Tests statistiques qui auraient dû conduire au rejet des hypothèses, fonctions à paramétrage semi-empirique qui décrivent mal la réalité, extrapolation indues de travaux de moyennes chutes à tous les sites de basses chutes…

Ce n’est pas toujours robuste, voire fiable, quand on commence à regarder le détail des publications de l’ONEMA.

Andreas Rick analyse quelques erreurs, selon lui manifestes, observées dans les référentiels censés appuyer des politiques publiques et éclairer des décisions juridiques.

Nous reproduisons son article ci-dessous. PDF ici: Mortalité des anguilles dans les turbines

L'ONEMA est «*l’organisme technique français de référence sur la connaissance et la surveillance de l’état des eaux et sur le fonctionnement des milieux aquatiques* ». L'ONEMA édite des publications dites scientifiques, et des documents plus orientés vers le grand public et les organismes d'état, pour les guider dans leurs décisions.

Ainsi l'ONEMA a publié:

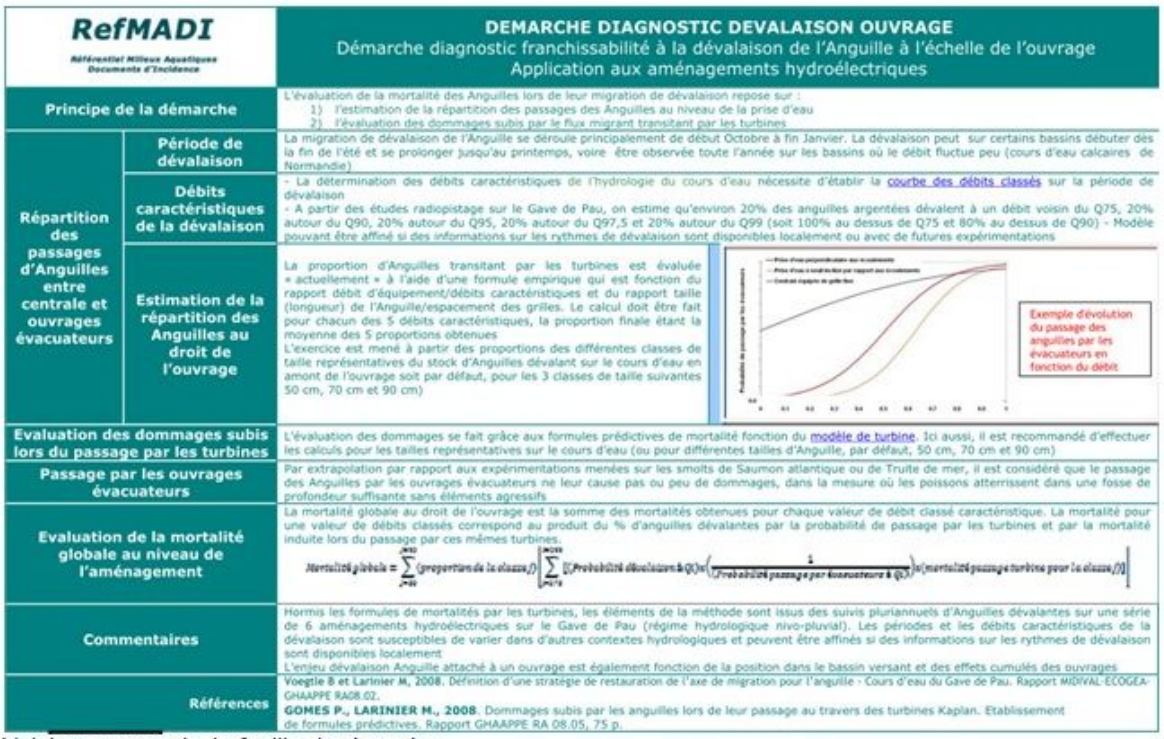
- « *Protocole ICE (Informations sur la Continuité Ecologique. Evaluer le franchissement des obstacles par les poissons. Principes et méthodes*
  http://www.onema.fr/IMG/pdf/CPA-ICE-integralite-juillet2014.pdf
- *« Référentiels Milieux Aquatiques Document d'Incidence (RefMADI) »*
  http://www.onema.fr/refmadi

