

HYDROTAMIS

*Evaluation et amélioration de la qualité des captures de
civelles de l'UGA Loire, côtiers vendéens et Sèvre niortaise*



Novembre 2015

Fiche documentaire

Numéro d'identification du rapport : RST/STH/LBTH/2015.006 Diffusion : libre : ☒ restreinte : ☐ interdite : ☐ Validé par :		date de publication : novembre 2015 nombre de pages : 66
Titre de l'article : HYDROTAMIS / Evaluation et amélioration de la qualité des captures de civelles de l'UGA Loire, côtiers vendéens et Sèvre niortaise.		
Contrat n° DAJ / Rapport intermédiaire ☐ Rapport définitif ☒		
Auteur(s) principal(aux) : Alexis Pengrech (Corepem, coordinateur du projet) Benoit Vincent Fabien Morandeau		Organisme / Direction / Service, laboratoire STH/LBTH Lorient
Résumé : La qualité des captures de civelles occupe une importance croissante pour optimiser les projets de repeuplement en France et en Europe et pour mieux valoriser la production. Aussi le Comité régional des pêches maritimes et des élevages marins des Pays de la Loire (COREPEM) a initié une étude visant à améliorer la qualité des captures de civelles de l'UGA LCV, première unité de gestion nationale en nombre de licenciés et en volume de production. Pour réaliser cette étude, le COREPEM s'est appuyé sur l'Ifremer (Laboratoire de Technologie Halieutique de Lorient), le Syndicat mixte pour le développement de la pêche et de l'aquaculture en Pays de la Loire (SMIDAP) et l'Association des pêcheurs professionnels de Loire-Atlantique (AADPPMFEDLA). Ce projet se divise en 3 étapes majeures : (i) la réalisation d'un état initial de la qualité des captures, (ii) l'identification des causes de lésions et (iii) la proposition d'améliorations sur les tamis à civelles le cas échéant. Sur la base de l'échantillonnage puis de l'analyse de près de 6 000 civelles, la qualité des captures de l'UGA peut être qualifiée de bonne, voire de très bonne selon les secteurs. La Loire a toutefois été identifiée comme étant le secteur présentant la marge de progression la plus importante. Différents tests en estuaires et en bassins ont par la suite permis de mieux identifier les sources de lésion : les civelles arrivent dans le tamis en se dirigeant directement, sans ralentir, vers le fond de la réserve, où elles coincent leur queue au travers des mailles. Lorsque le fond de la réserve est colmaté, le piquage des queues peut se produire en amont. Les civelles présentent alors des légères lésions au niveau de la queue, une zone particulièrement impliquée dans l'osmorégulation. Une fois le mucus abîmé à cet endroit, le déséquilibre des échanges ioniques entraîne dans la plupart des cas la mort de la civelle au cours des premières heures de stabulation. Pour prévenir ce phénomène qui représente 77 % des lésions observées, en concertation avec les professionnels et les scientifiques, 3 prototypes de tamis ont été développés. La surface d'entrée a été conservée mais des dimensions plus importantes et un maillage adapté devaient en effet diminuer le risque de frottement de la civelle sur la toile, et le risque de maillage dans le fond de la réserve. Un de ces trois prototypes testés en conditions réelles de pêche par 3 navires au cours de 12 marées, durant la saison de pêche à la civelle 2014-2015, produit une qualité de civelles supérieure au tamis standard de l'ordre de 25 %. Parmi les perspectives de l'étude, il s'agira de proposer ce tamis aux professionnels de Loire dès la saison 2015-2016 tout en les sensibilisant à l'importance de pêcher à une vitesse limitée durant un temps réduit, des paramètres indispensables à une production de bonne qualité.		
Mots clés : civelle, UGA LCV, région Pays de la Loire, estuaires, pêcheurs professionnels, amélioration de la qualité des captures, tamis à civelles, hydrodynamisme.		
Ce rapport doit être cité comme suit : <i>Hydrotamis : évaluation et amélioration des captures de civelles au sein de l'Unité de gestion anguille Loire, côtiers vendéens et Sèvre niortaise, A. PENGRECH, F. MORANDEAU, B. VINCENT, nov. 2015</i>		

Le COREPEM et ses partenaires remercient l'ensemble des pêcheurs civiliers de l'UGA LCV pour leur contribution à cette étude, et tout particulièrement Mickaël VALLEE, Franck JOSNIN, Stéphane IVANIUK et Martial BARAUD qui ont bien voulu partager avec nous, leur savoir-faire en matière de pêche à la civelle.

Le COREPEM et ses partenaires remercient également Elisabeth ABILY pour la mise en forme du rapport et Nathalie PORCHER pour sa relecture.

Sommaire

1	Contexte.....	10
1.1	L'évolution de la population d'anguilles européennes	10
1.2	Le contexte réglementaire	11
1.3	La production d'anguilles en France et en Pays de la Loire.....	13
1.4	Le programme de repeuplement	13
1.5	Le guide des bonnes pratiques pour la filière pêche civelière et la mise en œuvre d'un programme de repeuplement à l'échelle communautaire	14
1.6	Les enjeux liés à la qualité des captures de civelle.....	14
1.7	Objectif de l'étude Hydrotamis	15
2	La pêche civelière au sein de l'UGA LCV	16
2.1	Description de la zone d'étude et localisation de la pêcherie	16
2.2	Description des pratiques de pêche par secteur	17
2.3	Caractéristiques des engins de pêche par secteur et mode de relève.....	18
2.4	Réglementation des tamis à civelles	21
3	Etat de référence.....	22
3.1	Evaluation des lésions à vitesse et durée du trait dirigées	22
3.2	Evaluation des lésions à vitesse et durée du trait habituelles (non-dirigées).....	27
4	Identification des sources de lésion et conception d'un tamis optimisé.....	33
4.1	Observations vidéo à l'intérieur du tamis	33
4.2	Observations à bord des navires	35
4.3	Essais en bassin à Boulogne sur Mer	36
5	Test des prototypes.....	51
5.1	Configuration des prototypes.....	51
5.2	Protocole	52
5.3	Résultats	55
5.4	Discussion	58
6	Discussion générale.....	60
6.1	Des tamis et des pratiques différents selon les secteurs	60
6.2	Les paramètres impliqués dans la qualité des captures.....	60
6.3	Des résultats à relativiser	61
6.4	Des professionnels impliqués et soucieux de la qualité de leur production.....	62
6.5	Perspectives de l'étude	62
7	Références bibliographiques.....	63
8	Annexe	64

Sommaire des Figures

Figure 1 : Débarquements totaux (tout stade de développement confondu) issus des rapports nationaux 2011 (l'ensemble des Etats membres n'ayant pas tous rapportés) ; la tendance a été corrigée sur les années où les données sont manquantes par simulation GLM (source : WGEEL, CIEM, 2011)	p. 10
Figure 2 : Série d'indice de recrutement française en civelles du Golfe de Gascogne de 1960 à 2008 (source : PGA français, 2010)	p. 11
Figure 3 : Indice de recrutement du WGEEL : recrutement estimé des civelles pour les séries de données « mer du Nord » et « ailleurs en Europe », de 1950 à 2013 (source : CIEM, 2013)	p.11
Figure 4 : Délimitation de l'Unité de gestion Anguille (UGA) en France métropolitaine (source : ONEMA, 2012)p.	12
Figure 5 : Localisation des zones de pêches à la civelle au sein de l'UGA LCV, le long de la façade maritime de la région des Pays de Loire	p.16
Figure 6 : Délimitation de l'Unité de gestion Anguilles Loire, côtiers vendéens et Sèvre niortaise (Source : PGA France, 2010)	p. 17
Figure7 : Schéma d'un tamis à civelle de type Loire ou baie de Bourgneuf, avec les 3 parties : (1) le cadre, (2) le cône et (3) la réserve (Source : COREPEM, 2015)	p.18
Figure 8 : Tamis et des systèmes de relève utilisés en Loire et en baie de Bourgneuf : (a) tamis de Loire immergé au bassin Ifremer de Boulogne/s mer, (b) relève d'un tamis en Loire, (c) système d'accroche du tamis en Loire et (d) système d'accroche du tamis en baie de Bourgneuf	p. 19
Figure 9 : Relève du tamis utilisé sur l'estuaire de la Vie	p.20
Figure 10: Tamis utilisé au niveau de l'estuaire du Lay	p. 20
Figure 11 : (a) trémie posée sur la caisse, (b) prélèvement des espèces accessoires, (c) civelles dans la caisse en polystyrène, (d) conditionnement des échantillons à bord.....	p.24
Figure 12: (a) débarquement des échantillons biologiques (civelles, espèces accessoires et débris végétaux), (b) plan de travail avec, de droite à gauche, le bain d'eugénol, la solution de carmin indigo et le bain de rinçage, (c) échantillon de civelles après balnéation et (d) tri des espèces accessoires	p. 24
Figure 13 : Comparaison des lésions corporelles d'indices 1 et 2 pour l'ensemble des secteurs de pêche de l'UGA LCV, à une vitesse moyenne de 3,6 nœuds et durant un temps de traîne moyen de 7,7 minutes (BB=baie de Bourgneuf, SN=Sèvre niortaise, points bleus=valeurs extrêmes, croix rouge= moyenne)	p. 26
Figure 14: Comparaison des lésions caudales d'indices 1 et 2 pour l'ensemble des secteurs de pêche de l'UGA LCV, à une vitesse moyenne de 3,6 nœuds et durant un temps de traîne moyen de 7,7 minutes (BB=baie de Bourgneuf, SN=Sèvre niortaise, points bleus=valeurs extrêmes, croix rouge= moyenne)	p. 26
Figure 15 : Qualité des captures de civelles pour les 5 secteurs de pêche de l'UGA LCV, à une vitesse moyenne inférieure de 3,6 nœuds durant un temps de traîne moyen de 7,7 minutes (BB=baie de Bourgneuf, SN=Sèvre niortaise, points bleus=valeurs extrêmes, croix rouge= moyenne)	p.27
Figure 16 : (a) conditionnement des échantillons et (b) civelles marquées après balnéation dans une solution d'eugénol puis de carmin indigo	p. 27
Figure 17: Comparaison des lésions corporelles d'indices 1 et 2 pour l'ensemble des secteurs de pêche de l'UGA LCV (BB=baie de Bourgneuf, SN=Sèvre niortaise, points bleus=valeurs extrêmes, croix rouge=moyenne).....	p.28
Figure 18 : Comparaison des lésions caudales d'indices 1 et 2 pour l'ensemble des secteurs de pêche de l'UGA LCV (BB=baie de Bourgneuf, SN=Sèvre niortaise, points bleus=valeurs extrêmes, croix rouge=moyenne).....	p.29

Figure 19 : Qualité des captures de civelles pour les 5 secteurs de pêche de l'UGA LCV, selon les habitudes des professionnels (BB=baie de Bourgneuf, SN=Sèvre niortaise, points bleus=valeurs extrêmes, croix rouge=moyenne)	p. 30
Figure 20 : Qualité des captures de civelles pour chaque secteur de l'UGA LCV, à vitesse et temps de traîne dirigés (en bleu), et selon les habitudes des professionnels (en gris) (BB=baie de Bourgneuf, SN=Sèvre niortaise)	p.31
Figure 21 : Qualité des captures de civelles pour chaque secteur de l'UGA LCV, à vitesse et temps de traîne dirigés (en bleu), et selon les habitudes des professionnels (en gris) (BB=baie de Bourgneuf, SN=Sèvre niortaise)	p. 33
Figure 22 : Captures d'écran d'une vidéo réalisée à partir de la fixation de 3 caméras à l'intérieur d'un tamis à civelles (Nantes, le 13/05/2015, Ifremer Lorient).....	p.35
Figure 23 : Maillage des civelles (phénomène aussi appelé « queutage » ou « piquage ») au travers des mailles du tamis	p. 35
Figure 24 : Plans des prototypes testés en bassin compte-tenu des premières observations (2 cônes et 2 réserves interchangeables pour 4 configurations différentes possibles)	p. 36
Figure 25 : Mesure LDV (rayons à gauche) et vitesse micro moulinet (à droite)	p. 37
Figure 26 : Test du tamis de référence Loire, la vitesse veine (référence) utilisée ici est de 1,2m/s	p. 37
Figure 27 : Profil A	p. 38
Figure 28 : Profil B	p.38
Figure 29 : Profil B	p. 39
Figure 30 : Profil A	p. 39
Figure 31 : Profil C	p. 40
Figure 32 : Profil B	p. 40
Figure 33 : Réserve opacifiée	p. 41
Figure 34 : Profil D	p. 39
Figure 35 : Profil A	p. 42
Figure 36 : Traînée des tamis en fonction de la vitesse de veine	p.42
Figure 37 : Traînée des tamis modifiés. Effet du fond de réserve opaque	p. 43
Figure 38 : Discretisation plutôt grossière d'un tamis à civelle et représentation de la vitesse de l'eau en coupe	p.46
Figure 39 : Configurations simulées	p. 46
Figure 40 : Graphique des traînées mesurées et simulées en fonction de la vitesse. On observe une différence de traînée importante entre la mesure (exp) et les valeurs obtenues par calcul en supposant l'écoulement uniforme, i.e. non perturbé par la toile à tamis (unif)	p. 47
Figure 41 : Comparaison des traînées mesurées (exp) et simulées (sim). Les intervalles d'erreurs des valeurs simulées sont obtenus par la prise en compte des extrêmes des diamètres de fil	p 47
Figure 42 : Champ de vitesse autour et dans le tamis. La vitesse au loin (vitesse de remorquage) est en rouge et la vitesse minimum en bleu. Le tamis est représenté en coupe par une distribution de forces volumiques en dégradé de gris	p. 48

Figure 43 : Tamis représenté par ses efforts sur le fluide et champs de vitesse sur un plan de coupe avec un maillage plus fin	p. 48
Figure 44 : Echanges entre professionnels, scientifiques et partenaires techniques devant un tamis immergé au bassin d'essais de l'Ifremer (Lorient, le 25 novembre 2014).....	p.49
Figure 45 : Caractéristiques du tamis standard et des 3 prototypes testés en condition réelle	p. 52
Figure 46 : carte de l'estuaire de la Loire qui présente les 3 sites de test des prototypes Hydrotamis : Paimboeuf, Cordemais et Nantes (source : www.marinetloire.fr)	p. 53
Figure 47 : Vidange d'un tamis lors des tests réalisés sur le navire A (Paimboeuf)	p. 54
Figure 48 : Vidange d'un tamis lors des tests réalisés sur le navire B (Cordemais)	p.55
Figure 49 : Vidange d'un tamis lors des tests réalisés sur le navire C (Nantes)	p.55
Figure 50 : Occurrence des lésions corporelles de niveau 1 entre chaque prototype et le tamis standard (ST= tamis standard, PR= prototype, points bleus=valeurs extrêmes, croix rouge=moyenne)	p. 56
Figure 51 : Occurrence des lésions corporelles de niveau 2 entre chaque prototype et le tamis standard (ST= tamis standard, PR= prototype, points bleus=valeurs extrêmes, croix rouge=moyenne)	p. 56
Figure 52 : Occurrence des lésions caudales de niveau 1 entre chaque prototype et le tamis standard (ST= tamis standard, PR= prototype, points bleus=valeurs extrêmes, croix rouge=moyenne)	p. 57
Figure 53 : Occurrence des lésions caudales de niveau 2 entre chaque prototype et le tamis standard (ST= tamis standard, PR= prototype, points bleus=valeurs extrêmes, croix rouge=moyenne)	p. 58
Figure 54 : Représentation schématique des différents facteurs liés à la qualité des captures de civelles	p. 61

Sommaire des Tableaux

Tableau 1 : Durée, vitesse et nombre de traits par marée et par secteur de pêche au sein des Pays de la Loire, DD=données déficientes (Source : COREPEM, SMIDAP, 2012)	p. 17
Tableau 2 : Caractéristiques des tamis à civelles par secteur de pêche de l'UGA LCV ; man. = manuel, hyd.= hydraulique (Source : COREPEM, SMIDAP, 2012, 2015)	p.19
Tableau 3 : Règlementation des tamis à civelles (Source : arrêté préfectoral 96/2077 du 6 décembre 1996)	p. 21
Tableau 4 : Caractéristiques des tamis et des navires	p. 22
Tableau 5 : Caractéristiques de chaque trait et nombre de civelles échantillonnées	p. 23
Tableau 6 : Combinaisons possibles de lésions sur le corps et la queue des civelles après baignade dans une solution de carmin indigo ; 0=absence de lésion, 1=lésion de faible intensité, 2= lésion de forte intensité (Source : Briand et al, 2008)	p. 25
Tableau 7 : Dénombrement et caractérisation des lésions sur le corps et la queue des civelles (indice 0=absence de lésion, 1=lésion de faible intensité, 2= lésion de forte intensité), pour chacune des 5 zones de pêche de l'UGA LCV, à une vitesse moyenne de 3,6 nœuds et durant un temps de traîne moyen de 7,7 minutes	p. 25
Tableau 8 : Dénombrement et caractérisation des lésions sur le corps et la queue des civelles, selon les pratiques des professionnels de chacune des 5 zones de pêche de l'UGA LCV	p. 28
Tableau 9 : Moyenne pondérée de la qualité des captures de civelles de l'UGA selon le nombre de professionnels travaillant dans chaque secteur	p. 32
Tableau 10 : Configuration et surface de toile	p. 43
Tableau 11 : Résultats de traînée (Newton) pour les deux configurations simulées à la vitesse de 1.4 m/s. L'écart à la mesure s'entend comme le plus petit écart (en tenant compte de l'incertitude sur le diamètre du fil) entre le calcul de traînée en écoulement uniforme et le calcul de traînée en simulant l'écoulement. Maillage à dx=0.1.	p. 47
Tableau 12 : Plan des tests réalisés (en gris, les marées dont les résultats n'ont pas été exploités)	p. 54
Tableau 13 : Comparaison de la qualité des captures de civelle pêchées avec un tamis standard d'une part et l'un des 3 prototypes d'autre part, lors de 10 marées expérimentales (en vert=qualité produite par le prototype supérieure à celle du tamis standard, en rouge= qualité produite par le prototype inférieure à celle du tamis standard)	p. 55
Tableau 14 : Comparaison entre les qualités moyennes issues du tamis standard et de chacun des 3 prototypes testés	p. 58

Acronymes

AADPPMFEDLA	Association agréée départementale des pêcheurs professionnels maritimes et fluviaux en eau douce de Loire-Atlantique
ARA France	Association pour le repeuplement de l'anguille en France
CITES	Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction
CMEA	Commission des milieux estuariens et des poissons amphihalins
CNPMEM	Comité national des pêches maritimes et des élevages marins
COGEPOMI	Comité de gestion des poissons migrateurs
CONAPPED	Comité national de la pêche professionnelle en eau douce
COREPEM	Comité régional des pêches maritimes et des élevages marins des Pays de la Loire
DIRM	Direction interrégionale de la mer
DPMA	Direction des pêches maritimes et de l'aquaculture
FAO	Food and agriculture organization
FFP	France filière pêche
ICES	International council for the exploration of the sea (CIEM)
INRA	Institut national de recherche en agronomie
IRSTEA	Institut de recherche en sciences et techniques pour l'environnement et l'agriculture
MNHN	Museum national d'histoire naturelle
ONEMA	Office national de l'eau et des milieux aquatiques
PGA	Plan de gestion anguille
SMIDAP	Syndicat mixte pour le développement de l'aquaculture et de la pêche en Pays de la Loire
TAC	Total admissible de capture
SEG	Sustainable Eel Group
UGA LCV	Unité de gestion Anguille Loire, côtiers vendéens et Sèvre niortaise
WWF	World Wildlife Fund

1 Contexte

1.1 L'évolution de la population d'anguilles européennes

Dès les années 50 en mer du Nord et en mer Baltique, une diminution de l'abondance de la population d'anguilles européennes est observée. Cette diminution se généralise ensuite à l'ensemble des Etats membres concernés. Elle peut s'observer au travers des données de débarquement, tout stade confondu (figure 1, CIEM, 2011).

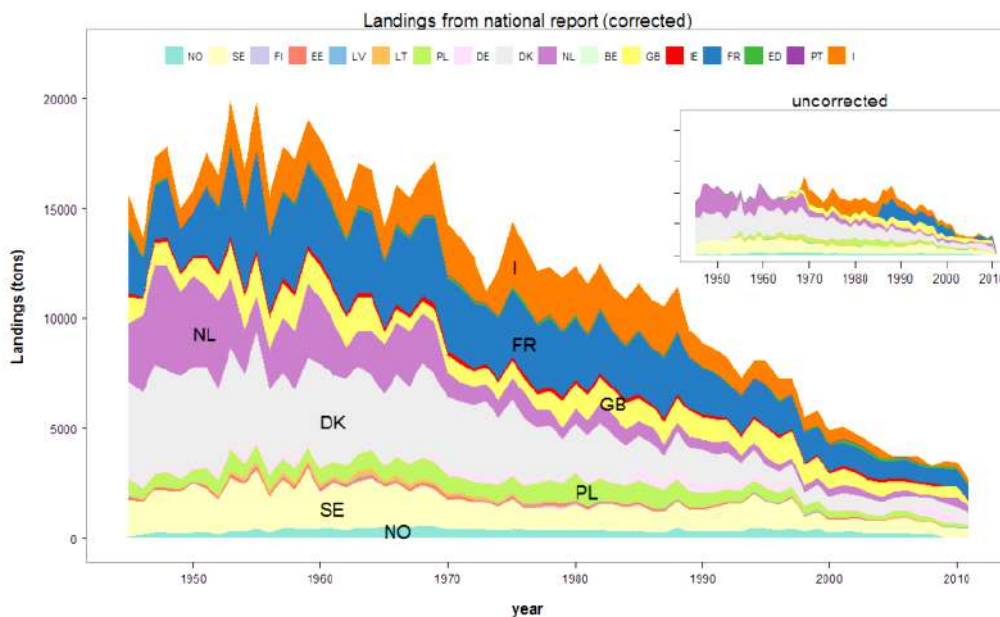


Figure 1 : Débarquements totaux (tout stade de développement confondu) issus des rapports nationaux 2011 (l'ensemble des Etats membres n'ayant pas tous rapportés) ; la tendance a été corrigée sur les années où les données sont manquantes par simulation GLM (source : WGEEL, CIEM, 2011)

Vu de la France, les recrutements en civelles suivent la même tendance à partir des années 80, sur les différents bassins suivis (figure 2). La situation française fait état d'une diminution à la fois sur le stade civelle (8 % par an depuis 1980) et sur les stades jaunes et argentés (3,4 % par an depuis 1983).

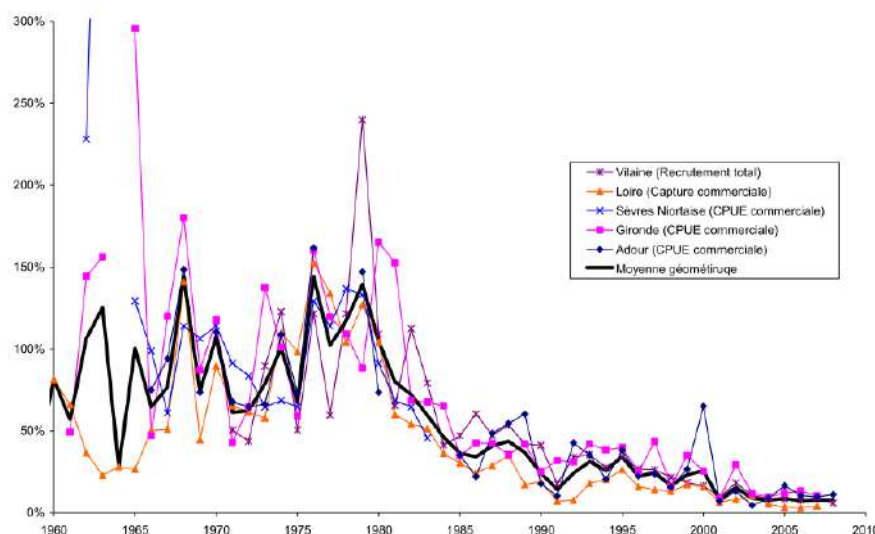


Figure 2 : Série d'indice de recrutement française en civelles du Golfe de Gascogne de 1960 à 2008 (source : PGA français, 2010)

Si les fluctuations naturelles du recrutement en civelles peuvent expliquer une diminution temporaire de l'anguille européenne, elles ne sont pas suffisantes pour expliquer la forte chute du nombre d'alevins arrivant dans les estuaires depuis les années 80 (FAO, 2007 et CIEM, 2008). Plusieurs causes, qui sans doute cumulent leurs effets, sont évoquées pour expliquer cette diminution des stocks : entrave à la libre circulation, pollution, disparition des zones humides, pêche...

Dans une étude portant sur les prises accessoires, Gascuel (1984) précise que la civelle est ciblée par près de 1 800 pêcheurs en 80-81, pour un tonnage débarqué d'environ 1 000 tonnes. La valeur de cette production, essentiellement destinée à l'exportation, contribuait alors à la fois à la survie de la pêche côtière artisanale et à l'équilibre de la balance commerciale. Pour l'année 89, Castelnaud (1994) a recensé 4 360 pêcheurs français, dont 1 160 pêcheurs professionnels et 3 200 pêcheurs récréatifs. Le volume débarqué atteignait alors 520 tonnes de civelles, représentant un chiffre d'affaires de plus de 200 millions de francs, soit environ 30 millions d'euros.

La pêche dans son ensemble a été ciblée comme étant l'un des facteurs de mortalité de l'anguille responsable du déclin général observé.

Depuis la saison de pêche à la civelle 2011-2012, les professionnels observent toutefois un inversement de cette tendance, confirmée depuis par la communauté scientifique (figure 3). Les arrivées de civelles observées en France durant la saison 2013-2014 ont d'ailleurs été les plus importantes des 15 à 20 dernières années (CNPMEM, CONAPPED, juin 2015). Le groupe d'experts, mandaté par le Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie pour proposer un niveau de TAC (Total Admissible de Capture) de civelles pour la saison 2014-2015 considère, pour expliquer ce phénomène imprévu, un possible effet des mesures initiées par les plans de gestion à l'échelle européenne, en tenant compte des durées de migrations transatlantique. Pour autant, *« le changement de régime qui semble se dessiner, pourrait aussi être induit par des modifications environnementales. Nous ne disposons pas actuellement d'élément pour relativiser la part effective des effets des plans de gestion par rapport à ceux liés à l'environnement »* (INRA, ONEMA et IRSTEA, juillet 2014).

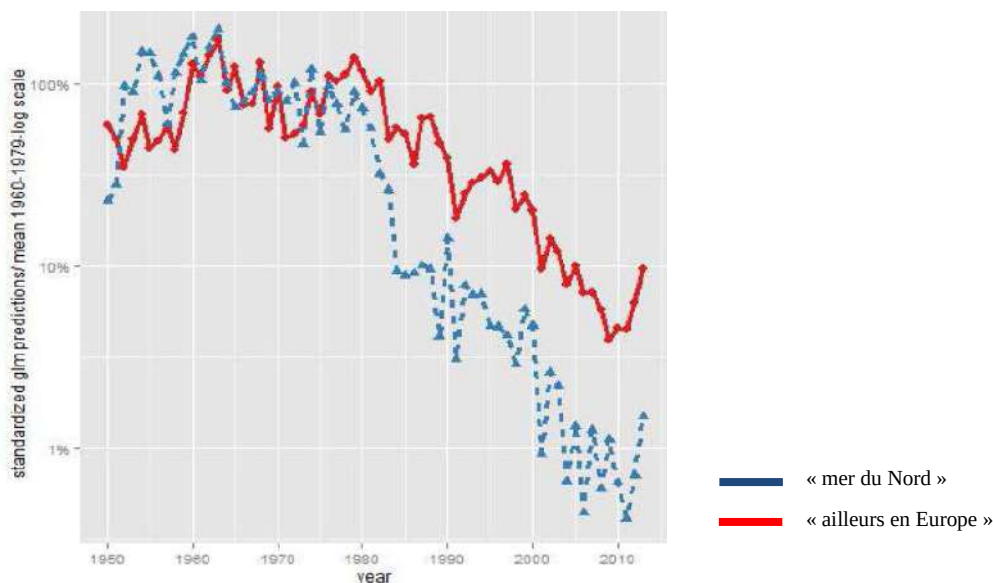


Figure 3 : Indice de recrutement du WGEEL : recrutement estimé des civelles pour les séries de données « mer du Nord » et « ailleurs en Europe », de 1950 à 2013 (source : CIEM, 2013)

1.2 Le contexte réglementaire

Dès le début des années 90, les comités de gestion des poissons migrateurs (COGEPOMI) investissent le sujet et instaurent des plans de gestion à l'échelle des bassins hydrographiques.

