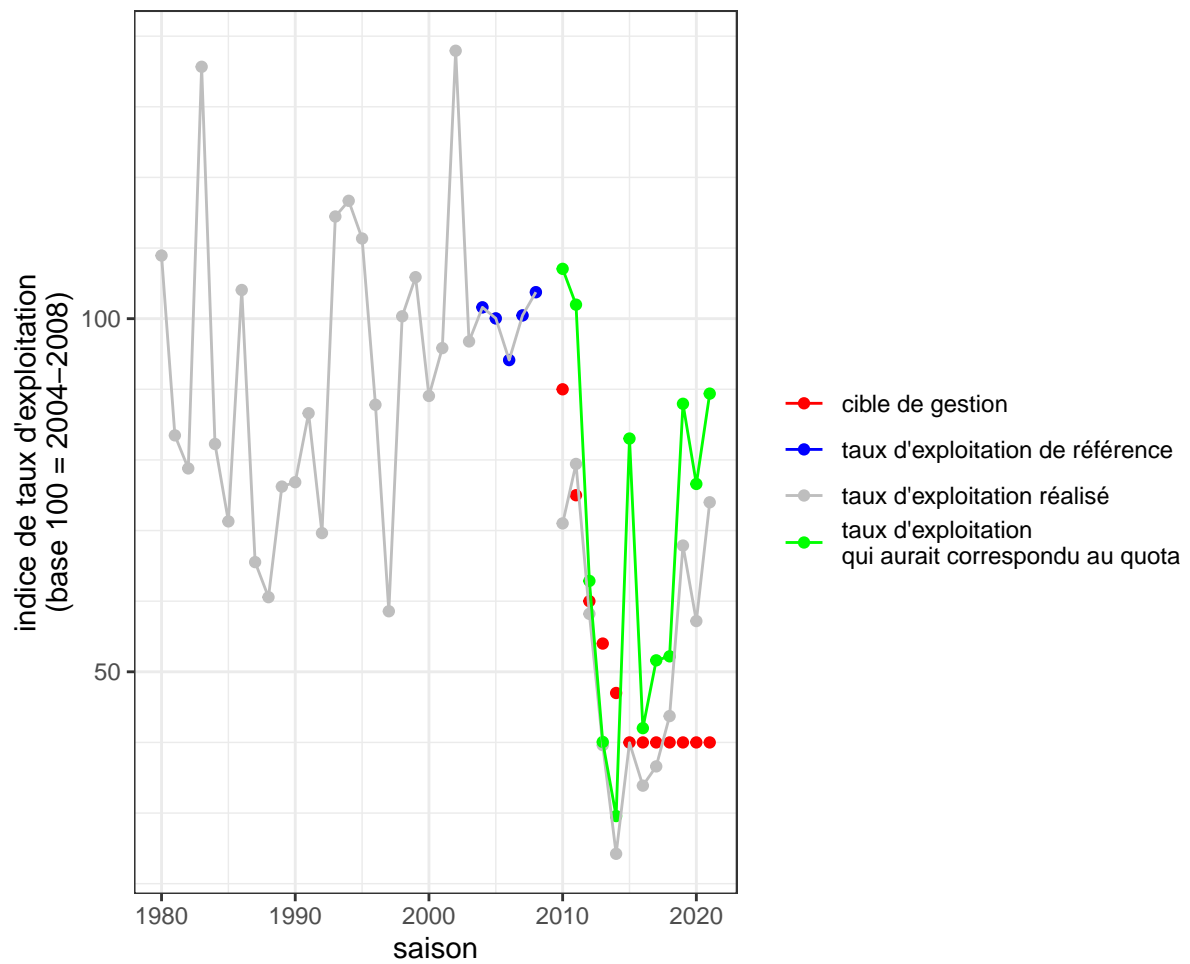


Figure II.6. Évolution de l'indice du taux d'exploitation (en gris) entre 1980 et 2021 (en base 100 sur la période entre les saisons 2003-2004 et 2007-2008) ; en bleu les valeurs de la période de référence, cibles de gestion (en rouge) et quotas (en vert) retranscrits en taux d'exploitation (voir texte).

Tableau II.5. Valeurs des TAC (en t) pour des niveaux de probabilité d'atteinte de l'objectif de 25 %, 50 % et 75 % pour la saison 2022-2023 pour les modèles avec 1 tendance et 2 tendances selon que l'on prenne ou non en compte la diminution du nombre de pêcheurs depuis 2006-2008. QNU : Quota Non Utile, signifie que la diminution du nombre de pêcheurs suffit seule à atteindre l'objectif à la probabilité correspondante.

saison	objectif de réduction	prise en compte diminution pêcheurs	modèle	25%	50%	75%
2022-2023	60%	non	1 tendance	28.5	21.5	16.0
			2 tendances	44.9	33.6	24.8
		oui	1 tendance	QNU	QNU	23.5
			2 tendances	QNU	QNU	36.8

données permettant de les interpréter. Dans ce contexte, ces fluctuations sont considérées comme aléatoires (i.e. de causes inconnues) et distribuées selon une loi log-normale. On considère en outre que cette loi log-normale a une moyenne et une variabilité stables entre 1980 et 2008, c'est-à-dire avant la mise en œuvre du plan de gestion anguille. Cette distribution a été ajustée sur les taux d'exploitation calculés de 1980 à 2008. Cet ajustement permet ensuite de faire des prédictions de taux d'exploitation pour une année donnée indépendamment de la mise en œuvre de quotas. Ces prédictions reflètent les fluctuations non expliquées du taux d'exploitation, mais prennent également en compte l'incertitude sur la valeur estimée du niveau moyen et sur la variabilité des fluctuations. Ces prédictions sont utilisées par la suite pour tenir compte du fait que les objectifs de réduction de mortalité par pêche du plan de gestion anguille peuvent éventuellement être atteints indépendamment de toute mise en œuvre de quotas. Cet aspect est ensuite formellement incorporé dans l'analyse de risque qui sert à déterminer la valeur du quota en fonction de la probabilité (25%, 50%, 75%) d'atteindre les objectifs de réduction de mortalité du plan de gestion. Une hypothèse forte ici est que la variabilité non expliquée des taux d'exploitation actuelle est la même que sur la période 1980-2008, or comme mentionné, cette variabilité est aussi liée à des facteurs économiques et des facteurs de stratégie de pêche qui sont différents entre les deux périodes.

