

FRAIE DU CORÉGONE ET DE LA PERCHE DANS LE LÉMAN

WHITEFISH AND PERCH SPAWNING IN LAKE GENEVA

CAMPAGNE 2019

PAR

Chloé GOULON, Orlanne ANNEVILLE et Jean GUILLARD

INRAEE-UMR/CARTEL, BP 511, FR - 74203 THONON-LES-BAINS Cedex

Aides techniques : plateau BE-PRECCI UMR CARTEL (INRAEE – USMB)

RÉSUMÉ

*Dans le cadre du développement d'indicateurs de l'impact du changement climatique, les phénologies de la reproduction de deux espèces de poisson, le corégone (*Coregonus lavaretus*) et la perche (*Perca fluviatilis*), sont suivies dans le Léman. Le suivi de la reproduction du corégone s'effectue avec des filets benthiques multimailles posés et relevés chaque semaine sur des sites de référence où les poissons frayent régulièrement. Ce suivi a lieu de fin novembre à début mars selon les années et a débuté en 2015. Afin de suivre la reproduction de la perche, depuis 1984, des frayères artificielles sont installées chaque année sur un site de référence, à différentes profondeurs, à partir de début avril jusqu'à juin. Les variabilités inter-annuelles observées dans les dynamiques de fraie étaient jusqu'à présent fortement liées aux fluctuations de la température de l'eau. Cependant, pour le corégone, au cours de l'hiver 2018-2019, les données recueillies ne montrent plus de lien avec la température de l'eau. Ceci s'explique probablement par un échantillonnage qui ne semble plus adapté à l'effectif actuel réduit de la population et par l'absence d'échantillonnage la première semaine de janvier en raison des mauvaises conditions météorologiques. Pour la perche, une précocité du frai s'observe par rapport à 2018, en lien avec une structure en taille différente des géniteurs et une température de l'eau plus élevée fin avril.*

SUMMARY

*A monitoring of the spawning phenology of whitefish (*Coregonus lavaretus*) and perch (*Perca fluviatilis*) has been set up to assess the impact of climate change in Lake Geneva. The monitoring of the whitefish reproduction is carried out with multi-mesh benthic gillnets set in and out each week on areas where whitefish usually spawn. This monitoring started in 2015. It takes place from late November to early March depending on the year. In order to monitor the perch reproduction, artificial spawning substrates have been placed on a reference site at different depths from early April to June, since 1984. The spawning phenology for both species showed good relationships with water temperatures until winter 2017-2018. During the winter 2018-2019, the link between temperature and whitefish spawning did not appear obvious. This is probably due to a sampling strategy that is no longer suitable to the current fish density and by the lack of sampling the first week of January due to bad weather conditions. For perch, earlier spawning was observed in 2019 compared to 2018. This precocity was probably caused by a different size structure of the spawners and higher water temperature at the end of April.*

1. CONTEXTE ET OBJECTIF

Le changement climatique peut modifier la phénologie des organismes (Walther et al. 2002). Le régime thermique est en effet le facteur principal permettant le déclenchement du frai des poissons lacustres (Gillet, 1989). Chez certaines populations de poisson du Léman, dont le cycle de reproduction est physiologiquement piloté par la température de l'eau, de telles modifications ont déjà été observées pour le gardon (*Rutilus rutilus*) et pour la perche (*Perca fluviatilis*) (Gillet and Dubois 1995, 2007; Gillet and Quétin 2006; Concastie et al. 2019). Le déclenchement du frai de la perche et du gardon a lieu au printemps et nécessite une hausse de la température de l'eau (>10 °C). A l'inverse, le corégone (*Coregonus lavaretus*) et l'omble (*Salvelinus alpinus*) fraient à la fin de l'automne et au début de l'hiver lorsque les températures descendent en dessous d'une valeur seuil (7-8°C environ pour les deux espèces). Avec le changement climatique, ces valeurs seuils devraient être atteintes plus précocement pour les espèces d'eau chaude (perche et gardon) et plus tardivement pour les espèces d'eau froide (corégone et l'omble), modifiant ainsi les dates de frai pour ces espèces.

L'objectif est de réaliser un suivi sur le long terme de la phénologie du frai du corégone et de la perche dans le Léman. Plus précisément, il s'agit : 1- d'estimer la date du début/de la fin du frai, son apogée et de préciser le lien avec la température, 2- de caractériser les géniteurs présents sur les sites de frai (taille, âge).

Pour le corégone, les opérations tests menées en 2015-2016 consistant à capturer les géniteurs ont permis de confirmer l'intérêt de l'étude et sa faisabilité. Au cours de la période 2016-2019 diverses adaptations de protocole (type de filets, profondeur de pose) ont eu lieu afin d'augmenter les effectifs et d'étudier finement la phénologie. Cependant malgré les adaptations effectuées, les effectifs capturés sont faibles, en particulier en 2017-2018 et pour l'hiver 2018-2019, en lien avec la baisse constatée du stock de corégone.

