

Tendances d'évolution des effectifs de truite à proximité des aménagements hydroélectriques

L. Tissot, V. Gouraud, N. Poulet, H. Capra, F. Cattaneo, A. Maire

Contexte

- En Europe, 37% des espèces de poissons d'eau douce sont menacées et 17% montrent des populations en déclin
- De multiples causes contribuent à ces déclin : dégradation de l'habitat, invasion d'espèces, pollution, surexploitation, changement global...



Contexte

- En Europe, 37% des espèces de poissons d'eau douce sont menacées et 17% montrent des populations en déclin
- De multiples causes contribuent à ces déclin : dégradation de l'habitat, invasion d'espèces, pollution, surexploitation, changement global...



- Le changement global est en cours, avec des effets déjà observés en France sur les populations de poissons



Contexte

- Les cours d'eau de tête de bassin constituent la majorité du linéaire des réseaux hydrographiques
- En France, il s'agit de cours d'eau où la truite (*Salmo trutta*) est l'espèce dominante
- 80 % des prises d'eau hydroélectriques EDF sont situées dans ces cours d'eau de tête de bassin



Contexte

- Les cours d'eau de tête de bassin constituent la majorité du linéaire des réseaux hydrographiques
- En France, il s'agit de cours d'eau où la truite (*Salmo trutta*) est l'espèce dominante
- 80 % des prises d'eau hydroélectriques EDF sont situées dans ces cours d'eau de tête de bassin



Mais peu d'études se sont concentrées sur les tendances d'évolution long terme des effectifs de truite, en secteurs hydrologiquement influencés ou non.



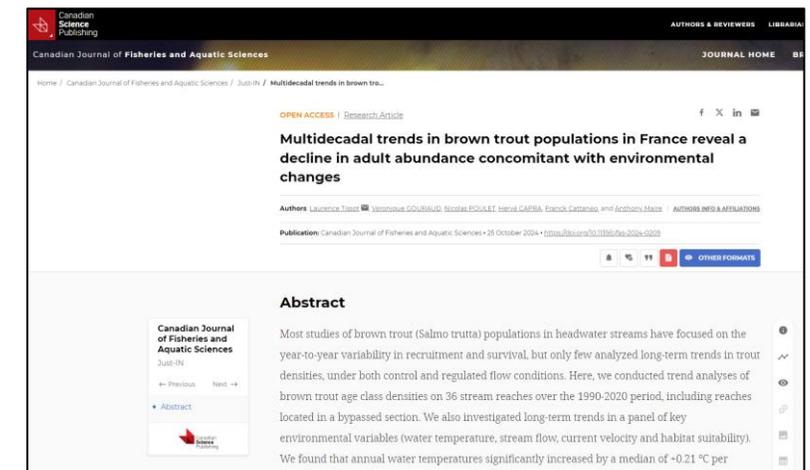
Objectif de l'étude

Objectif : identifier le contexte d'évolution du milieu et des populations de truite dans les massifs français, à proximité des aménagements hydroélectriques

Hypothèse : tout comme en grand cours d'eau, les rivières de tête de bassin montrent d'ores et déjà des évolutions des variables hydro-climatiques et des communautés piscicoles associées

Article dans le *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, en accès libre :

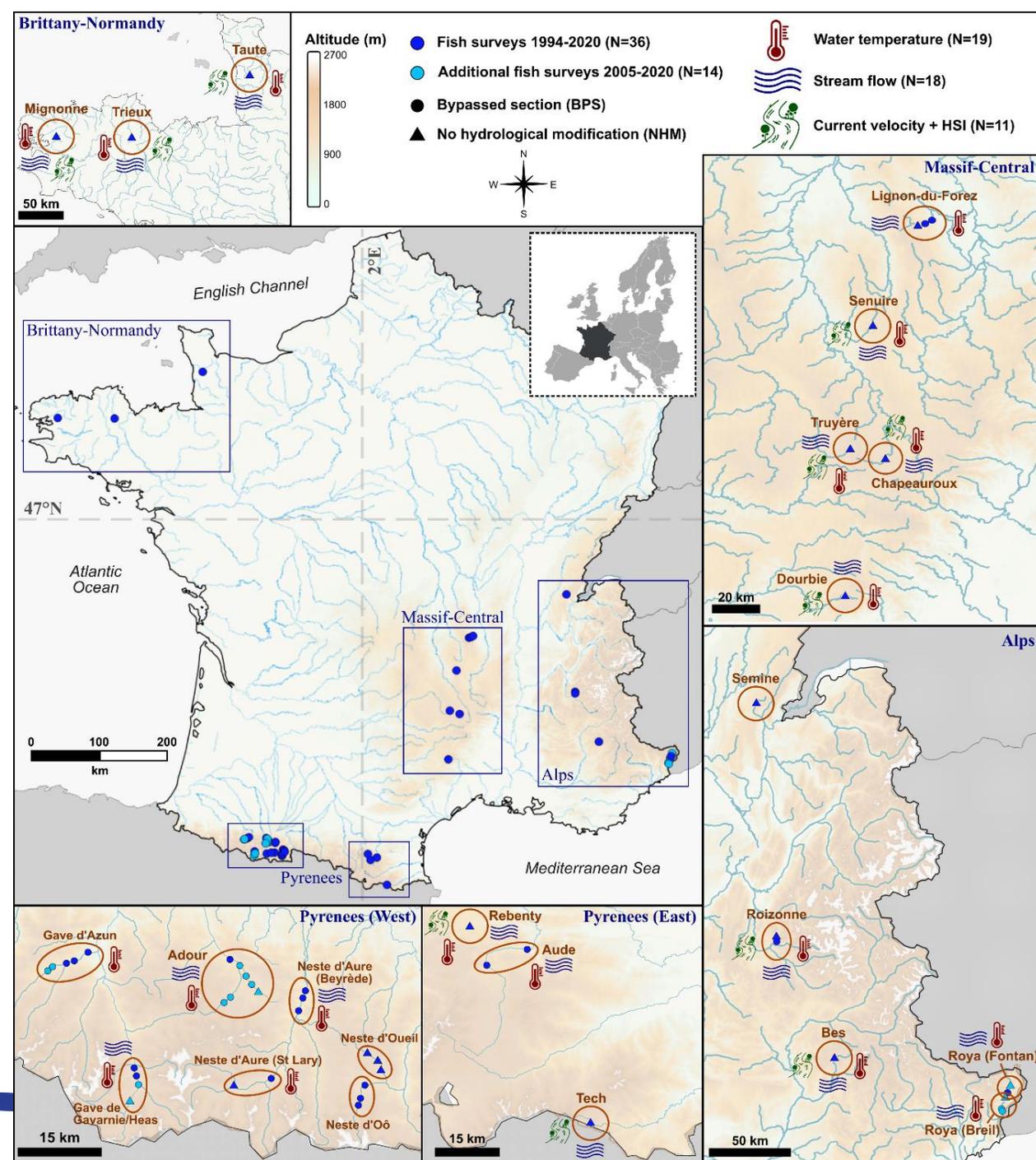
<https://cdnsiencepub.com/doi/10.1139/cjfas-2024-0209>



