**Supplementary Figures and Tables**

**Supplementary material to:** Human activity during an extreme heatwave alters predator-prey activity and increases indirect fishing mortality in a ubiquitous nearshore system

Jeff C. Clements1,2, Sarah Harrison1,2, Mylène Roussel1, Jillian Hunt1, Brooke-Lyn Power1,2, Rémi Sonier1

*1 Fisheries and Oceans Canada, 343 Université Ave., Moncton, NB E1C 9B6, Canada*

*2 University of New Brunswick, Department of Biological Sciences, 100 Tucker Park Rd., Saint John, NB E2L 4L5, Canada*

**\* Correspondence:** Jeff C. Clements, PhD

Fisheries and Oceans Canada, Gulf Region

343 Université Avenue, Moncton, NB E1C 9B6, Canada

Email: [jeffery.clements@dfo-mpo.gc.ca](mailto:jeffery.clements@dfo-mpo.gc.ca)

Tel: +1 (506) 866-6655

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5140-5751>

****

**Figure S1.** Average crab catches per unit effort at the ‘Loggiecroft’ monitoring site from the Kouchibouguac crab monitoring program from 2019-2024. Shaded areas in the top panels denote the timing and duration of each of the three-day mesocosm experiments conducted in 2024 (note that the May trial dates are not captured by the monitoring program). Each point represents an average of 1-4 traps within a year (n = 4, 4, 1, 2, 2, 2 sequentially from 2019-2024). Note that the dates of the crab monitoring program did not capture the days of our May experiment.

****

**Figure S2.** Proportion of sub-legal soft-shell clams reburrowed as a function of Julian date for two separate experiments conducted in 2021 (grey) and 2024 (red) at Kouchibouguac National Park. Data for 2021 are previously unpublished data from experiments detailed in Ledoux et al. (2023; <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2023.151916>). Data for 2024 were collected during the present study. The experimental trails conducted in June for each of the two years are highlighted by the grey shaded area. Acute environmental stress events captured by the two experiments are also denoted (i.e., *Heatwave* and *Low salinity*); the low salinity event in 2021 was driven by heavy rainfall. Dashed lines represent Loess fit curves for each year (0.5 step). Data points for 2021 are mean ± standard error of burrowing proportions for each experimental trial computed from n = 3 clams in each of n= 12 buckets across n = 4 sites in Kouchibouguac National Park (note that some buckets were excluded in 2021 as burrowing could not be determined; see **S7 Data** for raw data and Ledoux et al. 2021 for further explanation on data omissions). Data points for 2024 are mean ± standard error of burrowing proportions for each experimental trial computed from n = 5 clams in each of n = 15 buckets at n = 1 site in Kouchibouguac National Park (no data omissions).

****

**Figure S3.** Daily precipitation amounts (in mm) for each of the five months (May-September) in which experimental trials were conducted. Red points denote the three days during which the experimental trials took place in each month. Precipitation data were obtained from Environment Canada (Kouchibouguac weather station: [https://climate.weather.gc.ca/historical\_data/search\_historic\_data\_stations\_e.html? StationID=26968&Year=2018&Month=3&Day=5&timeframe=1&StartYear=1840&EndYear=2020&type=line&MeasTypeID=dptemp&time=LST&searchType=stnProx&txtRadius=25&optProxType=navLink&txtLatDecDeg=46.783333333333&txtLongDecDeg=65.016666666667&optLimit=specDate&selRowPerPage=25&station=KOUCHIBOUGUAC+CS](https://climate.weather.gc.ca/historical_data/search_historic_data_stations_e.html?%20StationID=26968&Year=2018&Month=3&Day=5&timeframe=1&StartYear=1840&EndYear=2020&type=line&MeasTypeID=dptemp&time=LST&searchType=stnProx&txtRadius=25&optProxType=navLink&txtLatDecDeg=46.783333333333&txtLongDecDeg=65.016666666667&optLimit=specDate&selRowPerPage=25&station=KOUCHIBOUGUAC+CS)

****

**Figure S4.** Size (shell length, mm) distributions of experimental sub-legal clams during each experiment (n = 150 clams per experiment). Colours denote a gradient from lowest (gray) to highest (red) mean air temperature during fishing.



**Figure S5.** Image of theexperimental layout during the May experimentshowing the three tide levels and different predator treatments. Not all replicate plots are visible in the photo (actual replication: n = 5 plots per predator treatment × tide level × experiment combination). Also note that lids are not on the predator exclusion plots in this photo (photo taken before clams were placed in plots). The spatial placement of predator treatments was randomized prior to each experimental trial.

**Table S1.** Results of Bayesian generalized linear mixed models for the effects of experimental trial (May, June, July, August, September), predator treatment (predator inclusion, predator exclusion), time since fishing (24 h, 48 h), and tide level (intertidal, shallow subtidal, deeper subtidal) on the proportion of reburowed and dead clams. Statistical models included Plot ID as a random variable to account for spatial effects and repeated measures over the two time points. Results were generated using the *Anova()* function from the ‘car’ package in R, which provides Wald chi-square test results for fixed effects. Bolded text denotes significant effects at p ≤ 0.05; italicized text denotes marginally non-significant effects at p ≤ 0.10.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Source of error | 𝛘2 | df | p-value |
| *Reburrowing* |  |  |  |
| **(Intercept)** | **7.75** | **1** | **0.0054** |
| **Trial** | **16.13** | **4** | **0.0029** |
| Predator treatment | 0.01 | 1 | 0.9055 |
| Time | 0.04 | 1 | 0.8502 |
| Tide level | 1.17 | 2 | 0.5585 |
| Trial × Predator treatment | 3.61 | 4 | 0.4618 |
| Trial × Time | 1.60 | 4 | 0.8094 |
| Predator treatment × Time | 0.03 | 1 | 0.8529 |
| Trial × Tide level | 1.78 | 8 | 0.9870 |
| Predator treatment × Tide level | 0.02 | 2 | 0.9909 |
| Time × Tide level | 1.35 | 2 | 0.5104 |
| Trial × Predator treatment × Time | 0.59 | 4 | 0.9642 |
| Trial × Predator treatment × Tide level | 0.89 | 8 | 0.9989 |
| Trial × Time × Tide level | 0.64 | 8 | 0.9997 |
| Predator treatment × Time × Tide level | 0.37 | 2 | 0.8295 |
| Trial × Predator treatment × Time × Tide level | 0.33 | 8 | >0.9999 |
|  |  |  |  |
| *Mortality* |  |  |  |
| **(Intercept)** | **44.14** | **1** | **<0.0001** |
| **Trial** | **37.07** | **4** | **<0.0001** |
| **Predator treatment** | **11.53** | **1** | **0.0007** |
| *Time* | *3.40* | *1* | *0.0651* |
| Tide level | 0.64 | 2 | 0.7264 |
| Trial × Predator treatment | 3.06 | 4 | 0.5474 |
| **Trial × Time** | **12.80** | **4** | **0.0123** |
| **Predator treatment × Time** | **9.03** | **1** | **0.0027** |
| Trial × Tide level | 5.46 | 8 | 0.7072 |
| Predator treatment × Tide level | 1.20 | 2 | 0.5487 |
| Time × Tide level | 4.18 | 2 | 0.1239 |
| *Trial × Predator treatment × Time* | *8.40* | *4* | *0.0781* |
| Trial × Predator treatment × Tide level | 8.74 | 8 | 0.3646 |
| Trial × Time × Tide level | 5.35 | 8 | 0.7193 |
| Predator treatment × Time × Tide level | 2.58 | 2 | 0.2752 |
| Trial × Predator treatment × Time × Tide level | 4.05 | 8 | 0.8527 |