II.4. Estimation du TAC national

II.4.1. Prédiction du TAC 2022-2023

La lettre de commande demande des quotas associés à des probabilités d'atteindre l'objectif de 25 %, 50 % et 75 %. À l'instar des travaux du CS depuis 2012, nous avons considéré comme sources de risque de ne pas atteindre l'objectif, l'incertitude associée à la prévision de l'indice de recrutement dans les années à venir et la variabilité du taux d'exploitation liée aux fluctuations des conditions d'exercice de la pêche (contraintes environnementales et socio-économiques). Pour ce faire, pour un niveau de quota fixé *a priori*, nous avons tiré aléatoirement :

- a) 66 000 valeurs de l'indice de recrutement simulé à partir des modèles établis (cf. section II.2.2) et pour la saison considérée (2022-2023).
- b) 66 000 valeurs de l'indice du taux d'exploitation (à partir de la distribution

log-normale établie dans la section II.3.3).

Le produit des indices de recrutement par les indices du taux d'exploitation permet de générer un jeu de données des captures potentielles possibles compte tenu de la variabilité du recrutement et des conditions d'exercice de la pêche. Lorsque les captures potentielles sont supérieures à la valeur du quota considéré, elles sont remplacées par la valeur du quota pour simuler une stricte application d'une gestion sous quota. Ces captures corrigées sont ensuite divisées par les indices de recrutement pour obtenir 66 000 indices de taux d'exploitation effectif sous régime de quota. Ceux-ci sont comparés à l'indice du taux d'exploitation que l'on veut atteindre (réduction de 60 % de l'indice de référence de 100) pour obtenir une estimation de la probabilité d'atteindre l'objectif fixé.

Le Tableau II.5. présente la quantité de civelles susceptible d'être prélevée pour atteindre les objectifs de gestion en 2022-2023 avec une probabilité de 25 %, 50 % et 75 % selon les modèles de recrutement. Sont donnés d'une part le résultat sans tenir compte de la diminution du nombre de pêcheurs et d'autre part le résultat en considérant que la diminution du nombre de pêcheurs (-58% en 2021-2022 par rapport à la moyenne 2006-2008) engendre une diminution équivalente du taux d'exploitation. La réalité se situe entre ces deux hypothèses extrêmes puisqu'en général, les plans de sortie de flotte concernent en premier les pêcheurs les plus fragilisés et qui ont les captures les plus faibles.

Exemple de lecture du Tableau II.5. pour l'établissement du TAC national :

Si l'on souhaite atteindre avec une probabilité de 50 % l'objectif de gestion pour la saison 2022-2023 (réduction de la mortalité de 60 %), nos estimations situent le TAC national entre 21.5 t (modèle 1 tendance) et un quota non utile (QNU, la diminution du nombre de pêcheurs est suffisante pour atteindre l'objectif) en fonction de l'hypothèse choisie de réduction du taux d'exploitation par la diminution du nombre de pêcheurs et du modèle de recrutement (Tableau II.5.).

Du fait de la proximité entre la valeur de l'objectif de gestion (-60 % de mortalités) et la valeur de la diminution du nombre de pêcheurs (-58%), les TAC obtenus sont très différents selon que l'on considère ou non la réduction effective du taux d'exploitation par la diminution du nombre de pêcheurs. Dans le cas où la probabilité d'atteindre l'objectif reste peu exigeante (25 %) et moyenne (50 %), la réduction du nombre de pêcheurs (si elle se traduit intégralement en réduction de taux d'exploitation) suffit à atteindre l'objectif et ce quelque soit le modèle de recrutement considéré.

La Figure II.7. illustre l'effet de la diminution du nombre de pêcheurs pour la saison 2022-2023. On constate que, tant que la réduction effective du taux d'exploitation obtenue par la diminution du nombre de pêcheurs (ou toute autre mesure) se situe entre 0 et 40%, le TAC estimé est relativement stable (33.6 t pour 0 %, 35.6 t pour -40 %) et la gestion par quotas limite effectivement l'exploitation. A contrario, dès que la réduction effective est supérieure à 56 %, elle suffit seule à atteindre l'objectif de gestion, rendant inutile une gestion par quotas. Si la réduction effective est entre 40 et 55 %, le TAC estimé augmente rapidement faisant passer de la première situation où le TAC limite l'exploitation au taux de mortalité souhaité, à la seconde où le TAC n'apporte rien de plus à la gestion.

