

Jun 24th, 4:30 PM - 4:45 PM

Session E9: Cumulated Mortalities of Salmon and Eel in the Turbines of the Loire-Brittany District

Cédric Briand
EPTB-Vilaine

Marion Legrand
Loire Grands Migrateurs

Pierre-Marie Chapon
ONEMA-INRA

Laurent Beaulaton
ONEMA-INRA

Gaëlle Germis
Bretagne Grands Migrateurs

See next page for additional authors

Follow this and additional works at: https://scholarworks.umass.edu/fishpassage_conference



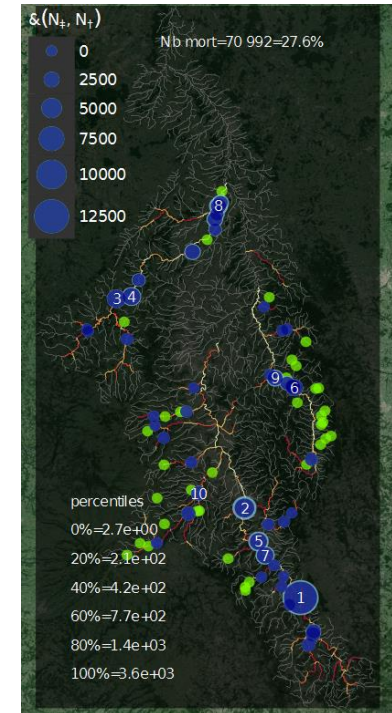
Part of the [Aquaculture and Fisheries Commons](#), and the [Hydraulic Engineering Commons](#)

Briand, Cédric; Legrand, Marion; Chapon, Pierre-Marie; Beaulaton, Laurent; Germis, Gaëlle; Arago, Marie-Andree; Besse, Timothee; Canet, Laura De; and Steinbach, Pierre, "Session E9: Cumulated Mortalities of Salmon and Eel in the Turbines of the Loire-Brittany District" (2015). *International Conference on Engineering and Ecohydrology for Fish Passage*. 28.
https://scholarworks.umass.edu/fishpassage_conference/2015/June24/28

This Event is brought to you for free and open access by the Fish Passage Community at UMass Amherst at ScholarWorks@UMass Amherst. It has been accepted for inclusion in International Conference on Engineering and Ecohydrology for Fish Passage by an authorized administrator of ScholarWorks@UMass Amherst. For more information, please contact scholarworks@library.umass.edu.

Presenter Information

Cédric Briand, Marion Legrand, Pierre-Marie Chapon, Laurent Beaulaton, Gaelle Germis, Marie-Andree Arago, Timothee Besse, Laura De Canet, and Pierre Steinbach



Cumulated mortalities of salmon and eel in the turbines of the Loire-Brittany district

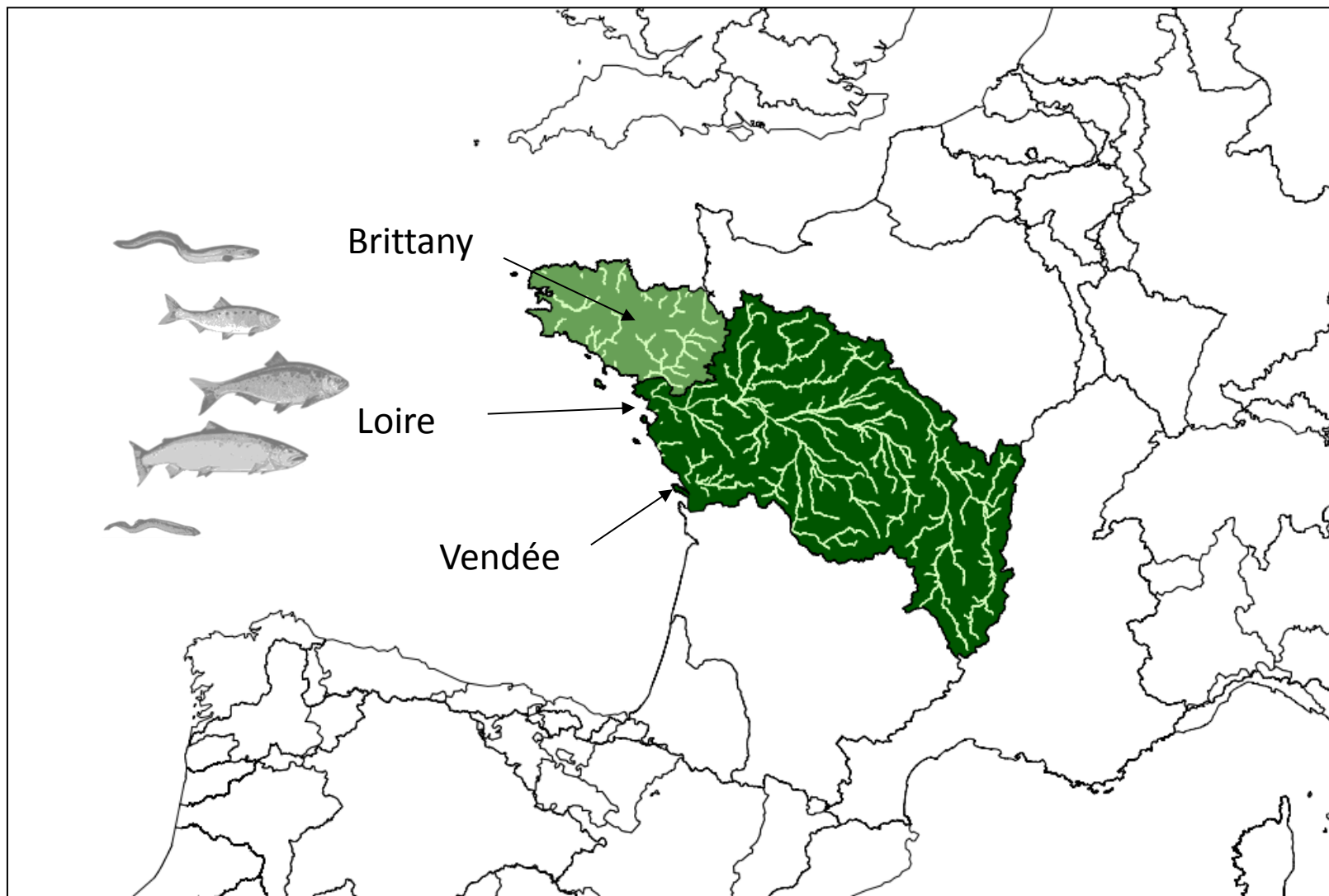
Cédric Briand – EPTB Vilaine

Cumulated mortalities of salmon and eel in the turbine of the Loire-Brittany district

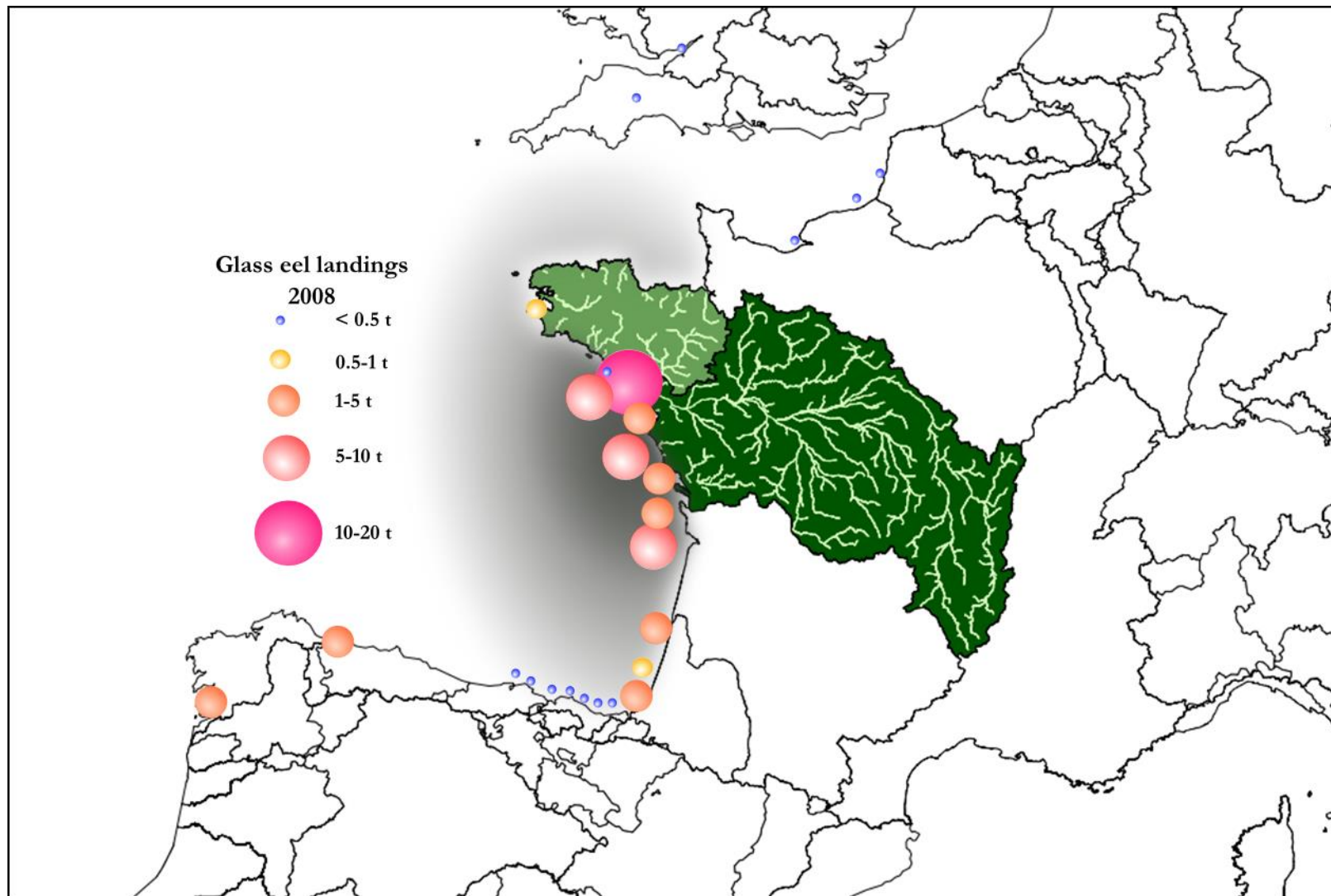
Cédric Briand	<i>(EPTB-Vilaine)</i>
Marion Legrand	<i>(Loire Grands Migrateurs)</i>
Pierre-Marie Chapon	<i>(ONEMA-INRA)</i>
Laurent Beaulaton	<i>(ONEMA-INRA)</i>
Gaëlle Germis	<i>(Bretagne Grands Migrateurs)</i>
Marie-Andrée Arago	<i>(ONEMA)</i>
Timothée Besse	<i>(Loire Grands Migrateurs)</i>
Laura De Canet	<i>(Loire Grands Migrateurs)</i>
Pierre Steinbach	<i>(ONEMA)</i>