**Table S2.** Results of pairwise tests between experimental trials on the proportion of reburrowed clams. Results were generated using the *pairs()* function from a pairwise model generated using the *emmeans()* function from the ‘emmeans’ package in R. Bolded text denotes significant effects at p ≤ 0.05; italicized text denotes marginally non-significant effects at p ≤ 0.10. Results are pooled across predator treatments, times, and tide levels.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Contrast | Estimate | SE | df | z-ratio | p-value |
| Aug - July | -1.43 | 1.32 | Inf | -1.08 | 0.8154 |
| **Aug - June** | **8.19** | **1.93** | **Inf** | **4.24** | **0.0002** |
| Aug - May | -1.43 | 1.42 | Inf | -1.00 | 0.8544 |
| Aug - Sept | -0.81 | 1.15 | Inf | -0.70 | 0.9560 |
| **July - June** | **9.62** | **2.22** | **Inf** | **4.34** | **0.0001** |
| July - May | 0.01 | 1.80 | Inf | 0.01 | >0.9999 |
| July - Sept | 0.63 | 1.61 | Inf | 0.39 | 0.9952 |
| **June - May** | **-9.62** | **2.24** | **Inf** | **-4.28** | **0.0002** |
| **June - Sept** | **-9.00** | **2.13** | **Inf** | **-4.23** | **0.0002** |
| May - Sept | 0.62 | 1.68 | Inf | 0.37 | 0.9961 |

**Table S3.** Results of pairwise tests between experimental trials for each predator treatment and each time (since fishing) for the proportion of dead clams. Results were generated using the *pairs()* function from a pairwise model generated using the *emmeans()* function from the ‘emmeans’ package in R. Bolded text denotes significant effects at p ≤ 0.05; italicized text denotes marginally non-significant effects at p ≤ 0.10. Results are pooled across tide levels.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Contrast | Estimate |  | SE | df | z-ratio | p-value |
| *Predator exclusion* |  |  |  |  |  |  |
| 24 h: |  |  |  |  |  |  |
| Aug - July | -0.32 |  | 2.99 | Inf | -0.11 | >0.9999 |
| **Aug - June** | **-10.99** |  | **2.05** | **Inf** | **-5.36** | **<0.0001** |
| Aug - May | 4.56 |  | 3.29 | Inf | 1.39 | 0.6368 |
| Aug - Sept | -1.74 |  | 2.71 | Inf | -0.64 | 0.9683 |
| **July - June** | **-10.67** |  | **3.58** | **Inf** | **-2.98** | **0.0239** |
| July - May | 4.87 |  | 4.44 | Inf | 1.10 | 0.8075 |
| July - Sept | -1.42 |  | 4.01 | Inf | -0.36 | 0.9966 |
| **June - May** | **15.54** |  | **3.87** | **Inf** | **4.02** | **0.0006** |
| **June - Sept** | **9.25** |  | **3.11** | **Inf** | **2.97** | **0.0247** |
| May - Sept | -6.29 |  | 4.25 | Inf | -1.48 | 0.5756 |
|  |  |  |  |  |  |  |
| 48 h: |  |  |  |  |  |  |
| Aug - July | -0.47 |  | 3.53 | Inf | -0.13 | 0.9999 |
| **Aug - June** | **-18.41** |  | **2.85** | **Inf** | **-6.46** | **<0.0001** |
| Aug - May | 4.93 |  | 4.34 | Inf | 1.14 | 0.7877 |
| Aug - Sept | -2.01 |  | 3.59 | Inf | -0.56 | 0.9809 |
| **July - June** | **-17.93** |  | **4.46** | **Inf** | **-4.02** | **0.0006** |
| July - May | 5.40 |  | 5.57 | Inf | 0.97 | 0.8690 |
| July - Sept | -1.54 |  | 5.00 | Inf | -0.31 | 0.9981 |
| **June - May** | **23.33** |  | **5.17** | **Inf** | **4.51** | **0.0001** |
| **June - Sept** | **16.40** |  | **4.54** | **Inf** | **3.61** | **0.0028** |
| May - Sept | -6.93 |  | 5.61 | Inf | -1.24 | 0.7298 |
|  |  |  |  |  |  |  |
| *Predator inclusion* |  |  |  |  |  |  |
| 24 h: |  |  |  |  |  |  |
| Aug - July | 2.32 |  | 3.43 | Inf | 0.68 | 0.9617 |
| **Aug - June** | **-9.01** |  | **2.22** | **Inf** | **-4.06** | **0.0005** |
| Aug - May | 9.03 |  | 4.33 | Inf | 2.08 | 0.2275 |
| Aug - Sept | -3.56 |  | 2.26 | Inf | -1.58 | 0.5117 |
| **July - June** | **-11.33** |  | **3.97** | **Inf** | **-2.86** | **0.0349** |
| July - May | 6.71 |  | 5.50 | Inf | 1.22 | 0.7405 |
| July - Sept | -5.88 |  | 3.99 | Inf | -1.47 | 0.5792 |
| **June - May** | **18.03** |  | **4.85** | **Inf** | **3.72** | **0.0019** |
| **June - Sept** | **5.45** |  | **1.68** | **Inf** | **3.24** | **0.0104** |
| *May - Sept* | *-12.58* |  | *4.86* | *Inf* | *-2.59* | *0.0722* |
|  |  |  |  |  |  |  |
| 48 h: |  |  |  |  |  |  |
| Aug - July | 0.78 |  | 1.62 | Inf | 0.48 | 0.9888 |
| Aug - June | -9.82 |  | 4.05 | Inf | -2.42 | 0.1089 |
| Aug - May | 9.11 |  | 5.14 | Inf | 1.77 | 0.3892 |
| Aug - Sept | 1.09 |  | 1.75 | Inf | 0.62 | 0.9715 |
| *July - June* | *-10.61* |  | *4.25* | *Inf* | *-2.50* | *0.0918* |
| July - May | 8.33 |  | 5.27 | Inf | 1.58 | 0.5111 |
| July - Sept | 0.31 |  | 2.04 | Inf | 0.15 | 0.9999 |
| **June - May** | **18.93** |  | **6.50** | **Inf** | **2.91** | **0.0294** |
| *June - Sept* | *10.91* |  | *4.27* | *Inf* | *2.56* | *0.0790* |
| May - Sept | -8.02 |  | 5.32 | Inf | -1.51 | 0.5567 |