Au niveau communautaire, le règlement n°1 100 est adopté par la Commission européenne en 2007. Il impose la mise en place d'un plan de gestion national par chaque Etat membre concerné, avec un objectif de réduction de la mortalité anthropique permettant *« d'assurer avec une grande probabilité un taux d'échappement vers la mer d'au moins 40 % de la biomasse d'anguilles argentées correspondant à la*

meilleure estimation possible du taux d'échappement qui aurait été observé si le stock n'avait subi aucune influence anthropique ».

Chaque Etat membre doit ainsi élaborer un plan de gestion pour l'anguille, à l'exception des Etats dont les bassins hydrographiques de leur territoire ne peuvent être définis comme constituant un habitat naturel de l'anguille européenne.

Le règlement établit également, dans le cadre de la pêche de l'anguille de moins de 12 cm, un pourcentage des captures destiné au repeuplement qui doit atteindre 60 % au plus tard le 31 juillet 2013.

Enfin, lorsqu'un Etat membre pratique la pêche de l'anguille dans les eaux communautaires, le règlement impose une réduction de 50 % de l'effort de pêche ou des captures par pêche par rapport à l'effort moyen déployé ou à la moyenne des captures enregistrées entre 2004 et 2006.

En conséquence de ce règlement, le Plan de gestion Anguille de la France est validé le 15 février 2010 par la Commission européenne. Il définit les objectifs suivants :

- réduction de la mortalité par pêche de 60 % en 2015 par rapport à la période de référence 2003-2008 pour chaque stade développement de l'espèce (civelle, anguille jaune et anguille argentée),
- réduction de la mortalité liée aux autres facteurs anthropiques de 50 % en 2015 par rapport à la situation 2003-2008 et 75 % en 2018,
- réservation de 5 à 10 % de la production nationale de civelles à des fins de repeuplement sur les bassins français.

En parallèle, il fragmente le territoire national en 9 Unités de gestion anguilles (UGA), zones se superposant aux grands bassins hydrographiques français (figure 4), et il impose une gestion de la ressource par quota de pêche.

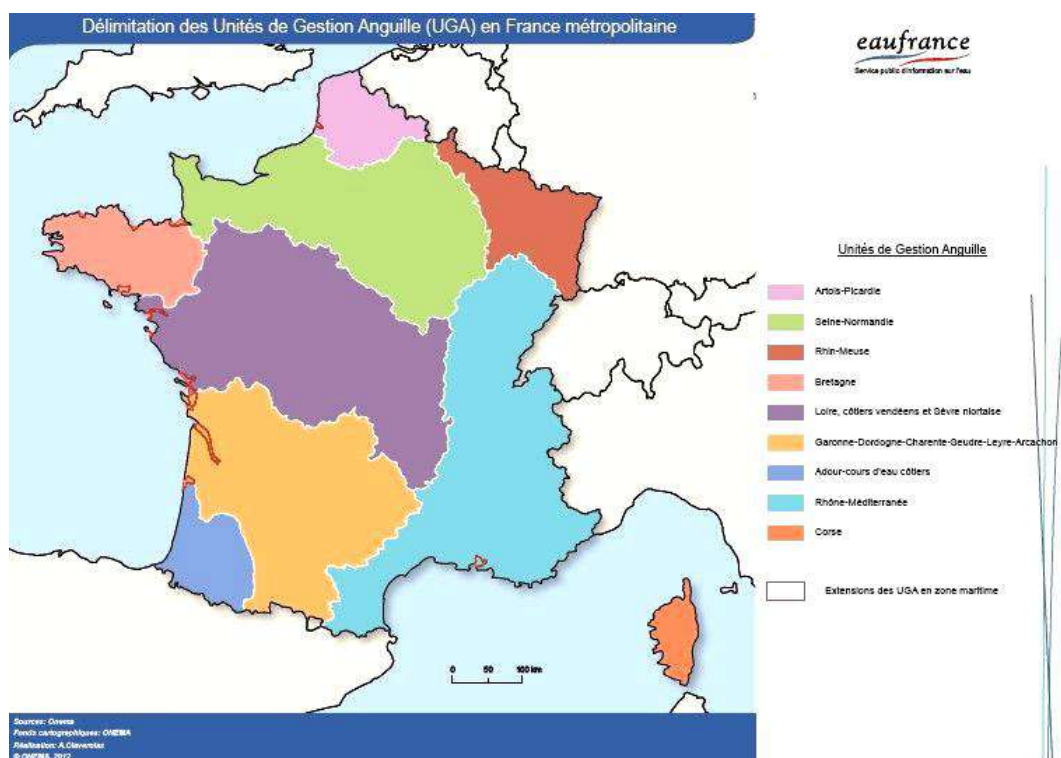


Figure 4 : Délimitation des Unités de Gestion Anguille (UGA) en France métropolitaine (source : ONEMA, 2012)

En outre, l'inscription de l'espèce *Anguilla anguilla* le 13 mars 2009 à l'annexe II de la CITES (Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction) fait suite à la situation jugée préoccupante de l'état du stock. Le 6 décembre 2010, le Conseil de la CITES décide d'interdire l'exportation hors de l'Union européenne des alevins d'anguille. Le commerce de la civelle vers le marché le plus demandeur et le plus rémunérateur que constitue l'Asie est visé par cette démarche.

Ces évolutions réglementaires brutales impactent la situation socio-économique des professionnels civeliers, dont les effectifs ont diminué de 44 % depuis 2009.

1.3 La production d'anguilles en France et en Pays de la Loire

En France, la production d'anguilles est divisée entre la pêche à la civelle en zone estuarienne d'une part et la pêche d'anguilles jaunes et argentées en rivières, lagunes et zones estuariennes d'autre part (FranceAgriMer, 2014).

La pêche à la civelle est pratiquée le long des façades Atlantique et Manche par près de 540 entreprises, en 2015 (CNPMM, CONAPPED, 2015). La production durant la saison de pêche 2014-2015 est évaluée à près de 36 tonnes, pour un quota de 75 tonnes (DPMA, mai 2015).

Les civelles pêchées en France sont globalement destinées à l'export, vers 2 marchés principaux :

- la consommation humaine directe et indirecte (en Espagne au stade civelle et en Europe du Nord, après grossissement en ferme aquacole),
- le peuplement ou repeuplement de zones semi-fermées ou fermées pour favoriser la reconstitution du stock d'anguilles ou à des fins halieutiques.

Du fait de sa situation géographique par rapport à l'afflux de civelles, la France représente entre 65 et 70 % de la production européenne et constitue de fait, malgré la diminution de la production, le principal pourvoyeur d'alevins d'anguilles européennes. Le potentiel aquacole français d'anguilles est cependant faible voire inexistant.

En région des Pays de la Loire, la pêche de l'anguille et plus particulièrement la pêcherie civelière, occupe une place de premier plan. Cette région constitue la majeure partie de l'Unité de gestion Anguille Loire, côtiers vendéens et Sèvre niortaise (UGA LCV) qui détient 52 % du quota national de civelles. Cette part est répartie entre 200 entreprises de pêche, dont 170 entreprises ligériennes (150 entreprises maritimes et 20 entreprises d'origine fluviale). Selon une enquête menée auprès des pêcheurs civeliers par le COREPEM et le SMIDAP en 2012, la part du chiffre d'affaires annuel lié à la civelle s'élèverait à 40 %.

Outre les dimensions historiques et patrimoniales, cette pêcherie leur fournit une activité et un revenu durant la période hivernale, qui offre peu d'alternatives pour ces unités de moins de 12 m.

1.4 Le programme de repeuplement

Conformément au Règlement européen n°1100/2007, le 31 juillet 2013 au plus tard, 60 % des civelles capturées chaque année doivent être destinées au repeuplement des cours d'eau se trouvant sur le territoire des Etats membres pratiquant la pêche à la civelle. Parmi ces 60 %, le Plan de gestion français de l'anguille impose le relâché de 5 à 10% de la production totale au sein même des UGAs dans lesquelles ces civelles ont été capturées.

L'objectif du programme de repeuplement consiste à accélérer la reconstitution du stock d'anguilles européennes, en augmentant la biomasse d'anguilles argentées qui pourront rejoindre la mer pour s'y reproduire.

Les sites d'alevinage sont sélectionnés au regard de différents critères : pollution du milieu, densité en anguilles, présence d'une pêcherie professionnelle ou récréative, obstacle à la dévalaison et critères de croissance. Les sites retenus sont favorables au développement de l'anguille, mais elle y est soit absente, soit en sous-densité, souvent à cause d'obstacles empêchant en partie ou en totalité leur montaison. Ces ouvrages ne posent toutefois aucun problème à la dévalaison.

Selon le protocole élaboré conjointement par l'ONEMA et le MNHN qui encadre ces opérations, chaque étape des projets est conçue de manière à limiter le stress occasionné chez les civelles et ainsi s'assurer qu'un maximum d'entre elles pourront s'adapter à leur nouveau milieu.

La qualité des civelles capturées est évaluée sur 2 lots de 50 civelles pêchées de manière aléatoire dans le vivier du mareyeur, la veille de l'opération de déversement, après un minimum de 6 jours de stabulation. Le taux de mortalité est évalué 15 jours après le déversement, en laboratoire et dans le milieu de déversement (enceintes immergées). Parmi les conditions de réussite d'un projet de repeuplement, la qualité des civelles est prépondérante.

1.5 Le Guide des bonnes pratiques pour la filière pêche civelière et la mise en œuvre d'un programme de repeuplement à l'échelle communautaire

Le Guide des bonnes pratiques pour la filière pêche civelière, élaboré en 2011 par le Comité national des pêches maritimes et des élevages marins (CNPMM), le Comité national de la pêche professionnelle en eau douce (CONAPPED), l'Association pour le repeuplement de l'anguille en France (ARA France) et le World Wildlife Fund France (WWF), est un document de référence destiné à définir les bonnes pratiques de pêche civelière dans le cadre d'un marché croissant pour le repeuplement. Il concerne aussi la pêche à destination des marchés de la consommation et la mise en œuvre d'un programme de repeuplement à l'échelle communautaire.

Pour ce qui est de la qualité des captures, ce guide précise qu'elle dépend essentiellement de l'association de 3 paramètres :

- la vitesse de déplacement du navire en pêche,
- la durée du trait en pêche,
- la configuration du filet.

Il précise aussi que le taux de mortalité des alevins débarqués, mesuré à l'issue de la phase de stabulation en bassin, reste inférieur à 8-10 % dans le cas d'une civelle de bonne qualité. Un produit de très bonne qualité présente un taux de mortalité inférieur à 5 % dans les mêmes conditions.

Ce guide a donné lieu à la création d'une charte de bonnes pratiques qui a pour objet de définir les conditions de pratique de la pêche et de stockage de la civelle jusqu'à la vente du produit à une entreprise de mareyage agréée, devant permettre d'assurer la bonne qualité des alevins. Elle reprend de manière synthétique certains points du guide des bonnes pratiques, en rappelant notamment les vitesses de déplacement et la durée du trait recommandées pour une production de bonne qualité. Pour obtenir la licence CMEA (donnant au détenteur le droit de pêcher les poissons amphihalins et les ressources estuariennes, dont la civelle), qu'il s'agisse d'un renouvellement ou d'une nouvelle demande, le pêcheur professionnel doit s'engager à en respecter les différents termes.

1.6 Les enjeux liés à la qualité des captures de civelle

Les évolutions rapides du contexte de cette pêcherie imposent aux professionnels des capacités d'adaptation importantes pour se conformer aux exigences réglementaires et exploiter au mieux un marché européen limité.

Alors que l'objectif était auparavant quantitatif, l'instauration de quotas oblige désormais les professionnels à s'orienter vers une production de civelles de meilleure qualité, sur laquelle ils peuvent intervenir directement.

Avant le développement du marché du repeuplement et l'instauration de quotas, l'objectif consistait à pêcher le plus possible, au détriment de la qualité. On parlait alors de « course au poisson ». Un suivi effectué en Loire en 2002 (Leroux et Guigues) indique que le taux de mortalité, deux jours après la pêche, variait de 18 à 78 %. En 2011, Briand et ses collaborateurs précisent qu'en 2007, en Vilaine, le taux de mortalité s'échelonnait de 2 à 82 %, pour une moyenne de 42 % dans les deux jours suivant la pêche.

Depuis, les professionnels ont compris l'importance de produire des civelles de bonne qualité, pour optimiser les opérations de repeuplement en France et en Europe, et pour mieux valoriser la quantité de civelles qu'ils peuvent pêcher durant la saison.

Une excellente qualité de civelle permet :

- (i) un meilleur taux de survie dans les opérations de repeuplement en France et en Europe,
- (ii) une meilleure exploitation du quota (toute capture est déduite du quota, même si elle meurt en vivier suite à des lésions causées par la pêche),
- (iii) une meilleure valorisation de la production (coût de rachat par le mareyeur qui peut varier selon la qualité de la civelle),
- (iv) prétendre à des certifications qui permettent de distinguer une production, pour rassurer les acheteurs intermédiaires et le consommateur final.

1.7 Objectif de l'étude Hydrotamis

Cette étude vise à améliorer la qualité des captures de civelles de l'UGA LCV, (i) en réalisant un état de référence, (ii) en identifiant les causes responsables des lésions, (iii) en proposant des modifications sur les tamis le cas échéant et plus globalement, en sensibilisant les professionnels à l'amélioration de la qualité des captures.

Le présent document constitue le rapport final du projet Hydrotamis, cofinancé par France Filière Pêche, la Région des Pays de la Loire, l'Ifremer et le Comité régional des pêches maritimes et des élevages marins des Pays de la Loire (COREPEM). Réalisé d'octobre 2013 à juillet 2015, ce projet a été mené par le COREPEM en partenariat avec l'Ifremer, le Syndicat mixte pour le développement de la pêche et de l'aquaculture en Pays de la Loire (SMIDAP) et l'Association des pêcheurs maritimes et fluviaux en eau douce de Loire Atlantique (AADPPMFEDLA).

2 La pêche civelière au sein de l'UGA LCV

2.1 Description de la zone d'étude et localisation de la pêcherie

L'Unité de gestion anguilles Loire, côtiers vendéens et Sèvre niortaise recouvre 9 régions et 28 départements. D'un point de vue hydrographique, elle concerne 33 bassins et sous-bassins versants sur une surface totale de 117 000 km². Elle comprend les cours d'eau inscrits dans le bassin hydrographique de la Loire (102 000 km²), ainsi que les cours d'eau côtiers vendéens et la Sèvre niortaise, dont le cours inférieur forme pour partie la limite avec la région Poitou-Charentes, soit environ 15 000 km² supplémentaires (figures 5 et 6).



Figure 5 : Localisation des zones de pêches à la civelle au sein de l'UGA LCV, le long de la façade maritime de la région des Pays de Loire)

L'UGA LCV comprend 5 secteurs principaux identifiés comme lieu d'exercice de la pêche professionnelle de la civelle, sur lesquels sont répartis quelques 200 pêcheurs, 180 pêcheurs maritimes et 20 pêcheurs fluviaux (figure 6). Du nord au sud, il s'agit de l'estuaire de la Loire, de la baie de Bourgneuf, et des estuaires de la Vie, du Lay et de la Sèvre niortaise.



Figure 6 : Localisation des zones de pêche à la civelle au sein de l'UGA LCV

Ces secteurs présentent des caractères hydro-morphologiques différents, au sein desquels les professionnels ont adapté leur méthode de pêche et leur tamis.

2.2 Description des pratiques de pêche par secteur

Afin de caractériser la pêcherie à l'échelle des Pays de la Loire, le COREPEM et le SMIDAP ont réalisé en 2012 une enquête auprès des professionnels de chaque secteur. Le tableau suivant synthétise les résultats de cette enquête, pour ce qui concerne les pratiques de pêche (tableau 1).

Tableau 1 : Durée, vitesse et nombre de traits par marée et par secteur de pêche au sein des Pays de la Loire, DD=données déficientes (Source : COREPEM, SMIDAP, 2012)

Secteur de pêche UGA LCV	Nbre de pêcheurs enquêtés	Nbre de pêcheurs (2012)	Pêcheurs enquêtés (%)	Durée du trait (nds)	Vitesse du trait (mn)	Nbre de traits par marée
Loire	26	77	33,8	7,71	3,69	38,38
Baie de Bourgneuf	22	45	48,9	7,02	3,52	52,25
Vie	13	18	72,2	5,38	2,79	DD
Lay	14	20	70,0	13,54	2,66	18,29
Sèvre niortaise	3	12	25,0	6,70	3,33	DD
Moyenne pondérée	-	-	-	7,89	3,41	DD

Selon les données collectées au cours de cette enquête, la durée, la vitesse et le nombre de traits varient d'un secteur à l'autre. D'après les professionnels, ces paramètres sont définis selon les habitudes et la configuration des zones de pêche. La civelle est parfois pêchée dans des « cuvettes » ou dans des « niches » où elle se concentre. Sur les rives de la Loire par exemple, il peut s'agir d'étiers ou encore d'espaces délimités par des pontons ou par des bancs de sable émergents qui définissent parfois des zones de pêche. Il peut aussi s'agir de trous où la profondeur y est plus importante et où la civelle se concentre naturellement. La vitesse doit y être réduite et la durée du trait est alors conditionnée par le temps que met le navire pour parcourir la zone de pêche.

Ainsi, les pêcheurs du Lay laissent leurs tamis immergés dans l'eau durant près de 14 minutes alors que dans les autres secteurs, la durée du trait varie entre 5 et 8 minutes. Le Lay est aussi la zone où la civelle est pêchée le plus lentement avec une vitesse moyenne d'environ 2,7 nœuds. La vitesse maximum est observée sur la Loire avec, en moyenne, une vitesse déclarée atteignant 3,7 nœuds.

Le système de relèvement des engins influence par ailleurs le temps de pêche. Les pêcheurs de Loire et de baie de Bourgneuf relèvent leurs tamis manuellement, tandis que les professionnels des 3 estuaires du sud de l'UGA disposent de systèmes de relèvement hydraulique.

Le nombre de traits par marée semble aussi varier par zone de pêche, avec environ 18 traits pour le Lay contre 38 et 52 pour la Loire et la baie de Bourgneuf.

A l'échelle de l'UGA, la durée moyenne du trait équivaut à 7,9 minutes pour une vitesse de 3,4 nœuds. Les données ne sont pas assez complètes pour obtenir une moyenne du nombre de traits par marée.

Quelle que soit la zone de pêche, selon cette enquête, les pêcheurs déclarent respecter les conditions de pêche définies dans le Guide des bonnes pratiques pour la filière pêche civelière et la mise en œuvre d'un programme de repeuplement à l'échelle communautaire. Ce document indique en effet qu'une vitesse de 4 nœuds pour un engin de surface, et une durée de traîne de 10 à 15 minutes permettent d'atteindre les objectifs de qualité de civelle recherchés.

2.3 Caractéristiques des engins de pêche par secteur et mode de relèvement

Un tamis à civelle, ou « pibalour », est constitué de 3 parties (figure 7). De forme ronde, carrée ou rectangulaire, le cadre (1) définit l'ouverture du tamis. Une toile en forme de cône, aussi appelée « volée » (2) est ensuite rattachée à ce cadre. Son maillage tout comme sa longueur peut varier d'un navire à un autre, et surtout d'un estuaire à un autre. Enfin, une réserve (3), ou « chaussette », est la partie terminale qui prolonge le tamis et permet de recueillir les captures. Son maillage, son diamètre et sa longueur peuvent considérablement varier entre les secteurs.

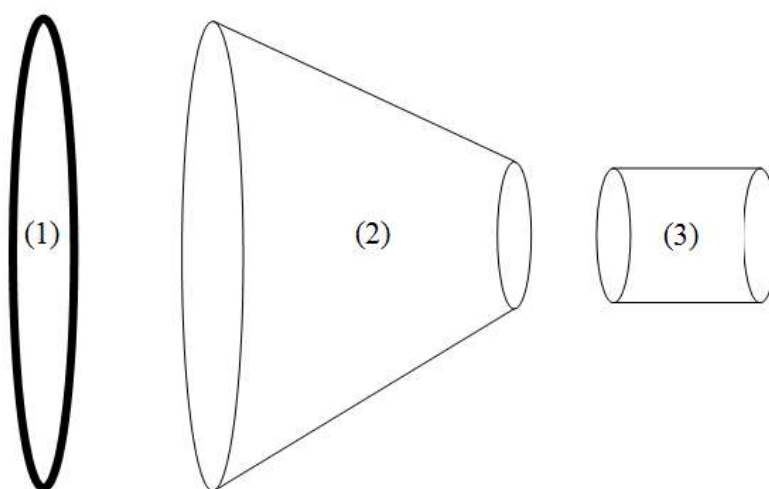


Figure 6 : Schéma d'un tamis à civelle de type Loire ou baie de Bourgneuf, avec les 3 parties : (1) le cadre, (2) le cône et (3) la réserve (Source : COREPEM, 2015)

Au sein même de l'UGA LCV, il existe plusieurs types de tamis dont la forme a été adaptée aux caractéristiques hydromorphologiques et hydrodynamiques du lieu de pêche. Le tableau suivant présente les

caractéristiques des tamis par zone de pêche. Il a été réalisé à partir de 3 sources de données distinctes : les résultats de l'enquête COREPEM/SMIDAP (2012), les données renseignées par les professionnels lors de leur demande de licence CMEA et enfin, les discussions avec les professionnels et les prises de mesures lors des embarquements effectués dans le cadre de la présente étude.

Tableau 2 : Caractéristiques des tamis à civelles par secteur de pêche de l'UGA LCV ; man. = manuel, hyd.= hydraulique (Source : COREPEM, SMIDAP, 2012, 2015)

Secteur de pêche UGA LCV	Cadre		Cône		Réserve			Mode de relèvement
	Forme	Dimension (m)	Longueur (m)	Maillage (μm)	Longueur (m)	Diamètre (m)	Maillage (μm)	
Loire	circulaire	1,2	1,2	1800	0,3/0,6	0,4	1300	man.
Baie de Bourgneuf	circulaire	1,2	1,2	1800	0,5/0,6	0,3/0,4	1300	man.
Vie	rectang.	1,5/2,0 x 0,9	1,0/1,1	1800	0,3/0,5	0,7 x 0,3	1300-900	hyd.
Lay	carré	1,2 x 1,2	1,7	1800	1,0	0,4	1300	hyd.
Sèvre niortaise	rectang.	2,0/3,0 x 0,6/1,0*	3,3-5,3	1800-1300	4,0-9,0	0,75-1,0	1300-900	hyd.

**En Sèvre niortaise, la réglementation imposant une surface filtrante maximum de 2m², la dimension des cadres des professionnels peuvent varier dans cette limite*

Les tamis de la **Loire** et de la **baie de Bourgneuf** sont sensiblement similaires. Ils présentent tous les 2 une forme ronde, une ouverture de 1,2 m de diamètre et un cône long de 1,2 m. Leur réserve mesure moins de 0,7 m de long pour un diamètre de 0,4 m. Il s'agit des tamis les plus courts, avec une réserve de taille limitée.

Les systèmes de relèvement, bien qu'ils soient tous les 2 manuels, diffèrent entre les 2 secteurs. Le tamis de Loire est pourvu d'un manche : le professionnel fait contre-poids en se servant de la bordée pour remonter son tamis (figures 8b et 8c). En baie de Bourgneuf, le tamis est simplement attaché au navire par un bout : le professionnel remonte son tamis en lui faisant faire un quart de tour le long de la coque (figure 8d).

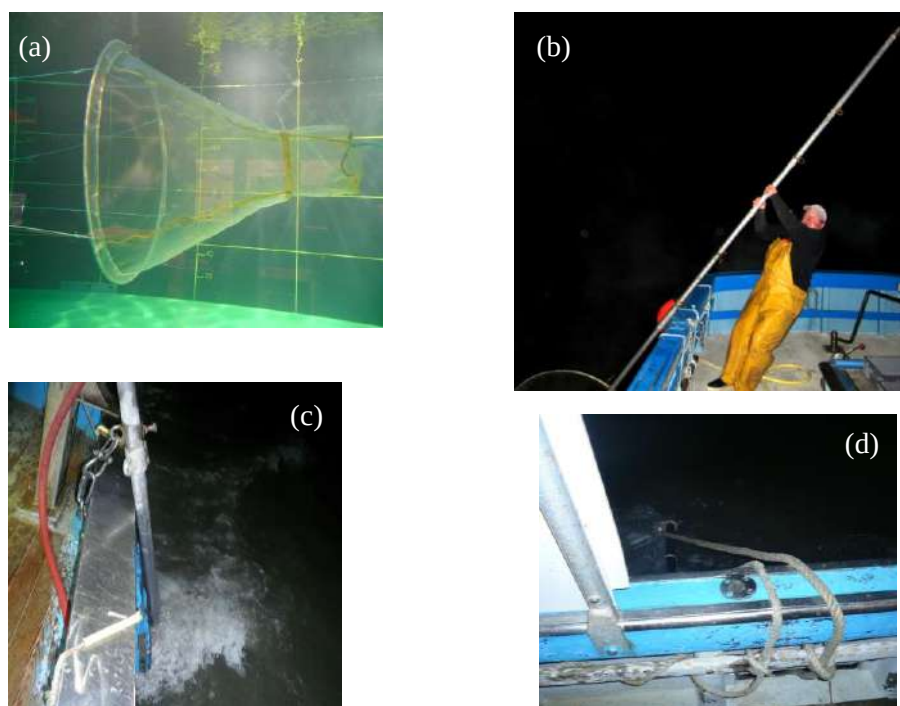


Figure 8 : Tamis et des systèmes de relèvement utilisés en Loire et en baie de Bourgneuf : (a) tamis de Loire immergé au bassin Ifremer de Boulogne s/ mer, (b) relèvement d'un tamis en Loire, (c) système d'accroche du tamis en Loire et (d) système d'accroche du tamis en baie de Bourgneuf

Au niveau de l'estuaire de la **Vie**, le cadre du tamis est de forme carré. Il est prolongé par une réserve mesurant environ 0,3 m. Compte-tenu de sa taille, le mode de relève est hydraulique. L'ensemble du tamis est sorti de l'eau pour être retourné sur une bâche en forme d'entonnoir. La poche est vidée par le pêcheur et les civelles sont naturellement guidées vers un contenant grâce à la déclivité de la bâche (figure 9).

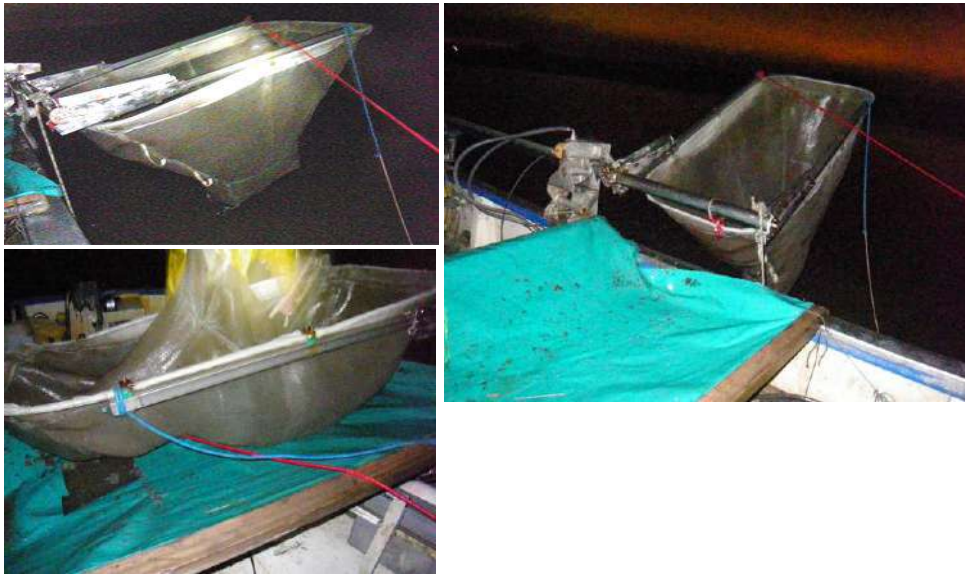


Figure 9: Relève du tamis utilisé sur l'estuaire de la Vie

Pour l'estuaire du **Lay**, la cadre est également carré (1,2 m de côté). La réserve s'allonge sur près de 3,0 m. Sa relève est hydraulique. La poche se vide de façon manuelle et les civelles sont déversées sur une trémie immergée dans un vivier. Le système est sensiblement le même que pour la Vie, mis à part l'absence de bâche (figure 10).