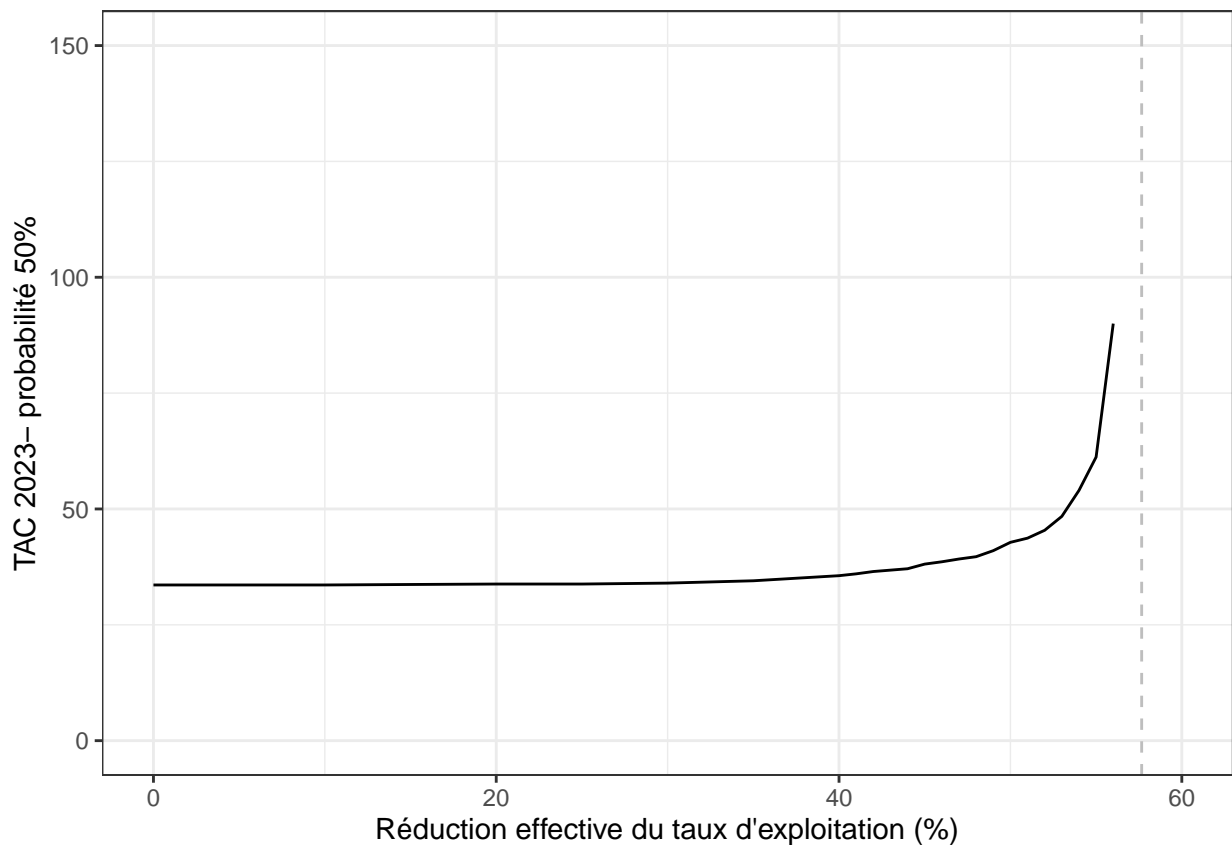


Figure II.7. TAC 2022-2023 estimé en fonction de la réduction effective du taux d'exploitation obtenu avec la diminution du nombre de pêcheurs (ou tout autre mesure) pour le modèle à 2 tendances et une probabilité de 50% d'atteindre la cible de gestion. La ligne verticale en pointillé représente la diminution actuelle du nombre de pêcheur.

II.4.2. Analyse rétrospective de la pertinence des quotas recommandés

En reprenant l'idée de ce que nous avons fait pour évaluer la capacité des modèles à prédire le recrutement (section II.2.2), on peut évaluer rétrospectivement les quotas qui auraient été recommandés selon le modèle utilisé, la prise en compte ou non de la diminution des pêcheurs et le niveau de risque accepté, et regarder le nombre d'années où cela aurait abouti à une recommandation respectant la règle de gestion.

Les résultats montrent que la prise en compte de la diminution du nombre de pêcheurs aurait amené à des TAC trop souvent au-dessus de la cible de gestion sur les dernières années (Tableau II.6.).

Tableau II.6. Nombre d'années où le TAC aurait permis l'atteinte de la cible de gestion si un même modèle et un même seuil de risques avaient été utilisés sur les dernières années.

prise en compte diminution	modèle	seuil	nombre d'années (J9) où cible de gestion atteinte
non	1 tendance	25%	5
		50%	7
		75%	9
	2 tendances	25%	2
		50%	3
		75%	4
oui	1 tendance	25%	0
		50%	3
		75%	7
	2 tendances	25%	0
		50%	0
		75%	3

III. Éléments de discussion

III.1. Évaluation a posteriori de la qualité des modèles de recrutement

Depuis 2014, nous utilisons exactement la même procédure pour évaluer le recrutement : nous utilisons les données du WGEEL jusqu'à l'année $n - 1$, donnons une expertise sur le niveau de recrutement pour l'année venant de s'écouler (année n) et faisons une prédiction de recrutement pour l'année $n + 1$ à l'aide de deux modèles (à 1 ou 2 tendances). Dans ce paragraphe, nous reprenons les avis de 2014 à 2021 et examinons la justesse de l'expertise donnée et la qualité des prédictions des modèles au regard des données telles qu'elles sont actuellement. La base 100 variant d'une année à l'autre avec la mise à jour de la série du WGEEL, les valeurs que nous donnons dans ce paragraphe sont données sur la base 100 du WGEEL 2021, après redressement de la donnée des avis antérieurs si nécessaire.

Le Tableau III.1. donne la comparaison entre les valeurs moyennes de notre expertise (après correction de la base 100) et les valeurs du WGEEL. On constate que, jusqu'en 2018 et en 2020, la valeur que nous avons donnée, était dans une gamme de 15% autour de la valeur finalement calculée par le WGEEL. Pour 2019 et 2021, les prédictions sont optimistes et l'écart est bien plus important (69% et 32% respectivement).

Concernant la capacité des deux modèles à prédire les recrutements de l'année $n + 1$, nous avons procédé à un exercice d'analyse rétrospective (Figure II.4.) sur plusieurs années en comparant le recrutement qu'aurait prédit le modèle à ce qui s'est ensuite passé. Cet exercice montre que le modèle à 2 tendances aurait très fréquemment surestimé le recrutement alors que le modèle à une tendance l'aurait fréquemment sous-estimé.

