

Conservation du stock d'esturgeons européens *A. sturio*, reproductions assistées, lâchers en milieu naturel et animation du Plan National d'Actions

Année 2025

V. Lauronce, B. Henri, Q. Buisson, A. Daronnat, N. Morin, J. Spadola



M I G A D O

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	5
1. LE STOCK D'ESTURGEONS EUROPEENS	6
1.1. Le stock de sub-adultes	6
1.1.1 La différenciation sexuelle des sub-adultes.....	8
1.2. Les géniteurs	10
1.2.1. Le stock de géniteurs d'esturgeons européens.....	10
1.2.2. Les individus matures.....	11
2. LA REPRODUCTION DE L'ESTURGEON EUROPEEN	13
2.1 . Les bassins dédiés à la reproduction.....	13
2.2. Echographie des géniteurs et sub-adultes et sélection des individus pour la reproduction	14
2.3. Préparation des laboratoires, table d'incubation et éclosion	15
2.4. Protocole de stimulation des mâles et prélèvement du sperme.....	16
2.4.1 Prélèvement du sperme.....	16
2.4.2 . Les sessions de reproduction de 2025.....	18
2.4.3.Analyse de la qualité du sperme.....	19
2.5. Protocole de suivis des femelles et prélèvement des œufs	20
2.5.1 Les biopsies des femelles.....	20
2.5.2. La mise en incubation des ovocytes pour le suivi de la maturation	22
2.6. Participation à la réunion internationale pour échanger sur les reproductions des F1	27
3. ETUDE SUR L'ALIMENTATION DES ESTURGEONS EUROPEENS.....	28
3.1. Les données sur les juvéniles	28
3.2. Les données sur les femelles.....	32
3.3. Les données sur les mâles.....	38
3.4. Liens entre la consommation en nourriture et la température de l'eau	43
4. LES REPEUPELEMENTS D'ESTURGEONS EUROPEENS A PARTIR DES REPRODUCTIONS ARTIFICIELLES ET LA PARTICIPATION AUX SUIVIS DE COMPORTEMENT DES JUVENILES	45
4.1. Les larves de 7 jours.....	45
4.2. Les lâchers des juvéniles de 80-90 jours	46

<i>4.3. Les lâchers d'adultes de 18 ans.....</i>	<i>47</i>
<i>4.4. Les lâchers de juvéniles de 9 mois.....</i>	<i>47</i>
<i>4.5. Récapitulatif des lâchers depuis 1995</i>	<i>48</i>
<i>4.6. Prédation des esturgeons par les silures au moment des lâchers</i>	<i>49</i>
5. PROTOCOLE DE SUIVI DE LA REPRODUCTION NATURELLE	<u>52</u>
6; ANIMATION DU PLAN NATIONAL D' ACTIONS	54
<i>6.1. L'élaboration d'une Infomail</i>	<i>54</i>
<i>6.2. Site internet www.sturio.fr</i>	<i>55</i>
<i>6.3. Collaboration avec les pêcheurs professionnels et amateurs pour la reconnaissance d'esturgeons exotiques capturés dans le milieu naturel.....</i>	<i>56</i>
<i>6.4. Mise à disposition d'esturgeons dans les aquariums</i>	<i>56</i>
<i>6.5. Réunion du groupe financeurs des actions Sturio « bilan des actions 2025 et programmation des actions 2026».....</i>	<i>58</i>
<i>6.6. Mise à disposition d'esturgeons européens aux porteurs de projet LifeMigratoEbre en Espagne.</i>	<i>58</i>
<i>6.7. Convention de partenariat technique et financier entre MIGADO et Ark Nature.....</i>	<i>59</i>
<i>6.8. Partenariat France Allemagne dans le cadre du programme national de sauvegarde de l'esturgeon européen dans l'Elbe.</i>	<i>61</i>
CONCLUSION ET PERSPECTIVES.....	62
BIBLIOGRAPHIE.....	63
ANNEXES.....	65

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Liste des figures

Figure 1 : Synthèse générale des individus présents dans le stock captif	6
Figure 2 : Evolution de la différenciation sexuelle des individus des différentes cohortes au cours du temps	8
Figure 3 : Déterminisme sexuel des différentes cohortes en 2025	9
Figure 4 : Géniteurs d'esturgeon européen	10
Figure 5 : Géniteurs d'esturgeons européens issus du milieu naturel ou issus du stock captif	11
Figure 6 : Sondes automatiques (oxygène, température, salinité, pH) installées dans les bassins de reproduction (BR) afin de suivre l'évolution des paramètres.....	14
Figure 7 : Echographies des esturgeons présents dans le stock captif (gonade femelle avec des œufs)	14
Figure 8 : Installation du matériel dans le laboratoire dédié à la reproduction.....	15
Figure 9 : Installation du matériel dans le laboratoire dédié à la reproduction.....	16
Figure 10 : Echographie de contrôle (a) et prise de sang (b) avant injection d'hormone (J2 – 8h du matin)	17
Figure 11 : Prélèvement du sperme d'un mâle de <i>A. sturio</i>	17
Figure 12 : Semence prélevée sur les mâles de <i>A. sturio</i>	18
Figure 13 : Observation de la qualité des spermatozoïdes au microscope	20
Figure 14 : Biopsie et prélèvement de œufs.....	21
Figure 15 : Mise en culture in vitro des ovocytes dans milieu de culture + hormone.....	22
Figure 16 : Mise en place des œufs dans la boîte de pétri pour scan et image scannée retouchée.....	23
Figure 17 : Oeufs coupés en deux pour la mesure de l'OPI.....	23
Figure 17 : Analyse de l'alimentation des juvéniles	29
Figure 18 : Résultats des tests de KS entre les cohortes de juvéniles	30
Figure 19 : Résultats des tests de KS entre les cohortes de juvéniles	31
Figure 20 : Graphiques de Gram pour chaque aliment et selon les 4 femelles différentes.....	34
Figure 21 : Consommation totale d'aliment (en gramme) qui ont été consommé pour les femelles esturgeons.....	34
Figure 22 : Consommation totale d'aliment (en gramme) pour chaque gramme de masse des individus en fonction des différentes femelles.....	34
Figure 23 : Graphiques de Gram pour chaque aliment et selon les mâles	39
Figure 24 : Consommation totale (en gramme) d'aliment pour les 6 esturgeons mâles.....	40
Figure 25 : Graphiques représentant l'alimentation de chaque gramme des esturgeons au cours de l'année 2024.....	43
Figure 26 : Graphiques de la variation de température des bassins adultes d'esturgeons lors de l'année 2024	44
Figure 27 : Frayères potentielles d'esturgeons européens.....	45
Figure 28 : Larves de 7 jours actives juste avant lâcher	46
Figure 29 : Lâchers des juvéniles de 80 à 90 jours	46
Figure 30 : Remise à l'eau des esturgeons mises à disposition de l'Aquarium de La Rochelle depuis 2013.....	47
Figure 31 : Suivis manuels des juvéniles d'esturgeons européens marqués par acoustique.....	48
Figure 32 : Bilan des lâchers de <i>Sturio</i> depuis 1995	49
Figure 33 : Esturgeons régurgités suite à la capture de silures à Couthures sur Garonne (source : AADPPEDG).....	49

Figure 34 : Esturgeon repéré le 18 juin 2025 sur la frayère de Pessac sur Dordogne (ombre portée en bas à droite sur l'image)	53
Figure 35 : Page de couverture du Plan National d'actions en faveur de l'Esturgeon européen 2020-2029.	54
Figure 36 : Capture écran de la première page du site internet www.sturio.fr	55
Figure 37 : Esturgeons présents à l'aquarium de La Rochelle.	57
Figure 38 : Positionnement des hydrophones au niveau du Delta de l'Ebre.	59
Figure 39: Positionnement des hydrophones au niveau du Delta de l'Ebre.	60

Liste des tableaux

Tableau 1 : Nombre de juvéniles présents sous alimentation naturelle et artificielle, et évolution entre fin 2024 et fin 2025	7
Tableau 2 : Evolution de la différenciation sexuelle sur les individus de 2016 à 2025	8
Tableau 3 : Géniteurs de Sturio dans le stock captif.	11
Tableau 4 : Mâles sélectionnés et lien génétique avec la femelle sélectionnée	19
Tableau 5 : Critères de classement des semences en 4 catégories.	19
Tableau 6 : Tableau d'aide à la décision suite à la maturation des ovocytes recueillis lors de la biopsie.	25
Tableau 7 : Synthèse des indicateurs obtenus suite aux biopsies.	26
Tableau 8 : Bilan des observations réalisées.	52

INTRODUCTION

Malgré sa protection réglementaire en 1982 sur le territoire national et la protection de l'espèce sur son aire marine depuis 1996 par les conventions internationales, les effectifs d'esturgeons européens, le plus grand poisson migrateur des eaux françaises et ouest européennes, n'ont cessé de décroître. Cette population a atteint un niveau critique sur le seul et dernier bassin Garonne Dordogne, où elle est encore présente.

Depuis 1975, INRAE a commencé à étudier l'état de cette population et a constitué depuis 1990 un stock d'individus captifs, à partir de quelques captures accidentelles de poissons sauvages. Depuis 2007, les premières reproductions artificielles ont permis de déverser plusieurs milliers d'individus dans le bassin Garonne Dordogne.

Le transfert de la conservation du stock d'esturgeons européens, de l'élevage des juvéniles pour le repeuplement, des lâchers en milieu naturel de INRAE vers MIGADO a eu lieu en 2012, et de la partie reproduction assistée en 2018. MIGADO a la charge de l'animation du Plan National d'actions depuis 2011.

A la suite d'un premier PNA en faveur de l'esturgeon européen de 2011 à 2015 prolongé jusqu'à 2019, un bilan a été réalisé et un nouveau plan rédigé pour les 10 prochaines années de 2020 à 2029. Ce plan a été validé en septembre 2020 par le Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire.

Ces plans listent une série d'actions en faveur de l'esturgeon, et impliquent la participation de plusieurs partenaires (INRAE, MIGADO, DREAL Nouvelle-Aquitaine, CNPMEM, EPTB, collectivités, Etat, partenaires internationaux...). L'animation a été mise en place et un réseau de partenaires s'est développé autour du plan afin d'en assurer sa mise en place telle que prévue initialement.

Le suivi des captures accidentelles par le monde de la pêche et des suivis en milieux naturels permettront d'obtenir des données sur l'efficacité des repeuplements mis en place. Ces actions sont portées par le CNPMEM et INRAE. Les suivis en milieu naturel au niveau de l'Estuaire de la Gironde sont réalisés par INRAE.

La reprise des reproductions assistées en 2022 à partir d'individus nés sur site, et l'observation de grands individus en rivière ont permis de redonner un espoir à la sauvegarde de l'espèce et au succès du programme. De nouvelles actions ont été mises en place afin de suivre l'évolution du programme et l'avancée des actions : une actualisation de l'état des frayères et la mise en place des protocoles de suivi de la reproduction naturelle.

1. LE STOCK D'ESTURGEONS EUROPEENS

Le stock d'esturgeons européens est constitué d'adultes, de juvéniles et sub-adultes, certains sexés, d'autres trop jeunes, et les individus de chaque cohorte sont issus d'un nombre plus ou moins importants de croisements génétiques. Toutes ces informations permettent de prévoir et réaliser si possibles des reproductions assistées acceptables génétiquement et permettant d'assurer la diversité génétique de l'espèce.

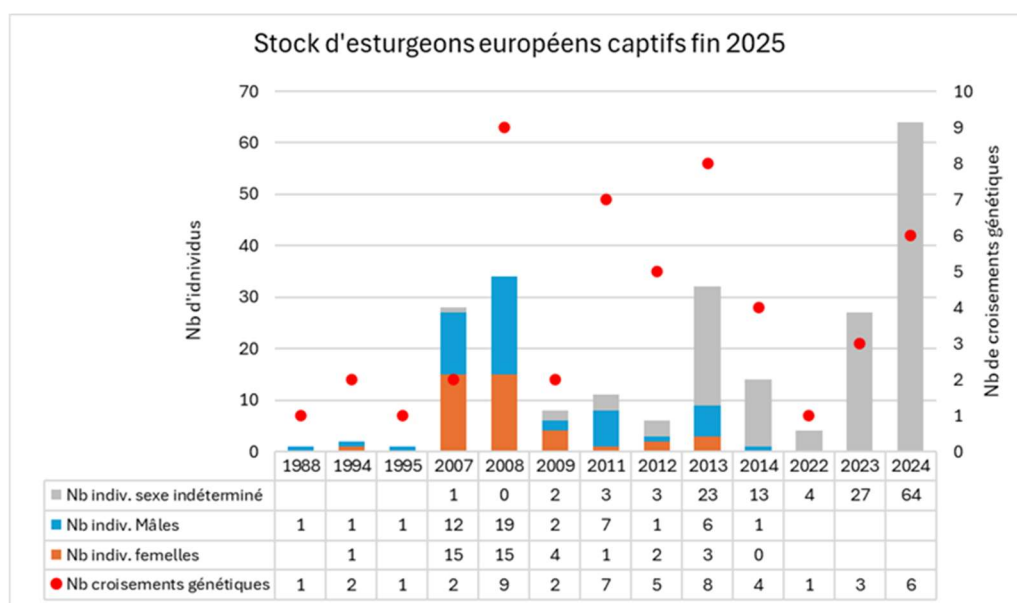


Figure 1 : Synthèse générale des individus présents dans le stock captif

1.1. Le stock de sub-adultes

Un tri des juvéniles a eu lieu, en avril 2025 comme tous les ans, afin de faire le bilan des poissons présents sur la station et de les répartir dans les bassins de façon plus uniforme en fonction de la biomasse et de leur taille. Certains individus ont été transférés dans le bâtiment Sturio 2 pour être échographiés avec les adultes car ils présentaient des gonades matures.

Fin 2025, 182 juvéniles sont présents sur la station. Ces poissons sont destinés à renouveler le stock captif et à devenir de futurs géniteurs. Le Groupe technique conservation du stock avait estimé que pour assurer la restauration de l'espèce dans le bassin Garonne Dordogne, il était souhaitable de repeupler avec 400 000 juvéniles par an en moyenne sur 6 ans. Pour cela, il suffisait de conserver 25 poissons d'un an de chaque cohorte. Ces estimations avaient été réalisées par Irstea, en prenant en compte les mortalités au différents stades, à la fois en milieu naturel et sur le site de St Seurin sur l'Isle. A 3 mois, un nombre plus important d'individus sont conservés, puis sont relâchés un an après. Cela permet de se prémunir d'éventuelles mortalités de certaines génétiques pendant les premiers mois. En 2022, la première reproduction assistée à partir d'individus nés sur site en 2007 a fonctionné, et des larves ont pu être produites, permettant d'ajouter dans le stock captif des individus de cette cohorte. En 2023, une seconde reproduction a été réalisée, et des juvéniles de 2023 sont entrés dans le stock captif. En 2024, les individus issus des reproductions assistées à partir de semence congelée sont conservés sur les sites. En 2025, malheureusement aucune femelle n'a mûri suffisamment

pour pouvoir réaliser une reproduction. Aucun individu de la cohorte 2025 ne fera parti du stock captif, comme cela avait été le cas en 2010 avec les individus sauvages.

Tous les poissons encore présents en extérieur sont regroupés sous la serre Alosa, dans des circuits circulaires qui avaient été mis en service en 2020. Tous les esturgeons européens sont donc concentrés dans une zone éloignée de l'eau de rivière, afin de les protéger des problèmes sanitaires rencontrés dans ce milieu. Des échographies ont été réalisées cette année sur l'ensemble des esturgeons présents sur le site quelle que soit la cohorte, hormis les 2022, 2023 et 2024.

Pour rappel, en 2013, il a été décidé d'abandonner provisoirement l'alimentation avec des aliments artificiels, du fait des fortes torsions constatées sur les individus nourris avec ce type d'aliment, torsions qui entraînaient leur mort. En effet, le taux de mortalité est d'environ 30 % par an, et de 0.8 % pour les individus nourris avec des aliments naturels. Cependant, il serait intéressant de travailler sur l'alimentation afin de trouver un aliment artificiel adapté à cette espèce.

Tableau 1 : Nombre de juvéniles présents sous alimentation naturelle et artificielle, et évolution entre fin 2024 et fin 2025

	stock de juvéniles fin 2024	stock de juvéniles fin 2025
2007	14	9
2008	19	17
2009	8	8
2011	7	5
2012	4	4
2013	31	29
2014	18	14
2022	6	5
2023	48	28
2024	64	64
Total	219	183

Actuellement, fin 2025, 183 sub-adultes et juvéniles sont présents sur le site de Saint Seurin sur l'Isle. Ces poissons sont issus des cohortes 2007 à 2014 et 2022 à 2024. Tous les individus des cohortes 2007 à 2014, 2022 et 2023 ont été transférés en eau saumâtre en circuits fermés afin de pour voir faire varier les paramètres physico-chimiques de la même manière que dans le milieu naturel. Seuls les individus nés en 2024 sont encore en eau douce (eau de forage).

1.1.1 La différenciation sexuelle des sub-adultes

La différenciation sexuelle s'est faite sur 96% des individus de la cohorte 2007 en 2025 (seul un individu ne montre pas de signe de différenciation sexuelle), 95% des individus de la cohorte 2008 en 2023 (en nette augmentation depuis ces dernières années). Parmi les individus ayant fait la différenciation sexuelle, on constate un certain équilibre entre le nombre de mâles et de femelles. Il semble que la différenciation sexuelle soit déclenchée ou accélérée par le fait que les poissons sont transférés en eau saumâtre, et ne soient pas en surdensités. Lors de cette année 2025, les cohortes les plus jeunes (2013 et 2014) continuent à montrer des signes de différenciation sexuelle.

Le sexe des individus est ici identifié par échographie, méthode non intrusive, ce qui explique des variations d'une année sur l'autre, la détermination du sexe sur les jeunes individus est complexe à définir de manière certaine.

Tableau 2 : Evolution de la différenciation sexuelle sur les individus de 2016 à 2025

cohorte	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
2007	0	51,92%	60,47%	61,54%	87,5%	95,8%	91,00%	96,88%	85,19%	96,4%
2008	0	24,29%	27,50%	27,03%	65,7%	79,5%	66,00%	95,00%	97,06%	100,0%
2009	0	3,45%	11,11%	12,50%	8,3%	36,4%	46,00%	82,00%	77,78%	75,0%
2011	0	4,17%	14,29%	21,43%	50,0%	63,6%	58,00%	91,67%	63,64%	72,7%
2012	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	25,0%	27,3%	50,00%	37,50%	37,50%	50,0%
2013	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,0%	0,0%	0,00%	26,47%	27,27%	28,1%
2014	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,0%	0,0%	0,00%	8,70%	11,76%	7,1%

La différenciation sexuelle des individus vivant en eau douce se fait de manière plus tardive. On remarque cependant un retard dans la différenciation sexuelle des 2009 sur les premières années, qui commencent à rattrapper les cohortes plus anciennes. Il semblerait que la différenciation sexuelle des individus se fasse, en eau saumâtre dans la 8^e ou 9^e année de vie des individus. Selon les individus, la différenciation sexuelle peut se faire tardivement, puisque 96% des individus de la cohorte 2007 (19 ans) ont fait la différenciation sexuelle, et 100% de la cohorte 2008 (18 ans). La différence peut être due soit aux problèmes d'identification du sexe à l'échographie, à la génétique des poissons, ou aux modifications morphologiques des individus.

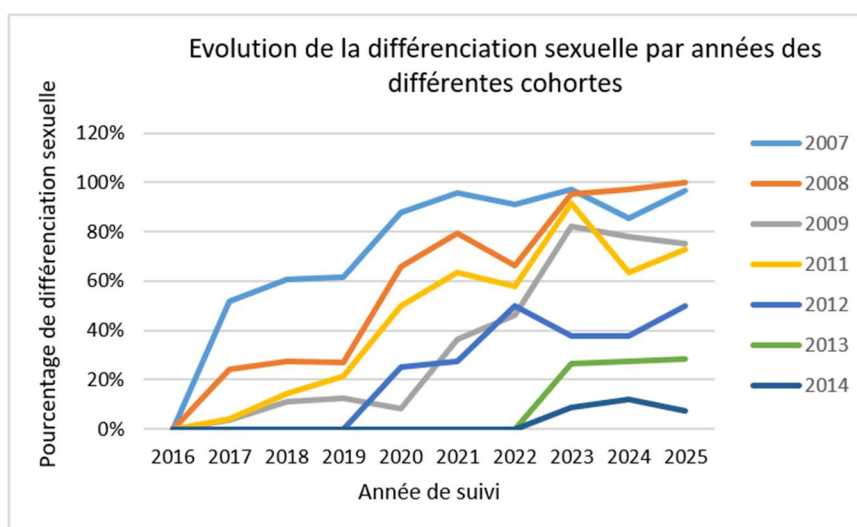


Figure 2 : Evolution de la différenciation sexuelle des individus des différentes cohortes au cours du temps.

On constate que la différenciation sexuelle se fait d'abord sur les mâles, qui mûrent plus tôt (âge de première maturation vers 10 ans), et les gonades restent indéterminées pour devenir femelles plus tardivement.

Entre 2019 et 2020, on constate une augmentation importante de la différenciation sexuelle des individus des différentes cohortes. Cela peut s'expliquer par le fait que de nombreux individus ont été transférés en 2019 en eau saumâtre, ce qui a accéléré la différenciation sexuelle.

Le déterminisme sexuel des différentes cohortes est représenté sur la figure n°2. On constate un fort déterminisme sur les cohortes les plus âgées (2007 et 2008), avec pratiquement la totalité des individus qui ont pu faire le déterminisme sexuel. Ici ne sont représentés que les juvéniles, individus qui n'ont pas permis de récupérer des œufs ou du sperme.

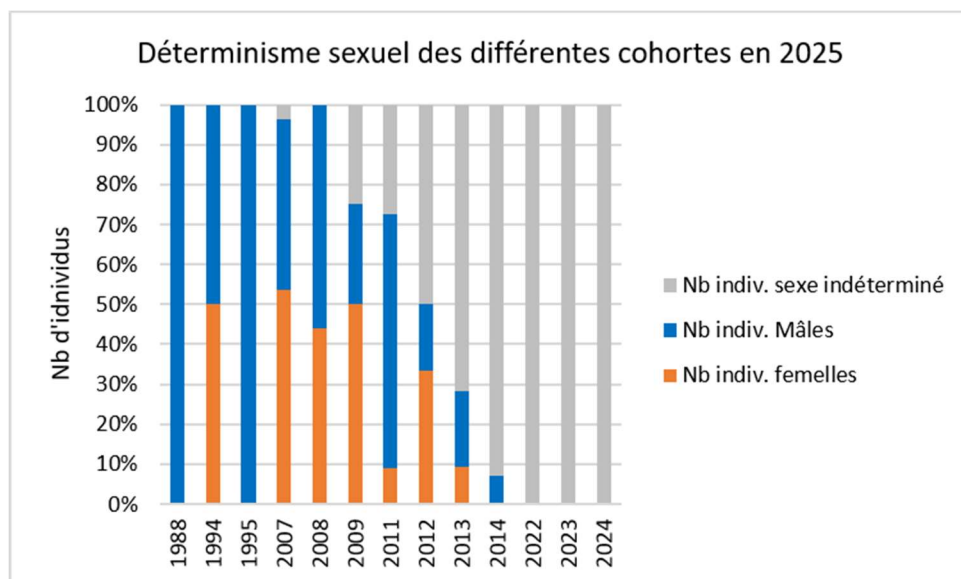


Figure 3 : Déterminisme sexuel des différentes cohortes en 2025

Le Groupe technique Conservation du stock a décidé, lors d'une précédente réunion, de conserver 25 poissons d'un an de chaque cohorte. A 3 mois, un nombre plus important d'individus sont conservés, puis sont relâchés un an après. Cela permet de se prémunir d'éventuelles mortalités de certaines génétiques pendant les premiers mois. Depuis 2015, les reproductions n'ayant pas fonctionné, aucun individu de ces cohortes ne fera partie du stock captif.

Chaque individu est identifié grâce à une marque magnétique pit-tag, ce qui permet de connaître la génétique à laquelle il appartient.

Grâce aux améliorations apportées aux conditions et aux protocoles d'élevage, les mortalités sont de plus en plus faibles, et il paraît évident qu'il n'est pas nécessaire de garder un grand nombre d'individus de chaque cohorte pour avoir, 15 ans après, suffisamment d'individus matures

1.2. Les géniteurs

Tous les géniteurs sont actuellement dans le bâtiment Sturio 2.



Figure 4 : Géniteurs d'esturgeon européen.

1.2.1. Le stock de géniteurs d'esturgeons européens

Le stock captif de géniteurs a été constitué par les pêcheurs professionnels, amateurs aux engins et le Cemagref à la demande de l'état à partir du début des années 1990. Au total environ 80 esturgeons européens ont été ramenés sur le site de St Seurin sur l'Isle, individus nés entre 1970 et 1995. Une trentaine de ces individus ont pu être acclimatés à la vie en bassin, ont réussi à se nourrir, et ont permis de mettre au point le protocole d'élevage puis de reproduction à partir de 2007. Ces individus ont participé aux reproductions assistées de 2007 à 2014. En 2013, le transfert des géniteurs dans un nouveau bâtiment a été source de stress, qui a entraîné la mort d'un grand nombre de ces individus, devenus pour la plupart trop âgés pour supporter un tel stress. Les 4 géniteurs sauvages encore présents sur le site sont actuellement trop vieux pour se reproduire. Une femelle a présenté des signes de maturation en 2024, mais n'a pas supporté le stress des protocoles de reproduction et est morte cette année. Les 3 mâles restant produisent du sperme, encore de bonne qualité certaines années. Il a été décidé de ne plus les utiliser pour les reproductions assistées.