Afin de pouvoir suivre la phénologie de reproduction de la perche et d'étudier la population de géniteurs, des frayères artificielles sont mises en place chaque année en avril devant le port de l'UMR CARTELL- INRAEE, depuis 1984, suivant le protocole de Gillet et Dubois (2007). Des études antérieures ont montré que le nombre de rubans d'œufs déposés sur les frayères artificielles est un indicateur fiable du nombre de génitrices présentes dans la zone (Gillet et al. 2013). Cette méthode a l'avantage d'attirer de nombreuses femelles et facilite l'observation d'un grand nombre de rubans d'œufs.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1. CORÉGONE

Six filets benthiques (6 panneaux de 5 m de long et 2 m de haut de mailles 19.5 mm, 24 mm, 29 mm, 40 mm, 50 mm et 60 mm) ont été déployés à proximité du site de l'UMR CARTELL-INRAEE, à raison de trois filets par profondeur à 4 et 8 m. En raison des faibles niveaux de captures observés en 2017-2018, un nouveau site de suivi a été ajouté, situé au niveau de la plage de la Pinède à Thonon-les-Bains (Figure 1). Sur ce site 4 filets benthiques sont posés à environ 4 m de profondeur. Les filets benthiques se composent de 6 panneaux de 5 m de long et 2 m de haut de mailles 19.5 mm, 24 mm, 29 mm, 40 mm, 50 mm et 60 mm. La pose s'effectue avant la tombée de la nuit et la relève le matin, après le lever du jour. Pour cette saison, la première pose a eu lieu le 28/11/2018 et la dernière le 31/01/2019, après 3 relèves consécutives sans captures de poissons. Après chaque relève, les poissons sont mesurés, pesés, sexés et leur état de maturation est évalué. Leur âge est ensuite déterminé par scalimétrie. La profondeur de positionnement du filet et la maille dans laquelle les poissons ont été capturés sont notées. La température de surface est enregistrée avec un pas de temps horaire par une sonde disposée à 2 m sous la surface, dans le port de l'UMR CARTELL-INRAEE qui est connectée à une station météorologique automatisée (type CimeL 516i). Pour étudier plus finement les liens entre température et phénologie, une ligne avec des capteurs de température (type Tinytag ; TG-4100) disposés aux profondeurs de 4 et 8 m a été mis en place avant la saison de reproduction depuis l'hiver 2017-2018. Les températures à 4 et 8 m étant significativement corrélées ($R^2=0.99$, $p<0.05$), seules les données de température à 4 m ont été analysées.

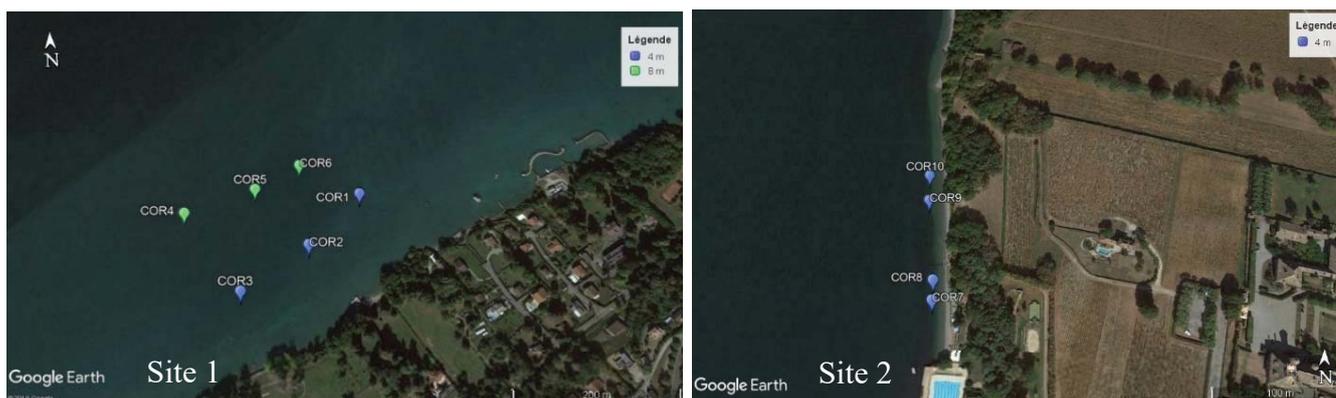


Figure 1 : Disposition théorique des filets à différentes profondeurs (4 et 8 m) sur le site 1 (à proximité de l'UMR CARRTEL-INRAEE) et sur le site 2 (Plage de la Pinède, Thonon-les-Bains).