Données exploitées

Données : suivis en secteurs influencés hydrologiquement (soumis à un débit réservé) et en secteurs non influencés, répartis dans les principaux massifs français

- ✓ Des populations de truite
- ✓ Des variables environnementales connues pour structurer les populations de truite (température de l'eau, débit, vitesse du courant et qualité d'habitat)



Données exploitées : chroniques 1990-2020

Populations de truite

- 36 stations (≈ 100 m long ; ≈ 8 m large), soumises à un débit réservé (TCC) ou non influencées hydrologiquement (TEM)

Nb	TCC	TEM	TOTAL
ALP : Alpes	2	3	5
BN : Bretagne-Normandie	0	3	3
MC : Massif-Central	2	5	7
PYR : Pyrénées	15	6	21
TOTAL	19	17	36



Données exploitées : chroniques 1990-2020

Populations de truite

- 36 stations (≈ 100 m long ; ≈ 8 m large), soumises à un débit réservé (TCC) ou non influencées hydrologiquement (TEM)

Nb	TCC	TEM	TOTAL
ALP : Alpes	2	3	5
BN : Bretagne-Normandie	0	3	3
MC : Massif-Central	2	5	7
PYR : Pyrénées	15	6	21
TOTAL	19	17	36

- 13-27 échantillonnages/station sur la période 1994-2020
- Pêches électriques complètes à plusieurs passages
- Densités de truite distinguées en 3 cohortes : alevins (0+), juvéniles (1+) et adultes (>1+)



Données exploitées : chroniques 1990-2020

Données environnementales

■ Nombre de stations

- ✓ Température de l'eau : 19
- ✓ Débit : 18
- ✓ Vitesse du courant : 11
- ✓ Qualité d'habitat (VHA) : 11

Hydr  Portail



■ Métriques : médiane, percentile 10 et percentile 90

■ Période calculée : annuelle + 4 saisons

- ✓ Printemps (mars-mai)
- ✓ Eté (juin-août)
- ✓ Automne (sept-nov)
- ✓ Hiver (déc-février)

⇒ 75 métriques synthétiques calculées/station/paramètre

Méthode statistique



Tendances temporelles d'évolution des densités de truites et des variables environnementales évaluées à l'aide d'une « méta-analyse » (Maire *et al.* 2019)

- ✓ Test non-paramétrique de **tendance de Mann-Kendall**, effectué sur chaque série temporelle (= chaque chronique stationnelle)
- ✓ **Méta-analyse** réalisée sur les valeurs du coefficient S du test de tendance de Mann-Kendall \Rightarrow **valeur de tendance générale entre les stations** et intervalle de confiance associé pour tester sa significativité

Méthode statistique



Tendances temporelles d'évolution des densités de truites et des variables environnementales évaluées à l'aide d'une « **méta-analyse** » (Maire *et al.* 2019)

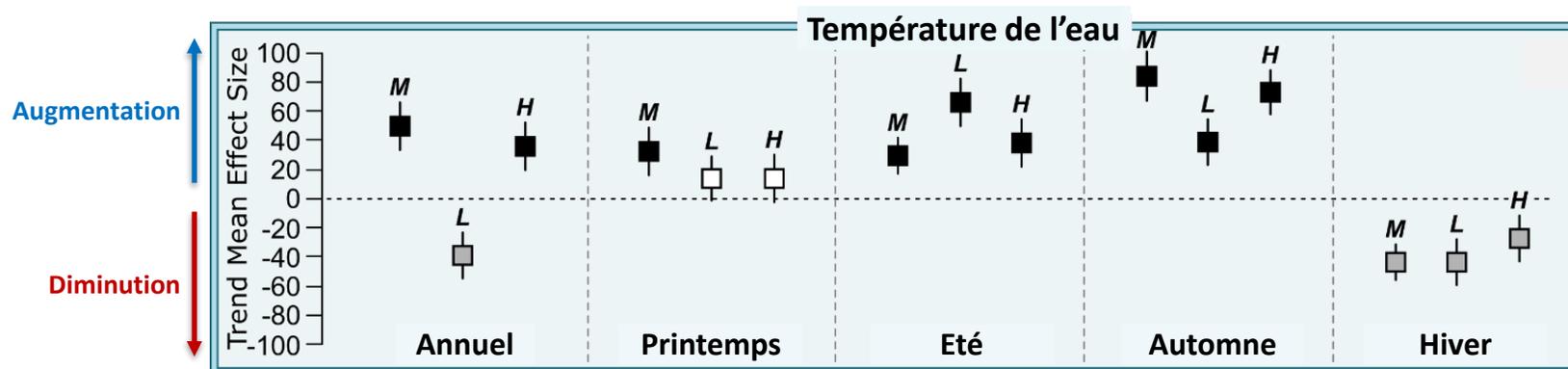
- ✓ Test non-paramétrique de **tendance de Mann-Kendall**, effectué sur chaque série temporelle (= chaque chronique stationnelle)
- ✓ **Méta-analyse** réalisée sur les valeurs du coefficient S du test de tendance de Mann-Kendall \Rightarrow **valeur de tendance générale entre les stations** et intervalle de confiance associé pour tester sa significativité

