



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Comment réduire les impacts des plans d'eau sur la ressource en eau et les milieux naturels ?

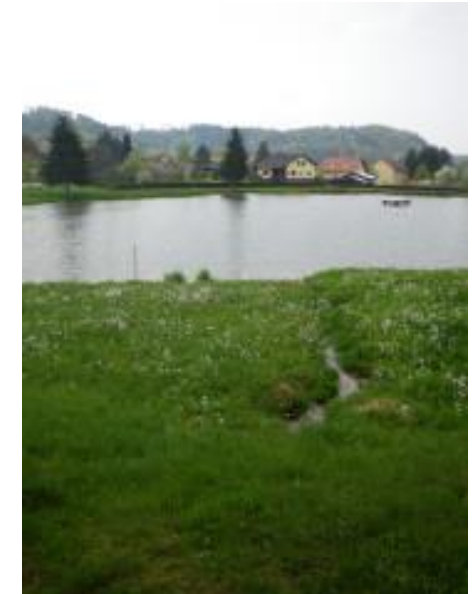
*Webinaire Plans d'eau – DREAL Pays de la Loire
Vendredi 24 juin 2022*

Hélène ANQUETIL
OFB - DR Bretagne
Service Appui aux acteurs et
mobilisation des territoires

1. Définition
2. Typologie des plans d'eau
3. Impacts des plans d'eau sur les cours d'eau : Biodiversité – Physico-chimie - Hydrologie
4. Impacts cumulés des plans d'eau
5. Mesures d'atténuation, réduction des impacts
6. Suppression de plans d'eau

1. Définition

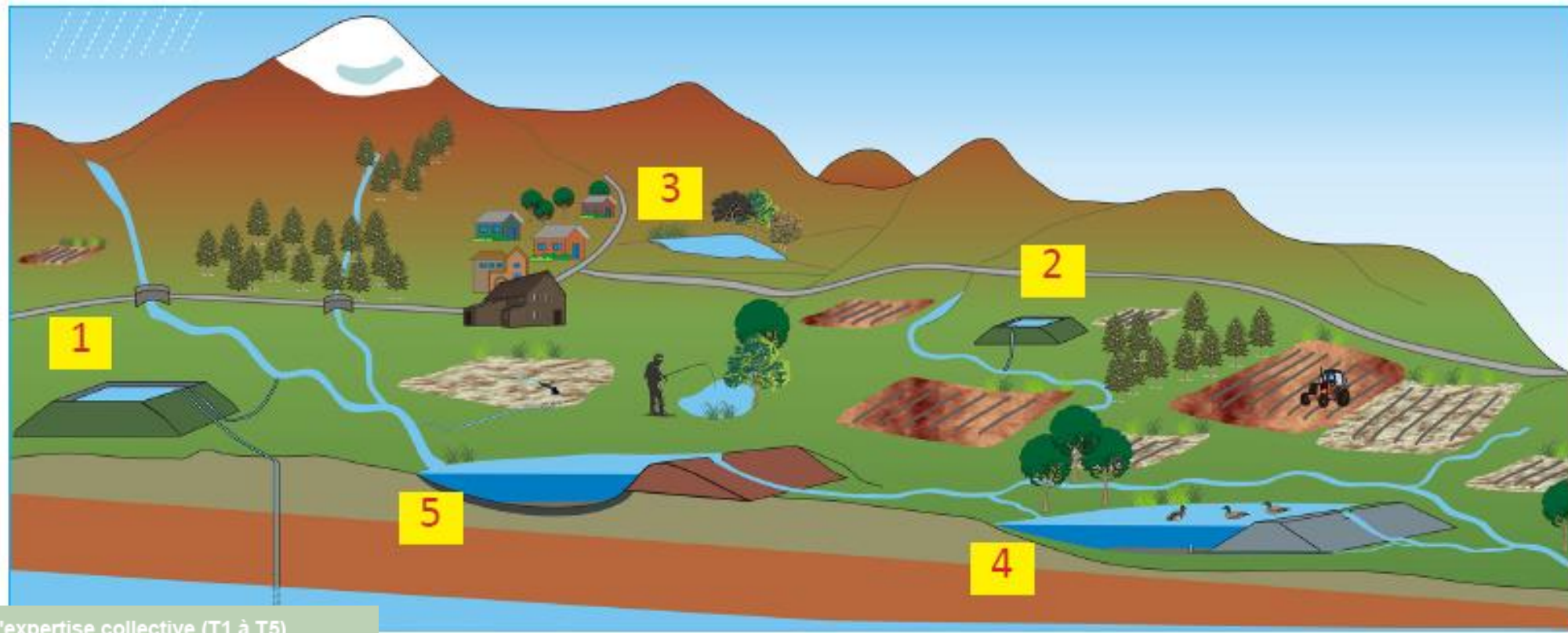
- ❑ **Un plan d'eau désigne une étendue d'eau douce continentale de surface libre, stagnante, d'origine naturelle ou anthropique et de profondeur variable (Sandre, 2020).**
 - ✓ Exemple d'entités désignées comme « plans d'eau » : ballastière, bief (de moulin, de canal), carrière, douve, **étang**, gravière, lac, lagune, mare, réservoir, retenue (collinaire, d'irrigation).



- ❑ **La majorité des plans d'eau sont des ouvrages artificiels, construits par la main de l'homme :**
 - par l'établissement d'une digue sur un cours d'eau,
 - par curage d'un endroit naturellement humide et/ou alimenté par les eaux de pluie, de source, de ruissellement
 - par creusement en dessous du niveau de la nappe phréatique (cas des gravières).