III.2. Quota repeuplement et quota consommation

La saisine actuelle ne demande pas de tenir compte de la destination, consommation ou repeuplement, des civelles pêchées, elle se limite simplement à l'es-

Tableau III.1. Comparaison entre l'indice de recrutement calculé par le WGEEL et la valeur que nous avons donnée lors de l'expertise quota.

saison	valeur expertise (valeur moyenne considérée)	valeur WGEEL	Expertise / WGEEL (%)
2014	9.6	10.5	91.1
2015	6.1	6.6	92.7
2016	8.5	10.0	85.0
2017	10.0	9.2	108.7
2018	9.2	9.1	101.1
2019	9.1	5.4	168.5
2020	5.4	6.2	87.1
2021	6.2	4.7	131.9

timation de « la quantité de civelles susceptible d'être prélevée dans le milieu naturel ». Le CS s'est donc limité à une estimation de l'impact de la pêche au travers du taux d'exploitation, sans distinction de la destination. Il est évident que l'effet du repeuplement doit faire l'objet d'une évaluation précise à l'échelle des plans de gestion (voir par exemple : Rigaud et al. 2015), qui aille au-delà d'une survie « dogmatique » de 0 ou 100 % des civelles transférées. Il serait indispensable de dissocier dans ce calcul les cas de repeuplements intra-UGA et inter-UGA et d'éviter le double comptage d'éventuels effets bénéfiques entre UGA donneuse et UGA réceptrice. La répartition du quota national entre repeuplement et consommation est à l'arbitrage des instances de gestion.

III.3. Conséquence du choix des modèles de recrutement

Comme explicité au paragraphe II.2.2, les modèles produisent des estimations de recrutement, compatibles avec les observations disponibles, mais fournissent des prédictions avec de larges intervalles de crédibilité. Ils conduisent cependant à des résultats très différents quant à la définition des TAC, les quotas basés sur un modèle à deux tendances étant supérieurs d'environ 50% à 100% à ceux du modèle à une tendance par exemple (Tableau II.5.).

Pour le modèle à deux tendances, le changement de régime a été fixé en 2012, considérant un possible effet des mesures de gestion initiées par les plans de gestion à l'échelle européenne et en tenant compte des durées de migration trans-Atlantique. Les estimations du modèle à 2 tendances semblent confirmer une reprise ou une stabilisation, toutefois il convient de rester prudent étant donné le manque de recul et le poids du recrutement élevé de 2014 dans l'analyse. Par ailleurs, ce changement de régime pourrait aussi être induit par des modifications environnementales (temporaires ou à long terme). Nous ne disposons pas actuellement d'éléments pour analyser la contribution effective des effets des plans de gestion par rapport à ceux liés à l'environnement.

Si la tendance à la baisse se poursuit malgré la relative embellie des dernières années (hypothèse du modèle à une tendance), le TAC issu du modèle à deux tendances serait alors surdimensionné et peu précautionneux pour le respect des objectifs de gestion, et *in fine* pour le stock. Cela a semblé être le cas sur les dernières années comme le montre l'analyse rétrospective (Figure II.4.). Au contraire, si la reprise à la hausse du recrutement se trouve être la bonne hypothèse (hypothèse du modèle à 2 tendances), l'application d'un TAC issu du modèle à une tendance serait pénalisante pour la pêche.

Le CS attire l'attention des décideurs sur le fait que les niveaux de risque associés à chacun des modèles, sont estimés en supposant à chaque fois que le modèle considéré est correct. Un modèle trop optimiste conduit donc à des recommandations qui sous-estiment le risque associé, et inversement, un modèle trop pessimiste conduit à des recommandations qui surestiment le risque associé.

Dans l'état actuel des connaissances et du manque de recul sur les données depuis le début de l'application du plan de gestion, l'option pour définir une cible qui limite le risque pour la population, tout en préservant l'exploitation reste difficile à établir, mais elle doit considérer, pour chacun des modèles, les conséquences des risques associés.

III.4. Atteinte de l'objectif de gestion

Jusqu'en 2016-2017, l'objectif de gestion a été atteint voire dépassé, d'une part grâce à des recrutements systématiquement situés dans les valeurs hautes des prédictions à partir de 2010 et d'autre part grâce à la consommation incomplète des quotas en 2010, 2011 et 2012. À partir de la saison 2014-2015, les quotas décidés ont été deux fois supérieurs à ceux des années précédentes (60-75t contre 30-40t; Tableau III.2. et Figure III.1.). Il s'est avéré que le recrutement réel, qui avait, jusqu'en 2013-2014, connu une augmentation, a été inférieur presque de moitié à la saison 2014-2015 et a connu des variations fortes depuis. Les captures réelles ont été bien inférieures au quota, mais conduisent tout de même à un taux d'exploitation supérieur à la cible de gestion (Figures II.6. et III.1.). Le Tableau III.2. et la Figure III.1. donnent la capture maximale qui aurait permis d'atteindre l'objectif de gestion ainsi que les différentes options calculées par le CS pour chacune des années. Elle permet de situer le quota adopté et la capture déclarée par rapport à ces valeurs. Depuis 2015, un quota autour de 30 à 50 t aurait permis d'être proche de l'objectif de gestion, alors que le quota adopté a été de l'ordre de 60 t.

On observe que depuis 2010, la capture correspondant à la cible de gestion a été assez stable : en moyenne 42.8t, avec des quantiles 25%, 50% et 75% respectivement de 33.6, 41 et 50.7t.