**Table S4.** Results of pairwise tests between predator treatments for each experimental trial and time (since fishing) for the proportion of dead clams. Results were generated using the *pairs()* function from a pairwise model generated using the *emmeans()* function from the ‘emmeans’ package in R. Bolded text denotes significant effects at p ≤ 0.05; italicized text denotes marginally non-significant effects at p ≤ 0.10. Results are pooled across tide levels.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Contrast | Estimate | SE | df | z-ratio | p-value |
| *24 h* |  |  |  |  |  |
| May: PE - PI | -1.23 | 3.88 | Inf | -0.32 | 0.7512 |
| **June: PE - PI** | **-3.72** | **1.13** | **Inf** | **-3.29** | **0.0010** |
| July: PE - PI | -3.06 | 3.60 | Inf | -0.85 | 0.3943 |
| **Aug: PE - PI** | **-5.70** | **2.07** | **Inf** | **-2.75** | **0.0059** |
| **Sept: PE - PI** | **-7.52** | **3.11** | **Inf** | **-2.42** | **0.0157** |
|  |  |  |  |  |  |
| *48 h* |  |  |  |  |  |
| *May: PE - PI* | *-8.46* | *5.1* | *Inf* | *-1.66* | *0.0971* |
| June: PE - PI | -4.06 | 4.01 | Inf | -1.01 | 0.3109 |
| **July: PE - PI** | **-11.39** | **4.38** | **Inf** | **-2.60** | **0.0093** |
| **Aug: PE - PI** | **-12.65** | **2.74** | **Inf** | **-4.62** | **<0.0001** |
| **Sept: PE - PI** | **-9.55** | **4.46** | **Inf** | **-2.14** | **0.0325** |

**Table S5.** Results of pairwise tests between individual time points (since fishing) for each experimental trial and predator treatment for the proportion of dead clams. Results were generated using the *pairs()* function from a pairwise model generated using the *emmeans()* function from the ‘emmeans’ package in R. Bolded text denotes significant effects at p ≤ 0.05; italicized text denotes marginally non-significant effects at p ≤ 0.10. Results are pooled across tide levels.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Contrast | Estimate | SE | df | z-ratio | p-value |
| *Predator exclusion* |  |  |  |  |  |
| May: 24 - 48 h | 3.11 | 3.96 | Inf | 0.78 | 0.4329 |
| **June: 24 - 48 h** | **-4.68** | **1.69** | **Inf** | **-2.78** | **0.0055** |
| July: 24 - 48 h | 2.58 | 3.69 | Inf | 0.70 | 0.4837 |
| *Aug: 24 - 48 h* | *-4.48* | *2.38* | *Inf* | *-1.88* | *0.0605* |
| Sept: 24 - 48 h | 2.47 | 3.35 | Inf | 0.74 | 0.4616 |
|  |  |  |  |  |  |
| *Predator inclusion* |  |  |  |  |  |
| May: 24 - 48 h | -4.13 | 4.8 | Inf | -0.86 | 0.3898 |
| June: 24 - 48 h | -5.03 | 3.98 | Inf | -1.26 | 0.2067 |
| July: 24 - 48 h | -5.75 | 3.92 | Inf | -1.47 | 0.1427 |
| **Aug: 24 - 48 h** | **-4.21** | **2.12** | **Inf** | **-1.99** | **0.0472** |
| Sept: 24 - 48 h | 0.44 | 1.91 | Inf | 0.23 | 0.8183 |