Le stock de « nouveaux géniteurs » s'est donc constitué au fur et à mesure avec les individus issus des reproductions assistées de 2007 à 2014.

Tous les géniteurs sont élevés dans le nouveau bâtiment Sturio 2. Ce bâtiment contient 9 bassins de 4 m de diamètre (30 m³ par bassin) reliés à 3 circuits fermés. Un 4^e circuit a été mis en service en septembre 2015, et est constitué d'un bassin de 6 m de diamètre (55 m³). Les circuits sont alimentés en eau saumâtre à 20‰. Cette salinité permet de conserver les individus dans une eau proche des caractéristiques du milieu naturel et de prévenir des maladies et infections. Le complément d'eau est fait avec une eau de forage. Les bassins sont alimentés en oxygène, fourni via un cadre d'oxygène qui est livré régulièrement à la demande. L'eau de mer est livrée par des camions citerne qui s'alimentent à l'aquarium de La Rochelle, avec qui une convention de mise à disposition du pompage d'eau de mer a été passée en 2016. Cela permet d'avoir une eau de qualité, avec des analyses qui sont réalisées régulièrement par l'aquarium.

1.2.2. Les individus matures

Les poissons considérés comme géniteurs sont les poissons qui ont réellement permis de récupérer de la semence ou des œufs, et pas les individus montrant des signes de maturation à l'échographie, ces derniers étant considérés comme juvéniles ou sub-adultes.

Depuis 2017, de nouveaux poissons ont cependant fait leur entrée dans le groupe des géniteurs. Ce sont des poissons issus des cohortes 2007 et 2008 qui ont montré une certaine maturation lors des échographies, et ont permis de prélever du sperme à partir de 2017, sperme qui a été congelé. 4 de ces mâles ayant donné du sperme ont été transférés en Espagne (Ebre) en 2019, dans le cadre d'un projet de communication. Le sperme de ces poissons a été congelé, et les poissons ont été transférés dans le cadre d'une mise à disposition. Ils appartiennent au stock français et peuvent être récupérés à tout moment. Ces 4 mâles ne sont pas comptabilisés ici dans le nombre de mâles présent dans le stock captif dans la suite des analyses. Les premières femelles ont montré des signes de maturation et ont pondu en 2022, 2023 et 2024.

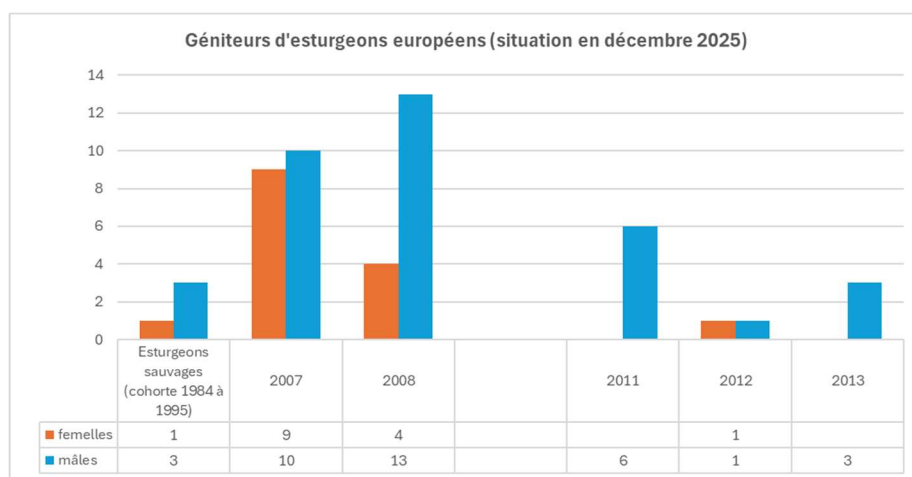


Figure 5 : Géniteurs d'esturgeons européens issus du milieu naturel ou issus du stock captif.

Le sperme des mâles matures a été collecté pour alimenter la banque de sperme congelé. Cette partie est présentée dans la partie reproduction de ce rapport.

Tableau 3 : Géniteurs de Sturio dans le stock captif.

cohortes	femelles	mâles	poids moyen	longueur moyenne
Esturgeons sauvages (cohorte 1984 à 1995)	1	3	16,4kg	1,47 m
2007	9	10	17 kg	1,59 m
2008	4	13	17 kg	1,51 m
2011		6	17,5 kg	1,51 m
2012	1	1	18,4 kg	1,49 m
2013		3	13,7 kg	1,41 m

La capacité d'accueil sur le site devient limite avec un tonnage actuel de 1,93 tonnes et une

capacité maximum de 1,9 tonnes. Cette capacité limite la possibilité de croissance des individus, croissance indispensable à leur maturation.

Des problèmes de teneur excessive en fer de l'eau de forage a motivé également MIGADO à refaire entièrement l'écloserie. Une refont totale du site a été mise en œuvre, frais à la charge de MIGADO, afin de filtrer l'eau de forage et la déferriser afin de limiter les mortalités de larves constatées les années précédentes au moment de l'éclosion.

2. LA REPRODUCTION DE L'ESTURGEON EUROPEEN

A partir de l'année 2018, MIGADO a eu en charge la réalisation de la reproduction assistée des esturgeons européens présents sur le site de St Seurin. INRAE a transféré cette partie des actions, tout en restant présent en tant que partenaire technique pour le transfert des différentes phases et différents protocoles pour lesquels Migado n'a pas encore été formé, ou n'a pas participé aux expérimentations.

Dans ce cadre, un document reprenant chaque phase de la reproduction avec la description précise des protocoles devant être développés a été remis à MIGADO. MIGADO a continué à travailler sur ces protocoles et à organiser les reproductions avec différents achats de matériels ou d'hormones nécessaires à celles-ci.

2.1. Les bassins dédiés à la reproduction.

Des travaux ont été réalisés dans le bâtiment Sturio 1 par Irstea en 2016-2017 et une zone est dédiée à la reproduction. Elle est constituée d'une zone technique et de 5 bassins de 12 m³, chacun d'eux étant relié à un circuit fermé permettant une gestion indépendante des paramètres physicochimiques et environnementaux des bassins. A partir de février ou mars 2020, les bassins, vidés pour la période hivernale, ont été remis en eau, et les filtres biologiques des bassins dédiés aux reproductions ont étéensemencés, afin que les circuits soient opérationnels pour l'accueil des futurs géniteurs.

Les ensemencements se font par apport de chlorure d'ammonium. Les doses de chlorure d'ammonium varient entre 15 et 45 g tous les 2 jours, afin de laisser passer les deux pics d'ammoniaque puis nitrite, témoins du développement bactérien sur les filtres biologiques, bactéries permettant d'assurer le cycle de dégradation de l'azote sous ses différentes formes.

Comme sur les autres circuits, des sondes d'enregistrement automatique sont installées sur les bassins de reproduction. Ces sondes permettent de suivre l'évolution de la température, salinité, pH et oxygène. Certains filtres sont ensemencés pour un élevage en eau saumâtre (BR 3, 4 5), et d'autres en eau douce (BR 1, 2). En effet lors du transfert des géniteurs potentiels du bâtiment Sturio 2 à Sturio 1, les poissons vivent dans une eau à 20‰. Ils sont donc transférés dans les bassins de reproduction en eau saumâtre, et la salinité est diminuée de manière progressive jusqu'à 9‰ pour les femelles, et 0‰ pour les mâles. Les mâles sont après désalinisation jusqu'à 9‰ transférés dans les bassins eau douce. La diminution de la salinité se fait de 1‰ par jour pour éviter les chocs osmotiques.



Figure 6 : Sondes automatiques (oxygène, température, salinité, pH) installées dans les bassins de reproduction (BR) afin de suivre l'évolution des paramètres.

2.2. Echographie des géniteurs et sub-adultes et sélection des individus pour la reproduction

En avril 2025, un technicien MIGADO (formé fin 2018 au diplôme de plongeur professionnel) est intervenu pour capturer les géniteurs et sub-adultes présents dans les bassins du bâtiment Sturio 2. Les échographies ont été réalisées sur l'ensemble des poissons présents dans le bâtiment Sturio 2.



Figure 7 : Echographies des esturgeons présents dans le stock captif (gonade femelle avec des œufs).

Les poissons sont capturés dans un filet chaussette, et ramenés en surface où ils sont déposés dans une civière pour réaliser les échographies. L'échographe utilisé a été acheté par MIGADO, et est identique à celui utilisé précédemment par INRAE. Le personnel MIGADO a reçu une formation de mise en service et d'utilisation par le fournisseur. La formation sur l'interprétation des données avait eu lieu les années précédentes par INRAE. Les échographies sont faites dans l'eau, le poisson restant dans la civière le temps de l'échographie et de la prise de sang afin de minimiser le stress sur les animaux. La prise de sang réalisée sur les poissons qui paraissent matures permet de prélever 0,5 ml de sang et sert à faire des analyses du taux d'hématocrites.

125 poissons ont été échographiés à ce moment-là, poissons présents dans le bâtiment Sturio 1 et Sturio 2.

Les échographies permettent d'identifier les individus dont les gonades présentent un stade de maturation suffisamment avancé pour qu'une reproduction soit envisagée, ou un prélèvement de sperme afin d'alimenter la banque de sperme congelé.

Tous les individus échographiés sont rapidement sortis de l'eau afin de pouvoir effectuer une pesée, et ainsi avoir un suivi de l'état des individus dans le stock captif.

2.3. Préparation des laboratoires, table d'incubation et écloserie

Avant la période de reproduction, et pour la période de reproduction, un laboratoire est mis à disposition de MIGADO par INRAE. MIGADO qui a investi ces dernières années sur du matériel de laboratoire, installe tout son matériel afin d'éviter les problèmes sanitaires, ce matériel n'étant utilisé que pour l'esturgeon européen. Les autres outils propriétés de INRAE sont utilisés sur d'autres espèces d'esturgeons et sont enlevés du laboratoire avant transfert du matériel.



Figure 8 : Installation du matériel dans le laboratoire dédié à la reproduction

Avant la reproduction, toute l'écloserie est désinfectée. Le circuit de l'écloserie des canalisations de forage est entièrement désinfecté par INRAE (qui en a la responsabilité). MIGADO s'occupe de vider entièrement l'écloserie et de tout nettoyer et désinfecter. Les tables d'incubation sont également désinfectées avant leur utilisation. Tout le matériel est installé, au niveau de la zone dédiée à la fécondation, les tables d'incubation et la zone d'éclosion.

Des travaux ont démarré cette année pour refaire entièrement l'écloserie.



Figure 9 : Installation du matériel dans le laboratoire dédié à la reproduction

2.4. Protocole de stimulation des mâles et prélèvement du sperme

2.4.1 Prélèvement du sperme

Le protocole de stimulation des mâles est basé sur les fiches qualité et les protocoles transmis par INRAE lors du transfert de compétence de la phase de reproduction.

Les mâles sont transférés dans le bâtiment Sturio 1, dans la zone dédiée à la reproduction dans un bassin (BR3 et BR4 puis BR1 et BR2). La salinité est baissée à 0‰ au fur et à mesure, en une quinzaine de jours, afin de simuler l'entrée des géniteurs dans l'Estuaire de la Gironde et en rivière vers les zones de reproduction.

Le protocole de réglage de la température mis en place pour les mâles est le suivant :

- J0 : les individus sont conservés aux environs de 15°C.
- J1 : la température est augmentée progressivement de 8h à 24h jusqu'à 16°C.
- J2 : la température est augmentée de 6h à 22h de 16° à 18,4°C.

Les injections pour la stimulation hormonale LHRH ont lieu à J2, à 8 h, avant le début de l'augmentation de la température. Sur le protocole utilisé sur les géniteurs sauvages, l'injection avait lieu à 6 h du matin, et le prélèvement de sperme environ 30 h à 32 h plus tard, donc vers midi le lendemain. En 2017 et 2018, nous avons observé que les nouveaux géniteurs, semblaient produire du sperme plus rapidement que 30 h après l'injection. Les injections ont donc eu lieu à 8 h du matin J2, suivies de l'augmentation de température. 24 à 26 h après le sperme a pu être prélevé. Cette différence est certainement due à l'âge des mâles, ceux-ci étant plus jeunes.

En 2024, tous les poissons ont été injecté avec la même hormone LHRH analogue achetée chez Bachem.

A J2, avant l'augmentation de la température de 2,4°C, les mâles sont capturés dans les bassins. Les poissons sont pesés, afin d'adapter la dose d'injection d'hormone à administrer. Une

échographie et une prise de sang sont réalisées, et l'injection d'hormone a lieu en intramusculaire, avec une dose de 30 µg/kg de poisson. Ils retournent ensuite dans leur bassin d'origine.

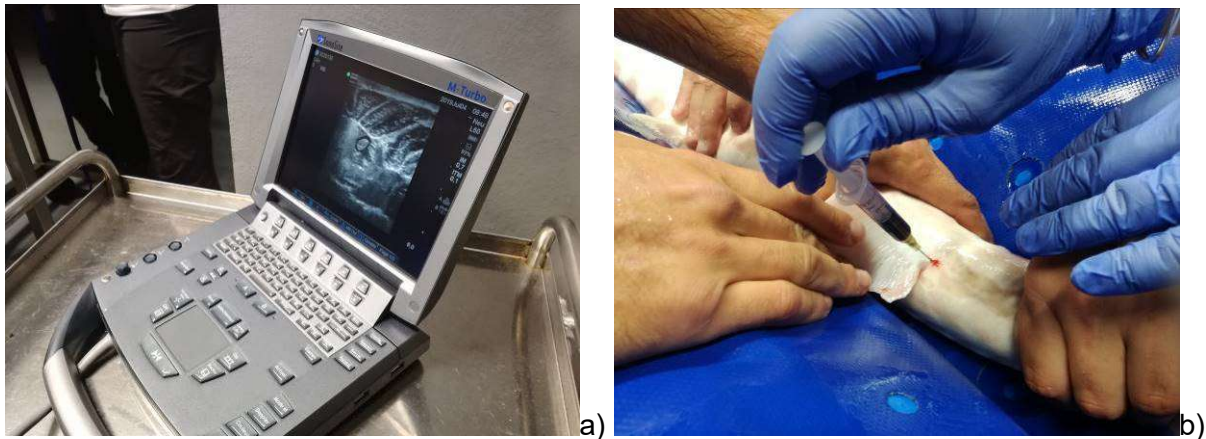


Figure 10 : Echographie de contrôle (a) et prise de sang (b) avant injection d'hormone (J2 – 8h du matin).

Les mâles sont capturés dans les bassins 24 h à 30 h après l'injection. Ils sont déposés sur la table de travail sur le dos, et une échographie de contrôle est réalisée afin d'évaluer l'état d'avancement de la maturation des gonades depuis la veille 8 h au moment de l'injection. Une prise de sang est de nouveau réalisée afin de suivre l'évolution des hématokrites.

Un cathéter de 25 cm de long environ, et diamètre 5 mm extérieur et 3 mm intérieur stérile et rincé à l'eau déminéralisé est introduit dans l'orifice génital de l'individu, en assurant le maintien de l'animal afin qu'il ne se blesse pas. Le sperme est alors prélevé dans un béccher propre et sec. Il faut faire attention à ne pas mettre de l'eau en contact avec le sperme puisque les spermatozoïdes s'activent au contact de l'eau.



Figure 11 : Prélèvement du sperme d'un mâle de *A. sturio*

Le sperme récolté est conservé dans des bécjers fermés, au réfrigérateur, et une analyse de la qualité est réalisée.

Cette année, un test a été réalisé afin de prélever le sperme grâce à une seringue de 50 ml, ce qui permet de le stocker de manière plus sécurisée à l'abri de gouttelettes d'eau qui pourraient activer les spermatozoïdes.



Figure 12 : Semence prélevée sur les mâles de *A. sturio*

2.4.2 . Les sessions de reproduction de 2025

Aucune session de stimulation n'a eu lieu en 2025. Une seule femelle a été sélectionnée, et des biopsies ont été réalisées. La femelle (pit tag 3219973) est issue de la cohorte 2007, pèse 20,5kg et a un taux de croissance de +8%. Elle avait déjà été sélectionnée en 2021 et 2023. . Les sessions de stimulation des mâles sont conditionnés par les résultats des biopsies des femelles et de l'état des œufs et leur degré de maturation. Les sessions ont eu lieu le 22 mai, le 5 juin, le 11 juin 2024.

Les mâles ont été sélectionnés pour chaque session en fonction des femelles disponibles et prêtes à être injectées. Une analyse des croisements génétiques potentiels est réalisée afin de déterminer quels mâles seront utilisés.

14 mâles ont été sélectionnés. La semence congelée de Emeline, Mariette et 328 a été sélectionnée pour réaliser des croisements avec de petits lots.

Tableau 4 : Mâles sélectionnés et lien génétique avec la femelle sélectionnée

pit-tag	cohorte	sexe	masse	taux croissance journalier	Année de croisement	séquences	Parenté_MK2	nsanguinité	Prof geniteur
930201 BLEU 1A29	1988	M	18100	0,011	2008,2011,2012,2013	2008-S1,2011-S1,2012-S1,2013-S1			
010201 DELPHINE 0411283EF1	1994	M	17350	0,028	2014,2023	2014-S1,2014-S3,2014-S4,2023-S1			
020202 MARTINIEN 0411283FC6	1995	M	22000	0,136	2009,2013	2009-S1,2013-S1			
3419654	2011	M	17350	0,038			0,0725	-0,11	1
3423185	2011	M	20500	0,089	2024	2024-S1,2024-S2	0,0742	-0,1137	2
3624395	2013	M	14450	0,033			0,0746	-0,2405	3
3391901	2013	M	14900	-0,019			0,0457	-0,1371	4
3391800	2012	M	19750	0,035			0,0970	-0,0953	
3254337	2008	M	21020	0,024	2022	2022-S2	0,0879	-0,1247	
3256562	2008	M	17050	0,092			0,1003	0,0703	
3420558	2011	M	16200	0,093			0,0887	-0,1045	
32524506	2008	M	17300	0,115			0,0826	-0,0244	
3254539	2008	M	14650	-0,015			0,1036	-0,0766	
3255437	2008	M	12200	0,01			0,1023	0,0587	

2.4.3. Analyse de la qualité du sperme

La semence récoltée est alors analysée. Plusieurs facteurs entrent en compte dans l'analyse : la motilité, la survie et l'aspect de la semence récoltée.

Les spermatozoïdes sont observés au microscope avec grossissement x400 à sec, puis ils sont activés avec de l'eau de forage, qui sera remplacée par de l'eau minérale à partir de 2019 afin de ne pas perturber le suivi avec l'eau de forage qui est de composition assez particulière (très riche en fer). La semence (1 µl) est déposée sur une lamelle, et l'activateur (eau) est déposé sur la lamelle en fonction de l'opacité de la semence (20 µl pour une semence claire, et 50 µl pour une semence opaque à moyennement opaque).

Toutes les 30 sec et pendant 4 min, la semence est observée et on note par une valeur de 0 à 5 les caractéristiques de la semence (déplacements vigoureux à immobiles) ainsi que la survie en pourcentage de spermatozoïdes vivants. On observe environ 100 spermatozoïdes en même temps.

En fonction de ces critères, la semence est classée en termes de qualité : de très mauvaise à très bonne.

Tableau 5 : Critères de classement des semences en 4 catégories.

Motilité initiale	Taux de survie initial (%)	Motilité 60s	Taux de survie 60s (%)	Temps de survie 5% (s)	Qualité de la semence
5	95-100	5	80	> 210	Très bonne
5	90-100	3-4	< 80	≥ 180	Bonne
4-5	90-100	3-4	50-60	150-180	Moyenne

≤ 5	≤ 95-100	≤ 3	≤ 60	≤ 150	Mauvaise à très mauvaise
-----	----------	-----	------	-------	--------------------------

Les semences prélevées sur les quatre mâles ont été analysées sur ces bases. Toutes ont été qualifiées de mauvaises, sachant qu'elles étaient très claires avec très peu de spermatozoïdes, voire aucun.



Figure 13 : Observation de la qualité des spermatozoïdes au microscope

La phase suivante est la congélation de semence, pour alimenter la banque de sperme congelé. Cette phase est restée sous la responsabilité de INRAE.

Cette année est la quatrième année de responsabilité de la phase de reproduction pour MIGADO. Toutes les manipulations sur les mâles et l'analyse du sperme sont maintenant maîtrisées. Un travail reste tout de même à réaliser pour essayer de comprendre pourquoi la semence du même mâle peut être de bonne ou de mauvaise qualité suivant la période à laquelle il est prélevé.

2.5. Protocole de suivis des femelles et prélèvement des œufs

Une femelle a été sélectionnée pour réaliser une reproduction assistée suite aux échographies réalisées en avril 2025. A l'échographie, des œufs de taille importante avaient été visualisés, avec une taille estimée à l'échographie de 3 mm.

2.5.1 Les biopsies des femelles

Les différentes étapes sont détaillées dans le protocole rédigé et mis à disposition par INRAE. Les biopsies sont réalisées le soir vers 21h, afin de pouvoir mettre les œufs en culture et assurer le suivi de la culture in vitro 12h après sur toute la journée. Le prélèvement est réalisé entre le troisième et le quatrième écusson latéral au niveau de la paroi ventrale d'un côté ou de l'autre de la ligne médio-ventrale. Le trou est réalisé avec un trocart et les œufs sont prélevés avec une

canule préalablement stérilisée. Les œufs sont ensuite placés dans du liquide Ringer Modified for Sturgeon (RMS) le temps des analyses.



Figure 14 : Biopsie et prélèvement de œufs

En même temps que les biopsies, des prises de sang ont été réalisées pour mesurer le taux d'hématocrites, mais également faire des dosages de calcium. Les œufs seront mis en culture *in vitro*, et une mesure de l'OPI et de la T50 sera réalisée. Les dosages d'œstradiol ont été abandonné, à cause de la difficulté d'interprétation des données. Il n'existe pas de référence sur différentes espèces de poissons pour pouvoir utiliser ces données pour évaluer le taux de maturation.

Commence la phase de suivi de la maturation des femelles grâce à différents indicateurs : le diamètre des ovocytes, l'indice de polarité (OPI) et le taux de maturation des ovocytes *in vitro* en présence d'hormone.

Des biopsies ont été réalisées le 12 mai, 03 mai, le 9 juin, le 16 juin et le 07 juillet sur la seule femelle sélectionnée. A chaque capture des poissons, une échographie, et une prise de sang pour l'analyse des hématocrites a été réalisée.

2.5.2. La mise en incubation des ovocytes pour le suivi de la maturation

2.5.2.1 Le suivi de la maturation

Le milieu de culture (Ringer RMS) est préparé tel que décrit dans le protocole fourni. Il est composé de NaCl, KCl, CaCl₂ 2H₂O, NaHCO₃. Il sera également utilisé à conserver les œufs le temps de la mise en culture.

Les œufs vont être mis en incubation pendant plusieurs heures afin de suivre l'avancée de la maturation des femelles et leur capacité à ovuler après stimulation thermique et hormonale. Cette stimulation se fait in vitro dans des boîtes de pétri.

Les œufs sont disposés dans 4 boîtes de pétri remplies de RMS + progestérone pour chaque femelle. 33 œufs sont placés dans chaque boîte de pétri. Le suivi de la GVBD (taux de maturation des ovocytes in vitro en présence d'hormones) va démarrer 12h après la mise en incubation. L'incubateur est réglé à 18°C.

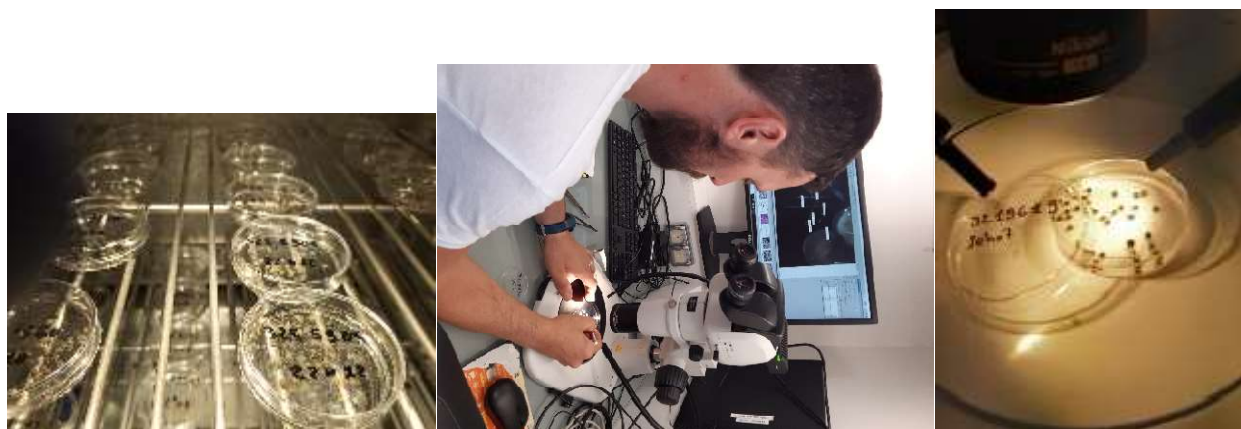


Figure 15 : Mise en culture in vitro des ovocytes dans milieu de culture + hormone

Le suivi de la GVBD consiste à compter les ovocytes éclatés (Vésicules germinatives Breakdown), reflet de la maturation complète des ovocytes. Toutes les heures, 10 ovocytes sont prélevés dans une boîte de pétri et le comptage des ovocytes éclatés commence. Le suivi s'arrête à 100% de GVBD et au plus tard à 24h.