Pour illustrer, prenons le RefMADI intitulé : «*Démarche diagnostic dévalaison ouvrage». Démarche diagnostic franchissabilité à la dévalaison de l’Anguille à l’échelle de l’ouvrage. Application aux aménagements hydroélectriques. »*

Ce document est particulièrement intéressant à l'heure actuelle, car beaucoup de rivières sont classées pour être axe migratoire pour l'anguille. Des dépenses très importantes ont déjà été réalisées et d’autres tout aussi conséquentes seront réclamées sur la base des diagnostics RefMADI.

Ce qui nous intéresse ici en priorité ce sont les conclusions pour les petits seuils de moulins que nous trouvons majoritairement dans nos rivières.

Voici un aperçu du résumé :



RefMADI	DEMARCHE DIAGNOSTIC DEVALAISON OUVRAGE Démarche diagnostic franchissabilité à la dévalaison de l'Anguille à l'échelle de l'ouvrage Application aux aménagements hydroélectriques	
Principe de la démarche	L'évaluation de la mortalité des Anguilles lors de leur migration de dévalaison repose sur : 1) l'estimation de la répartition des passages des Anguilles au niveau de la prise d'eau 2) l'évaluation des dommages subis par le flux migrant transitant par les turbines	
Répartition des passages d'Anguilles entre centrale et ouvrages évacuateurs — Période de dévalaison	La migration de dévalaison de l'Anguille se déroule principalement de début Octobre à fin Janvier. La dévalaison peut sur certains bassins débuter dès la fin de l'été et se prolonger jusqu'au printemps, voire être observée toute l'année sur les bassins où le débit fluctue peu (cours d'eau calcaires de Normandie)	
Répartition des passages d'Anguilles entre centrale et ouvrages évacuateurs — Débits caractéristiques de la dévalaison	- La détermination des débits caractéristiques de l'hydrologie du cours d'eau nécessite d'établir la courbe des débits classés sur la période de dévalaison - A partir des études radiopistage sur le Gave de Pau, on estime qu'environ 20% des anguilles argentées dévalent à un débit voisin du Q75, 20% autour du Q90, 20% autour du Q95, 20% autour du Q97,5 et 20% autour du Q99 (soit 100% au dessus de Q75 et 80% au dessus de Q90) - Modèle pouvant être affiné si des informations sur les rythmes de dévalaison sont disponibles localement ou avec de futures expérimentations	
Répartition des passages d'Anguilles entre centrale et ouvrages évacuateurs — Estimation de la répartition des Anguilles au droit de l'ouvrage	La proportion d'Anguilles transitant par les turbines est évaluée « actuellement » à l'aide d'une formule empirique qui est fonction du rapport débit d'équipement/débits caractéristiques et du rapport taille (longueur) de l'Anguille/espacement des grilles. Le calcul doit être fait pour chacun des 5 débits caractéristiques, la proportion finale étant la moyenne des 5 proportions obtenues L'exercice est mené à partir des proportions des différentes classes de taille représentatives du stock d'Anguilles dévalant sur le cours d'eau en amont de l'ouvrage soit par défaut, pour les 3 classes de taille suivantes 50 cm, 70 cm et 90 cm)	Exemple d'évolution du passage des anguilles par les évacuateurs en fonction du débit
Evaluation des dommages subis lors du passage par les turbines	L'évaluation des dommages se fait grâce aux formules prédictives de mortalité fonction du modèle de turbine. Ici aussi, il est recommandé d'effectuer les calculs pour les tailles représentatives sur le cours d'eau (ou pour différentes tailles d'Anguille, par défaut, 50 cm, 70 cm et 90 cm)	
Passage par les ouvrages évacuateurs	Par extrapolation par rapport aux expérimentations menées sur les smolts de Saumon atlantique ou de Truite de mer, il est considéré que le passage des Anguilles par les ouvrages évacuateurs ne leur cause pas ou peu de dommages, dans la mesure où les poissons atterrissent dans une fosse de profondeur suffisante sans éléments agressifs	
Evaluation de la mortalité globale au niveau de l'aménagement	La mortalité globale au droit de l'ouvrage est la somme des mortalités obtenues pour chaque valeur de débit classé caractéristique. La mortalité pour une valeur de débits classés correspond au produit du % d'anguilles dévalantes par la probabilité de passage par les turbines et par la mortalité induite lors du passage par ces mêmes turbines.	
Commentaires	Hormis les formules de mortalités par les turbines, les éléments de la méthode sont issus des suivis pluriannuels d'Anguilles dévalantes sur une série de 6 aménagements hydroélectriques sur le Gave de Pau (régime hydrologique nivo-pluvial). Les périodes et les débits caractéristiques de la dévalaison sont susceptibles de varier dans d'autres contextes hydrologiques et peuvent être affinés si des informations sur les rythmes de dévalaison sont disponibles localement L'enjeu dévalaison Anguille attaché à un ouvrage est également fonction de la position dans le bassin versant et des effets cumulés des ouvrages	
Références	**Voegtle B et Larinier M, 2008.** Définition d'une stratégie de restauration de l'axe de migration pour l'anguille - Cours d'eau du Gave de Pau. Rapport MIDIVAL-ECOGEA-GHAAPPE RA08.02. **GOMES P., LARINIER M., 2008.** Dommages subis par les anguilles lors de leur passage au travers des turbines Kaplan. Etablissement de formules prédictives. Rapport GHAAPPE RA 08.05, 75 p.	