CONTEXT



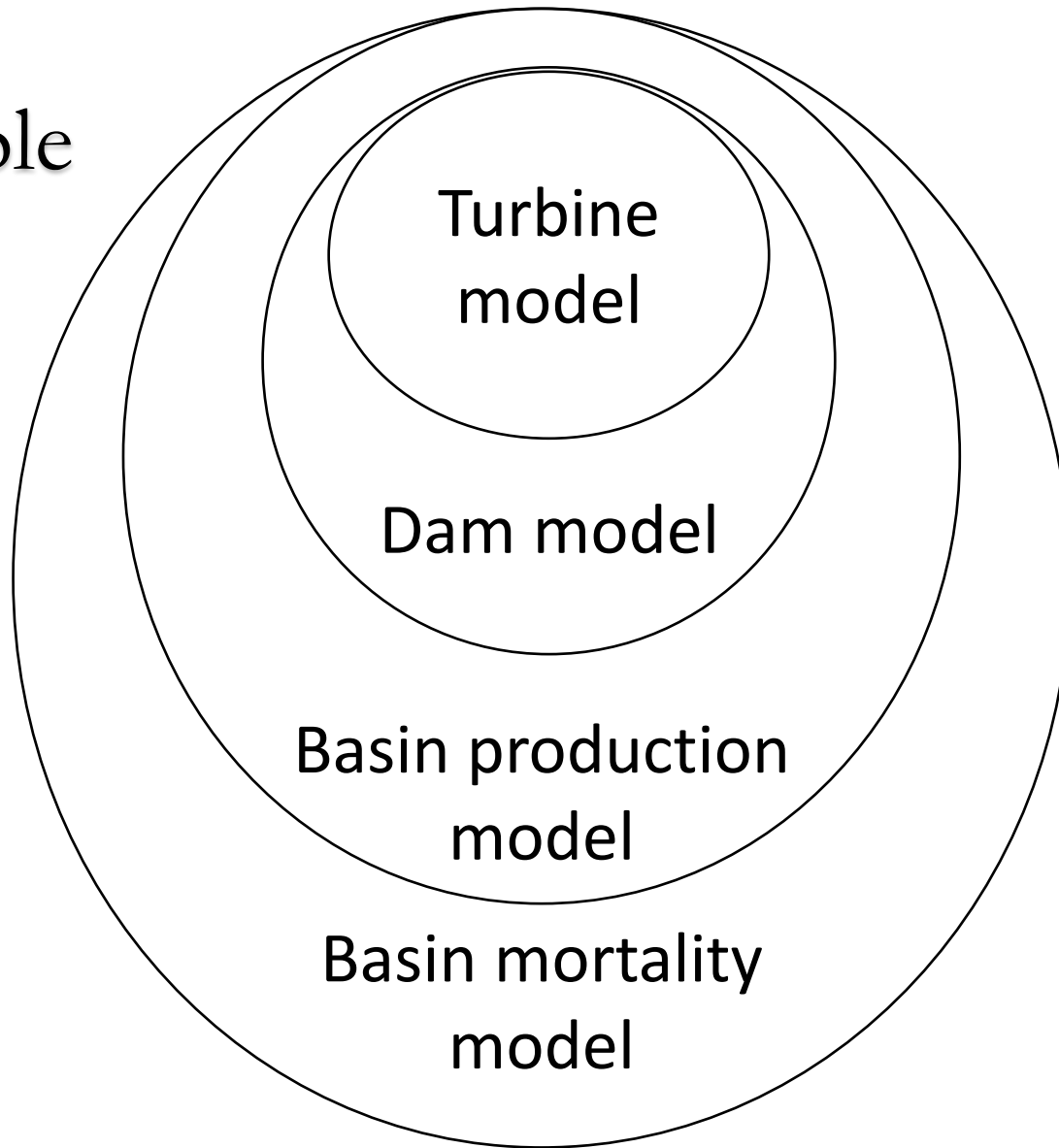
CONTEXT



Objectives : salmon and eel

- Evaluate the effect of dams on the current distribution of fishes
- Calculate the impact of turbines on downstream migrants at the regional level.
- Compare mortalities between sites.

Principle



Turbine
model

Dam model

Basin production
model

Basin mortality
model

Smolt



Turbine model

Silver eel

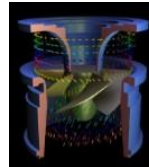


Larinier and Dartiguelongue, 1989

Gomes and Larinier, 2008

$$\left[\sin \left(13.4 + 85.6 \frac{\bar{T}_l N_p}{\pi D_r (0.055 N_p + 1.177)} \right) \right]^2$$

Kaplan



$$\begin{cases} 4.67 T_l^{1.53} D_r^{-0.48} N^{0.6} si \exists D_r, N \text{ (Formule 1)} \\ 6,59 T_l^{1.63} Q^{-0.24} N^{0.63} si \exists Q, N \text{ (Formule 2)} \\ 12.42 T_l^{1.36} Q^{-0.22} D_r^{-0.10} N^{0.49} si \exists Q, D_r, N \text{ (Formule 3)} \end{cases}$$

$$\bar{M} = \sum_{T_l \in \{0.2, \dots, 0.9\}} \frac{N_{T_l}}{N} M(T_l) \quad \text{Size structure}$$

Larinier and Dartiguelongue, 1989

Francis



$$\left[\sin \left(6.54 + 0.218H + 118\bar{T}_l - 3.88D_{\frac{1}{2}r} + 0.0078N \right) \right]^2$$

$$\sum_{T_l} \frac{N_{T_l}}{N} [\min(100, M_{saumon}(0.18) + (T_l - 0.18) * 167)]$$

0

VLH



0

0

Bar rack
(bar spacing < 25mm)

0

Smolt



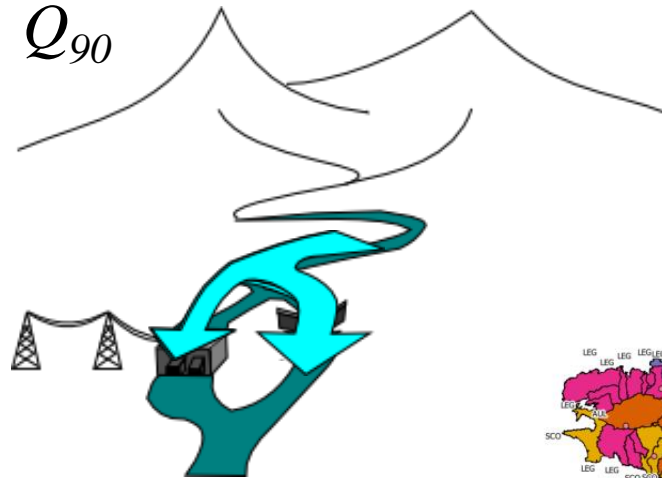
Dam model

Silver eel



Q_{10} Q_{30} Q_{50} Q_{70} Q_{90}
March-May

Q_{75} Q_{90} Q_{95} $Q_{97.5}$ Q_{99}
October-April
Bau et al., 2012.