2.2. PERCHE

Afin de pouvoir suivre la phénologie de reproduction de la perche, des frayères artificielles sont mises en place chaque année en avril devant le port de l'UMR CARRTEL - INRAEE, depuis 1984, suivant le protocole de Gillet et Dubois (2007) (Figure 2). Ces frayères sont constituées d'un cadre en PVC de 1 m de hauteur et 2 m de largeur, qui maintient un grillage dans lequel sont entrelacées des branches d'if commun (*Taxus baccata*). Les frayères sont stabilisées en position verticale par l'intermédiaire de flotteurs positionnés sur le haut et de poids sur le bas. A partir des années 1990, les frayères sont installées à 4 m, 8 m et 12 m de profondeur, où les perches ont l'habitude de se reproduire (Gillet and Dubois 1995). Une ligne avec des capteurs de température (type Tinytag ; TG-4100) est mise en place dans la zone des frayères pour enregistrer les températures à 4 m, 8 m et 12 m de profondeur. En 2019, le suivi scientifique a été réalisé du 13 avril au 23 juin. Les frayères sont relevées deux fois par semaine pour compter et mesurer les rubans d'œufs à chaque profondeur avant de les relâcher. Chaque femelle pond des œufs sous forme d'un ruban unique (Thorpe 1977) dont la longueur et la largeur sont proportionnelle à leur taille selon l'équation : $LT = 24,210 (LR)^{0,589}$ avec LT : longueur de la femelle et LR : largeur du ruban en mm (Gillet et al. 1995; Dubois et al. 1996). La profondeur de la frayère est vérifiée avant et après chaque relève à l'aide d'un sondeur à main Plastimo ECHOTEST II.

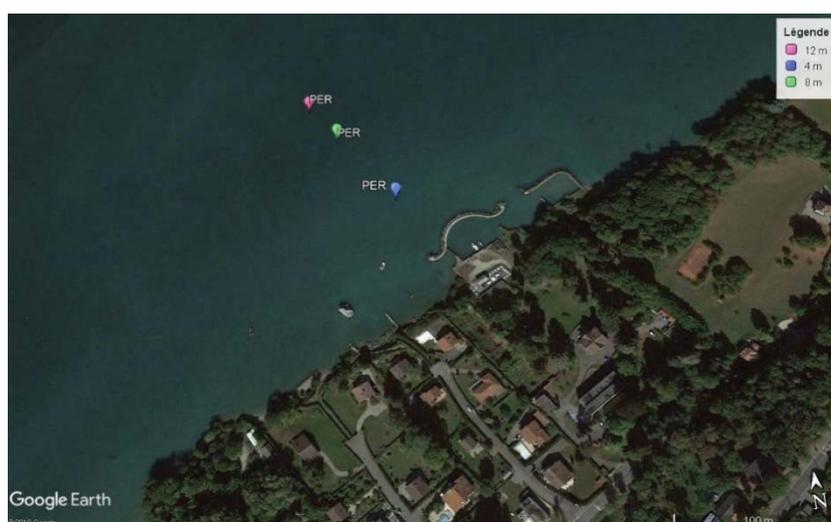


Figure 2 : Disposition théorique des frayères artificielles à différentes profondeurs (4, 8 et 12 m) à proximité du port de l'UMR CARRTEL-INRAEE.

Pour les deux espèces, le début et la fin du frai sont estimés lorsque les seuils de 10 % et 90 % des effectifs observés (géniteurs ou rubans d'œufs) sont atteints.

3. RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1. CORÉGONE

3.1.1. Saison 2018-2019

Un total de 27 individus a été capturé durant les opérations de 2018-2019. 70 % des captures ont été faites sur le site de la Pinède (site 2). Deux poses ont été effectuées la semaine du 18/12/2018. En effet, la première pose a été effectuée dans de mauvaises conditions climatiques et la profondeur de pose a différé du plan théorique. Lors de cette opération un seul individu a été capturé et n'est pas pris en compte dans les analyses (1 femelle, taille 475 mm). La première semaine de janvier, la pose n'a pas pu être effectuée en raison de conditions météorologiques très défavorables.

Le 12 décembre (plus de 10 % de captures totales), la période de reproduction avait débuté. La date pour laquelle 50 % des géniteurs collectés a été atteinte était le 20/12/2018, ce qui correspond à la date où l'effectif maximal est observé avec 8 individus (Figure 3).

Les captures sont majoritairement composées de mâles (80% ;Tableau 1) en accord avec la littérature (Champigneulle et al. 1983). La taille moyenne est de 451.8 ± 69.8 mm et l'âge moyen de 2.4 ans (Tableau 2).