Voici un aperçu de la feuille de résumé :

La stratégie est donc d'évaluer les impacts selon les étapes suivantes :

1) l'estimation de la répartition des passages des anguilles au niveau de la prise d'eau,

2) l'évaluation des dommages subis par le flux migrant transitant par les turbines.

Comme les bons « scientifiques » s'y obligent, l'ONEMA donne des références pour apppuyer ses conclusions:

[A] Voegtle B et Larinier M, 2008. Définition d'une stratégie de restauration de l'axe de migration pour l'anguille - Cours d'eau du Gave de Pau. Rapport MIDIVAL-ECOGEA-GHAAPPE RA08.02.
http://www.documentation.eaufrance.fr/notice/definition-d-une-strategie-de-restauration-de-l-axe-de-migration-pour-l-anguille-cours-d-eau-du-gave1

[B] GOMES P., LARINIER M., 2008. Dommages subis par les anguilles lors de leur passage au travers des turbines Kaplan. Établissement de formules prédictives. Rapport GHAAPPE RA 08.05, 75 p.

Voyons donc ce que ces articles nous apportent dans le RefMADI.

L'article [A] nous donne une formule pour estimer le taux d’échappement au niveau de chaque aménagement. Ce taux « E » est la probabilité de survie en franchissant un ouvrage équipé de turbines :

E = 100 x ((1 –Qt/2Qm) + (1-M) . (Qt/2Qm)) où :

E : taux d’échappement (en %)

Qt : débit d’équipement (m3/s)

Qm : module interannuel (m3/s)

M : part de mortalité lors du passage par les turbines

Ce modèle suppose que les anguilles sont équitablement distribuées dans l'eau et dévalent en moyenne pendant la période du double du module. Les seuls paramètres sur lesquels on peut travailler sont le débit d´équipement et le mortalité « M » (voir section suivante). Par contre, cette formule n'est pas fonction des paramètres sur lesquelles l'ONEMA entend faire pression : l'entraxe des barreaux des grilles et des exutoires ichtyocompatibles.