**Table S6.** Results of generalized additive mixed models for the effects of average air temperature during fishing (continuous smoothed term), predator treatment (categorical parametric term with two levels; predator inclusion, predator exclusion), time since fishing (categorical parametric term with two levels; 24 h, 48 h), and tide level (categorical parametric term with three levels; intertidal, shallow subtidal, deeper subtidal) on the proportion of reburrowed and dead clams. Interactions between the three categorical parametric terms were included in the models. Statistical models included Julian date (continuous smoothed term) as a random variable. Results were generated using the *anova()* function, specifying ‘$gam’ on the model (built using the *gam()* function from the ‘mgcv’ package). Bolded text denotes significant effects at p ≤ 0.05; italicized text denotes marginally non-significant effects at p ≤ 0.10. For smooth terms, ‘edf’ = effective degrees of freedom;’rdf’ = reference degrees of freedom.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Term type | Source of error | df (edf, rdf) | F-value | P-value |
| *Reburrowing* |  |  |  |  |
| Parametric | Predator treatment | 1 | 1.7 | 0.1870 |
|  | Time | 1 | 0.1 | 0.7830 |
|  | Tide level | 2 | 1.3 | 0.2860 |
|  | Predator treatment × Time | 1 | 0.1 | 0.8050 |
|  | Predator treatment × Tide level | 2 | 0.1 | 0.9220 |
|  | Time × Tide level | 2 | 0.2 | 0.8160 |
|  | Predator treatment × Time × Tide level | 2 | 0.0 | 0.9760 |
| Smooth | **Average air temperature** | **(2.0, 2.0)** | **164.4** | **<0.0001** |
|  | **Julian date** | **(5.4, 1.0)** | **0.0** | **0.0137** |
|  |  |  |  |  |
| *Mortality* |  |  |  |  |
| Parametric | **Predator treatment** | **1** | **12.5** | **0.0005** |
|  | **Time** | **1** | **8.8** | **0.0032** |
|  | Tide level | 2 | 1.4 | 0.2610 |
|  | **Predator treatment × Time** | **1** | **5.1** | **0.0252** |
|  | Predator treatment × Tide level | 2 | 1.8 | 0.1668 |
|  | Time × Tide level | 2 | 1.1 | 0.3305 |
|  | Predator treatment × Time × Tide level | 2 | 1.2 | 0.3123 |
| Smooth | **Average air temperature** | **(1.0, 1.0)** | **202.5** | **<0.0001** |
|  | Julian date | (3.0, 1.0) | 0.0 | 0.2790 |

**Table S7.** Approximate timing (hh:mm) of events for each of the five experimental trials, including the predicted low tide time at Pointe Sapin (Environment Canada Tide Station 01830), the approximate time that fishing commenced (time of first shell length recording), trial start time, and the maximum time that a clam would have endured handling from the time it was captured to the time it was released into the experimental plot. Note that the "Fishing to release" time represents the time from the first clam being caught and measured to the time the experiment started.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Trial** | **Date** | **Low tide** | **Fishing start** | **Trial start** | **Fishing to release** |
| May | 22-May | 11:36 | 10:50 | 14:15 | 3:25 |
| June | 20-Jun | 11:38 | 10:20 | 14:25 | 4:05 |
| July | 3-Jul | 10:13 | 8:45 | 13:15 | 4:30 |
| August | 19-Aug | 11:41 | 11:35 | 15:45 | 4:10 |
| September | 16-Sep | 9:54 | 9:30 | 14:00 | 4:30 |

**Figures et tableaux supplémentaires**

**Matériel supplémentaire pour :** Human activity during an extreme heatwave alters predator-prey activity and increases indirect fishing mortality in a ubiquitous nearshore system

Jeff C. Clements1,2, Sarah Harrison1,2, Mylène Roussel1, Jillian Hunt1, Brooke-Lyn Power1,2, Rémi Sonier1

*1 Pêches et Océans Canada, 343 Avenue Université., Moncton, NB E1C 9B6, Canada*

*2 Department of Biological Sciences, University of New Brunswick, 100 Tucker Park Rd., Saint John, NB E2L 4L5, Canada*

**Correspondance:** Jeff C. Clements, PhD

Pêches et Océans Canada, Région du Golfe

343 Avenue Université, Moncton, NB E1C 9B6, Canada

Courriel: [jeffery.clements@dfo-mpo.gc.ca](mailto:jeffery.clements@dfo-mpo.gc.ca)

Tel: +1 (506) 866-6655

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5140-5751>

****

**Figure S1.** Prises moyennes de crabes par unité d'effort au site de surveillance « Loggiecroft » dans le cadre du programme de surveillance des crabes de Kouchibouguac de 2019 à 2024. Les zones ombrées dans les panneaux supérieurs indiquent le moment et la durée de chacune des expériences en mésocosme de trois jours menées en 2024 (notez que les dates des essais de mai ne sont pas saisies par le programme de surveillance). Chaque point représente une moyenne de 1 à 4 pièges au cours d'une année (n = 4, 4, 1, 2, 2, 2 séquentiellement de 2019 à 2024). Notez que les dates du programme de surveillance des crabes n'ont pas pris en compte les jours de notre expérience de mai.