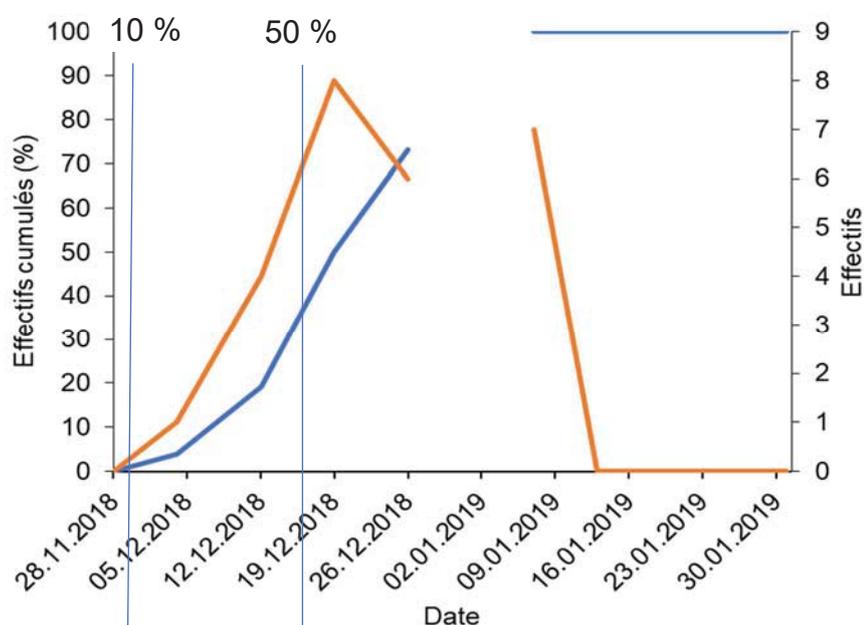


Figure 3 : Effectifs bruts (en rouge) et cumulés (en bleu, exprimés en pourcentage) de corégones capturés au cours de la saison de reproduction 2018-2019.

Tableau 1 : Synthèse des captures de corégones réalisées hiver 2018-2019

Date	Effectif s	Femelle s	Mâle s	Longueur totale, LT (mm)	LT min (mm)	LT max (mm)	Masse (g)
05/12/2018	1	0	1	495,0	495,0	495,0	1076,6
13/12/2018	4	0	4	454,3 ± 60,0	403,0	535,0	777,2 ± 314,1
20/12/2018	8	2	6	434,7 ± 80,7	360,0	627,0	726,6 ± 627
27/12/2018	6	3	3	473,0 ± 72,6	394,0	570,0	985,5 ± 521,6
08/01/2019	7	0	7	451,3 ± 65,8	385,0	557,0	755,2 ± 339,2

Tableau 2 : Détermination de l'âge des corégones par scalimétrie

Date	Classes d'âge (Effectifs)					
	1+	2+	3+	4+	5+	6+
05/12/2018			1			
13/12/2018	1	2		1		
20/12/2018	4	3				1
27/12/2018	1	1	2		2	
08/01/2019	3	1	2		1	
Somme	9	7	5	1	3	1

Les corégones ont été capturés à uniquement 4 m. Les captures sont irrégulièrement distribuées dans les différentes mailles de filets (Figure 4). Les mailles les plus capturantes sont les mailles de 50 et 60 mm. Comme lors de l'hiver 2017-2018, les mailles de 19.5 et 24 mm n'ont pas permis de capturer des corégones.

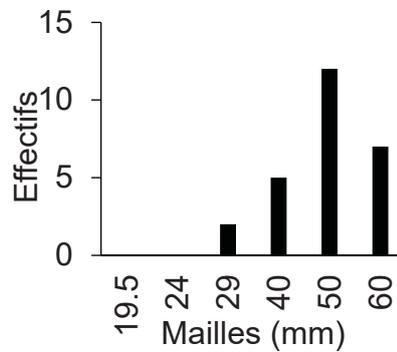


Figure 4 : Effectif capturé par maille.

Au cours de la saison de pêche 2018-2019, les captures accessoires se sont composées de de deux brochets, d'un rotengle, d'une perche et d'une truite.

3.1.2. Comparaison interannuelle

En sélectionnant les profondeurs de pose de 4 et 8 m et les captures effectuées sur le site de l'UMR CARTELI-INRAEE, afin de rendre les données comparables, on constate que les effectifs en 2018-2019 sont les plus faibles depuis le début du suivi (58 en 2016-2017, 23 en 2017-2018, 8 en 2018-2019). Ces effectifs sont en liens avec la baisse des effectifs de la population de corégones, comme l'indiquent les données halieutiques (données : commission consultative pour la pêche dans le Léman).

Les données obtenues dans le cadre du suivi de la phénologie, exprimées en effectifs cumulés sur l'ensemble des données, ont été comparées pour les quatre dernières années (Figure 5). D'après les données analysées, la saison de reproduction serait la deuxième plus précoce depuis le début du suivi. Au cours de l'hiver 2018-2019, plus de 50 % des effectifs totaux ont été capturés le 19 décembre, soit la même semaine que l'hiver 2017-2018. Ce seuil est atteint pour une température plus élevée que les années précédentes de 8.3°C contre environ 7°C ($7 \pm 0.4^\circ\text{C}$) pour les années précédentes et de 8.9°C à 4 m mesurée à proximité du site de pose des filets. La dynamique constatée est biaisée en raison du faible nombre d'individus échantillonnés et de l'absence de pose la première semaine de janvier. Cette date correspondait probablement à la date du pic. Dans quel cas, la dynamique aurait été proche de celle observée en 2016-2017, soit un effectif maximal constaté fin décembre et un seuil des 50% atteint plus tard dans l'année.