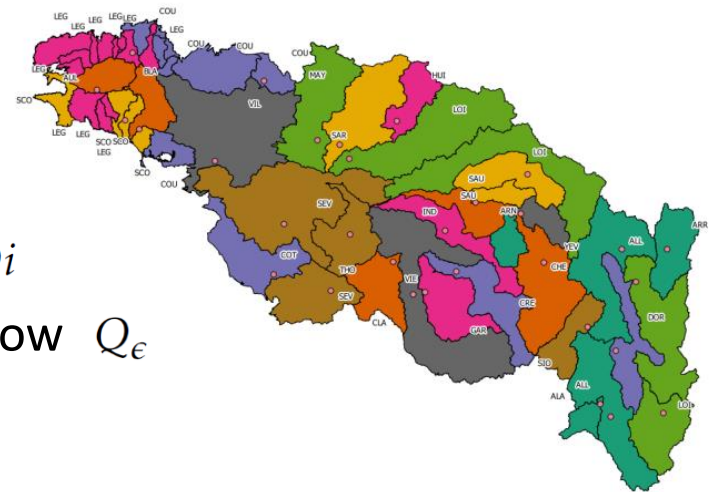


Turbine flow

$$Q_t = \begin{cases} 0 & < 10 \% \text{ average flow } Q_i \\ \min(Q - \frac{Q_i}{10}, Q_e) & \text{equipment flow } Q_e \end{cases}$$

