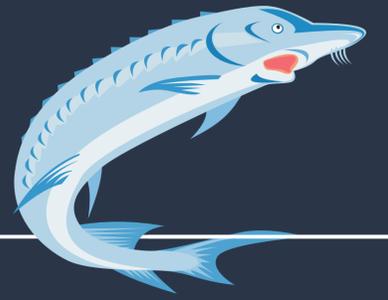


RENDEMENT EN ŒUFS DES ESTURGEONS



INTRODUCTION

Le caviar est considéré comme de l'or noir issu de la pisciculture. En 2019, la France, spécialisée dans l'esturgeon d'élevage, avec ses 45 tonnes de production annuelle était le deuxième producteur mondial, derrière la Chine.

L'entreprise **Sturgeon** élève deux espèces d'esturgeons : les **baeriis** et les **gueldens**. Son chiffre d'affaires a récemment bondi de 40 % après la maturité des alevins déversés dans ses bassins en 2011. Sa marque **Sturia** est aujourd'hui leader sur le marché.

Le marché du caviar est un marché porteur. Dès lors, le rendement en œufs des poissons est un critère primordial dans la performance économique des élevages. Ainsi, plus le poisson est gros, plus le nourrissage est coûteux pour l'entreprise.

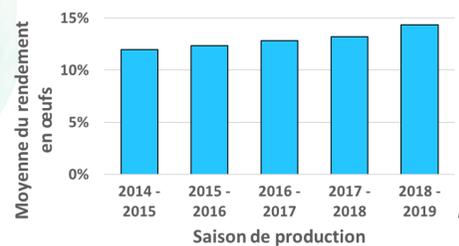
L'objectif est donc d'**expliquer** et de **modéliser** le rendement en œufs. Cela permettra d'améliorer la prévision du rendement selon les caractéristiques des esturgeons et de leur environnement.

LE RENDEMENT EN ŒUFS

Les esturgeons assurent en moyenne **13 %** de rendement en œufs, un chiffre en hausse depuis 2014. Cela peut être lié à une amélioration du processus d'élevage (alimentation, génétique) et de production. Autre élément d'explication, la maturité progressive des esturgeons de l'espèce des **gueldens** qui assurent de meilleurs rendements que l'espèce des **baeriis**.

$$\text{Rendement en œufs} = \frac{\text{Poids des œufs}}{\text{Poids du poisson}}$$

Figure 1 : Amélioration du rendement en œufs entre 2014 et 2019



Source : Base de données, Sturgeon



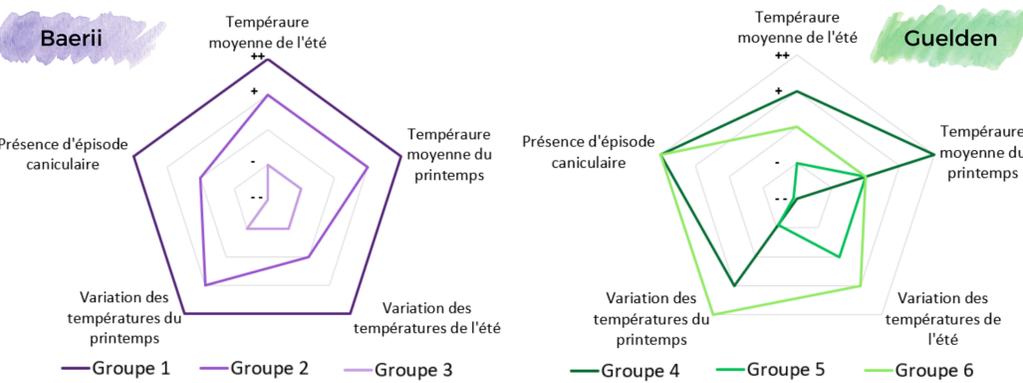
CLASSIFICATION

Les esturgeons sont structurés en six groupes homogènes selon leurs caractéristiques et leur environnement grâce à un partitionnement de données.

Les trois groupes de **baeriis** sont créés par **classification hiérarchique sur composantes principales**, tandis que les **gueldens** sont répartis en trois groupes selon la méthode de **classification ascendante hiérarchique**.