Figure 10: Tamis utilisé au niveau de l'estuaire du Lay

Pour la **Sèvre niortaise**, le tamis présente un cadre rigide mesurant 2,0 m de longueur et 0,9 m de hauteur. Le cône mesure 5,3 m de longueur. La réserve mesure quant à elle près de 9,0 m. Ses caractéristiques en font le tamis le plus ouvert et le plus long de l'UGA.

Il est mis à l'eau de façon hydraulique. La réserve étant longue, seul le fond de la réserve est relevé à partir d'un bout relié au navire. Les civelles sont vidées sur une trémie au moyen d'une fermeture éclair, et tombent dans une caisse qui est ensuite déversée dans un vivier équipé d'un bulleur. Ainsi, le cadre est simplement sorti de l'eau et reste à la verticale durant la vidange de la réserve.

Les tamis sont conçus sur mesure, selon la demande du professionnel qui peut lui-même les adapter dans les limites de la réglementation. Au sein d'un même secteur, il existe aussi des variations d'ordre secondaires.

Dans l'estuaire de la Loire par exemple, la longueur de la réserve peut varier de 0,4 à 0,6 m. Elle peut aussi être équipée de pinces, qui permettent de réduire le diamètre de transition entre le cône et la réserve. Selon les professionnels, cette configuration permettrait de créer un effet « Venturi », qui diminuerait la pression à l'intérieur de la réserve, favorisant ainsi une meilleure qualité de civelles.

2.4 Réglementation des tamis à civelles

Les dimensions des tamis à civelle de chacun des secteurs de pêche de l'UGA LCV sont réglementées. L'arrêté préfectoral 96/2077 du 6 décembre 1996 « réglementant la pêche maritime des poissons migrateurs dans la partie salée des fleuves, rivières et canaux du bassin Loire-Bretagne situés dans les départements de Vendée et de Loire-Atlantique » définit les limites de chaque partie du tamis. A noter que le maillage des tamis ne fait l'objet d'aucune réglementation.

Tableau 3 : Réglementation des tamis à civelles (Source : arrêté préfectoral 96/2077 du 6 décembre 1996)

Secteur de pêche UGA LCV	Cadre		Cône	Réserve	
	Forme	Dimension (m)	Longueur (m)	Longueur (m)	Diamètre (m)
Loire	circulaire	1,20	1,30	1,00	0,40
Baie de Bourgneuf	circulaire	1,20	1,30	0,80	0,40
Vie	rectang.	2,00 x 0,90	1,50	-	-
Lay	carré	1,20 x 1,20	1,50	1,00	0,60
Sèvre niortaise	rectang.	2,00 x 0,90	5,00	7,00	0,50

Concernant le domaine fluvial, l'article R 436-25 du Code de l'Environnement limite le diamètre des tamis à 1,20m et à 1,30m de profondeur.

3 Etat de référence

Cette phase de l'étude visait 2 objectifs :

- (i) pour chacun des secteurs de pêche de l'UGA LCV, connaître la qualité des captures à vitesse du navire et à durée du trait dirigés, afin de s'affranchir de ces 2 paramètres qui influencent la qualité des captures, et de pouvoir se concentrer sur l'effet « tamis » ;
- (ii) connaître la qualité produite dans chacun des secteurs, en tenant compte des habitudes de pêche des professionnels (aucune consigne de vitesse ni de temps de traîne).

3.1 Evaluation des lésions à vitesse et durée du trait dirigées

3.1.1 Protocole

Pour chacune des 5 zones de pêche, un ou 2 observateurs ont embarqué à bord de 5 navires volontaires durant la saison de pêche à la civelle 2013-2014. Les caractéristiques des tamis et des navires sont présentés dans le tableau ci-après.

Tableau 4 : Caractéristiques des tamis et des navires

Secteur de pêche UGA LCV		Loire	Baie de Bourgneuf	Vie	Lay	Sèvre niortaise
Longueur manche (m)		5,00	5,00	3,50	5,00	3,50
Forme tamis		rond	rond	rectangulaire	carré	rectangulaire
Surface filtrante (m ²)		1,13	1.44	1.80	1,00	2,00
Taille cadre (m)		1,20	1,20 x 1,20	2,00 x 0,90	1,00 x 1,00	2,50 x 0,80
Cône	Longueur (m)	1,20	1,37	1,00	1,37	5,30
	Maillage (µm)	1800	1800	1800	1800	1800
Réserve	Longueur (m)	1,00	0,51	0,30	1,00	9,00
	Diamètre (m)	NR	0,30	0,70 x 0,30	0,40	NR
	Maillage (µm)	1300	1300	1300	1300	NR
Navire	Longueur hors-tout (m)	8,72	8,98	9,16	8,30	11,00
	Jauge brute (T)	5,60	4,63	7,00	5,98	9,98

Lors de chaque marée, l'objectif était de prélever puis d'analyser un échantillon de civelles issu de 10 traits, effectués en suivant les recommandations du Guide de bonnes pratiques pour la filière pêche civelière (CNPMM, CONAPPED, ARA France, WWF, 2011), c'est-à-dire à une vitesse moyenne inférieure à 4 nœuds et d'une durée inférieure à 10 minutes. Ces paramètres ont toutefois varié selon la configuration géographique de la zone de pêche et les conditions environnementales. Ainsi, sur les 46 traits réalisés, la durée moyenne des traits est égale à 7,7 minutes et la vitesse moyenne à 3,6 nœuds (voir tableau 5). Il est considéré ici que les variations de durée et de vitesse n'ont pas d'influence significative sur la qualité des captures.

Pour chaque trait, un échantillon d'une moyenne de 73 civelles a été prélevé puis conditionné précautionneusement dans un sac d'eau de mer, afin de ne pas engendrer de lésions autres que celles occasionnées par la capture.

Tableau 5 : Caractéristiques de chaque trait et nombre de civelles échantillonnées

Secteur de pêche UGA LCV	Date Coeff. de marée	n° trait	Durée du trait (mn)	Vitesse navire (nds)	Nbre de civelles échantillonnées
Loire	09/01/2014 50	1	9	3.5	96
		2	9	5.0	112
		3	9	3.6	92
		4	8	3.6	65
		5	8	3.5	51
		6	8	3.6	100
		7	10	3.7	61
		8	9	4.5	167
		9	10	4.0	121
		10	9	3.9	84
Baie de Bourgneuf	25/02/2014 54	1	8	3.9	82
		2	8	5.0	38
		3	10	4.9	61
		4	8	4.9	51
		5	10	3.1	64
		6	10	5.0	73
		7	8	5.1	70
		8	8	3.5	50
		9	9	3.5	41
		10	9	4.7	50
Vie	05/03/2014 96	1	6	3.9	32
		2	4	3.9	33
		3	3	3.1	36
		4	3	3.4	35
		5	4	3.8	38
		6	2	3.4	39
		7	2	3.2	40
		8	4	4.8	41
		9	4	4.3	42
		10	5	4.1	37
		11	5	3.8	43
Lay	22/01/2014 66	1	10	2.8	110
		2	11	2.7	142
		3	10	2.6	179
		4	10	2.8	189
		5	8	2.7	132
		6	10	2.5	186
Sèvre niortaise	21/12/2013 71	1	10	1.0	66
		2	10	1.0	51
		3	10	2.1	64
		4	4	4.0	82
		5	9	2.1	53
		6	8	4.5	41
		7	10	1.9	45
		8	7	2.1	34
		9	10	4.1	63
Moyenne		9.2	7.7	3.6	73.5

Le prélèvement des civelles était effectué à la fin du trait, après ou avant passage en trémie, selon les conditions de traitement de la civelle et du matériel utilisé par les pêcheurs. En général, le pêcheur renverse la réserve directement sur la trémie à la fin du trait (4 cas sur les 6 observés). Pour 2 cas, les échantillons ont été récupérés avant le tamisage et pour les 2 autres cas, la collecte des échantillons a été réalisée après le passage sur la trémie. Dans cette étude, nous avons fait l'hypothèse que le tamisage n'engendrait pas de lésions supplémentaire après la capture.



Figure 11 : (a) trémie posée sur la caisse, (b) prélèvement des espèces accessoires, (c) civelles dans la caisse en polystyrène, (d) conditionnement des échantillons à bord

Les espèces accessoires et les débris ont aussi été conservés pour chaque trait. En parallèle, les coordonnées GPS, la vitesse du navire, le temps de traîne et la profondeur de l'eau ont été enregistrés.

Une fois débarqués, les échantillons ont été directement analysés dans un laboratoire. Les lésions des civelles ont été dénombrées et caractérisées selon le protocole élaboré par Briand *et al.* en 2008, basé sur la méthode de coloration au carmin indigo, un colorant qui se fixe sur les lésions pour les révéler. Ainsi, chaque échantillon de civelle a été plongé dans une solution d'eugénol (extrait de clou de girofle permettant de sédater les civelles pour faciliter la lecture des lésions), puis immergé dans une solution de carmin indigo à $0,5\text{g.L}^{-1}$ durant 15 minutes.



Figure 12 : (a) débarquement des échantillons biologiques (civelles, espèces accessoires et débris végétaux), (b) plan de travail avec, de droite à gauche, le bain d'eugénol, la solution de carmin indigo et le bain de rinçage, (c) échantillon de civelles après balnéation et (d) tri des espèces accessoires

La lecture des lésions externes a été réalisée sur les 2 parties de la civelle, le corps et la queue, selon l'intensité de la lésion. Pour le corps et pour la queue, un indice 0 signifiant une absence de lésion, 1 : une lésion de faible intensité et, 2 : une lésion de forte intensité.

Chaque civelle a donc été caractérisée par 2 chiffres, selon 9 combinaisons possibles. Une civelle de qualité était une civelle indemne de toute lésion (0-0 dans le tableau ci-dessous).

Tableau 6 : Combinaisons possibles de lésions sur le corps et la queue des civelles après baignade dans une solution de carmin indigo ; 0=absence de lésion, 1=lésion de faible intensité, 2= lésion de forte intensité (Source : Briand et al, 2008)

Corps	0	0	0	1	1	1	2	2	2
Queue	0	1	2	0	1	2	0	1	2

En parallèle, les débris et les espèces accessoires ont été identifiés et pesés afin de pouvoir mettre en relation une éventuelle mauvaise qualité de civelle avec une abondance de végétaux ou d'autres espèces dans le tamis, pouvant causer des lésions sur les civelles. Selon les témoignages des professionnels, les crevettes grises pourraient en effet marquer les civelles avec leur rostre rigide et pointu. Les débris végétaux peuvent aussi endommager les civelles. Les professionnels ont constaté une mortalité accrue en vivier, lorsque l'eau était turbide et que les débris étaient nombreux.

3.1.2 Résultats

Le tableau suivant présente les résultats de l'analyse des lésions sur les captures de civelle pour chacun des secteurs.

Tableau 7 : Dénombrement et caractérisation des lésions sur le corps et la queue des civelles (indice 0=absence de lésion, 1=lésion de faible intensité, 2= lésion de forte intensité), pour chacune des 5 zones de pêche de l'UGA LCV, à une vitesse moyenne de 3,6 nœuds et durant un temps de traîne moyen de 7,7 minutes

Secteur de pêche UGA LCV	Date de l'analyse	Nombre de civelles marquées au corps		Nombre de civelles marquées à la queue		Nombre de civelles analysées
		1	2	1	2	
Loire	09/01/2014	4	0	227	20	939
Baie de Bourgneuf	25/02/2014	1	6	25	4	580
Vie	05/03/2014	3	0	5	0	416
Lay	22/01/2014	0	0	11	0	938
Sèvre niortaise	21/12/2013	4	9	5	11	499
Total	-	12	15	273	35	3394

Au total, les captures issues de 46 traits ont été étudiées. Parmi les 3394 civelles qui ont été analysées, 335 d'entre elles sont marquées, dont 285 le sont faiblement (85 %) et 50 le sont fortement (15 %). Concernant la localisation des lésions, 8 % d'entre elles apparaissent sur le corps et 92 % au niveau de la queue. Une large majorité des civelles blessées le sont à la queue, avec un indice 1 (82 % des civelles marquées).

Sous forme de boxplots, les graphiques ci-après permettent de comparer l'occurrence de chaque type de lésion pour chaque secteur de pêche, au niveau du corps et au niveau de la queue. Les premiers et troisièmes quartiles sont représentés par les bordures inférieures et supérieures de la boîte rectangulaire, le trait horizontal long au sein de la boîte rectangulaire représente la valeur médiane, la moyenne est marquée par le signe « + » en rouge et enfin, les minimum et maximum sont symbolisés par les marques extrêmes en bleu.

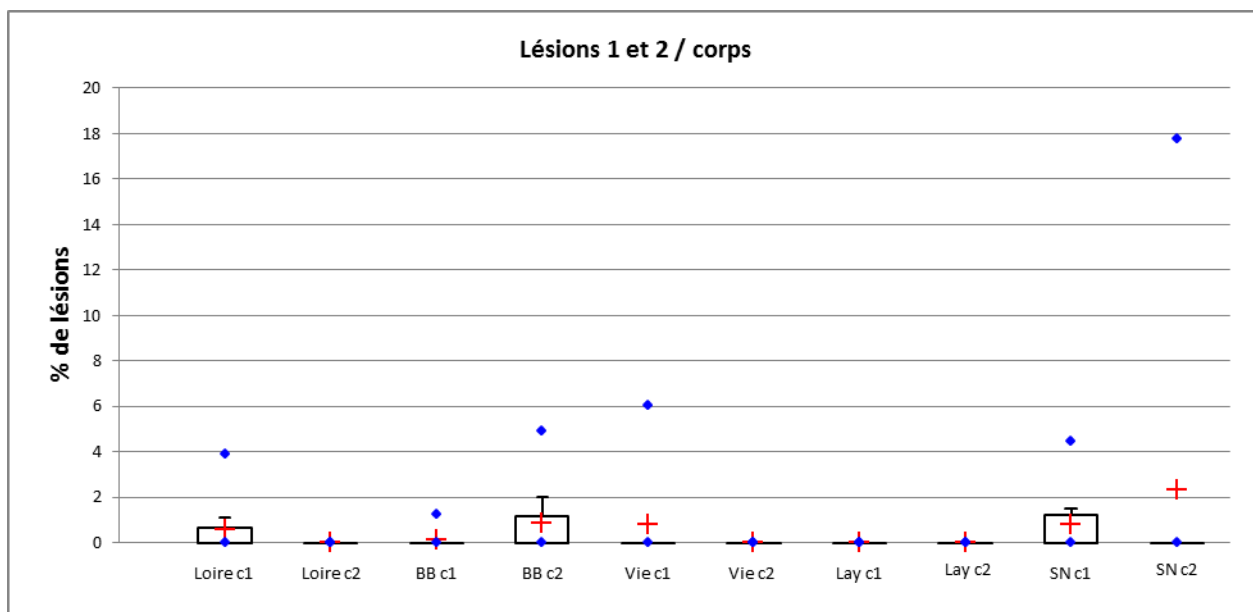


Figure 13 : Comparaison des lésions corporelles d'indices 1 et 2 pour l'ensemble des secteurs de pêche de l'UGA LCV, à une vitesse moyenne de 3,6 nœuds et durant un temps de traîne moyen de 7,7 minutes (BB=baie de Bourgneuf, SN=Sèvre niortaise, points bleus=valeurs extrêmes, croix rouge= moyenne)

L'occurrence des lésions corporelles sur l'ensemble des secteurs est faible, avec une moyenne maximum de 2,3 % pour la Sèvre niortaise, et une moyenne inférieure ou égale à 1 % pour les autres secteurs de pêche de l'UGA. A noter une valeur extrême de près de 18 % pour la Sèvre niortaise.

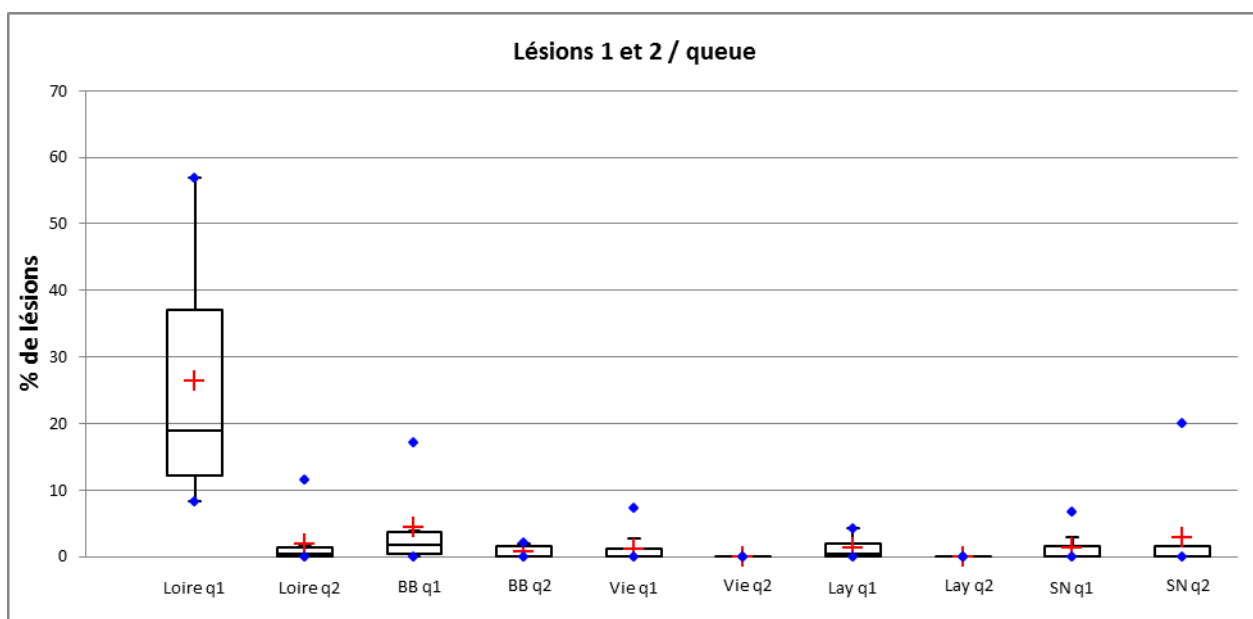


Figure 14: Comparaison des lésions caudales d'indices 1 et 2 pour l'ensemble des secteurs de pêche de l'UGA LCV, à une vitesse moyenne de 3,6 nœuds et durant un temps de traîne moyen de 7,7 minutes (BB=baie de Bourgneuf, SN=Sèvre niortaise, points bleus=valeurs extrêmes, croix rouge= moyenne)

Alors que les occurrences des lésions au niveau de la baie de Bourgneuf, de la Vie, du Lay et de la Sèvre niortaise sont limitées à moins de 5 %, la Loire se détache nettement avec un nombre important de civelles marquées faiblement à la queue. La moyenne de l'occurrence de ce type de lésions s'élève à 26,3 %, avec un minimum observé de 8,3 % et un maximum de 56,9 %. Ces valeurs extrêmes montrent une grande variabilité dans le taux de civelles marquées entre les traits d'une même marée, qui ont pourtant été effectués à vitesse et temps de traîne quasiment constants (vitesse de traîne en Loire variant de 3,5 à 5 nœuds, pour une durée comprise entre 8 et 10 minutes).

Le graphique suivant présente les résultats qualité par secteur de pêche.

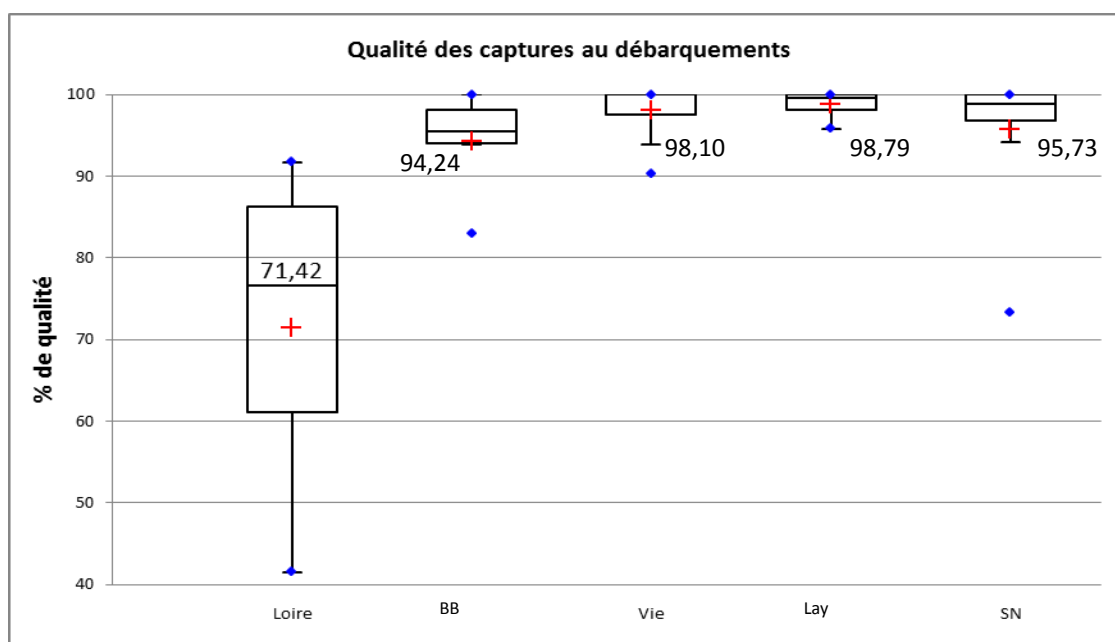


Figure 15 : Qualité des captures de civelles pour les 5 secteurs de pêche de l'UGA LCV, à une vitesse moyenne inférieure de 3,6 nœuds durant un temps de traîne moyen de 7,7 minutes (BB=baie de Bourgneuf, SN=Sèvre niortaise, points bleus=valeurs extrêmes, croix rouge= moyenne)

Alors que les estuaires du sud de l'UGA, à savoir la Vie, le Lay et la Sèvre niortaise présentent une qualité supérieure à 95 %, la qualité des captures issues de la baie de Bourgneuf est légèrement inférieure (94,2 %). Quant à la Loire, elle présente une qualité de 71,4 %.

3.2 Evaluation des lésions à vitesse et durée du trait habituelles (non-dirigées)

3.2.1 Protocole

Pour chaque zone de pêche, l'objectif consistait ici à collecter un échantillon d'une centaine de civelles par pêcheur lors du débarquement de 6 navires, de manière inopinée, sans prévenir les professionnels afin qu'ils ne changent pas leur habitude de pêche. Il s'est toutefois avéré nécessaire de contacter un professionnel auparavant afin d'effectuer le relais avec les autres pêcheurs et de donner des indications sur le lieu précis et l'heure approximative de débarquement.

Ce protocole permettait à la fois d'évaluer les captures lorsqu'elles sont pêchées à des fins commerciales (aucune consigne de pêche n'a été donnée auparavant), et aussi d'impliquer un nombre important de professionnels dans le projet.

De la même manière, les échantillons étaient traités dès le débarquement, dans un laboratoire à terre. Conditionnées dans des piluliers sur lesquels étaient inscrits le nom du navire et/ou le nom du patron, chaque échantillon a été immergé dans un bain d'eugénol, puis dans une solution de carmin indigo à 0,5g.L⁻¹ durant 15 minutes.

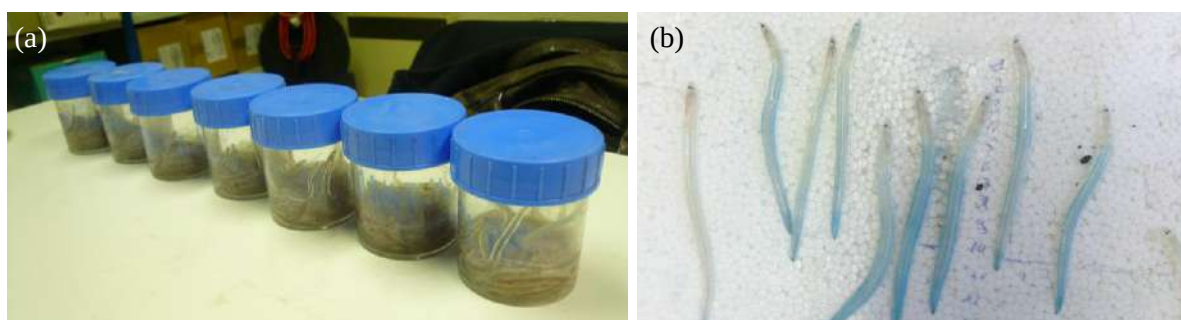


Figure 16 : (a) conditionnement des échantillons et (b) civelles marquées après balnéation dans une solution d'eugénol puis de carmin indigo

3.2.2 Résultats

Au final, 6 navires ont été échantillonnés pour la Loire, la Vie et la Sèvre niortaise, 7 pour le Lay et seulement 4 pour la baie de Bourgneuf. Les échantillons ont été plus ou moins difficiles à échantillonner selon la configuration de la zone de pêche. Pour la Loire, à Saint-Nazaire, les échantillons ont été collectés au moment de l'ouverture de l'écluse portuaire, les navires rentraient alors simultanément. Pour la Sèvre niortaise et le Lay, les professionnels allant livrer directement leurs captures chez un mareyeur, il a suffi de s'y poster à l'heure approximative de débarquement et à une période de pêche, pour collecter les échantillons. Pour la Vie, les pêcheurs sont venus fournir un échantillon de leur pêche lorsqu'ils ont été prévenus de l'analyse. Enfin, la baie de Bourgneuf étant composée d'étiers au sein desquels les navires sont dispersés, la collecte y a été moins aisée, d'autant plus qu'elle a été réalisée à la fin de la saison, un moment où la plupart des navires avaient déjà quitté la pêcherie. Seuls 4 échantillons ont donc pu être récupérés.

La collecte aura concerné directement 29 navires, soit près de 15 % des pêcheurs de l'UGA LCV.

Tableau 8 : Dénombrement et caractérisation des lésions sur le corps et la queue des civelles, selon les pratiques des professionnels de chacune des 5 zones de pêche de l'UGA LCV

Secteur de pêche UGA LCV	Date de l'analyse	Nbre de navires échantillonnés	Nombre de civelles marquées au corps		Nombre de civelles marquées à la queue		Nombre de civelles analysées
			1	2	1	2	
Loire	17/01/2014	6	10	2	41	7	440
Baie de Bourgneuf	20/03/2015	4	27	2	88	4	516
Vie	12/02/2015	6	3	0	28	3	642
Lay	19/01/2014	7	10	0	25	6	458
Sèvre niortaise	17/03/2015	6	3	0	15	3	571
Total	-	29	53	4	197	23	2627

Parmi les 2627 civelles qui ont été analysées, 277 d'entre elles étaient marquées, dont 27 (10 %) l'étaient fortement, et 250 (90 %) l'étaient faiblement. 57 civelles étaient lésées au niveau du corps et 220 au niveau de la queue. Confirmant les résultats des tests à vitesse et temps de traîne constants, les blessures à la queue et d'indice 1 sont largement majoritaires avec 71 % d'occurrence.