Mortality rate

$$\bar{\tau} = \frac{\sum_i \left(\frac{\sum_k Q_{tk} M_k}{Q_i} \right)}{i}$$



Hydrological reference basins

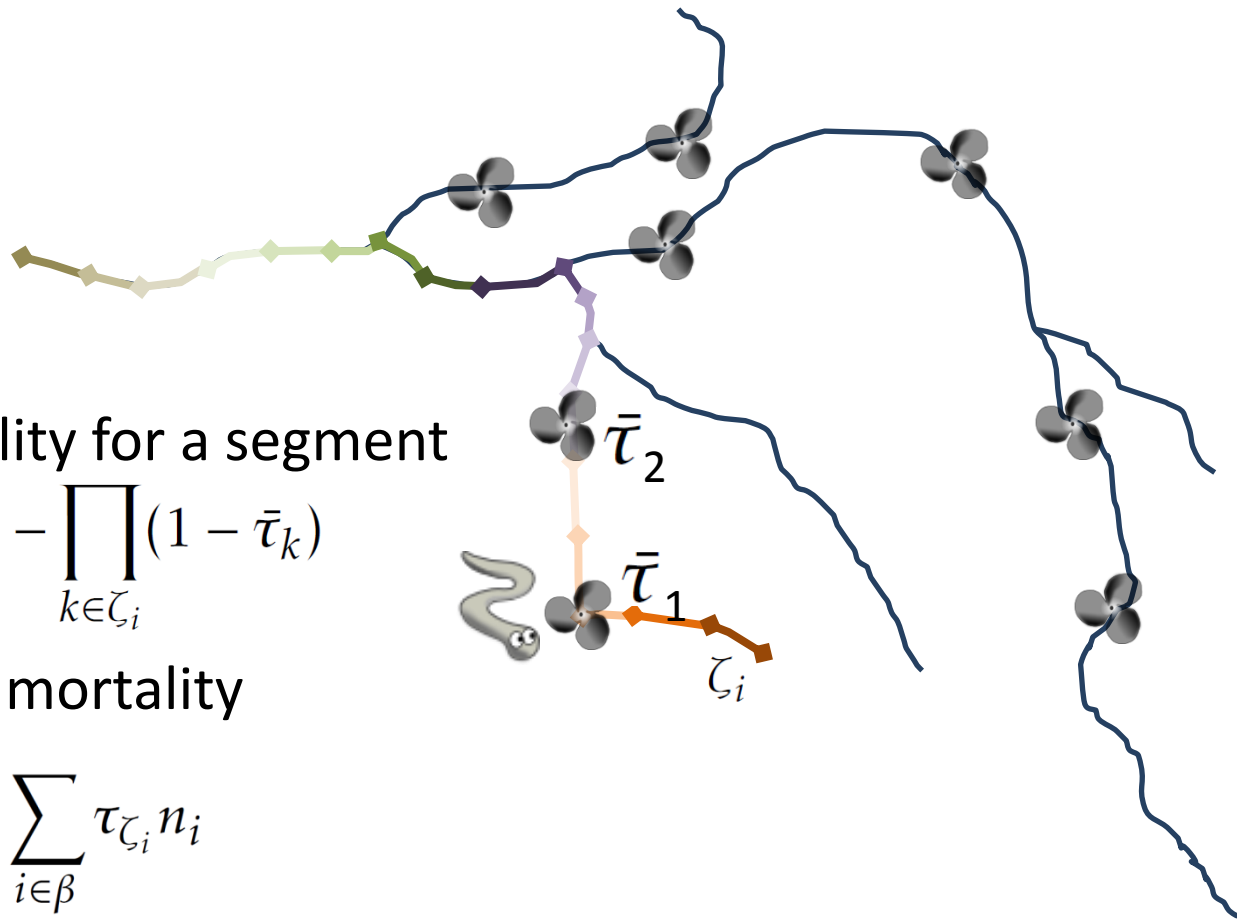
Basin mortality model

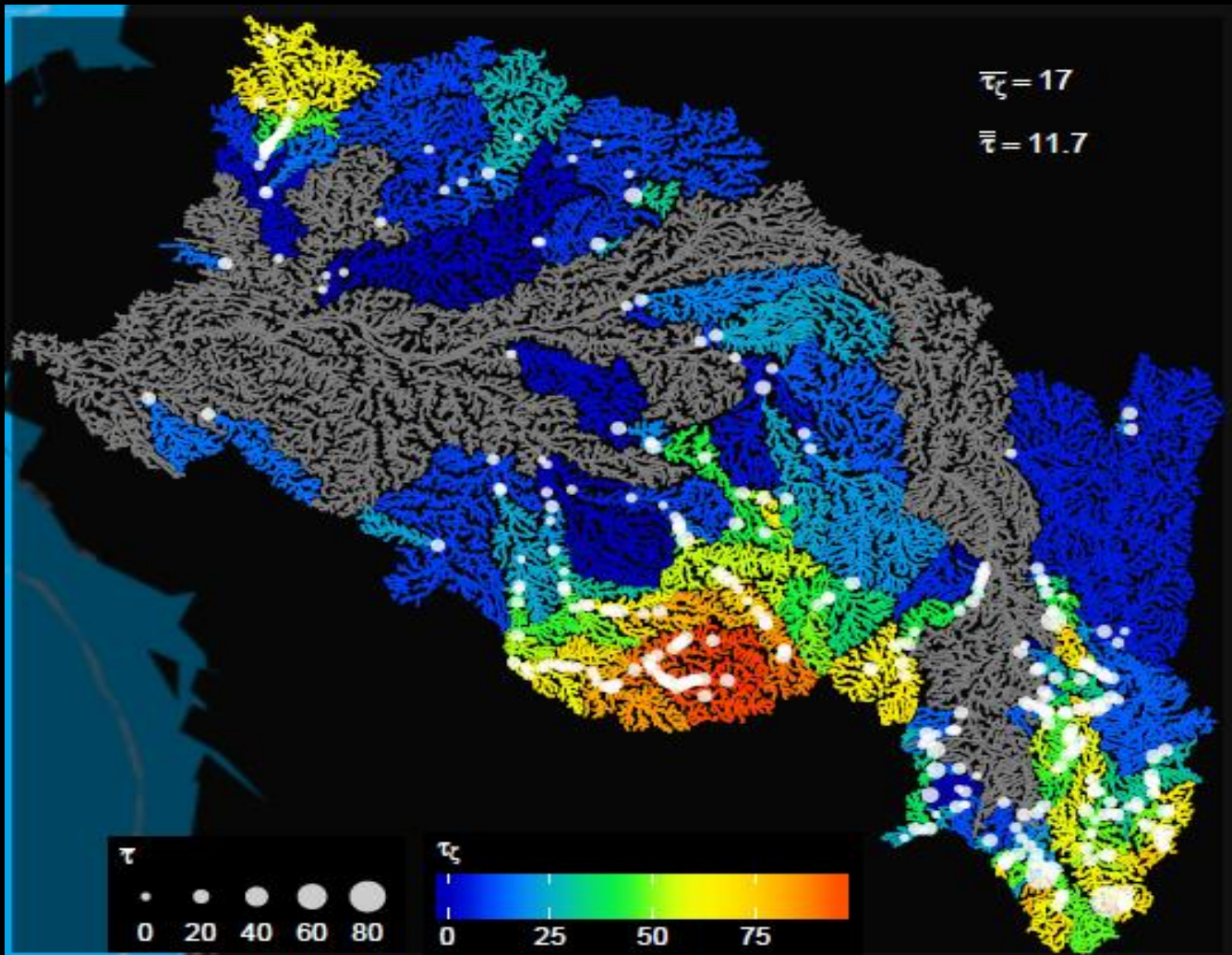
Mortality for a segment

$$\tau_{\zeta_i} = 1 - \prod_{k \in \zeta_i} (1 - \bar{\tau}_k)$$

Basin mortality

$$N_{+} = \sum_{i \in \beta} \tau_{\zeta_i} n_i$$



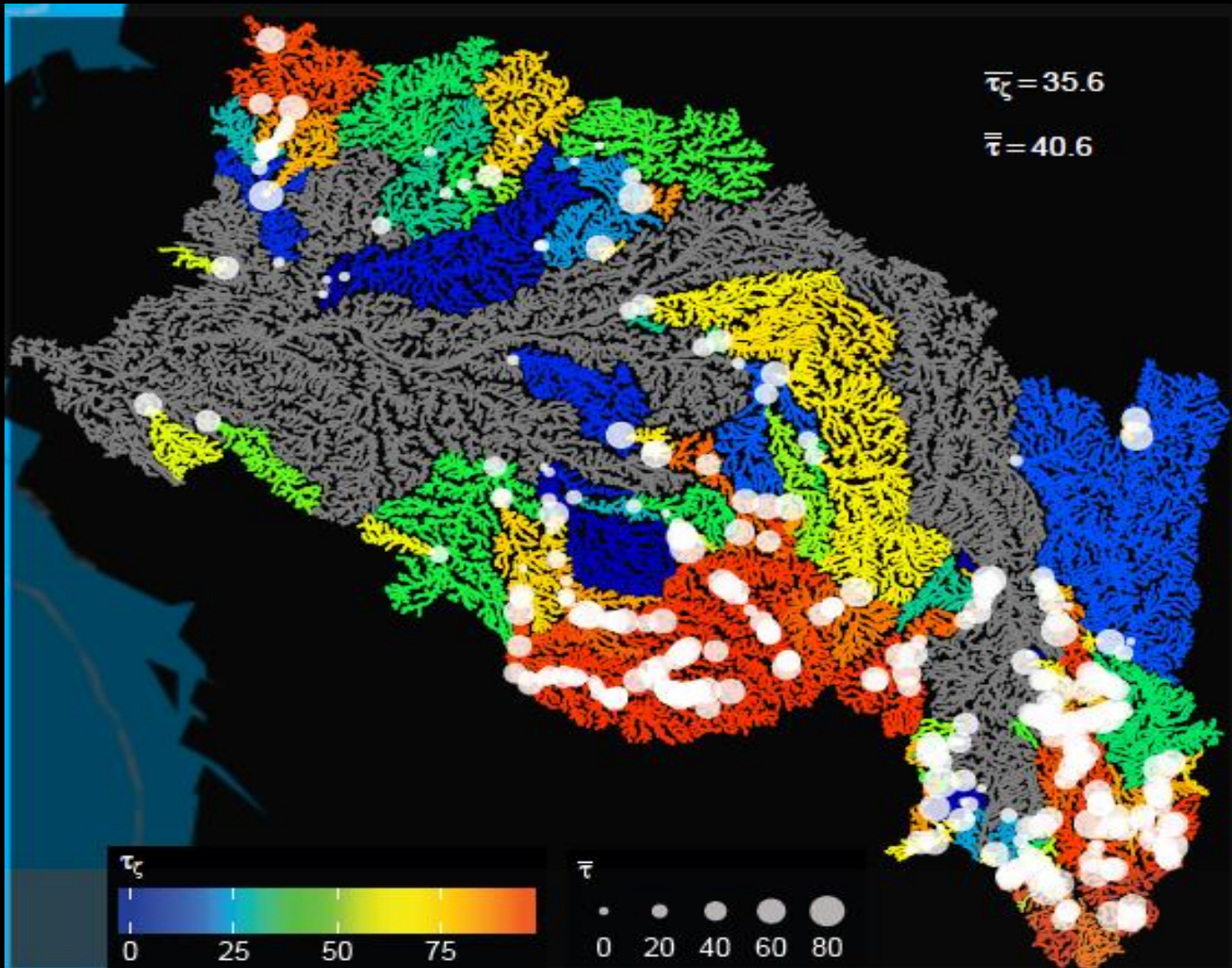


Dam mortality
migration

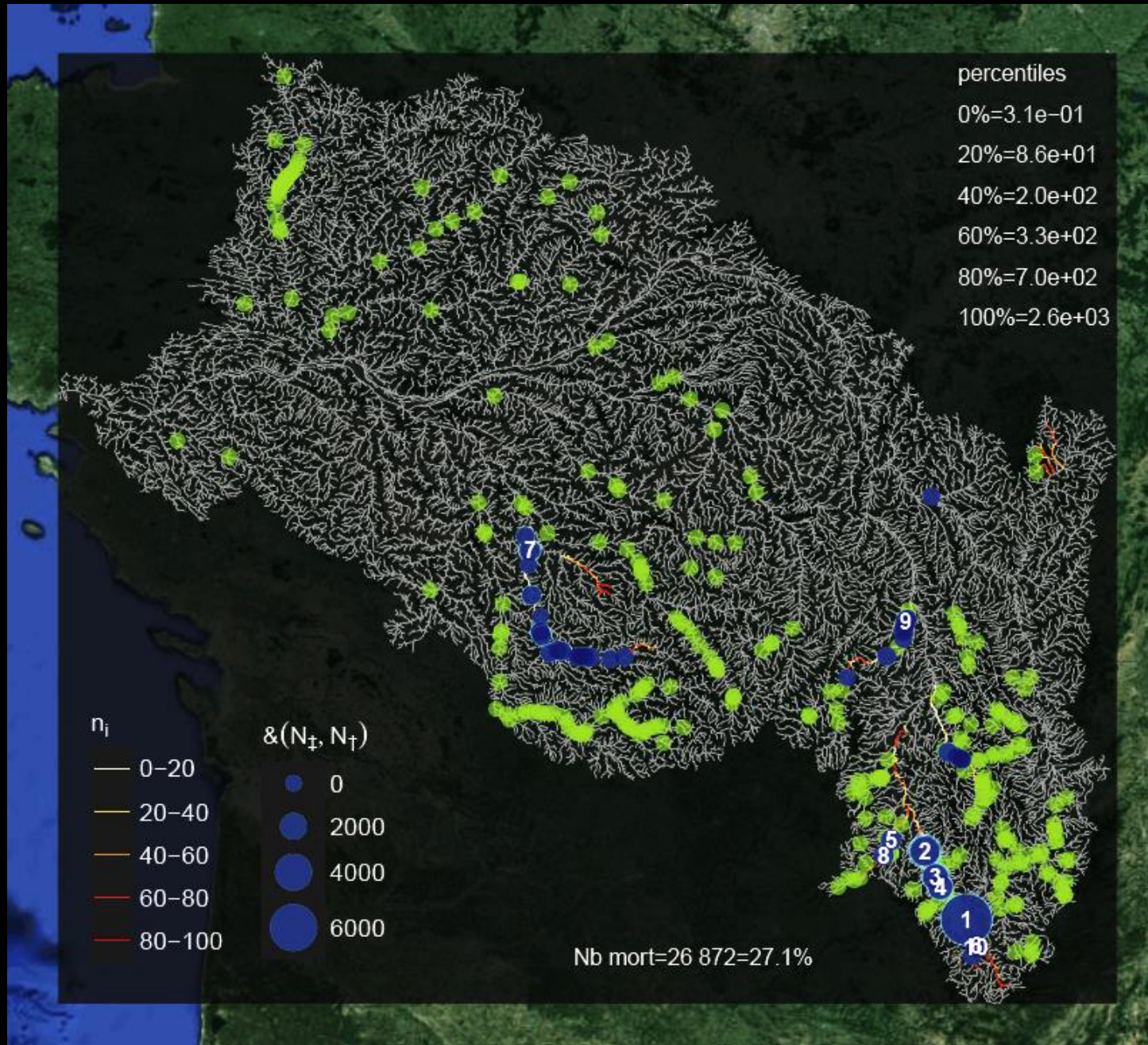
Mort. during downstream

Smolt





Silver eel



Smolt



Basin mortality



Smolt



Silver eel

Loire	27 %	3.1 %
Brittany	2 %	3.3 %
Vendée		2.2 %

Espèce

Sm...

Scénario

Production modélisée actuelle

Bassin PLAGEPOMI

(All)

Bassin versant

(All)

Rechercher un ouvrage

Cliquez sur un ouvrage pour afficher les détails



Légende

Mortalité potentielle (N++)

Mortalité réelle (N+)

Mortalité estimée / an

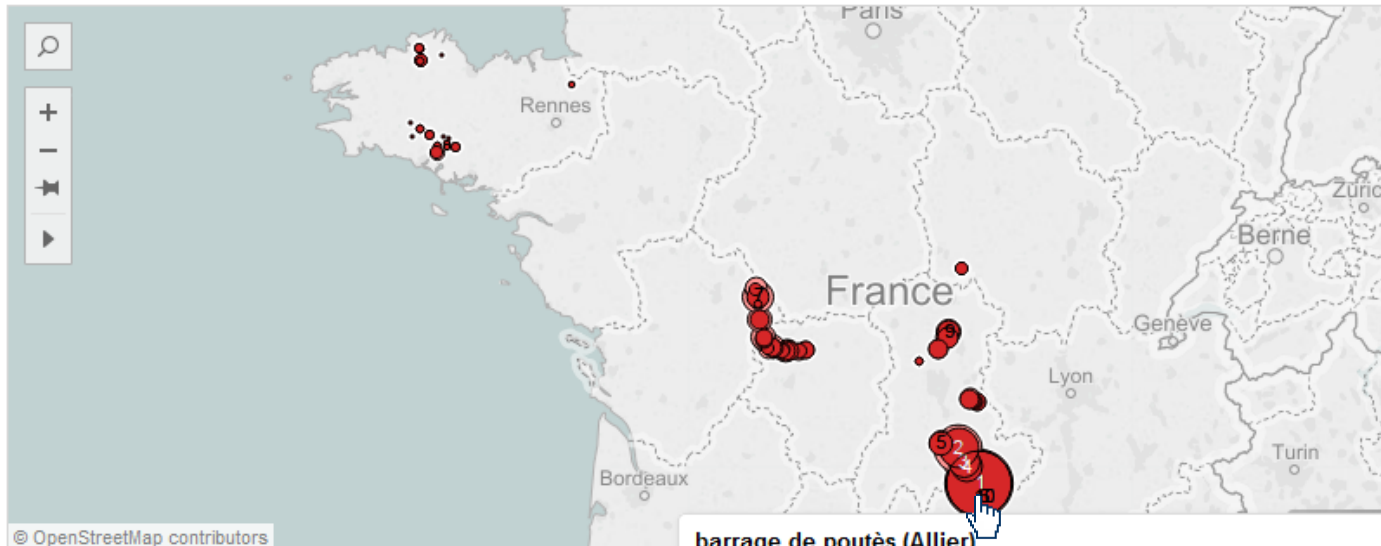
• 13

○ 2 000

○ 4 000

○ 6 000

○ 7 242



© OpenStreetMap contributors

barrage de poutès (Allier)

Smolts - Production modélisée actuelle

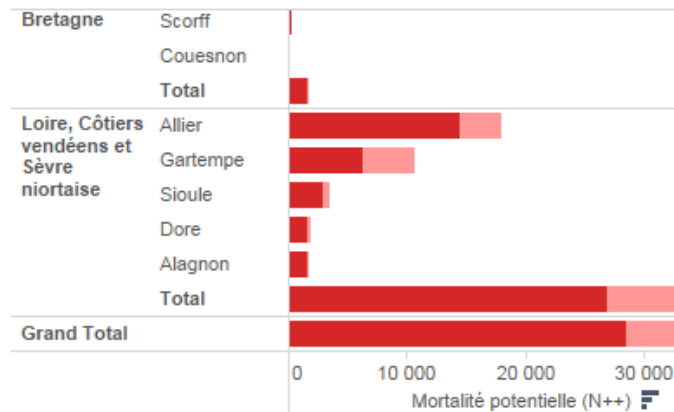
Taux de mortalité au module : 32,20% (Q90 : 27,90% - Q10 : 28,80%) sur un effectif dévalant de 22 489 Smolts / an

Mortalité potentielle (N++, sans prise en compte l'effet des centrales hydroélectriques en amont) : 7 242 Smolts / an

Mortalité réelle (N+, en prenant en compte les mortalités cumulées en amont) : 6 619 Smolts / an (soit 23% du total des ouvrages affichés)
Classement : **1ème** par ordre de mortalité décroissante

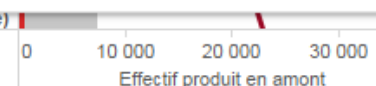
Taux de mortalité calculé à partir de... et des données d'équipement hydroélectriques connues : ...
Briand et al, 2015

Sélectionner un bassin pour l'afficher sur la carte



Mortalité potentielle (N++, sans prise en compte l'effet des centrales hydroélectriques en amont) et Mortalité réelle (N+, en prenant en compte les mortalités cumulées en amont) des Smolts pour chaque bassin versant pour le scénario "Production modélisée actuelle".