Après cuisson des ovocytes au micro-onde, ils sont coupés en deux dans le sens longitudinal selon un axe passant par les pôles au scalpel sous binoculaire. On compte alors le nombre d'ovocytes sans vésicule germinative sur les 10 observés, ce sont les ovocytes considérés comme éclatés. On note le % obtenu pour chaque observation horaire. Lorsque le taux de 50% de GVBD est atteint, le délai depuis la mise en culture est noté. Il correspond au T50 de GVBD. Le temps pour atteindre le 100% est également noté, il correspond au Tmax.

Si au bout de 24h de culture, le 100% n'est pas atteint on note le % de GVBD au bout de 24h.

2.5.2.2. Mesure du diamètre et de l'OPI

Le diamètre des œufs est calculé automatiquement par le programme ImageJ. Les œufs sont disposés dans une boîte de pétri (environ 25 à 30 œufs), dans laquelle est placée au centre, un étalon de 5mm de diamètre. La boîte est scannée et l'image retouchée sur paint pour enlever toutes les impuretés sur la photo.

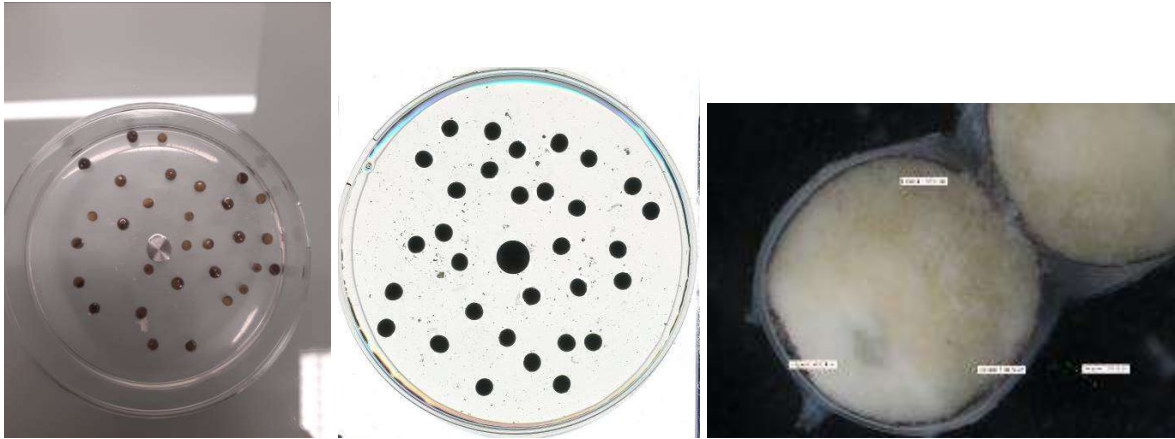


Figure 16 : Mise en place des œufs dans la boîte de pétri pour scan et image scannée retouchée

Le logiciel ImageJ évalue le diamètre des œufs sur les 30 ovocytes déposés. Cela permet d'obtenir un diamètre moyen et un écart type, afin de savoir si la taille des œufs est plus ou moins homogène.

La mesure de l'OPI se fait à partir des 30 œufs préalablement utilisés pour évaluer le diamètre. Ces œufs sont coupés dans le sens longitudinal. On mesure alors avec une binoculaire (x25) la distance entre le bord de l'ovocyte et la vésicule germinative (B) avec l'échelle graduée de la binoculaire.

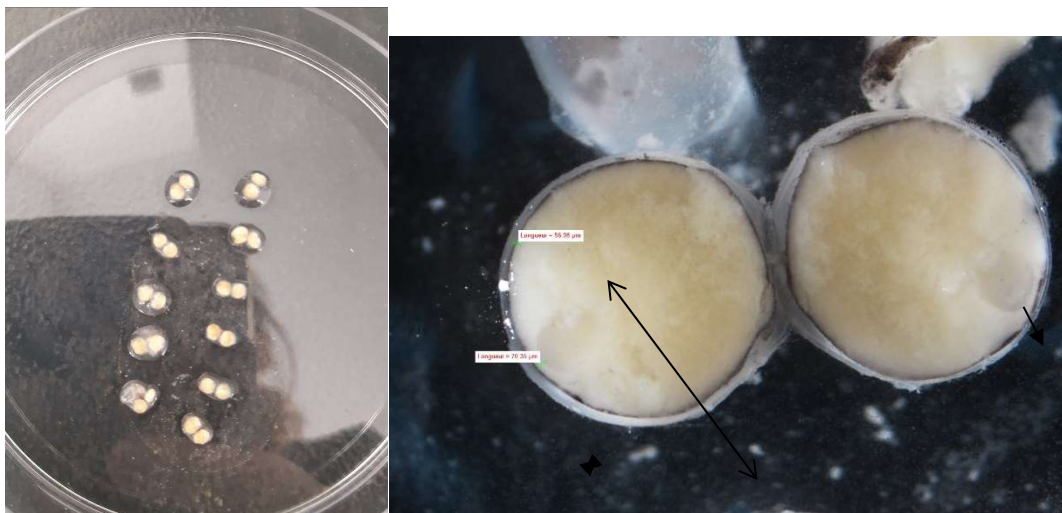


Figure 17 : Oeufs coupés en deux pour la mesure de l'OPI

Les données sont enregistrées sous excel, et l'OPI est calculée selon la formule :

$B \times 100/Dm$, avec B qui est la distance entre le bord de l'ovocyte et la vésicule germinative (ou noyau) et Dm le diamètre moyen. La moyenne des OPI des 30 œufs est calculée, ainsi que l'écart-type.

2.5.2.3. Dosage du Calcium

Une prise de sang est réalisée lors de la biopsie, pour suivre l'évolution du taux d'hématocrites, et effectuer un dosage de calcium.

Le taux de calcium servira d'indicateurs et son évolution permet de savoir à quel stade de maturation en est la femelle. Ces taux varient au cours de la maturation finale des femelles. Leur suivi permet d'aider à la détermination de la période propice au déclenchement de la reproduction.

1,5ml de sang est prélevé, et est centrifugé dans des eppendorff. Le plasma est prélevé et servira aux analyses.

L'analyse du taux de calcium se fait grâce au spectrophotomètre Diasys stardust MC15 selon le protocole fourni. Le taux de calcium total dans le sang est directement lié à la présence de vitellogénine dans le sang. La VTG en circulation dans le sang se lie avec le calcium libre. Il existe une relation linéaire entre le CA total et la VTG. Les concentrations augmentent durant la vitellogénèse et chutent rapidement en fin de maturation finale. La baisse du taux de calcium sera le reflet de la fin de la maturation.

Quelques analyses du taux de calcium ont été réalisées mais pas sur toute la durée des suivis, car nous ne savions pas utiliser la machine au début de la séquence de reproduction.

2.5.2.4. Interprétation des résultats

Pour motiver la stimulation des femelles, on recherche les femelles dont les ovocytes présentent un OPI bas ($0,05 < OPI < 0,10$). Les indicateurs manquent de fiabilité, mais permettent de suivre l'avancement de la maturation entre femelles.

Le tableau 8 est un tableau d'aide à la décision a été créé mettant en parallèle les différents indicateurs.

Tableau 6 : Tableau d'aide à la décision suite à la maturation des ovocytes recueillis lors de la biopsie.

	Etat des ovocytes			Délai à prévoir	
	Dynamique de maturation				
Classification	OPI	T50	T100	Entre 2 biopsies	Avant stimulation
Avancée	8-10	12-15 h	Max 17 h	Aucun	3 à 6 j
	10-15	Max 15 h	Max 17 h	Aucun	10 j
Intermédiaire	10-18	16 – 20 h	18 – 22h30	2 semaines	14 – 19 j
	15-16	21 – 22 h	≥ 22h30	2 à 3 semaines	22 – 28 j
Tardive	17-20	Pas de réponse ou > 24 h	Pas de réponse ou > 24 h	≥ 1 mois	

Les résultats des différentes analyses sont repris ci-dessous.

Il a été décidé de ne pas injecter la femelle, la maturation des œufs arrivant trop tardivement après contact avec la progestérone.

Tableau 7 : Synthèse des indicateurs obtenus suite aux biopsies.

	Pit Tag	cohorte	Poids avril25	croisement genet	mesure ImageJ				Taux Calcium (mg/l)					Maturation in vitro			Délai à prévoir	
					Diamètre moyen	Ecart type diamètre	OPI (ancien protocole)	OPI (nouveau protocole)	14/04/2025	13/05/2025	03/06/2025	16/06/2025	07/07/2025	Taux max			Délai à prévoir	
														T int.	%	Durée	entre 2 biopsies	stimulation
12/05/2025	3219973	2007	20500	Francine / Emile	2,73	0,07	14,20	17,70	172,0	130,0				T60 à 37h	100	-	2 à 3 sem	
03/06/2025	3219973	2007	20500	Francine / Emile	2,88	0,06	14,70	18,70	195,0	132,0	93,0				100	36	2 à 3 sem	
16/06/2025	3219973	2007	20500	Francine / Emile	2,60	0,07	13,60	17,70				91,2		T30 à 19h			2 à 3 sem	
07/07/2025	3219973	2007	20500	Francine / Emile	2,55	0,05	14,80	18,50					53,8	T50 à 16h	T90	19h	2 semaines	3 sem.

2.6. Participation à la réunion internationale pour échanger sur les reproductions des F1

Le 19 mars 2025, MIGADO a participé à une réunion réunissant différents partenaires internationaux pour échanger sur les protocoles de reproduction assistées d'esturgeons F1 (c'est-à-dire issus d'individus sauvages).

Ce groupe de travail, « reproduction drawbacks in F1 sturgeon *A. sturio* and *A. oxyrinchus* », avait pour premier objectif de faire un bilan de la situation dans les différents pays.

Les pays participants étaient la France, l'Allemagne, la Pologne et les Etats-Unis. Il a permis d'échanger sur les protocoles et résultats des reproductions des F1 sur différentes espèces.

D'autres réunions auront lieu sur cette même thématique plusieurs fois par an. Le groupe est animé par Joern Gessner, de l'IGB.

3. ETUDE SUR L'ALIMENTATION DES ESTURGEONS EUROPEENS

En 2025, dans le cadre d'un stage de M1, une analyse de l'alimentation des géniteurs et juvéniles des esturgeons européens afin d'analyser les effets de l'alimentation sur la croissance et la maturation des individus.

L'idée de cette analyse était de travailler à la fois sur les types d'aliments et sur les quantités d'aliment distribués. Les valeurs nutritionnelles des différents aliments est variable, et afin d'optimiser les taux de croissance des individus, il est nécessaire d'adapter les quantités de chaque aliment. L'intégralité des données est à consulter dans le rapport Morin Nicolas, 2025. Analyse des données d'aliment des esturgeons européens. Rapport de M1 Université d'Angers.

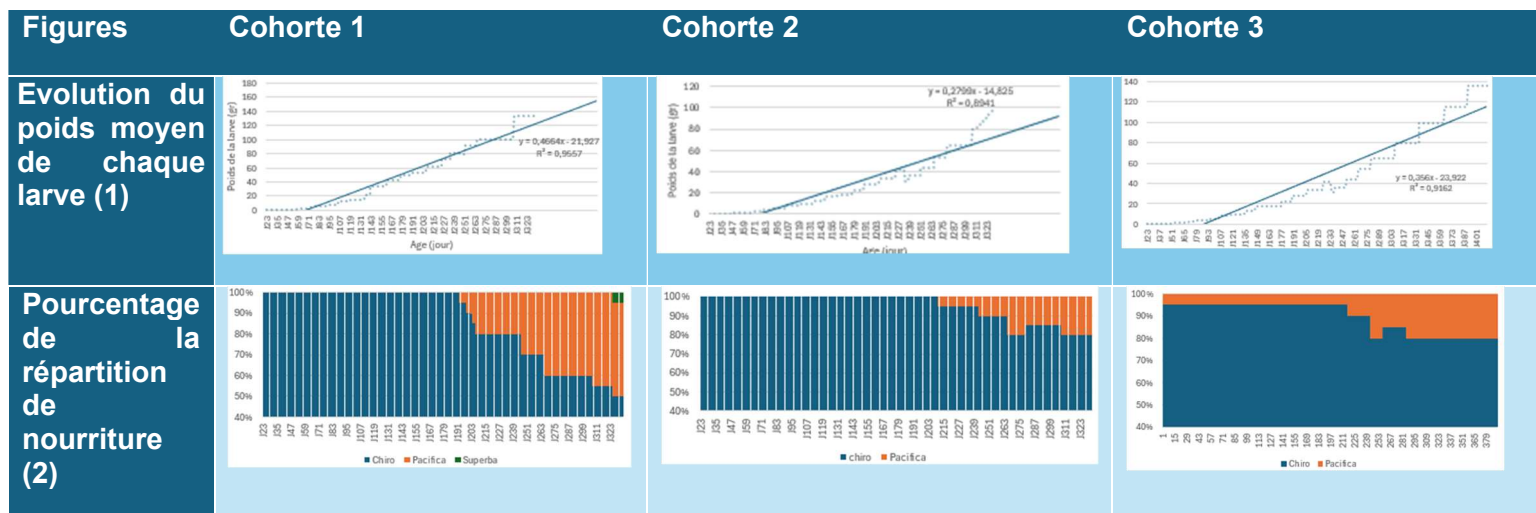
3.1. Les données sur les juvéniles

Trois cohortes de juvéniles ont pu être étudiées en regroupant toutes leurs données d'alimentation lors des premiers jours. Ces trois cohortes sont issues de l'année 2023 et les données collectées permettent de connaître la masse moyenne des individus et la quantité d'aliments donnée entre le jour 23 (J+23) et le jour 332 (J+332) pour les cohortes 1 et 2 et pour la cohorte 3, des données d'alimentation du jour 23 au jour 414. Afin de parvenir à comparer malgré les différences d'âge, des extrapolations ont été réalisées avec des droites de régression linéaires sur les cohortes 1 et 2.

Les cohortes 2 et 3 sont des individus qui sont issus de la même génétique mais qui à la naissance ont été séparés en deux groupes pour des facilités d'élevages, ils n'ont donc pas grandi dans les mêmes bassins et n'ont donc pas reçu la même alimentation que ce soit en quantité ou en type de nourriture.

Les cohortes étudiées sont :

- X3207545_x_MARIETTE_3207545_x_328_3219751_x_HERVE_3219751_x_328 (cohorte 1).
- X3219751_x_3261241 (cohorte 2).
- 3219751 x 3261241 (cohorte 3).



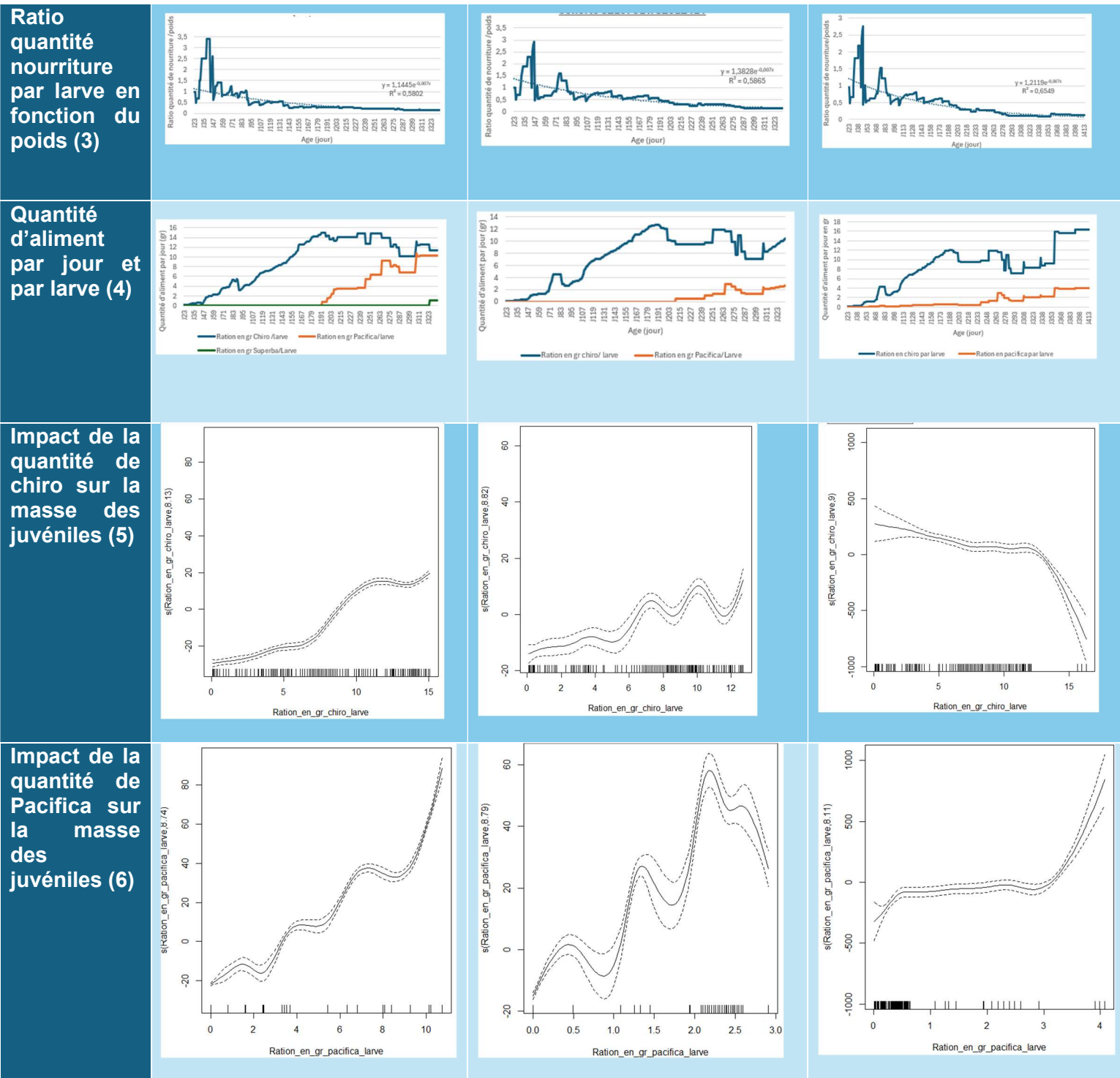


Figure 17 : Analyse de l'alimentation des juvéniles

En ce qui concerne la masse :

Un test de Kolmogorov-Smirnov (KS) a été réalisé sur Rstudio afin de comparer les masses moyennes des juvéniles dans les trois cohortes afin de savoir s'il existe une différence significative entre les distributions de la figure 17. Les résultats des tests sont présentés ci-dessous au travers de la figure 18.

```

Asymptotic two-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: X3207545_X_MARIETTE_3207545_X_328_3219751_X_HERVE_3219751_X_328$`PM en gr` and X3219751_X_3261241$`PM en gr`
D = 0.2932, p-value = 4.901e-12
alternative hypothesis: two-sided

Asymptotic two-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: X3207545_X_MARIETTE_3207545_X_328_3219751_X_HERVE_3219751_X_328$`PM en gr` and X3219751_X_3261241$`PM en gr`
D = 0.2932, p-value = 4.901e-12
alternative hypothesis: two-sided

```

Figure 18 : Résultats des tests de KS entre les cohortes de juvéniles

Au travers de deux tests KS (figure 18), la P-Value étant inférieure à 0,05 pour chacun des tests, cela signifie que la distribution des masses des trois cohortes sont significativement différentes entre elles. Cela confirme donc ce qui est montré au travers de la figure 1 : les cohortes 1, 2 et 3 ont des distributions de masse qui sont significativement différentes (figure 17). La cohorte ayant le poids moyen le plus élevé au 400^{ème} jour est la cohorte 1 (150gr), puis vient la cohorte 3 (115gr) et enfin la 2 (95gr) (figure 17). Cette différence de masse peut s'expliquer par plusieurs paramètres (tels que la génétique ou la nourriture distribuée ainsi que la quantité donnée). Le poids moyen élevé de la cohorte 1 peut s'expliquer par sa génétique qui est différente de la cohorte 2 et 3. Les cohortes 2 et 3 ont la même génétique, un autre facteur est donc à l'origine de ces variations. La différence de poids ne peut être due aux paramètres physico-chimiques car ils sont les mêmes dans les bassins (l'eau provient d'un forage et est régulée à 18°C). Cette différence provient donc de l'alimentation. Cette hypothèse est en accord avec la figure 2 et 4 qui montre une différence d'alimentation entre ces deux cohortes. En effet, la cohorte 3 a eu un apport de krill pacifica dès le premier jour à hauteur de 5% de son alimentation, alors que la cohorte 2 a eu une alimentation composée uniquement de chironome lors des 200 premiers jours. Cette différence de nourriture peut expliquer la variation de masse des deux cohortes due à un sevrage différent.

Pour le rationnement de la nourriture :

Quelques soient les cohortes, une similarité est visible dans le ratio de nourriture totale donnée en fonction du poids moyen et de l'âge des individus (figure 18). Les graphiques de la figure 18 montrent le ratio de nourriture qui a été donné aux juvéniles par rapport à leur poids en fonction de leur âge. De la naissance au 40^{ème} jour, ce ratio augmente très fortement pour atteindre son pic à 45 jours (figure 18). A ce stade-là, les juvéniles doivent être nourris entre 2,5 fois et 3 fois leur poids chaque jour. Puis après cette période, le ratio chute pour ensuite atteindre une moyenne de consommation de 0,5 fois leur poids au bout de 130 jours (figure 18). Un modèle de taux de nourrissage peut donc sur la base de ces trois modèles être créé afin de savoir selon l'âge des juvéniles, le taux de nourriture moyen à donner en fonction de leur poids (figure 19).

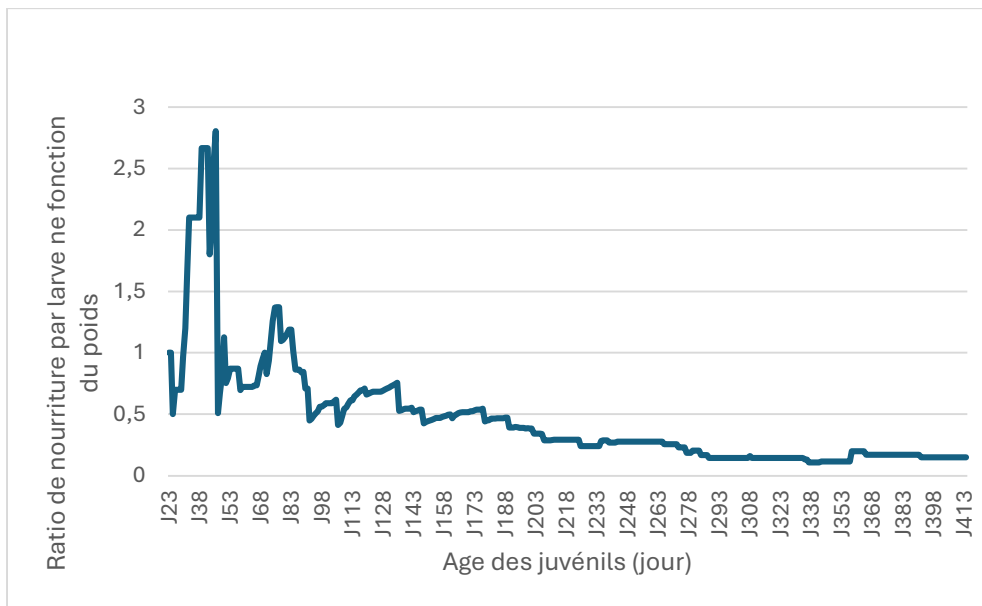


Figure 19 : Résultats des tests de KS entre les cohortes de juvéniles

Pour les aliments, les données indiquées sur la figure 17 sont obtenues à partir d'une régression non linéaire sous forme de modèle de GAM (Rstudio), comportant des R^2 très élevés (proche des 95%) et des P-values très faibles (inférieur à 0.05) indiquant des résultats très significatifs et stables ainsi que de faibles incertitudes (lignes en pointillés). Ces données permettent de montrer la véracité des modèles. Ces 6 graphiques démontrent l'impact de la quantité d'aliments sur la prise de masse des juvéniles. L'axe des abscisses correspond à la quantité de l'aliment donné par jour (en gr) et l'axe des ordonnées correspond à l'impact de cette quantité d'aliments sur la prise de masse des juvéniles. Les lignes en pointillés représentent les incertitudes et la ligne en continue, la moyenne.

Les graphes permettent de montrer l'impact de différentes quantités de chironome sur la prise de masse des juvéniles. En se basant sur les graphiques qui ont une similarité (cohorte 1 et cohorte 2), à faible quantité (inférieur à 6gr de chironome par jour), cet aliment a un impact qui est négatif sur la masse, alors qu'à partir de 8gr de chiro par jour, cet aliment va avoir un très léger impact positif sur la prise de masse de l'individu (effet de +20). Cet effet est limité compte tenu du faible taux de nutriment présent dans cet aliment.

Les graphes 6 de la figure 17 ont-elles aussi un motif qui se répète. Ces graphiques permettent de relever l'impact des différentes rations de krill Pacifica sur la prise de masse des juvéniles. Avec les trois cohortes, ces graphiques montrent qu'à faible dose, le krill pacifica impacte négativement la prise de masse des individus. Alors qu'à partir de 4gr/jour/poisson elle impacte positivement, et linéairement la prise de masse. De plus, nous pouvons constater que l'impact positif est nettement plus important lorsque les individus consomment du Pacifica que quand ils consomment du Chironome.