On constate que, du fait de la tendance du modèle à une pente à sous-estimer le recrutement, les options de captures proposées avec ce modèle auraient conduit 5 années sur 7 à des quotas allant au-delà des restrictions nécessaires pour atteindre les objectifs de gestion. A contrario, du fait de la tendance du modèle à 2 tendances à sur-prédire le recrutement, ce dernier aurait conduit à préconiser des quotas supérieurs ou égaux à l'objectif pour des probabilités d'atteinte de l'objectif de 25% et 50%, excepté en 2014. Le modèle à une tendance avec une probabilité de 25 % et le modèle à 2 tendances avec une probabilité de 75% présentent des performances proches et, sur ces 7 années, les plus acceptables pour atteindre l'objectif sans engendrer des restrictions plus fortes que nécessaires. La performance passée ne peut néanmoins pas garantir la performance future de ces options.

NB : N'ayant pas encore les données précises de recrutement pour la saison 2021-2022, nous ne pouvons pas encore commenter cette saison.

III.5. Diminution du nombre de pêcheurs et contraintes d'exercice de la pêche

Le CS a tenté d'intégrer les contraintes d'exercice de la pêche en considérant une variabilité des taux d'exploitation. Le CS attire l'attention sur le fait que la gestion par l'effort nominal (réduction du nombre de licences) ne garantit pas systématiquement l'atteinte d'un objectif en taux exploitation (à cause d'une diminution plus rapide du recrutement que de l'effort, ou parce que la réduction du nombre de pêcheurs n'implique pas une réduction du taux d'exploitation au même niveau). Pour autant, il est clair que la diminution de l'effort impacte la probabilité d'atteinte de l'objectif. Dans cet esprit, le CS a considéré deux extrêmes : soit la réduction du nombre de pêcheurs ne modifie pas le taux d'exploitation de la pêcherie (distribution historique des taux d'exploitation) soit la

Tableau III.2. Bilan des captures déclarées, du quota adopté, des captures maximales respectant l'objectif de gestion, du taux d'exploitation cible et estimé. * par rapport à la période de référence.

	Taux d'exploitation cible*	Taux d'exploitation réalisé*	Capture correspondant à l'objectif de gestion (t)	Capture déclarée (t)	Quota adopté (t)
2010	90	71	51.7	40.8	61.5
2011	75	79	32.8	34.8	44.7
2012	60	58	35.3	34.3	37.0
2013	54	40	45.8	33.6	34.0
2014	47	24	67.5	34.8	42.5
2015	40	40	36.1	36.1	75.0
2016	40	34	54.7	46.4	57.5
2017	40	37	50.4	46.1	65.0
2018	40	44	49.8	54.5	65.0
2019	40	68	29.6	50.2	65.0
2020	40	57	33.9	48.5	65.0
2021	40	74	25.7	47.6	57.5
2022				58.6	65.0