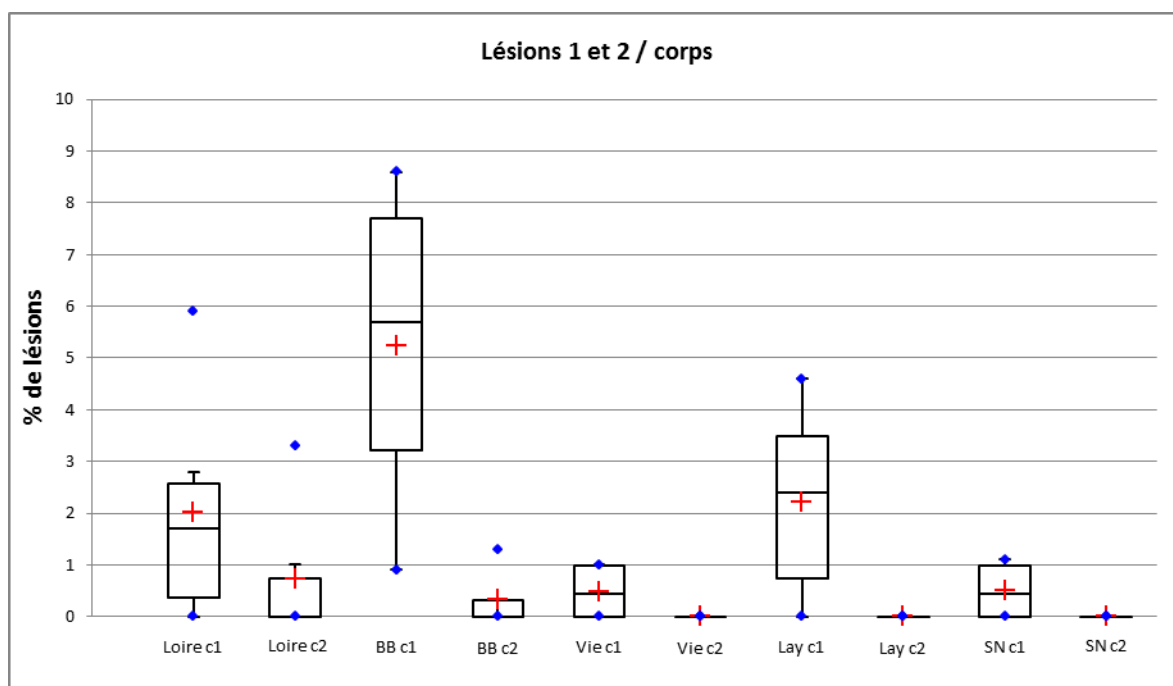


Figure 17 : Comparaison des lésions corporelles d'indices 1 et 2 pour l'ensemble des secteurs de pêche de l'UGA LCV (BB=baie de Bourgneuf, SN=Sèvre niortaise, points bleus=valeurs extrêmes, croix rouge=moyenne)

Concernant l'intensité des lésions, quelque soit le secteur de pêche, celles d'indice 1 (faible intensité) sont plus représentées que celles de forte intensité, qui peuvent être considérées comme négligeables (<1 %).

Si l'on considère uniquement les blessures d'indice 1, la moyenne maximum est observée pour la baie de Bourgneuf avec 5,2 %. La Loire et le Lay atteignent 2 % de lésions corporelles. La Vie et la Sèvre niortaise montrent quant à eux des valeurs moyennes inférieures à 1 %.

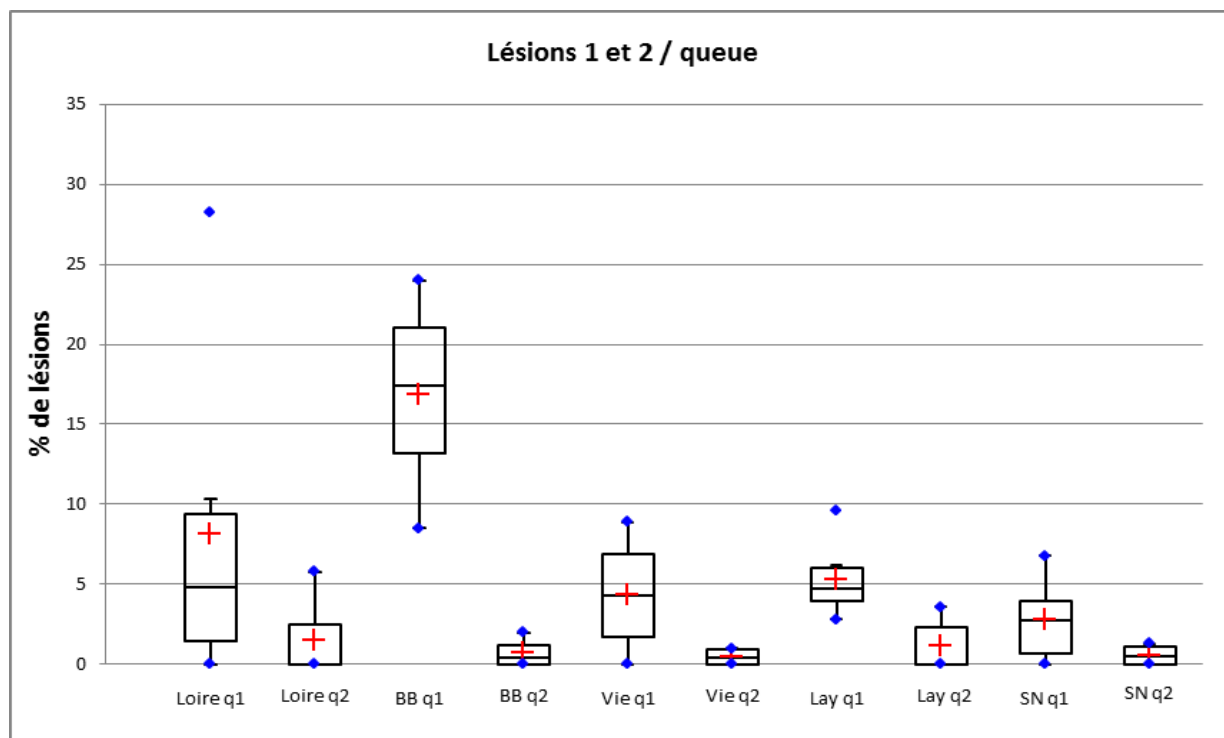


Figure 18 : Comparaison des lésions caudales d'indices 1 et 2 pour l'ensemble des secteurs de pêche de l'UGA LCV (BB=baie de Bourgneuf, SN=Sèvre niortaise, points bleus=valeurs extrêmes, croix rouge=moyenne)

Avec des moyennes inférieures à 1,5 %, les lésions de niveau 2 sont peu représentées. Elles s'échelonnent de 3 à 8 %.

Considérant les lésions caudales de niveau 1, elles sont plus présentes sur les navires issus de la baie de Bourgneuf avec 17% d'occurrence. Par ordre décroissant, la Loire, le Lay, la Vie et la Sèvre niortaise présentent respectivement des proportions de lésions corporelles de niveau 1, à 8,2 %, 5,3 %, 4,3 % et 2,8 %. Pour la Loire, il est intéressant de noter un écart important entre la moyenne minimum (0 %) et la moyenne maximum (28 %). L'essentiel des données qualité étant toutefois inférieur à 10 %.

Le graphique suivant présente les résultats qualité par secteur de pêche.

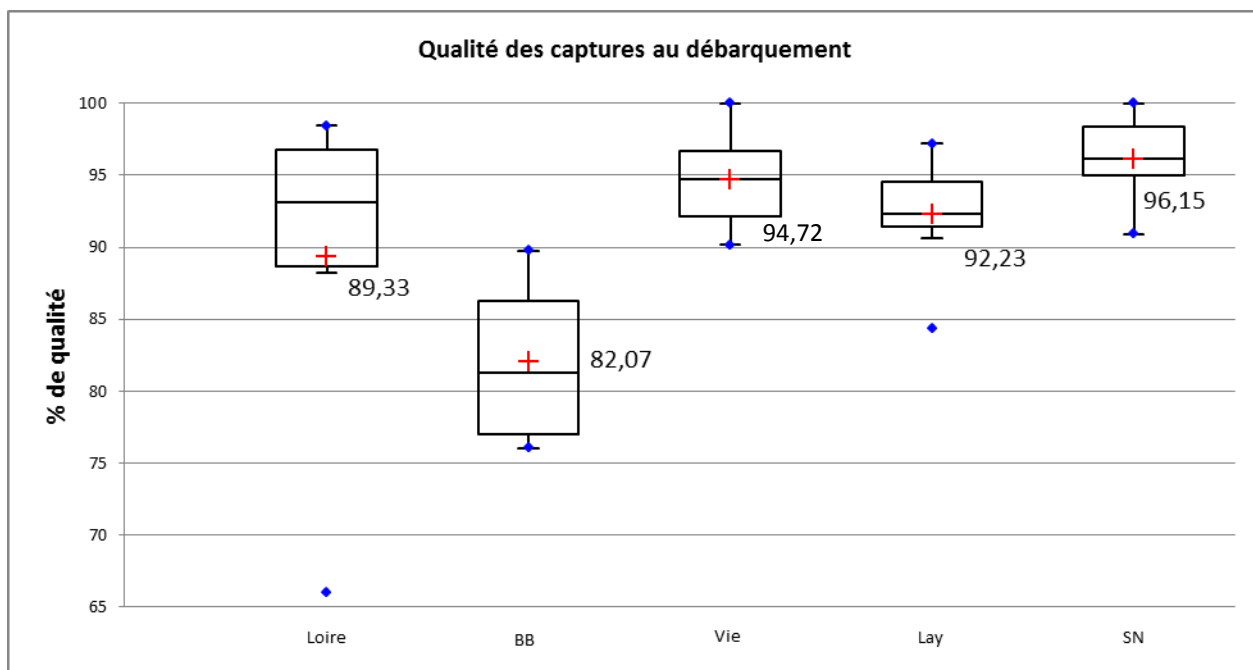


Figure 19 : Qualité des captures de civelles pour les 5 secteurs de pêche de l'UGA LCV, selon les habitudes des professionnels (BB=baie de Bourgneuf, SN=Sèvre niortaise, points bleus=valeurs extrêmes, croix rouge=moyenne)

La Sèvre niortaise présente une qualité moyenne supérieure à 95 %. La Vie et le Lay présentent une qualité supérieure à 90 %. La Loire et la baie de Bourgneuf se situe en deçà avec respectivement 89,3 % et 82,1 %.

3.2.3 Discussion

Selon le Guide de bonnes pratiques pour la filière pêche civelière, l'objectif d'une civelle de bonne qualité est atteint lorsque le taux de mortalité mesuré à l'issue de la phase de stabulation en bassin reste inférieur à 8-10 %. Un produit de très bonne qualité présente un taux de mortalité inférieur à 5 % dans les mêmes conditions.

La qualité des civelles est donc mesurée à l'issue d'une phase de stabulation alors que, dans le cadre du projet Hydrotamis, la qualité a été évaluée à l'issue de la pêche et avant la phase de stabulation. Le devenir des civelles après capture n'a pas été étudié ici. Afin de pouvoir comparer la qualité des civelles testées dans la présente étude avec le référentiel du Guide des bonnes pratiques, il conviendrait de connaître leur évolution au cours de la phase de stabulation, compte-tenu de la localisation et de l'intensité de leur lésion.

Dans l'article « *Les tamis poussés sont responsables de blessures et de mortalité chez la civelle (Anguilla anguilla)* » (2008), à partir d'un suivi de la mortalité réalisé sur un échantillon de plus de 2 000 civelles, Briand et son équipe concluent que la mortalité en phase de stabulation est étroitement liée à la présence de lésions sur le corps ou la queue des civelles (seulement 3,5 % des civelles mortes ne présentaient aucune lésion, 0,7 % du total). Ils concluent par ailleurs que la présence d'une importante blessure sur le corps mène systématiquement à la mort de la civelle. Ils ont aussi montré que près de 75 % des poissons blessés à la queue meurent dans les 2 jours après la pêche, quelle que soit l'intensité de la blessure.

Sur le corps ou sur la queue, l'altération du mucus -qui joue un rôle important dans les échanges gazeux et l'intégrité osmotique du poisson- est l'une des causes de cette mortalité. A l'extrémité de la queue, la présence d'un système vasculaire de ventricules et de valves aidant à la circulation du sang sur toute la longueur du corps (Tesch, 2003) explique la proportion importante de civelles lésées à cet endroit qui meurt au cours de la stabulation.

Sans étude complémentaire, il semble risqué d'établir un lien entre l'intensité et la position des blessures sur le corps de la civelle d'une part, et son devenir après une phase de stabulation d'autre part. Toutefois, nous pouvons émettre l'hypothèse que les civelles qui sont indemnes de lésions ne mourront pas en vivier, et que les civelles marquées devraient mourir selon une forte probabilité.

Selon le Guide des bonnes pratiques de la filière pêche civelière, et l'hypothèse émise ci-dessus, les captures

de la Vie, du Lay et de la Sèvre niortaise sont de très bonne qualité. Celles de la baie de Bourgneuf sont de bonne qualité. Celles de la Loire ne peuvent cependant pas être considérées comme des civelles de bonne qualité. A vitesse et temps de traîne constants, la Loire se démarque en effet avec une proportion importante de civelles faiblement marquées à la queue (24% de l'échantillon, 90 % des civelles marquées).

L'analyse à la débarque de plusieurs navires par estuaire, sans préciser au professionnel une vitesse et un temps de traîne montre que les 3 estuaires du sud de l'UGA, à savoir la Vie, le Lay et la Sèvre niortaise, présentent toujours des captures de bonne qualité, voire de très bonne qualité (figure 18). Pour la Vie et le Lay, les résultats sont toutefois légèrement inférieurs aux résultats obtenus lorsque les conditions de pêche étaient dirigées. Ceci peut s'expliquer par 2 raisons : (i) lorsque l'observateur était à bord, le professionnel a pu être plus précautionneux lors de la manipulation des civelles pour témoigner d'une bonne qualité et (ii) les pêcheurs qui ont embarqué un observateur à bord de leur navire étaient volontaires ; ils font partie des professionnels soucieux de produire une bonne qualité de civelle.

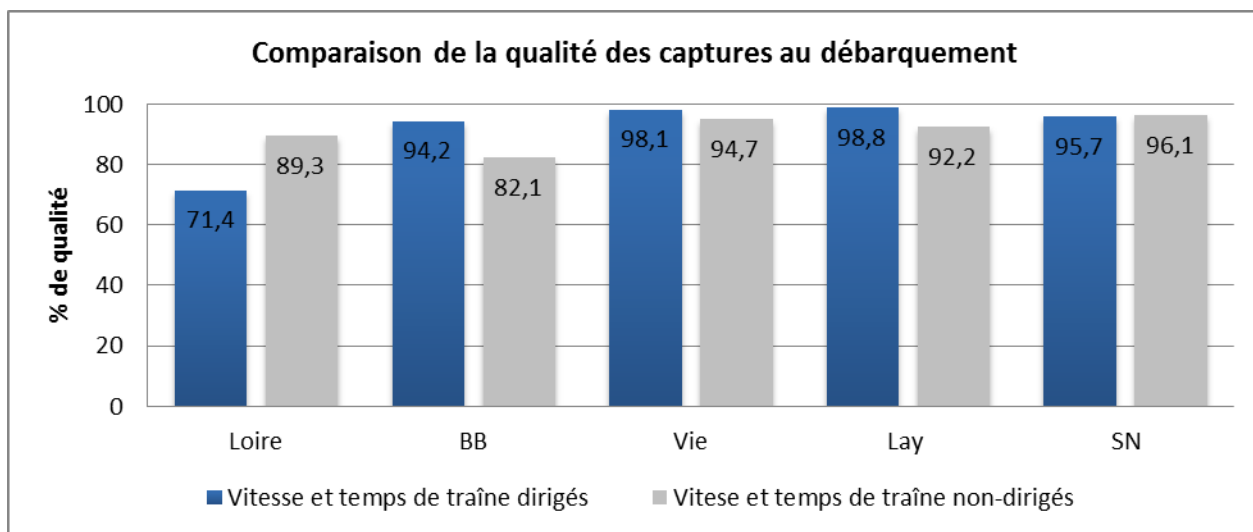


Figure 20 : Qualité des captures de civelles pour chaque secteur de l'UGA LCV, à vitesse et temps de traîne dirigés (en bleu), et selon les habitudes des professionnels (en gris) (BB=baie de Bourgneuf, SN=Sèvre niortaise)

Les captures issues de Loire présentent une meilleure qualité lorsqu'elles sont pêchées selon les habitudes des professionnels (89,3 % contre 71,4 %). Ceci pourrait s'expliquer par les données collectées durant les enquêtes effectuées par le COREPEM et le SMIDAP en 2012 (voir tableau 1), selon lesquelles les professionnels de Loire pêcheraient à une vitesse moins importante (2,7 nœuds), durant un temps de traîne équivalent (7,7 minutes) que lorsqu'ils étaient imposés par le protocole, à 3,9 nœuds durant 7,7 minutes également. Une autre hypothèse qui pourrait expliquer cette différence pourrait provenir de la localisation des tests. Le test embarqué, à vitesse et temps de traîne constants a été réalisé à Cordemais (pêche dans les étiers, à proximité de la centrale thermique de Cordemais) alors que les tests à la débarque des 6 navires ont été réalisés au niveau de Saint-Nazaire (pêche à proximité de l'embouchure), des sites distants d'environ 20 km. Et enfin, comme autre hypothèse pouvant expliquer cette différence inattendue, les tamis du pêcheur qui a participé à l'expérimentation en Loire étaient usés, ce qui ne favorise pas une bonne qualité de civelles.

Pour la baie de Bourgneuf, on observe le phénomène inverse : la qualité obtenue à vitesse et temps de traîne dirigés (vitesse moyenne de 4,9 nœuds durant 8,8 minutes), est meilleure que la qualité au débarquement des 4 navires. Cela peut provenir d'une vitesse de traîne plus rapide et/ou d'un temps de pêche plus long que les paramètres précités (ce qui n'est pas confirmé par les données de l'enquête COREPEM/SMIDAP). Le nombre d'échantillons est aussi relativement faible et les résultats du test auraient pu être consolidés s'il avait été renouvelé pour d'autres échantillons. Les navires étant définis de manière aléatoire, selon l'heure et le lieu de débarquement, le « tirage » de un ou 2 pêcheurs travaillant plus vite ou plus longtemps que la moyenne peut considérablement influencer les résultats, qui ne sont alors plus représentatifs de la qualité des captures issues de ce secteur.

Toutefois, à l'échelle de l'UGA, si l'on considère que la qualité moyenne des captures collectées inopinément au débarquement des navires est représentative de chaque secteur de pêche, elle peut être rapportée au prorata du nombre de professionnels licenciés par secteur de pêche. On obtient ainsi le tableau suivant.

Tableau 9 : Moyenne pondérée de la qualité des captures de civelles de l'UGA selon le nombre de professionnels travaillant dans chaque secteur

Secteur de pêche UGA LCV	Nombre de professionnels civeliers par secteur de pêche (2015)	Qualité des captures de civelles selon les pratiques habituelles (%)
Loire	89	89,3
Baie de Bourgneuf	39	82,1
Vie	12	94,7
Lay	15	92,2
Sèvre niortaise	45	96,1
Moyenne pondérée par le nbre de pêcheurs par secteur de pêche (%)		90,0

Il en résulte une qualité des captures de l'ordre de 90 % pour l'UGA LCV. Si l'on considère que les civelles non-marquées ne vont pas mourir en vivier, et que celles qui sont marquées ne devraient pas résister au stockage en vivier pour une grande partie d'entre elles, les captures de civelles de l'UGA LCV sont de bonne qualité.

Pour l'ensemble des résultats qualité, leur précision doit toutefois être relativisée compte-tenu des variations importantes observées entre les traits d'une marée. Les paramètres qui influencent la qualité des captures, outre le tamis, la vitesse et la durée de traîne, semblent nombreux et le seul moyen pour obtenir un résultat qualité plus précis serait de tester un échantillon de civelles de manière régulière durant la saison, et pour un maximum de navire par secteur de pêche. Ces pourcentages correspondent à une photographie de la qualité des captures à un instant précis.

Pour autant, pour les 2 protocoles mis en place, les 2 secteurs de pêche qui montrent une qualité inférieure présentent des tamis plus courts et sont relevés manuellement, contrairement aux autres secteurs.

A la suite des tests, les résultats ont été restitués à chaque professionnel concerné de manière individuelle, ou exceptionnellement de manière collective lorsque l'ensemble des pêcheurs concernés y étaient favorables (cas du GIE des marins pêcheurs de la baie de l'Aiguillon-sur-mer). Ainsi, 29 pêcheurs ont pu connaître la qualité de leur production à un instant *t* et s'auto-évaluer : mes captures sont-elles de bonne qualité ? Si oui, cela m'encourage à poursuivre ma pratique en gardant mes habitudes ? Sinon, comment puis-je l'améliorer ?

Une fois anonymés, ces résultats ont été présentés aux professionnels lors de la réunion de la commission « poissons migrateurs » du COREPEM le 29 août 2014. Les professionnels de Loire se sont montrés intéressés pour travailler sur leur tamis et le faire évoluer en vue d'améliorer la qualité des captures. Quant aux autres secteurs de pêche de l'UGA, ils n'ont pas souhaité modifier la configuration de leur tamis. La qualité de leur production leur semblait satisfaisante. Ainsi, pour la suite de l'étude, les travaux ont majoritairement portés sur l'estuaire de la Loire, identifié comme secteur prioritaire.

4 Identification des sources de lésion et conception d'un tamis optimisé

La réalisation de l'état initial a permis d'identifier la Loire comme étant le secteur prioritaire et d'observer qu'une large majorité des civelles marquées l'était faiblement au niveau de la queue. Pour cette phase de l'étude, les objectifs visent à comprendre les causes des lésions sur les civelles et à concevoir un tamis produisant une meilleure qualité de civelle.

Pour y parvenir, différents moyens ont été utilisés :

- observations vidéo à l'intérieur du tamis en conditions de pêche,
- observations directes à bord des navires, lors des embarquements,
- tests de prototypes en bassin,
- ateliers d'échange entre professionnels, scientifiques et partenaires techniques.

4.1 Observations vidéo à l'intérieur du tamis

Afin de comprendre les sources de lésions sur les civelles au moment de leur capture, 3 caméras de type GoPro ont été fixées à l'intérieur d'un tamis. L'observation a porté sur les zones de brassage de la civelle au moment de sa capture. Le schéma ci-après présente l'emplacement et le mode de fixation des caméras sur le tamis.

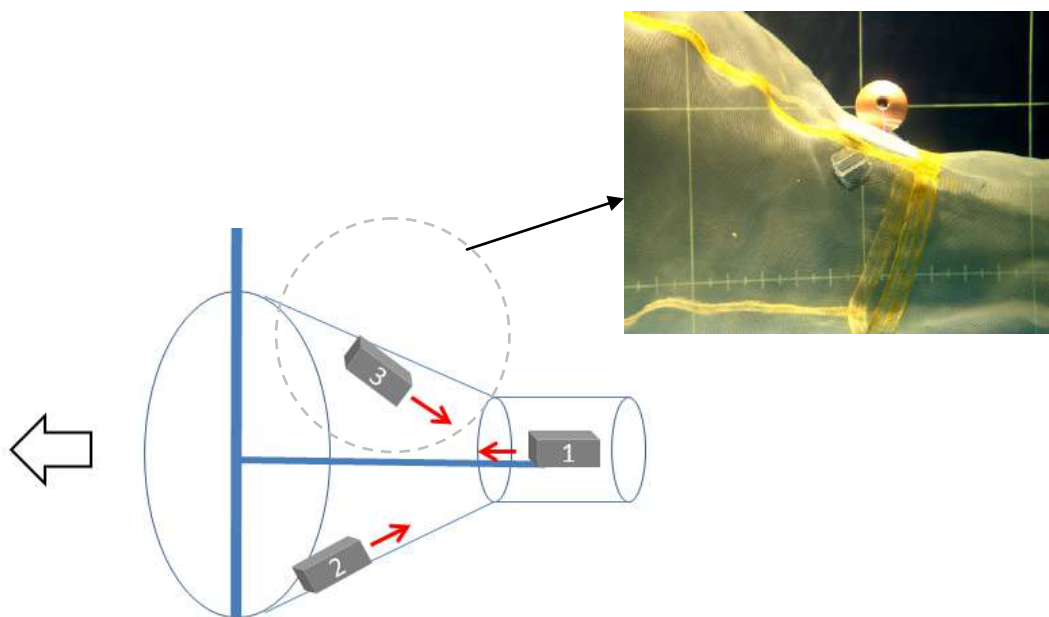


Figure 21 : Qualité des captures de civelles pour chaque secteur de l'UGA LCV, à vitesse et temps de traîne dirigés (en bleu), et selon les habitudes des professionnels (en gris) (BB=baie de Bourgneuf, SN=Sèvre niortaise)

Ces observations ont été réalisées lorsque l'eau était la moins turbide : faible coefficient de marée, faibles précipitations dans les jours précédents l'expérimentation, entre la fin du flot et l'étalement. Les captures de civelles ont été effectuées au niveau de Nantes, un secteur reconnu pour sa faible turbidité.

Les images suivantes sont des captures d'écran issues des vidéos réalisées lors de ce test.

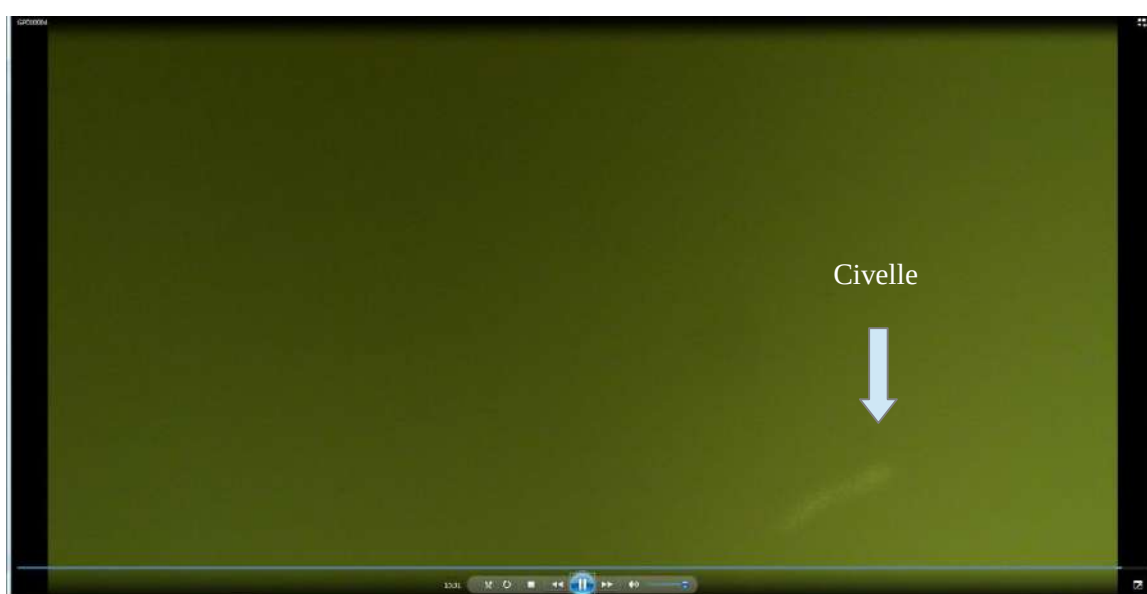




Figure 22 : Captures d'écran d'une vidéo réalisée à partir de la fixation de 3 caméras à l'intérieur d'un tamis à civelles (Nantes, le 13/05/2015, Ifremer Lorient)

Sur cette dernière capture d'écran, lors de la remontée du tamis à bord, on observe des civelles maillées au niveau de la volée, probablement lié à un angle trop fermé au niveau de la liaison entre le cône et la réserve.

Compte-tenu de la visibilité médiocre, les résultats de cette expérimentation sont limités. Les images qui ont pu être exploitées montrent toutefois que les civelles sont très actives et qu'elles nagent directement vers le fond de la réserve.

4.2 Observations à bord des navires

Lors des embarquements, les échanges avec les professionnels et l'observation des tamis lors du virage ont permis de mettre en évidence le « maillage » de nombreuses civelles. Phénomène connu des pêcheurs, des mareyeurs et mentionné dans l'article publié par Briand *et al.* (2008), les civelles coincent le bout de leur queue dans les mailles du tamis, particulièrement au fond de la réserve et sur les côtés, à l'endroit où la pression de l'eau est la plus forte.

Les photos suivantes mettent en évidence ce phénomène.



Figure 23 : Maillage des civelles (phénomène aussi appelé « queutage » ou « piquage ») au travers des mailles du tamis

Lorsque le tamis est en pêche, puis lors du virage, lorsque le pêcheur remonte son tamis à la verticale, la pression exercée au bout de la réserve provoque le maillage des civelles, favorisé par leur morphologie serpentiforme et leur mouvement ondulatoire.