Ce qui est utilisé dans le RefMADI est issu de la publication suivante : *« Behaviour and passage of European silver eels (Anguilla anguilla) at a small hydropower plant during their downstream migration F. Travade (1) , M. Larinier (2) , S. Subra (1) , P. Gomes (2) , E. De-Oliveira (1) »*

Cette publication décrit une étude qui a été fait sur le Gave de Pau en suivant 116 anguilles avec radio télémétrie pendant 3 ans. Cette fois-ci la formule donnée pour le taux de poissons qui échappe au turbinage est :

P = exp(η)/(1 + exp(η)) où : η = − 6.89 + 4.28 (Q spill /Q tot) + 0.0091 TL.

et les auteurs donnent même une évaluation de la validité statistique de leur formule : *A chi-square test (chi-square = 8.38 with 6 degrees of freedom, p = 0.211) shows that with a confidence level of 90%, there is no reason to reject the model’s goodness of fit, since the probability is greater than or equal to 0.10.*

Pour ceux qui ne connaissent pas trop les statistiques : le test « khi-deux» donne la probabilité de se tromper quand on affirme qu’une formule décrit bien la distribution de probabilité para rapport à une hypothèse nulle (de distribution aléatoire). Ici, les auteurs ont trouvé que l'erreur de se tromper est de 21% (p=0,211) et concluent que cela n'est pas

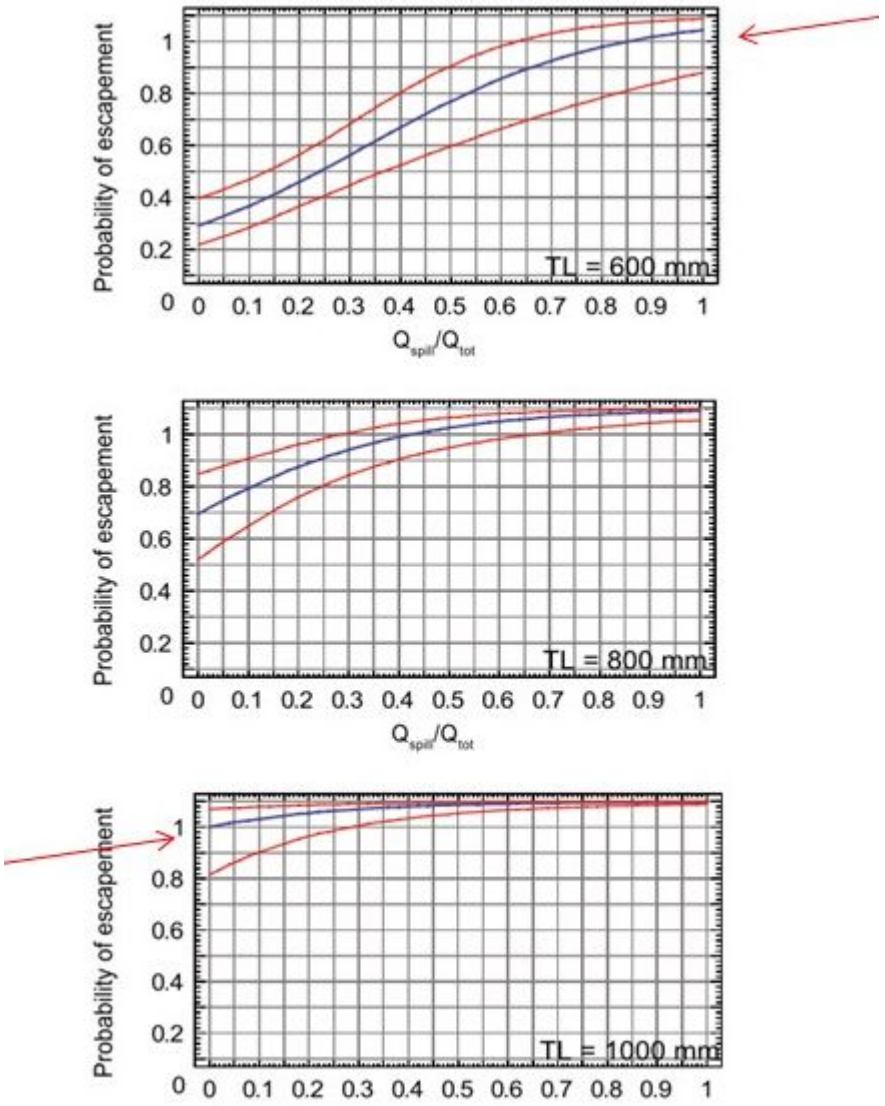
une raison de rejeter le modèle au motif qu’elle serait supérieure à 10%. C’est le monde à l'envers ! Pourquoi ne pas utiliser une formule encore plus aléatoire conduisant à une probabilité de se tromper proche de 100% ? En fait, une hypothèse d’explication au p>0,05 doit être rejetée comme non significative, et non somme ici à p>0,20. Apparemment, l'auteur de l’ONEMA n'a pas compris ce test. Une erreur de ce type est regrettable pour un chercheur mais il est plus grave encore qu’elle se retrouve publiée dans journal « scientifique ».