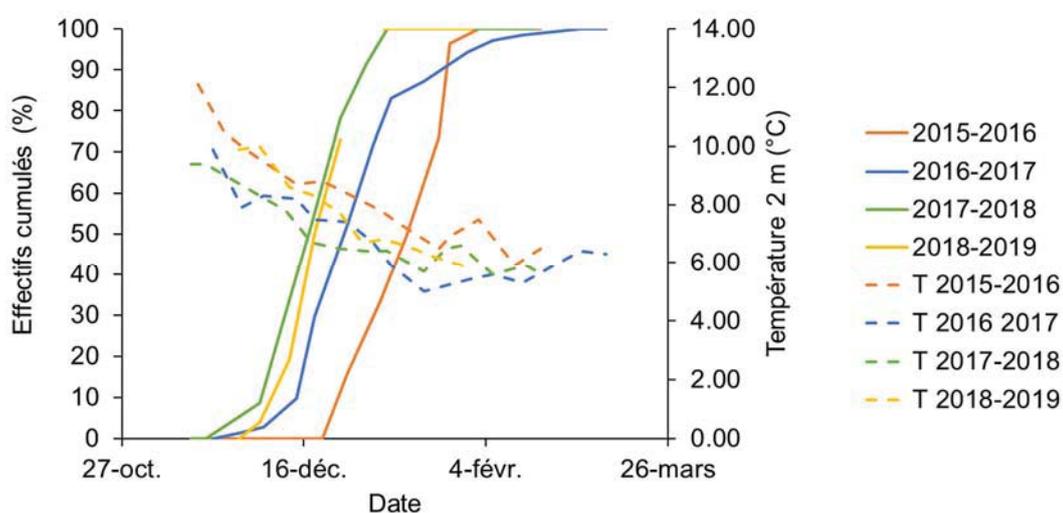
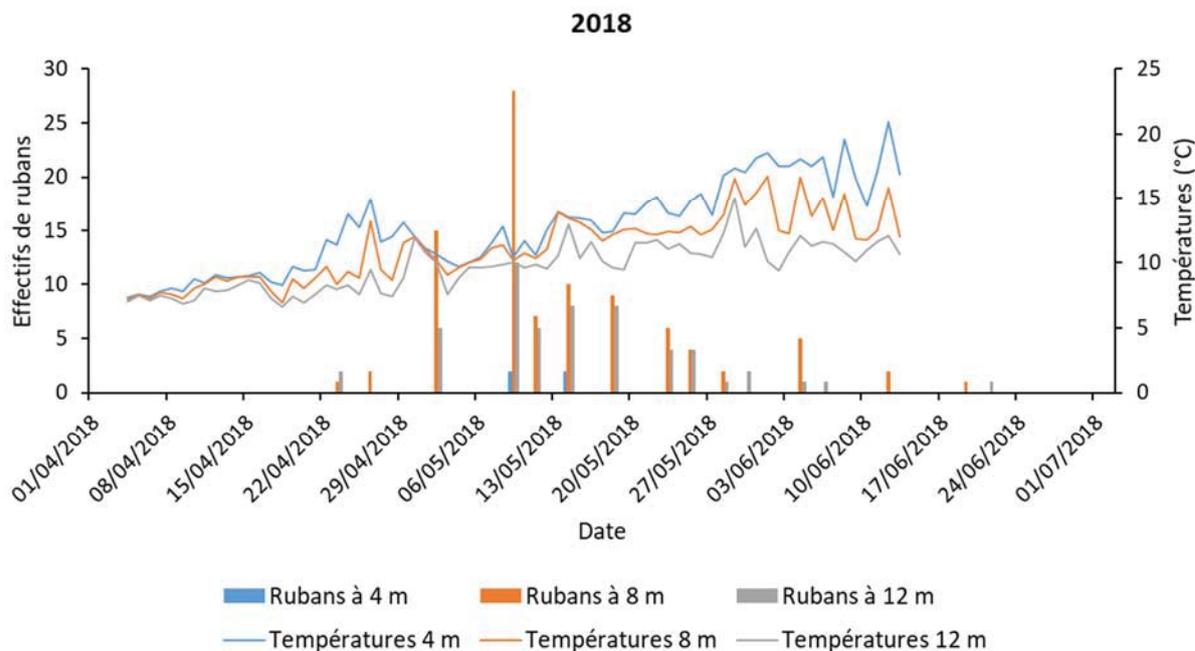


Figure 5 : Phénologie du frai des corégones, exprimée en effectif cumulé, lors des hivers 2015-2016 (trait plein orange), 2016-2017 (trait plein bleu), 2017-2018 (trait plein vert), 2018-2019 (trait plein jaune), et données de températures moyennes journalières mesurées à 2 m de profondeur dans le port de l'INRAEE (traits pointillés orange : 2015-2016, bleu : 2016-2017, vert : 2017-2018, jaune : 2018-2019).