- La méthode permet **d'évaluer statistiquement s'il existe une tendance générale à la hausse ou à la baisse** (pas nécessairement linéaire)
- La méthode ne permet pas de quantifier le rôle de chaque variable environnementale, ni la part relative de leur effet, sur les tendances truites

Résultats : température de l'eau



- 19 stations - 15 métriques - période 1990-2015

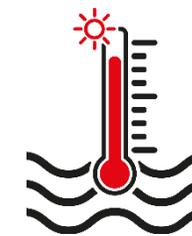


Trend Mean Effect Size indique la force et le sens de la tendance générale

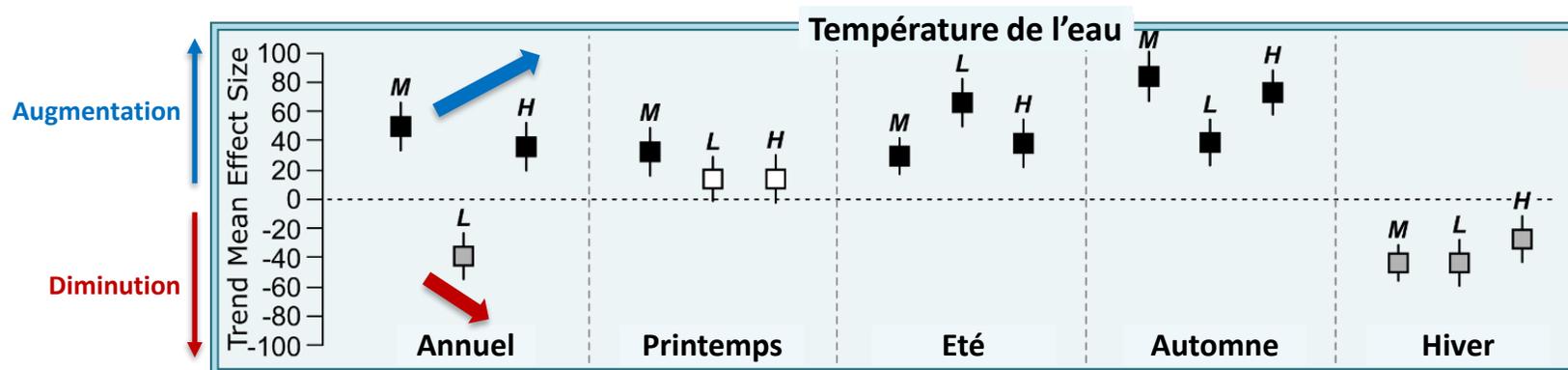
M = Médiane ; L = percentile 10 (faibles valeurs) ; H = percentile 90 (fortes valeurs)

■ Tendance significative à la hausse ; □ Tendance significative à la baisse ; □ Pas de tendance significative

Résultats : température de l'eau



- 19 stations - 15 métriques - période 1990-2015



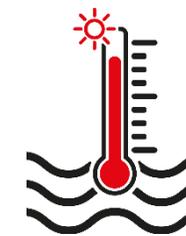
Trend Mean Effect Size indique la force et le sens de la tendance générale

M = Médiane ; L = percentile 10 (faibles valeurs) ; H = percentile 90 (fortes valeurs)

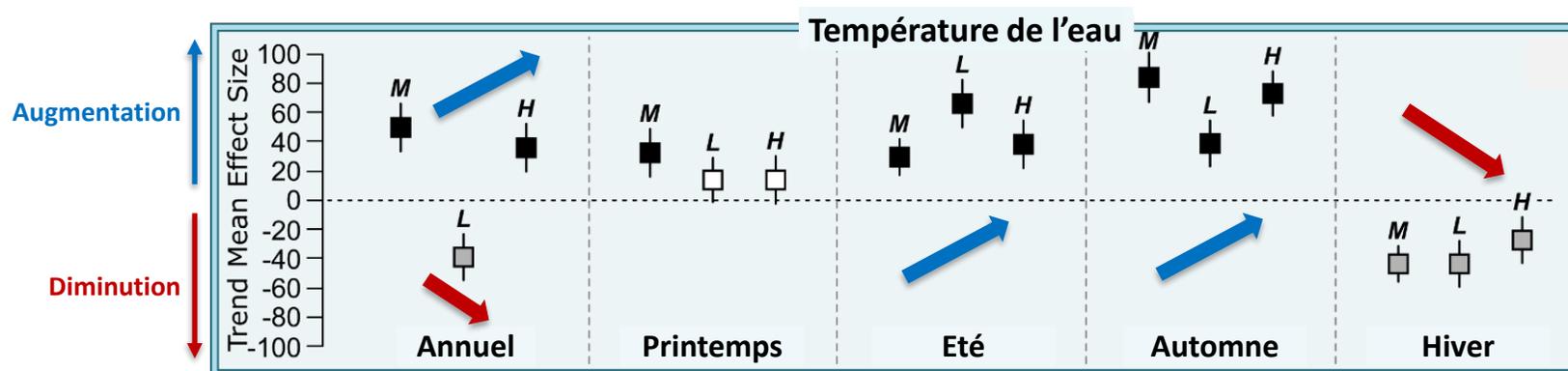
■ Tendance significative à la hausse ; □ Tendance significative à la baisse ; □ Pas de tendance significative