4.3 Essais en bassin à Boulogne sur Mer

4.3.1 Caractéristiques des tamis testés

Les essais ont été réalisés au bassin Ifremer de Boulogne-sur-Mer les 29 et 30 septembre ainsi que le 1^{er} octobre 2014 par les équipes lorientaise et boulonnaise. L'objectif était de réaliser une caractérisation hydrodynamique d'un tamis de référence et de plusieurs tamis tests (prototypes), dont les configurations ont été définies conjointement par les professionnels et les scientifiques.

Les tests hydrodynamiques de ces configurations visaient à évaluer l'effet de plusieurs modifications, parmi lesquelles :

- l'allongement du cône,
- l'allongement de la réserve,
- l'augmentation du diamètre de la réserve,
- l'opacification du fond de la réserve,
- le resserrement de la jonction entre le cône et la réserve.

Afin de limiter le nombre d'engins à fabriquer, 2 réserves et 2 cônes interchangeables ont été réalisés avec comme mode de jonction une fermeture éclair. Afin de comparer les données issues de ces configurations, un tamis de référence a été racheté auprès d'un ancien pêcheur de Loire. Les dimensions et caractéristiques des prototypes sont présentés ci-après (Figure 24).

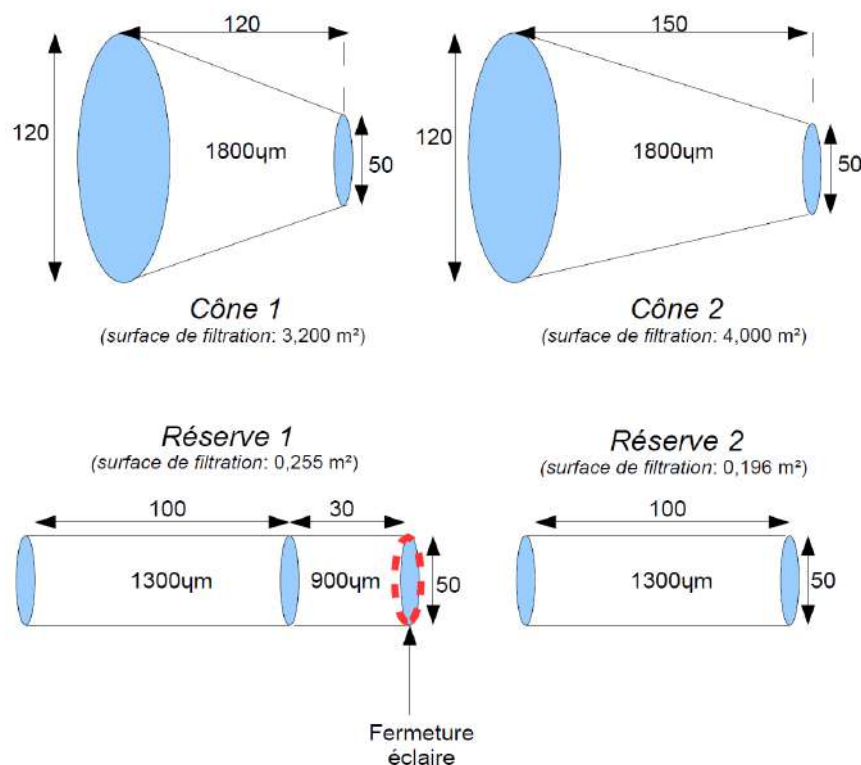


Figure 24 : Plans des prototypes testés en bassin compte-tenu des premières observations (2 cônes et 2 réserves interchangeables pour 4 configurations différentes possibles)

Des plans de toile de tamis ont également été utilisés pour tenter d'identifier la traînée et la portance de ces matériaux, étape préalable pour appliquer les modèles d'écoulement aux tamis.

4.3.2 Mesures de vitesse

Les mesures de vitesse ont été réalisées à l'aide d'un micro-moulinet autonome Streamflow de marque Nixon. La nécessité d'immobiliser le tamis pour limiter ses mouvements, les contraintes matérielles actuelles et les contraintes de temps ont nécessité de placer les tamis sous une passerelle du bassin. Les planchers de la passerelle ont été retirés et les mesures de vitesse réalisées en maintenant le moulinet à la main au bout d'une perche graduée. Pour chaque mesure, le moulinet est maintenu en place pendant environ 40 secondes pour moyenner la valeur de la vitesse mesurée. L'influence des petits mouvements du moulinet (apportés par l'opérateur) a été évaluée et semble négligeable sur cette durée de mesure.

Un point de comparaison avec une mesure LDV (Laser Doppler Velocimeter) a été effectué et montre une cohérence suffisante avec le système de mesure par micro moulinet (Figure 25).

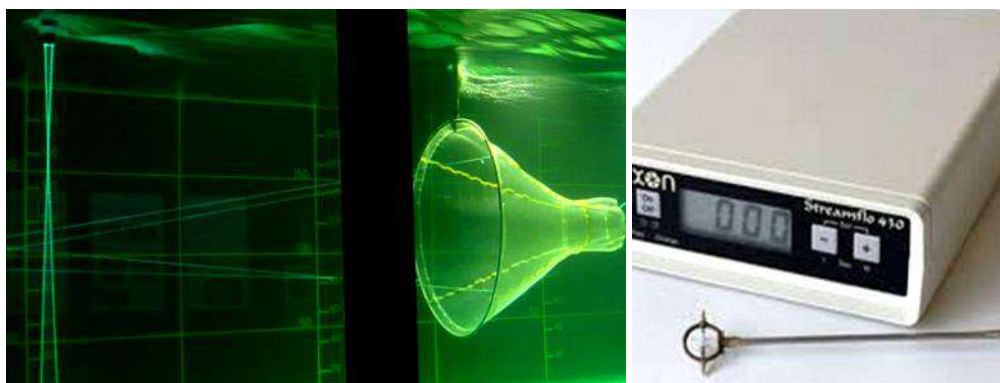


Figure 25 : Mesure LDV (rayons à gauche) et vitesse micro moulinet (à droite)

Les mesures ont été effectuées à la vitesse de veine de 1m/s. D'autres séries ont été réalisées à des vitesses de 0,4 ou 1,2 m/s, mais ne sont pas présentées : on retrouve les mêmes profils de vitesse sans dimension (c'est à dire vitesse mesurée divisée par la vitesse de l'écoulement non perturbée par le tamis). Une vitesse supérieure à 1m/s réduit la stabilité de l'ensemble et pose des problèmes de visibilité pour l'opérateur car la surface libre devient assez agitée. Une vitesse inférieure nous éloigne des conditions réelles d'utilisation.

Relevés de mesure

Seul le cône 2 (long) a été testé. Le cône 1 (court) présentait des dissymétries trop importantes liées à la fabrication. Cependant, à la vue des vitesses relevées dans le cône du tamis de référence, encore plus court que le cône 1, on peut supposer raisonnablement qu'il aurait été possible d'obtenir une vitesse quasiment non perturbée à l'intérieur du cône 1, car il présente une surface de filtration plus importante. Les mesures de traînée, également réalisées sur le cône 1, permettent aussi de conclure dans ce sens.

Les vitesses présentées sont rapportées à la vitesse incidente.

Tamis de référence Loire

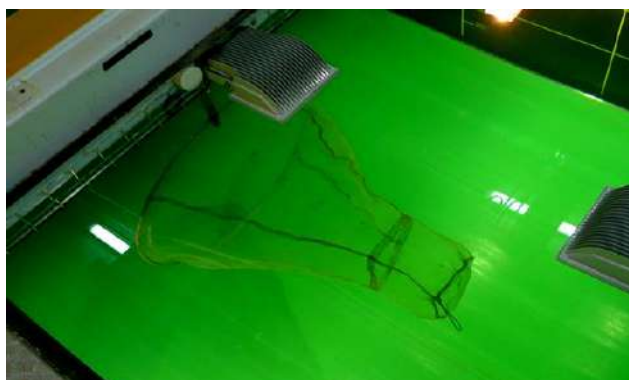


Figure 26 : Test du tamis de référence Loire, la vitesse veine (référence) utilisée ici est de 1,2m/s

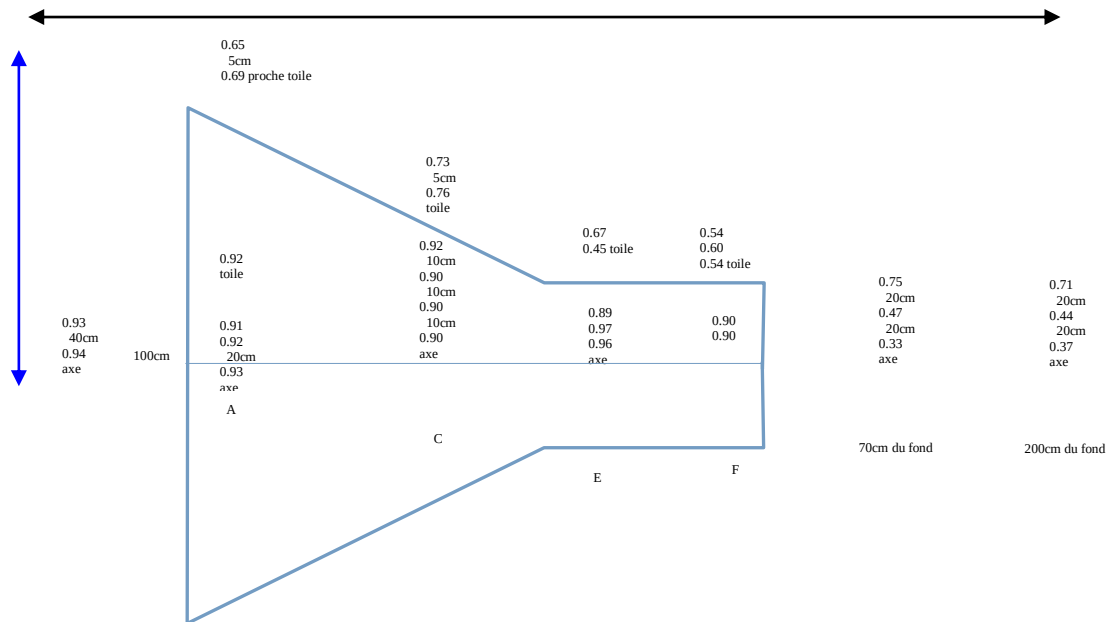
Positions des profils d'écoulement :

Profil A : Mesure dans axe horizontal du tamis (au milieu) 1/ devant entrée du tamis, 2/à l'intérieur du tamis cône et réserve 3/ à l'extérieur arrière du tamis

Profils B : Mesure dans le plan derrière fond de réserve

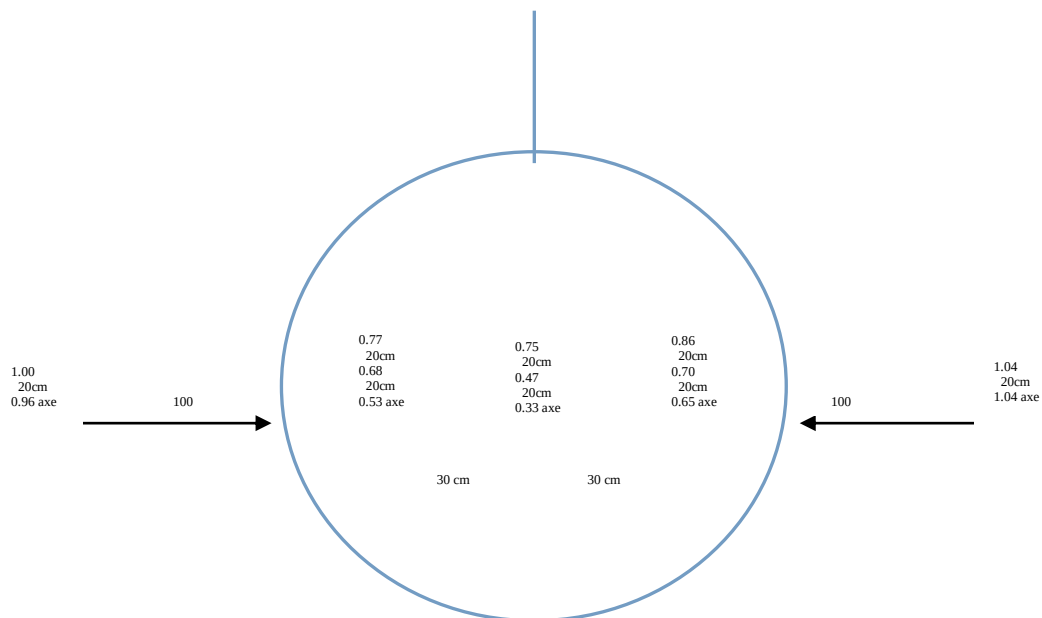
Profils C : Mesure dans le plan de l'entrée du tamis

Profil D : Mesure dans axe horizontal intérieur et extérieur de la réserve



* Lecture du profil : exemple 0.65 = vitesse mesurée au micro moulinet divisé par la vitesse de la veine (unité m/s), 5cm = position du micro moulinet à 5 cm (extérieur du tamis). $\longleftrightarrow$ = sens de déplacement du moulinet vertical et horizontal, des micros trous ont été aménagés sur le dessus du tamis.

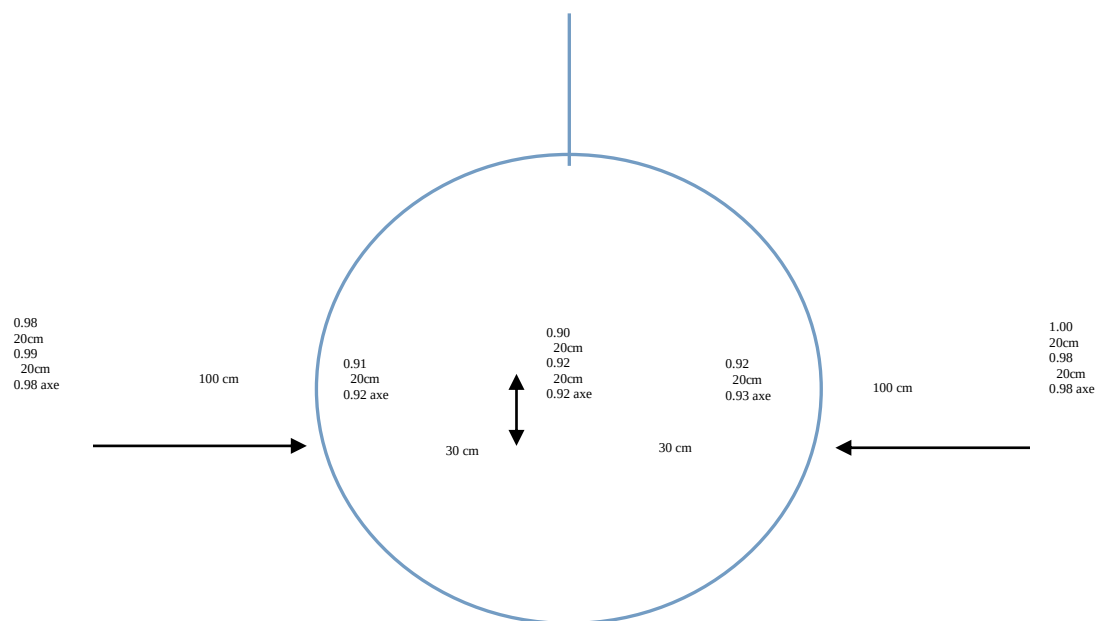
Figure 27 : Profil A



Vitesses 70cm derrière le fond de réserve (sillage)

* Lecture du profil : exemple 0.77 = vitesse mesurée au micro moulinet divisé par la vitesse de la veine (unité m/s), 20cm = position du micro moulinet à 20cm du milieu du fond de réserve et une série de mesure 30cm plus bas. 100 = position du moulinet à 100cm gauche et droite extérieur du fond de réserve. $\longleftrightarrow$ = sens de déplacement du moulinet vertical et horizontal.

Figure 28 : Profil B

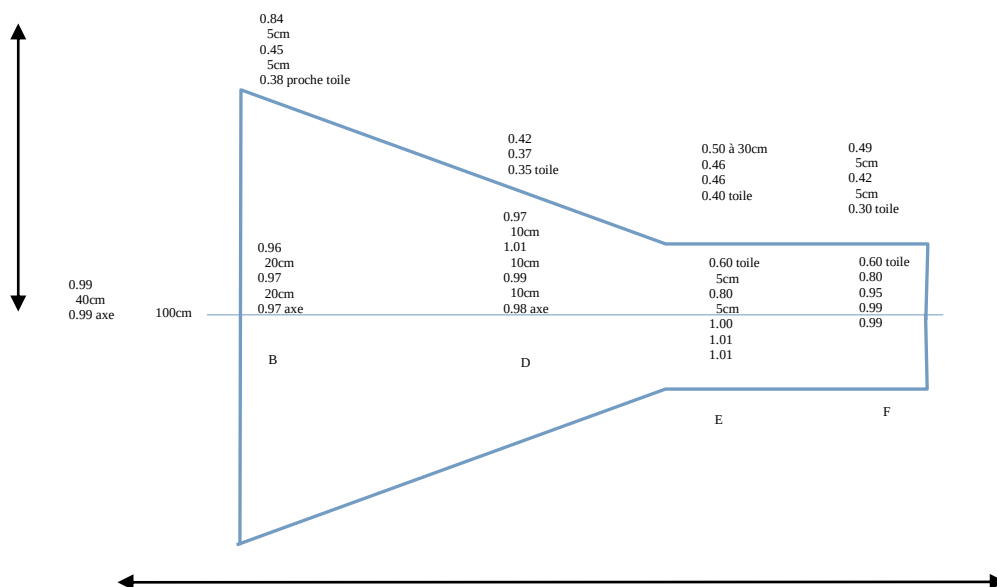


Vitesses dans le plan du cerceau

* Lecture du profil : face à l'entrée du tamis, exemple 0.90 = vitesse mesurée au micro moulinet divisé par la vitesse de la veine (unité m/s), 20cm = position du micro moulinet à 20cm (extérieur au milieu du cerceau) et une série de mesure à 30cm plus bas. 100 = position du moulinet à 100 cm gauche et droite extérieur du cerceau. $\longleftrightarrow$ sens de déplacement du moulinet vertical et horizontal.

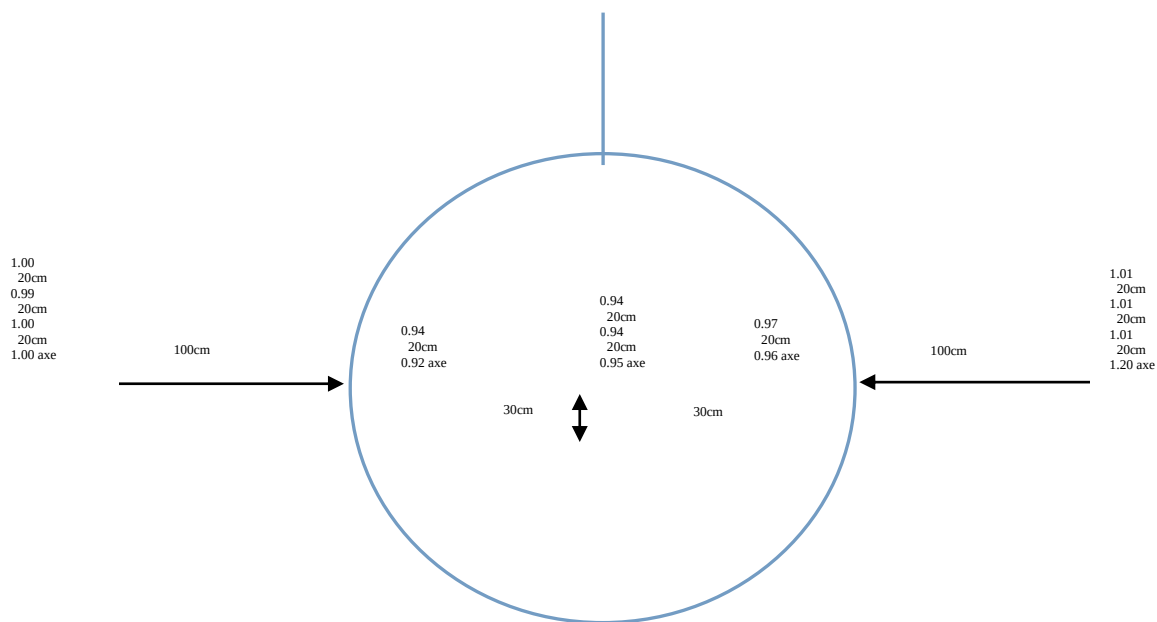
Figure 29 : Profil B

Cône 2 et réserve 1 (longue)



* Lecture du profil : exemple 0.84 = vitesse mesurée au micro moulinet divisé par la vitesse de la veine (unité m/s), 5cm = position du micro moulinet à 5 cm (extérieur du tamis). $\longleftrightarrow$ = sens de déplacement du moulinet vertical et horizontal, des micros trous ont été aménagés sur le dessus tamis.

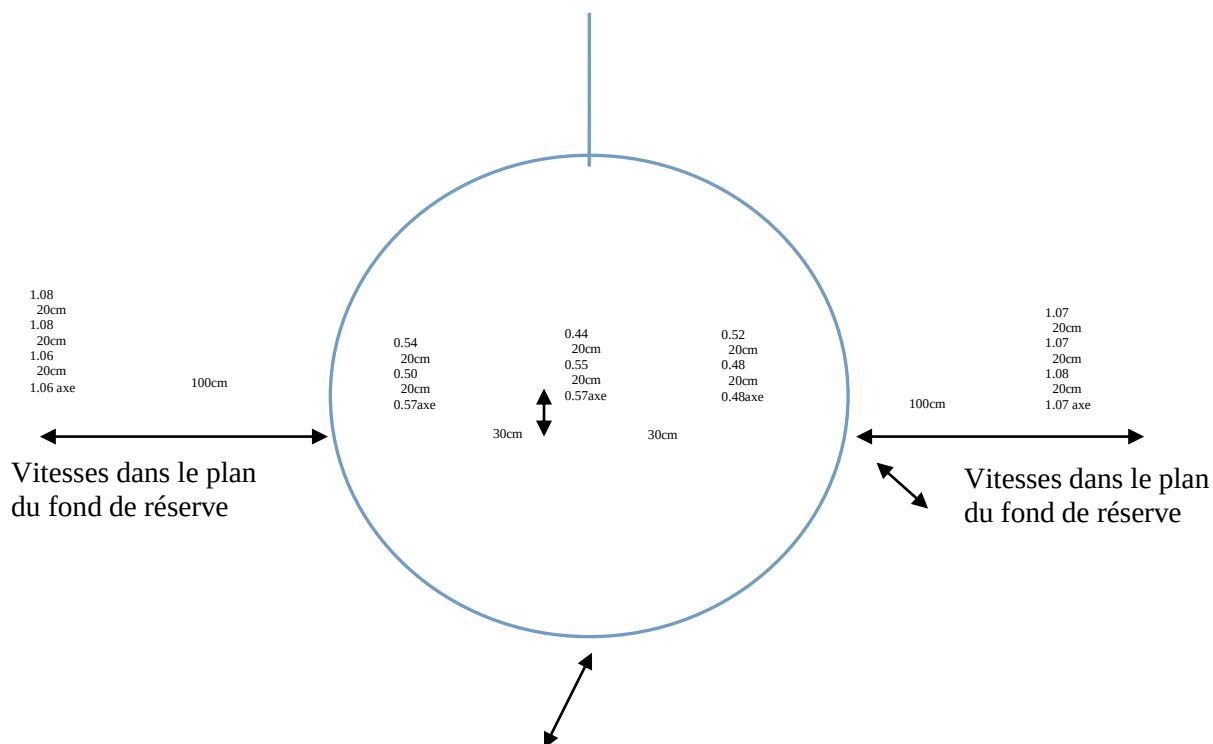
Figure 30 : Profil A



Vitesses dans le plan du cerceau

* Lecture du profil : face à l'entrée du tamis, exemple 0.94 = vitesse mesurée au micro moulinet divisé par la vitesse de la veine (unité m/s), 20 cm = position du micro moulinet à 20cm (extérieur au milieu du cerceau) et une série de mesure à 30cm plus bas. 100 = position du moulinet à 100 cm gauche et droite extérieur du cerceau. $\longleftrightarrow$ = sens de déplacement du moulinet vertical et horizontal.

Figure 31 : Profil C



Vitesses 70cm derrière le fond de réserve

* Lecture du profil : exemple 1.08 = vitesse mesurée au micro moulinet divisé par la vitesse de la veine (unité m/s), 20cm = position du micro moulinet à 20cm et déplacement vertical du moulinet de 20cm en 20cm vers le bas. 100 = position du moulinet à 100cm gauche et droite extérieur du fond de réserve. $\longleftrightarrow$ = sens de déplacement du moulinet vertical et horizontal.

Figure 32 : Profil B

Cône 2 (long) et réserve courte avec fond de réserve opaque

L'objectif était de créer une zone de faible vitesse dans le fond de la réserve afin d'éviter que les civelles ne s'y abîment. Cette zone de faible vitesse est obtenue en opacifiant le fond de réserve avec une toile étanche du même diamètre. Le fond de réserve observé est bombé (contrairement au schéma). Les mesures présentées ci-dessous concernent uniquement les profils d'écoulement dans la réserve car les vitesses mesurées sont presque identiques pour tous les cônes.

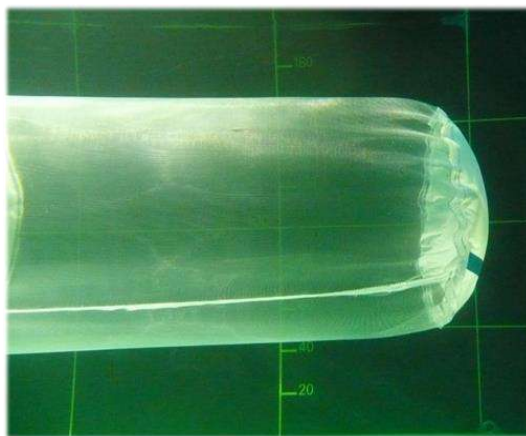
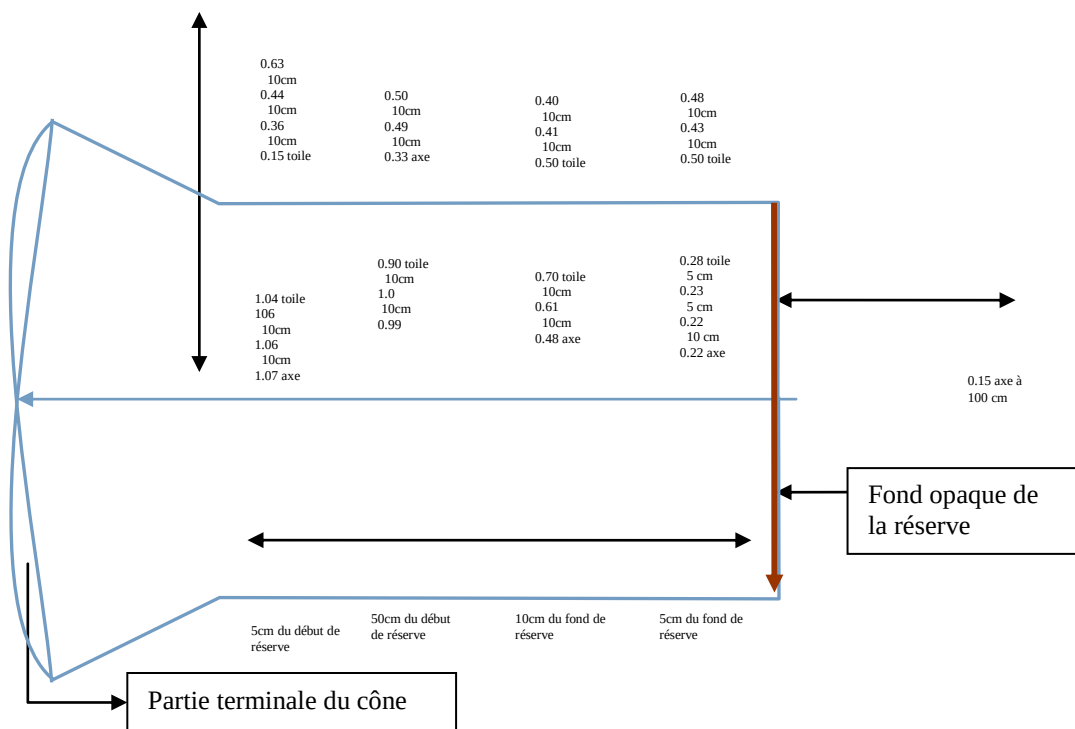


Figure 33 : Réserve opacifiée

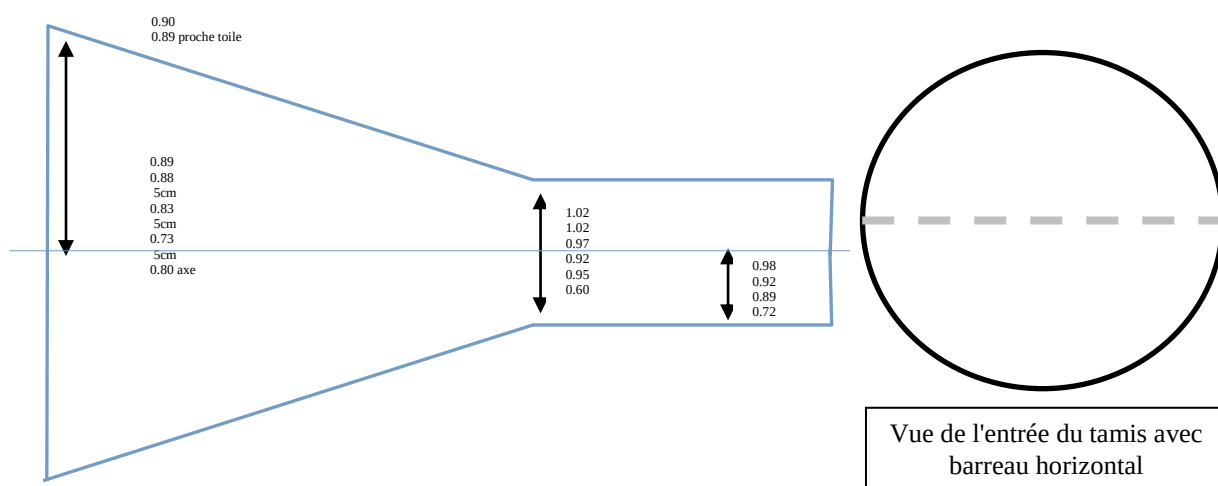


* Lecture du profil : exemple 0.63 = vitesse mesurée au micro moulinet divisé par la vitesse de la veine (unité m/s), 10cm = position du micro moulinet à 10cm au-dessus de la réserve et déplacement vertical du moulinet de 10cm en 10cm vers le bas. 100 = position du moulinet à 100cm droite extérieur du fond de réserve. $\longleftrightarrow$ = sens de déplacement du moulinet vertical et horizontal.