Comment une erreur aussi frappante a pu échapper au comité de relecture du journal ? Regardons d’un peu plus près: *« Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems (2010) 398, 01 »* Il s'agit d'une publication de l'ONEMA.
http://www.onema.fr/IMG/EV/cat7a-institutional-publications.html

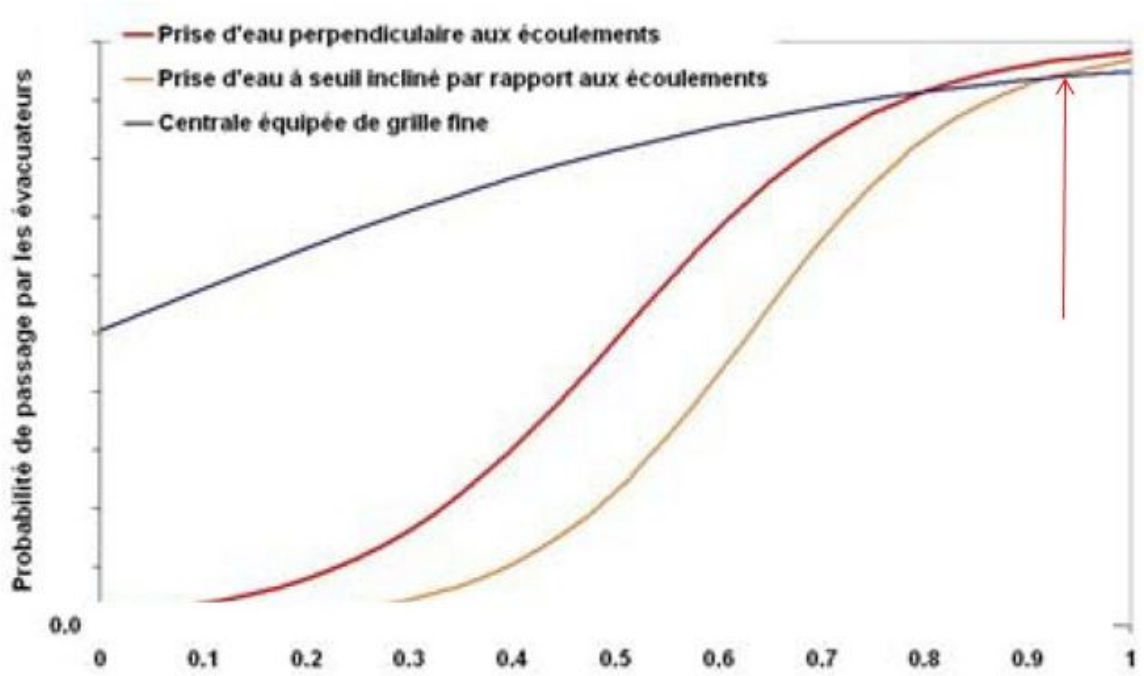
Editor-in-Chief : Daniel Gerdeaux. Scientific Board : M. Larinier, Toulouse, France

Un des auteurs est lui-même dans le comité de revue. En réalité, l'article n'a pas dû été relu, sinon ces erreurs auraient été détectées.

