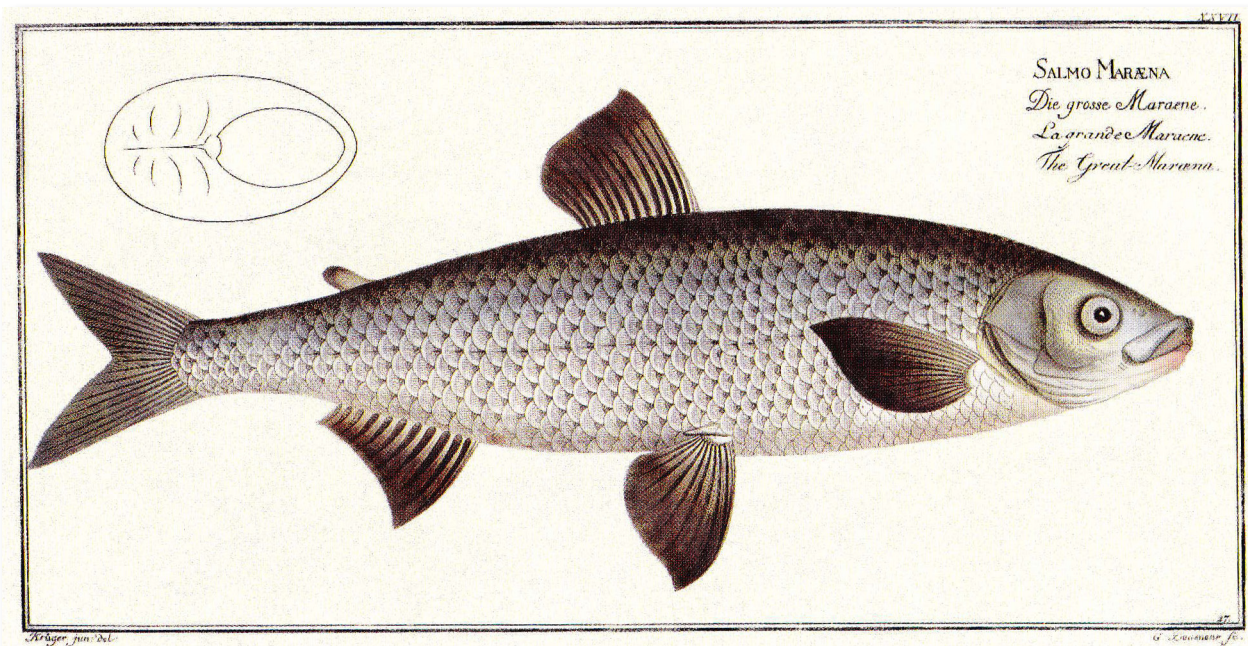


Gestion des corégones dans le lac de Morat



Bloch 1782

Rapport sur mandat de la commission technique de la pêche dans le lac de Morat

Juin 2015

WFN - Wasser Fisch Natur AG
Brunnmattstr. 15
3007 Bern
031 533 50 20
info@wfn.ch



Bearbeitung: Arthur Kirchhofer, Martina Breitenstein, Markus Flück

Contenu

Contents

Gestion des corégones dans le lac de Morat	1
Contenu	i
1 Introduction	1
2 Histoire des Corégones dans le lac de Morat	2
3 Limnologie du lac de Morat	4
4 Captures et repeuplements	6
4.1 Relation captures-repeuplements	6
4.2 Relation captures L. Morat-Neuchâtel	7
4.3 Prédation	8
4.4 Structure de population actuelle	8
4.5 Palée ou Bondelle?	11
5 Conclusions et recommandations	13
6 Références citées	15

1 Introduction

En juin 2009, la Commission intercantonale de la pêche dans le lac de Morat a confié au bureau *WFN – Wasser Fisch Natur AG* à Berne le mandat d'étudier les possibilités de promotion des corégones dans le lac de Morat. Le but de l'étude était de clarifier la situation actuelle concernant la limnologie du lac et la population de corégones afin d'établir la structure de la population actuelle, d'analyser la systématique des corégones par une recherche dans la littérature et d'évaluer l'effet des repeuplements et des captures de la pêche professionnelle.

Les travaux ont débuté en juillet 2009 avec l'organisation d'un échantillonnage des captures professionnelles. Le garde-faune du canton de Fribourg, M. Elmar Bürgy, a été instruit pour échantillonner les captures de l'un des pêcheurs professionnels du Lac de Morat, M. Schär à Guévaux. Pendant les mois de juillet et août 2009, 60 poissons ont été mesurés et pesés, et des écailles ont été conservées pour d'éventuelles analyses en laboratoire. En automne, les captures de corégones ont baissé rapidement et un échantillonnage adéquat ne pouvait plus être obtenu.

Afin d'obtenir des indications supplémentaires concernant une éventuelle reproduction des Palées dans le lac de Morat, quelques pêches spéciales avec échantillonnage des prises ont été organisées avec le garde-faune durant l'hiver 2009. Malheureusement,

aucune palée n'a pu être capturée en novembre/décembre, c'est-à-dire pendant la saison de frai de l'espèce. Pendant l'été 2010, aucun échantillonnage n'a pu se faire, étant donné que le pêcheur n'a capturé que quelques individus isolés. Un autre essai d'échantillonnage durant la période de frai a été envisagé pour l'hiver 2010. Mais étant donné que le pêcheur n'a pas pêché durant l'hiver, l'échantillonnage prévu a de nouveau échoué. Pendant le mois d'août 2011, un autre échantillonnage a été possible et un total de 60 poissons a pu être analysé.

Concernant la situation limnologique, les données existantes sur la limnologie du lac de Morat (monitoring des laboratoires cantonaux de l'oxygène, des nutriments, de la production primaire et secondaire; étude des sédiments de l'EAWAG) ainsi que les statistiques de pêche ont été analysées et résumées. Ceci permet d'évaluer la compatibilité du lac soit pour une population durable de corégones, soit pour un « système de pisciculture » au moyen de repeuplements réguliers en corégones, afin d'exploiter la base de nourriture présente dans le lac (comparable p. ex. au Greifensee/ZH). Une analyse de la littérature ancienne et actuelle sur les corégones suisses a été réalisée afin de clarifier la situation historique.

Sur la base des analyses effectuées, nous avons élaboré différents scénarios de recommandations pour la suite des repeuplements et le suivi des résultats.

2 Histoire des Corégones dans le lac de Morat

Dans certains ouvrages anciens sur les poissons et la pêche en Suisse, des corégones sont mentionnés pour plusieurs lacs du Plateau et des Préalpes, mais aucune mention n'a été trouvée en relation avec le lac de Morat [GESSNER 1670, BLOCH 1782]. Dans la chronique de la ville de Morat, on trouve la publication d'un règlement concernant la pêche dans le lac, qui mentionne au paragraphe 9 un filet spécial (l'Orbaz, Färitnetz) pour la capture des corégones entre juin et Noël [ENGELHARD 1828]. Dans une liste des espèces présentes dans le lac de Morat datée de 1840, deux espèces de corégones sont mentionnées : *Coregonus murena* (la Féra ou Färrit) et *Coregonus albula* (la Bondelle, Bundeli) [ENGELHARD 1840]. La Féra serait pêchée en grande quantité au début de l'hiver et les deux espèces seraient très savoureuses. Des corégones étaient donc bien présents dans le lac, et d'après FATIO [1890], il y en aurait même eu trois espèces de corégones dans le lac Morat il y a 120 ans :

- Pfaerrig (*Coregonus wartmanni confusus*)
- Palée (*Coregonus schinzii palaea*)
- Férit (*Coregonus exiguus feritus*)

Tandis que le Férit se trouvait uniquement dans le lac de Morat, la Palée et le Pfaerrig colonisaient aussi les lacs de Bienne et de Neuchâtel. Du matériel provenant des corégones du lac de Morat est conservé au musée d'histoire naturelle de Berne [KOTTELAT 1997].