Figure 34 : Profil D

Cône 2 et réserve longue, réserve opaque et barreau horizontal

Afin d'évaluer l'influence de la perche sur la vitesse à l'intérieur du tamis, un barreau identique à la perche utilisée en opération de pêche est installé horizontalement dans le diamètre du cerceau. On observe alors que le barreau a peu d'influence sur la vitesse dans le tamis, hormis dans son sillage. Compte tenu de la dissymétrie du cône, le barreau placé dans un diamètre du cerceau se trouve plutôt au niveau du dessous de la réserve.



* Lecture du profil : exemple 0.89 = vitesse mesurée au micro moulinet divisé par la vitesse de la veine (unité m/s), 5cm = position du micro moulinet à 5cm à l'intérieur de l'entrée 15 cm au-dessus du barreau. $\longleftrightarrow$ sens de déplacement du moulinet vertical et horizontal.

Figure 35 : Profil A

Mesures de traction

Pour répondre aux questions liées à la dépense énergétique nécessaire au remorquage des tamis, des mesures de traînée ont été réalisées pour chaque configuration.

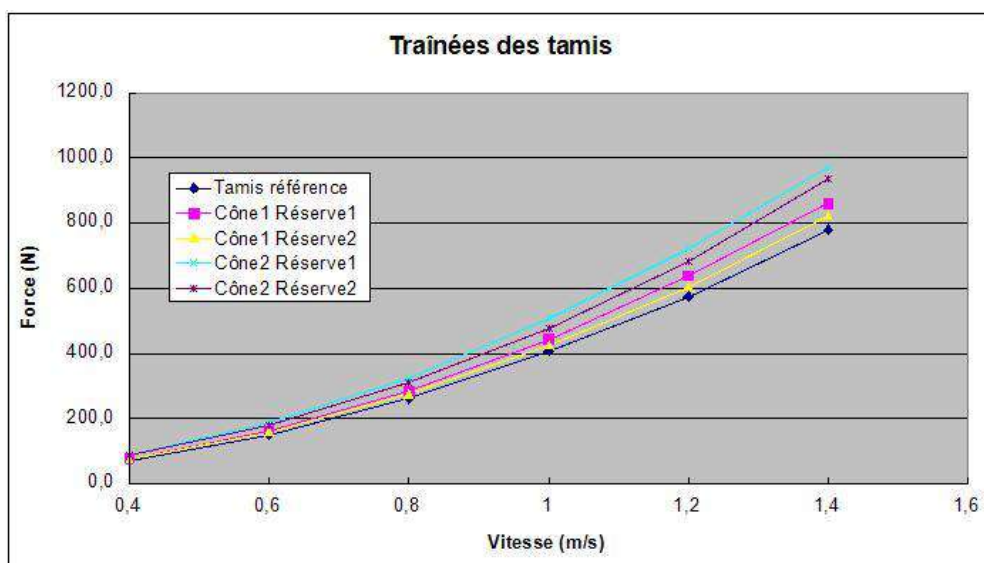


Figure 36 : Trainées des tamis en fonction de la vitesse de veine

On observe que les tamis ayant le plus de traînée sont aussi ceux qui ont le plus de surface de toile, en se référant au Tableau 10.

Tableau 10 : Configuration et surface de toile

Configuration	Surface de toile (m²)
Cône 2 Réserve 1	4,255
Cône 2 Réserve 2	4,196
Cône 1 Réserve 1	3,455
Cône 1 Réserve 2	3,396
Tamis de référence	1,13

Ajouter un fond de réserve opaque augmente la traînée de presque 30% (pour l'ensemble cône 1 et réserve 1) à la vitesse de 1.4 m/s (figure 37). L'étranglement en début de réserve ne modifie pas significativement la traînée.

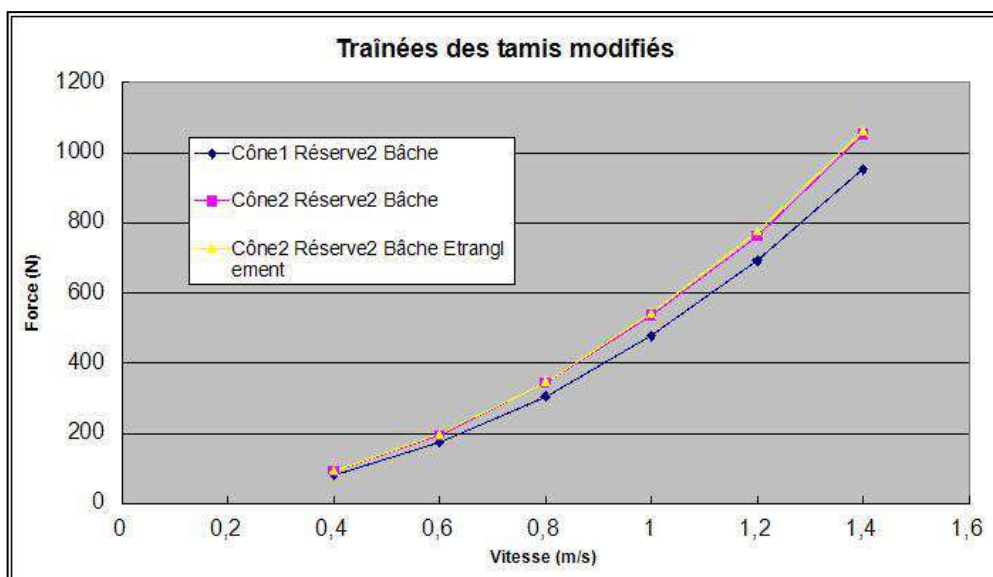


Figure 37 : Traînée des tamis modifiés. Effet du fond de réserve opaque.

Les relevés de force sont d'une qualité suffisante pour être extrapolés à la vitesse de 4 nœuds.

Discussion

Les tamis essayés sont très dissymétriques, il est donc recommandé de réaliser des tamis à 4 faces pour les essais à venir.

On observe très peu de diminution de vitesse à l'intérieur des tamis testés (environ 5% dans l'entrée, valeur dans les incertitudes de mesure compte tenu des inhomogénéités du bassin et du système de mesure) et ceci jusqu'au fond de la réserve. L'écoulement est ainsi quasiment uniforme: les civelles se déplacent à pleine vitesse jusqu'à la toile en fond de réserve où elles s'arrêtent et restent plaquées par le courant. Ceci peut être une cause de dommage. Une autre cause peut provenir du frottement contre les parois du cône : le fait que l'écoulement soit presque uniforme dans le cône amène les civelles à rencontrer la toile à pleine vitesse. Cet effet est sans doute amoindri par l'inclinaison de la toile du cône. Ces conclusions sont à modérer car les mesures de vitesses ont été réalisées jusqu'à 2,5 nœuds seulement. Il conviendrait alors de créer une zone d'eau calme ou plus calme en fond de réserve. On peut obtenir cet effet grâce à l'utilisation d'un fond étanche.

Les mesures de pression n'ont pu être réalisées. Compte tenu des faibles modifications de vitesse à l'intérieur du tamis, il est très probable que l'écart de pression entre l'intérieur et l'extérieur soit faible. Cette dernière est probablement non mesurable (dans cette configuration expérimentale), du fait des perturbations environnementales : la hauteur de la surface libre qui évolue autour du tamis plus particulièrement.

Une réserve longue semble avoir peu d'utilité, c'est du moins ce que montrent les mesures en bassin. Il est donc suggéré de choisir une réserve courte pour les essais en mer. Un gros diamètre de réserve est peu utile du point de vue des écoulements et augmente la consommation d'énergie si le fond est opacifié. Il faudrait tester en mer un petit et un gros diamètre de réserve. Cependant, dans la pratique, les débris viennent opacifier la toile et il est intéressant d'augmenter la surface de filtration sous la forme d'une réserve plus longue ou avec un plus grand diamètre.

Un cône long est sans effet quant à la filtration et aux écoulements, mais il peut être intéressant de réduire l'angle du cône dans le but de limiter les dommages aux civelles. Il est suggéré de partir sur un cône long pour les essais mer.

Un fond de réserve étanche a été testé. Il permet de créer une zone "calme" où la vitesse est divisée par 5. Il est encore possible de réduire la vitesse ou encore de créer une zone de plus grand volume, en opacifiant la périphérie sur quelques centimètres. Cependant, cela compliquerait la manutention par la présence de quelques litres d'eau dans le fond de réserve. Ce poids supplémentaire est déjà présent avec le fond opacifié qui se creuse en forme de cuvette.

En ce qui concerne la traînée, plus il y a de toile, plus elle augmente. Il y a donc tout intérêt, pour la dépense d'énergie, d'utiliser des tamis ayant le moins de surface de toile. Le fait d'opacifier le fond du tamis a un coût énergétique important. Cela milite en faveur d'une réserve de plus petit diamètre.

4.3.3 Simulation de l'écoulement dans un tamis

La connaissance des écoulements dans les engins de pêche faits de filet est importante pour au moins deux raisons majeures :

- la résistance au remorquage de l'engin, et donc la dépense en énergie, dépend directement de cet écoulement qui induit sur chaque élément du filet une traînée liée au carré de la vitesse de l'eau,
- l'effet sur les animaux des courants dans et autour des engins de pêche est probablement sensible (en particulier passifs et juvéniles). Il devient important dès lors que l'on souhaite étudier leur comportement qui fait intervenir leur vitesse de nage par rapport à celle de l'eau.

Des études de ce type d'écoulements et le développement de codes de calcul ont été entrepris au début des années 2000 mais sont restés pour la plupart des codes de calcul académiques sans réelle application à un engin de pêche. En 2009, une thèse sur ce sujet (Mnassri *et al.*, 2009) a été entreprise par l'IFREMER en collaboration avec le laboratoire de mécanique des fluides de l'Ecole Centrale de Nantes dans le cadre du projet Hydropêche.

L'idée de base de ce travail a été de prendre en compte la présence du filet dans l'écoulement par l'intermédiaire des efforts qu'il applique sur le fluide, implémentés dans les termes sources qui apparaissent dans les équations de Navier-Stokes. Par comparaison, les approches antérieures nécessitaient une identification de différents coefficients, souvent définis dans l'hypothèse d'un milieu poreux avec ou sans épaisseur modélisant le filet, identification très couteuse en temps de mesure en bassin. Or si les coefficients d'un milieu poreux représentant un filet sont a priori inconnus, les efforts appliqués par le filet ou ses éléments (tresses et nœuds) sont connus et validés depuis de nombreuses années, dans le code DynamiT par exemple. L'utilisation de cette nouvelle approche résulte donc dans un gain de temps de mesure en bassin et une plus grande applicabilité à des cas réels.

Objectif

Nous proposons ici de simuler l'écoulement de l'eau dans le voisinage d'un tamis à civelle. Il s'agit donc de la première application à un engin de pêche réel, certes de petites dimensions, du plus récent code de calcul fluide dédié aux problématiques de l'halieutique.

Dans le cadre du projet Hydrotamis, le but principal de ces simulations numériques est de pouvoir visualiser les éventuelles zones de brassage (liées à des recirculations d'eau par exemple) ou de passage à pleine vitesse au travers de la toile, pouvant conduire à des dommages aux civelles. Un objectif secondaire est d'éventuellement pouvoir optimiser la conception du tamis pour réduire la dépense en énergie et le cas échéant les zones de dommages potentiels. Ces différents effets que l'on cherche à observer dans les

simulations ont été au préalable observés en bassin par mesure de vitesse et de traînée, ce qui constitue une base de validation des calculs.

Il faut noter qu'il n'a été fait aucune « calibration », « fitting » ou « optimisation » du code de calcul fluide pour ajuster ses résultats aux observations expérimentales.

Méthode

La méthode consiste à imposer les efforts de traînée et portance des éléments constituant le tamis à civelse dans un domaine fluide en mouvement. Les vitesses de l'eau évoluent en fonction de ces efforts et sont utilisés pour réactualiser les efforts qui sont dépendant de la vitesse. Ce processus est itéré jusqu'à convergence.

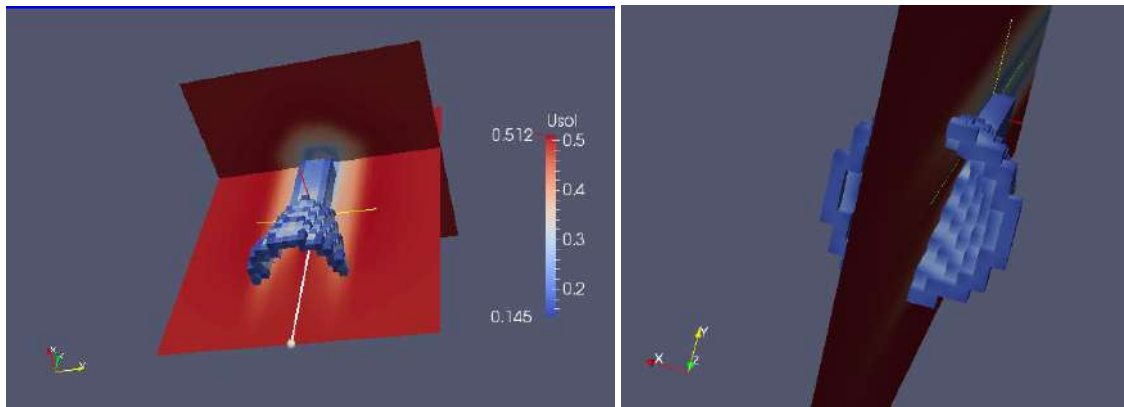


Figure 38 : Discretisation plutôt grossière d'un tamis à civelse et représentation de la vitesse de l'eau en coupe.

Plusieurs modifications ont été apportées au code de calcul fluide existant :

- Description sous forme d'efforts, de la géométrie du tamis : un cône, un cylindre et un disque formant le fond du cylindre. Ces éléments géométriques sont discrétisés en petits éléments sur lesquels sont calculés les efforts du fluide pour un état donné de l'écoulement. Les efforts sur le fluide sont ensuite intégrés dans les cellules du domaine fluide et deviennent des efforts volumiques.
- Pseudo couplage entre l'écoulement et le tamis. Pseudo car on ne prend pas en compte la déformation de la toile du tamis pour deux raisons : (1) on observe dans l'usage que les tamis se déforment peu, sauf la partie terminale qui s'arrondie, (2) le comportement de ce type de toile n'est pas connu. Il ne s'agit pas d'une toile souple compte tenu de la très petite taille des mailles et de leur matériau mono filament, par comparaison avec les filets, il n'y a pas de nœuds. Le couplage complet, qui a en fait été réalisé pour pouvoir s'adapter à un engin quelconque fait de filet souple, a été implémenté en écrivant un processus de calcul indépendant pour la simulation fluide, un autre processus indépendant pour la simulation de la structure et un échange de données protégées par mutex (primitive de synchronisation).

On devrait s'intéresser également aux comportements du code de calcul résultant par l'étude de :

- la sensibilité au maillage du domaine fluide,
- la sensibilité au diamètre du fil constitutif du tamis,
- la limite d'application de ce type de formulation en effort plutôt qu'en condition limite (où on impose classiquement une vitesse de fluide plutôt qu'un effort), par exemple, peut-on simuler une toile étanche, colmatée donc avec une vitesse nulle au niveau de la toile ?

Pour ces calculs, on fait l'hypothèse que l'écoulement est peu ralenti par le filet et qu'il n'y a pas de changement significatif de pression dans le cône, de fait on calcule la traînée des éléments de la toile à tamis comme la somme des traînées de pression et de frottement de cylindres (en $1/2 \rho C_d S v^2$). Dans le cas où la pression serait significativement plus importante à l'intérieur du tamis, cette formulation des efforts ne conviendrait probablement plus, ce qui appelle la question sur la limite d'application de ce type de formulation.

La traînée du cerceau support est prise en compte comme une traînée de cylindre car $d \ll D$: $D=20\text{mm}$, $L=3,77\text{m}$, $\frac{1}{2} \rho C_d S=45 \text{ N} / (\text{m}^2\text{s}^{-2})$. Cette traînée sera ajoutée à la traînée du tamis obtenue par simulation pour une comparaison avec la traînée mesurée.

Résultats

On simule les configurations suivantes (voir Figure 39) :

- cône 1 / réserve 2
- cône 2 / réserve 1

Ce choix permet de balayer les extrêmes de traînée. En effet, les surfaces de toile de ces configurations correspondent à un minimum et un maximum parmi toutes les configurations testées en bassin. Les mesures en bassin montrent que l'on obtient aussi un minimum et maximum de traînée pour ces deux configurations.

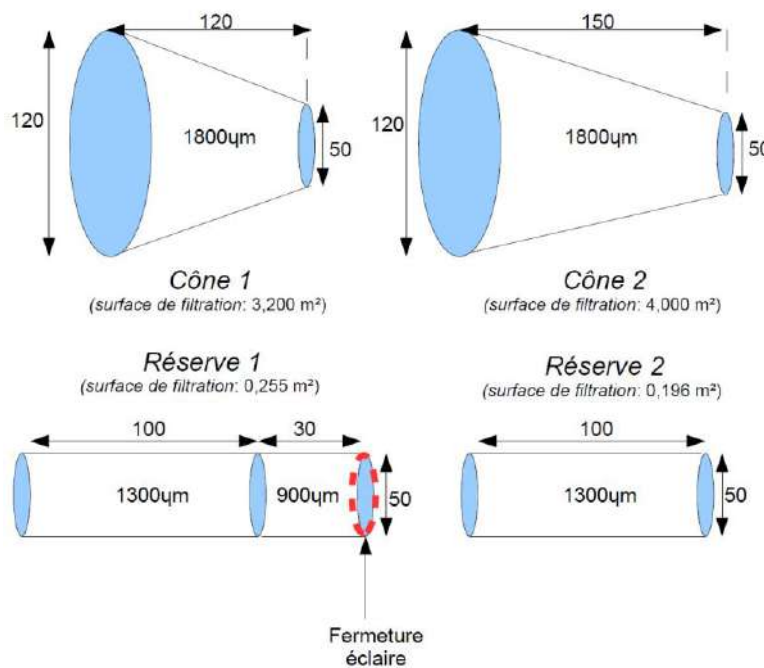


Figure 39 : Configurations simulées

Résultats sur la traînée

Le Tableau 11 résume les résultats de traînée obtenus pour ces deux configurations à la vitesse de 1,4m/s pour un maillage du domaine fluide de 0,1m. On teste ici deux diamètres de fil, pour rendre compte de l'incertitude sur leur mesure. On mesure en effet approximativement 0,5mm et on teste 0,45 et 0,55mm (colonnes 2 et 3). On donne aussi dans ce tableau la traînée obtenue en supposant l'écoulement uniforme, c'est-à-dire non perturbé par la présence du tamis, hypothèse faite jusqu'ici dans les codes de calcul de structure en halieutique.

Tableau 11 : Résultats de traînée (Newton) pour les deux configurations simulées à la vitesse de 1.4 m/s. L'écart à la mesure s'entend comme le plus petit écart (en tenant compte de l'incertitude sur le diamètre du fil) entre le calcul de traînée en écoulement uniforme et le calcul de traînée en simulant l'écoulement. Maillage à $dx=0.1$.

Configuration	Trainée tamis D0.45	Trainée tamis D0.55	Trainée support	Trainée totale min max	Trainée uniforme Tamis seul min/max	Mesure	Ecart à la mesure
Cône 1 / Réserve 2	691	759	88	779 / 847	2955 / 3611	822	0% 260%
Cône 2 / Réserve 1	751	820	88	839 / 908	3697 / 4519	971	8% 280%

On notera que la prise en compte de la perturbation de l'écoulement par l'engin de pêche, objet de ces développements, permet de faire chuter l'erreur de calcul de la traînée de 260% ou 280% à 0% ou 8% selon le cas de ces tamis à civelse, non transposable à des chaluts par exemple. La Figure 40 illustre ce premier résultat. Cela représente une réduction majeure de l'erreur. On observe aussi sur le Tableau 11 qu'une variation du diamètre de fil de 22% se traduit par une variation de traînée de l'ordre de 9% alors qu'elle est comme attendue de 22% en écoulement uniforme.

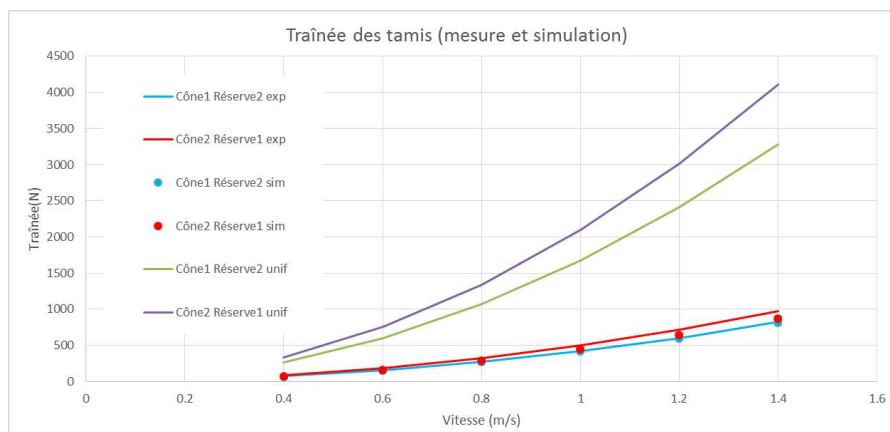


Figure 40 : Graphique des traînées mesurées et simulées en fonction de la vitesse. On observe une différence de traînée importante entre la mesure (exp) et les valeurs obtenues par calcul en supposant l'écoulement uniforme, i.e. non perturbé par la toile à tamis (unif).

La figure 41 permet de comparer la traînée mesurée et la traînée calculée, avec son intervalle d'incertitude. Les traînées calculées et simulées de l'ensemble cône 1 / réserve 2 semblent parfaitement coïncider. Pour l'ensemble cône 2 / réserve 1, un écart de l'ordre de 8% est observé. La forme du tamis testé (dissymétrie importante liée à une construction qui aurait dû être à 4 faces), les bandes de collage de la toile, les accessoires utilisés pour maintenir le tamis dans la veine, la modélisation simpliste du cerceau support et les écarts dimensionnels de la toile peuvent expliquer cet écart.

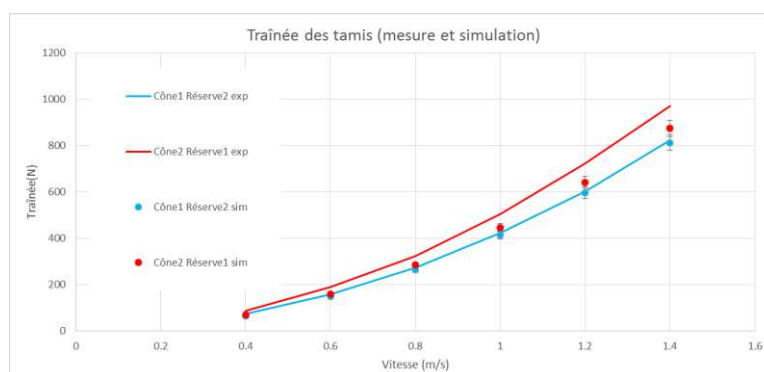


Figure 41 : Comparaison des traînées mesurées (exp) et simulées (sim). Les intervalles d'erreurs des valeurs simulées sont obtenus par la prise en compte des extrêmes des diamètres de fil

Résultats sur la vitesse

Les valeurs de vitesse d'écoulement calculées dans le tamis ou à l'extérieur sont données selon une échelle colorée :

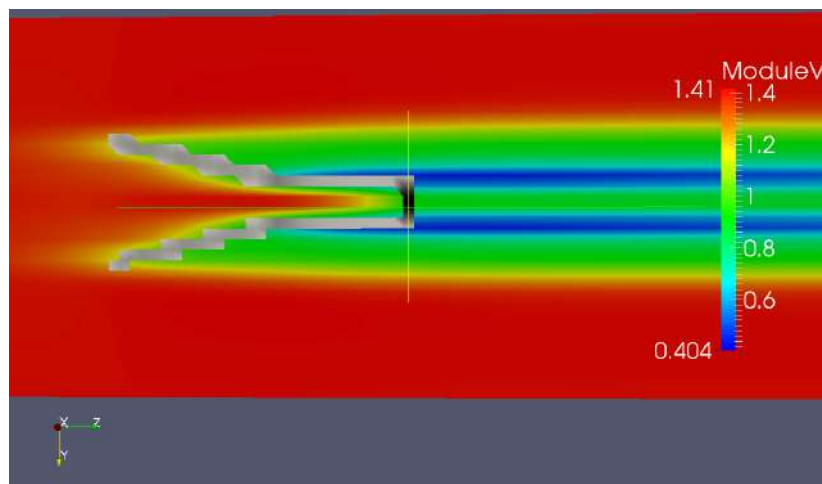


Figure 42 : Champ de vitesse autour et dans le tamis. La vitesse au loin (vitesse de remorquage) est en rouge et la vitesse minimum en bleu. Le tamis est représenté en coupe par une distribution de forces volumiques en dégradé de gris.

Sur la figure 42, une vitesse très peu perturbée à l'intérieur du tamis, sauf à proximité de la toile et réduite à l'extérieur dans son sillage, de l'ordre de 0,9 m/s (en vert), soit 0,64 en valeur sans dimension. Les relevés expérimentaux donnent pour ce tamis des résultats similaires : une vitesse peu perturbée à l'intérieur et réduite à proximité de la toile et de l'ordre de 0,5 sans dimension dans le sillage. On remarque que le tamis de référence, qui a pourtant théoriquement une toile de 1800 microns donne des vitesses mesurées plus proche de celles simulées (de 0,60 à 0,73 sans dimension). On peut penser que les caractéristiques des toiles à tamis diffèrent un peu avec l'usure ou selon leur provenance.