3.2. PERCHE

Au cours du suivi scientifique de 2019 (Figure 6), 281 rubans ont été récoltés soit environ deux fois plus qu'en 2018 avec un nombre de relève inférieur (20 relèves en 2019 contre 23 relèves en 2018). Comme en 2018, le nombre de rubans observés sur les frayères positionnées à 4 m de profondeur est très faible : au nombre de 12 en 2019 et de 4 en 2018. C'est à 8 m de profondeur que le nombre de rubans déposés est le plus important : 92 en 2018 et 200 en 2019. A 12 m de profondeur, 56 et 69 rubans ont été dénombrés en 2018 et 2019 respectivement.

a)



b)

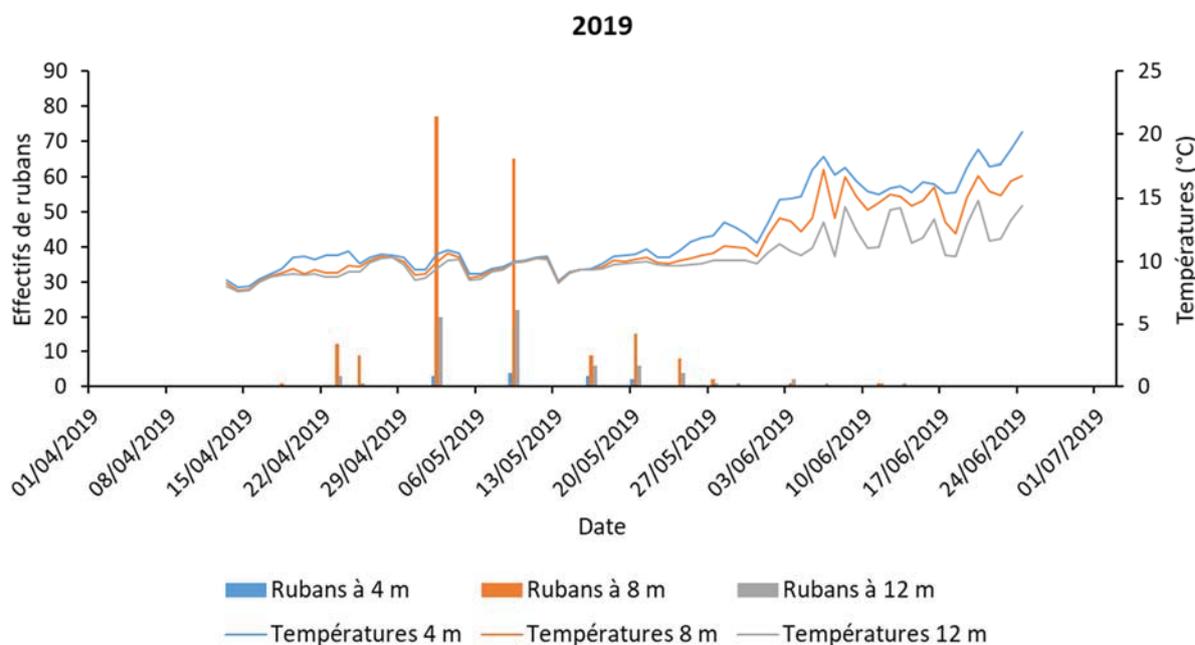


Figure 6 : Quantité de rubans de perche récoltés en a) 2018 et en b) 2019 par frayère à 4 m (bleu), 8 m (orange) et 12 m. Les courbes représentent les températures relevées à 4 m (en bleu), à 8 m (en orange) et à 12 m (en gris) de profondeur.

En 2019, le frai débute le 25 avril, soit 3 jours plus tôt qu'en 2018 pour des températures proches de 10°C (Figure 7). Cet écart peut néanmoins s'expliquer par la fréquence des échantillonnages. Cependant, un décalage net s'observe au moment de l'apogée et de la fin du frai entre les deux années. La date à laquelle environ la moitié des rubans est collectée et qui correspond également au pic d'activité est le 2 mai soit environ une semaine plus tôt qu'en 2018. En 2018, les températures mesurées les jours précédents l'apogée étaient proches de 12°C à 4 m mais ont brusquement chuté pour descendre autour de 10°C en raison d'un épisode venteux. En 2019, le pic s'observe pour des températures similaires or le seuil des 12°C n'a pas été atteint les jours précédents le pic. Enfin, la date de fin de frai est atteinte le 20 mai 2019 soit avec le même décalage par rapport à 2018 que lors du pic. Le mois de mai 2019 a été marqué de multiples événements venteux de fortes intensités empêchant les températures de progresser avant le 20 mai. Les températures ainsi rencontrées lors du suivi ne suffisent pas à expliquer la précocité du frai en 2019.

La structure en taille a également une influence sur la dynamique de la reproduction. Les perches de plus petites tailles ont tendance à frayer de façon plus précoce que les plus grande (Gillet and Dubois 2007). Ainsi, la phénologie a été analysée en séparant les rubans de petites (≤ 40 mm) et grande taille (> 40 mm), correspondant à des petites et grandes reproductrices (de taille inférieure ou égale ou supérieure à 21 cm). En 2019, la proportion de petites reproductrices est plus importante (79 % en 2019 contre 55 % en 2018) et la phénologie des petites perches est proche de celle observée sur l'ensemble de la population (Figure 7 et 8). Cette différence de classe de taille pourrait expliquer en grande partie la précocité du frai. Cependant, malgré la sélection effectuée une précocité s'observe pour les perches des deux classes de taille. Ainsi, secondairement, les températures plus chaudes fin avril pourraient être une variable explicative de la précocité du frai.