Revenons sur la formule de la probabilité d'échappement des anguilles. Non seulement le test khi-deux la rejette, mais l’analyse par le simple bon sens détecte des problèmes. On peut voir ci-dessous les graphiques de la probabilité d’échappement en fonction du pourcentage qui n'est pas turbiné, pour 3 tailles d'anguilles. Le problème, avec la formule choisie, est que les courbes ne passent pas par les points (0,0) et (1,1). La formule prédit donc qu'il y a des anguilles qui passent par la turbine, alors que la turbine n'est pas en fonction car la totalité du débit passe par le seuil (Q spill /Q tot = 1). Elle prédit également que >80% des anguilles de longueur de 1000 mm s’échappent par la digue alors que la totalité du débit passe par la turbine ! Pour le moins curieux.



Ensuite, dans le RefMADI, l'ONEMA utilise ces formules pour comparer le taux d'échappement en fonction de l'entraxe des barreaux des grilles. A cause de leur mauvais choix de fonction, la courbe d'échappement des anguilles pour des centrales équipées de grilles fines passe en dessous de celle des sites avec des grilles aux barreaux plus espacés. En conséquence, si l’on s’en tient littéralement à ces « preuves », il faudrait enlever les grilles fines pour les moulins qui ne turbinent qu’une petite partie du module.



L’évaluation des dommages subis par le flux migrant transitant par les turbines

L'article [B] nous donne des formules prédictives pour des turbines Kaplan qui est issu d'une méta-étude de plusieurs publications sur 24 sites et 71 essais au total.

Voici un extrait : « *trois expressions mathématiques ont été établies à partir des essais effectués à ouverture supérieure à 70% et en s’appuyant uniquement sur des données facilement accessibles. Ces expressions permettent d’obtenir l’ordre de grandeur de la mortalité (M) en fonction de :*

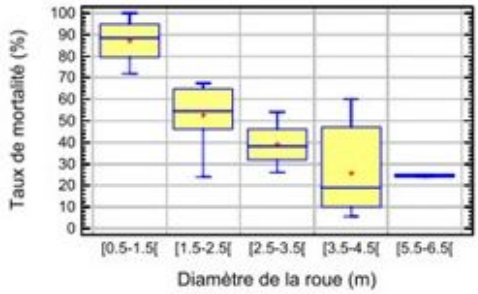
-la taille de l’anguille (TL),

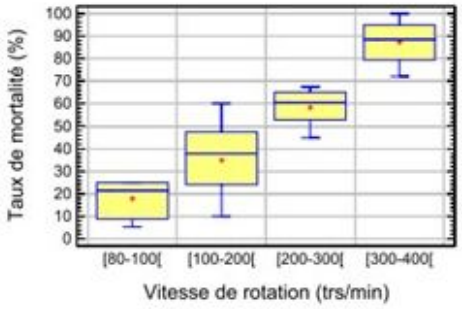
-du diamètre de la roue (Dr),

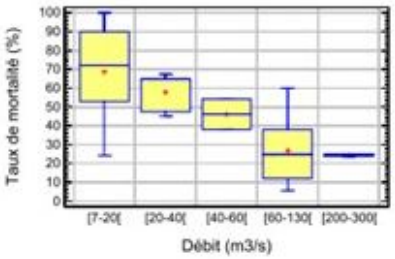
-du débit nominal (Q)

-et de la vitesse de rotation de la turbine (N) ».

$$M(\%) = 4.67 x TL^{1.53} x Dr^{-0.48} x N^{0.6}$$
$$M(\%) = 6.59 x TL^{1.63} x Q^{-0.24} x N^{0.63}$$
$$M(\%) = 12.42 x TL^{1.36} x Q^{-0.22} x Dr^{-0.10} x N^{0.49}$$