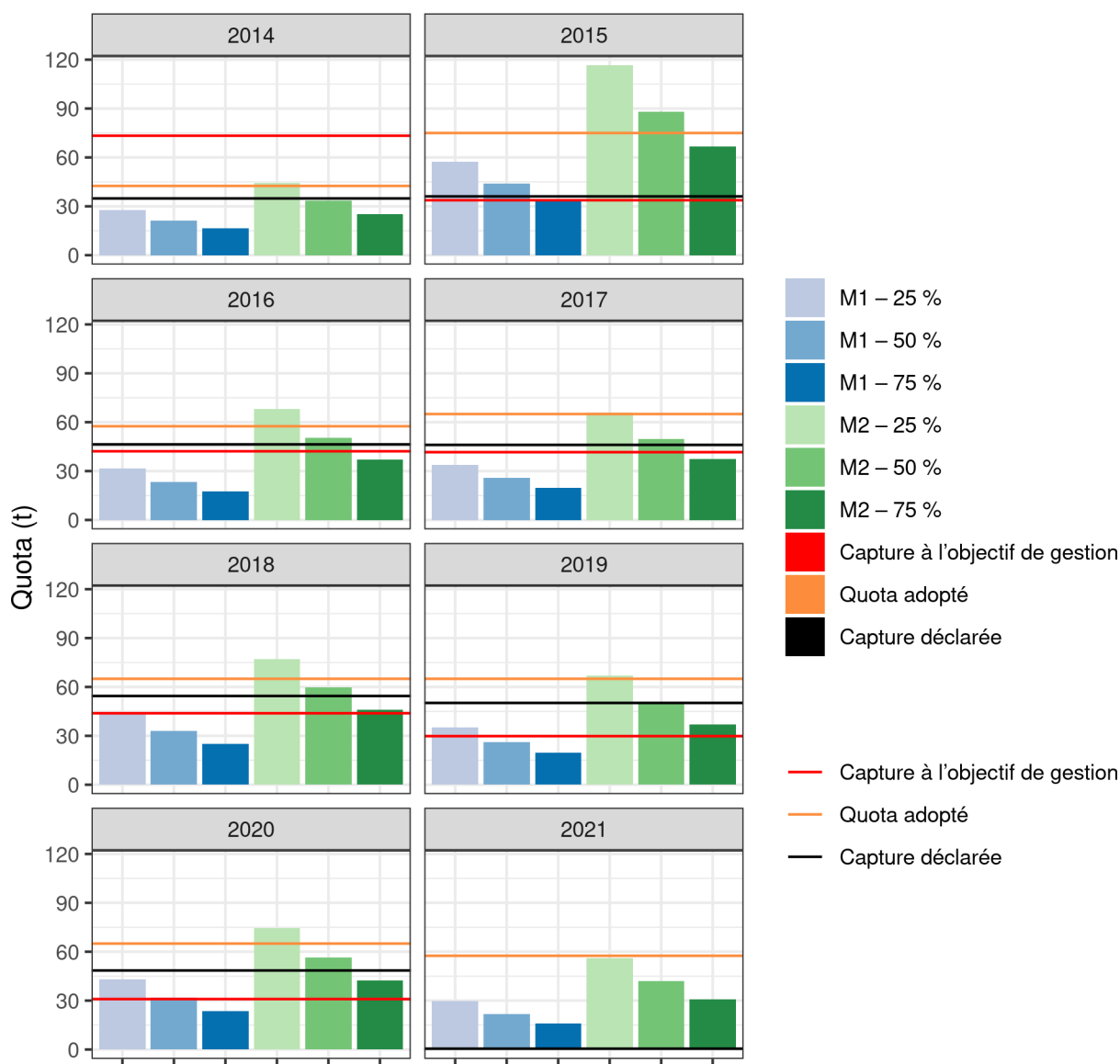


Figure III.1. Comparatif entre les captures déclarées, le quota adopté, la capture maximale respectant l'objectif de gestion et les TAC calculés chaque année par le CS en fonction du modèle de recrutement (M1; M2, dans les 2 cas sans prendre en compte la diminution du nombre de pêcheurs) et des probabilités d'atteinte de l'objectif (25%; 50%; 75%).

réduction du nombre de pêcheurs se répercute intégralement dans le taux d'exploitation (distribution des taux d'exploitation réduits de 58 %). Le présent travail montre que la définition du quota pouvait être sensible à la valeur réelle de la réduction du taux d'exploitation. Cependant, si la diminution du nombre de pêcheurs avait été suffisante, les captures réalisées auraient dû être conformes à l'objectif de gestion indépendamment de tout quota (Tableau II.5.). Les résultats passés (Figure III.1.) montrent que la réduction du nombre de pêcheurs ne permet donc pas à elle seule l'atteinte de l'objectif de gestion. La comparaison des captures historiques des pêcheurs ayant quitté la pêcherie depuis la mise en place du plan de gestion avec celles des pêcheurs continuant leur activité pourrait permettre d'évaluer l'impact de la diminution du nombre de pêcheurs sur le taux d'exploitation. Toutefois le taux d'exploitation est également impacté, à la hausse ou à la baisse, par d'autres mesures de gestion (suppression des relèves par exemple) ou des changements dans le marché de la civelle (diminution des prix par exemple).

On notera enfin que les conditions d'exploitation (nombre de jours de sortie de pêche, décision des jours de sorties, ...) a considérablement changé depuis l'entrée en vigueur du plan de gestion. La manière dont nous modélisons le taux d'exploitation (section II.3.3) se base néanmoins uniquement sur les données de 1980 à 2008 (antérieures à la mise en œuvre du plan de gestion). Il n'est pas possible de faire autrement, ni même d'indiquer dans quel sens cela pourrait biaiser nos résultats.

III.6. Influence des données provisoires

Le travail s'effectue avec les meilleures données disponibles pour les captures et pour le recrutement. Cela implique de travailler avec des données parfois provisoires, en particulier pour les dernières années. Dans tous les cas, la procédure d'établissement de la série de recrutement du WGEEL prévoit chaque année le calcul de l'ensemble de la série de recrutement, ce qui entraîne chaque année des variations dans l'ensemble de la série de recrutement. Si ces variations sont souvent modestes (décimale), en particulier pour les années les plus anciennes, elles peuvent être plus importantes (unité) pour les toutes dernières années compte tenu de la mise à jour des données provisoires, voire manquantes, dans le rapport précédent. Quant à la saison qui vient juste de s'écouler, nous utilisons les informations qualitatives et parcellaires en provenance du terrain sous la forme d'un intervalle de valeurs.

À noter cette année, l'introduction de nouvelles séries par le WGEEL (ICES 2021b) a entraîné une réévaluation notable des indices de recrutement autour des années 2015 entraînant une modification des taux d'exploitation estimés pour ces années (Figure II.6.).

Le poids des années récentes étant important dans les deux modèles, tout changement dans les indices de recrutement des années récentes (y compris la dernière saison) peut entraîner des variations relativement importantes dans les prédictions des recrutements futurs (de une à plusieurs unités) et par conséquent des variations importantes (plusieurs tonnes) dans l'estimation des quotas. Les variations des indices de recrutement passés entraînent également la révision du taux d'exploitation passé. Comme l'année dernière, une consultation a été réalisée par les organisations professionnelles auprès des pêcheurs à l'aide

d'un questionnaire destiné à collecter, entre autres, leur perception de l'abondance du recrutement de la saison 2021-2022 par rapport à celle de la saison 2020-2021 (Figure II.1.). Les résultats se sont avérés hétérogènes dans l'espace et plus optimistes que ceux que nous avons collectés auprès d'un panel d'acteurs (unités spécialisées migrateurs de l'OFB, scientifiques étrangers) qui ont bien voulu nous faire part de leur impression sur la saison qui vient de s'écouler. La prise en compte de tous ces avis nous a amenés à utiliser un recrutement du même ordre de grandeur que les années précédentes, relativement incertain tout en éliminant les baisses les plus drastiques. Le CS espère le maintien de cette consultation des pêcheurs dans le temps, les retours d'expérience permettront à terme de juger de la fiabilité de cet avis.

III.7. Ce qu'il faut retenir

On pourra retenir de ce document les points essentiels suivants :

- les résultats d'exploitation passés montrent que :
 - la réduction du nombre de pêcheurs ne permet pas à elle seule l'atteinte de l'objectif de gestion ;
 - depuis 2015, un quota autour de 30 à 50 t aurait permis d'être proche de l'objectif de gestion, alors que le quota adopté est de l'ordre de 60 à 70 t ;
 - les captures réelles se situent depuis 2017-2018 au-dessus de la cible de gestion et l'indicateur de taux d'exploitation augmente depuis 2013-2014 pour se situer désormais au-dessus de 70% (alors que l'objectif de gestion à 40%);
- l'analyse des résultats de la modélisation montre que
 - pour les dernières années, le modèle à 1 tendance a été pessimiste (il a prédit des recrutements en dessous de la réalité) et le modèle à 2 tendances a été optimiste (il a prédit des recrutements au-dessus de la réalité);
 - le modèle à une tendance avec une probabilité d'atteinte de l'objectif de 25 % et le modèle à 2 tendances avec une probabilité d'atteinte de l'objectif de 75 % présentent des performances proches et les plus acceptables pour atteindre l'objectif sans engendrer des restrictions plus fortes que nécessaire.