****

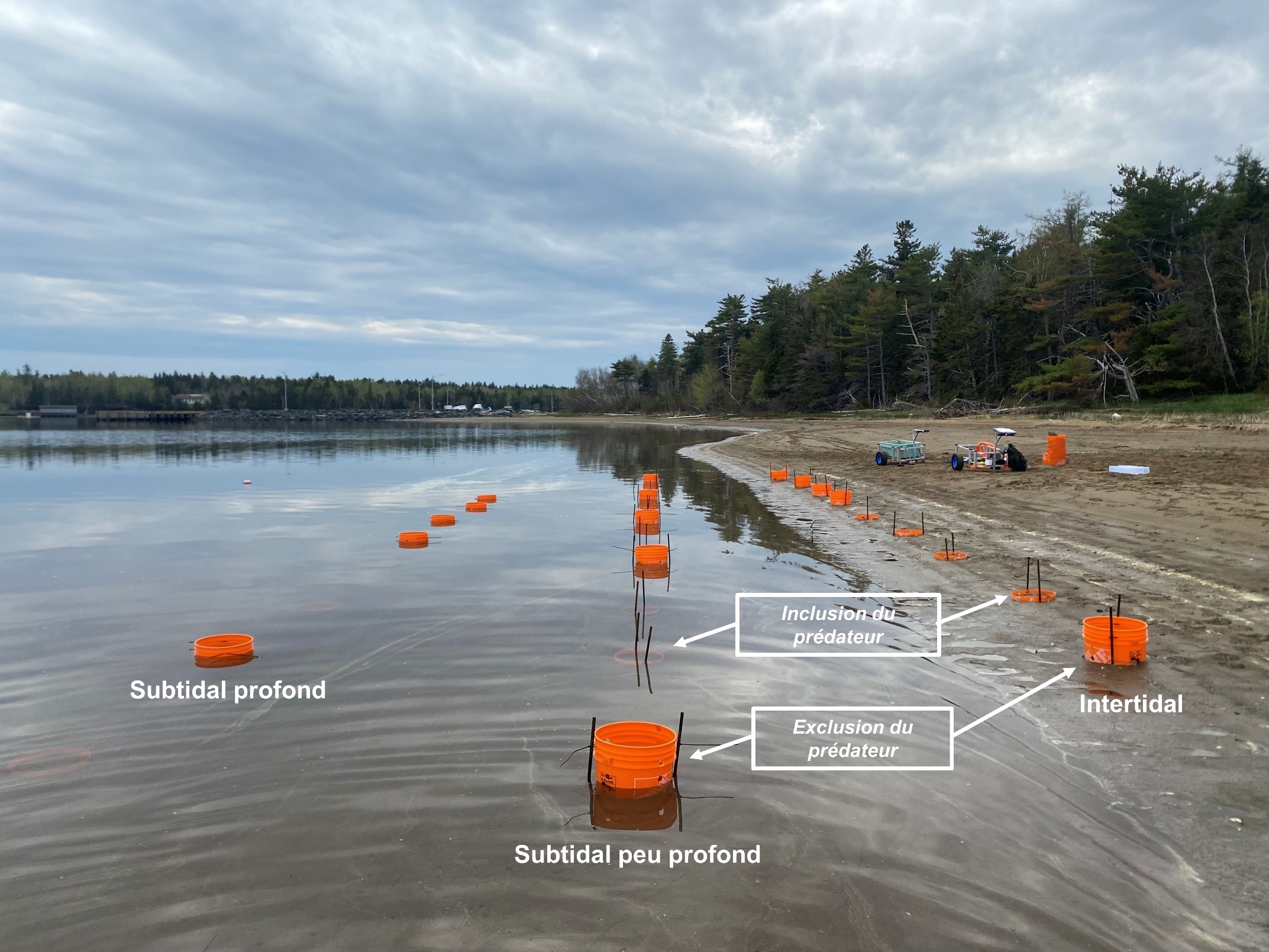
**Figure S2.** Proportion de myes sublégales remises à l'eau en fonction de la date julienne pour deux expériences distinctes menées en 2021 (gris) et 2024 (rouge) au Parc National Kouchibouguac. Les données pour 2021 sont des données inédites provenant d'expériences détaillées dans Ledoux et al. (2023; <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2023.151916>). Les données de 2024 ont été recueillies dans le cadre de la présente étude. Les sentiers expérimentaux menés en juin pour chacune des deux années sont mis en évidence par la zone ombrée en gris. Les événements de stress environnemental aigu saisis par les deux expériences sont également indiqués (c.-à-d. canicule et faible salinité) ; l'événement de faible salinité en 2021 a été provoqué par de fortes précipitations. Les lignes en pointillé représentent les courbes d'ajustement de Loess pour chaque année (pas de 0,5). Les points de données pour 2021 sont la moyenne ± l'erreur type des proportions de fouissement pour chaque essai expérimental calculé à partir de n = 3 myes dans chacun des n = 12 seaux sur n = 4 sites dans le Parc National Kouchibouguac (il est à noter que certains seaux ont été exclus en 2021 parce que le fouissement n'a pu être déterminé ; voir **S7 Data** pour les données brutes et Ledoux et al. 2021 pour plus d'explications sur les omissions de données). Les points de données pour 2024 sont la moyenne ± l'erreur-type des proportions d'enfouissement pour chaque essai expérimental calculé à partir de n = 5 myes dans chacun des n = 15 godets à n = 1 site dans le Parc National Kouchibouguac (aucune omission de données).

****

**Figure S3.** Quantités de précipitations quotidiennes (en mm) pour chacun des cinq mois (Mai-Septembre) au cours desquels des essais expérimentaux ont été menés. Les points rouges indiquent les trois jours au cours desquels les essais expérimentaux ont eu lieu pour chaque mois. Les données de précipitations ont été obtenues auprès d'Environnement Canada (station météorologique de Kouchibouguac: [https://climate.weather.gc.ca/historical\_data/search\_historic\_data\_stations\_e.html? StationID=26968&Year=2018&Month=3&Day=5&timeframe=1&StartYear=1840&EndYear=2020&type=line&MeasTypeID=dptemp&time=LST&searchType=stnProx&txtRadius=25&optProxType=navLink&txtLatDecDeg=46.783333333333&txtLongDecDeg=65.016666666667&optLimit=specDate&selRowPerPage=25&station=KOUCHIBOUGUAC+CS](https://climate.weather.gc.ca/historical_data/search_historic_data_stations_e.html?%20StationID=26968&Year=2018&Month=3&Day=5&timeframe=1&StartYear=1840&EndYear=2020&type=line&MeasTypeID=dptemp&time=LST&searchType=stnProx&txtRadius=25&optProxType=navLink&txtLatDecDeg=46.783333333333&txtLongDecDeg=65.016666666667&optLimit=specDate&selRowPerPage=25&station=KOUCHIBOUGUAC+CS)

****

**Figure S4.** Distribution des tailles (longueur de coquille, mm) des palourdes sublégales expérimentales au cours de chaque expérience (n = 150 palourdes par expérience). Les couleurs indiquent un gradient de la température moyenne de l'air la plus basse (gris) à la plus élevée (rouge) pendant la pêche.



**Figure S5.** Image de la disposition expérimentale pendant l'expérience de mai, montrant les trois niveaux de marée et les différents traitements contre les prédateurs. Toutes les parcelles répliquées ne sont pas visibles sur la photo (réplication réelle : n = 5 parcelles par traitement prédateur × niveau de marée × combinaison d'expériences). Notez également que les couvercles ne sont pas sur les parcelles d'exclusion des prédateurs sur cette photo (photo prise avant que les palourdes ne soient placées dans les parcelles). L'emplacement spatial des traitements contre les prédateurs a été randomisé avant chaque essai expérimental.