- Echelle annuelle : tendance significative à la hausse des températures médianes et fortes / tendance significative à la baisse des températures basses

Résultats : température de l'eau



- 19 stations - 15 métriques - période 1990-2015



Trend Mean Effect Size indique la force et le sens de la tendance générale

M = Médiane ; L = percentile 10 (faibles valeurs) ; H = percentile 90 (fortes valeurs)

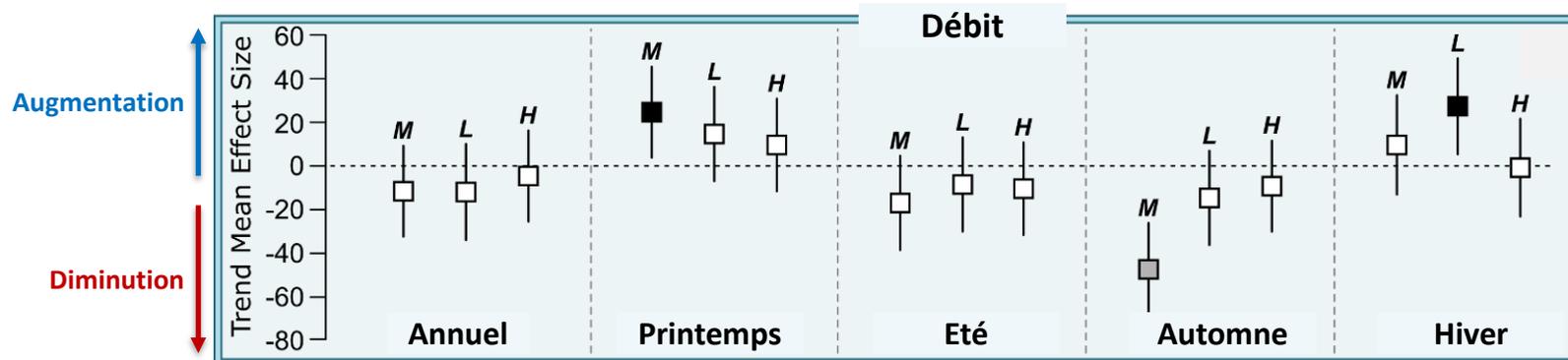
■ Tendance significative à la hausse ; □ Tendance significative à la baisse ; □ Pas de tendance significative

- Echelle annuelle : tendance significative à la hausse des températures médianes et fortes / tendance significative à la baisse des températures basses
- Variabilité saisonnière : tendance significative à la hausse de la température de l'eau en été et en automne et tendance significative à la baisse en hiver

Résultats : débit



- 18 stations - 15 métriques - période 1990-2017



⇒ Peu de tendances significatives

Trend Mean Effect Size indique la force et le sens de la tendance générale

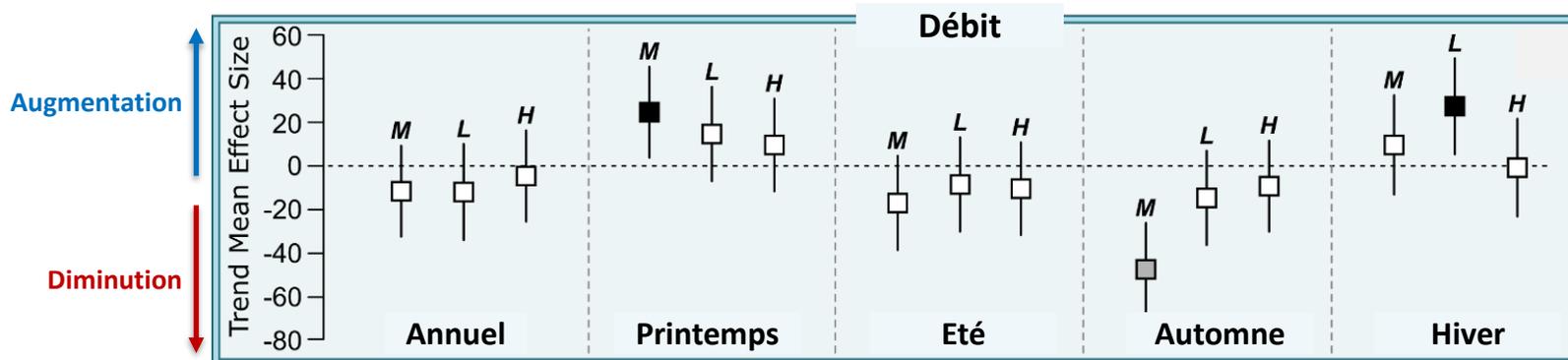
M = Médiane ; L = percentile 10 (faibles valeurs) ; H = percentile 90 (fortes valeurs)

■ Tendance significative à la hausse ; □ Tendance significative à la baisse ; □ Pas de tendance significative