Avec la « 1^{ère} correction des eaux du Jura » en 1868-78, la situation hydrologique des trois lacs a fondamentalement changé : le bassin versant s'est agrandi et l'apport de nutriments a considérablement augmenté. La croissance démographique et surtout l'intensification de l'agriculture, notamment dans la plaine de la Broye – le principal affluent du lac de Morat –, ont entraîné une eutrophisation du lac. Au milieu du siècle passé, les corégones semblaient avoir presque disparu [STEINMANN 1950], et dans les années 1970, ils étaient considérés comme disparus du lac de Morat. La statistique de pêche (figure 1) confirme cette situation.

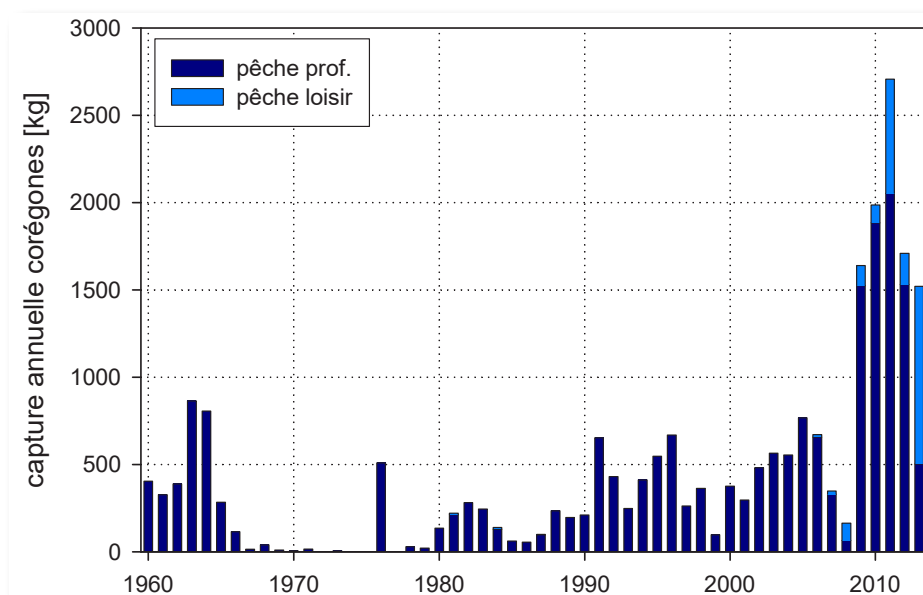


Figure 1 : Statistique de pêche de corégones du lac de Morat (données : DGE-VD, captures VD et FR cumulées).

Depuis les années 1980, les corégones sont à nouveau présents dans le lac de Morat et, comme le démontre la statistique de pêche, les effectifs semblent augmenter considérablement depuis 2009. Dans la taxonomie actuelle, KOTTELAT & FREYHOF [2007] décrivent quatre espèces pour les trois lacs concernés, dont une - la Palée - actuellement présente dans le lac Morat (critères de distinction: Br = nombre de branchiospines, L = longueur maximale en cm):

Au cours des échantillonnages effectués dans divers lacs suisses dans le cadre du « Projet lac » de l'Eawag, on a trouvé dans le lac de Morat une espèce de corégone que l'on a identifiée, d'après des critères morphologiques, comme Palée du lac de Neuchâtel [VONLANTHEN 2008, 2009; VONLANTHEN et al. 2012a, 2012b, PERIAT 2012].

- Pfärrit (*Coregonus confusus*, Br: 33-38, L: 35) lac de Bienne, éventuellement L. de Neuchâtel, lac de Morat, éteinte
- Férit (*Coregonus restrictus*, Br: 35-38, L: 25) lac de Morat, éteinte
- Bondelle (*Coregonus candidus*, Br: 29-39, L: 32) uniquement lac de Neuchâtel
- **Palée** (*Coregonus palaea*, Br: 22-32, L: 45) **les trois lacs**

3 Limnologie du lac de Morat

À la fin du 19^e siècle, après la première correction des eaux du Jura, la charge en phosphore a commencé à augmenter et le lac de Morat à s'eutrophiser. Des carottes de sédiments indiquent que dans les années 1950 - 1990 le lac était hypertrophe, et des sédiments noirs montrent que l'oxygène était absent au fond du lac durant une assez longue période [MÜLLER & SCHMID 2009]. Grâce à de grands efforts d'assainissement (STEP dans le bassin versant), la teneur en phosphore, qui était >150 µg P/l au début des années 1980, a diminué continuellement [LIECHTI 1994]. Depuis 2002, la situation limnologique du lac de Morat est surveillée par les cantons de Berne, Fribourg et Neuchâtel dans le cadre d'un monitoring (www.die3seen.ch). Ceci englobe, mensuellement et trimestriellement, des analyses chimiques des plus importants nutriments ainsi que le relevé de profils au moyen de sondes multiparamètres sur toute la colonne d'eau. Les résultats démontrent que lors les douze dernières années, la teneur en phosphore s'élevait à 7.5 - 39 µg P/l pendant la période de circulation de janvier à mars, avec une tendance croissante depuis 2005 (fig 2).

En même temps, la teneur en oxygène dans les couches profondes (mesurée à 40 m) a augmenté à 9.5 – 12.4 mg O₂/l durant la circulation. Lors de la période de production biologique, la teneur en oxygène diminue rapidement et tombe à 0 mg O₂/l au fond du lac. La teneur minimale de 4 mg O₂/l, comme prescrite par la loi fédérale, est atteinte uniquement dans les premiers 10 m de la colonne d'eau, pendant toute l'année.

Concernant la densité de zooplancton, les études des laboratoires cantonaux montrent qu'au cours des 12 dernières années, la biomasse instantanée de zooplancton a varié entre 0.8 et 3 g/m³, avec des maxima de 5 g/m³ en 2010, dont une grande majorité de cladocères herbivores (*Daphnia* sp, *Bosmina* sp), qui représentent la nourriture préférée des corégones. Pour comparaison : dans le lac de Biemme, les valeurs correspondantes s'élèvent à 0.5 – 2 g/m³ et dans le lac de Neuchâtel à 0.2 – 1.2 (1.9 en 2003) g/m³.