Ce qui est intéressant, ce sont les conclusions : « *Le fait que ni le nombre de pales, ni la hauteur de chute n'interviennent dans les formules prédictives, s'explique par le nombre limité de tests et surtout l'absence de données pour certaines architectures de turbines Kaplan. La majorité des turbines testées sont à 4 pales, celles à 3 et 5 pales ou plus étant très limitées. On a d'autre part une sous-représentation des turbines de puissances inférieures à 500 kW fonctionnant sous très basses chutes (< 3-4 m) ainsi que des grosses turbines de 10 à 50 MW à débits supérieurs à 150 m3/s fonctionnant sous 10 à 20 m de chute* ».

L'étude sur laquelle se base le RefMADI ne permet donc pas de conclure sur des sites:

-de très basses chutes (< 3-4 m),

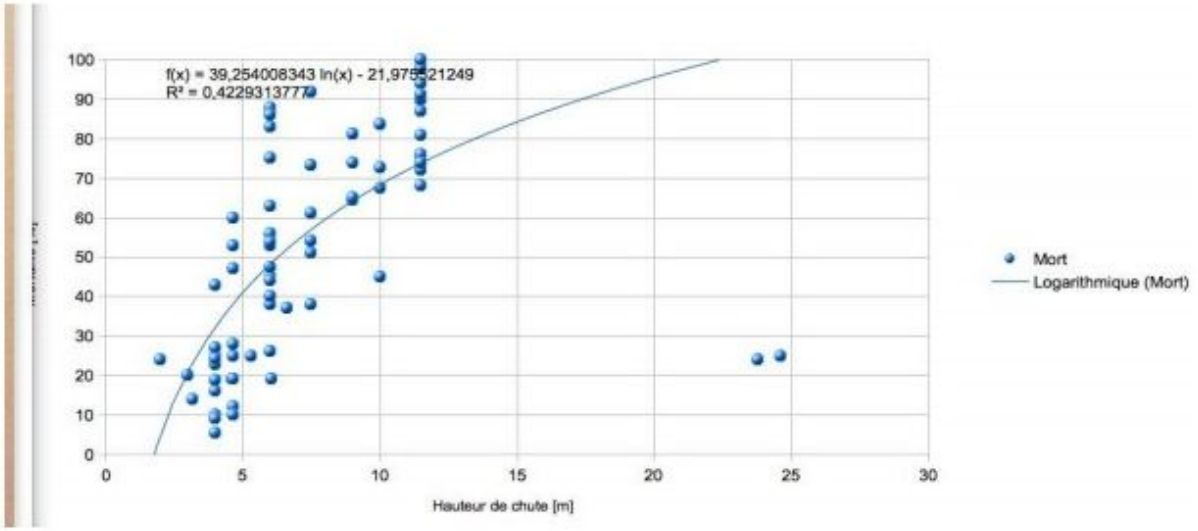
-d'une puissance inférieure à 500 kW,

-turbinant des débits relativement faibles, bien inférieurs à 15-20 m3/s.

Combien de moulins sur les rivières classés « anguilles » ont des chutes supérieures à 4m, une puissance supérieure à 500kW et un débit turbiné >20m³/s ? Une poignée ! A part pour quelques grands sites de production hydroélectrique, la formule Onema n'est donc pas applicable.

Le bât blesse, car l'ONEMA utilise sa méthode pour justifier la « mise en conformité » des sites pour lesquels la formule est inadaptée.

Si on trace les données de mortalité qui ont servi dans l'étude [B] en fonction de la hauteur de chute on obtient une corrélation nette :



Le résultat est conforme à ce que l’on pouvait attendre : la mortalité diminue avec la chute. Et pour des très basses chutes, la mortalité tend vers zéro.

Utiliser des formules qui ne font pas intervenir la hauteur de chute et extrapoler au doigt mouillé les données pour les appliquer aux basses chutes nous apparaît totalement dénué de sens.