Résultats : débit



- 18 stations - 15 métriques - période 1990-2017



⇒ Peu de tendances significatives

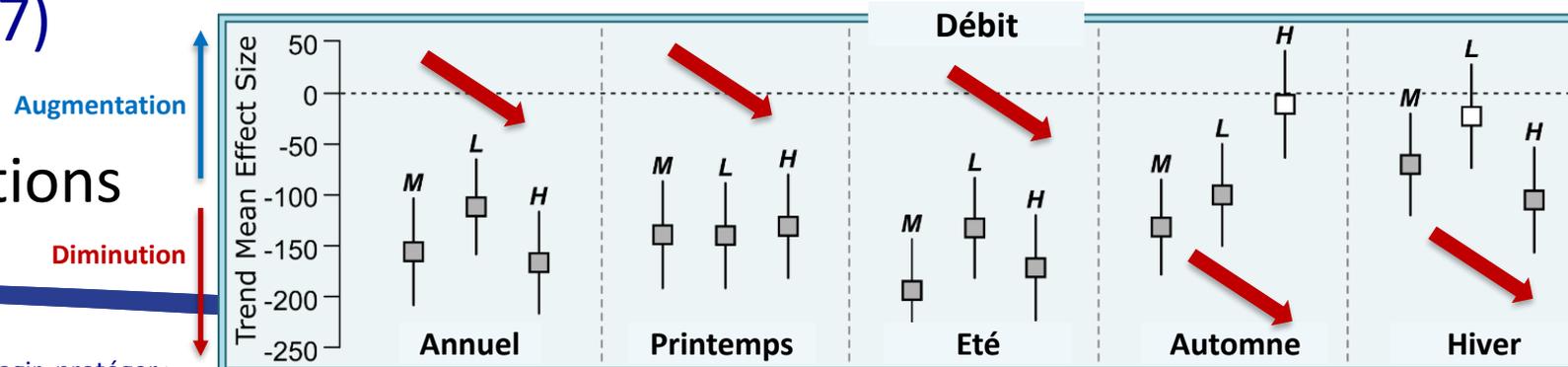
Trend Mean Effect Size indique la force et le sens de la tendance générale

M = Médiane ; L = percentile 10 (faibles valeurs) ; H = percentile 90 (fortes valeurs)

■ Tendance significative à la hausse ; □ Tendance significative à la baisse ; □ Pas de tendance significative

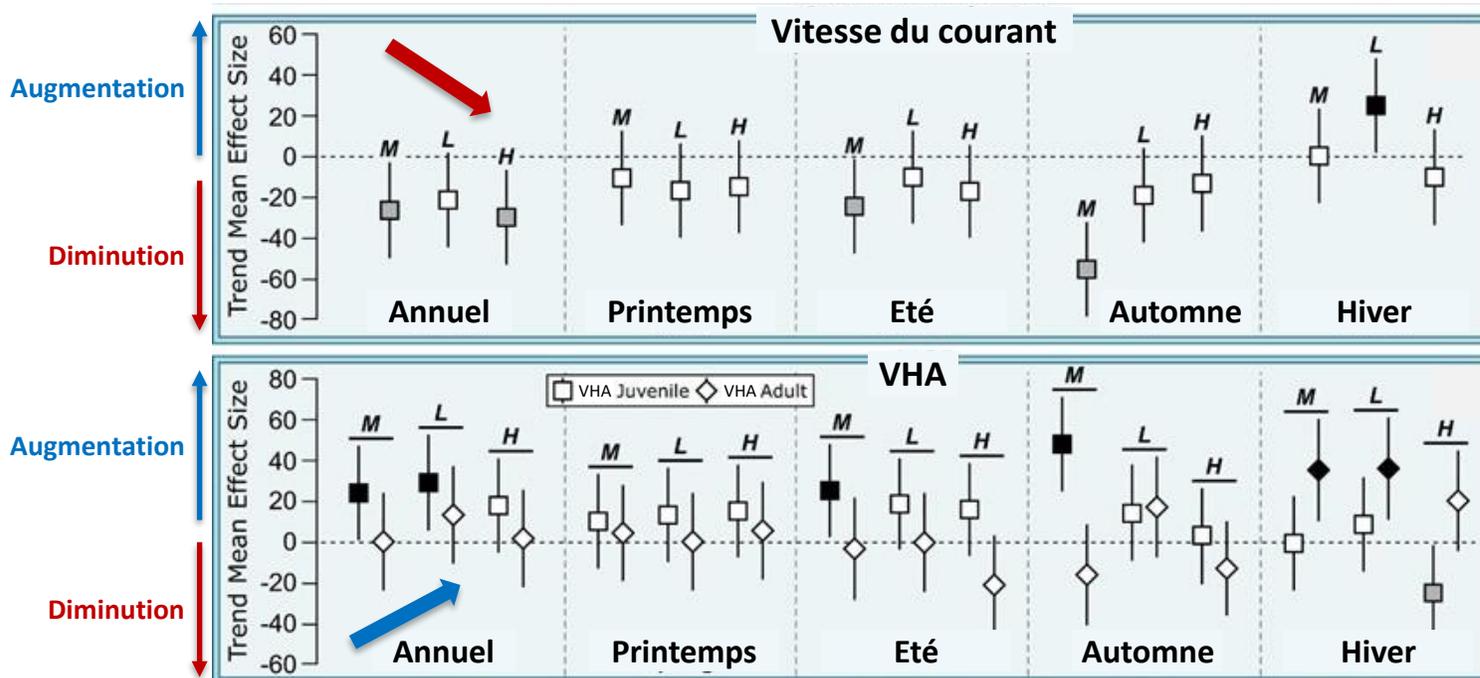
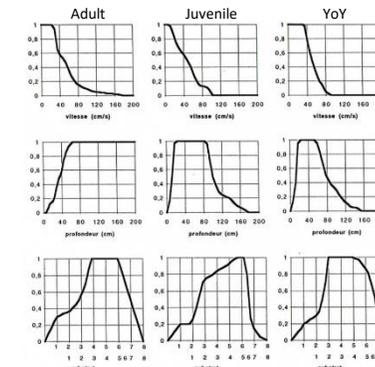
- Mais des tendances significatives et marquées à la baisse sur une période plus étendue (1970-2017)