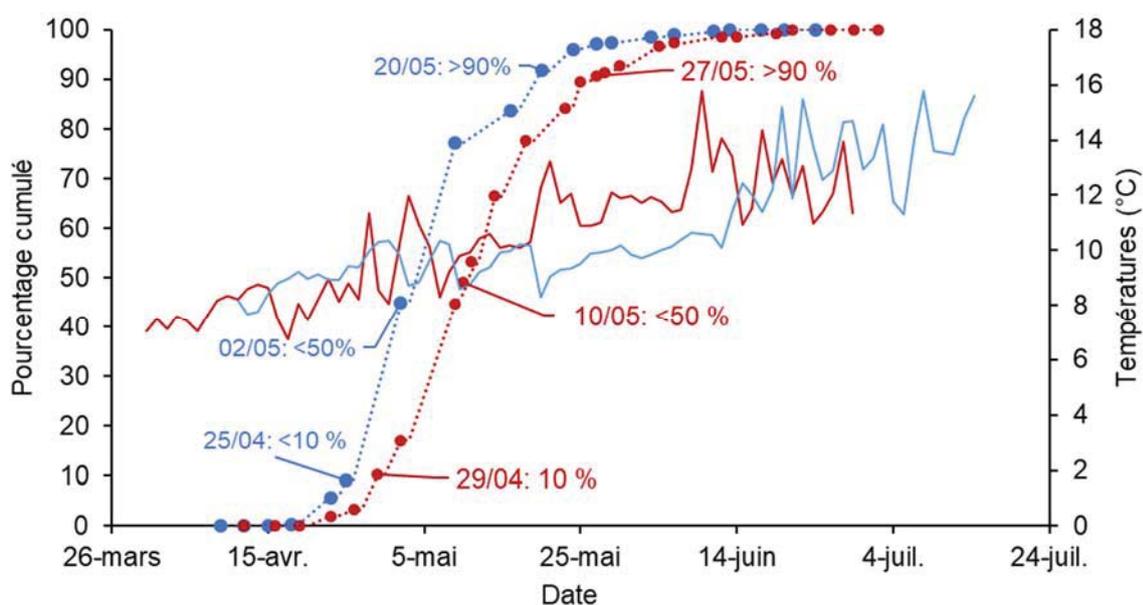


Figure 7 : Comparaison interannuelle des effectifs cumulés de rubans, exprimés en pourcentage, récoltés sur les frayères artificielles à toutes profondeurs confondues (4, 8 et 12 m) en fonction des températures moyennes (à 8 et 12 m), entre 2018 (rouge) et 2019 (bleu).

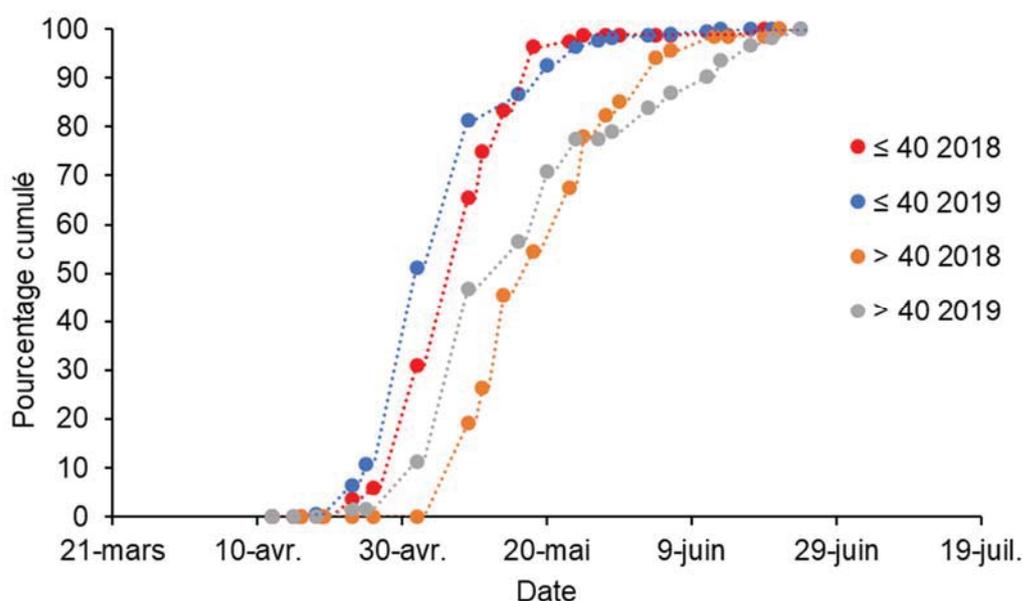


Figure 8 : Comparaison interannuelle des effectifs cumulés de rubans récoltés, exprimés en pourcentage, sur les frayères artificielles à toutes profondeurs confondues en fonction des tailles des rubans, ≤ 40 mm (en rouge en 2018, en bleu en 2019) et > 40 mm (en orange en 2018, en gris en 2019).