**Tableau S1.** Résultats des modèles linéaires mixtes généralisés bayésiens pour les effets de l'essai expérimental (mai, juin, juillet, août, Septembreembre), du traitement du prédateur (inclusion du prédateur, exclusion du prédateur), du temps écoulé depuis la pêche (24 h, 48 h), et du niveau de marée (intertidal, subtidal peu profond, subtidal plus profond) sur la proportion de palourdes enfouies et mortes. Les modèles statistiques incluaient l'ID de la parcelle comme variable aléatoire pour tenir compte des effets spatiaux et des mesures répétées sur les deux points temporels. Les résultats ont été générés à l'aide de la fonction *Anova()* du paquetage 'car' de R, qui fournit les résultats du test chi-carré de Wald pour les effets fixes. Le texte en gras indique des effets significatifs à p ≤ 0,05 ; le texte en italique indique des effets marginalement non significatifs à p ≤ 0,10.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Source de l'erreur | 𝛘2 | df | valeur-p |
| *Enfouissement* |  |  |  |
| **(Interception)** | **7.75** | **1** | **0.0054** |
| **Procès** | **16.13** | **4** | **0.0029** |
| Traitement des prédateurs | 0.01 | 1 | 0.9055 |
| Temps | 0.04 | 1 | 0.8502 |
| Niveau de marée | 1.17 | 2 | 0.5585 |
| Procès × Traitement des prédateurs | 3.61 | 4 | 0.4618 |
| Procès × Temps | 1.60 | 4 | 0.8094 |
| Traitement des prédateurs × Temps | 0.03 | 1 | 0.8529 |
| Procès × Niveau de marée | 1.78 | 8 | 0.9870 |
| Traitement des prédateurs × Niveau de marée | 0.02 | 2 | 0.9909 |
| Temps × Niveau de marée | 1.35 | 2 | 0.5104 |
| Procès × Traitement des prédateurs × Temps | 0.59 | 4 | 0.9642 |
| Procès × Traitement des prédateurs × Niveau de marée | 0.89 | 8 | 0.9989 |
| Procès × Temps × Niveau de marée | 0.64 | 8 | 0.9997 |
| Traitement des prédateurs × Temps × Niveau de marée | 0.37 | 2 | 0.8295 |
| Procès × Traitement des prédateurs × Temps × Niveau de marée | 0.33 | 8 | >0.9999 |
|  |  |  |  |
| *Mortalité* |  |  |  |
| **(Interception)** | **44.14** | **1** | **<0.0001** |
| **Procès** | **37.07** | **4** | **<0.0001** |
| **Traitement des prédateurs** | **11.53** | **1** | **0.0007** |
| *Temps* | *3.40* | *1* | *0.0651* |
| Niveau de marée | 0.64 | 2 | 0.7264 |
| Procès × Traitement des prédateurs | 3.06 | 4 | 0.5474 |
| **Procès × Temps** | **12.80** | **4** | **0.0123** |
| **Traitement des prédateurs × Temps** | **9.03** | **1** | **0.0027** |
| Procès × Niveau de marée | 5.46 | 8 | 0.7072 |
| Traitement des prédateurs × Niveau de marée | 1.20 | 2 | 0.5487 |
| Temps × Niveau de marée | 4.18 | 2 | 0.1239 |
| *Procès × Traitement des prédateurs × Temps* | *8.40* | *4* | *0.0781* |
| Procès × Traitement des prédateurs × Niveau de marée | 8.74 | 8 | 0.3646 |
| Procès × Temps × Niveau de marée | 5.35 | 8 | 0.7193 |
| Traitement des prédateurs × Temps × Niveau de marée | 2.58 | 2 | 0.2752 |
| Procès × Traitement des prédateurs × Temps × Niveau de marée | 4.05 | 8 | 0.8527 |

**Tableau S2.** Résultats des tests par paires entre les essais expérimentaux sur la proportion de palourdes enfouies. Les résultats ont été générés à l'aide de la fonction pairs() d'un modèle par paire généré à l'aide de la fonction emmeans() du paquetage 'emmeans' de R. Le texte en gras dénote des effets significatifs à p ≤ 0,05 ; le texte en italique dénote des effets marginalement non significatifs à p ≤ 0,10. Les résultats sont regroupés pour l'ensemble des traitements contre les prédateurs, des périodes et des niveaux de marée.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Contraste | Estimation | SE | df | rapport z | valeur-p |
| Août - Juillet | -1.43 | 1.32 | Inf | -1.08 | 0.8154 |
| **Août - Juin** | **8.19** | **1.93** | **Inf** | **4.24** | **0.0002** |
| Août - Mai | -1.43 | 1.42 | Inf | -1.00 | 0.8544 |
| Août - Septembre | -0.81 | 1.15 | Inf | -0.70 | 0.9560 |
| **Juillet - Juin** | **9.62** | **2.22** | **Inf** | **4.34** | **0.0001** |
| Juillet - Mai | 0.01 | 1.80 | Inf | 0.01 | >0.9999 |
| Juillet - Septembre | 0.63 | 1.61 | Inf | 0.39 | 0.9952 |
| **Juin - Mai** | **-9.62** | **2.24** | **Inf** | **-4.28** | **0.0002** |
| **Juin - Septembre** | **-9.00** | **2.13** | **Inf** | **-4.23** | **0.0002** |
| Mai - Septembre | 0.62 | 1.68 | Inf | 0.37 | 0.9961 |