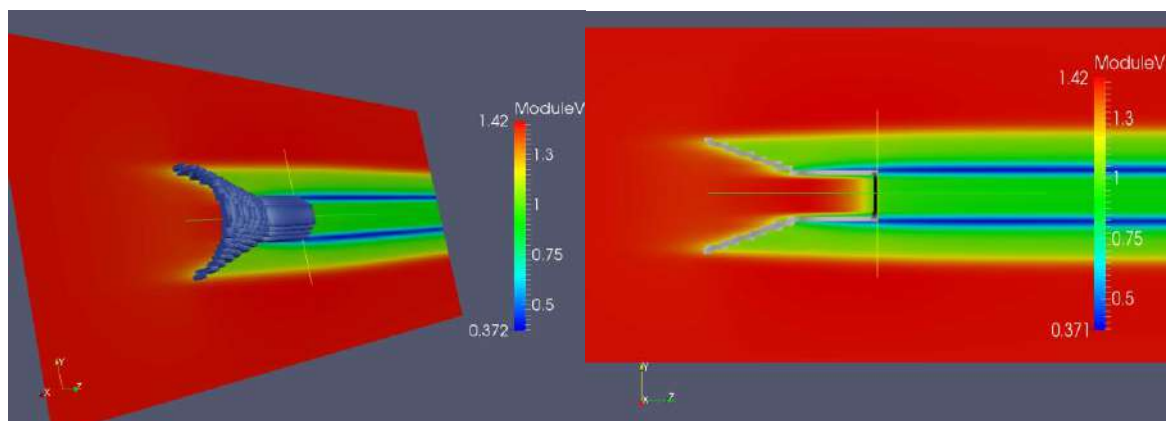


Figure 43 : Tamis représenté par ses efforts sur le fluide et champs de vitesse sur un plan de coupe avec un maillage plus fin

Conclusion

Nous avons, après adaptation logicielle, testé un modèle d'écoulement 3D visqueux à maillage régulier, développé lors de projets antérieurs, pour la première fois couplé avec un engin de pêche complet. Cet engin est caractérisé par de faibles dimensions (typiquement 2 à 3m) et une porosité assez faible qui se traduit par une réduction plutôt importante de la vitesse d'écoulement au voisinage de sa paroi, par comparaison avec un engin de pêche type « chalut ». Cette porosité se traduit aussi par les écarts très importants qu'on retrouve entre la traînée calculée à partir d'un écoulement uniforme, méthode simpliste, et à partir du champ de vitesse modifié par le tamis.

Les résultats des simulations se montrent très réalistes. On obtient des écarts sur la traînée inférieurs à 10% par rapport aux valeurs mesurées en bassin. Ce résultat peut être qualifié d'excellent d'autant qu'il n'y a aucune étape d'ajustement ou d'optimisation entre le modèle et les mesures de référence. Il est en particulier

remarquable de constater que le seul choix dans le modèle d'écoulement du diamètre du fil (0,45 à 0,55 mm) et de la taille de maille (coté de 1,8mm) de la toile constituant les tamis permettent d'arriver à un résultat très proche des observations en bassin. Cette approche est radicalement différente et simplifiée par rapport aux approches suivies jusqu'ici : en générale optimisation d'un modèle de plaque poreuse sur code commerciaux ou open source, ce qui permet d'obtenir à peu près tout type de résultat, en particulier celui recherché.

Du point de vue des champs de vitesse, on retrouve par simulation ce qui est observé en bassin : un écoulement quasi uniforme à l'intérieur et ralenti de l'ordre de 60% dans le sillage proche du tamis.

Par rapport aux objectifs initiaux de l'étude, la conclusion est donc la même que pour les essais en bassin : lorsque le tamis n'est pas colmaté, on n'observe pas de zone de recirculation ou de brassage susceptible de blesser les civelles, mais le fond de tamis est traversé par l'eau à quasi pleine vitesse.

4.3.4 Atelier au bassin de l'Ifremer Lorient : définition des prototypes à tester

A partir des informations collectées en réalisant l'état initial, des observations vidéo, des observations à bord et des essais en bassin, des professionnels de Loire, le personnel de l'Ifremer en charge du projet, ainsi que les partenaires techniques se sont réunis le 25 novembre 2014 au bassin d'essais de la station lorientaise de l'Ifremer avec l'objectif de définir des configurations de prototypes à tester en estuaire.



Figure 44 : Echanges entre professionnels, scientifiques et partenaires techniques devant un tamis immergé au bassin d'essais de l'Ifremer (Lorient, le 25 novembre 2014)

Lors de cet atelier, l'équipe du LTBH a présenté aux pêcheurs les résultats obtenus relatifs à la qualité des civelles échantillonnées (état initial) et aux mesures hydrodynamiques réalisées au bassin de Boulogne.

Les discussions ont porté sur ce qui est susceptible d'être une cause de dommage :

- 1) très peu de diminution de vitesse à l'intérieur des tamis testés (autour de 5% dans l'entrée, valeur dans les incertitudes de mesure compte tenu des inhomogénéités du bassin et du système de mesure) et ceci jusqu'au fond de la réserve ;
- 2) intuitivement et au vue des quelques images vidéo, les civelles se déplacent à pleine vitesse jusqu'à la toile en fond de réserve où elles s'arrêtent et restent plaquées par le courant ;
- 3) le fait que l'écoulement soit presque uniforme dans le cône amène les civelles à rencontrer la paroi du cône à pleine vitesse. Cet effet est sans doute moindre du fait de l'inclinaison de la toile du cône ;
- 4) la présence de débris rend étanche une partie de la surface de la toile.

Au regard de ces premières conclusions, il est préconisé d'aménager une zone d'eau calme ou plus calme en fond de réserve, grâce à l'utilisation d'un fond étanche. Un fond de réserve étanche préalablement testé permet de créer une zone "calme" où la vitesse est divisée par 5. Il est encore possible de réduire la vitesse ou encore de créer une zone de plus grand volume en opacifiant la périphérie sur quelques centimètres.

Cependant, la présence de quelques litres d'eau dans le fond de la réserve pourrait compliquer la manutention de la réserve. Opacifier le fond du tamis à un coût énergétique de 15% (observation faite lors des mesures en bassin à Boulogne). Il conviendrait également de choisir une réserve courte pour les essais en mer, et y tester un petit maillage ainsi qu'un diamètre de réserve plus important.

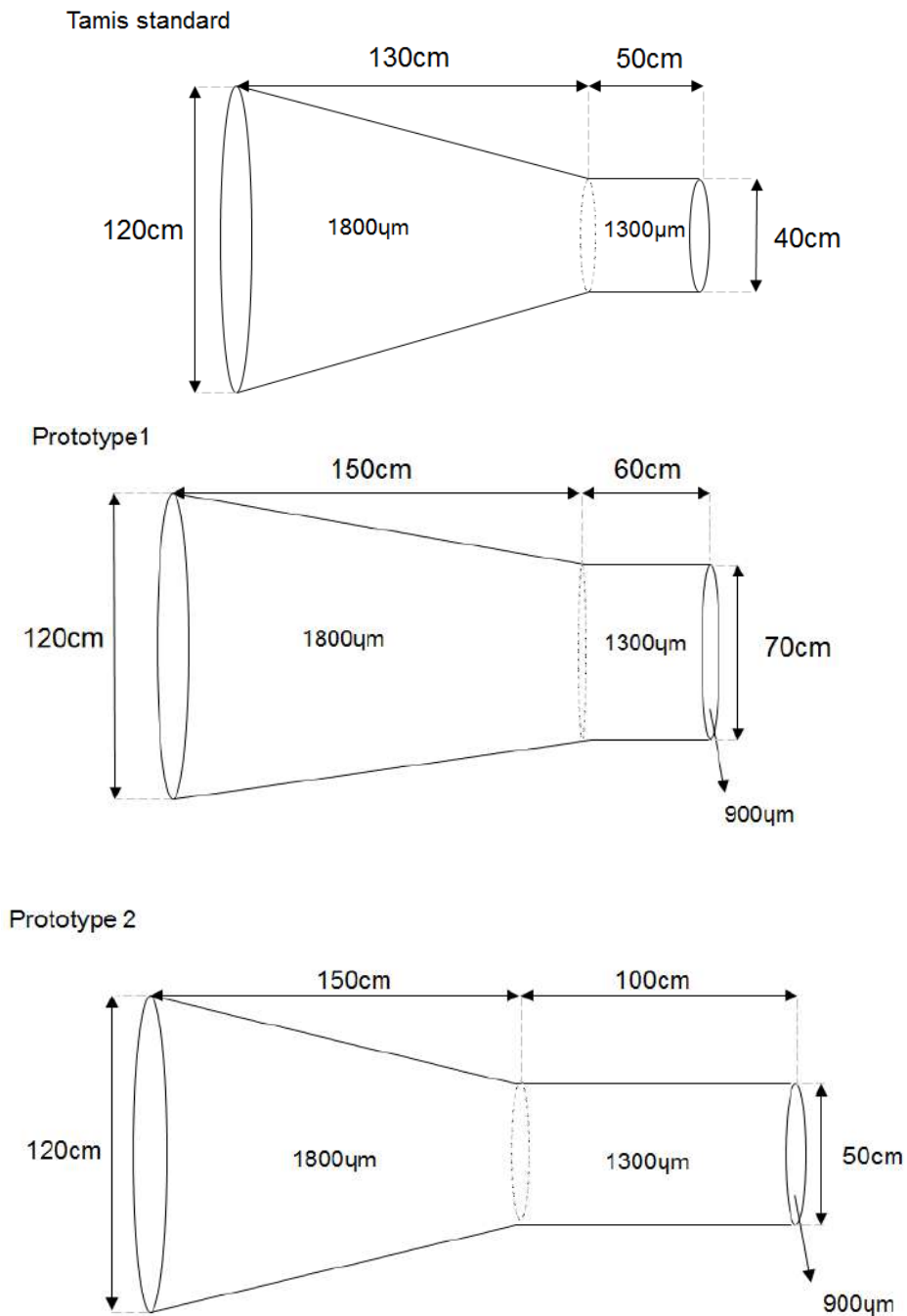
Pour la suite des essais de l'année 2014 et 2015, la discussion conclusive a porté sur une modification des réserves en augmentant le diamètre, la longueur, et en opacifiant avec un maillage plus fin sur le fond. Augmenter ces longueurs permet d'augmenter la surface filtrante et, en cas de colmatage, devrait réduire les zones de queutage. Augmenter la longueur du cône permet de réduire l'angle d'attaque de la toile et devrait permettre de réduire le risque de queutage.

La surface d'entrée n'a pas été modifiée pour rester dans le cadre de la réglementation. Augmenter la surface d'entrée pour compenser une forte baisse de vitesse des navires (induisant une forte diminution de la consommation) pourrait être une piste intéressante pour maintenir le rendement avec une bonne qualité et une baisse de la consommation de carburant.

5 Test des prototypes

5.1 Configuration des prototypes

A la suite de l'atelier de définition des prototypes, 4 tamis ont été fabriqués : un tamis standard (constituant la référence lors des tests) et 3 prototypes. Le tamis standard est le modèle le plus représenté dans la flottille de Loire.



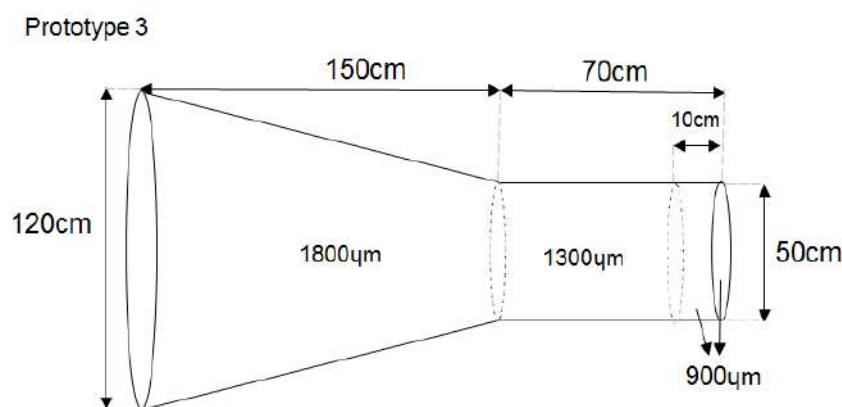


Figure 45 : Caractéristiques du tamis standard et des 3 prototypes testés en condition réelle

Les 3 prototypes présentent tous un cône plus long que celui du tamis standard (1,50m contre 1,30m pour le tamis standard), et un diamètre de réserve plus important (0,50m au minimum contre 0,40m pour le tamis standard), ceci afin de diminuer l'inclinaison des parois et de limiter le frottement et donc le maillage des civelles le long de celles-ci.

Le prototype 1 a la particularité d'avoir une large et courte réserve, basée sur les anciens tamis historiquement utilisés en Loire, dits en forme de « casserole ». Le fond de la réserve présente toutefois une maille de 900µm, afin d'éviter le maillage des civelles.

Le prototype 2 possède une longue réserve (1,00m). Il s'agit là d'une volonté des professionnels impliqués dans le projet qui pensent que, plus la réserve est longue, et plus la vitesse diminue au fur et à mesure de sa progression dans la réserve. Cette hypothèse n'a toutefois pas été vérifiée lors des essais en bassin. Ce tamis possède aussi une toile en mailles de 900µm au fond de la réserve.

Quant au prototype 3, sa réserve présente une taille intermédiaire (0,70m) en maillage de 1300µm mais avec une sorte de réceptacle en maillage de 900µm qui revient sur 10cm le long de la réserve. Cette configuration est issue des observations selon lesquelles les civelles se maillent aussi sur les côtés de la réserve, au fond. Certains professionnels craignant toutefois que le fin maillage ne se colmate rapidement lorsque la turbidité est importante, et que cela ne crée une poche de plusieurs litres d'eau, rendant la relève du tamis plus difficile.

Ces 3 prototypes ont été conçus afin de tester les hypothèses émises à la fois par les professionnels, à partir de leur savoir empirique, et de celles des scientifiques, basées sur les essais en bassin et leur expérience dans la conception des engins de pêche.

5.2 Protocole

Parmi les navires pêchant la civelle sur la Loire, 3 d'entre eux se sont portés volontaires pour tester les 3 prototypes lors de la saison de pêche à la civelle 2014-2015, soit du 1^{er} décembre 2014 au 30 avril 2015. Les marées ont été effectuées à 3 niveaux différents de l'estuaire de la Loire : Paimboeuf, Cordemais et Nantes. Cette répartition visait à tester les prototypes dans des conditions hydrologiques variées, dans des milieux présentant une géographie différente, et à implanter le projet auprès des professionnels sur l'ensemble de l'estuaire.



Figure 46 : carte de l'estuaire de la Loire qui présente les 3 sites de test des prototypes Hydrotamis : Paimboeuf, Cordemais et Nantes (source : www.marinetloire.fr)

Cette expérimentation a fait l'objet d'une autorisation de pêche à des fins scientifiques (décision n°2298/2014 portant autorisation de pêche à la civelle dans l'estuaire de la Loire à des fins expérimentales), délivrée par les services de la DIRM Nord-Atlantique Manche-Ouest. Aucune civelle capturée lors de ces marées n'a donc été commercialisée. Après la manipulation, dans la mesure du possible, les civelles étaient remises à l'eau.

Lors de chacune des marées, l'un des prototypes était monté d'un côté du navire et le tamis standard était placé de l'autre côté. Cette technique présente l'avantage de pouvoir comparer les captures dans les mêmes conditions, en écartant les nombreuses variations entre chaque marée et chaque trait (ressource, conditions hydro-climatiques, abondance de débris...). Un biais persiste néanmoins : selon les patrons pêcheurs, un côté du navire est toujours plus productif que l'autre côté, à cause du pas de l'hélice et de la localisation de la pompe de refroidissement. L'importance quantitative et qualitative de ce biais n'a pas été mesurée.

Pêchées à une vitesse moyenne de 3,7 nœuds (de 2,8 à 5,7 nœuds selon l'orientation du navire par rapport au courant) durant une moyenne de 10,2 minutes (entre 7 et 15 minutes selon la morphologie de la zone de pêche), les civelles de chaque tamis étaient conditionnées séparément. L'objectif était de réaliser 10 traits pour chacune des marées. Pour qu'un trait soit validé, chaque tamis devait contenir un minimum de 50 civelles.

En parallèle, le professionnel était interrogé sur son ressenti par rapport à l'utilisation du prototype testé. Outre la qualité et la quantité des civelles pêchées, la maniabilité de l'engin est également un paramètre d'importance. Le tamis doit être facilement maniable et doit convenir au professionnel pour une utilisation quotidienne durant la saison de pêche à la civelle.

Le tableau suivant détaille le plan de test réalisé.

Tableau 12 : Plan des tests réalisés (en gris, les marées dont les résultats n'ont pas été exploités)

N° marée	Navire	Lieu	Date	Prototype testé	Nbre de traits réalisés	Nbre de traits exploitables (≥50 civelles/tamis)	Poids de civelles capturé (g)
1	A	Paimboeuf	23/01/2015	1	-	-	-
2			24/01/2015	2	13	10	1276
3			26/01/2015	2	-	-	-
4			10/02/2015	2	10	10	1569
5			11/02/2015	3	14	7	529
6			16/02/2015	3	10	10	1648
7	B	Cordemais	18/02/2015	3	10	9	945
8			20/02/2015	3	10	10	1502
9			23/02/2015	2	11	10	1925
10			24/02/2015	1	11	10	1157
11	C	Nantes	16/04/2015	1	10	10	2256
12			17/04/2015	1	10	10	2521
13			28/04/2015	3	-	-	-
				Total	109	96	15 857

Parmi ces marées, 3 d'entre elles n'ont pas été considérées dans les résultats. La marée n°1 (23 janvier 2015) n'a pas été exploitée à cause d'une imprécision dans la réalisation du protocole et lors des marées n°3 (26 janvier 2015) et n°13 (28 avril 2015), les captures n'ont pas été assez abondantes pour pouvoir obtenir des résultats représentatifs. Malgré cela, sur 109 traits effectués au cours de 10 marées, 96 peuvent être exploités, pour un poids total de 15,9kg de civelles pêchées.

Les séries de photos suivantes présentent la technique de vidange des tamis et le matériel utilisé pour chacun des 3 navires.



Figure 47 : Vidange d'un tamis lors des tests réalisés sur le navire A (Paimboeuf)



Figure 48 : Vidange d'un tamis lors des tests réalisés sur le navire B (Cordemais)



Figure 49 : Vidange d'un tamis lors des tests réalisés sur le navire C (Nantes)

Par la suite, les échantillons étaient analysés dans un laboratoire situé à proximité du lieu de débarquement. Chacun d'eux était pesé et la qualité des civelles était évaluée en réalisant un test au carmin indigo, de la même manière que lors de la réalisation de l'état initial.

5.3 Résultats

Le tableau suivant présente les résultats des tests pour chacune des 10 marées dont les données sont exploitables.

Tableau 13 : Comparaison de la qualité des captures de civelle pêchées avec un tamis standard d'une part et l'un des 3 prototypes d'autre part, lors de 10 marées expérimentales (en vert=qualité produite par le prototype supérieure à celle du tamis standard, en rouge= qualité produite par le prototype inférieure à celle du tamis standard)

N° marée	Standard		Prototype 1		Prototype 2		Prototype 3	
	Nbre de civelles analysées	Qualité des captures (%)	Nbre de civelles analysées	Qualité des captures (%)	Nbre de civelles analysées	Qualité des captures (%)	Nbre de civelles analysées	Qualité des captures (%)
2	558	60,75	-	-	728	79,26	-	-
4	1049	51,86	-	-	1152	80,30	-	-
5	534	52,06	-	-	-	-	565	88,33
6	1008	56,85	-	-	-	-	1023	91,01
7	817	61,32	-	-	-	-	835	70,06
8	1026	60,72	-	-	-	-	1074	85,38
9	980	42,46	-	-	1013	59,82	-	-
10	947	39,18	907	72,33	-	-	-	-
11	1007	78,15	1012	67,69	-	-	-	-
12	714	88,10	724	79,14	-	-	-	-

Au total, 17 673 civelles ont été analysées, soit une moyenne de 1767 civelles par marée.

Outre la qualité générale des civelles, il est intéressant de comparer la localisation et l'intensité des lésions de chacun des tamis testés.

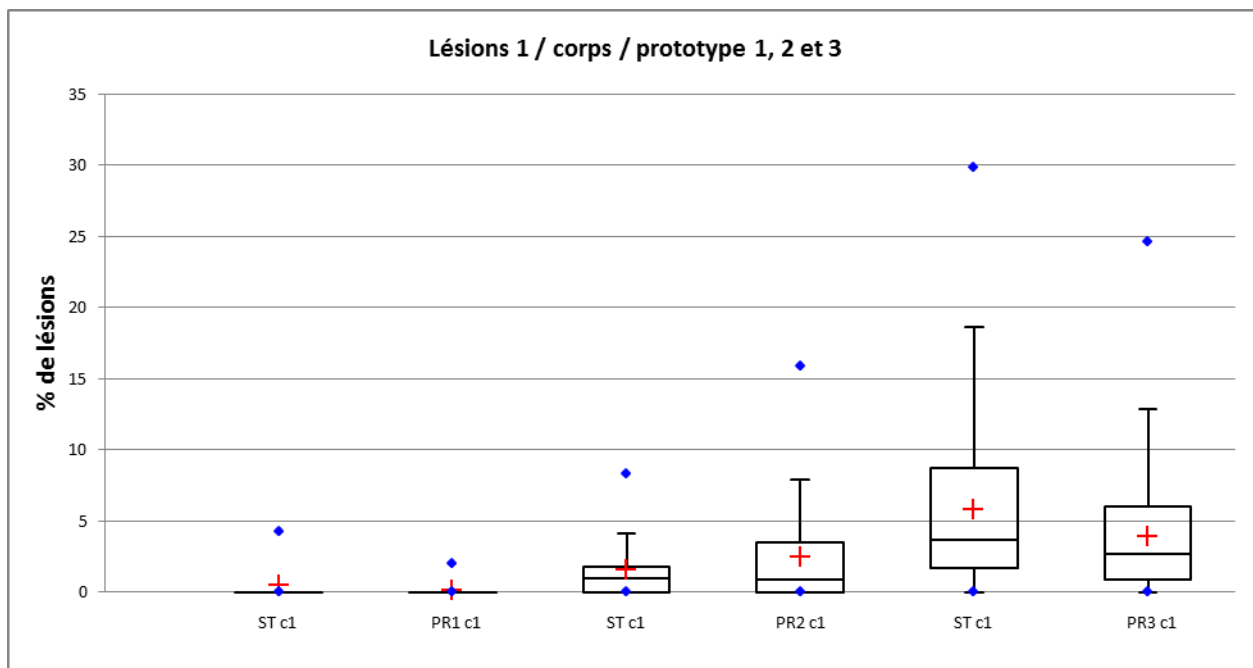


Figure 50 : Occurrence des lésions corporelles de niveau 1 entre chaque prototype et le tamis standard (ST= tamis standard, PR= prototype, points bleus=valeurs extrêmes, croix rouge=moyenne)

Concernant les lésions corporelles de faible intensité, pour le tamis standard comme pour le tamis prototype 1, elles sont quasiment nulles. Pour les tests du prototype 2, le tamis standard semble produire moins de lésions de ce type, bien que l'écart entre les 2 moyennes soit mineur (<1%). Le prototype 3 semble quant à lui, produire moins de faibles lésions au corps (6% contre 4% pour le prototype 3).

On observe aussi une variation importante entre les résultats issus du tamis standard, avec une moyenne variant de 0,3% à 6% et des valeurs allant de 0% de blessures à près de 30%.

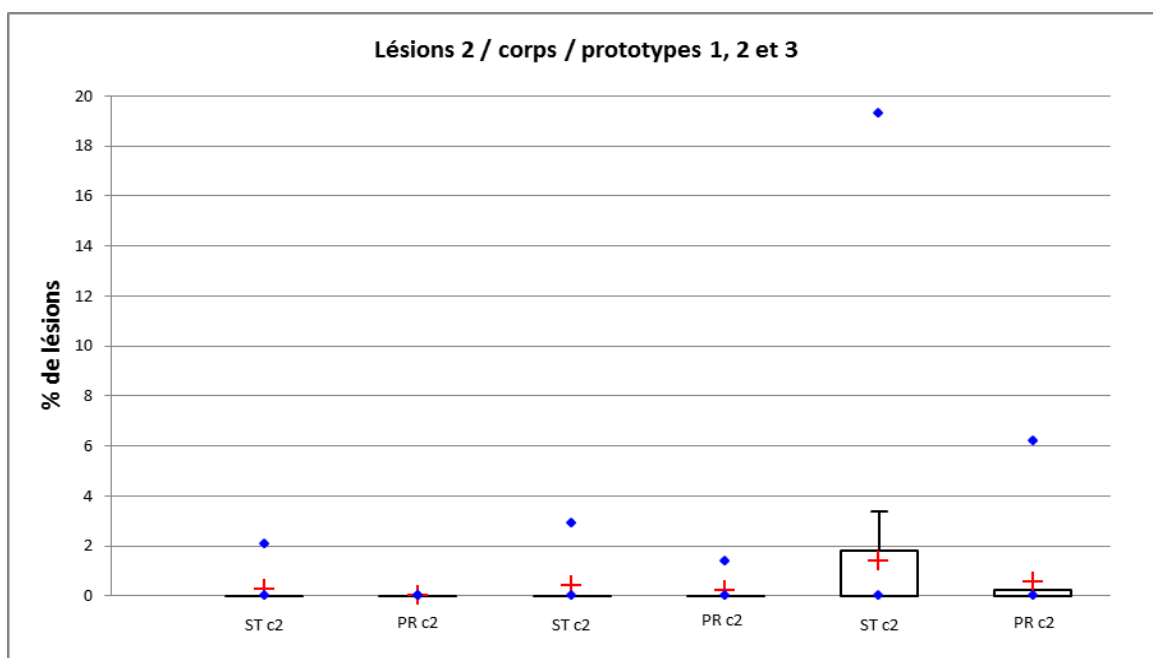


Figure 51 : Occurrence des lésions corporelles de niveau 2 entre chaque prototype et le tamis standard (ST= tamis standard, PR= prototype, points bleus=valeurs extrêmes, croix rouge=moyenne)

Les lésions corporelles de niveau 2 sont faiblement représentées (moyennes <2%), pour l'ensemble des tamis utilisés. Elles sont toutefois toujours moins présentes pour les prototypes que pour le tamis standard. A noter également une valeur extrême supérieure à 19% pour le tamis standard.

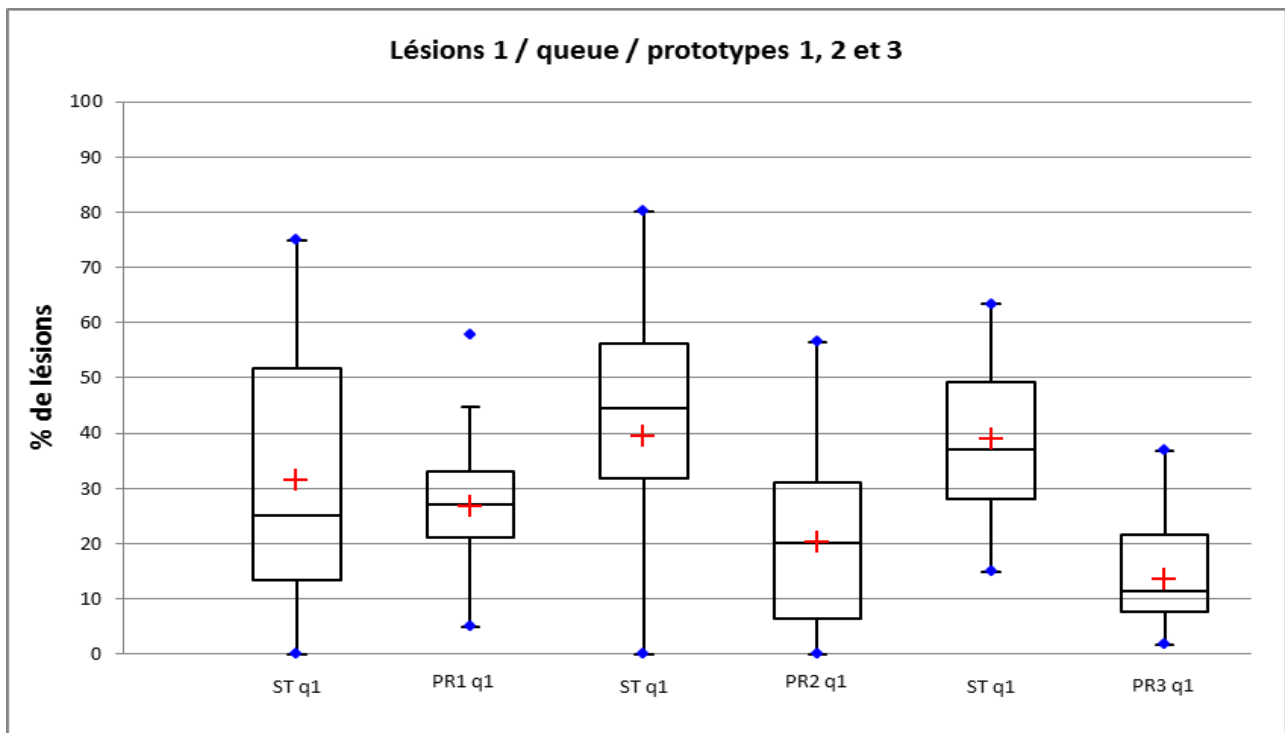


Figure 52: Occurrence des lésions caudales de niveau 1 entre chaque prototype et le tamis standard (ST= tamis standard, PR= prototype, points bleus=valeurs extrêmes, croix rouge=moyenne)

Comme énoncé précédemment, il s'agit du type de lésions le plus représenté avec un maximum de 80% de civelles marquées pour le tamis standard. Le prototype 3 est celui qui produit le moins de blessures de ce type, avec une moyenne de 13,6% contre 38,9% pour le tamis standard lorsqu'ils étaient utilisés simultanément.