En 2018 et 2019, le début de la saison de la reproduction de la perche dans le Léman se produit fin avril, et se prolonge jusqu'à début juin, en accord avec les observations passées (Gillet et al. 1995; Gillet and Dubois 2007). La précocité du frai en 2019 par rapport à 2018 s'explique en grande partie par la composition en taille de la population qui diffère fortement entre ces deux années. De plus, ce phénomène serait accentué par des températures de l'eau plus élevées à la fin du mois d'avril en 2019. Le frai est initié lorsque la température de l'eau atteint 10°C pour les deux années, ce qui conforte les observations passées. L'activité de frai est généralement maximale la première semaine du mois de mai lorsque les températures atteignent 12°C à 4 m (Gillet and Dubois 2007). C'est à cette température que le frai est stimulé et c'est aussi la température optimale pour le développement des œufs (Hokanson and Kleiner 1974). Cependant, des exceptions peuvent être constatées lorsque le frai est initié, suivi d'épisodes venteux suffisants pour homogénéiser la température de l'eau et lorsque les pontes sont de petite taille. Ainsi en 2019 comme pour l'année 1991, le pic de reproduction a lieu à $10\text{-}11^{\circ}\text{C}$ (Gillet and Dubois 1995).

4. CONCLUSION

Concernant le corégone, malgré les adaptations du protocole réalisées ces deux dernières années, en concentrant l'effort de pêche aux profondeurs où les captures sont plus importantes et en ajoutant un autre site de suivi, les captures d'individus restent faibles et insuffisantes pour décrire la phénologie. Ces faibles effectifs reflètent la baisse du stock de corégone et sont limités pour une description précise de la phénologie. De plus, l'absence d'échantillonnage la première semaine de janvier s'ajoute à ce biais. Ainsi, contrairement aux années précédentes, les données phénologiques obtenues en 2018-2019 ne montrent pas de lien clair avec les températures relevées. Des réflexions auront lieu en 2020 pour modifier la stratégie d'échantillonnage pour l'hiver 2020/2021. Pour la perche, le frai est légèrement plus précoce en 2019 en lien avec la présence de plus petites perches dans la population et des températures de l'eau plus élevées en début de saison.

BIBLIOGRAPHIE

- Champigneulle, A., D. Gerdeaux, and C. Gillet. 1983. Les pêches de géniteurs de corégone dans le Léman français en 1982. *Bull. Fr. Piscic.* 149–157. doi:10.1051/kmae:1983006
- Concastie, G., J. Guillard, and C. Goulon. 2019. Etude de la dynamique de la population et de la phénologie de la reproduction de la perche (*Perca fluviatilis*) dans le Léman. suivi halieutique Convention Cantons VD, VS, GE, OFEV.
- Dubois, J.-P., C. Gillet, S. Bonnet, and Y. Chevalier-Weber. 1996. Correlation between the size of mature female perch (*Perca fluviatilis* L.) and the width of their egg strands in Lake Geneva. *Ann. Zool. Fenn.* 33: 417–420.
- Gillet, C., and J. P. Dubois. 1995. A survey of the spawning of perch (*Perca fluviatilis*), pike (*Esox lucius*), and roach (*Rutilus rutilus*), using artificial spawning substrates in lakes. *Hydrobiologia* 300–301: 409–415. doi:10.1007/BF00024482
- Gillet, C., and J. P. Dubois. 2007. Effect of water temperature and size of females on the timing of spawning of perch *Perca fluviatilis* L. in Lake Geneva from 1984 to 2003. *J. Fish Biol.* 70: 1001–1014. doi:10.1111/j.1095-8649.2007.01359.x
- Gillet, C., J. P. Dubois, and S. Bonnet. 1995. Influence of temperature and size of females on the timing of spawning of perch, *Perca fluviatilis*, in Lake Geneva from 1984 to 1993. *Environ. Biol. Fishes* 42: 355–363. doi:10.1007/BF00001465
- Gillet, C., C. Lang, and J. P. Dubois. 2013. Fluctuations of perch populations in Lake Geneva from 1984 to 2011 estimated from the number and size of egg strands collected in two locations exposed to different fishing practices. *Fish. Manag. Ecol.* 20: 484–493. doi:10.1111/fme.12037
- Gillet, C., and P. Quélin. 2006. Effect of temperature changes on the reproductive cycle of roach in Lake Geneva from 1983 to 2001. *J. Fish Biol.* 69: 518–534. doi:10.1111/j.1095-8649.2006.01123.x
- Hokanson, K. E. F., and Ch. F. Kleiner. 1974. Effects of Constant and Rising Temperatures on Survival and Developmental Rates of Embryonic and Larval Yellow Perch, *Perca flavescens* (Mitchill). *The Early Life History of Fish*. Springer. 437–448.
- Thorpe, J. 1977. Synopsis of biological data on the perch *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758 and *Perca flavescens* Mitchill, 1814, Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Walther, G.-R., E. Post, P. Convey, and others. 2002. Ecological responses to recent climate change. *Nature* 416: 389–395. doi:10.1038/416389a