11 stations



Résultats : vitesse du courant et VHA

- 11 stations - 15 métriques - période 1990-2013



Trend Mean Effect Size indique la force et le sens de la tendance générale

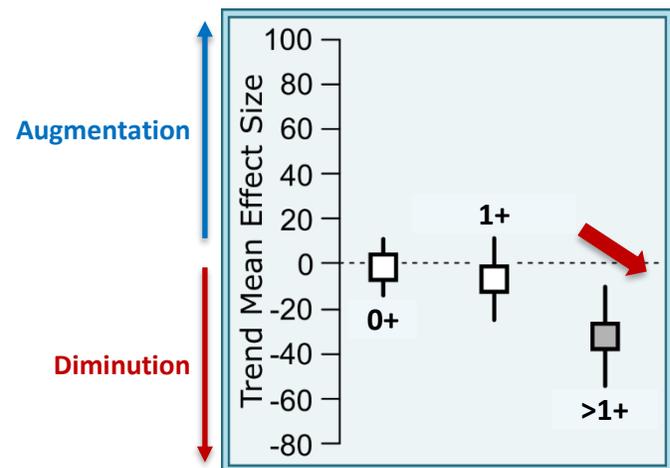
M = Médiane ; L = percentile 10 (faibles valeurs) ; H = percentile 90 (fortes valeurs)

■ Tendance significative à la hausse ; □ Tendance significative à la baisse ; □ Pas de tendance significative

- Tendances significatives à la baisse pour les vitesses, plus marquées que sur les débits
- Tendances significatives à la hausse pour les VHA juvéniles

Résultats : densités de truite

- 36 stations - 3 métriques - période 1994-2020



- Tendances générales : déclin des densités d'adultes; pas de tendances sur les alevins et les juvéniles

Trend Mean Effect Size indique la force et le sens de la tendance générale

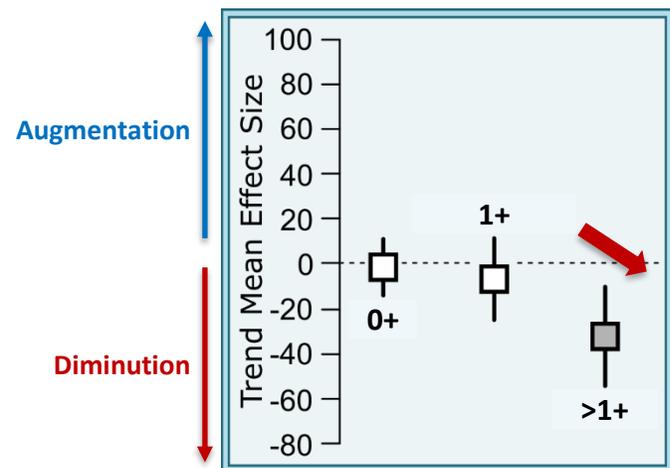
- Tendance significative
- Pas de tendance significative

Résultats : densités de truite

- 36 stations - 3 métriques - période 1994-2020

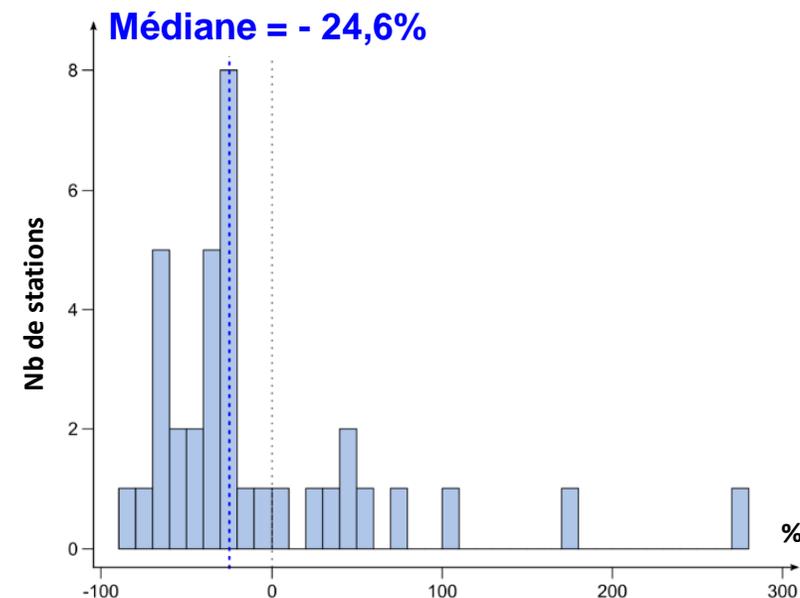


- Tendances générales : déclin des densités d'adultes; pas de tendances sur les alevins et les juvéniles



Trend Mean Effect Size indique la force et le sens de la tendance générale

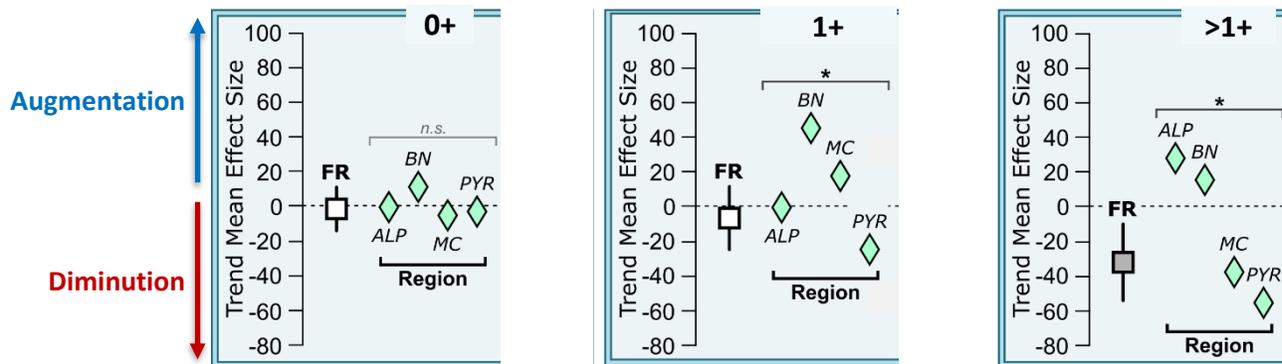
- Tendance significative
- Pas de tendance significative



Modification des densités de truite adultes (%) entre les 5 premières années et les 5 dernières années de chaque chronique