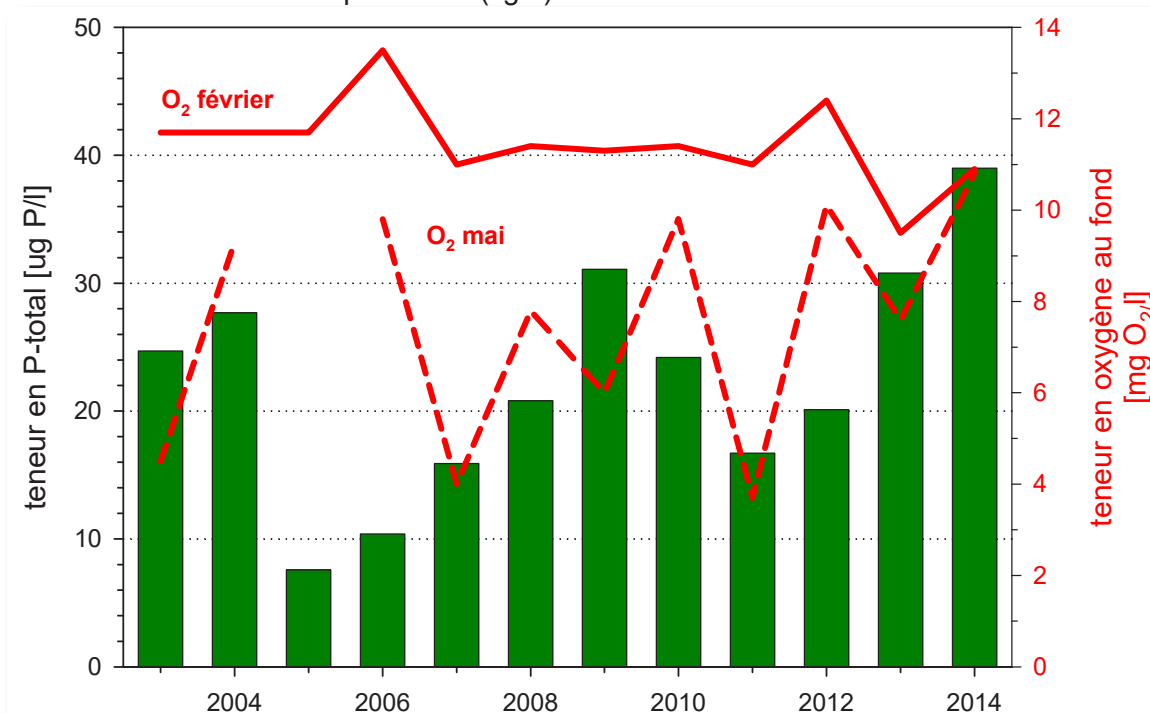


Figure 2 : teneur en phosphore totale dans le lac de Morat pendant la circulation et en oxygène au fond pendant la circulation (février) et au printemps (mai) (données : www.die3seen.ch).

Le lac de Morat est donc toujours le plus eutrophisé des trois lacs, et les objectifs de la législation fédérale concernant la qualité des eaux ne sont pas encore respectés. Même si une nette amélioration a pu être réalisée pendant les vingt dernières années, les efforts doivent être poursuivis dans le bassin versant afin de réduire l'apport de nutriments dans le lac [MÜLLER & SCHMID 2009, LABORATOIRE VD 2011].

Pour les corégones, ceci signifie que le lac produit bien assez de nourriture pour entretenir une grande population. Concernant la survie d'un éventuel frai, il faut différencier plusieurs cas (figure 3):

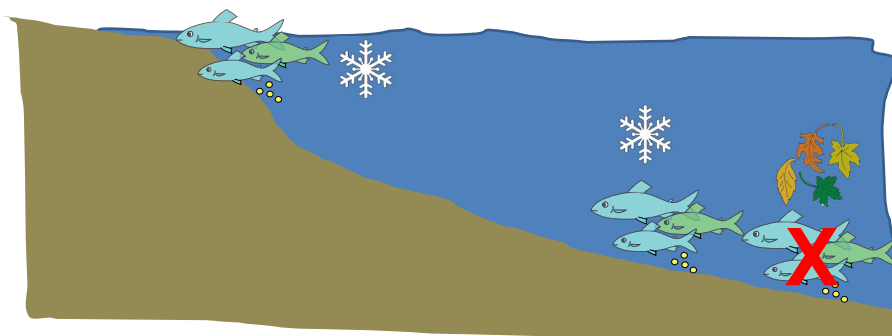
a) Une population frayant en profondeur en automne (p. ex. le Brienzlig des lacs de Thoune et de Brienz) n'aura aucune chance de succès, étant donné que les œufs de corégones ont besoin de 8 mg O₂/l au minimum pour survivre, ce qui n'est pas assuré dans les profondeurs du lac de Morat.

b) Une population frayant en profondeur en hiver (p.ex. la Bondelle des lacs de Bienne et de Neuchâtel), avec éclosion des œufs en avril, pourrait avoir des chances de survie certaines années, car la teneur en oxygène hivernale est suffisante même dans les grandes profondeurs.

c) Une population frayant en hiver près du bord dans de petites profondeurs <10 m (p. ex. la Palée des lacs de Neuchâtel et de Bienne), peut parfaitement avoir du succès, car l'oxygénation de ces couches est assurée jusqu'au printemps.

Reproduction hivernale près du bord à <10 m (Palées)
→ **survie assez probable**

Reproduction hivernale en profondeur (Bondelles) avec éclosion des œufs en mars/avril
→ **survie possible en certaines années**



Reproduction en automne en grande profondeur
→ **aucune chance de survie**

Figure 3 : Possibilités de survie pour les différentes espèces de corégones suivant la période et la profondeur de reproduction..

4 Captures et repeuplements

4.1 Relation captures-repeuplements

Une première augmentation des captures de corégones a eu lieu entre 1990 et 1996. Et depuis 1997, plusieurs millions d'alevins de Palée du lac de Neuchâtel provenant de la pisciculture d'Estavayer-le-Lac sont déversés chaque année dans le lac de Morat (figure 4).

L'augmentation récente des captures est-elle une conséquence directe de ces repeuplements? Afin d'analyser une éventuelle relation entre repeuplements et captures, les données de la statistique de pêche (en kg) ont été transformées en nombre d'individus, en supposant un poids moyen de 600 g/ind. Le résultat de l'analyse de corrélation montre que la meilleure relation se trouve entre le repeuplement et les captures 2 ans plus tard ($r^2 = 0.026$). D'après ces calculs, 0.1 – 0.6 ‰ des jeunes Palées mises au lac seront capturées deux ans plus tard, mais seuls 16 % de la variabilité des captures s'expliquent par les repeuplements (figure 5).

Dans le lac de Morat, l'évolution des captures de corégones ne s'explique donc pas uniquement par les repeuplements.

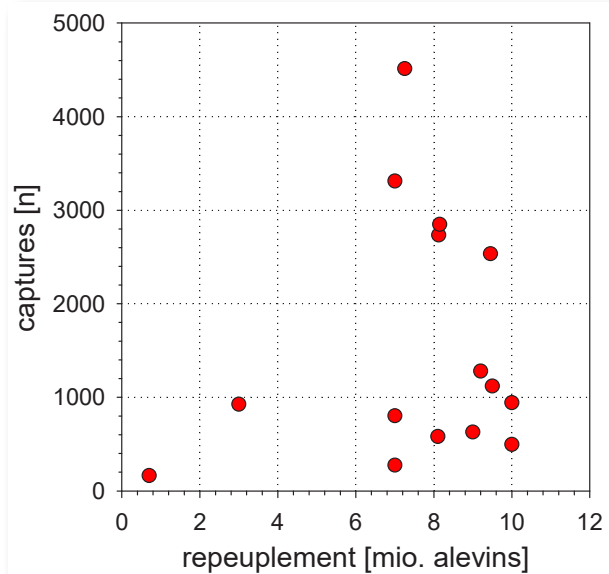


Figure 5 : Relation entre repeuplements et captures après 2 ans dans le lac de Morat.