Pour les juvéniles, il semble que l'ajout très progressif de nouveaux aliments (passage à Pacifica) au jour 191, en suivant le même schéma que la cohorte 1 et l'arrivée du krill Superba au jour +323 pourrait sûrement entraîner une meilleure prise de masse des juvéniles. Cependant ces conclusions ne peuvent être que des hypothèses compte tenu de la génétique qui diffère entre la cohorte 1 et les autres. Ces graphiques permettent de montrer que ces aliments ont tous un impact positif sur la masse des juvéniles lorsqu'ils ne sont pas donnés dans de faibles portions. Cependant, il est montré que la krill pacifica a un impact sur la prise de masse plus important que le chironome.

Au travers de la littérature scientifique, l'augmentation du taux de survie des larves se fait lorsqu'elles sont nourries en premier avec des artémias, puis subissent un long sevrage pour

passer au chironome. L'alimentation à base de chironome apporte de fortes teneurs en fer ainsi qu'en potassium. De plus, un des problèmes des esturgeons de pisciculture est le phénomène de torsion chez certains dû à une prise de masse trop rapide. Une rigidification de leur squelette pourrait donc améliorer cette difficulté. Selon les rapports scientifiques, l'apport en kératine pourrait améliorer le squelette semi ossifié des esturgeons en le rigidifiant. Pour cela, il faudrait donner de la poudre de krill ou de crevettes qui est riche en kératine. (Williot et al., 2011, p.451). Dans les premiers jours, l'artémia est une clé importante de la nourriture. Des tests d'alimentation ont permis de mettre en évidence que les juvéniles n'avaient pas d'appétence pour les poissons marins à haute teneur protéiques.

Le krill *superba* est aussi un aliment très important pour le développement des juvéniles. En effet l'impact sur une autre espèce migratrice tel que le saumon (*Salmo salar*) est significatif et crée une meilleure croissance des individus lors des 200 premiers jours de vie lorsque 20%-40% de leur alimentation est constituée de krill *superba* car il est très riche en protéines. Cette alimentation entraîne aussi une meilleure qualité de la chair et moins de graisse viscérale pour la suite de la vie de l'animal (Kaur et al. 2022). De plus, la présence de choline dans ce krill permettrait une limitation de l'accumulation des lipides dans le foie à hauteur de 15% de l'alimentation et donc une limitation de certains problèmes (stéatose intestinale) (Kaur et al. 2022). Enfin, la chitine présente dans les carapaces du krill permettrait de jouer un rôle de prébiotique et limiterait certains pathogènes. Cependant, un des problèmes majeurs est la composition du krill, qui va dépendre de la saison ainsi que de sa maturité sexuelle. Cela peut expliquer les fortes variations en acide gras, vitamines et en minéraux qui sont des composés bénéfiques dans l'alimentation des poissons en aquaculture (Kim et al. 2014). Si l'on veut une prise de masse plus importante dans les premiers mois de vie des juvéniles, il est donc important de leur donner du *Pacifica* le plus tôt possible afin d'avoir un plus gros taux d'apport en protéine. Cela permettrait d'expliquer la différence visible de prise de masse entre la cohorte 2 et la 3 qui varie seulement par la proportion de krill *superba*.

La différence de masse peut aussi être due aux génétiques, la quantité de poisson par bassins ainsi que l'eau dans laquelle les poissons évoluent (eau de forage ou eau de rivière). Il faudrait donc faire des tests d'alimentations (arrivée plus tôt de *Pacifica*) sur des mêmes cohortes (même génétique) dans des bassins avec les mêmes circuits afin de connaître l'importance de ce paramètre et de mieux quantifier le rôle de l'alimentation sur la masse des juvéniles.

3.2. Les données sur les femelles

Plusieurs femelles (6 au total) ont pu être étudiées afin de connaître l'impact des aliments sur la maturation, la ponte des œufs ainsi que sur la prise de masse. Pour améliorer la comparaison, toutes les femelles sont issues de la cohorte de 2007. 3 ont pondue (3207545 / 3219842 / 3219751) et 3 autres ont mûri sans pondre (3219973 / 3220002 / 3219619). 2 génétiques différentes sont présentes dans cette étude avec la génétique Francine x Justin et la génétique Francine x Emile.

Les femelles étudiées sont :

- Femelle : 3207545 → génétique Francine x Emile → ponte.
- Femelle : 3219842 → génétique Francine x Justin → ponte.
- Femelle : 3219751 → génétique Francine x Justin → ponte.
- Femelle : 3219973 → génétique Francine x Emile → mûri.
- Femelle : 3220002 → génétique Francine x Justin → mûri.
- Femelle : 3219619 → génétique Francine x Justin → mûri.

3207545

3219842

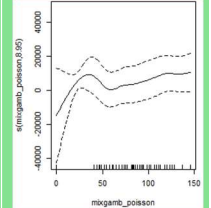
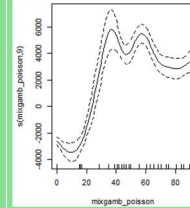
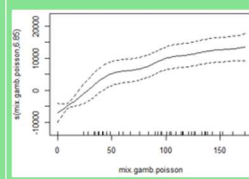
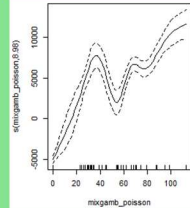
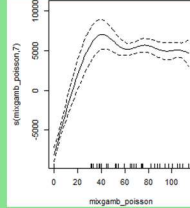
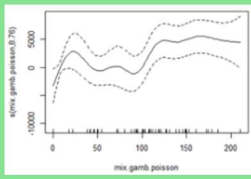
3219751

3219973

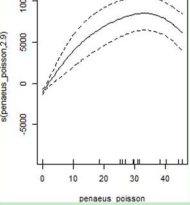
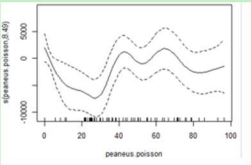
3220002

3219619

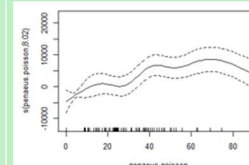
Mix gambas (1)



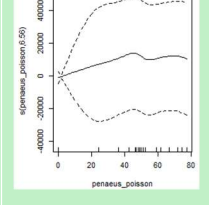
Penaeus (2)



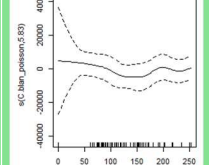
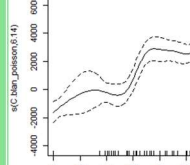
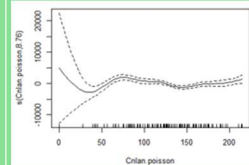
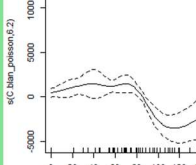
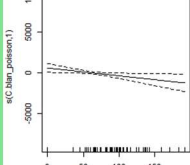
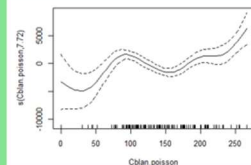
Aucunes données exploitables



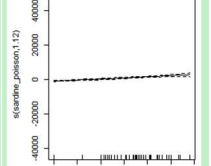
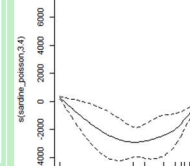
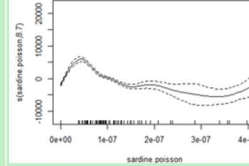
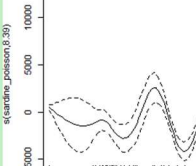
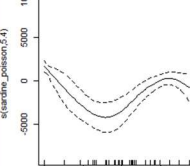
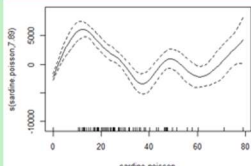
Aucunes données exploitables



C.blanc (3)

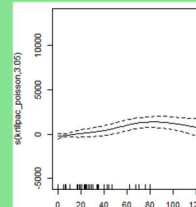
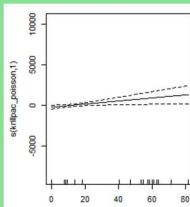


Sardines (4)

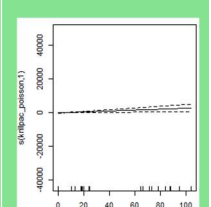
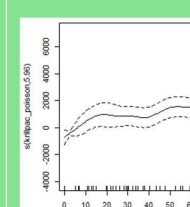


Krill pac (5)

Aucunes données exploitables

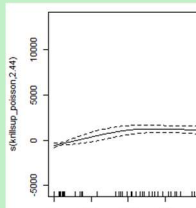
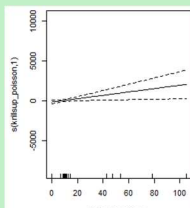


Aucunes données exploitables



Krill sup (6)

Impact négatif (-110) significatif



Impact négatif non significatif

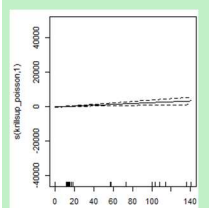
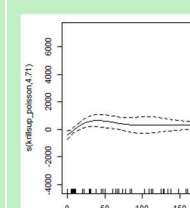


Figure 20 : Graphiques de Gram pour chaque aliment et selon les 4 femelles différentes

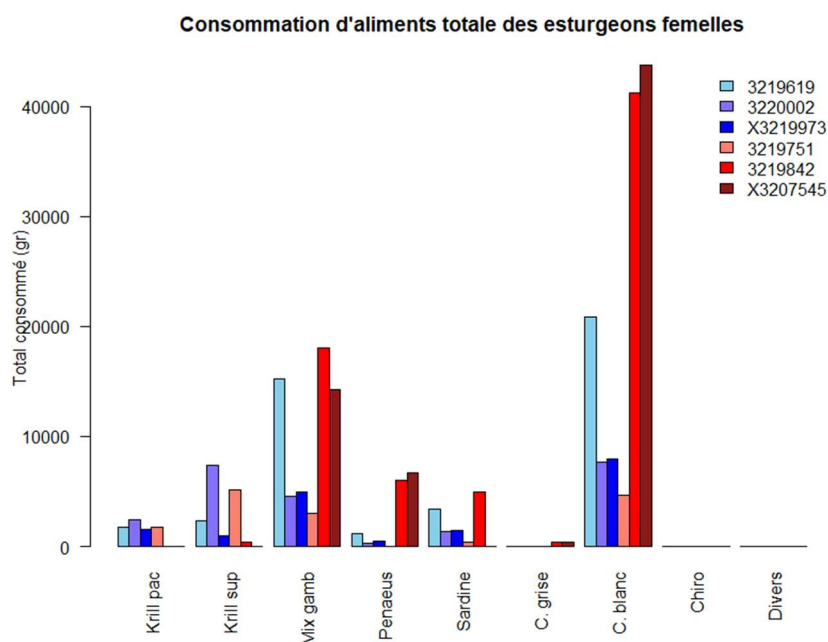


Figure 21 : Consommation totale d'aliment (en gramme) qui ont été consommé pour les femelles esturgeons

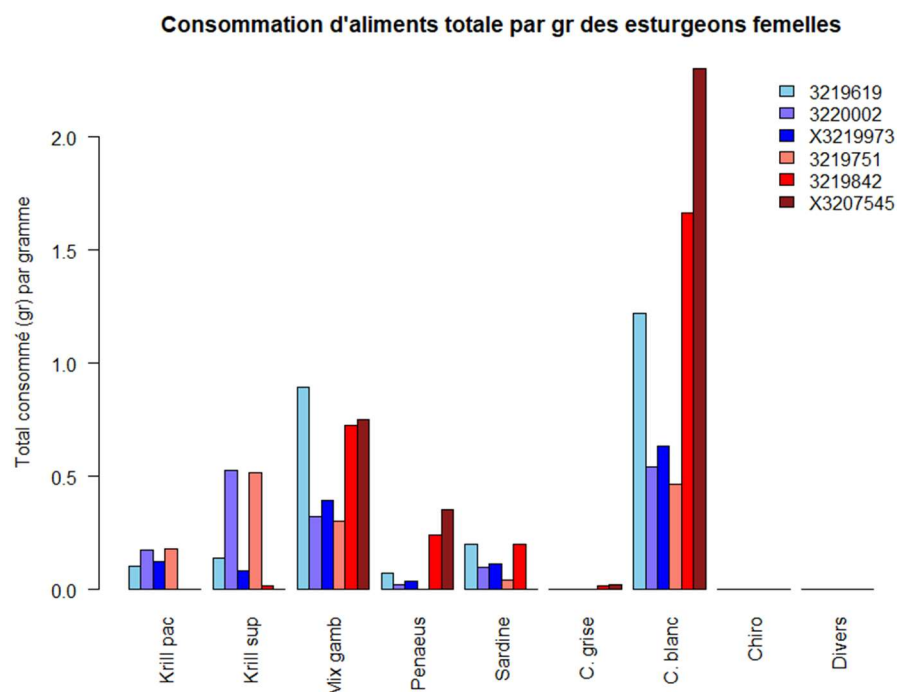


Figure 22 : Consommation totale d'aliment (en gramme) pour chaque gramme de masse des individus en fonction des différentes femelles.

Ces graphiques 1 à 6 de la figure 20 sont issus du modèle de GAM, c'est-à-dire des modèles non linéaires. Ces modèles ont été utilisés car ils comportent de meilleures R^2 (proche de 90-95%) que les modèles linéaires et polynomiaux. Les figures 1 à 6 représentent l'impact d'une quantité d'aliment sur la prise de masse d'une femelle. L'axe des abscisses montre la quantité des

aliments (en gr/jour) et l'axe des ordonnées correspond à l'impact de cette quantité d'aliments sur la masse de la femelle (<0 indique un impact positif de la quantité sur la masse). La ligne en continu correspond à la moyenne et les lignes en pointillés montrent les incertitudes.

Mix gambas : (50% *Penaeus* et 50% *Pandalus*)

Une quantité de mix gambas inférieure à 20-25gr/jour et par poisson entraîne l'effet le plus négatif sur la masse des femelles esturgeons sur chaque individu (graphe 1 de la figure 20). Les incertitudes faibles sur cette portion confirment la véracité de cette affirmation. Cependant, chez toutes les femelles un des pics des impacts positifs de mix gambas sur la masse des femelles se trouve aux environs de 38gr/jour/poisson (figure 1). Donc donner cette quantité par poisson engendrerait une croissance plus rapide des femelles.

Donc donner cette quantité par poisson (38gr/jour) engendrerait une prise de masse plus rapide des femelles. De plus, les crevettes sont des organismes comportant dans leur carapace une forte teneur en acide gras polyinsaturé (PUFA's). Ces acides gras entraînent chez les femelles qui les consomment une activation de la maturation des gonades, et une amélioration de la qualité des œufs (Gunalan et al. 2013). Ces composés régulent aussi la production des hormones stéroïdiennes ainsi que l'ovulation (Marin et al. 2010).

Penaeus : (provient de pisciculture et décortiqué)

Le graphique de la femelle 3219619 n'est pas exploitable au vu des trop grandes incertitudes (graphe 2 de la figure 20). Deux pics d'impact positifs maximums peuvent être notés sur cet aliment, un autour de 40gr de *Penaeus* par jour et par poisson et un autre autour de 60gr. Les incertitudes semblent être relativement faibles confirmant la bonne résolution des modèles.

Ces crevettes proviennent d'une pisciculture en Thaïlande et arrivent sous forme décortiquées. Les crevettes du genre *Penaeus*, sont des aliments importants à consommer pour certains poissons car elles comportent de fortes teneurs en vitamines A et D (Ravichandran, 2009). En effet, ces vitamines ont de forts impacts sur certaines espèces de poissons comme *Oreochromis niloticus* car elles sont données (vitamines C,D et E) aux géniteurs pour améliorer la reproduction. Elles permettent de libérer des hormones LH (Lutéinisante) et FSH (Follicostimulante) qui vont améliorer la vitellogenèse ainsi que l'éclosion des œufs (Engdaw 2024). De plus, cet aliment est aussi très important, car dans sa chair, beaucoup de minéraux sont présents tels que Na, K, Ca ainsi que du Fer (Ravichandran, 2009). Des minéraux qui sont importants pour la bonne santé des individus qui la consomment car ils permettent de contrôler entre autre les réactions d'oxydo-réduction ainsi que le transport d'oxygène pour le Fer (Lim et al ; 2001). Cependant, en utilisant des *Penaeus* décortiqués, on se prive de nombreux nutriments qui sont en grande partie présents dans les carapaces des crevettes (Ravichandran, 2009). Mais, ces minéraux doivent être donnés dans des proportions précises pour éviter une surconsommation et donc entraîner des effets négatifs (une quantité de fer optimal est de 15mg/100gr) (Ravichandran 2009).

Crevettes blanches *Palaemon longirostris*:

Les incertitudes des graphiques sont très faibles ce qui montre de forte véracité au travers de ces graphiques ainsi que de faibles erreurs. Quelle que soit la quantité de C.blanc, les effets sur la masse des femelles esturgeons sont relativement neutres voire très légèrement positif vers 80gr de C.blanc/jour/poisson (graphe 3 de la figure 20). Cette quantité impacterait très faiblement mais de manière positive la masse des femelles esturgeons.

Cet aliment a un impact très modéré sur la prise de masse des esturgeons, existe-il vraiment un intérêt à le garder dans la consommation ? Actuellement, c'est le seul aliment que les adultes raffolent le plus, il est donc important de leur en donner afin qu'ils continuent de se nourrir. Cependant, peut être donner de moins grandes quantités serait bénéfique pour une meilleure prise de masse et remplacer cette quantité absente par un autre aliment, plus bénéfique pour une meilleure croissance. Mais cet aliment reste important, d'une part pour l'appétence provoquée

sur les esturgeons, mais aussi pour les nombreux bienfaits que les crevettes apportent (voir paragraphe ci-dessous).

Les intérêts des crevettes en général :

Les crevettes restent un aliment très important pour l'alimentation des esturgeons européens en pisciculture. En effet, toutes les espèces sont une grande source de protéine (Yannar et celik ; 2006), ce qui permet de former les acides aminés essentiels pour produire de l'énergie. Elles engendrent aussi la synthèse de certaines hormones, d'enzymes ainsi que d'anticorps (Mandal et al, 2013). Cet apport est donc très important pour éviter les mauvaises reproductions, une perte de poids ainsi que pour améliorer la croissance. Elles comportent aussi dans leur chair ainsi que dans leur carapace beaucoup de minéraux comme le fer et le calcium ((Yannar et celik 2006), Ravichandran (2009)) qui permettent une meilleure formation du squelette, une meilleure osmorégulation, croissance et reproduction (Lovell, 2009 ; Mandal 2013). Cependant une trop forte ou trop faible concentration de ces minéraux impacterait tous ces éléments (Saenz, 2021). Enfin, les nutriments compris dans cet aliment varient énormément selon les saisons de pêche, les conditions physico-chimiques dans les bassins ainsi que de la nourriture qu'elles consomment (Pisal Sriket 2007). Donc, cela reste un aliment à donner avec attention selon les périodes, car il peut apporter certaines carences en composé s'il n'est pas complété avec d'autres aliments.

Sardines :

Pour les femelles 3219751/ 3219842, un effet positif maximal des sardines sur la masse de l'esturgeon est observé avec un effet positif d'environ +2000 sur la masse lorsque les quantités se situent entre 25 et 30gr de sardines par jour. Puis au-dessus de 30gr de sardines par jour, cet effet devient très négatif sur la prise de masse (-5000) pour la femelle (3219751). Indiquant qu'une telle quantité engendre une diminution de la masse du poisson. La femelle 3220002 contient de trop fortes incertitudes pour être analysée, en conséquence, le graphique de la femelle 3220002 n'est pas exploitable.

L'alimentation à base de sardines (*Sardina pilchardus*) engendrerait plusieurs bienfaits sur la santé des individus qui la consomment. Car étant un poisson pélagique gras, la sardine contient une forte teneur en acide gras (Marin et al. 2010). Ces composés régulent aussi la production des hormones stéroïdiennes ainsi que l'ovulation (Marin et al. 2010). Ces acides gras polyinsaturés (PUFAs) participent activement à la maturation des gonades, et à la qualité des œufs. Donc en donner dans les concentrations bénéfiques pour la prise de masse favoriserait une meilleure qualité de la maturation ainsi qu'une meilleure croissance.

Krill pacifica :

L'effet de cet aliment sur la masse des femelles apparaît globalement neutre (proche de zéro), comme le montre la figure 5. Toutefois, un léger impact positif, atteignant un maximum d'environ +1000, est observé lorsque la ration quotidienne de krill se situe entre 55 et 80 g par poisson (graphe 5 de la figure 20). Par ailleurs, les faibles incertitudes associées aux graphiques renforcent la fiabilité des modèles et des courbes présentées.

Cet aliment est important surtout lors de la phase juvénile car il permet l'apport de la kératine au squelette des juvéniles et permet de rigidifier leur squelette (Williot et al., 2011). En donner à l'état adulte ne pourrait pas être négatif du fait de la torsion de certains individus à l'âge adulte. De plus, près de 50% du poids de *Euphausia pacifica* est composé de protéines (Raymont, 1971) qui en fortes concentrations chez les femelles poissons, permettraient de réduire la testostérone chez les femelles et donc dans des valeurs raisonnables d'améliorer leur fertilité (Mumford ; 2015).

Krill superba :

Les courbes ont de faibles incertitudes ce qui montre une bonne véracité du modèle. De plus l'impact de cet aliment ressemble beaucoup à celui de la graphie 5 de la figure 20. Un impact qui quelle que soit la quantité est proche du neutre (0) (graphie 6 de la figure 20). Un impact qui semble très légèrement positif sur la masse des individus entre 80gr et 100gr/krill/jour/poisson.

D'après les analyses, le krill superba a un impact qui est neutre voir très légèrement positif sur la masse (figure 6), mais il reste malgré tout important de donner cet aliment aux esturgeons car il a d'autres bienfaits. En effet l'impact sur une autre espèce migratrice telle que le saumon (*Salmo salar*) est significatif et crée une meilleure croissance des individus lors des 200 premiers jours de vie lorsque 20%-40% de leur alimentation est constituée de krill superba car il est riche en protéines. Cette alimentation entraîne par la même occasion une meilleure qualité de la chair et moins de graisse viscérale pour la suite de la vie de l'animal (Kaur et al. 2022). De plus, la présence de choline dans ce krill permettrait une limitation de l'accumulation des lipides dans le foie à hauteur de 15% de l'alimentation et donc une limitation de certains problèmes de foie (stéatose intestinale) (Kaur et al. 2022). Enfin, la chitine présente dans les carapaces du krill permettrait de jouer un rôle de prébiotique et limiterait certains pathogènes. Cependant la composition du krill va dépendre de la saison ainsi que de sa maturité sexuelle, ce qui peut expliquer les fortes variations en acide gras, vitamines et en minéraux qui sont des composés bénéfiques dans l'alimentation des poissons en aquaculture (Kim et al. 2014). Donc compléter ces variations avec d'autres composés comme que la crevette blanche qui contient aussi des composés similaires permettrait de limiter certaines carences (Kaur et al. 2022)

Les graphiques d'alimentation :

La figure 21 montre la consommation totale de chaque femelle esturgeon. Tous les aliments sont donc présents. En bleu, les femelles ayant seulement mûri et en rouge les femelles qui ont mûri et pondu. Le problème étant que certaines femelles sont plus grosses que d'autres, elles mangent donc plus afin de subvenir à leurs besoins. C'est pourquoi, la figure 22 a été mise en place. En effet, cette figure permet de montrer pour chaque femelle la quantité d'aliment totale qui a été consommée pour 1gramme de chair. Cela permet donc ainsi de pouvoir comparer de manière plus fiable les femelles entre elles sans se soucier des différences de poids qui faussent les données de comparaisons. Au travers de ces deux figures (21 et 22), peu de similarités ainsi que peu de liens peuvent être montrés entre la consommation des femelles qui ont pondu et les autres ce qui indique que l'alimentation a certes un rôle à jouer dans la maturation des œufs ainsi que dans l'ovulation, mais n'est pas le facteur majoritaire. En effet d'autres facteurs tels que la génétique, les conditions physico-chimiques, la population par bassin pourraient aussi directement impacter la ponte des femelles esturgeons.

Conclusion :

Aucun lien direct ne peut être démontré au travers de la figure 21 entre les aliments qui sont consommés et l'ovulation des œufs des femelles. Cela peut s'expliquer par le fait que de nombreux autres facteurs peuvent influencer cette ovulation comme la génétique ou les paramètres physico-chimiques des bassins. De plus les poissons très sensibles au stress, en pisciculture ont plus de mal à avoir des progénitures et une bonne qualité des gamètes car les nombreuses manipulations (biopsie, poids, taille, écographies...) génèrent beaucoup de stress et dégradent la reproduction artificielle des esturgeons européens (Schreck, 2001.). Donc oui l'alimentation a un rôle à jouer sur l'ovulation et la reproduction des femelles, mais cela n'est pas le seul facteur qui peut influencer la maturation des femelles. Cependant, donner entre 25-30gr /jour/poisson de sardines ainsi que 40/jour/poisson de *Penaeus*, ainsi que 38gr/poisson/jour de mix gambas pourrait être bénéfique pour les poissons pour une meilleure prise de masse ainsi qu'une meilleure maturation. En effet, ces aliments sont composés de fortes teneurs en acides gras polyinsaturés qui permettraient d'améliorer l'ovulation des femelles.