IV. Pics de migration des anguilles aux différents stades

Cette année, la saisine demandait explicitement d'estimer « les périodes de migration des anguilles par stade (civelle, anguille jaune et anguille argentée) et par unité de gestion de l'anguille (UGA) ». En 2020, le CIEM a organisé un atelier à la demande de la Commission Européenne afin de mettre en évidence les périodes de migration des anguilles aux différents stades à travers l'Europe (ICES 2020). Pour répondre à cette question, l'atelier a utilisé des données de débarquement, des données issues de suivis (comptages au passe, campagnes scientifiques, etc.) ainsi que sur la littérature scientifique. Quelques messages forts ressortaient au niveau européen que nous résumerons ici, avant de faire un focus plus particulier sur la saisonnalité des migrations et des débarquements en France.

- l'espèce effectue des migrations à deux stades, civelles / jeunes anguilles jaunes et anguilles argentées. A ces deux stades, on observe une saisonnalité marquée de la présence de l'anguille, centrée autour de quelques mois (3 à 5 mois), avec des patrons spatiaux également bien marqués.
- Il y a en général une bonne concordance entre données de suivis et données de captures, malgré quelques décalages locaux qui peuvent être liés à la configuration des sites (par exemple, si une passe est située en amont de la pêcherie, le pic de passage est retardé par le délai de migration et par l'effet de la pêcherie). Les fermetures saisonnières peuvent aussi affecter la temporalité vue au travers des débarquements, bien que les effets étaient assez limités au moment de l'atelier.
- Les processus migratoires et les patrons sont plus complexes en Méditerranée, où les données sont également plus rares.
- Bien qu'on puisse trouver des jeunes stades d'anguilles toute l'année, y compris dans le golfe de Gascogne (Desaunay et Guerault 1997), le pic de migration des civelles se concentre sur 4 ou 5 mois, alors que les débarquements sont centrés sur trois mois. L'arrivée commence vers le mois de septembre en Espagne, puis de plus en plus tard vers le Nord. En Méditerranée, le gros de l'arrivée des civelles a lieu entre décembre et mars bien que cela puisse être plus diffus localement (Kara et Quignard 2019).
- Pour l'anguille argentée, la migration commence de plus en plus tôt et dure d'autant plus longtemps que l'on s'éloigne de la mer des Sargasses. La saisonnalité dépend aussi de la position dans le bassin versant et peut parfois être bimodale. Ainsi, vers la mer Baltique, la migration peut commencer dès le mois d'avril avec un second pic en septembre/octobre. Plus à l'ouest et au sud, la migration commence en fin d'été avec un pic situé entre septembre et décembre. Enfin, en Méditerranée, la migration commence en fin d'année avec un pic entre décembre et février. Les patrons dans les captures peuvent varier localement selon les sites et les pratiques de pêche.
- Au stade anguille jaune, l'anguille a un compartiment plus sédentaire (Imbert et al. 2010) et on n'observe donc pas de saisonnalité aussi prononcée que pour les autres stades ni de patrons spatiaux. Les débarquements sont

plus diffus dans l'année. Malgré cela, l'anguille présente des pics saisonniers d'activité et de déplacement (Baras et al. 1998 ; Tesch 2003 ; Vøllestad 1986), mais ceux-ci sont très dépendants des conditions locales. De plus, les données sont plus limitées et le distinguo entre anguilles jaunes et anguilles argentées pas toujours clair. Les pics d'activités semblent encore plus diffus en eau douce qu'en eau de transition.

L'atelier s'est appuyé sur de nombreuses données provenant de France, où la littérature est également assez abondante. Il est donc possible d'affiner les conclusions pour les côtes françaises (les données sont intégralement disponibles dans le rapport de l'atelier pour des résultats encore plus fins). Ainsi, concernant la **civelle**, l'essentiel de la migration a lieu de décembre à mars dans le golfe de Gascogne, avec un début encore un peu plus précoce dans le sud-ouest (notamment en Adour) où la migration s'étend plutôt de novembre à février. Plus au Nord (Seine-Normandie, Artois-Picardie), le recrutement est plus tardif et s'étend de février à avril (seules des données de débarquement sont disponibles sur ces UGA). Pour l'**anguille argentée** en Loire, les débarquements sont concentrés entre novembre et janvier. Les quelques suivis scientifiques disponibles sur la façade Atlantique indiquent une migration un peu plus précoce (octobre/novembre). La période novembre/décembre est aussi la plus rapportée dans la littérature. En Méditerranée, le pic sur dans les lagunes est centré à peu près sur les mêmes périodes, d'octobre à décembre (Amilhat et al. 2008 ; Mollier 2021). Comme partout en Europe, les patrons d'activités de l'**anguille jaunes** sont plus diffus. On observe en général un pic d'activité printanier d'avril à juin, et parfois, quand les températures le permettent, un second pic plus tardif à l'automne (septembre/octobre). Le pic d'activité peut même couvrir la période estivale, notamment en Manche et mer du Nord. En eau douce, les pics sont encore plus étalés dans le temps. Le comité scientifique avait réalisé en 2011 une analyse visant à tester l'effet d'une fermeture saisonnière sur les débarquements en anguilles jaunes et argentées. S'appuyant sur les débarquements mensuels par UGA, il trouvait des résultats cohérents avec ceux énoncés dans l'atelier CIEM.