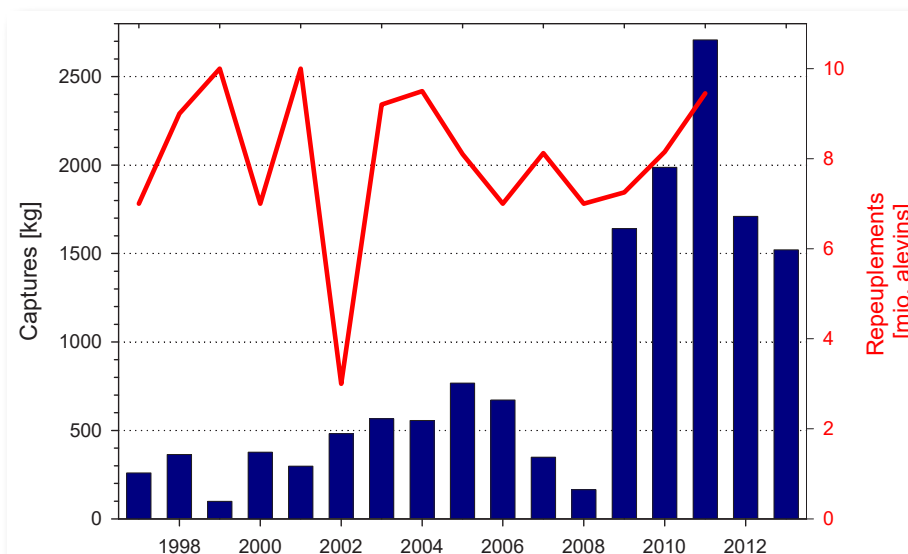


Figure 4 : captures de corégones dans le lac de Morat et repeuplement en alevins en provenance du lac de Neuchâtel.

4.2 Relation captures L. Morat-Neuchâtel

Puisque la libre circulation entre les lacs de Neuchâtel et Morat est assurée par le Canal de la Broye, la provenance d'une partie des individus capturés doit être due à ces migrations naturelles, car il n'y a pas eu de repeuplement avant 1997. Pour les derniers 16 ans, les captures annuelles de corégones (Palées et Bondelles) dans les deux lacs ont évolué presque en parallèle, mais pour le Lac de Morat à un niveau cent fois plus bas (figure 6). Tandis que dans le lac de Neuchâtel les captures annuelles se chiffrent autour des 200'000 à 300'000 kg, dans le lac de Morat seuls 2'000 à 3'000 kg sont capturés annuellement. Pour le lac de Morat les captures de la pêche de loisir sont en nette progression, car la pêche aux corégones devient de plus en plus populaire auprès des pêcheurs sportifs.

Une analyse de corrélation des captures des deux lacs donne un coefficient de corrélation R de 0.286, ce qui signifie qu'il existe une relation positive entre ces deux chiffres. L'analyse de régression montre que seulement 8 % de la variation des captures moratoires s'expliquent avec la variation des captures neuchâteloises (Figure 7). L'hypothèse de migration de Palées entre les deux lacs ne peut donc pas être abandonnée, mais ne paraît pas trop probable non plus.

Par conséquent, ces conclusions suggèrent qu'au moins une partie des corégones capturés dans le lac de Morat sont le résultat d'un recrutement autochtone. Les possibilités de réussite du frai des Palées dans les régions peu profondes du lac ont considérablement augmenté ces dernières années, grâce à la réduction de l'eutrophisation du lac et à l'amélioration de la teneur en oxygène. La réussite de la reproduction est devenue probable. Malheureusement, aucun échantillonnage n'a jusqu'à présent pu être effectué en hiver afin de prouver cette hypothèse de reproduction naturelle des Palées dans le lac de Morat.

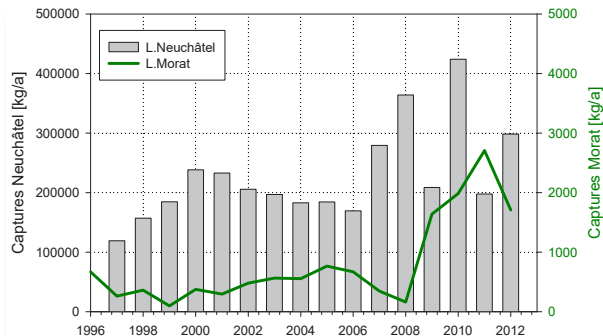


Figure 6 : Captures annuelles de corégones dans les lacs de Morat et de Neuchâtel; pêche professionnelle et pêche de loisir cumulées (données: OFEV).

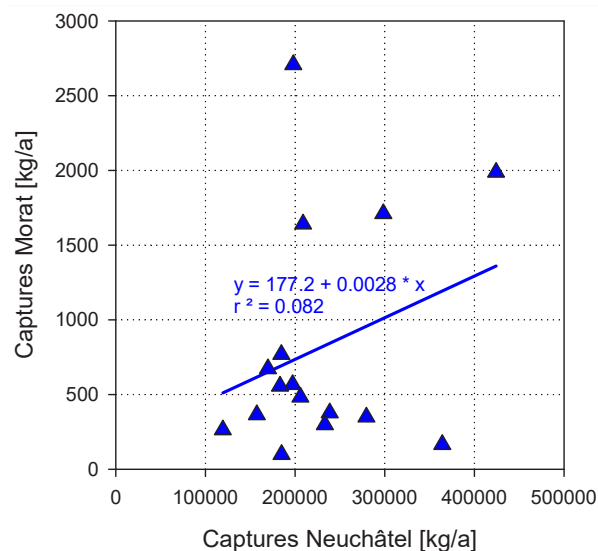


Figure 7 : Corrélation entre les captures annuelles de corégones dans les lacs de Morat et de Neuchâtel et régression correspondante.

4.3 Prédation

Avec la Truite de lac, le Brochet, la Perche, le Silure et le Sandre, plusieurs espèces piscivores sont bien représentées dans la faune piscicole du lac de Morat. Le sandre en particulier a fortement proliféré à partir de 2001, et cette espèce représente entre 33 et 50 % des captures de ces dix dernières années. On peut donc se demander si un renforcement des repeuplements en corégones ne consisterait pas uniquement en une augmentation de la nourriture pour ce poisson vorace. Comme l'a démontré une étude réalisée dans le lac de la Gruyère, les perches sont la nourriture principale du sandre [NOËL 1996], ce qui est également confirmé pour le lac de Morat par plusieurs pêcheurs sportifs. En ce qui concerne les autres espèces piscivores, de petits corégones peuvent théoriquement faire partie de leur spectre alimentaire, ce qui pourrait, à la limite, diminuer la population par une réduction des descendants et saboter le succès d'un repeuplement intensif. Un impact significatif des prédateurs reste néanmoins à prouver.

4.4 Structure de population actuelle

En juillet et août 2009 et 2011, 120 corégones au total provenant des captures d'un pêcheur professionnel ont été analysés. Les poissons ont été capturés à l'aide de grands filets à mailles de 34, 46 et 48 mm, dans des profondeurs comprises entre 12 et 18 m. La plupart des poissons capturés avaient une longueur de 34 à 46 cm et un poids de 300 à 900 g. L'analyse des fréquences de longueurs montre une distribution bimodale ou même trimodale, ce qui laisse supposer que les captures englobent plusieurs années d'âges (figure 8).