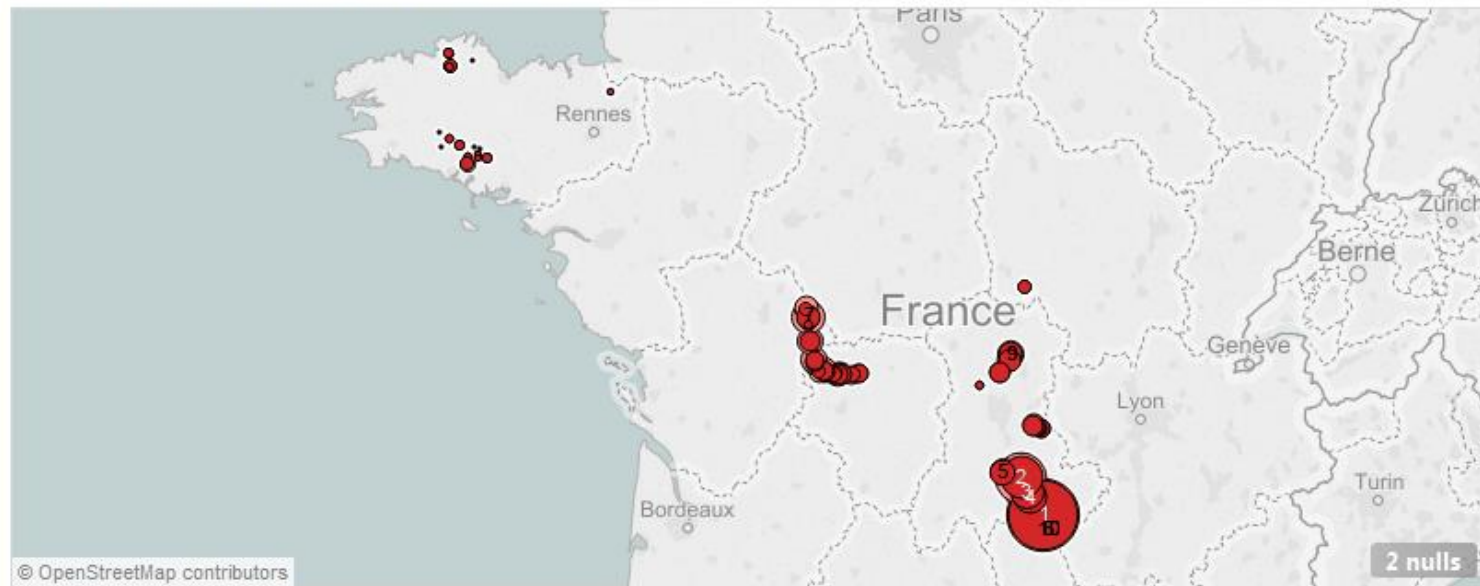
Moulin Champagne (microcentrale)



Smolts produit(e)s en amont de l'ouvrage et **mortalité réelle (N+)** sur les centrales hydroélectriques les plus impactantes. La courbe décrit la mortalité cumulée des ouvrages dans l'ordre décroissant de leur impact.

Espèce: Sm... Scenario: Production modélisée actuelle Bassin PLAGEPOMI: (All) Bassin versant: (All) Rechercher un ouvrage:

Cliquez sur un ouvrage pour afficher les détails



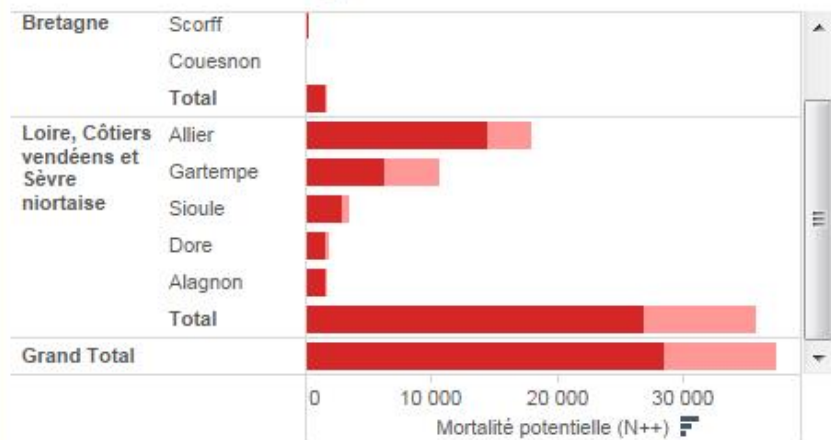
Légende

- Mortalité potentielle (N++)
- Mortalité réelle (N+)

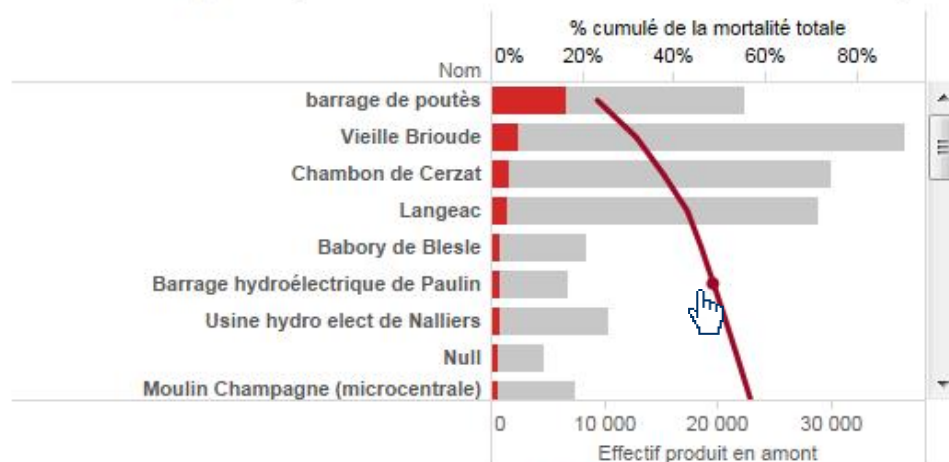
Mortalité estimée /an

- 13
- 2 000
- 4 000
- 6 000
- 7 242

Sélectionner un bassin pour l'afficher sur la carte



Centrales les plus impactantes

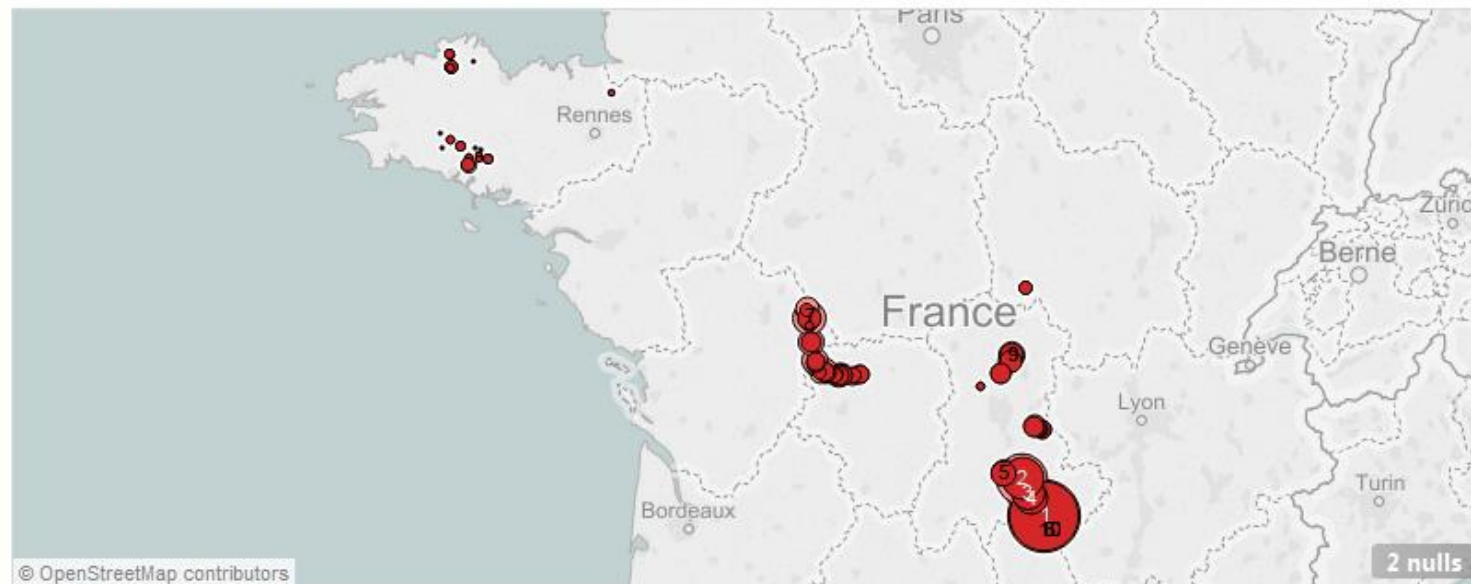


Mortalité potentielle (N++, sans prise en compte l'effet des centrales hydroélectriques en amont) et Mortalité réelle (N+, en prenant en compte les mortalités cumulées en amont) des Smolts pour chaque bassin versant pour le