Références bibliographiques

Adam G., Feunteun E., Prouzet P., Rigaud C., 2008, L'anguille Européenne : Indicateurs d'abondance et de Colonisation. Savoir-Faire, Versailles, France, Quae.

Amilhat E., Farrugio H., Lecomte-Finiger R., Simon G., Sasal P., 2008, Silver Eel Population Size and Escapement in a Mediterranean Lagoon : Bages-Sigean, France. Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems 390–391, 5p1–5p11.

Aranburu A., Diaz E., Briand C., 2016, Glass Eel Recruitment and Exploitation in a South European Estuary (Oria Bay of Biscay). ICES Journal of Marine Science 73, 111–121.

Baras E., Jeandrain D., Serouge B., Philippart J.C., 1998, Seasonal variations in time and space utilization by radio-tagged yellow eels *Anguilla Anguilla* (L.) In a small stream. Hydrobiologia 371, 187–198.

Beaulaton L., Briand C., 2007, Effect of Management Measures on Glass Eel Escapement. ICES Journal of Marine Science 64, 1402–1413.

Beaulaton L., Briand C., Castelnaud G., De Casamajor, M-N, Lambert P., Berger V., Amilhat E., Jouanin C., 2012, Report on the Eel Stock and Fishery in France 2011/2012 (No. In Report of the Joint EIFAC/ICES Working Group on Eels (WGEEL), pp. 274346).

Bertrand L., 2009, Etude de l'impact de La Pêche à La Civelles Sur Les Estuaires de La Seudre et de La Charente Dans Le Cadre Du R'eglement Européen CE 1100/2007 Sur l'anguille (MASTER 2 PRO : Dynamique des Ecosystèmes Aquatiques). UFR Sciences & Techniques Côte Basque.

Bornarel V., Lambert P., Briand C., Beaulaton L., Antunes C., Belpaire C., Ciccotti E., Evans D., Diaz E., Diserud O.H., Dohery D., Domingos I., De Graaf M., Pedersen M., Poole R., O'Leary C., Walker A., Wickström H., Drouineau H., 2018, Modelling the Recruitment of European Eel (*Anguilla Anguilla*) throughout Its European Range. ICES Journal of Marine Science 75, 541–552.

Briand C., Buard E., Postic-Puivif A., 2012, Modélisation de La Capture de Civelles Dans l'estuaire de La Seudre Par l'utilisation Du Modèle GEMAC. Traitement des Données Des Saisons 2008-2009 et 2009-2010 (IAV, CREEA, EPTB Charente).

Briand C., Fatin D., Fontenelle G., Feunteun E., 2003, Estuarine and Fluvial Recruitment of the European Glass Eel, *Anguilla Anguilla*, in an Exploited Atlantic Estuary. Fisheries Management and Ecology 10, 377–384.

Bru N., Prouzet P., Lejeune M., 2009, Daily and Seasonal Estimates of the Recruitment and Biomass of Glass Eels Runs (*Anguilla Anguilla*) and Exploitation Rates in the Adour Open Estuary (Southwestern France). Aquatic Living Resources 22, 509–523.

Dekker W., 2000, A Procrustean Assessment of the European Eel Stock. ICES Journal of Marine Science 57, 938–947.

Desaunay Y., Guerault D., 1997, Seasonal and long-term changes in biometrics of eel larvae : A possible relationship between recruitment variation and North Atlantic ecosystem productivity. Journal of Fish Biology 51, 317–339.

Drouineau H., Beaulaton L., Lambert P., Briand C., 2016, GEREM (Glass-Eel Recruitment Estimation Model) : A Model to Estimate Glass-Eel Recruitment at Different Spatial Scales. *Fisheries Research* 174, 68–80.

Drouineau H., Vanacker M., Diaz E., Mateo M., Korta M., Antunes C., Delgado C.F., Domingos I., Zamora L., Beaulaton L., Lambert P., Briand C., 2021, Incorporating stakeholder knowledge into a complex stock assessment model : The case of eel recruitment. *Water* 13, 1136.

ICES, 2020, Workshop on the Temporal Migration Patterns of European Eel (WKEELMIGRATION) (No. VOLUME 2 | ISSUE 25). Copenhagen, Denmark.

ICES, 2021a, Joint EIFAAC/ICES/GFCM Working Group on Eels (WGEEL). ICES Scientific Reports 3.

ICES, 2021b, European eel (*Anguilla anguilla*) throughout its natural range.

Imbert H., Labonne J., Rigaud C., Lambert P., 2010, Resident and Migratory Tactics in Freshwater European Eels Are Size-Dependent. *Freshw Biol* 55, 1483–1493.

Kara M.H., Quignard J.P., 2019, Fishes in Lagoons and Estuaries in the Mediterranean 3A : Migratory Fish. John Wiley & Sons.

Mollier E., 2021, Caractérisation de la dynamique de dévalaison de l'anguille européenne dans un canal de drainage camarguais (thèse de doctorat). Rennes, Agrocampus ouest.

Rigaud C., Beaulaton L., Briand C., Charrier F., Feunteun E., Mazel V., Pozet F., Prévost E., Tréguier A., Verreault G., 2015, Le programme français de repeuplement en civelles : bilan des trois premières années de transferts (Rapport d'expertise). GRISAM.

Subbey S., Devine J.A., Schaarschmidt U., Nash R.D.M., 2014, Modelling and Forecasting StockRecruitment : Current and Future Perspectives. *ICES Journal of Marine Science* 71, 2307–2322.

Tesch F.W., 2003, *The Eel*. Oxford, UK, Blackwell Publishing.

Vøllestad L.A., 1986, Temperature-Dependent Activity of Brackish Water Yellow Eels, *Anguilla Anguilla* L. *Aquaculture Research* 17, 201–205.