Résultats : densités de truites

- 36 stations - 3 métriques - période 1994-2020



Trend Mean Effect Size indique la force et le sens de la tendance générale

* : Différence significative entre les tendances

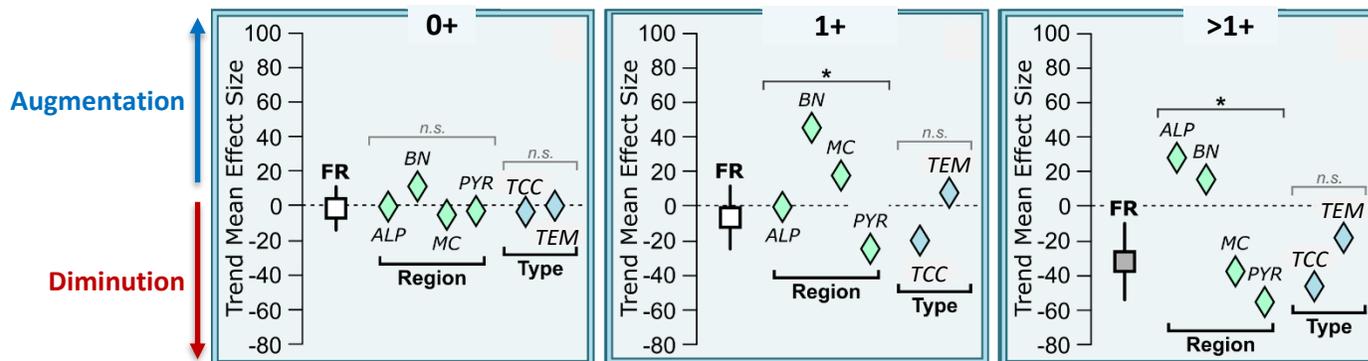
n.s. : Différence non significative entre les tendances

- Variabilité géographique : différences significatives entre les tendances régionales pour les juvéniles et adultes

Nb	TCC	TEM	TOTAL
ALP : Alpes	2	3	5
BN : Bretagne-Normandie	0	3	3
MC : Massif-Central	2	5	7
PYR : Pyrénées	15	6	21
TOTAL	19	17	36

Résultats : densités de truites

- 36 stations - 3 métriques - période 1994-2020



Trend Mean Effect Size indique la force et le sens de la tendance générale

* : Différence significative entre les tendances

n.s. : Différence non significative entre les tendances

Nb	TCC	TEM	TOTAL
ALP : Alpes	2	3	5
BN : Bretagne-Normandie	0	3	3
MC : Massif-Central	2	5	7
PYR : Pyrénées	15	6	21
TOTAL	19	17	36

- Variabilité géographique : différences significatives entre les tendances régionales pour les juvéniles et adultes
- Variabilité TCC/TEM : pas de différence significative entre les tendances observées en TCC ou en secteurs non influencés

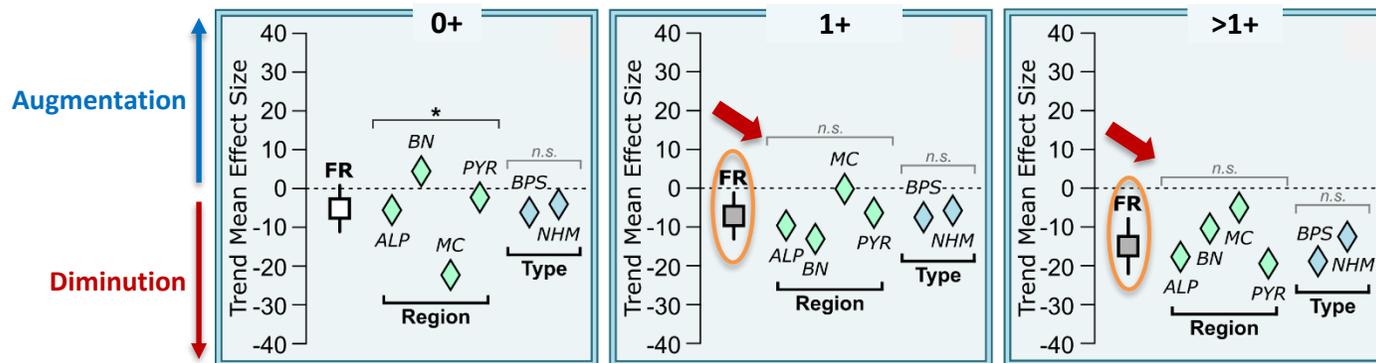
BONUS : tendance d'évolution densités truites 2005-2020

- 50 stations - 3 métriques - période 2005-2020

Nb	TCC	TEM	TOTAL
ALP : Alpes	4	5	9
BN : Bretagne-Normandie	0	3	3
MC : Massif-Central	2	5	7
PYR : Pyrénées	23	8	31
TOTAL	29	21	50

BONUS : tendance d'évolution densités truites 2005-2020

- 50 stations - 3 métriques - période 2005-2020



Trend Mean Effect Size indique la force et le sens de la tendance générale

* : Différence significative entre les tendances

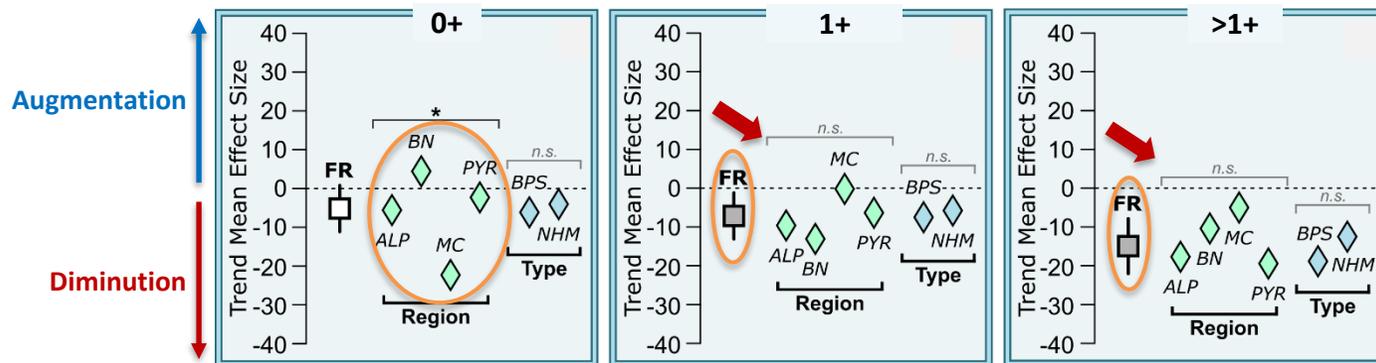
n.s. : Différence non significative entre les tendances