Smolts produit(e)s en amont de l'ouvrage et mortalité réelle (N+) sur les centrales hydroélectriques les plus impactantes. La courbe décrit la mortalité cumulée des ouvrages dans

Espèce: Sm...
 Scenario: Production modélisée actuelle
 Bassin PLAGEPOMI: (All)
 Bassin versant: (All)
 Rechercher un ouvrage

Cliquez sur un ouvrage pour afficher les détails

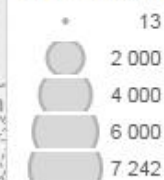


Légende

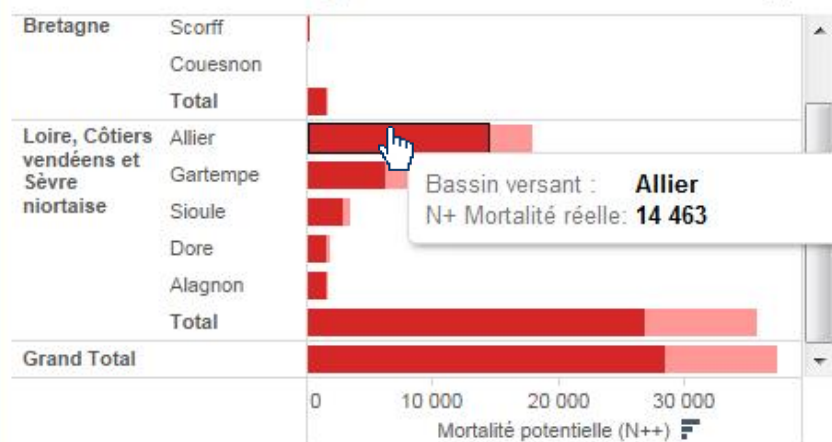
Mortalité potentielle (N++)

Mortalité réelle (N+)

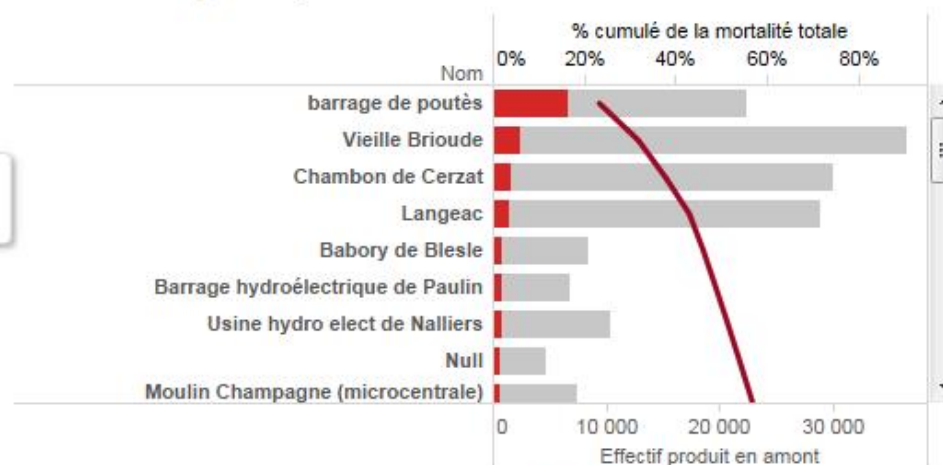
Mortalité estimée /an



Sélectionner un bassin pour l'afficher sur la carte



Centrales les plus impactantes

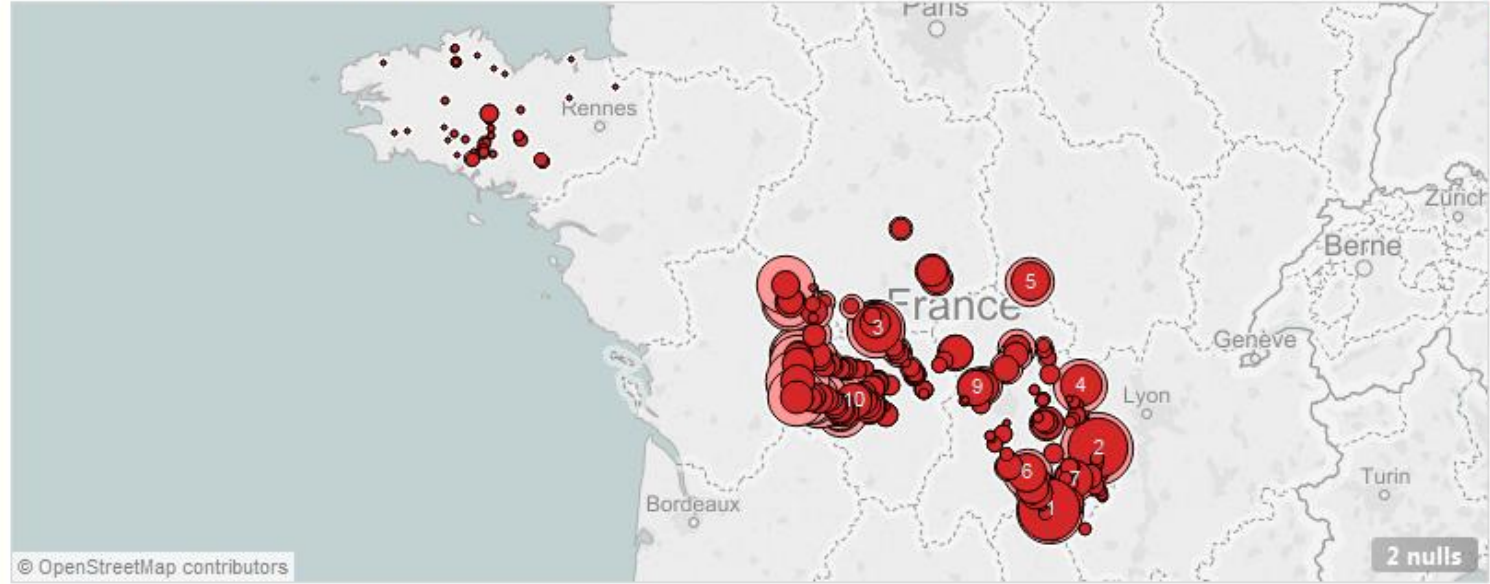


Mortalité potentielle (N++, sans prise en compte l'effet des centrales hydroélectriques en amont) et Mortalité réelle (N+, en prenant en compte les mortalités cumulées en amont) des Smolts pour chaque bassin versant pour le

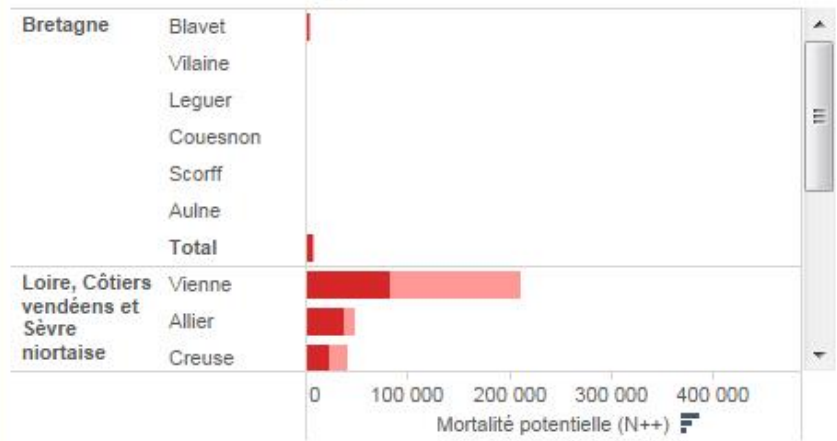
Smolts produit(e)s en amont de l'ouvrage et mortalité réelle (N+) sur les centrales hydroélectriques les plus impactantes. La courbe décrit la mortalité cumulée des ouvrages dans

Espèce: Sm...
 Scénario: Libre circulation à la montaison
 Bassin PLAGEPOMI: (All)
 Bassin versant: (All)
 Rechercher un ouvrage:

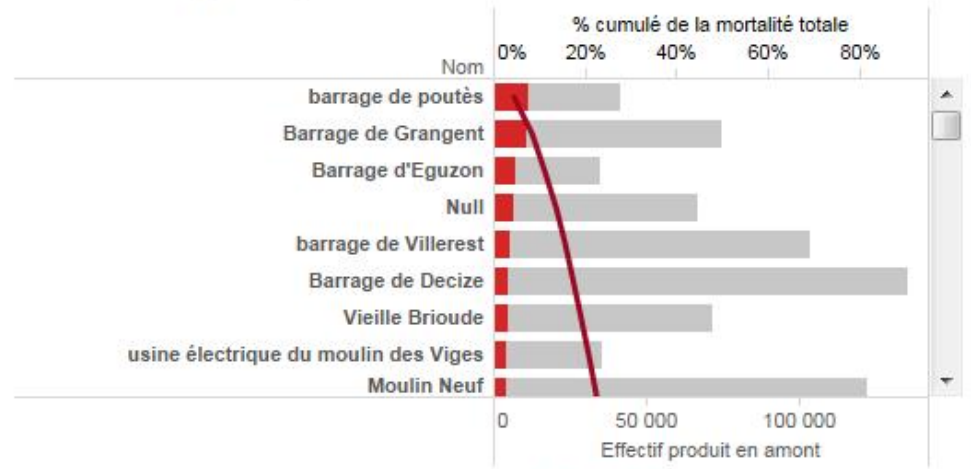
Cliquez sur un ouvrage pour afficher les détails