Mais l'alimentation a bien un rôle important à jouer dans la qualité du sperme ainsi que dans la qualité de l'ovulation car cette qualité joue sur plusieurs facteurs tels que les protéines, les lipides, les minéraux ainsi que les vitamines contenues dans les aliments (Pandey 2024)

D'après la publication de Heinimaa et al en 2004, qui étudie la relation entre la taille des femelles de saumon atlantique et la qualité des œufs, il y a bien une relation positive entre ces données. Ce qui signifie que plus la femelle est grosse et plus la qualité des œufs sera meilleure. De plus une autre corrélation positive est aussi démontrée entre la taille des œufs et celui de la femelle mature, même si d'autres facteurs influencent cette taille. (Kazakov 1981). Ces résultats ne peuvent être transposés de manière directe aux esturgeons européens car ce sont des poissons de familles différentes des saumons. Cependant, ces deux espèces sont des animaux anadromes amphihalins, donc on peut y supposer que ces résultats pourraient être similaires sur les esturgeons européens. Cela voudrait donc dire que dans le raisonnable, une femelle esturgeon de masse et taille assez importante aurait des œufs de plus grosse taille et de meilleure qualité. En effet cela pourrait expliquer les problèmes de qualité des œufs des esturgeons en pisciculture, car ils sont de moins grande taille et donc de moins grande masse que les individus qui sont retrouvés dans le milieu naturel. La qualité de leurs œufs pourrait donc aussi être altérée par ce facteur de masse des individus. Il faudrait donc essayer de faire prendre le plus de masse possible aux individus en pisciculture, en leur donnant les quantités maximales d'aliments trouvés dans les graphiques de GAM afin d'améliorer la qualité des œufs.

3.3. Les données sur les mâles

Tout comme les femelles, la nourriture chez les mâles esturgeons européens est assez mal connue. On ne sait pas s'ils se nourrissent des mêmes aliments et en même quantité que les femelles. De plus, on ne connaît pas non plus l'impact de cette nourriture sur leur prise de masse, leur santé ainsi que sur la qualité de leur semence. C'est pourquoi les études suivantes ont été mises en place. 6 mâles adultes esturgeons européens ont été étudiés afin de pouvoir envisager une réponse à ces questions dans le but d'améliorer la reproduction artificielle réalisée sur le site de la pisciculture de Saint Seurin sur l'Isle. Cependant, un des problèmes majeurs est que la qualité des semences des mâles varie selon les années et mêmes selon les différents prélèvements au cours d'une seule année. Comprendre donc ces mécanismes semble très complexe.

6 individus adultes ont pu être étudiés avec 3 qui ont eu une bonne qualité de semence (3220207/ 3261241/ 3423185) et 3 autres qui ont eu une mauvaise qualité de semence (3207482/ 3256562/ 3336363).

Les résultats se présentent sous plusieurs formes avec les 7 premières figures qui correspondent aux graphiques de GAM de chaque aliment ainsi que de chaque mâle. Ces graphiques sont issus d'un modèle non linéaire de GAM et permettent de montrer l'impact de la quantité d'un aliment sur la prise de masse de l'esturgeon. En axe des abscisses est montrée la quantité d'un aliment en g/jour/poisson et l'axe des ordonnées correspond à l'impact d'une telle quantité d'un aliment sur la prise de masse des individus. Les lignes en pointillées correspondent aux incertitudes et la ligne en continue à la moyenne.

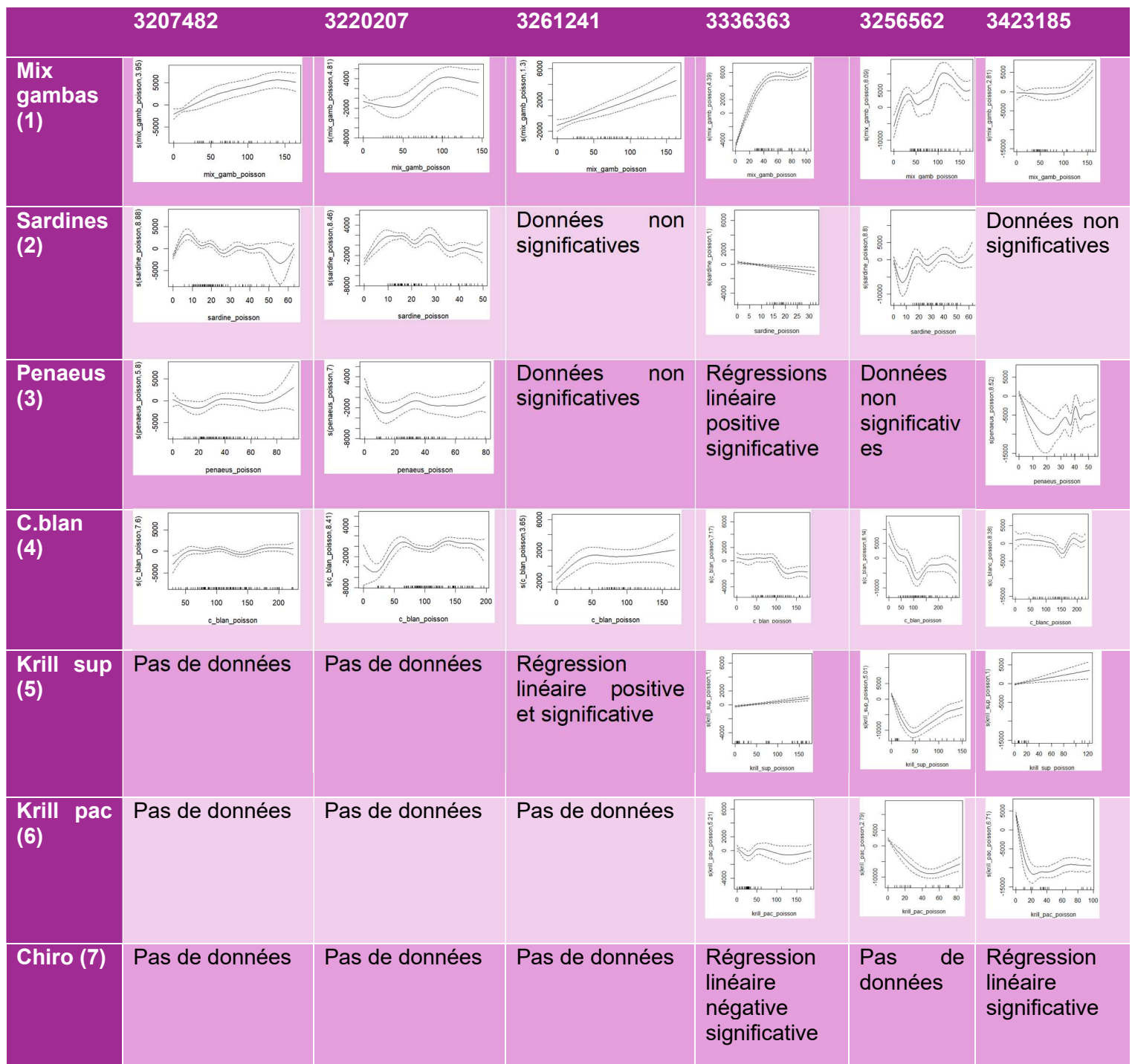


Figure 23 : Graphiques de Gram pour chaque aliment et selon les mâles

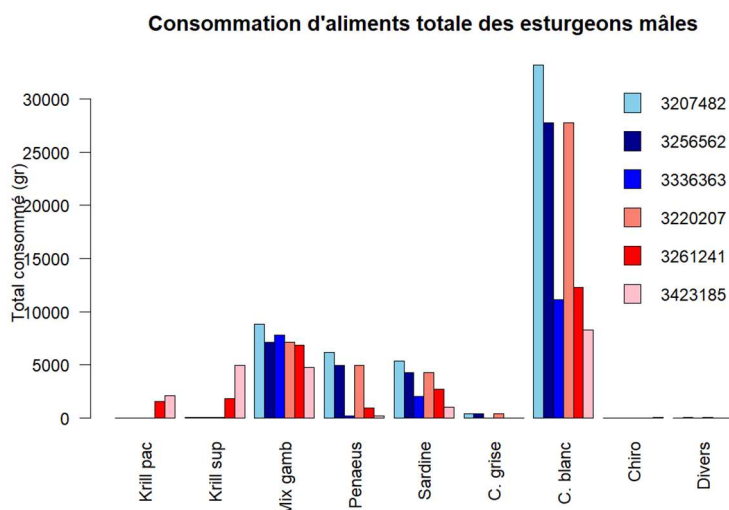


Figure 24 : Consommation totale (en gramme) d'aliment pour les 6 esturgeons mâles

Mix gambas : (50% Penaeus et 50% Pandalus)

Au vu de la graphe 1 de la figure 23, nous pouvons observer beaucoup de variations sur l'impact de mix gambas sur la masse des adultes. Selon les individus, les effets sont très variables. Cependant, certains motifs se répètent, comme en dessous de 50g/jour/poisson en entraînant un effet négatif sur la masse. Au-dessus, cela semble être une droite linéaire positive entre 50g et 100g. Puis, un plateau semble se distinguer à partir de 100g/jour/poisson, donc cet aliment à le plus d'impact positif sur la prise de masse à 100g/jour/poisson.

Certaines de ces crevettes étant données avec carapace auraient une forte teneur en acides gras polyinsaturés (PUFA's). Chez les mâles, ce composé permettrait une meilleure fluidité ainsi qu'une meilleure flexibilité de la membrane des spermatozoïdes (Gunalan et al. 2013). De plus, les PUFA's permettraient une régulation des hormones stéroïdiennes qui servent à de nombreux composés lors de la reproduction (Marin et al. 2010).

Sardines :

De fortes variabilités sont aussi observables sur l'impact de la quantité de sardine sur la prise de masse des esturgeons (graphe 3 de la figure 23). Peu de tendances sortent sur l'impact de cet aliment. Cependant une faible quantité de sardine (inférieur à 8gr/jour/poisson) entrainerait des effets négatifs sur la prise de masse des esturgeons mâles (figure 3). Une tendance peut aussi être sortie à 35gr/poisson/jour, car cela semble être la quantité nécessaire pour avoir l'impact positif le plus important sur la masse (figure 3).

La consommation de sardines en pisciculture n'est pas anodine, car étant un poisson gras pélagique, il apporte de nombreux bienfaits pour les esturgeons. En effet, il contient de fortes teneurs en acides gras (Marin et al. 2010) qui permettent la production d'hormones stéroïdiennes (Marin et al. 2010). La majorité de ces acides gras contenus dans leur chair serait des acides gras polyinsaturés (PUFAs) qui permettent d'améliorer la fluidité ainsi que la flexibilité de la membrane des spermatozoïdes lors de la reproduction. Donc, donner cet aliment à l'approche des périodes de reproduction pourrait permettre dans des quantités raisonnables d'améliorer la reproduction artificielle.

Penaeus :

Cet aliment semble avoir un impact relativement neutre sur la prise de masse des mâles esturgeons quelques soit la quantité donnée (graphe 3 de la figure 23). Cependant, un motif se répète, en dessous de 20gr/penaeus/jour/poisson, l'impact de cet aliment semble être négatif sur la prise de masse des mâles (graphe 3 de la figure 23).

Cet aliment a un impact négatif sur la prise de masse en dessous de 20gr/jour/poisson, donc donner au-dessus de cette quantité pourrait être bénéfique aux poissons. Mais étant donné qu'il n'y a pas de pic positif et qu'aux alentours de 30gr/jour/poisson, un plateau de l'effet positif sur la masse est atteint, donner au-dessus de 30gr n'aurait aucun bénéfice supplémentaire. Donc donner une quantité de 30gr de cet aliment par poisson me semble être le meilleur compromis pour améliorer sa prise de masse même si l'effet semble être très faible. Cependant, comme pour les femelles, il est important de garder cette alimentation car elle comporte de fortes teneurs en vitamines A et D (Ravichandran, 2009). Ces vitamines permettraient d'améliorer la reproduction de certains poissons en permettant la production d'hormones LH et FSH qui jouent un rôle dans la vitellogenèse ainsi que dans l'éclosion des œufs (Engdaw 2024). L'importance de cet aliment réside dans la chaire des crevettes car elle comporte beaucoup de minéraux (Na, K, Ca et Fer) (Ravichandran, 2009). Ces minéraux permettent aux poissons de rester en bonne santé notamment avec le Fer qui permet de contrôler les réactions d'oxydo-réduction ainsi que le transport d'oxygène (Lim et al ; 2001). Cependant, en utilisant des *Penaeus* décortiqués, on se prive d'une grande partie de ces nutriments car ils sont présents en plus grande partie dans les carapaces de ces crevettes (Ravichandran, 2009).

Crevettes Blanches :

La majorité des graphiques s'accordent pour montrer que cet aliment a un impact relativement neutre sur la prise de masse des mâles (graphe 4 de la figure 23). De plus, un effet négatif sur la masse est observé lorsque cet aliment est donné en faible quantité (inférieur à 50gr/jour/poisson). Une fois cette quantité passée, un plateau se forme autour des quantités 135gr avec une plage maximale de l'effet positif recensé entre 100 et 130gr selon les individus.

Cet aliment a un impact très modéré sur la prise de masse des esturgeons, existe-t-il vraiment un intérêt à le garder dans la consommation ? Actuellement, c'est l'aliment dont les adultes raffolent le plus, il est donc important de leur en donner afin qu'ils continuent de se nourrir. Cependant, peut être donner de moins grandes quantités serait bénéfique pour une meilleure prise de masse et en contrepartie ajouter un autre aliment, plus bénéfique à leur croissance. Mais cet aliment reste important pour l'appétence qu'il provoque sur les esturgeons.

Krill sup :

Plus cet aliment est donné en grande quantité et plus son impact sur la prise de masse des esturgeons mâles est important (graphe 5 de la figure 23). En effet pour les individus 3336363 et 3423185, l'impact de cet aliment peut même être montré par une régression linéaire positive.

Cela nous montre bien l'importance de cet aliment dans la croissance ainsi que dans la prise de masse des esturgeons mâles adultes. En effet, le krill *superba* est un composé riche en protéine qui une fois consommé entraîne une meilleure qualité de chaire ainsi que des tissus en permettant de limiter la graisse présente dans les viscères de l'animal (Kaur et al. 2022). Cet aliment est aussi un composé riche en choline, permettant de limiter la présence de lipides au niveau du foie et ainsi éviter certains problèmes tels que stéatose intestinale (Kaur et al. 2022). Si le krill est consommé avec sa carapace, un apport en chitine est aussi présent avec cet aliment et pourrait jouer un rôle de prébiotique et limiterait donc l'arrivée et la propagation de certains pathogènes dans la pisciculture. Cependant la composition du krill va dépendre de la saison ainsi que de sa maturité sexuelle, ce qui peut expliquer les fortes variations en acide gras, vitamines et en minéraux qui sont des composés bénéfiques dans l'alimentation des poissons en aquaculture (Kim et al. 2014). Donc compléter ces variations avec d'autres composés tels que la crevette blanche qui contient aussi des composés similaires permettrait de limiter certaines carences (Kaur et al. 2022).

Krill pacifica :

L'impact du krill pacifica sur la prise de masse des adultes mâles est assez similaire sur les données. En effet son impact semble négatif quel que soit la quantité ou alors semble neutre (3336363) (graphe 6 de la figure 23).

Peu d'études ont été réalisées sur la valeur nutritive du krill pacifica et le bénéfice de sa consommation. Cependant, il est noté dans l'article scientifique de Ishida en 2021 que le krill superba contient plus de TAG ainsi que de phospholipides. Ils s'incorporent plus facilement dans le sang ainsi que dans les organismes que ceux des poissons consommés. De plus, de grandes différences sont à noter entre les compositions des krills superba et pacifica avec notamment plus de phospholipides et de 8-HEPE dans le pacifica qui pourrait permettre de limiter certains problèmes osseux (Ishida ; 2021), donc qui pourrait peut-être limiter la torsion des individus.

Le graphique d'alimentation :

La figure 24 expose la consommation totale de chaque esturgeon mâle afin de montrer de potentielles différences entre ceux qui ont une bonne qualité de semence et d'autres qui ont une mauvaise qualité. Les mâles qui sont représentés par une couleur proche du rouge sont des individus ayant une semence de bonne qualité alors que les mâles qui sont représentés par du bleu ont une semence de mauvaise qualité. Nous pouvons observer que l'aliment le plus consommé chez chacun des mâles est la crevette blanche. Puis vient ensuite l'aliment Mix gambas, et enfin l'aliment Penaeus pour les mâles 3256562, 3207482 et 3220207 ou la Sardine pour les mâles 3336363 et 3261241.

Malheureusement, aucun schéma d'alimentation ne peut être tiré de cet histogramme au vu des données qui sont pour la plupart similaires. En effet, au travers de ce graphique, aucune conclusion n'est possible sur l'impact de l'alimentation sur la qualité de la semence des mâles adultes esturgeons. Par exemple, deux individus ayant eu le même rationnement ont des qualités de semence différentes. Cette conclusion permet de confirmer le rôle important qui peut être joué par la génétique qui est un facteur qui influence énormément la reproduction artificielle.

Conclusion :

Aucun lien ne peut être montré au travers de la figure 24 entre la consommation totale d'aliment et la qualité des semences. Cela peut s'expliquer par le nombre de facteurs importants qui jouent un rôle dans la reproduction artificielle comme la génétique, les paramètres physico-chimiques des bassins, le nombre de poisson par bassin.... De plus, les esturgeons étant des organismes très sensibles au stress, leur manipulation (biopsie, changement de bassin...) pourrait générer une dégradation de la reproduction artificielle. Schreck, 2001.). Donc oui l'alimentation a un rôle important à jouer dans la qualité de la semence, comme constater avec les différents aliments car les lipides, les minéraux ainsi que les vitamines jouent un rôle crucial dans la qualité du sperme et la mobilité des spermatozoïdes (Pandey 2024). Cependant, l'alimentation n'étant pas le seul facteur impliqué, cela reste difficile de quantifier son réel impact. De plus un des problèmes du calcul de cet impact, est que les mâles peuvent changer la qualité de leur semence entre chaque année et même entre plusieurs mois, ce qui rend plus difficile l'analyse des données et les conclusions possibles.

Cependant, un écart existe entre la masse des esturgeons dans le milieu naturel et celle des individus présents dans la pisciculture de Saint-Seurin sur l'Isle. Cela pourrait aussi impacter la qualité de leur semence. C'est pourquoi essayer de faire prendre des quantités optimales pourrait améliorer la prise de masse. Donc, donner 100gr/jour/poisson de Mix gambas masse ainsi que 35gr/jour/poisson de sardine pourrait améliorer à la fois la prise de masse des individus mais aussi amènerait un apport en acides gras polyinsaturés qui favoriserait une meilleure mobilité des spermatozoïdes, donc donner ces aliments à l'approche des périodes de maturation pourrait

être bénéfique. Les aliments permettant une meilleure prise de masse sont le mix gambas ainsi que la sardine.

3.4. Liens entre la consommation en nourriture et la température de l'eau

Des recherches entre la consommation de nourriture des esturgeons et la température de l'eau des bassins ont été réalisées afin de savoir si un potentiel lien pouvait exister entre ces deux variables pour aider la mise en place du nourrissage.

12 esturgeons ont été étudiés dans cette analyse, ce sont les 6 femelles analysées ci-dessus ainsi que les 6 mâles analysés précédemment. Leur alimentation a été analysée pour chaque journée de l'année la plus récente présente dans les données (Année 2024) afin d'obtenir l'alimentation la plus récente possible. Les courbes rouges représentent les mâles ainsi que les femelles ayant eu une mauvaise qualité de semence ou une mauvaise maturation alors que les courbes vertes sont des mâles et des femelles ayant une bonne maturation sexuelle ainsi qu'une bonne qualité de semence. Les différentes courbes ont été associées entre elles par ressemblance, amenant ainsi à la réalisation des 4 graphiques suivants (graphe 1 à 4 de la figure 25). Enfin sur la base de données connues, la courbe de variation de la température de l'eau des bassins a été réalisée afin de comparer les liens possibles (figure 26).

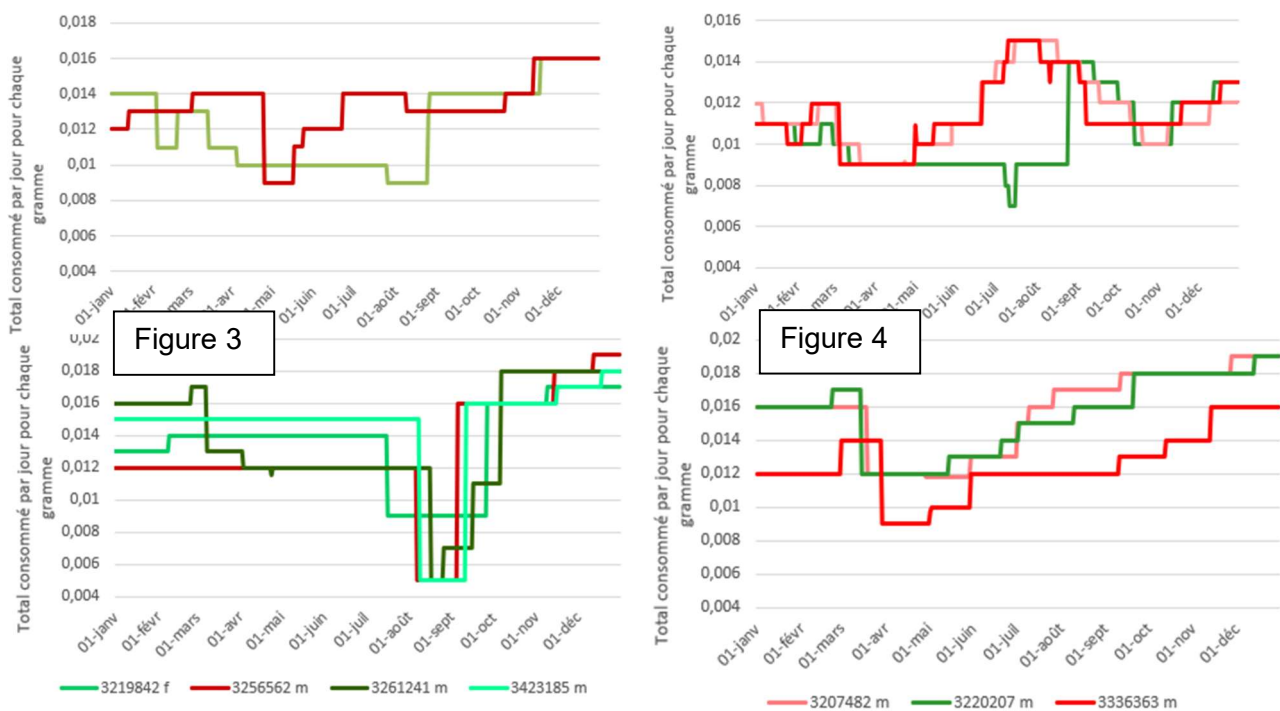


Figure 25 : Graphiques représentant l'alimentation de chaque gramme des esturgeons au cours de l'année 2024

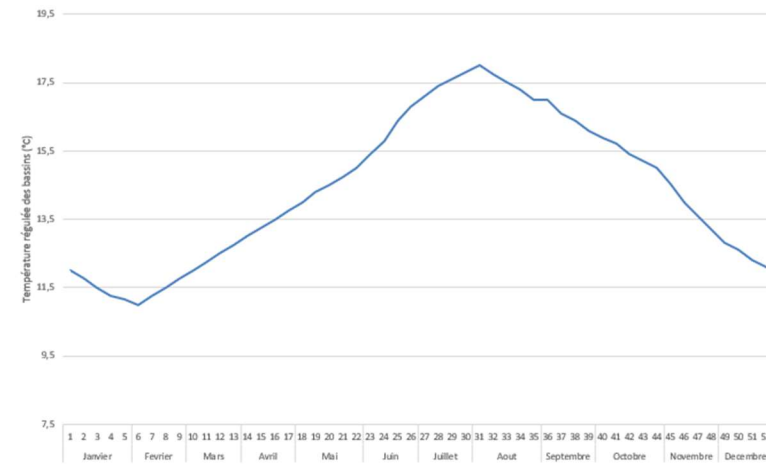


Figure 26 : Graphiques de la variation de température des bassins adultes d'esturgeons lors de l'année 2024

Aucun lien ne peut réellement être démontré entre la quantité de nourriture consommée et la température des bassins. Cela est notamment dû aux profils d'alimentation représentés dans les graphes 1 à 4 de la figure 25. 4 profils se sont démarqués sans pouvoir expliquer d'où ces différences proviennent. Aucun lien ne peut être non plus démontré entre le profil d'alimentation et la qualité de la maturation ou de la semence car dans chaque profil, des individus ont mûri et d'autres non. Cependant, le graphe 3 de la figure 25 regroupe le plus d'esturgeons mâles ainsi que femelles qui ont réussi à avoir une bonne reproduction artificielle, donc suivre potentiellement cette courbe d'alimentation pourrait peut-être entraîner de meilleurs résultats dans la reproduction. Cependant, d'autres tests d'alimentation doivent être réalisés afin d'arriver à ces conclusions pour avoir plus de données comparatives et ainsi une meilleure vision sur le long terme.

Enfin aucune des 4 graphes ne semble être en adéquation avec le rythme de température imposé aux bassins (figure 26), indiquant potentiellement aucun lien entre ces deux variables.

Les repeuplements ont lieu en plusieurs phases :

- Au mois de juin, après les reproductions, les plus grandes quantités de larves sont relâchées 7 et 8 jours après éclosion.

- Aux mois d'août et de septembre, les juvéniles de 90 jours élevés par un pisciculteur privé sont relâchés sur différents sites, et quelques individus conservés pour alimenter le stock captif (entre 25 et 30 individus de 90 jours).

- En juillet, les individus d'un an et plus présents sur le site, et destinés à être lâchés sont relâchés dans le milieu naturel.

Le plan d'alevinage est élaboré conjointement par INRAE et MIGADO, en fonction des croisements génétiques réalisés, du nombre de larves à lâcher ou à élever, et des débits des cours d'eau.

En 2025, il n'y a pas eu de reproduction, donc aucun lâcher n'a été réalisé.