- Tendances générales : déclin des densités d'adultes et de juvéniles

Nb	TCC	TEM	TOTAL
ALP : Alpes	4	5	9
BN : Bretagne-Normandie	0	3	3
MC : Massif-Central	2	5	7
PYR : Pyrénées	23	8	31
TOTAL	29	21	50

BONUS : tendance d'évolution densités truites 2005-2020

- 50 stations - 3 métriques - période 2005-2020



Trend Mean Effect Size indique la force et le sens de la tendance générale

* : Différence significative entre les tendances

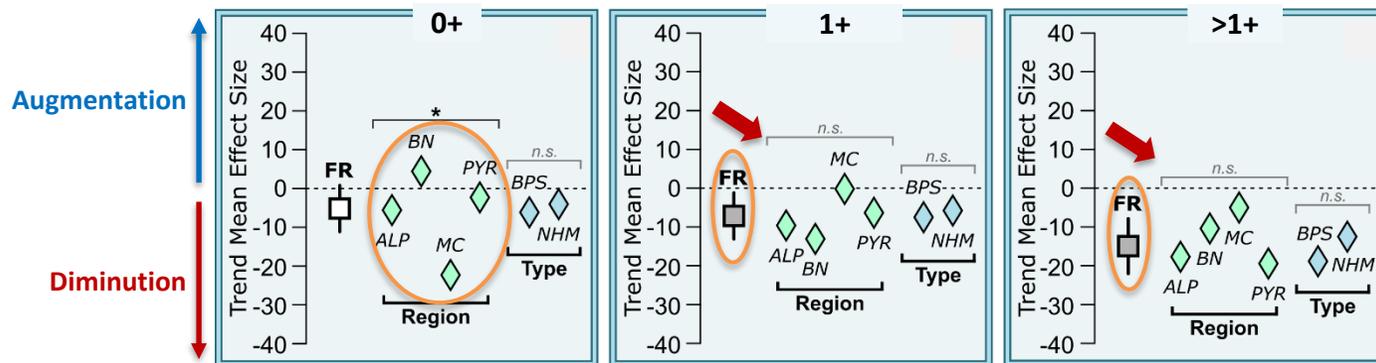
n.s. : Différence non significative entre les tendances

- Tendances générales : déclin des densités d'adultes et de juvéniles
- Variabilité géographique : différence significative uniquement pour les 0+

Nb	TCC	TEM	TOTAL
ALP : Alpes	4	5	9
BN : Bretagne-Normandie	0	3	3
MC : Massif-Central	2	5	7
PYR : Pyrénées	23	8	31
TOTAL	29	21	50

BONUS : tendance d'évolution densités truites 2005-2020

- 50 stations - 3 métriques - période 2005-2020



Trend Mean Effect Size indique la force et le sens de la tendance générale

* : Différence significative entre les tendances

n.s. : Différence non significative entre les tendances

Nb	TCC	TEM	TOTAL
ALP : Alpes	4	5	9
BN : Bretagne-Normandie	0	3	3
MC : Massif-Central	2	5	7
PYR : Pyrénées	23	8	31
TOTAL	29	21	50

- Tendances générales : déclin des densités d'adultes et de juvéniles
- Variabilité géographique : différence significative uniquement pour les 0+
- Variabilité TCC/TEM : pas de différence significative

Conclusions

Evolutions significatives des conditions environnementales des rivières de tête de bassin au cours des dernières décennies

- ✓ Températures de l'eau en hausse, notamment en été et à l'automne, en baisse l'hiver
- ✓ Peu de tendances significatives sur les débits sur la période 1990-2017
- ✓ Vitesse du courant plutôt en baisse et qualité d'habitat juvénile en hausse (en lien avec les préférences d'habitat de ce stade)

Conclusions

Evolutions significatives des conditions environnementales des rivières de tête de bassin au cours des dernières décennies

- ✓ Températures de l'eau en hausse, notamment en été et à l'automne, en baisse l'hiver
- ✓ Peu de tendances significatives sur les débits sur la période 1990-2017
- ✓ Vitesse du courant plutôt en baisse et qualité d'habitat juvénile en hausse (en lien avec les préférences d'habitat de ce stade)

De manière concomitante, évolutions significatives des effectifs de truite

- ✓ Effectifs adultes en baisse, notamment dans les Pyrénées
- ✓ Aucune tendance sur le recrutement (effectifs 0+ très fluctuants)
- ✓ Pas de tendance significativement différente entre stations en TCC et témoin

Conclusions - Perspectives

- Le déclin des densités de truites adultes semble être **multifactoriel, avec l'implication probable d'autres facteurs** que ceux analysés dans cette étude (crue extrême notamment celle de juin 2013 dans les Pyrénées, prédation, maladie...)
- Résultats différents selon **l'horizon temporel d'analyses** : les tendances d'évolution sont toujours à associer à une période d'étude
- Nécessité de **poursuivre et de renforcer les échantillonnages poissons, associés aux suivis des déterminants environnementaux** (débit et température a minima)



MERCI