Sélectionner un bassin pour l'afficher sur la carte



Centrales les plus impactantes

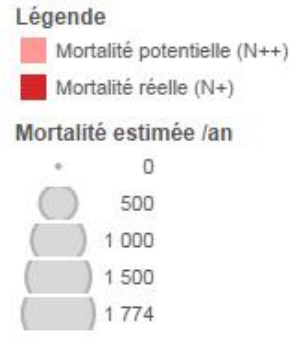
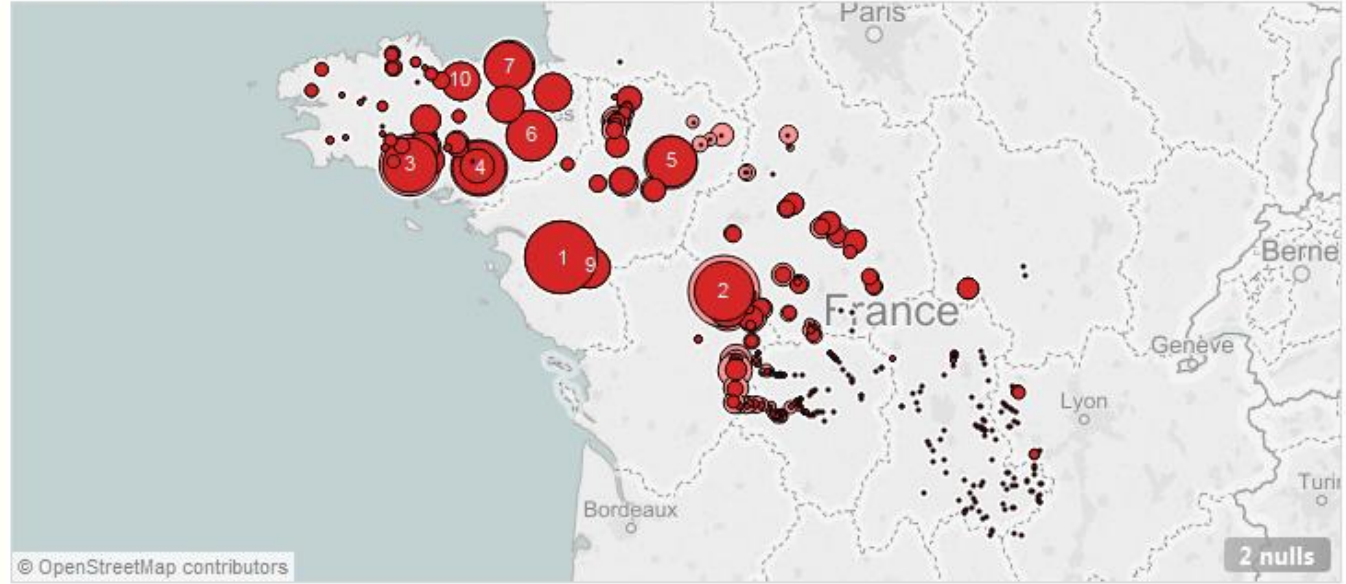


Mortalité potentielle (N++, sans prise en compte l'effet des centrales hydroélectriques en amont) et Mortalité réelle (N+, en prenant en compte les mortalités cumulées en amont) des Smolts pour chaque bassin versant pour le

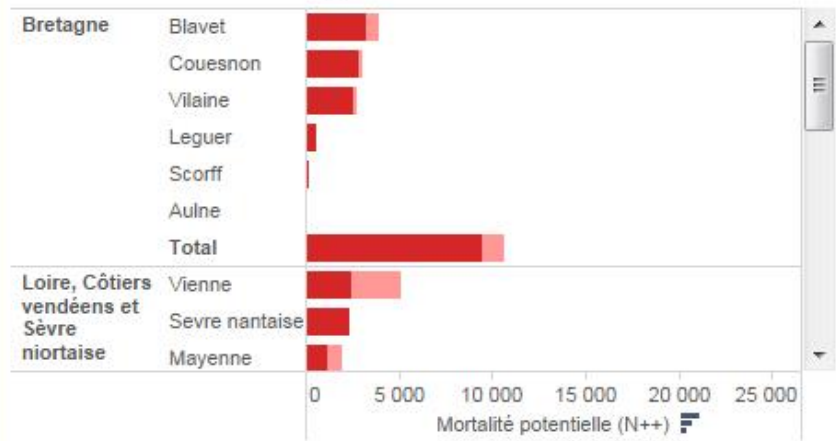
Smolts produit(e)s en amont de l'ouvrage et mortalité réelle (N+) sur les centrales hydroélectriques les plus impactantes. La courbe décrit la mortalité cumulée des ouvrages dans

Espèce: Ang... Sm... | Scenario: Production moyenne | Bassin PLAGEPOMI: (All) | Bassin versant: (All) | Rechercher un ouvrage:

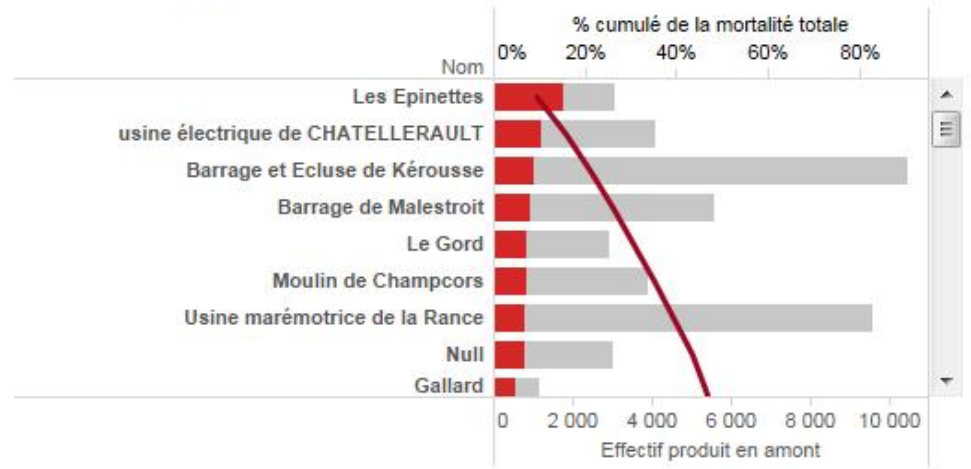
Cliquez sur un ouvrage pour afficher les détails



Sélectionner un bassin pour l'afficher sur la carte



Centrales les plus impactantes



Mortalité potentielle (N++, sans prise en compte l'effet des centrales hydroélectriques en amont) et Mortalité réelle (N+, en prenant en compte les mortalités cumulées en amont) des Anguilles argentées pour chaque bassin

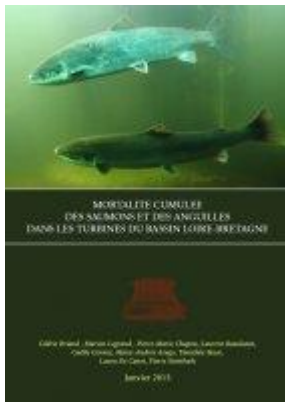
Anguilles argentées produit(e)s en amont de l'ouvrage et mortalité réelle (N+) sur les centrales hydroélectriques les plus impactantes. La courbe décrit la mortalité cumulée des



Conclusion

- This is a model: don't expect it to replace field study.
- The location of fishes is more important than exact mortalities at the turbine site
- Most eels are located downstream from turbines (in France)
- Large impact for salmon in the Loire