Ces différents stades de lâchers, réalisés avec les mêmes protocoles depuis 2012, permettront d'évaluer l'efficacité des différents stades en termes de survie et de repeuplement. On estime que les mortalités sont plus importantes au stade 7 jours qu'à celui de 90 jours, ce qui est compensé par un nombre de lâchers beaucoup plus important. L'esturgeon étant un

migrateur, il se pose également, en plus de la survie des individus, la question de l'imprégnation du milieu pour les différents stades afin que les futurs géniteurs puissent revenir se reproduire sur les frayères du bassin dans une quinzaine d'années.

Les avancées des travaux de Irstea sur le volet génétique commencent à donner des premiers résultats qui permettront prochainement d'affiner les stades optimaux de lâchers et les lieux de lâchers. Ces résultats sont présentés dans le rapport d'activité de Irstea.

4.1. Les larves de 7 jours

Selon la bibliographie et les observations réalisées par Irstea, les larves commencent à se nourrir environ 9 jours après l'éclosion. Pour cela, le protocole précise que le transfert des larves chez le pisciculteur pour élevage ou relâcher en milieu naturel doit se faire à 7 ou 8 jours (J7 ou J8), avant le début de la prise alimentaire.

Les lâchers sont habituellement réalisés sur les sites de frayères potentielles d'esturgeons européens, identifiés dans le cadre d'études antérieures menées par Irstea et EPIDOR. Un état des lieux a débuté en 2018, s'est poursuivi en 2019 et finalisé en 2020, afin d'actualiser l'état des frayères potentielles grâce à la réalisation de transects sur les sites identifiés et l'échantillonnage du substrat. Des cartographies et descriptions des sites ont été ensuite réalisées sur la base de ces éléments. Les cartes actualisées ont été présentées dans le rapport Lauronce et al., 2021, Conservation du stock d'esturgeons européens, lâchers en milieu naturel et animation du PNA, actions 2020.

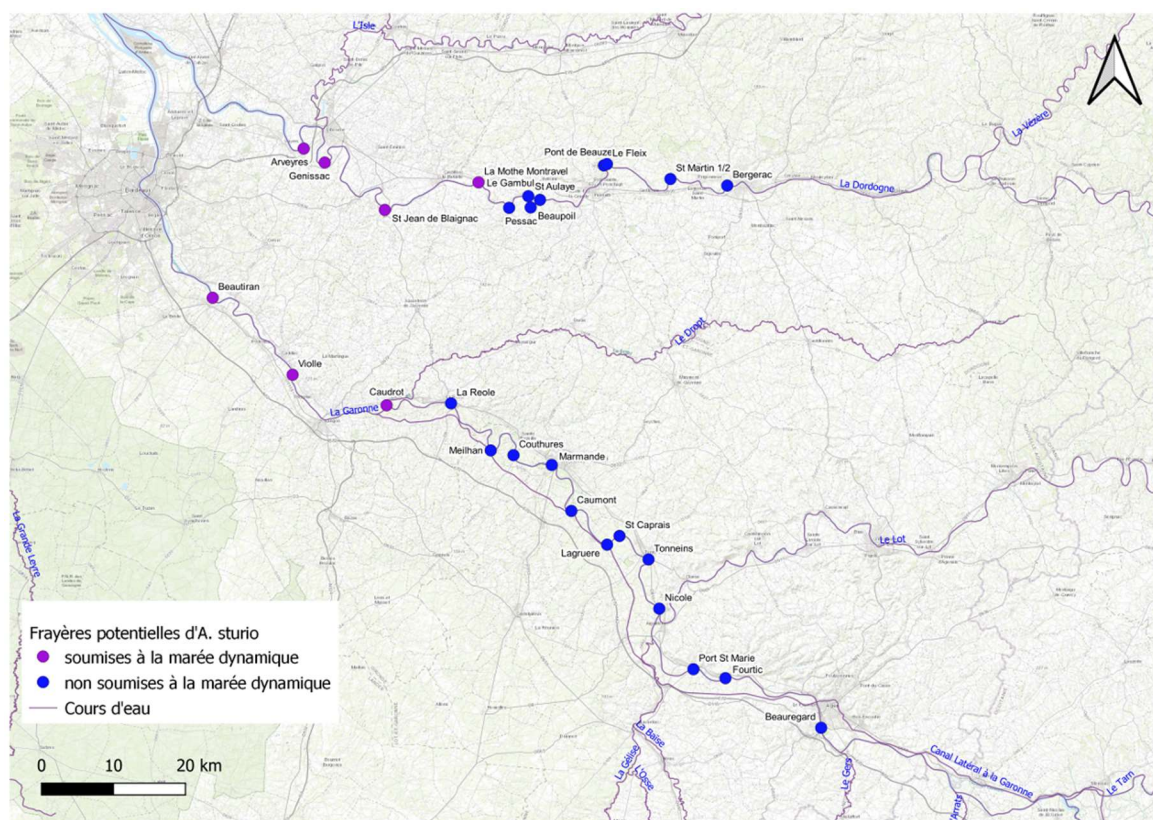


Figure 27 : Frayères potentielles d'esturgeons européens.

Aucun lâcher de larves n'a donc eu lieu cette année, par manque de succès des reproductions. Le nombre d'individus étant trop faible pour faire des lâchers au stade larves.



Figure 28 : Larves de 7 jours actives juste avant lâcher.

A partir du 5^e ou 6^e jour après l'éclosion, les larves deviennent nageantes et se regroupent dans une attitude de protection vis-à-vis des prédateurs potentiels. C'est le moment où elles sont prêtes à être lâchées et commenceront à s'alimenter dans les jours suivants (à partir du 9^e jour).

4.2. Les lâchers des juvéniles de 80-90 jours

Les stades juvéniles sont lâchés en septembre ou octobre en général, au bout de 80 à 90 jours d'élevage, vers 5g.



Figure 29 : Lâchers des juvéniles de 80 à 90 jours.

4.3. Les lâchers d'adultes de 18 ans

Dans le cadre du déslockage des individus de grande taille, et des collaboration avec les pêcheurs professionnels, l'Aquarium de La Rochlle à qui MIGADO avait mis à disposition 5 individus en 2013 ramené à St Seurin 4 individus de grande taille (cohorte 2007 et 2008). Ces individus trop grands pour l'aquarium on été marqués en acoustiques par INRAE et ont été transportés par un prestataire de MIGADO jusqu'à Royan pour pouvoir être lâchés depuis l'Estuarial en février 2025. Une autorisation de lâcher de ces individus de grande taille a été obtenue suite à des échanges avec le Ministère.

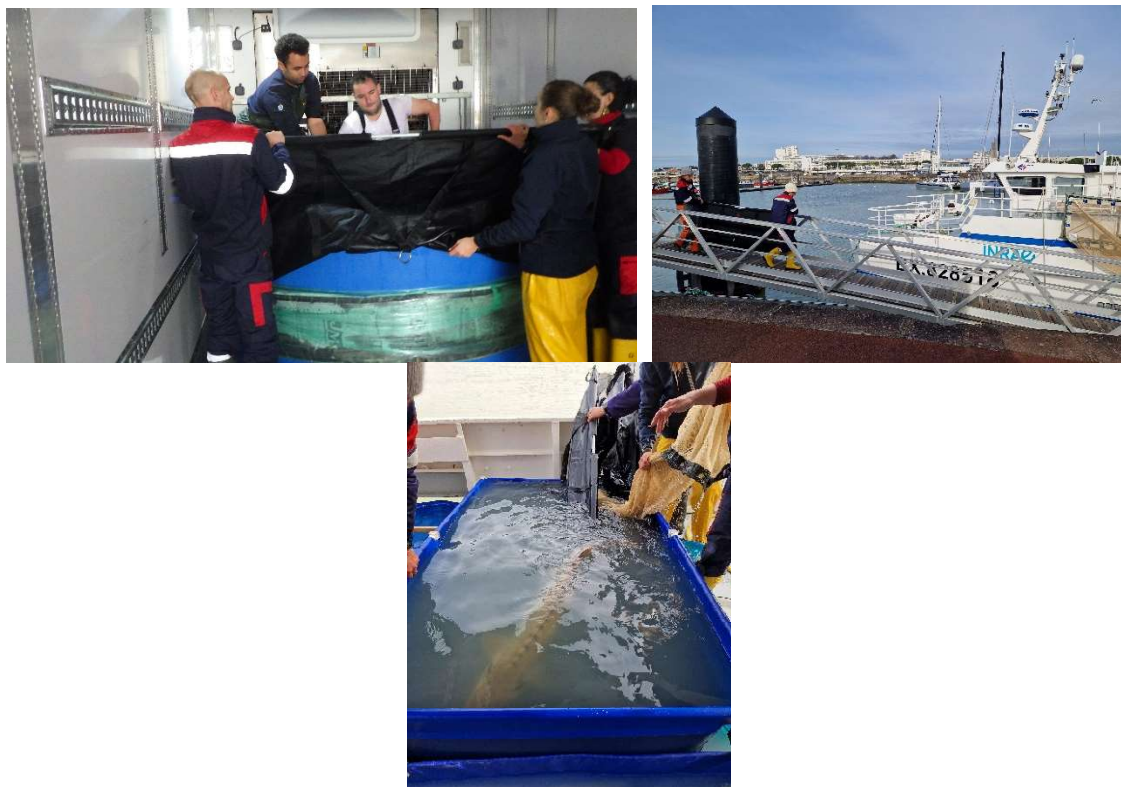


Figure 30 : Remise à l'eau des esturgeons mises à disposition de l'Aquarium de La Rochelle depuis 2013.

4.4. Les lâchers de juvéniles de 9 mois

Dans le cadre des programmes de recherche portés par INRAE, 120 poissons de la cohorte 2024 avaient été mis de côté afin d'être marqués en acoustique dans le cadre d'une étude du comportement des juvéniles et d'évaluation de l'impact de la prédation, grâce à l'utilisation de marques prédation. L'élevage des juvéniles sur le site de St Seurin a été géré par MIGADO jusqu'à 4 mois puis pris en charge par INRAE. MIGADO a réalisé les lâchers dans le cadre de l'autorisation de la^chers, et a participé aux suivis manuels sur la Garonne et la Dordogne, avec l'intervention de plusieurs hommes.jours afin de repérer les individus. Tout est réseau d'hydrophones fixes a été installé par INRAE afin de compléter les suivis manuels.

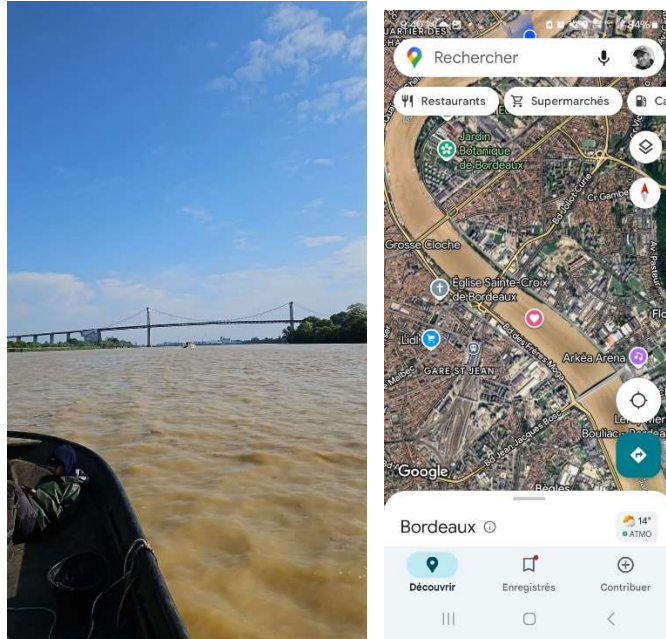
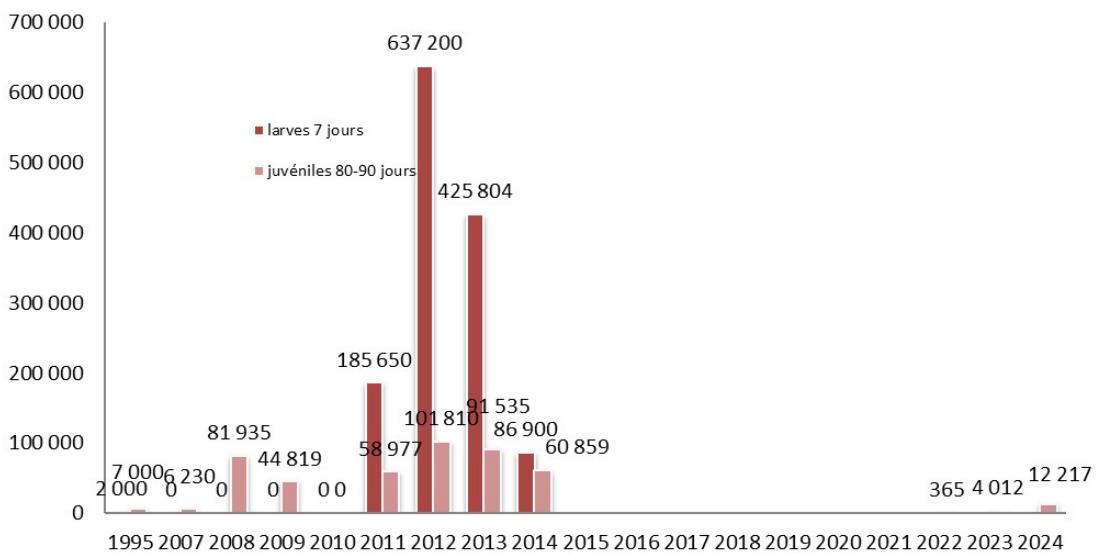


Figure 31 : Suivis manuels des juvéniles d'esturgeons européens marqués par acoustique.

4.5. Récapitulatif des lâchers depuis 1995

Le nombre d'individus lâchés depuis 1995 varie en fonction du succès des reproductions. Le nombre d'individus lâchés depuis 2012 correspond aux objectifs définis dans le cadre du PNA, qui préconise de lâcher entre 400 000 et 500 000 individus en moyenne par an pendant 6 ans pour pouvoir repeupler le bassin Garonne Dordogne.



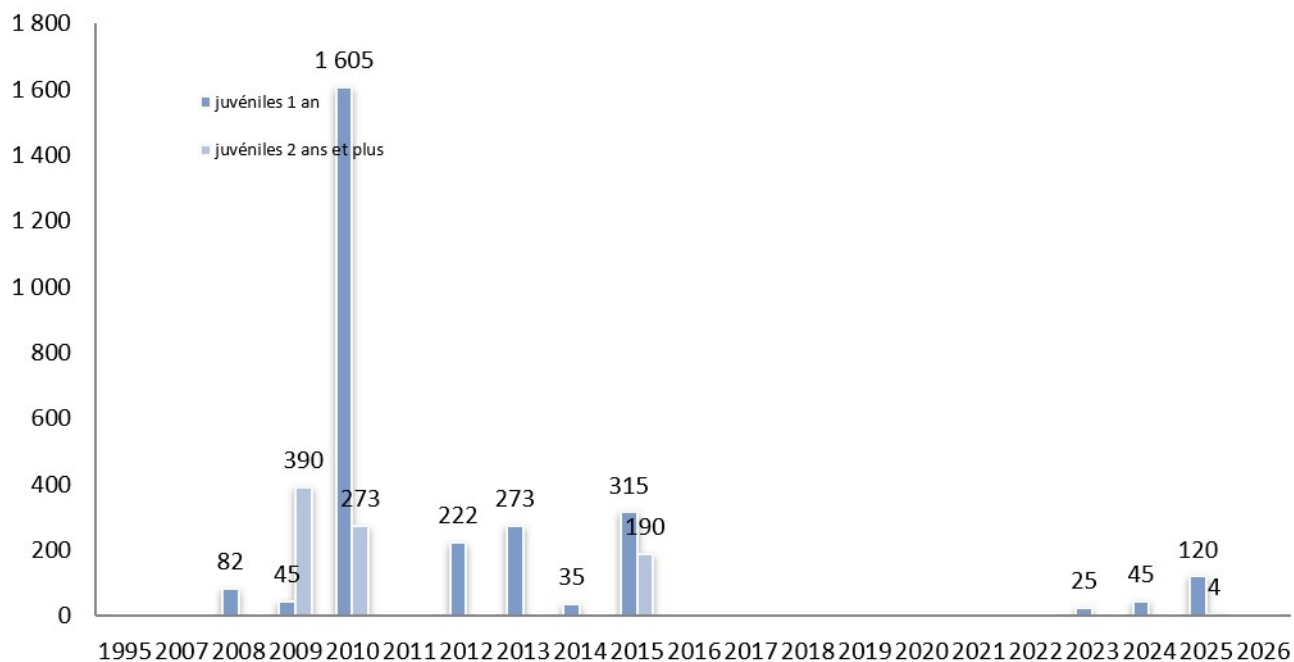


Figure 32 : Bilan des lâchers de Sturio depuis 1995

4.6. Prédation des esturgeons par les silures au moment des lâchers

En 2023, l'après-midi des lâchers, un pêcheur professionnel est allé pêcher des silures sur la zone de lâcher, et a récupéré 3 silures conservés dans un vivier pour la nuit. Ces silures ont régurgité 17 jeunes esturgeons européens.

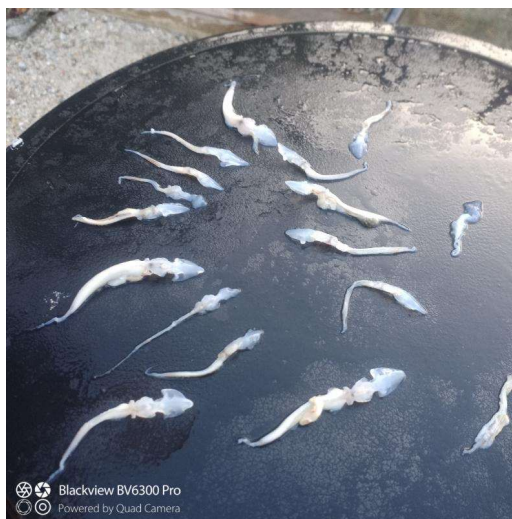


Figure 33 : Esturgeons régurgités suite à la capture de silures à Couthures sur Garonne (source : AADPPEDG)

Des réunions du groupe thématiques Prédation ont été organisées afin d'essayer de réfléchir à une adaptation des repeuplements pour les prochaines années qui permettront de

protéger les esturgeons d'une potentielle prédation. Les membres inclus dans ces premières réflexions sont : MIGADO, INRAE, AADPPEDG, DREAL Nouvelle Aquitaine afin de mettre en parallèle à la fois les lâchers d'esturgeons et les obligations du PNA, le comportement des jeunes individus après lâchers, et le comportement des silures dans le milieu .

Il a été envisagé de travailler sur les points suivants pour les prochaines années dans le cadre d'étude, de gestion des espèces, à la fois afin d'optimiser la survie des esturgeons au moment du lâcher et diminuer la prédation possible. Des réunions seront de nouveau organisées en 2025 sur ce point.

- ✓ Elevage enrichi des juvéniles (courant dans les auges d'élevage, éclairage plus fort)
- ✓ Lâchers séquentiels si le nombre des juvéniles à lâcher est important
- ✓ Extraction des silures sur 2 zones à J-2, J-1, J+1 et J+2 par rapport aux dates de lâchers (2 sites côté Garonne et 2 sites côté Dordogne), avec analyses des contenus stomacaux sur un site sur chaque axe
- ✓ Suivis acoustiques et/ou radio des juvéniles pour mieux comprendre le comportement des juvéniles
- ✓ Elevage dans des containers au bord de l'eau

Plusieurs points ont été mis en place dès 2024, avec un élevage légèrement enrichi, dans la mesure du possible et avec les contraintes d'élevage. L'élevage ne s'est plus fait dans l'obscurité totale, et un léger courant a été mis en place dans les auges d'élevage. Ce courant ne peut être trop élevé afin de ne pas perturber l'alimentation. De la même manière, une luminosité trop élevée perturbe l'alimentation des juvéniles.

Le nombre d'individu n'étant pas très élevé, les lâchers se sont fait en un seul lâcher, un lâcher par axe.

Des pêches d'extraction de silure, auxquelles le personnel MIGADO a participé ponctuellement ont été mis en place par les pêcheurs professionnels en lien avec CAPENA. Des silures ont été capturés avant et après le lâcher. Des prélèvements de contenus stomacaux ont été réalisés, ne mettant en évidence aucune prédation par les silures. Cet élément peut être dû à la digestion rapide, avant analyse du contenu stomacal des esturgeons par les silures, dans une eau avec une température assez élevée, ou par un phénomène de régurgitation du au stress de la capture qui expliquerait le fait que de nombreux contenus stomacaux étaient vides au moment de l'analyse. Les engins de pêche utilisés étaient des filets, des verveux et des cordeaux.

Des relevés de fécès ont cependant été réalisés et ont mis en évidence la présence d'ADN d'esturgeon européen dans les fécès sur la Garonne et Dordogne, mais le nombre d'échantillon est assez faible. Les analyses ont été réalisés par INRAE dans le cadre d'un stage de Master 2, et les résultats seront accessibles dans un rapport spécifiques. Cela confirme cependant la prédation des esturgeons au moment du lâcher.

En 2025, ce suivi a été renouvelé bien qu'aucun lâcher n'a été réalisé. L'objectif de ce suivi en 2025 était d'évaluer la réalisation d'une reproduction naturelle dans le milieu. Si des esturgeons sont repérés dans les fécès des silures, cela aurait été le signe d'une reproduction naturelle. Au vu des résultats de ces analyses (cf rapport INRAE), aucune reproduction naturelle n'a été observée, car des traces d'esturgeons ont été détecté dans les fécès d'un seul silure, certaine une prédation sur un individu lâché en mai lors des suivis télémétriques réalisés par INRAE sur le bassin Garonne Dordogne.

5. PROTOCOLE DE SUIVI DE LA REPRODUCTION NATURELLE

En 2024, première année du suivi complet de la reproduction naturelle, un rapport spécifique avait été réalisé «Lauronce et al, 2025.Suivi de la reproduction naturelle de l'esturgeon européen sur le bassin Garonne Dordogne ». En 2025, ce suivi s'est poursuivi grâce à une caméra sonar Oculus M1200d, un échosondeur. La mise en place de caméras de détection automatiques dans les arbres face aux frayères afin de repérer des esturgeons qui marsouinent au-dessus des frayères n'ont pu être installées cette année.

Sur la Garonne, les suivis ont été réalisés avec la participation d'un pêcheur professionnel qui permet de couvrir des zones plus grandes pour les prospections. Sur la Dordogne, les suivis ont été réalisés avec les bateaux MIGADO.

Un CDD saisonnier est venu soutenir l'équipe pour la mise en œuvre de ce suivi qui a lieu à la même période que la reproduction assistée.

Au total 660 heures ont été enregistrées puis visionnées. La forte luminosité sur l'eau rend difficile l'observation en direct sur l'écran de la caméra sonar. Différents réglages sont possibles sur l'oculus M1200d Multibeam sonar system. Il est possible de filmer avec la tête basse résolution (1.2 MHz) et la tête haute résolution (2 MHz). Pour ce type de suivis et l'identification nécessaire des esturgeons, les suivis doivent être réalisés avec la tête haute résolution (2 MHz). Malheureusement l'angle d'ouverture est moindre et n'est que de 20°, contre 130° avec la tête basse résolution. Cela ne permet pas de suivre les esturgeons repérés, qui sortent très vite de l'écran. Il est indispensable de coupler ce suivi avec un suivi à l'échosondeur. Il semble utile également de tester avec un Lifescop qui permettra de suivre plus facilement le poisson repéré. Des tests seront également réalisés avec un moteur électrique à l'avant afin de manier plus finement le bateau.

Les images sont enregistrées sur un disque dur externe pendant l'ensemble des prospections. De retour au bureau, les images sont entièrement visionnées et l'identification des espèces réalisées. Un bilan des principales observations avec les poissons les plus gros repérés est présenté sur le tableau 10.

Tableau 8 : Bilan des observations réalisées.