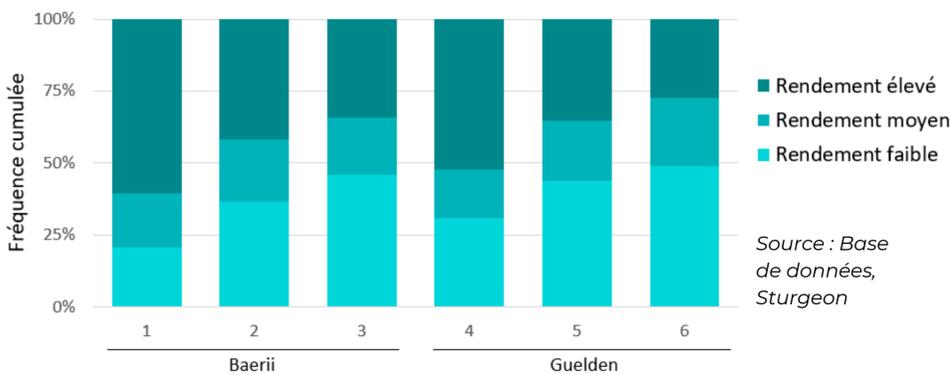
Figure 2 : Comparaison des groupes selon les données de température

Aide à la lecture : Les modalités vont du ++ au -- où "++" représente la modalité très élevée, et "--" la modalité très faible de la variable correspondante. Ainsi, une majorité des **baeriis** du groupe 1 ont une température moyenne très élevée en été.



Source : Base de données, Sturgeon

Figure 3 : 61 % des individus du groupe 1 ont un niveau élevé de rendement en œufs



Source : Base de données, Sturgeon

MODÉLISATION

L'objectif est d'établir un modèle de prévision du rendement en œufs. Le modèle de **régression linéaire multiple** construit est le suivant :

$$\widehat{\text{RendementOeufs}}_i = 10.9422 - 2.9263 \times 1_{\{EspeceType_i = \text{Baerii-FE}\}} - 3.1118 \times 1_{\{EspeceType_i = \text{Baerii-PG}\}} - 2.3446 \times 1_{\{EspeceType_i = \text{Baerii-PP}\}} + 0.0166 \times \text{AgeMois}_i + 0.1419 \times \text{TemperatureMoyenneEte}_i - 1.7517 \times \text{TemperatureEcartTypeEte}_i + 1.2061 \times \text{TemperatureEcartTypePrintemps}_i$$

Contrainte du modèle : $1_{\{EspeceType_i = \text{Guelden}\}} = 0$

Périodes :

Printemps : 1 avril - 31 mai

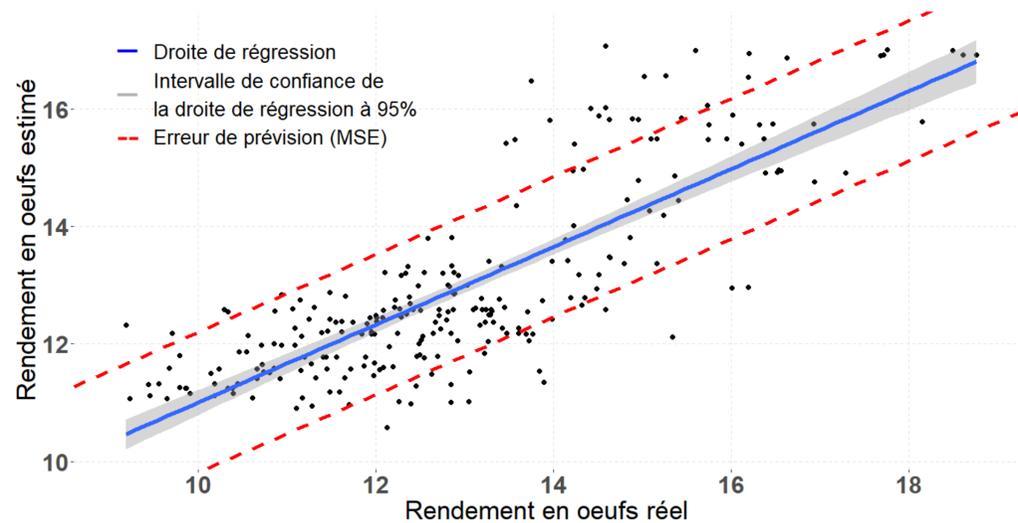
Été : 1 juin - 31 août

Tous nos coefficients sont significatifs au seuil de 5 %. Le **R²** est de **66,27 %**.

L'erreur de prévision est évaluée à environ 1,2 point de rendement avec des méthodes de validation croisée.

Figure 4 : Le modèle linéaire est bien ajusté aux données

Rendement en œufs réel et estimé par le modèle (en %) pour chacun des lots



Source : Base de données, Sturgeon

CONCLUSION

Les groupes issus de la classification présentent des niveaux de rendement différents, plus élevés pour les **gueldens** ayant eu un été chaud et de faibles variations de températures. Du côté des **baeriis**, le groupe ayant eu un été chaud et précoce avec de fortes variations de températures fournit de meilleurs rendements.

Le modèle est un modèle prédictif dont le but est, depuis l'analyse des rendements passés, de prédire le rendement en œufs d'un esturgeon en fonction de ses caractéristiques. Ce travail a permis de mettre en évidence l'impact positif des températures de l'été et de la variabilité des températures au printemps sur le niveau du rendement en œufs, et au contraire l'effet négatif d'une trop grande variabilité des températures en été.