En analysant la relation longueur-poids à l'aide d'une régression linéaire des données transformées en logarithmes, il en résulte un exposant >3 aussi bien pour les mâles que pour les femelles (figure 9), ce qui signifie que les poissons sont très bien nourris.

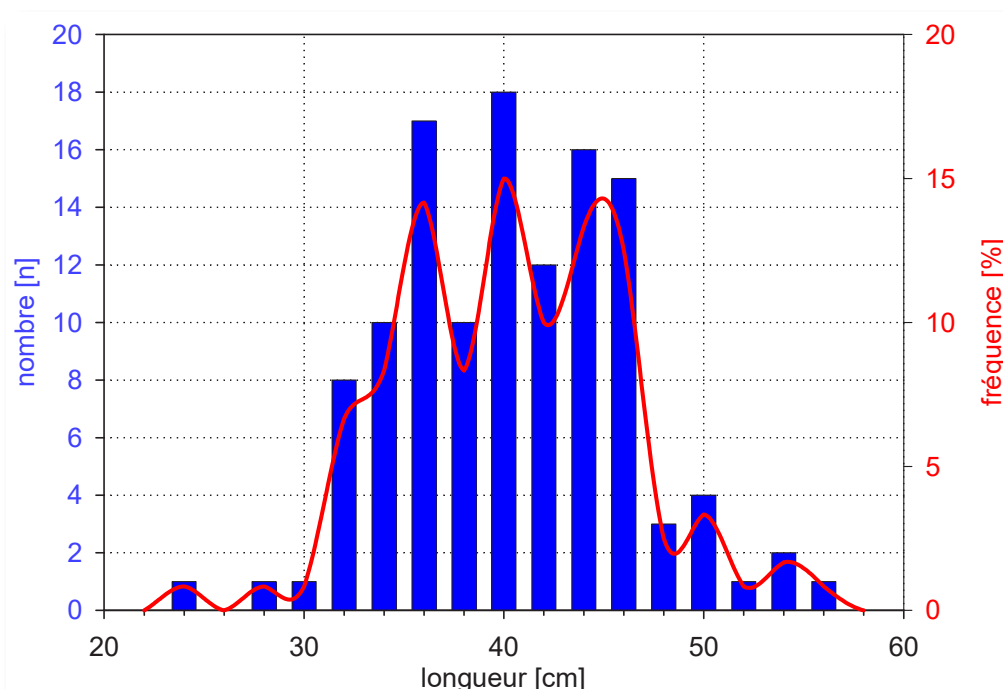


Figure 8 : Fréquence (absolue = bleu, relative = rouge) des longueurs de Corégones capturés par les pêcheurs professionnels dans le lac de Morat en été 2009 et 2011.

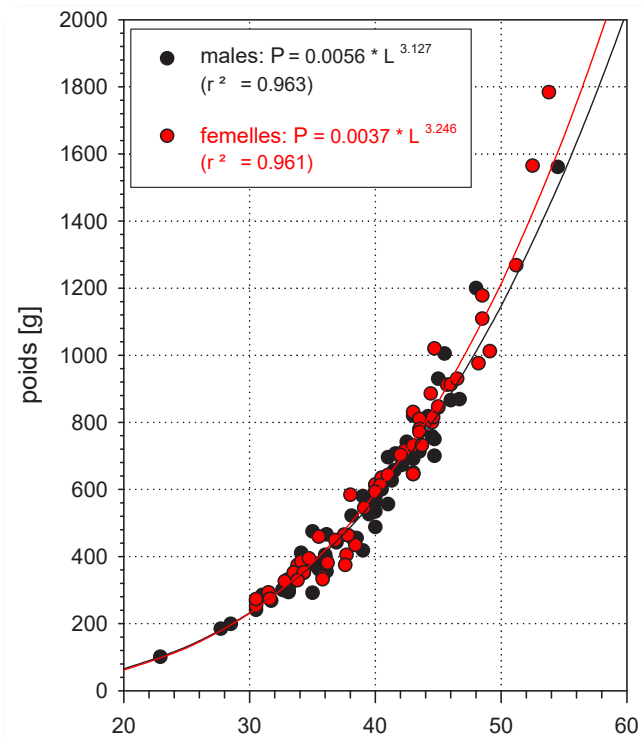


Figure 9 : Relation longueur-poids de Corégones capturés par les pêcheurs professionnels dans le lac de Morat en été 2009 et 2011.

Afin d'estimer l'âge des poissons capturés, les écailles des spécimens prélevés en juillet et août 2009 ont été préparées et analysées sous un microscope à projection. Pour pouvoir faire des estimations de croissance par la méthode scalimétrique, nous avons mesuré les annulis de trois écailles par individu. Les résultats démontrent que non seulement la plupart des poissons capturés avaient des âges de 2⁺ - 4⁺, mais que même des individus de 7⁺ - 10⁺ se trouvaient dans les filets des pêcheurs professionnels (figure 10).

Le rétrocalcul des longueurs à la fin de chaque année permet la construction d'une courbe de croissance (tableau 1).

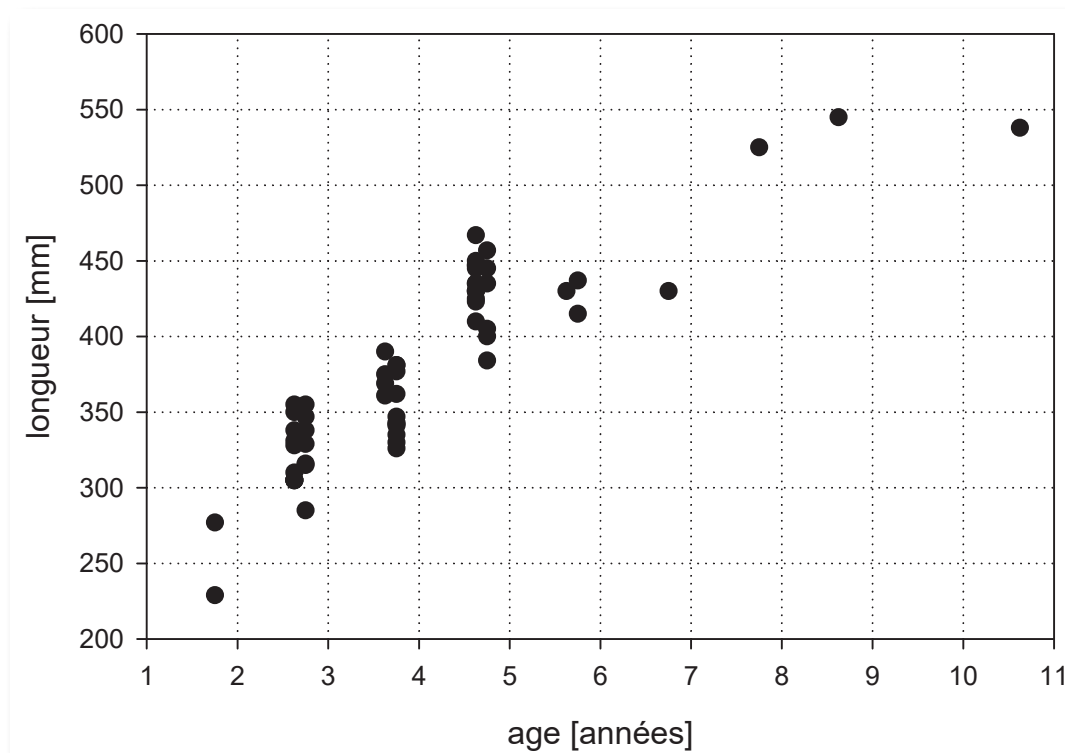


Figure 10 : Age et longueur de 60 corégones capturés par les pêcheurs professionnels dans le lac de Morat en été 2009 et analysés par scalimétrie.