Questions



Report available online

Average mortality per turbine

	Average mortality		
	Kaplan	Francis	Unknown
Salmon	17%	20%	20%
Eel	46%	89%	71%

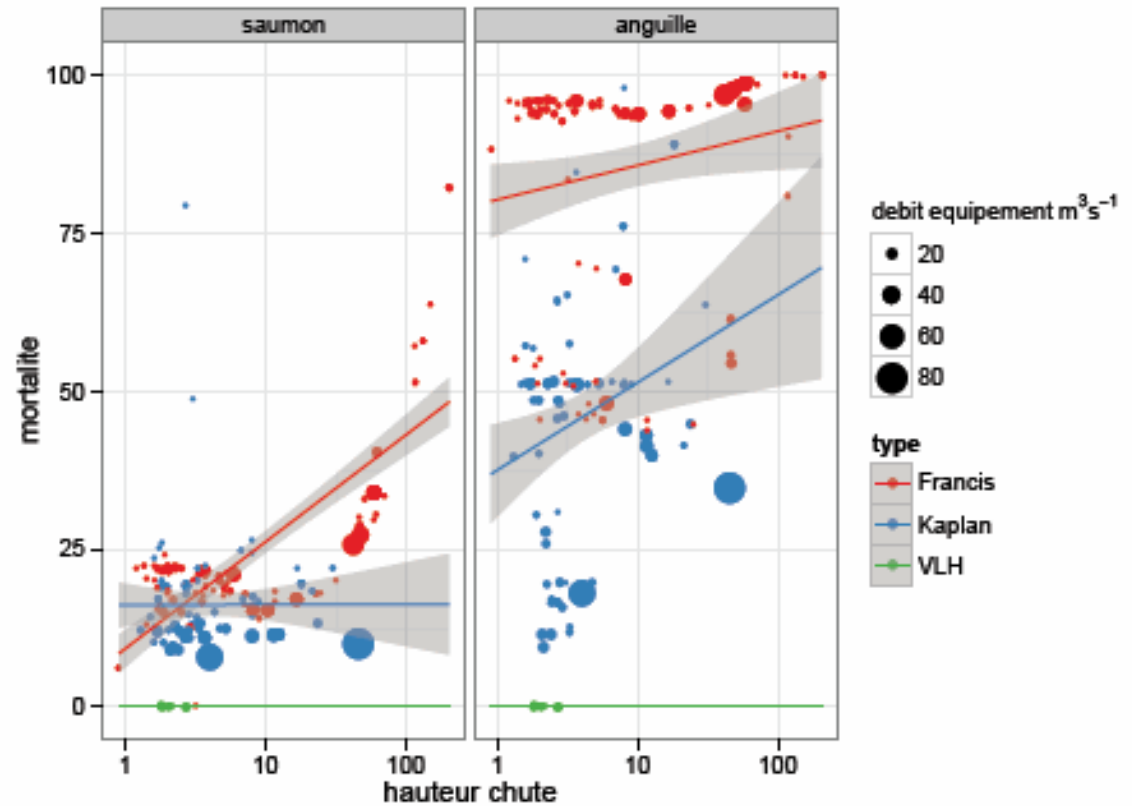
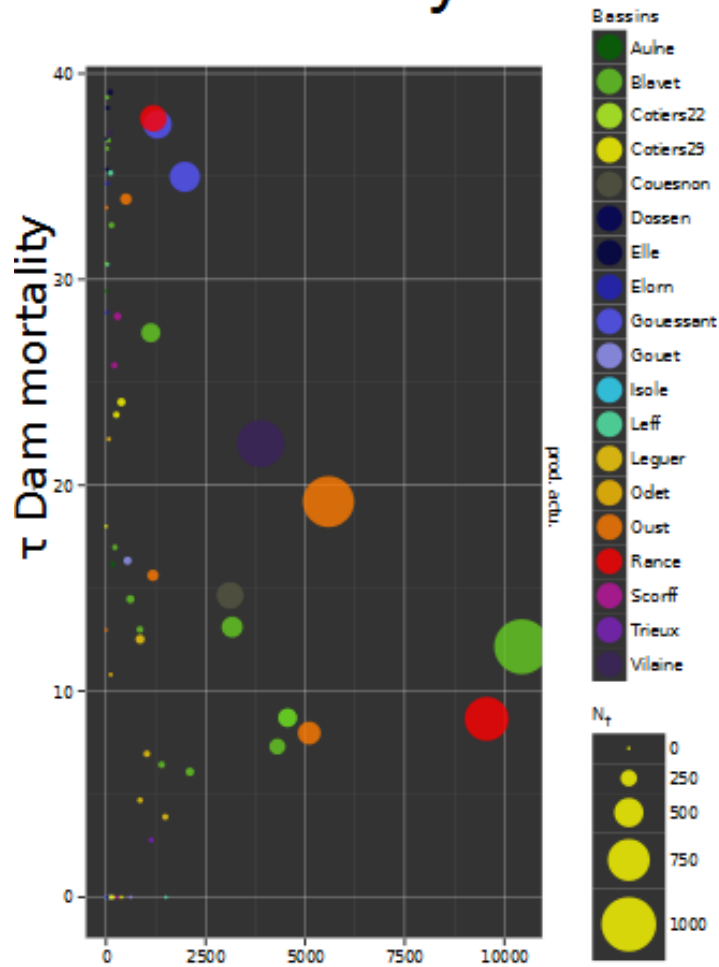


FIGURE 3.5 – Mortalité et type de turbine, les turbines sélectionnées sont celles permettant le calcul pour les anguilles ou les saumons, régressions linéaires sur l'effet de la hauteur de chute sur les mortalités.

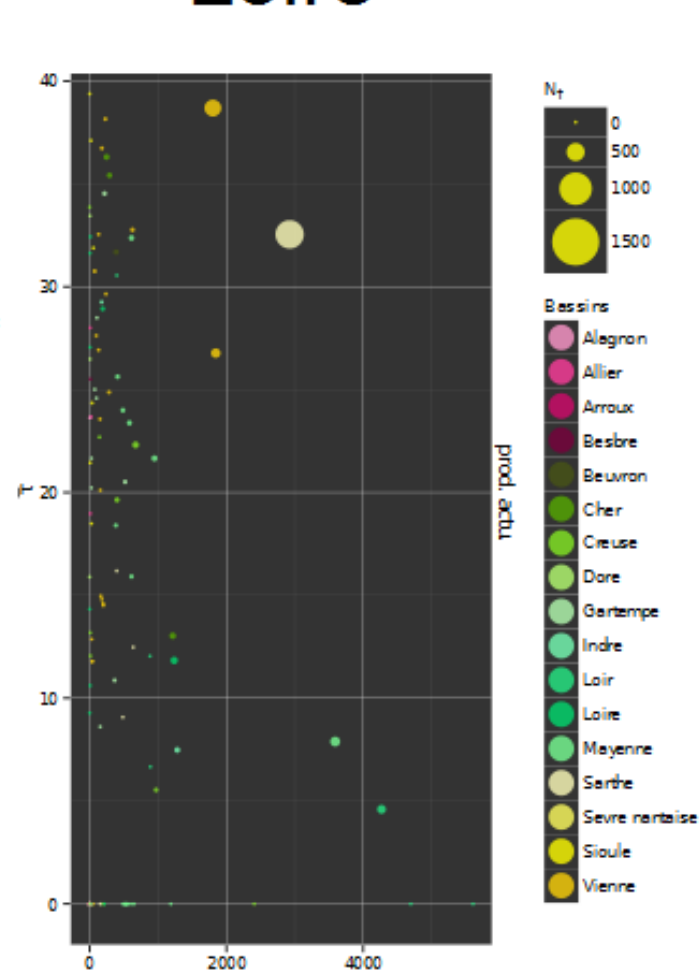
Average mortality per dam



Brittany



Loire



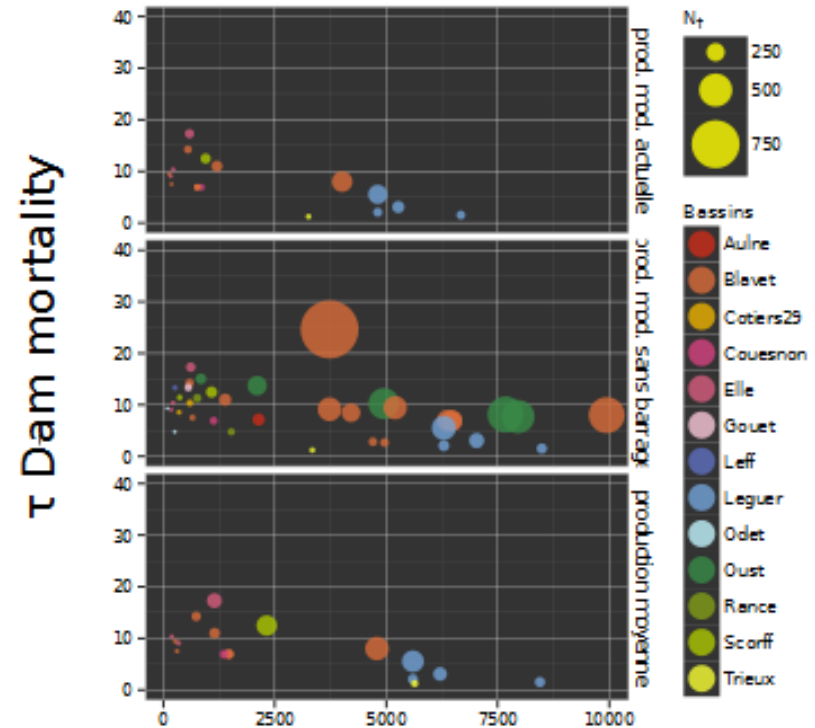
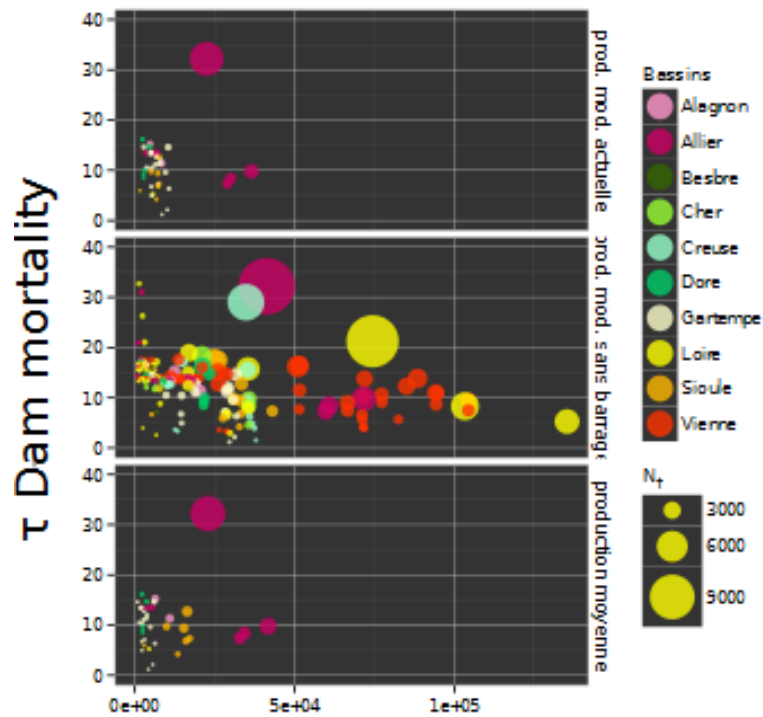
Potential production upstream
from the dam

Average mortality per dam



Loire

Brittany



Potential production upstream
from the dam