Date	Lieu	Rivière	Identifiant Oculus	Horodatage	Observations
22_05_2025	le fleix	Dordogne	Oculus_20250522_133747	13.41.25	poisson de 1m80
22_05_2025	le fleix	Dordogne	Oculus_20250522_142237	14.22.58	poisson de 1m80
22_05_2025	le fleix	Dordogne	Oculus_20250522_142823	14.31.11	plusieurs carpes de 70cm
22_05_2025	le fleix	Dordogne	Oculus_20250522_143317	14.34.56	poisson de 1m30
22_05_2025	le fleix	Dordogne	Oculus_20250522_142837	14.39.27	poisson de 1m20
22_05_2025	le fleix	Dordogne	Oculus_20250522_142837	14.40.02	poisson de 1m50
05_06_2025	eynesse	Dordogne	Oculus_20250605_112141	11.21.41	poisson de 50cm puis ombre de 80cm
05_06_2025	eynesse	Dordogne	Oculus_20250605_122655	12.30.22	forme longiligne de 1m (branche ?)
05_06_2025	eynesse	Dordogne	Oculus_20250605_122655	12.30.50	retour sur le même objet avec un banc de bremes
05_06_2025	eynesse	Dordogne	Oculus_20250605_124930	12.52.55	silure de 1m
05_06_2025	eynesse	Dordogne	Oculus_20250605_125509	12.56.07	silure de 1m80
06_06_2025	couthures	Garonne	Oculus_20250606_153319	15.35.18	3 poissons d'1m50 (peut être esturgeon et 2 silures)
06_06_2025	couthures	Garonne	Oculus_20250606_153319	15.37.05	de nouveau un poisson d'1m60 (identification difficile entre esturgeon
06_06_2025	couthures	Garonne	Oculus_20250606_153756	15.38.11	poisson de 1m50 (nage rapide)
06_06_2025	couthures	Garonne	Oculus_20250606_153756	15.39.38	poisson de 1m50 (silure)
06_06_2025	couthures	Garonne	Oculus_20250606_154227	15.46.17	poisson de 1m50
06_06_2025	couthures	Garonne	Oculus_20250606_155706	15.57.28	silure de 1m60
12_06_2025	meilhan	Garonne	Oculus_20250612_104738	10.49.25	poisson de 1m40
12_06_2025	meilhan	Garonne	Oculus_20250612_105225	10.52.42	poisson de 1m70
12_06_2025	meilhan	Garonne	Oculus_20250612_105225	10.53.47	silure de 1m50 et 80cm
12_06_2025	meilhan	Garonne	Oculus_20250612_105225	10.54.25	silure 1m80, 1m50 et 80cm
12_06_2025	meilhan	Garonne	Oculus_20250612_110633	11.06.56	ombre de 1m
12_06_2025	meilhan	Garonne	Oculus_20250612_111538	11.17.23	silure de 2m
12_06_2025	meilhan	Garonne	Oculus_20250612_113032	11.35.14	silure de 2m
12_06_2025	couthures	Garonne	Oculus_20250612_123242	12.34.40	poisson de 1m20
13_06_2025	le fleix	Dordogne	Oculus_20250613_113852	11.42.22	silure de 1m50
13_06_2025	le fleix	Dordogne	Oculus_20250613_115011	11.54.03	2 silures de 1m50
13_06_2025	le fleix	Dordogne	Oculus_20250613_115550	11.55.51	silure de 1m20
13_06_2025	le fleix	Dordogne	Oculus_20250613_120130	12.03.01	silure de 1m20
13_06_2025	le fleix	Dordogne	Oculus_20250613_120130	12.03.36	2 poissons de 80cm
13_06_2025	le fleix	Dordogne	Oculus_20250613_120709	12.07.31	silure de 1m20
13_06_2025	le fleix	Dordogne	Oculus_20250613_121249	12.15.49	silure de 1m
18_06_2025	pessac_sur_dordogne	Dordogne	Oculus_20250618_095028	09.55.13	5 silures (1m20, 1m, 80 cm, 1m, 1m40)
18_06_2025	pessac_sur_dordogne	Dordogne	Oculus_20250618_100148	10.02.04	3 silures (1m10, 80cm, 1m) et un esturgeon à 00:10
18_06_2025	pessac_sur_dordogne	Dordogne	Oculus_20250618_100148	10.02.31	silure 1m
18_06_2025	pessac_sur_dordogne	Dordogne	Oculus_20250618_101308	10.14.38	1 silure de 80 cm et 1m10
18_06_2025	lamothe_montravel	Dordogne	Oculus_20250618_114813	11.53.31	silure de 1m60
18_06_2025	lamothe_montravel	Dordogne	Oculus_20250618_122339	12.23.46	silure de 2m
18_06_2025	lamothe_montravel	Dordogne	Oculus_20250618_122339	12.25.04	2 silures (1m50 et 1m90)
18_06_2025	lamothe_montravel	Dordogne	Oculus_20250618_122339	12.29.16	2 silures (80 cm et 1m50)
18_06_2025	lamothe_montravel	Dordogne	Oculus_20250618_122919	12.29.19	6 silures de différentes tailles
18_06_2025	lamothe_montravel	Dordogne	Oculus_20250618_122919	12.32.59	1 silure de 1m20, puis 2 poissons de 1m50 immobiles sur le fond, 1
19_06_2025	meilhan	Garonne	Oculus_20250619_085408	08.56.38	2 poissons de 1m70
19_06_2025	meilhan	Garonne	Oculus_20250619_092048	09.24.18	poisson de 1m
19_06_2025	meilhan	Garonne	Oculus_20250619_092615	09.29.21	2 poissons de 1m20
19_06_2025	meilhan	Garonne	Oculus_20250619_093053	09.33.40	4 poissons de 1 m (amour blanc)
19_06_2025	meilhan	Garonne	Oculus_20250619_101755	10.20.54	poisson de 1m50
19_06_2025	couthures	Garonne	Oculus_20250619_114734	11.47.34	ombre de 1m
25_06_2025	lamothe_montravel	Dordogne	Oculus_20250625_093400	09.37.15	ombre de 1m
25_06_2025	lamothe_montravel	Dordogne	Oculus_20250625_093906	09.41.59	silure de 1m10
25_06_2025	lamothe_montravel	Dordogne	Oculus_20250625_093906	09.42.49	silure de 1m30
25_06_2025	lamothe_montravel	Dordogne	Oculus_20250625_095603	10.01.22	poisson de 1m40 sur le fond
25_06_2025	lamothe_montravel	Dordogne	Oculus_20250625_101146	10.14.54	silure de 1m50
25_06_2025	lamothe_montravel	Dordogne	Oculus_20250625_101146	10.15.36	silure de 1m30
25_06_2025	lamothe_montravel	Dordogne	Oculus_20250625_101146	10.17.11	3 ombres de silure
25_06_2025	lamothe_montravel	Dordogne	Oculus_20250625_101722	10.17.27	2 silures (1m et 1m40)
25_06_2025	lamothe_montravel	Dordogne	Oculus_20250625_101722	10.18.52	silure de 2m
25_06_2025	lamothe_montravel	Dordogne	Oculus_20250625_101722	10.20.28	poisson (brochet) de 1m
25_06_2025	lamothe_montravel	Dordogne	Oculus_20250625_114140	11.45.44	silure de 1m40

La différenciation entre de grands silures et des esturgeons est difficile, et es fait grâce à la nage et la forme de l'ombre portée. Le 18 juin 2025, un esturgeon a été identifié de manière certaine sur la frayère de Pessac sur Dordogne. L'esturgeon mesurait environ 1.60 m.

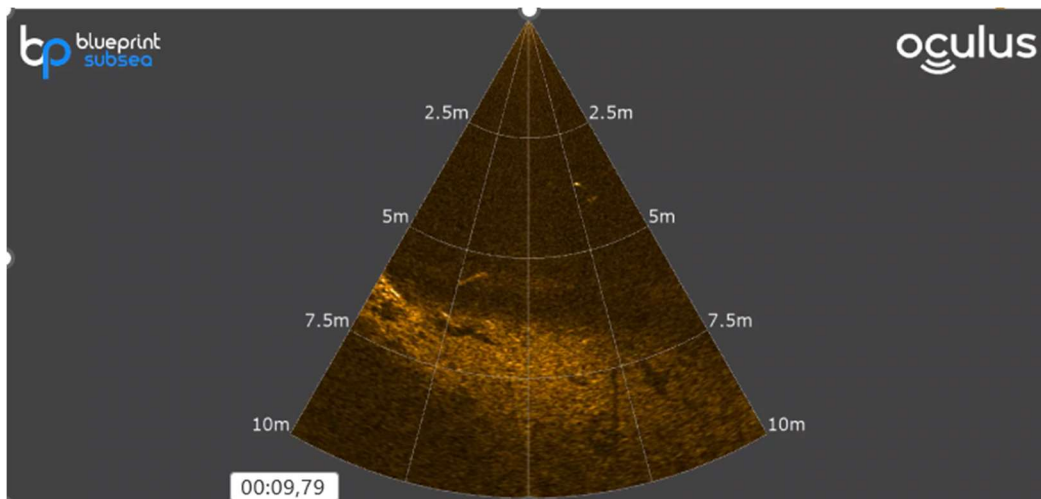


Figure 34 : Esturgeon repéré le 18 juin 2025 sur la frayère de Pessac sur Dordogne (ombre portée en bas à droite sur l'image)

Pour les prochaines années, une amélioration du protocole sera réalisée, en mettant en place les éléments présentés ci-dessus (test avec un Lifescape, avec un moteur électrique complémentaire). Il sera également important de s'organiser pour faire le suivi des frayères pendant la période de reproduction assistée. Un planning devra être organisé pour pouvoir prospecter le maximum de sites (24 frayères potentielles).

Une réunion est prévue début 2026 avec les experts du groupe national caméra sonar animé par l'OFB à Rennes pour échanger sur les différents suivis mis en œuvre en France avec différentes technologies de caméras sonar.

6. ANIMATION DU PLAN NATIONAL STURIO

Le Plan National d'Actions pour la sauvegarde de l'esturgeon européen 2020-2029 a reçu également l'approbation du CNPN le 22 janvier 2019, et la validation par le Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire le 24 septembre 2020.



Figure 35 : Page de couverture du Plan National d'actions en faveur de l'Esturgeon européen 2020-2029.

Le document complet du Plan National d'Actions en faveur de l'Esturgeon européen pour la période 2020-2029 est téléchargeable sur le site de MIGADO (www.migado.fr) et sur le site internet dédié au Sturio (www.sturio.fr).

6.1. L'élaboration d'une Infomail

Ce document, appelé Infomail, a pour objectif de décrire les dernières actualités survenues sur l'esturgeon, en regroupant les différentes actions mises en place dans le cadre du Plan National. Les principaux indicateurs que sont le nombre de larves et juvéniles relâchés les dernières années, les captures accidentelles d'esturgeons, le nombre d'esturgeons présents sur la pisciculture de St Seurin et les suivis par pêches expérimentales sont rappelés et actualisés dans chaque Infomail.

L'Infomail est ensuite envoyée via le site internet <http://www.sturio.fr> à un listing actualisé

au fur et à mesure des demandes (environ 150 personnes reçoivent actuellement cette parution). Elle a pour objectif d'apporter des informations et des actualités sur l'esturgeon européen.

Aucune infomail n'a été produite en 2025 pour des problèmes techniques. L'envoi et l'élaboration de l'infomail se fait via le site internet www.sturio.fr qui ne fonctionne plus. Tant que le site n'est pas remis en service, l'infomail ne peut être éditée. En attendant, un mail d'information et présentant les actualités a été envoyé aux différents partenaires du programme (membres du COPIL) en septembre 2025.

6.2. Site internet www.sturio.fr

MIGADO a repris depuis début 2014 la gestion du site internet www.sturio.fr, après une formation par le CNPMM, et le transfert de gestion du site.

Le site a été entièrement actualisé, et évolue au fur et à mesure de l'avancée des actions. Il est cependant devenu obsolète ayant été créé sur des logiciels qui ne sont plus adaptés. Il est prévu une refonte complète du site en 2025.



Figure 36 : Capture écran de la première page du site internet www.sturio.fr

6.3. Collaboration avec les pêcheurs professionnels et amateurs pour la reconnaissance d'esturgeons exotiques capturés dans le milieu naturel.

En 2020, des échappements ont eu lieu de deux piscicultures, de nombreuses captures accidentelles d'esturgeons exotiques ont eu lieu en 2020, sur le bassin de la Garonne et d'Arcachon, avec 129 déclarations de captures de *Acipenser gueldenstaedtii* et *Acipenser baeri*. En 2021, 24 *A. gueldenstaedtii* et *A. baeri* ont été capturés accidentellement et déclarés, dont 4 sur le Canal de Souston dans les Landes, les autres étaient localisés dans le bassin d'Arcachon ou sur la Garonne et Estuaire. A titre de comparaison en 2021, 51 captures de *A. sturio* ont été déclarées.

Ces espèces sont interdites de présence dans le milieu naturel, en eaux douces françaises, pouvant entraîner des risques sanitaires, de compétition alimentaire ou d'hybridation avec le *A. sturio*. Lors d'une capture accidentelle, il est donc interdit de les remettre à l'eau. Cependant la différence entre les différentes espèces d'esturgeons n'est pas simple.

Afin de protéger le *A. sturio*, il a donc été décidé de mettre en place un système d'identification rapide de l'espèce. Les pêcheurs qui capturent un individu envoient une photographie à Lise Mas, enquêtrice halieutique pour CAPENA, travaillant avec l'AADPPEDG et le CRPME. Lise Mas envoie alors cette photo à Vanessa Lauronce (MIGADO) afin d'avoir une confirmation sur l'espèce. Ce n'est qu'après une validation de MIGADO, puis un transfert de l'information aux pêcheurs par CAPENA, que l'esturgeon peut être sorti de l'eau si c'est une espèce exotique. Afin de ne pas mettre en danger *A. sturio*, il a été décidé, que si le pêcheur n'a pas un retour dans les 10min. après l'envoi de sa photo, il remet le poisson à l'eau.

Cette procédure a été mise en place depuis 2020, et fonctionne assez bien. L'ensemble des interlocuteurs sont réactifs.

6.4. Mise à disposition d'esturgeons dans les aquariums

Quatre esturgeons ont été mis à disposition de l'aquarium de la Rochelle en 2013 dans un objectif de communication. Une visite a eu lieu à l'aquarium en mai 2019, afin d'échanger avec le responsable. Les individus sont en bonne santé, et tout un programme de communication est mis en place autour de l'espèce. Cependant, les individus deviennent trop grands pour l'aquarium.

En 2023, MIGADO est allé sur site faire des échographies afin de savoir s'il s'agit de mâles ou femelles (quand ils avaient été transférés, ils n'avaient pas encore fait le déterminisme sexuel), et doit décider, avec les membres du groupe conservation, du devenir de ces poissons. D'autres poissons de plus petites tailles pourront être transférés, lorsque de nouvelles reproductions assistées auront lieu. S'il y a des femelles matures, la question se posera de savoir si elles sont ramenées sur le site de St Seurin pour participer à la reproduction.

La visite a eu lieu en avril 2023, et a priori les individus seraient 3 femelles et 2 mâle. Aucun individu n'est mature, mais les individus sont de grande taille.

MIGADO a récupéré en juillet 2024, 4 esturgeons (un a été conservé au sein de l'aquarium),. Ils ont été lâchés en février 2025 depuis l'Estuarial en aval de l'Estuaire de la Gironde. 3 individus plus jeunes de la cohorte 2022 ont été transférés à l'aquarium pour l'exposition au public. En décembre 2024, ces individus de 2022 ont été échangés avec des individus de la cohorte 2023.

Il est prévu de travailler avec le directeur de l'Aquarium de La Rochelle pour échanger sur le volet communication en lien avec le PNA .

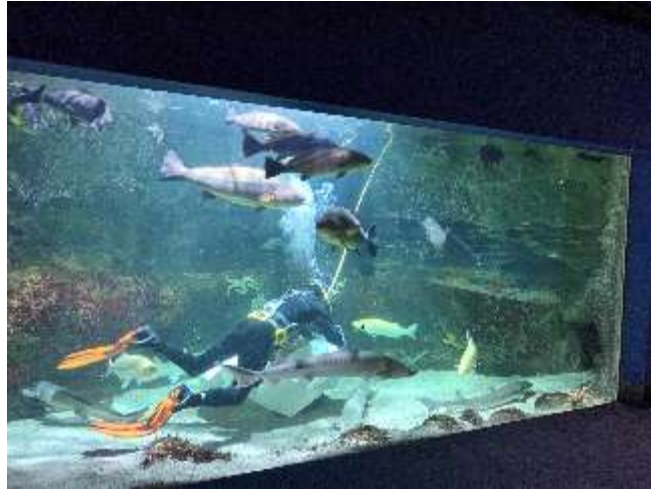


Figure 37 : Esturgeons présents à l'aquarium de La Rochelle.

Des contacts avec les autres aquariums de la façade atlantique qui étaient intéressés pour avoir des esturgeons européens (Nausicaa, Océanopolis) auront lieu en 2026 également, les échanges prévus n'ayant pu se poursuivre en 2020.

6.5. Réunion du groupe financeurs des actions Sturio « bilan des actions 2025 et programmation des actions 2026 »

Le 14 janvier 2026, la réunion initialement programmée mi décembre 2025, ayant du être décalée au dernier moment, s'est tenu réunissant les partenaires techniques et les financeurs du programme. Cette réunion a permis de faire le bilan des actions 2025 et présenter les perspectives 2026..

Le relevé de discussion de cette réunion est joint en annexe de ce rapport (annexe 2). La présentations de Migado, et le bilan financier du programme sont également joints à ce rapport. Les présentations de INRAE et CNPMM faites lors de cette réunion ont été transmises aux participants à cette réunion et ne sont pas jointes en annexe de ce rapport.

6.6. Mise à disposition d'esturgeons européens aux porteurs de projet LifeMigratoEbre en Espagne.

Une convention d'intention entre le Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire de la République Française et le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, de l'Alimentation et de l'Environnement du Royaume d'Espagne pour la conservation et la réintroduction de l'esturgeon européen a été signée en mai 2018. Elle encadre les échanges scientifiques et techniques entre la France et l'Espagne.

Un accord a été trouvé avec les partenaires porteurs du projet Life MigratoEbre qui en ont fait la demande (avec un objectif de communication et sensibilisation du grand public et du monde de la pêche) d'accueillir 4 esturgeons européens dans le centre IRTA à San Carles de la Rapita (Catalogne).

Quatre mâles ont été sélectionnés par MIGADO : des individus nés en 2007 mesurant entre 1 m et 1.20 m et pesant environ 10 kg. Du sperme a déjà été prélevé sur ces individus et stocké dans la banque de sperme congelé. Le transfert des individus a eu lieu le 5 mars 2019. En 2025, IRTA ne souhaitant plus accueillir ces individus, un travail a été réalisé en collaboration avec l'Aquarium de Barcelone et les poissons ont été transférés dans cet aquarium. Des échanges par visioconférence ont eu lieu entre MIGADO et les membres de l'Aquarium afin de définir les conditions d'accueil des poissons. Une convention de mise à disposition des poissons a été élaborée.

En parallèle, une convention a été passée dans la cadre du Life MigratoEbre et 50 poissons ont été transférés en décembre 2023, suite à une demande CITES. L'objectif est d'évaluer la capacité de dévalaison des esturgeons dans le Delta de l'Ebre. Ces poissons ont 18 mois et sont issus de la cohorte 2022. Un nouveau transfert de 50 individus a eu lieu en novembre 24 issus des reproductions 2023.

46 individus de la cohorte 2024 ont été conservés et ont été transférés en novembre 2025 pour des lâchers en milieu naturel sur l'Ebre. Les individus, préalablement marqués avec des marques acoustiques ont été lâchés en décembre dans l'Ebre.

Le projet scientifique a été validé par les partenaires scientifiques du Life et des hydrophone ont été installés au niveau du Delta. Le marquage a été réalisé par l'équipe de l'IRTA.



Figure 38 : Positionnement des hydrophones au niveau du Delta de l'Ebre

Les résultats seront transmis par les partenaires espagnols.

6.7. Convention de partenariat technique et financier entre MIGADO et Ark Nature.

Une convention a été signée le 9 octobre 2018 afin d'encadrer les conditions de partenariat technique et financier entre MIGADO et Ark Nature dans le cadre du plan national de conservation français pour la sauvegarde de l'esturgeon européen, et les relations internationales, et plus spécifiquement sur le programme *Rhine Sturgeon project*.

Il est convenu pour 5 ans (2019-2023) qu'un partenariat technique est mis en place avec une participation financière de Ark Nature au maintien du stock captif français de St-Seurin sur l'Isle. Ark Nature versera 40 000 € annuels à MIGADO, somme qui sera réinvestie dans le programme Sturio, et en contrepartie, si des reproductions ont lieu, une partie des larves et/ou juvéniles seront transférés sur le Rhin pour des tests et suivis de validation de la capacité d'accueil du bassin versant pour l'esturgeon européen.

En 2019, les partenaires de Ark Nature (Bram Houben) et de Royal Dutch Angling Association (Niels Breve) se sont déplacés jusqu'à St Seurin et sont venus assister aux manipulations effectuées sur le 3^e lot de mâles pour le prélèvement de sperme. En 2020 à cause des restrictions de déplacement aux frontières dû à la crise COVID19, ils n'ont pu venir sur site. Des contacts permanents ont lieu par mail, afin qu'ils suivent les avancées des actions sur le site et l'état des poissons. Une visite a été organisée en 2022. De nombreux échanges et réunions en visioconférence ont eu lieu tout au long de l'année, ainsi qu'après la période de reproduction, une session de débriefing post-reproduction a eu lieu en visioconférence avec Bram Houben et Niels Breve.

Le programme Hollandais de réintroduction de l'esturgeon européen suit son cours. L'expertise des habitats a été réalisée et transmise aux partenaires français, qui doivent apporter une expertise et un avis sur la capacité d'accueil du Rhin pour l'esturgeon européen.

Des premiers lâchers avaient eu lieu en 2012 et 2015 afin d'évaluer les capacités d'échappement du Delta du Rhin par des juvéniles en dévalaison. Les partenaires hollandais sont maintenant en train de travailler sur la caractérisation des zones de frayères potentielles, sur le même protocole que celui utilisé sur le bassin Garonne Dordogne. Un projet de plan national d'actions avec un objectif de restauration pour 2030 est également en cours de rédaction sur le Rhin. MIGADO fait partie des partenaires scientifiques et techniques consultés pour la relecture de ce projet de Plan national.

Un premier transfert après marquage d'individus a eu lieu en 2023. Les équipes de MIGADO ont marqués avec des marques acoustiques 74 individus de la cohorte 2022. Un premier transfert a eu lieu le 2 juin et un second le 11 août. Tout un réseau d'hydrophone a été placé sur le Delta du Rhin afin d'observer les déplacements des individus.

En 2024, les techniciens MIGADO ont marqués 120 esturgeons européens en marque acoustique avant transfert et 130 individus supplémentaires ont été transférés sans marquage acoustique.



Figure 39: Positionnement des hydrophones au niveau du Delta de l'Ebre..

L'objectif est d'évaluer la capacité de dévalaison à travers le Delta du Rhin. Ce projet se fera sur 3 ans. En 2025, 140 esturgeons ont été transférés aux collègues néerlandais, 90 esturgeons ont été marqués et lâchés dans le milieu naturel pour évaluer la capacité de dévalaison et sortie du Delta du Rhin, et 50 ont été conservés au Zoo de Rotterdam pour commencer à développer un stock captif.

Une convention doit être établie en 2026 afin d'organiser les transferts, la convention actuelle arrivant à échéance. De plus les partenaires néerlandais ont émis le souhait de récupérer des individus en grandes quantités pour construire un stock captif au zoo de Rotterdam.

6.8. Partenariat France Allemagne dans le cadre du programme national de sauvegarde de l'esturgeon européen dans l'Elbe.

L'IGB possède un stock captif issu des reproductions assistées réalisées à St Seurin sur l'Isle, avec des transferts d'individus de chaque cohorte lorsque les reproductions le permettent. En 2025, 200 individus de la cohorte 2024 ont été transférés afin d'alimenter le stock captif à Berlin, et réaliser des reproductions. Ces individus ont été transférés en janvier 2025.

Un accord entre le Ministère Français et Allemand existent dans le cadre du PNA 2011-2015 et doit être renouvelé. Des discussions doivent être développées pour la rédaction de ce nouvel accord.

Une réunion est également prévue afin de travailler sur les indicateurs de la reproduction des individus présents dans le stock captif allemand.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Le stock d'esturgeons européens captifs est constitué d'esturgeons sauvages récupérés dans le milieu naturel (5 individus) et d'esturgeons issus des reproductions assistées qui ont eu lieu entre 2007 et 2014. Actuellement, sur le site de St Seurin, plus de 400 esturgeons de différents stades sont présents, certains en attente de transfert dans d'autres pays européens.

Depuis 2017, les premiers mâles issus des reproductions assistées commencent à maturer et ont donné du sperme qui a pu être prélevé, ce qui permet d'alimenter la banque de sperme congelé. Le transfert de la reproduction à MIGADO est effectif depuis 2018, et MIGADO a donc la responsabilité de l'ensemble du cycle de l'esturgeon européen, de l'élevage et conservation du stock, de la reproduction, élevage des juvéniles et lâchers en milieu naturel.

Les conditions d'élevage du stock d'esturgeons captifs s'améliorent au cours des années, en fonction des connaissances acquises sur les taux de croissance, le taux de déterminisme sexuel et le taux de maturation. Il a également été mis en évidence que le déterminisme sexuel s'améliore quand on transfère les individus en eau saumâtre, et qu'ils commencent à s'alimenter avec

En 2025, aucune reproduction assistée n'a été réalisée., une seule femelle ayant été sélectionnée.

Un protocole de suivi de la reproduction naturelle a été mis en place avec une caméra sonar et des caméras de déclenchement automatique un individu de grande taille a pu être repéré grâce à ce suivi par caméra sonar.

Le nouveau Plan National d'Actions pour l'esturgeon européen a été validé par le Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire en septembre 2020. Le document a été mis en forme et édité en 2020. La mise en place des actions a démarré.

Les outils de communication du PNA, ainsi que le site internet dédié à l'esturgeon européen ont été actualisés. Les échanges européens avec les partenaires espagnols, catalans, hollandais et allemands se sont renforcés avec l'organisation de plusieurs réunions, la concrétisation des collaborations via des conventions de partenariats entre les Ministères français et étrangers, et des échanges techniques. L'impulsion donnée aux échanges internationaux devrait se poursuivre et se renforcer dans les prochaines années. De nombreux échanges ont eu lieu avec les partenaires hollandais.