Tableau 1 : Age et longueur annuelle rétrocalculée de 60 corégones capturés par les pêcheurs professionnels dans le lac de Morat en été 2009.

âge	n	longueur estimée		
		Min.	moyenne	Max.
1	2	229	253.0	277
2	17	285	324.5	355
3	15	326	357.3	390
4	19	384	431.6	467
5	3	415	427.3	437
6	1		430.0	
7	1		525.0	
8	1		545.0	
10	1		538.0	

Avec la fonction de croissance de von Bertalanffy, un modèle de croissance asymptotique est décrit et largement utilisé pour les poissons [RICKER 1975] :

$$L_i = L_{\infty} (1 - \exp(-K(t-t_0)))$$

où L_i = longueur à l'âge i , L_{∞} = longueur asymptotique des poissons, K = coefficient de croissance, et t_0 = âge initial où la longueur du poisson est théoriquement 0.

Les longueurs annuelles estimées par rétrocalcul permettent de calculer les paramètres de la fonction de croissance d'après von Bertalanffy :

$$L_{\infty} = 50.9 \text{ cm}; K = 0.335; t_0 = -0.053$$

Dans la figure 11, les valeurs rétrocalculées et la courbe de croissance de von Bertalanffy sont présentées ensemble. Il en ressort que les longueurs maximales approchent les 50 cm après une dizaine d'années. Ceci correspond assez bien aux observations ci-dessus, qui montrent que les poissons capturés les plus longs mesuraient environ 55 cm à l'âge de 8 – 10 ans.

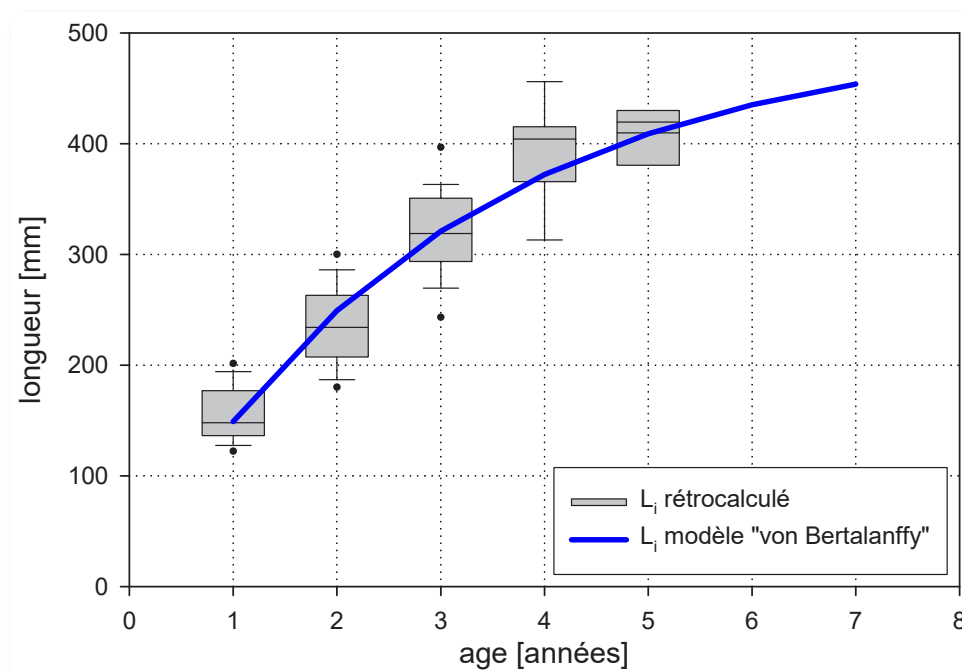


Figure 11 : Longueurs L_i estimées par rétrocalcul de 60 corégones capturés par les pêcheurs professionnels dans le lac de Morat en été 2009 et courbe de croissance von Bertalanffy.

4.5 Palée ou Bondelle?

La distinction des différentes espèces de corégones s'avère très difficile, car la plupart des caractéristiques morphologiques utilisées présentent une très grande variabilité chez les corégonidés. En général le nombre de branchiospines du premier arc branchial et la croissance des premières années sont des caractéristiques héritées et utilisables pour la distinction des espèces. Ces deux variables ont été analysées pour l'échantillon du lac de Morat de l'été 2009.

Selon KOTTELAT & FREYHOF [2007], la Palée du lac de Neuchâtel présente un nombre de branchiospines de 22 - 32, tandis que la Bondelle a 29 - 39 branchiospines. Chez les 60 poissons du lac de Morat 20 à 33 branchiospines ont été identifiées (figure 12).

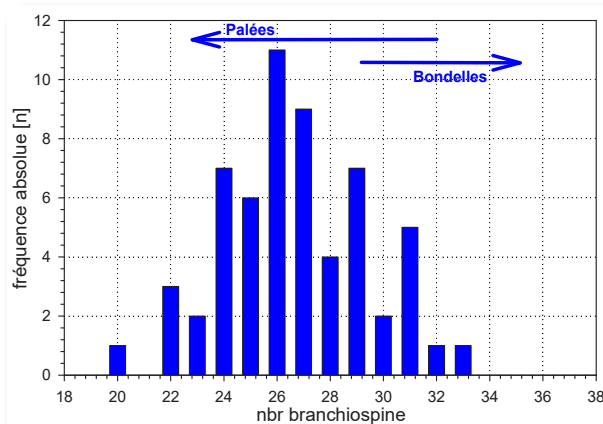


Figure 12 : Nombre de branchiospines de 60 corégones capturés au lac de Morat par les pêcheurs professionnels en été 2009.

Selon ces résultats, 73 % des poissons (< 29 branchiospines) étaient sûrement des Palées, tandis que seul 1 poisson (>32 branchiospines) peut être sûrement identifié comme étant une Bondelle. 15 poissons (25 %) montraient un nombre de branchiospines dans la zone de transition entre 29 et 32.

BÜTTIKER [2008] faisait la distinction entre les deux espèces du lac de Neuchâtel à l'aide d'une classification automatique basée uniquement sur la croissance rétrocalculée des années 1 à 5.

Dans la présente étude, la fréquence des longueurs rétrocalculées des deux premières années (L_1 , L_2) montre des distributions bimodales, ce qui permet une classification approximative des poissons analysés (figure 13).

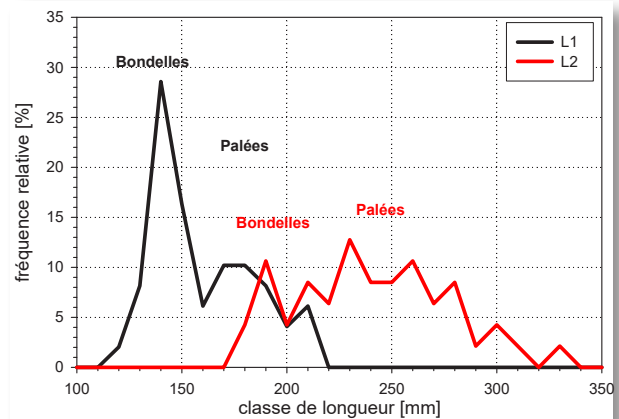


Figure 13 : Fréquence relative des longueurs rétrocalculées pour la première (L_1) et la deuxième (L_2) années des 60 corégones capturés par les pêcheurs professionnels dans le lac de Morat en été 2009.