**Tableau S3.** Résultats des tests par paires entre les essais expérimentaux pour chaque traitement de prédateur et chaque temps (depuis la pêche) pour la proportion de palourdes mortes. Les résultats ont été générés à l'aide de la fonction pairs() d'un modèle par paire généré à l'aide de la fonction emmeans() du paquetage 'emmeans' de R. Le texte en gras dénote des effets significatifs à p ≤ 0,05 ; le texte en italique dénote des effets marginalement non significatifs à p ≤ 0,10. Les résultats sont regroupés pour tous les niveaux de marée.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Contraste | Estimation |  | SE | df | rapport-z | valeur-p |
| *Exclusion des prédateurs* |  |  |  |  |  |  |
| 24 h: |  |  |  |  |  |  |
| Août - Juillet | -0.32 |  | 2.99 | Inf | -0.11 | >0.9999 |
| **Août - Juin** | **-10.99** |  | **2.05** | **Inf** | **-5.36** | **<0.0001** |
| Août - Mai | 4.56 |  | 3.29 | Inf | 1.39 | 0.6368 |
| Août - Septembre | -1.74 |  | 2.71 | Inf | -0.64 | 0.9683 |
| **Juillet - Juin** | **-10.67** |  | **3.58** | **Inf** | **-2.98** | **0.0239** |
| Juillet - Mai | 4.87 |  | 4.44 | Inf | 1.10 | 0.8075 |
| Juillet - Septembre | -1.42 |  | 4.01 | Inf | -0.36 | 0.9966 |
| **Juin - Mai** | **15.54** |  | **3.87** | **Inf** | **4.02** | **0.0006** |
| **Juin - Septembre** | **9.25** |  | **3.11** | **Inf** | **2.97** | **0.0247** |
| Mai - Septembre | -6.29 |  | 4.25 | Inf | -1.48 | 0.5756 |
|  |  |  |  |  |  |  |
| 48 h: |  |  |  |  |  |  |
| Août - Juillet | -0.47 |  | 3.53 | Inf | -0.13 | 0.9999 |
| **Août - Juin** | **-18.41** |  | **2.85** | **Inf** | **-6.46** | **<0.0001** |
| Août - Mai | 4.93 |  | 4.34 | Inf | 1.14 | 0.7877 |
| Août - Septembre | -2.01 |  | 3.59 | Inf | -0.56 | 0.9809 |
| **Juillet - Juin** | **-17.93** |  | **4.46** | **Inf** | **-4.02** | **0.0006** |
| Juillet - Mai | 5.40 |  | 5.57 | Inf | 0.97 | 0.8690 |
| Juillet - Septembre | -1.54 |  | 5.00 | Inf | -0.31 | 0.9981 |
| **Juin - Mai** | **23.33** |  | **5.17** | **Inf** | **4.51** | **0.0001** |
| **Juin - Septembre** | **16.40** |  | **4.54** | **Inf** | **3.61** | **0.0028** |
| Mai - Septembre | -6.93 |  | 5.61 | Inf | -1.24 | 0.7298 |
|  |  |  |  |  |  |  |
| *Inclusion des prédateurs* |  |  |  |  |  |  |
| 24 h: |  |  |  |  |  |  |
| Août - Juillet | 2.32 |  | 3.43 | Inf | 0.68 | 0.9617 |
| **Août - Juin** | **-9.01** |  | **2.22** | **Inf** | **-4.06** | **0.0005** |
| Août - Mai | 9.03 |  | 4.33 | Inf | 2.08 | 0.2275 |
| Août - Septembre | -3.56 |  | 2.26 | Inf | -1.58 | 0.5117 |
| **Juillet - Juin** | **-11.33** |  | **3.97** | **Inf** | **-2.86** | **0.0349** |
| Juillet - Mai | 6.71 |  | 5.50 | Inf | 1.22 | 0.7405 |
| Juillet - Septembre | -5.88 |  | 3.99 | Inf | -1.47 | 0.5792 |
| **Juin - Mai** | **18.03** |  | **4.85** | **Inf** | **3.72** | **0.0019** |
| **Juin - Septembre** | **5.45** |  | **1.68** | **Inf** | **3.24** | **0.0104** |
| *Mai - Septembre* | *-12.58* |  | *4.86* | *Inf* | *-2.59* | *0.0722* |
|  |  |  |  |  |  |  |
| 48 h: |  |  |  |  |  |  |
| Août - Juillet | 0.78 |  | 1.62 | Inf | 0.48 | 0.9888 |
| Août - Juin | -9.82 |  | 4.05 | Inf | -2.42 | 0.1089 |
| Août - Mai | 9.11 |  | 5.14 | Inf | 1.77 | 0.3892 |
| Août - Septembre | 1.09 |  | 1.75 | Inf | 0.62 | 0.9715 |
| *Juillet - Juin* | *-10.61* |  | *4.25* | *Inf* | *-2.50* | *0.0918* |
| Juillet - Mai | 8.33 |  | 5.27 | Inf | 1.58 | 0.5111 |
| Juillet - Septembre | 0.31 |  | 2.04 | Inf | 0.15 | 0.9999 |
| **Juin - Mai** | **18.93** |  | **6.50** | **Inf** | **2.91** | **0.0294** |
| *Juin - Septembre* | *10.91* |  | *4.27* | *Inf* | *2.56* | *0.0790* |
| Mai - Septembre | -8.02 |  | 5.32 | Inf | -1.51 | 0.5567 |

**Tableau S4.** Résultats des tests par paires entre les traitements contre les prédateurs pour chaque essai expérimental et le temps (depuis la pêche) pour la proportion de palourdes mortes. Les résultats ont été générés à l'aide de la fonction pairs() d'un modèle par paire généré à l'aide de la fonction emmeans() du paquetage 'emmeans' de R. Le texte en gras dénote des effets significatifs à p ≤ 0,05 ; le texte en italique dénote des effets marginalement non significatifs à p ≤ 0,10. Les résultats sont regroupés pour tous les niveaux de marée. PE = exclusion des prédateurs ; PI = inclusion des prédateurs.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Contraste | Estimation | SE | df | rapport-z | valeur-p |
| *24 h* |  |  |  |  |  |
| Mai: PE - PI | -1.23 | 3.88 | Inf | -0.32 | 0.7512 |
| **Juin: PE - PI** | **-3.72** | **1.13** | **Inf** | **-3.29** | **0.0010** |
| Juillet: PE - PI | -3.06 | 3.60 | Inf | -0.85 | 0.3943 |
| **Août: PE - PI** | **-5.70** | **2.07** | **Inf** | **-2.75** | **0.0059** |
| **Septembre: PE - PI** | **-7.52** | **3.11** | **Inf** | **-2.42** | **0.0157** |
|  |  |  |  |  |  |
| *48 h* |  |  |  |  |  |
| *Mai: PE - PI* | *-8.46* | *5.1* | *Inf* | *-1.66* | *0.0971* |
| Juin: PE - PI | -4.06 | 4.01 | Inf | -1.01 | 0.3109 |
| **Juillet: PE - PI** | **-11.39** | **4.38** | **Inf** | **-2.60** | **0.0093** |
| **Août: PE - PI** | **-12.65** | **2.74** | **Inf** | **-4.62** | **<0.0001** |
| **Septembre: PE - PI** | **-9.55** | **4.46** | **Inf** | **-2.14** | **0.0325** |