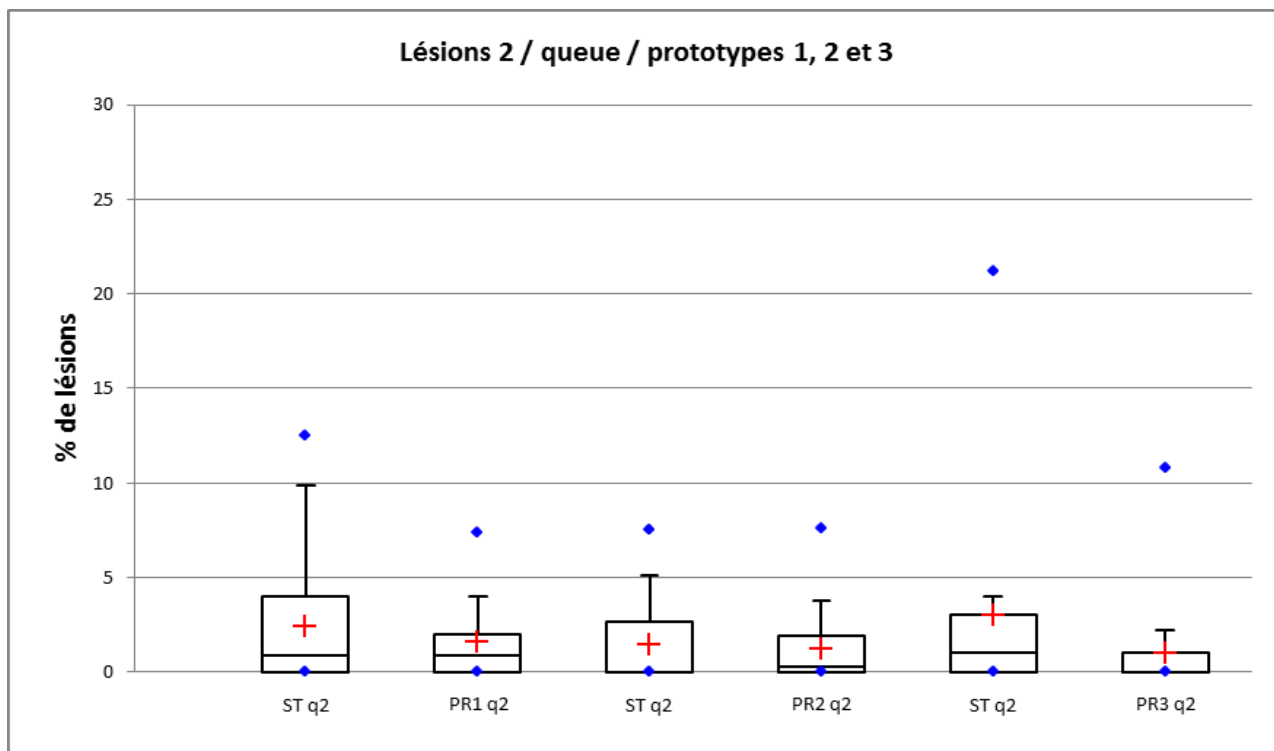


Figure 53 : Occurrence des lésions caudales de niveau 2 entre chaque prototype et le tamis standard (ST= tamis standard, PR= prototype, points bleus=valeurs extrêmes, croix rouge=moyenne)

Ce type de lésions est faiblement présent sur les civelles échantillonnées, aucune moyenne n'excède 4% d'occurrence. A noter tout de même que ces blessures sont plus présentes avec le tamis standard qu'avec chacun des prototypes.

5.4 Discussion

Les conditions environnementales étant différentes selon les marées, les résultats des 3 prototypes ne peuvent être directement comparés entre eux. Ils ne peuvent qu'être comparés aux résultats issus du tamis standard, lorsqu'il était utilisé simultanément.

La méthode employée pour parvenir à identifier le prototype qui cause le moins de lésion consiste à comparer l'écart à la moyenne entre la qualité produite par les 3 prototypes avec celle issue du tamis standard lorsqu'ils étaient utilisés simultanément.

Le tableau suivant présente ces résultats.

Tableau 14 : Comparaison entre les qualités moyennes issues du tamis standard et de chacun des 3 prototypes testés

Prototype testé	Qualité tamis standard (%)	Qualité prototype (%)	Gain de qualité (%)
1	68,48	73,05	+ 4,57
2	51,69	73,13	+ 21,44
3	57,74	83,70	+ 25,96

Sur 3 marées tests effectuées, 30 traits exploités et 5311 civelles analysées, le prototype 1 produit une qualité supérieure au tamis standard de l'ordre de 4,57 % (73,05 contre 68,48 %). Ceci malgré 2 marées pour lesquelles le tamis standard produit une meilleure qualité.

Sur 3 marées tests effectuées, 30 traits exploités et 5080 civelles analysées, le prototype 2 produit une qualité supérieure au tamis standard de l'ordre de 21,44 % (73,13 contre 51,69 %).

Sur 4 marées tests effectuées, 36 traits exploités et 6882 civelles analysées, le prototype 3 produit une qualité supérieure au tamis standard de l'ordre de 25,96 % (83,70 contre 57,74 %).

Au final, le prototype 3 présente le gain de qualité le plus important comparé au tamis standard.

Si l'on compare l'occurrence de chaque type de lésion pour le tamis standard et pour chaque prototype, excepté pour les blessures corporelles d'indice 1 pour le prototype 2, tous les prototypes produisent moins de lésions au corps et à la queue, de faible et de forte intensité, que le tamis standard.

Parmi les limites de ces tests, la différence quantitative et qualitative entre chaque côté de chacun des 3 navires participant aux opérations n'a pu être évaluée. Les tamis ont cependant été régulièrement alternés entre les marées pour limiter cet effet. D'autre part, la civelle ne se nourrissant pas, elle maigrit au fur et à mesure de la saison. Alors que les premières civelles parviennent au niveau des estuaires de l'UGA en décembre, avec un poids d'environ 0,3 g, les dernières civelles observées en avril peuvent présenter un poids inférieur à 0,1 g. Les civelles réagissent ainsi différemment aux mailles des tamis selon si les tests ont eu lieu en décembre ou en avril, compte-tenu du diamètre de leur corps par rapport à la taille du maillage des tamis. Malgré ces 2 biais, les différences de qualité entre le prototype 3 et le tamis standard est significative.

Autre point discutable, la qualité moyenne obtenue avec le tamis de référence est égale à 59 %, un chiffre en deçà des valeurs obtenues lors de la réalisation de l'état initial (71,4 % et 89,3 %). Pour expliquer cette différence, le navire ayant participé à la première série de test (Paimboeuf) utilise classiquement un tamis avec une réserve de 0,60m de long, qui produit, selon le pêcheur, une meilleure qualité de civelles que le tamis standard qu'il a été contraint d'utiliser pour les tests. Lors de la deuxième série de tests, à Cordemais, le pêcheur nous a indiqué qu'il avait l'habitude de pêcher à une vitesse moindre (environ 2 nœuds) que celle qui lui était imposée par le protocole (4 nœuds), ce qui peut partiellement expliquer cette différence de qualité.

6 Discussion générale

6.1 Des tamis et des pratiques différents selon les secteurs

Les tamis utilisés au sein des 5 secteurs de pêche de l'UGA LCV présentent une configuration différente. Selon les professionnels, les tamis ont évolué indépendamment par rapport aux conditions hydrologiques et hydro-morphologiques de chacune des zones, comme un phénomène de spéciation d'une espèce vivante, qui aurait évolué compte-tenu des caractéristiques propres à son milieu.

Les qualités des civelles ont été évaluées pour chacun des estuaires, si bien qu'en écartant le biais de la vitesse et du temps de traîne, il est possible de déterminer les clés de conception d'un tamis produisant une bonne qualité de civelles. Ces clés ont par la suite été utilisées pour développer les prototypes.

Les pratiques sont aussi différentes, selon les conditions hydrologiques et hydro-morphologiques de chacune des zones. Un secteur exigü avec une eau turbide va obliger le professionnel à relever son tamis plus souvent et à réduire sa vitesse, sous peine de colmatage. Au contraire, une eau claire dans un large espace peut permettre au professionnel de traîner plus longtemps. Le temps de traîne et la vitesse varient aussi selon les pratiques de chacun des professionnels : choix de produire une civelle de bonne qualité, ou de privilégier la quantité au détriment de la qualité.

Pour les configurations comme pour les pratiques, il existe donc une variabilité entre les secteurs mais aussi au sein même des secteurs.

Au-delà des différences de taille et de configuration entre les tamis des différents secteurs de pêche, les pêcheurs de Loire et de baie de Bourgneuf relèvent leurs tamis manuellement alors que les secteurs de pêche vendéens possèdent des systèmes hydrauliques. Ce moyen leur permet de :

- vider uniquement la poche, ce qui occasionne moins de stress chez la civelle lors de la vidange,
- relever plus souvent leur tamis, et donc diminuer la durée des traits,
- allonger leur tamis.

Cette évolution sur les navires de Loire et de baie de Bourgneuf engendrerait des modifications importantes et nécessiterait de revoir l'espace de travail, parfois exigü sur les navires de taille réduite. Cela pourrait expliquer que la qualité des captures de civelles est meilleure dans les secteurs de pêche équipés avec ce système.

6.2 Les paramètres impliqués dans la qualité des captures

Le Guide des bonnes pratiques pour la filière pêche civelière souligne 3 paramètres comme étant majoritairement responsables de la qualité des captures de civelles : la forme du tamis, la vitesse et la durée de traîne. La prépondérance de ces 3 facteurs semble ici se confirmer. Néanmoins, avec le même navire, le même tamis, à des vitesses et des temps de traîne sensiblement équivalents, nous avons observé des qualités de capture parfois très différentes. Ce qui laisse à penser que d'autres paramètres influencent la qualité de la civelle.

En 2008, Briand *et al.* concluent que, face au manque d'explication du taux de mortalité (lié aux blessures) observé au cours de leur étude, « une combinaison de facteurs de l'environnement tels que l'accroissement des charges de limon, la libération d'agents irritants par la drague, et les faibles températures pourrait aussi contribuer à affaiblir la couche de mucus et de diminuer la résistance des civelles ».

D'autre part, plusieurs indices nous permettent d'affirmer que la physiologie de la civelle et les conditions environnementales détiennent une part de responsabilité, non pas dans la qualité de la civelle directement, mais dans sa capacité à supporter le stress et les frottements mécaniques liés à la capture.

Par exemple, au cours des embarquements, les professionnels ont affirmé que la mortalité était plus importante après une tempête en mer. D'autre part, au niveau de la centrale thermique de Cordemais, précisément à la sortie des eaux de refroidissement où la température de l'eau peut s'élever jusqu'à 14°C (contre 6 à 8°C à l'extérieur du chenal), les professionnels pêchent à une vitesse limitée de 2 nœuds environ.

A une vitesse supérieure, la plupart des civelles ne supportent pas la capture, blanchissent puis meurent en vivier. Ce dernier exemple montre précisément que la vitesse du navire est d'autant plus importante que la civelle est fragilisée par un paramètre environnemental extrême, ici la température.

Le schéma suivant présente cette hypothèse, en précisant les paramètres que le pêcheur peut influencer lors de la capture, et en particulier la forme du tamis qui a été ciblée dans cette étude. A noter que ce schéma n'intègre pas les paramètres pouvant impacter la survie des civelles après la capture (stockage, transport), ce qui pourrait constituer une étude à part entière.

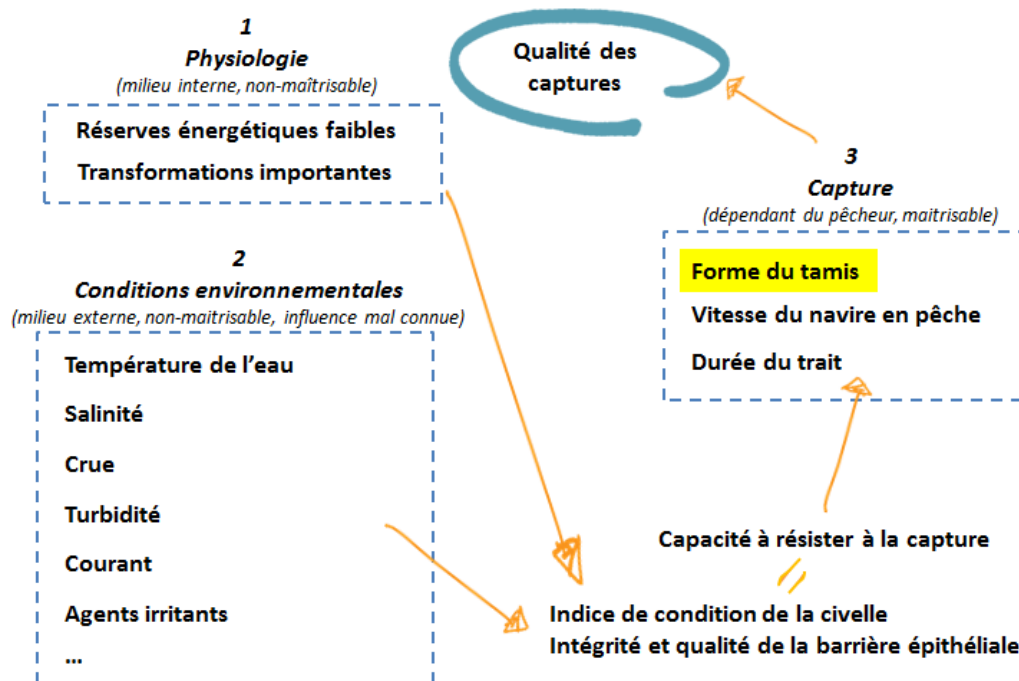


Figure 54: Représentation schématique des différents facteurs liés à la qualité des captures de civelles

Il semble risqué d'attribuer une part de responsabilité à chaque paramètre impliqué dans la survie des civelles puisqu'il existe des synergies et probablement des antagonismes liés au cumul des facteurs.

L'impact de la forme du tamis, de la vitesse et de la durée du trait peut varier selon l'indice de condition de la civelle et l'intégrité et la qualité de sa barrière épithéliale, ce qui pourrait expliquer les différences observées lors de la réalisation de l'état initial.

6.3 Des résultats à relativiser

Cette variabilité dans la qualité des captures et la méconnaissance de certains paramètres pouvant l'influencer, nous oblige à mesurer la portée des valeurs obtenues au cours des différentes étapes de cette étude.

Malgré l'importance du travail effectué ici et la quantité de civelles analysées (près de 22 000 au total), les résultats de l'étude ne permettent pas d'attribuer une qualité absolue et définitive à un secteur de pêche ou à un type de tamis en particulier, mais plutôt d'obtenir des tendances et de pouvoir globalement comparer les secteurs de pêche et les tamis entre eux.

Ainsi, pour l'état initial, au-delà des chiffres qui peuvent évoluer et qui peuvent être discutés selon les conditions environnementales et les conditions physiologiques au moment de leur capture, nous pouvons seulement affirmer les points suivants :

- Les captures à l'échelle de l'UGA LCV ont présenté durant ces tests une bonne qualité ;
- La qualité des captures de civelles issues de Loire, et secondairement de la baie de Bourgneuf, est globalement moins bonne que dans les autres secteurs de pêche de l'UGA LCV, qui présentent une bonne, voire une très bonne qualité ;
- Sur l'ensemble des secteurs de pêche, le type de blessure très majoritairement représenté est situé sur

la queue avec une faible intensité, à cause du maillage des civelles dans la toile des tamis, en particulier dans le fond de la réserve.

Pour les tests des prototypes, en utilisant simultanément un tamis standard et un prototype, on s'affranchit de la variabilité des conditions physiologiques de la civelle et des conditions environnementales. Cela permet de comparer d'une manière relative les résultats obtenus. Pour cette étape, on peut conclure le point suivant :

- Comparativement à un tamis standard, le prototype n°3 a produit une meilleure qualité de civelles durant les tests. Les 4 types de blessures considérés étaient significativement moins représentés avec ce prototype.

6.4 Des professionnels impliqués et soucieux de la qualité de leur production

Au total, 37 professionnels ont directement participé à l'étude, en embarquant à bord de leur navire des observateurs ou en fournissant un échantillon de civelle pour analyse. D'autres professionnels y ont contribué indirectement en participant à des réunions d'accompagnement du projet.

Lors des tests des prototypes, de nombreux échanges techniques à propos des tamis ont témoigné de l'intérêt que portent les professionnels à la production d'une civelle de bonne qualité. Concrètement, 2 professionnels sur les 3 volontaires qui ont participé aux tests ont commandé de nouveaux tamis dans la semaine qui suivait les tests, en s'inspirant des prototypes qu'ils avaient testés à leur bord.

Le GIE des marins pêcheurs de la Baie de l'Aiguillon-sur-Mer, collectif d'une quinzaine de pêcheurs travaillant sur l'estuaire du Lay et centralisant leur capture dans des viviers communs, se sont montrés intéressés pour réaliser eux-mêmes des séries de test au carmin indigo, afin d'évaluer la qualité des civelles de leurs adhérents au cours de la saison.

6.5 Perspectives de l'étude

Dans un premier temps, en amont de la saison de pêche 2015-2016, il s'agira de demander à faire évoluer la réglementation, pour la partie maritime et pour la partie fluviale.

Le diamètre du tamis utilisé en baie de Bourgneuf étant identique à celui de la Loire, un test pourra être proposé à des professionnels travaillant dans ce secteur de pêche, en comparant la qualité d'un tamis standard et celle produite par le prototype retenu.

A moyen terme, il s'agira pour les professionnels de s'approprier ce nouveau tamis en constatant par eux-mêmes son effet bénéfique sur la qualité des civelles, puis de valoriser leurs captures auprès de leurs acheteurs directs, les mareyeurs, mais aussi auprès de leurs acheteurs indirects, les maillons intermédiaires de la filière (autres acheteurs, aquaculteurs, grande et moyenne surface) et les acheteurs finaux (acteurs impliqués dans le repeuplement, consommateurs).

7 Références bibliographiques

- CNPMEM, CONAPPED, ARA France, WWF France (2011), « Contribution des pêcheurs professionnels français à la reconstitution du stock d'anguille européen - Guide des bonnes pratiques pour la filière pêche civelière et la mise en œuvre d'un programme de repeuplement à l'échelle communautaire »
- MAAP, MEDDE, ONEMA (2010), « Plan de Gestion Anguille de la France - volet local de l'Unité de Gestion Loire »
- Adam, Feunteun, Prouzet & Rigaud (2008), « L'anguille européenne : Indicateurs d'abondance et de colonisation », ed. Quae, 393pp
- Bouvet, Prouzet, Bru, De Casamajor, Lissardy & Sanchez (2006), « Quantification de la biomasse saisonnière de civelles (*Anguilla anguilla*) dans l'estuaire de l'Adour et estimation du taux d'exploitation saisonnier de la pêche professionnelle au tamis poussé », Rapport Indicang
- Gascuel, Elie et Fontenelle (1982), « Les prises accessoires effectuées lors de la pêche de la civelle (*Anguilla anguilla* L.), étude préliminaire en Loire et en Vilaine »
- Le Roux & Guigue (2002), « Etude des facteurs et pratiques influençant la qualité de la civelle pêchée en Loire »
- Loïc (2009), « Etude de l'impact de la pêche à la civelle sur les estuaires de la Seudre et de la Charente dans le cadre du Règlement européen R(CE) 1100/2007 sur l'anguille »
- Morandeau (2000), « La pêche maritime professionnelle dans l'estuaire de l'Adour »
- Prioul (2012), « Protocole expérimental – Impact de l'utilisation d'un prototype d'engin de pêche à la civelle sur l'amélioration de la qualité des individus et sur la réduction de la mortalité dans les captures »
- Prioul, Brivoal, Le Floc'h & Pengrech (2014), « Application des mesures de gestion imposées par le Plan de Gestion Anguille sur le bassin Loire, Côtiers vendéens et Sèvre niortaise »
- IFREMER, INRA, ENSAT (1994), « Les pêches professionnelles dans les estuaires de la Loire et de l'Adour », Repères océan n°6
- Mnassri, Le Touze, Vincent & Alessandrini (2011), « A Numerical Investigation for Underwater Fluid-Netting Interaction Problem ». DEMaT'11, 10th International Workshop Methods for the Development and Evaluation of Maritime Technologies, Split, Croatia October 26-28
- Briand (2009), « Dynamique de population et de migration des civelles en estuaire de Vilaine », Thèse Agrocampus Ouest
- Briand, Sauvaget, Beaulaton, Girard, Véron & Fatin (2008), « Les tamis poussés sont responsables de blessures et de mortalité chez la civelle »
- De Casamajor, Bru et Prouzet (2000), « Fluctuations des captures de civelles (*Anguilla Anguilla* L.) et analyse de la variation de leur capturabilité dans l'estuaire de l'Adour »
- Frotté, Feunteun, Acou (2011), « Protocole du repeuplement d'anguilles en France, Rapport final »
- Baisez (2003), Tableau de bord anguille du bassin de Loire
- Muchiut (2003), « Analyses des données statistiques de captures des pêcheurs professionnels maritimes de l'estuaire de la Loire. Campagne 2000/2001 »

8 Annexe



CHARTRE DE BONNES PRATIQUES relative à la pêche professionnelle de la civelle

Vivante, la civelle ou anguille de moins de 12 cm, constitue un produit fragile et de forte valeur marchande approvisionnant notamment des marchés intra-communautaires du repeuplement de l'espèce. Afin de contribuer à optimiser l'efficacité des actions de repeuplement d'anguille et ainsi accélérer la reconstitution du stock d'anguille, tout en valorisant le prix moyen de première vente de la civelle, la production de civelles de bonne qualité s'impose.

La présente charte¹ a pour objet de définir les conditions de pratique de la pêche et de stockage de la civelle jusqu'à la vente du produit à une entreprise de mareyage agréée, devant permettre d'assurer la bonne qualité des alevins, et préciser certaines caractéristiques de la pêcherie.

Les civelles sont considérées de bonne qualité lorsque le taux de mortalité des alevins, mesuré à l'issue de la phase de stabulation en bassin au sein de l'entreprise de mareyage qui en a fait l'acquisition ou au terme d'une période de dix jours maximum après la capture par pêche, reste inférieur à 10 %. Ce taux ne tient cependant pas compte des surmortalités occasionnelles liées à des conditions hydro-climatiques et environnementales très défavorables (eaux chargées après lessivage des sols, pollutions, etc.), à la prolifération de parasites ou à d'éventuels incidents au cours de la phase de stabulation dont la responsabilité incomberait à l'entreprise de mareyage.

La présente charte concerne tous les pêcheurs professionnels français exerçant une activité de pêche de la civelle au cours de la période 2015-2016 sur une ou plusieurs Unités de Gestion de l'Anguille (UGA) attenantes aux façades maritimes Atlantique, Manche et Mer du Nord.

1. Vitesse de pêche :

De façon à limiter le degré de stress et les risques de blessure constituant les principaux facteurs de dégradation de la qualité des alevins, le pêcheur veille à ce que son navire civelier ne dépasse pas une vitesse de pêche de 4 nœuds s'il utilise un engin de surface et de 3 nœuds si son ou ses engins sont positionnés à plus de 2 mètres de profondeur. Ces limites doivent être réduites en fonction notamment des dimensions de l'engin, de la turbidité de l'eau et de la force des courants (marée ou crue) : plus ces paramètres sont importants, plus la vitesse doit être réduite.

2. Durée du trait de pêche :

Conditionnant la durée du stress que subissent les civelles soumises à la pression de l'eau dans la poche ou la chaussette de l'engin, le pêcheur limite la durée de trait de pêche (ou l'intervalle de temps entre deux levées de poches) à un maximum de 15 minutes. Plus la turbidité de l'eau et plus la force des courants sont importantes, plus la durée du trait de pêche doit être réduite.

¹ Extraite du Guide de bonnes pratiques pour la pêche civellière et la mise en œuvre d'un programme de repeuplement à l'échelle communautaire – CNP MEM, CONAPPED, ARA France et WWF France, 2011, 20p.

3. Espèces accessoires :

Le pêcheur dispose d'une à plusieurs grilles de tri, rigides et amovibles, à mailles carrées de 4 mm de côté maximum, positionnées sur le vivier à civelles et sur lesquelles le contenu de l'engin de pêche est déversé avec précaution. Ces grilles permettent aux civelles de les traverser pour se disperser dans le vivier, et aux débris organiques et aux captures accidentelles (autres espèces dont certains parasites de l'alevin et autres stades biologiques de l'anguille) d'être retenus avant d'être rejetés dans leur milieu naturel dans les meilleures conditions.

4. Stockage à bord (sauf stockage à sec) :

Le pêcheur est équipé d'un vivier de stockage spécifique de contenance minimale de 50 (pêche à pied) à 100 litres d'eau (pêche embarquée), dont la taille et le taux de remplissage ne peuvent en aucun cas représenter un facteur impactant la qualité du produit, au regard de la quantité de civelle qu'il contient. Une bonne oxygénation du dispositif y est assurée par le renouvellement régulier ou continu du volume d'eau, secondé au besoin par l'utilisation d'un système d'aération ou d'oxygénation. Le courant d'eau qui peut y être généré reste suffisamment modéré pour éviter les effets néfastes sur les alevins.

5. Manipulation des civelles :

Le pêcheur veille à manipuler les civelles le moins possible et avec un maximum de précaution.

6. Engagements du pêcheur de civelle :

6.1. Je m'engage à respecter les dispositions de la charte :

NOM et PRENOM du pêcheur² : _____

NOM et IMMATRICULATION du navire civelier : _____

CRPMEM ou AAPPED de représentation : _____

SIGNATURE :

6.2. Je déclare utiliser un ou plusieurs engins de pêche dont les caractéristiques sont :

☐ Tamis à main ou tamis poussé circulaire :

- Diamètre du cadre d'ouverture : _____ m ;

- Rivière(s) ou zones de pêche : _____

☐ Tamis rectangulaire ou carré (dont pibalour), poussé ou statique³ :

① { - Mesures du cadre d'ouverture : _____ m de largeur pour _____ m de hauteur ;
- Longueur ou profondeur totale du tamis (entonnoir + poche ou chaussette) : _____ m ;
- Nombre d'engin utilisé simultanément : un ☐ ou deux ☐, poussé ☐ et/ou statique ☐ ;
- Rivière(s) ou zones de pêche : _____

② { - Mesures du cadre d'ouverture : _____ m de largeur pour _____ m de hauteur ;
- Longueur ou profondeur totale du tamis (entonnoir + poche ou chaussette) : _____ m ;
- Nombre d'engin utilisé simultanément : un ☐ ou deux ☐, poussé ☐ et/ou statique ☐ ;
- Rivière(s) ou zones de pêche : _____

² Concerne le pêcheur propriétaire majoritaire du navire civelier et/ou titulaire de la licence de pêche.

³ Le pêcheur complète ① et ② s'il dispose de deux types de tamis rectangulaire ou carré différents.