En prenant un L_1 de 160 mm et un L_2 de 230 mm comme limite inférieure pour la croissance des Palées, 35 % des individus analysés sont classés comme Bondelles et 65 % comme Palées.

Si l'on compare ce classement d'après la croissance avec le classement d'après le nombre de branchiospines, il s'avère que tous les individus classés comme Bondelles ont moins de 29 branchiospines et seront donc à reclasser comme Palées.

D'après les analyses des branchiospines et de la croissance, la plupart des corégones du lac de Morat serait identique à l'espèce Palée du lac de Neuchâtel.

Sans distinction entre les deux espèces, les paramètres pour la fonction de croissance de von Bertalanffy pour la Palée du lac de Morat peuvent être estimés comme suit :

Palée: $L_{\infty} = 50.09 \text{ cm}$; $K = 0.3351$; $t_0 = -0.0532$

Une fois ces analyses faites, nous pouvons effectuer une comparaison de la croissance des corégones analysés du lac de Morat avec les courbes de croissance publiées par BÜTTIKER [2008] pour les Bondelles et les Palées du lac de Neuchâtel. Il s'avère qu'apparemment la croissance des Palées est légèrement plus lente dans le lac de Morat que dans le lac de Neuchâtel. Les Bondelles neuchâteloises montrent une croissance clairement moins rapide après la deuxième année (figure 14).

L'échantillonnage des captures du lac de Morat étant assez restreint, ces résultats sont à interpréter avec une certaine réserve, aussi bien en ce qui concerne la différenciation entre les deux espèces que la courbe de croissance ci-dessus. Cependant, il a pu être démontré clairement que les corégones capturés dans le lac de Morat proviennent des deux espèces neuchâteloises, et que leur croissance ne diffère pas fondamentalement de celle constatée dans le lac de Neuchâtel.

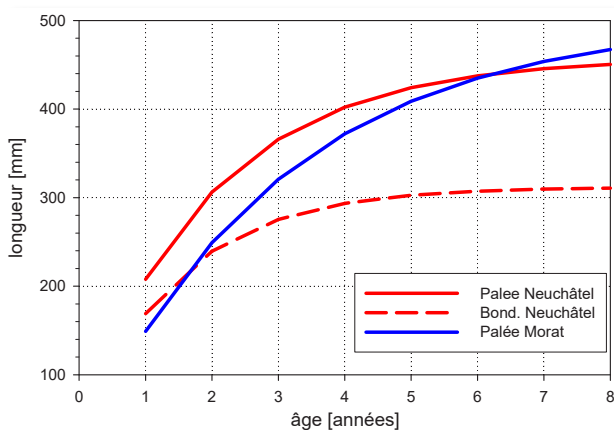


Figure 14 : Longueurs L_i estimées par la fonction de croissance de von Bertalanffy pour 60 Palées capturés par la pêche professionnelle dans le lac de Morat en été 2009, comparées à celle des Bondelles et Palées du lac de Neuchâtel [BÜTTIKER 2008].

5 Conclusions et recommandations

L'histoire des corégones dans le lac de Morat montre que les espèces d'origine se sont éteintes au cours de l'eutrophisation du lac suite à la correction des eaux du Jura et à l'intensification de l'agriculture dans le bassin versant. Bien que le lac soit dorénavant à classer comme eutrophe, les concentrations de nutriments et d'oxygène se sont notablement améliorées durant les dix dernières années.

Actuellement, des corégones d'origine neuchâteloise sont présents dans le lac et sont capturés par les pêcheurs professionnels et amateurs. Cette présence de corégones est due à l'immigration depuis le lac de Neuchâtel, d'un côté, aux repeuplements avec des alevins de Palés depuis 1997, d'un autre côté, et probablement également à une reproduction naturelle dans le lac de Morat.

La présente étude montre que les corégones capturés par les filets des pêcheurs professionnels appartiennent en majeure partie à la Palée à croissance rapide. Selon les analyses des branchiospines, de l'âge et de la croissance, seulement une minorité appartient à l'espèce Bondelle à croissance lente. Les Corégones du lac de Morat ont été pêchés à l'âge de 1 – 5 ans, avec quelques individus atteignant 10 ans.

Vu la situation de l'oxygène aujourd'hui, le frai naturel des Palées, qui se déroule au bord du lac à faible profondeur, serait tout à fait possible et pourrait être couronné de succès. Par contre, la reproduction naturelle des Bondelles, qui a lieu à grande profondeur, serait probablement vouée à l'échec, car le déficit en oxygène augmente rapidement dans les profondeurs dès que la production algale commence au printemps.

Afin d'assurer le futur des corégones dans le lac de Morat, trois scénarios de gestion peuvent être proposés dans le but d'assurer une exploitation halieutique conforme à la législation et à l'état du lac :

A) Poursuivre les repeuplements comme précédemment, c.-à-d. en déversant annuellement dans le lac 5 à 7 millions d'alevins de Palées en provenance du lac de Neuchâtel. Cela signifie que la pisciculture d'Estavayer-le-Lac est maintenue et que des captures de géniteurs de Palées seront effectuées régulièrement. Au cas où la reproduction naturelle deviendrait de plus en plus effective et que les captures augmenteraient considérablement, les repeuplements pourraient être réduits progressivement.

B) Le repeuplement avec des alevins sera fortement renforcé afin d'assurer une utilisation optimale de la nourriture largement présente dans le lac de Morat. Cela correspond à la stratégie « pisciculture » suivie par les cantons de Zurich et d'Argovie pour des petits lacs du Plateau suisse fortement eutrophisés (Greifensee, Sempachersee, Hallwilersee). Avec ces repeuplements intensifs, des rendements de pêche bien en dessus de la moyenne (>30 kg/ha) peuvent être réalisés. Si cette stratégie est suivie, les repeuplements devraient être augmentés par étapes afin de pouvoir contrôler une éventuelle répercussion sur le rendement piscicole 2 – 4 ans plus tard.

C) Plus aucun repeuplement ne sera effectué. Si la reproduction naturelle se déroule normalement et réussit dans les zones littorales du lac, les corégones représenteront malgré tout une partie du rendement de la pêche. Éventuellement, la proportion de corégones dans les captures annuelles, qui s'élevait à 5 – 10 % ces dernières années, variera plus fortement suivant les conditions naturelles régnant pendant la période de frai et de développement des œufs.

Pour chacun des scénarios décrits, il est à considérer que la proportion de recapture des poissons repeuplés peut être très variable. Le problème de l'efficacité des repeuplements n'a été étudié que dans très peu de travaux, principalement en raison de problèmes méthodologiques. Dans des analyses de statistiques de repeuplements et de captures pour plusieurs lacs, on a calculé une valeur de capture de 0.2 – 0.6 % des repeuplements effectués avec des alevins pour des lacs eutrophisés sans reproduction naturelle, respectivement d'environ 4 % des repeuplements avec des préestivaux [MÜLLER et al. 1995]. Dans une autre étude portant sur des estivaux marqués aux microtags, environ 7 – 10 % des poissons repeuplés ont été recapturés dans le lac de Sarnen [MENG et al. 1986].