BIBLIOGRAPHIE



- Bhujel R. C., Petit D. C., Hossain A. (2007). Performances reproductives et croissance de la couvée pré-sunté et normale du tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*) à des taux variables d'alimentation. *Aquaculture* 273, 71-79. doi: 10.1016/j.aquaculture.2007.09.022
- Brosse, L., Rochard, É., Dumont, P., & Lepage, M. (2000). Premiers résultats sur l'alimentation de l'esturgeon européen, *Acipenser sturio*, dans l'estuaire de la Gironde. Comparaison avec la faune benthique. *Cybium*.
- Castelnaud, G., Rochard, E., Jateeau, P., Lepage, M. (1991). Données actuelles sur la biologie d'*Acipenser sturio* dans l'estuaire de la Gironde. In : Williot P (ed) *Acipenser*. Cemagref, Antony, pp251-275.
- Charlon, N., Williot, P. (1978). Elevage d'esturgeons de repeuplement et de consommation en URSS. *Bul Centr Etud Rech Scient Biarritz* 12(1) : 7-156.
- Gunalan, B., Tabitha, S. N., Soundarapandian, P., & Anand, T. (2013). Nutritive value of cultured white leg shrimp *Litopenaeus vannamei*. *International Journal of Fisheries and Aquaculture*.
- Heinimaa, S., & Heinimaa, P. (2004). Effect of the female size on egg quality and fecundity of the wild Atlantic salmon in the sub-arctic River Teno. *Boreal Environment Research*, 9, 55–62.
- Ishida, N., Yamada, H., & Hirose, M. (2021). *Euphausia pacifica* (North Pacific Krill): Review of Chemical Features and Potential Benefits of 8-HEPE against Metabolic Syndrome, Dyslipidemia, NAFLD, and Atherosclerosis. *Nutrients*, 13(11), 3765. <https://doi.org/10.3390/nu13113765>
- Kaur, K., Kortner, T. M., Benitez-Santana, T., & Burri, L. (2022). Effects of Antarctic Krill Products on Feed Intake, Growth Performance, Fillet Quality, and Health in Salmonids. *Mansour Torfi Mozanzadeh*.
- Kazakov R.V. 1981. The effect of the size of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., eggs on embryos and alevins. *J. Fish Biol.* 19: 353–360.
- Kim, M.-A., Jung, H.-R., Lee, Y.-B., Chun, B.-S., & Kim, S.-B. (2014). Monthly variations in the nutritional composition of Antarctic krill *Euphausia superba*. *Fisheries and Aquatic Sciences*.
- Kirschbaum, F., & Gessner, J. (2000). Re-establishment programme for *Acipenser sturio* L., 1758: The German approach. *Journal of Applied Ichthyology*, 16(4), 149-156.
- Lovell T. (2009). *Nutrition et alimentation des poissons* (New York : Auburn University, Chapman et Hall), 267.
- Mandal S. C., Armaan U., Muzaddadi A. U., Das P. (2013). Gestion des gros navires de la grande carpe noire indienne en fonction de sa nutrition. *Adv. Res de poisson*. 6, 65-87.
- Marin, M., Polak, T., Gašperlin, L., & Žlender, B. (2010). Variations in the fatty acid composition and nutritional value of Adriatic sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) through the fishing season. *Acta argiculturae*. 48(4), 489-496.
- Mumford, S. L., Alohal, A., & Wactawski-Wende, J. (2015). Dietary protein intake and reproductive hormones and ovulation: the BioCycle Study. *Fertility and Sterility*, 104(), e2. <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2015.07.005>
- Pandey, A. (2024). Role of broodstock nutrition and its impacts on fish reproductive output: An overview. *Agricultural Reviews*, 45(4), 699–704. <https://doi.org/10.18805/ag.R-2464>
- Raymont, J. E. G., Srinivasagam, R. T., & Raymont, J. K. B. (1971). The Biochemical Composition of *Euphausia Superba*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 51(3), 581–588. doi:10.1017/S0025315400014971
- Sáenz, J. A. (2021, 12 août). Nutritional needs of broodstock tilapia: What should we consider? *Veterinaria Digital*. Récupéré de <https://www.veterinariadigital.com/en/articulos/nutritional-needs-of-broodstock-tilapia-what-should-we-consider/>
- Schreck, C. B., Contreras-Sánchez, W. M., & Fitzpatrick, M. S. (2001). Effects of stress on fish reproduction, gamete quality, and progeny. *Aquaculture*, 197(1–4), 3–24. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(01\)00580-4](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(01)00580-4)
- Williot, P. (1991). *Biologie et productions de l'esturgeon*. Edition CEMAGREF, Paris.
- Williot, P., Rochard, E., Castelnaud, G., Rouault, T., Brun, R., Lepage, M., Elie, P. (1997). Biological program characteristics of European Atlantic sturgeon, *Acipenser sturio*, as the basis for a restoration program in France. *Environ Biol Fishes* 48:359-370.

- Williot, P., Rouault, T., Pelard, M., Mercier, D., Lepage, M., Davail-Cuisset, B., Kirschbaum, F., Ludwig, A. (2007). Building a broodstock of the critically endangered sturgeon, *Acipenser sturio* L: problems associated with the adaptation of wild-caught fish to hatchery conditions. *Cybium*.
- Williot, P., Rochard, E., Desse-Berset, N., Kirschbaum, F., & Gessner, J. (Éds.). (2011). *Biology and Conservation of the European Sturgeon Acipenser sturio L. 1758: The Reunion of the European and Atlantic Sturgeons*. Springer-Verlag

ANNEXES



Plan National d'Actions en faveur de l'Esturgeon européen

	Relevé de Décision de la réunion financeurs Sturio pour la programmation des actions 2025 – perspectives 2026 Date de la réunion : 14/01/2026	 PRÉFET DE LA RÉGION NOUVELLE-AQUITAINE <i>Liberté Égalité Fraternité</i>
-----------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Nom du rédacteur : Vanessa LAURONCE Lieu : Visioconférence

Objet : Réunion bilan des actions techniques 2025 – perspectives 2026

Participants

Vanessa LAURONCE (Ass. MIGADO)
Eric ROCHARD, (INRAE)
Marie-Laure ACOLAS (INRAE)
Henrique CABRAL (INRAE)
Dominique TESSEYRE et Hélène TRUCHON (Agence de l'Eau Adour Garonne)
Valentin LONNI (CNPMMEM)
Lise MAS (CAPENA)
Gilles ADAM (Dreal Nouvelle Aquitaine)

Excusés :

Bénédicte VALADOU (OFB)
Philippe JATTEAU (INRAE)
Emilie RAPPET (AADPPEDG)
Eric LAVIE (Région Nouvelle Aquitaine)
Alice DECHRISTE (Département Gironde)

Relevé de décision

Cette réunion annuelle regroupe les partenaires maîtres d'ouvrages d'actions du PNA et les financeurs afin de présenter le bilan des actions techniques de l'année passée, les perspectives de l'année suivante et les plans de financement.

Présentation des actions portées par MIGADO

Cf. présentation jointe en annexe

Lise demande à ce qu'elle soit avertie quand les grands poissons seront lâchés afin qu'elle puisse avertir les pêcheurs.

En ce qui concerne les lâchers de grands poissons, Vanessa Lauronce va faire une liste des poissons à lâcher, et organisera une réunion en comité restreint pour caler le lâcher. Marie-Laure pourra éventuellement en marquer avec des marques acoustiques. Rediscuter de lâcher les poissons sauvages présents sur la station. Il avait été acté de les relâcher pour qu'ils finissent leurs derniers jours dans le milieu naturel. Mais ce point pourra être rediscuté en comité restreint.

Dominique Tesseyre et Gilles Adam demande si on sait pourquoi les femelles qui produisent des œufs ne réussissent pas à pondre. Est-ce dû à la physiologie ou à l'élevage ?

Vanessa Lauronce précise qu'il est difficile de savoir, soit les indicateurs permettant de déclencher les injections et qui avaient été définis pour les poissons sauvages ne sont pas adaptés aux poissons nés sur site et on a loupé la bonne période d'injection, soit les conditions d'élevage doivent être adaptées. Sur les conditions d'élevage, les travaux et analyse d'un stagiaire sur la relation entre l'alimentation et la maturation des poissons, les taux de croissance des juvéniles etc.. En 2025, les poissons ont été moins nourris et ont eu des taux de croissance plus faibles. Cela est dû à la surcharge des bassins. En 2026, l'alimentation va être modifiée et adaptée en fonction de ces résultats (type d'aliments, quantité d'aliments). A St Seurin, les poissons se nourrissent beaucoup de septembre à janvier, février puis moins d'alimentation de mars à juillet pour diriger la dépense énergétique vers le développement des gonades, plutôt que la digestion (vu avec le vétérinaire). Eric Rochard précise que bizarrement dans le milieu naturel les poissons grandissent beaucoup d'avril à octobre, et ne grossissent pas d'octobre à mars. Ces données sont issues de données sur les juvéniles dans l'Estuaire. La différence d'alimentation présentée pour St Seurin correspond aux géniteurs ou pré-géniteurs, et non aux juvéniles qui se nourrissent toute l'année de la même façon et grandissent toute l'année.

En ce qui concerne les poissons transférés à l'Aquarium de Barcelone, Marie-Laure souhaiterait avoir des informations sur la biopsie du poisson mort, et sur les échographies réalisées sur les autres poissons. Vanessa Lauronce demande à l'aquarium de Barcelone ces informations.

Peu d'informations sur le devenir des poissons transférés à Berlin sont disponibles. Les poissons sont essentiellement pour des lâchers à différents stades, et quelques-uns gardés sur le stock captif. La priorité des projets est donnée aux travaux sur l'oxyrynchus principalement. Il était prévu de mettre en place un stock captif sur un site plus en aval sur l'Elbe, projet en suspens pour le moment. Vanessa est en contact avec Joern Gessner au moment des reproductions, mais pour le moment les poissons sont loin d'être matures (OPI très élevés).

Lise Mas demande si ces poissons lâchés sur l'Elbe peuvent revenir sur Garonne Dordogne et comment les reconnaître. Marie-Laure explique que les gros poissons sont marqués avec des marques de couleur différente que celles utilisées en France, les plus jeunes individus ne sont pas marqués. Certains ont été repérés en mer vers le Nord de l'Europe.

Hélène Truchon demande si l'IA est utilisée pour aider au dépouillement des caméras sonar. Vanessa Lauronce explique que MIGADO fait parti d'un groupe de travail des utilisateurs de caméras sonar. Pour le moment aucun logiciel n'existe actuellement. Différents logiciels sont en cours de construction et MIGADO alimente les logiciels ou teste avec ses vidéos.

Valentin Lonni demande si on voit une différence et une diminution du nombre de silures avant et après les expérimentations et extractions de silure. Vanessa Lauronce précise qu'avec les suivis réalisés, il est impossible de comparer et d'évaluer si les pêches de régulation ont un impact sur le nombre de silures.

Un COPIL du PNA va être organisé avant mi-mars 2026, en présentiel, avec possibilité de visio si possible. Marie-Laure précise que si l'amphi est disponible, le COPIL pourra avoir lieu à Cestas. Le bilan intermédiaire du PNA sera réalisé en début d'année. Vanessa Lauronce va envoyer des tableaux aux partenaires pour faire le bilan de l'espèce, des mesures, qui ensuite sera remis au CNPN sous format d'un rapport.

Voir coût et plans de financement sur document joint

Présentation des actions portées par INRAE

Cf. présentation jointe

Test d'élevage de larves de ruthenus avec élevage avec eau de rivière et eau de forage, et comparaison traitement à l'argile et non traitement à l'argile.

A définir s'il faudra utiliser l'eau de forage filtrée ou non filtrée. A discuter mais l'objectif est de voir et comparer la survie à St Seurin et en milieu naturel.

Lise précise que très peu de filets sont utilisés en rivière suite aux modifications des réglementations pêche, donc très peu de chance d'avoir d'observations de captures accidentelles d'esturgeons.

Dominique Tesseyre précise que pour le bilan intermédiaire du PNA, on est à un tournant, besoin d'avoir beaucoup d'info sur les individus adultes qui remontent et reviennent. Il est important de savoir d'où viennent des poissons, quelle cohorte, quel lâcher etc... et ces géniteurs à St Seurin, il faut savoir d'où ils viennent et avoir le maximum d'information.

Marie-Laure précise que pour l'analyse génétique, c'est prévu mais avec le faible taux de poissons, ce ne sera pas faisable. On a l'info que ces poissons n'ont pas de pit tag, donc lâcher larves et 3 mois. Techniquement on ne peut pas envoyer d'analyses car la plaque n'est pas pleine. Les analyses avaient été faites en 2019. Pour avoir des informations sur les géniteurs qui remontent, on aura l'info en 2027. A-t-on les prélèvements de l'âgeage ? Les poissons qui sont remontés en rivière, sont de 2012 principalement, peu de poissons de 2007 à 2009.

Dominique Tesseyre demande si le statut de l'oxyrynchus a le même statut et y a-t-il des risques d'hybridation.

Marie-Laure Acolas présente qu'il y a un risque d'hybridation. La réintroduction sur la Baltique a été faite avec le souche canadienne. Il y aura forcément une aire de chevauchement avec l'aire de Sturio sur la partie Mer du Nord.

En ce qui concerne le statut, l'oxyrynchus n'a pas le même niveau de menace car plusieurs populations présentes en Amérique du Nord, l'espèce est encore fonctionnelle sur certaines populations.

Suite au colloque en Chine, les Chinois reconnaissent qu'ils ont des difficultés sur la repro des F1, comme mentionné par Vanessa. Ils ont beaucoup travaillé sur la restauration d'habitats naturels et ont réussi à avoir des reprod naturelles sur les habitats restaurés. Et questionnements sur le microbiote intestinal, faut-il le modifier avant de les relâcher.

Demande des Italiens pour les mettre dans des lagunes vers Venise. A voir pourquoi ils veulent des esturgeons, pour de la communication, de l'élevage, de la reproduction. Compléter les échanges avec eux pour aller plus loin.

Marie-Laure demande si des dépôts pluri-annuels des demandes de financement. Dominique Tesseyre explique qu'il est possible de faire des demandes pluri-annuelles sur les actions pérennes (Sturat), mais sur une longue période, de nouvelles manip sont rajoutées donc à adapter. Cela pourrait être possible sur 2 ans, il faudrait des dossiers qui sont déposés assez tôt (fin août).

Hélène Truchon se demande si les résultats des analyses génétiques orienteront les actions à mettre en place. Marie-Laure explique que ces résultats donneront des informations sur l'histoire des poissons mais ne changera pas le fond des actions.

Un dossier pour 2027-2028 peut être déposé auprès de l'Agence de l'Eau.

Voir coût et plans de financement sur document joint

Présentation des actions portées par le CNPMM et AADPPEDG

Cf. présentation jointe

Lise Mas explique à Hélène Truchon le fait que la présence des esturgeons exotiques dans la Garonne et Dordogne sont dus à un échappement d'esturgeons depuis des piscicultures sur un affluent de la Garonne en 2020.

Dominique Tesseyre demande si après cette période difficile, est-ce qu'on peut considérer que les pêcheurs déclarent de nouveau et un peu plus ? Valentin Lonni et Lise Mas explique qu'il n'y a pas eu moins de déclarations, et de la méfiance mais le manque de déclaration est quand même dû plus au manque de poissons dans le milieu qu'au manque de déclaration.

Lise Mas précise que les pêcheurs en ont peu vu en 2025, que ce soit en Estuaire ou en Mer.

Les suivis silures sont prévus en 2026. Le dépôt doit se faire rapidement, mais vu que les budgets de l'Etat n'est pas voté, à l'heure actuelle on ne sait pas si ce serait faisable.

Voir coût et plans de financement sur document joint



Plan National d'Actions en faveur de l'Esturgeon européen

	<h2>Réunion bilan des actions Sturio 2025 et perspectives 2026</h2> <p>Date de la réunion : 14 janvier 2026</p>	
-----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

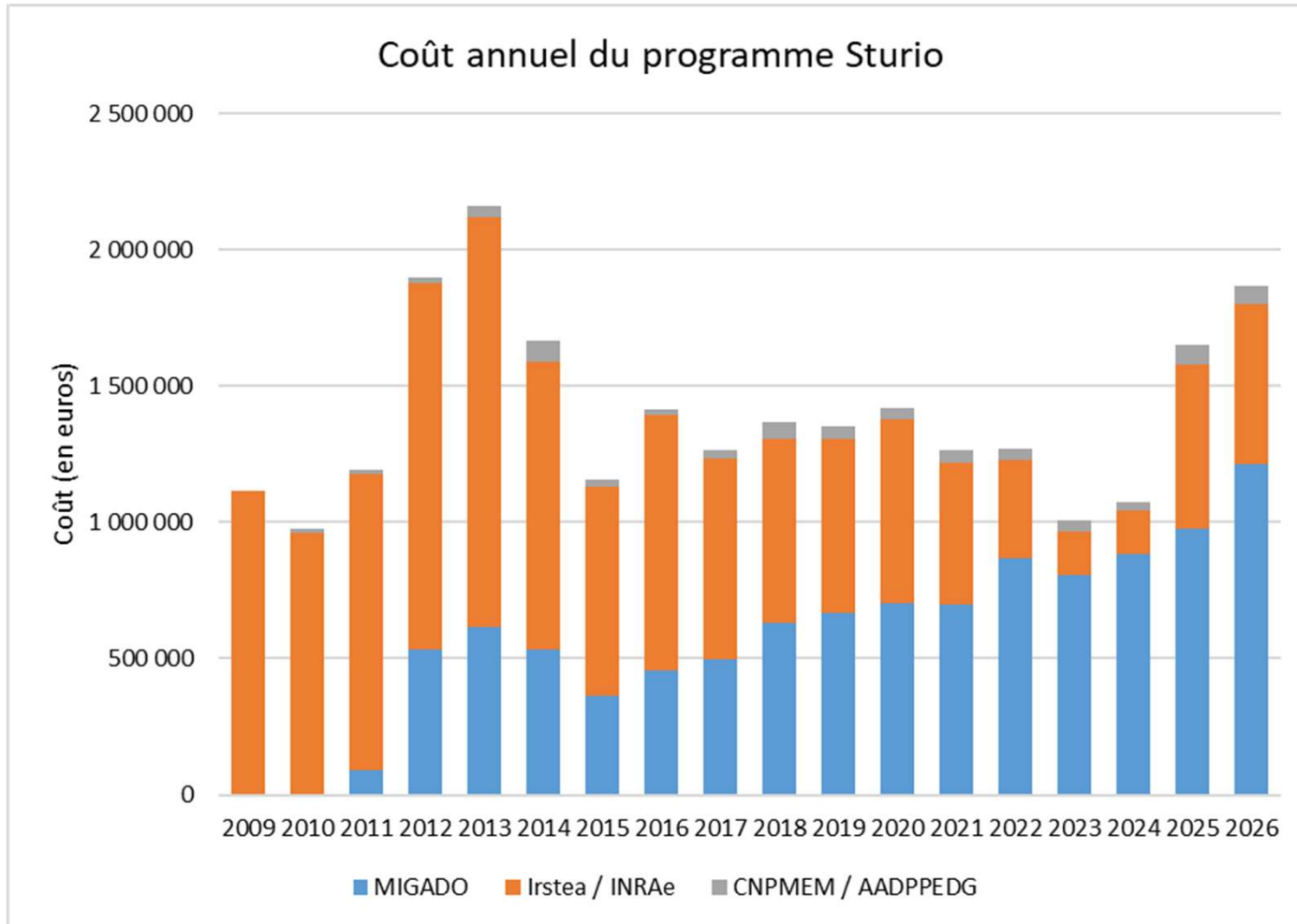
St Seurin sur l'Isle et visioconférence

Nom	Organisme	Signature
Suzanne RABAUD	Ass. MIGADO	Présente
Vanessa LAURONCE	Ass. MIGADO	Présente
Gilles ADAM	DREAL Nouvelle-Aquitaine	Présent
Eric ROCHARD	INRAE	Présent
Marie-Laure ACOLAS	INRAE	Présente
Henrique CABRAL	INRAE	Présent
Philippe JATTEAU	INRAE	Excusé
Valentin LONNI	CNPMEM	Présent
Dominique TESSEYRE	Agence de l'Eau Adour Garonne	Présente
Hélène TRUCHON	Agence de l'Eau Adour Garonne	Présente
Eric LAVIE	Conseil Régional Nouvelle-Aquitaine FEDER	Excusé
Alice DECHRISTE	Département de la Gironde	Excusée
Bénédicte VALADOU	OFB	Excusée
Lise MAS	CAPENA	Présente

Programme de restauration de l'esturgeon européen *Acipenser sturio*

bilan financier du PNA

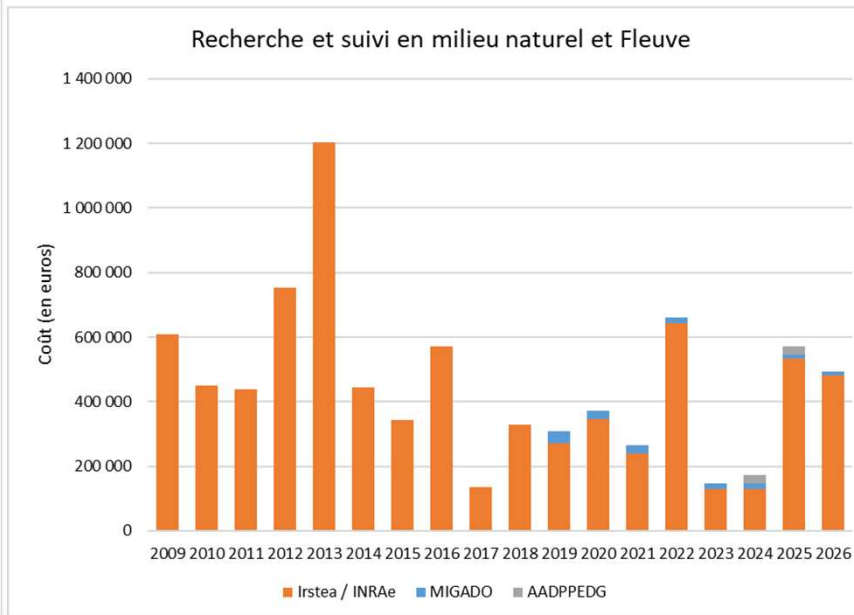
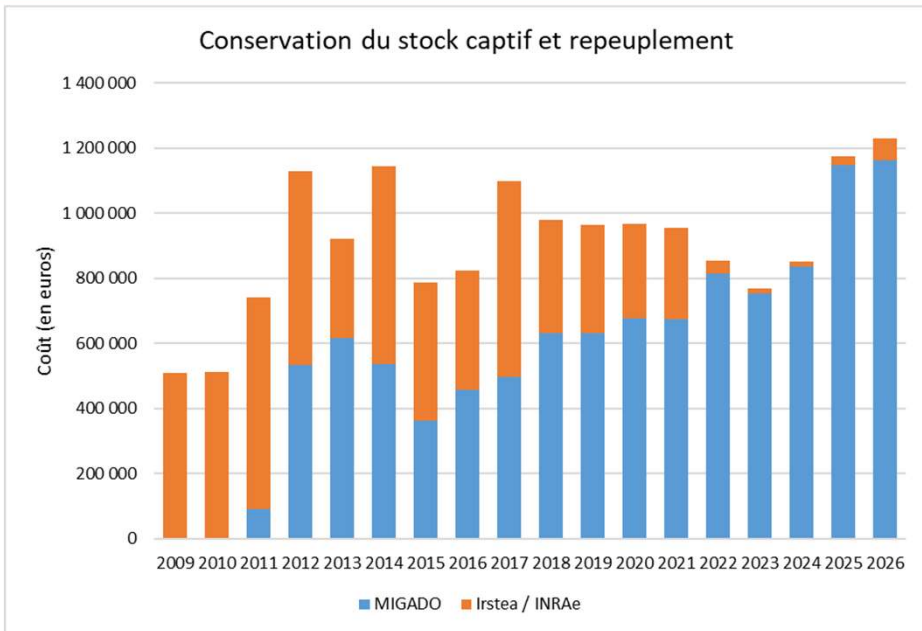
Coût annuel du programme Sturio



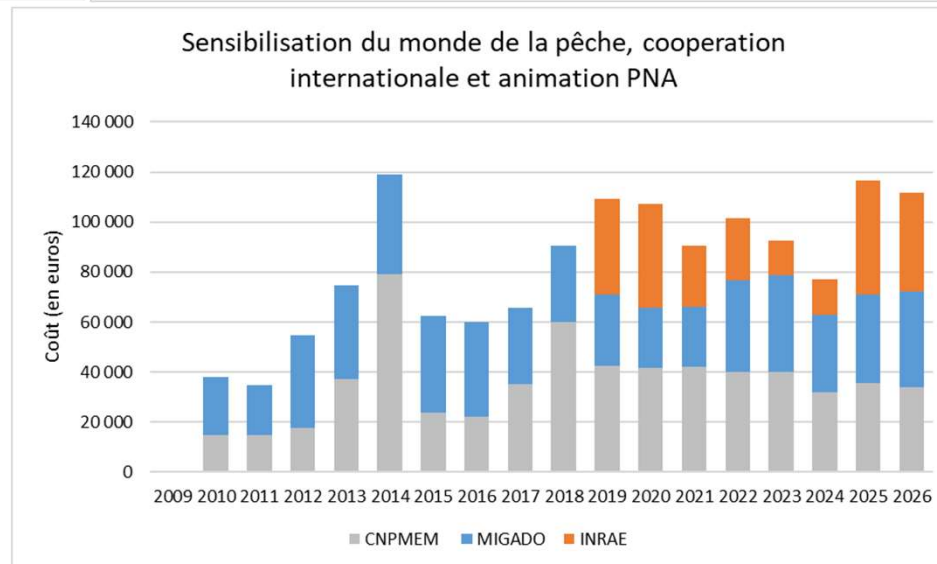
Remarques :

- Coût des actions 2023 / 2024 regroupées sur 2023 pour INRAE
- Coût 2025 - 2026 : prévisionnel

Evolution des coûts du programme Sturio par thématique et porteur de projet



Remarques : 2025 et 2026 : 220 000€ d'élevage prévu (non utilisé en 2025, transféré sur dossiers 2026)



Opération financée par :



Association MIGADO

18 ter rue de la Garonne - 47520 LE PASSAGE - Tel : 05 53 87 72 42 – contact@migado.fr

www.migado.fr -    