**Tableau S5.** Résultats des tests par paires entre les points de temps individuels (depuis la pêche) pour chaque essai expérimental et traitement de prédateur pour la proportion de palourdes mortes. Les résultats ont été générés à l'aide de la fonction pairs() d'un modèle par paire généré à l'aide de la fonction emmeans() du paquetage 'emmeans' de R. Le texte en gras dénote des effets significatifs à p ≤ 0,05 ; le texte en italique dénote des effets marginalement non significatifs à p ≤ 0,10. Les résultats sont regroupés pour tous les niveaux de marée.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Contraste | Estimation | SE | df | rapport-z | valeur-p |
| *Exclusion des prédateurs* |  |  |  |  |  |
| Mai: 24 - 48 h | 3.11 | 3.96 | Inf | 0.78 | 0.4329 |
| **Juin: 24 - 48 h** | **-4.68** | **1.69** | **Inf** | **-2.78** | **0.0055** |
| Juillet: 24 - 48 h | 2.58 | 3.69 | Inf | 0.70 | 0.4837 |
| *Août: 24 - 48 h* | *-4.48* | *2.38* | *Inf* | *-1.88* | *0.0605* |
| Septembre: 24 - 48 h | 2.47 | 3.35 | Inf | 0.74 | 0.4616 |
|  |  |  |  |  |  |
| *Inclusion des prédateurs* |  |  |  |  |  |
| Mai: 24 - 48 h | -4.13 | 4.8 | Inf | -0.86 | 0.3898 |
| Juin: 24 - 48 h | -5.03 | 3.98 | Inf | -1.26 | 0.2067 |
| Juillet: 24 - 48 h | -5.75 | 3.92 | Inf | -1.47 | 0.1427 |
| **Août: 24 - 48 h** | **-4.21** | **2.12** | **Inf** | **-1.99** | **0.0472** |
| Septembre: 24 - 48 h | 0.44 | 1.91 | Inf | 0.23 | 0.8183 |

**Tableau S6.** Résultats des modèles mixtes additifs généralisés pour les effets de la température moyenne de l'air pendant la pêche (terme continu lissé), du traitement par le prédateur (terme paramétrique catégorique à deux niveaux ; inclusion du prédateur, exclusion du prédateur), du temps écoulé depuis la pêche (terme paramétrique catégorique à deux niveaux ; 24 h, 48 h), et du niveau de la marée (terme paramétrique catégorique à trois niveaux ; intertidal, subtidal peu profond, subtidal plus profond) sur la proportion de palourdes enfouies et mortes. Les interactions entre les trois termes paramétriques catégoriels ont été incluses dans les modèles. Les modèles statistiques incluaient la date de Julian (terme continu lissé) comme variable aléatoire. Les résultats ont été générés à l'aide de la fonction anova(), en spécifiant '$gam' sur le modèle (construit à l'aide de la fonction gam() du paquetage 'mgcv'). Le texte en gras indique des effets significatifs à p ≤ 0,05 ; le texte en italique indique des effets marginalement non significatifs à p ≤ 0,10. Pour les termes lisses, « edf » = degrés de liberté effectifs ; « rdf » = degrés de liberté de référence.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Type de terme | Source de l'erreur | df (edf, rdf) | valeur-F | valeur-p |
| *Enfouissement* |  |  |  |  |
| Paramétrique | Traitement des prédateurs | 1 | 1.7 | 0.1870 |
|  | Temps | 1 | 0.1 | 0.7830 |
|  | Niveau de marée | 2 | 1.3 | 0.2860 |
|  | Traitement des prédateurs × Temps | 1 | 0.1 | 0.8050 |
|  | Traitement des prédateurs × Niveau de marée | 2 | 0.1 | 0.9220 |
|  | Temps × Niveau de marée | 2 | 0.2 | 0.8160 |
|  | Traitement des prédateurs × Temps × Niveau de marée | 2 | 0.0 | 0.9760 |
| Lisse | **Température moyenne de l'air** | **(2.0, 2.0)** | **164.4** | **<0.0001** |
|  | **Date julienne** | **(5.4, 1.0)** | **0.0** | **0.0137** |
|  |  |  |  |  |
| *Mortalité* |  |  |  |  |
| Paramétrique | **Traitement des prédateurs** | **1** | **12.5** | **0.0005** |
|  | **Temps** | **1** | **8.8** | **0.0032** |
|  | Niveau de marée | 2 | 1.4 | 0.2610 |
|  | **Traitement des prédateurs × Temps** | **1** | **5.1** | **0.0252** |
|  | Traitement des prédateurs × Niveau de marée | 2 | 1.8 | 0.1668 |
|  | Temps × Niveau de marée | 2 | 1.1 | 0.3305 |
|  | Traitement des prédateurs × Temps × Niveau de marée | 2 | 1.2 | 0.3123 |
| Lisse | **Température moyenne de l'air** | **(1.0, 1.0)** | **202.5** | **<0.0001** |
|  | Date julienne | (3.0, 1.0) | 0.0 | 0.2790 |

**Tableau S7.** Heure approximative (hh:mm) des événements pour chacun des cinq essais expérimentaux, incluant l'heure prévue de la marée basse à Pointe Sapin (station de marée 01830 d'Environnement Canada), l'heure approximative du début de la pêche (heure de l'enregistrement de la première longueur de coquille), l'heure du début de l'essai et le temps maximal qu'une mye aurait subi des manipulations entre le moment où elle a été capturée et le moment où elle a été relâchée dans la parcelle expérimentale. Il est à noter que le temps « de la pêche à la remise à l'eau » représente le temps écoulé entre le moment où la première palourde a été capturée et mesurée et le moment où l'expérience a commencé.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Procès** | **Date** | **Marée basse** | **Début de la pêche** | **Début du procès** | **Pêche à la remise** |
| Mai | 22-Mai | 11:36 | 10:50 | 14:15 | 3:25 |
| Juin | 20-Juin | 11:38 | 10:20 | 14:25 | 4:05 |
| Juillet | 3-Jul | 10:13 | 8:45 | 13:15 | 4:30 |
| Auôt | 19-Auôt | 11:41 | 11:35 | 15:45 | 4:10 |
| Septembre | 16-Sep | 9:54 | 9:30 | 14:00 | 4:30 |