Pour décider de la stratégie à suivre, les ressources nécessaires en infrastructures et en main d'oeuvre sont également à prendre en considération.

Après d'intenses discussions lors de la séance du 11 juin 2014, la Commission technique pour la pêche dans le lac de Morat a décidé de favoriser le scénario A et donc de continuer avec les repeuplements des alevins de Palée comme ces dernières années.

Dans tous les cas, une statistique de pêche précise et correcte (commerciale et amateur) est l'une des bases pour des évaluations futures. A cette fin, les pêcheurs professionnels sont obligés de peser leurs captures et de les noter de manière précise. Des contrôles inopinés par le garde-faune cantonal sont à prévoir.

Un monitoring régulier, comparable au monitoring réalisé dans le lac de Neuchâtel [BÜTTIKER 2008] ou dans les lacs bernois [KIRCHHOFER et al. 2005], est en outre indispensable pour suivre l'évolution des âges et de la croissance des captures de corégones. Cela permet de suivre de près l'évolution des populations et de réagir immédiatement lorsque des changements importants sont constatés. Un monitoring de base devra comprendre:

- 6 échantillonnages auprès des pêcheurs professionnels pendant la saison de captures avec un total annuel de 150 poissons analysés.
- Des mesures de longueurs et poids et conservation de six écailles et du premier arc branchiale par poisson pour les analyses des âges, de la croissance et de l'espèce en laboratoire.
- Puisque la pêche aux corégones par les pêcheurs amateurs devient de plus en plus importante, des échantillonnages des captures loisirs semblent appropriés. Nous recommandons d'analyser au minimum 50 poissons par an comme décrit ci-dessus.

En plus nous recommandons d'effectuer des captures spéciales en hiver pendant le frai des Palées sur des emplacements propices au frai autour du lac de Morat. Ainsi la question du frai naturel peut être éclaircie. Afin d'étudier la survie des oeufs et l'éclosion des larves, des recensements au moyen de filets fins pour larves, poussés par un bateau, peuvent être faits autour du lac.

6 Références citées

- BLOCH, M.E. 1782: Blochs Atlas – Naturgeschichte der Fische Deutschlands. Reprint Melle, Mergus 1999.
- BÜTTIKER, B. 2008: Analyse des populations de corégones (*Coregonus* sp.) du lac de Neuchâtel (Suisse). Résultats du suivi 1981 à 2008. Bull. Soc. vaud. Sc. nat. 92.4: 165-187
- ENGELHARD, J.F.L. 1828: Der Stadt Murten Chronik und Bürgerbuch. Bern bei C.A. Jenni, Buchhändler.
- ENGELHARD, J.F.L. 1840: Statistisch-historisch-topographische Darstellung des Bezirks Murten. Bern, Hallersche Buchdruckerei.
- FATIO, V. 1890: Faune des vertébrés de la Suisse, Volume V Histoire naturelle des poissons. Genève et Bâle, H.Georg, libraire-éditeur.
- GESSNER, C. 1670: Vollkommenes Fisch-Buch: darstellend eine Abbildung aller grosser und kleiner Fische und seltzamer Meerwunder sammt einer umbstaendlichen Beschreibung. Unveränd. Nachdruck der Ausg. Frankfurt am Main, Serlin, 1670. – 1995.
- KIRCHHOFFER, A., BREITENSTEIN, M., FLÜCK, M. & KÜNG, Ch. 2005: La pêche professionnelle de corégones dans les lacs de Brienz, Thoune et Biene de 1984 à 2003. OFEFP, Inf. conc. la pêche No 80 : 16-37.
- KOTTELAT M. & FREYHOF J., 2007. Handbook of European Freshwater Fishes. Kottelat, Cornol, Switzerland and Freyhof, Berlin, Germany: 646 p..
- KOTTELAT, M. 1997: European freshwater fishes. An heuristic checklist of the freshwater fishes of Europe (exclusive of former USSR), with an introduction for non-systematists and comments on nomenclature and conservation. Biologia, Bratislava, Section Zoology 52 (Suppl. 5): 1-271.
- LABORATOIRE VD 2011: Caractérisation des habitats riverains et littoraux du lac de Morat. Suivi rive-lac. Rapport Laboratoire du Service des Eaux, Sols et Assainissement : 18 p.
- LIECHTI, P. 1994: L'état des lacs en Suisse. OFEFP, cahier de l'environnement No 237 : 1-163.
- MENG, H. J., MÜLLER, R. & W. GEIGER 1986. Growth, mortality and yield of stocked coregonid fingerlings identified by Microtags. Archiv für Hydrobiologie; Ergebnisse der Limnologie 22: 319 – 325.
- MÜLLER R., 2009. Verlangsamtes Felchenwachstum und seine Ursachen in Schweizer Seen. Bericht Limnos Fischuntersuchungen.
- MÜLLER, B. & SCHMID, M. 2009: Bilan du phosphore et de l'oxygène dans le lac de Morat. Rapport EAWAG : 44 p.
- MÜLLER, R., M. BREITENSTEIN, M. M. BIA, C. RELLSTAB & A. KIRCHHOFFER 2007: Bottom-up control of whitefish populations in ultra-oligotrophic Lake Brienz. *Aquatic Sciences* 69: 271-288.
- MÜLLER, R., MBWENEMO, B. M. & MENG, H. J. 1995. Die Felchenfischerei in einigen Seen der Zentralschweiz und des Mittellandes. BUWAL, Mitteilungen zur Fischerei Nr. 55: 109 – 128.
- NOËL, Ch. 1996 : Quelques aspects de biométrie et de biologie du Sandre (*Stizostedion lucioperca*) dans le lac artificiel de la Gruyère. Travail de diplôme Universités de Berne et de Neuchâtel : 76 p.
- PERIAT, G. 2012. Etude du peuplement pisciaire du Lac de Morat – Rapport définitive. Eawag, Projet Lac : 52 pp.
- RICKER W. E., 1975. Computation and Interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Board Can.* 191: 382 pp.
- STEINMANN, P. 1950: Monographie der schweizerischen Coregonen. Beitrag zum Problem der Entstehung neuer Arten. Schweiz. Zeitung für Hydrologie 12: 340-491.
- VONLANTHEN P., ROY D., HUDSON A. G., LARGIADÈR C. R., BITTNER D. & SEEHAUSEN O., 2008. Divergence along a steep ecological gradient in Lake whitefish (*Coregonus* sp.). *J. Evol. Biol.* 22: 498-514.
- VONLANTHEN, P. 2009: On speciation and its reversal in adaptive radiations - the central European whitefish system. Thèse de doctorat, Université de Berne : 150 p.
- VONLANTHEN, P., BITTNER, D., HUDSON, A. G., YOUNG, K. A., MÜLLER, R., LUNDGAARD-HANSEN, B., ROY, D., DIPIAZZA, S., LARGIADÈR, C. R. & SEEHAUSEN, O. 2012a : Eutrophication causes speciation reversal in whitefish adaptive radiations. *Nature* 482 : 357-363.
- VONLANTHEN, P., BITTNER, D., HUDSON, A. G., YOUNG, K. A., MÜLLER, R., LUNDGAARD-HANSEN, B., ROY, D., DIPIAZZA, S., LARGIADÈR, C. R. & SEEHAUSEN, O. 2012b : Eutrophication causes speciation reversal in whitefish adaptive radiations. Supplementary information. *Nature* : 1-13.