2. Typologie des plans d'eau

Pour mesurer les impacts des retenues sur les cours d'eau : typologie basée sur **mode d'alimentation et de restitution des eaux**

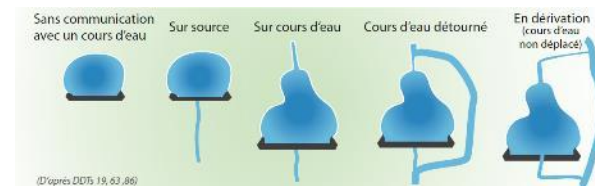


Typologie de l'expertise collective (T1 à T5)

- T1 réserve alimentée par pompage nappes
- T2 réserve alimentée par pompage en rivière
- T3 retenue collinaire
- T4 retenue en dérivation
- T5 retenue de barrage

A, B, C... précisions apportées au type de retenue

Impacts cumulés des retenues d'eau : trois séminaires régionaux pour une première boîte à outils. (Les Rencontres AFB, 2017).



2. Typologie des plans d'eau

➔ **23 types** de retenues
(hors gravières)

↓
impacts différenciés

Impact maximum :

- retenues sur cours d'eau
- avec prélèvements estivaux
- avec restitution d'eau de surface
- sans débit réservé

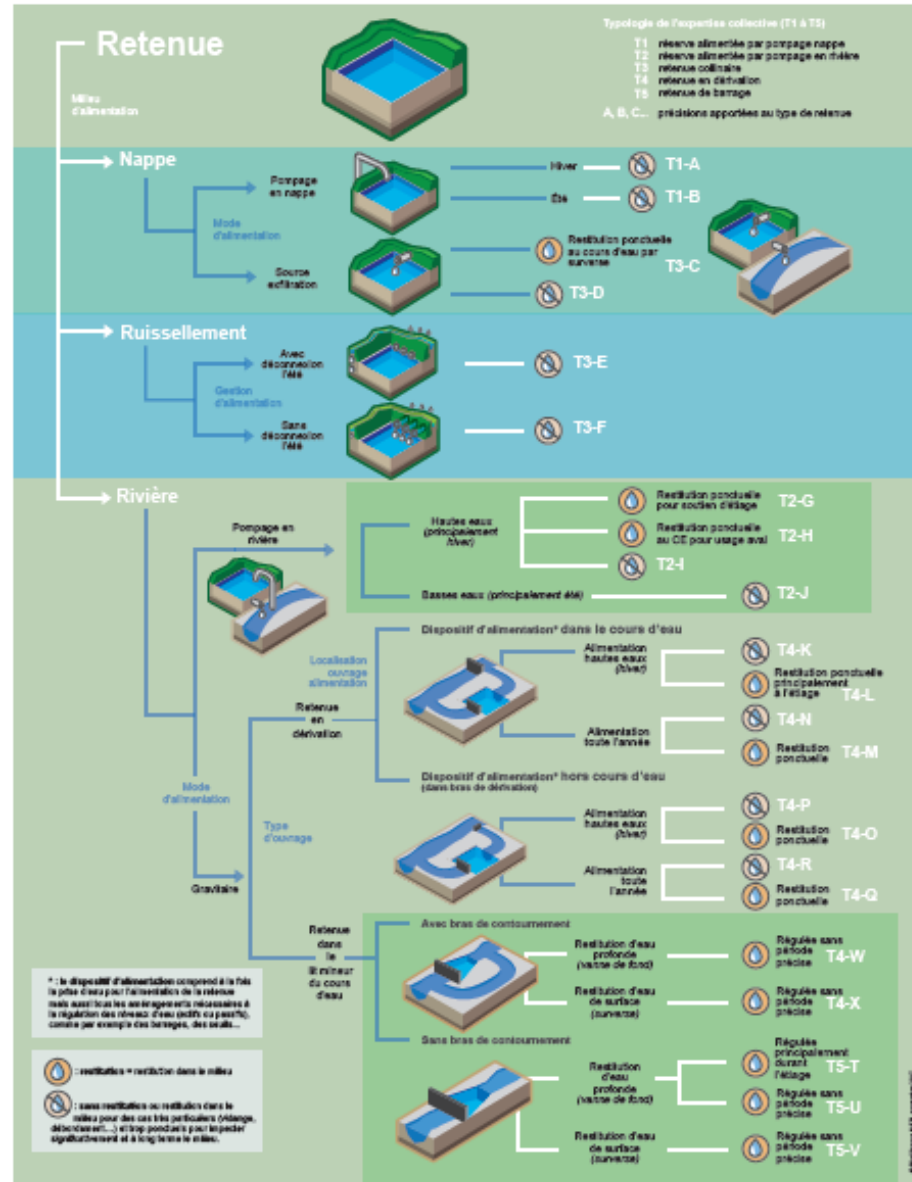


Figure 2. Typologie des retenues (23 types, par ex. T1-A) proposée dans le rapport méthodologique, à l'usage des administrés. Cette typologie pré-existe celle établie par l'expertise collective (T1 à T5).

Impacts cumulés des retenues d'eau : trois séminaires régionaux pour une première boîte à outils. (Les Rencontres AFB, 2017).

3. Impacts des plans d'eau sur la biodiversité

Lors de la création d'un plan d'eau, le premier impact est la **destruction** des milieux sur lesquels est aménagé le plan d'eau :

- Zones humides
- Cours d'eau
- Prairies inondables
-



ZONE HUMIDE ©Hélène Anquetil, AFB



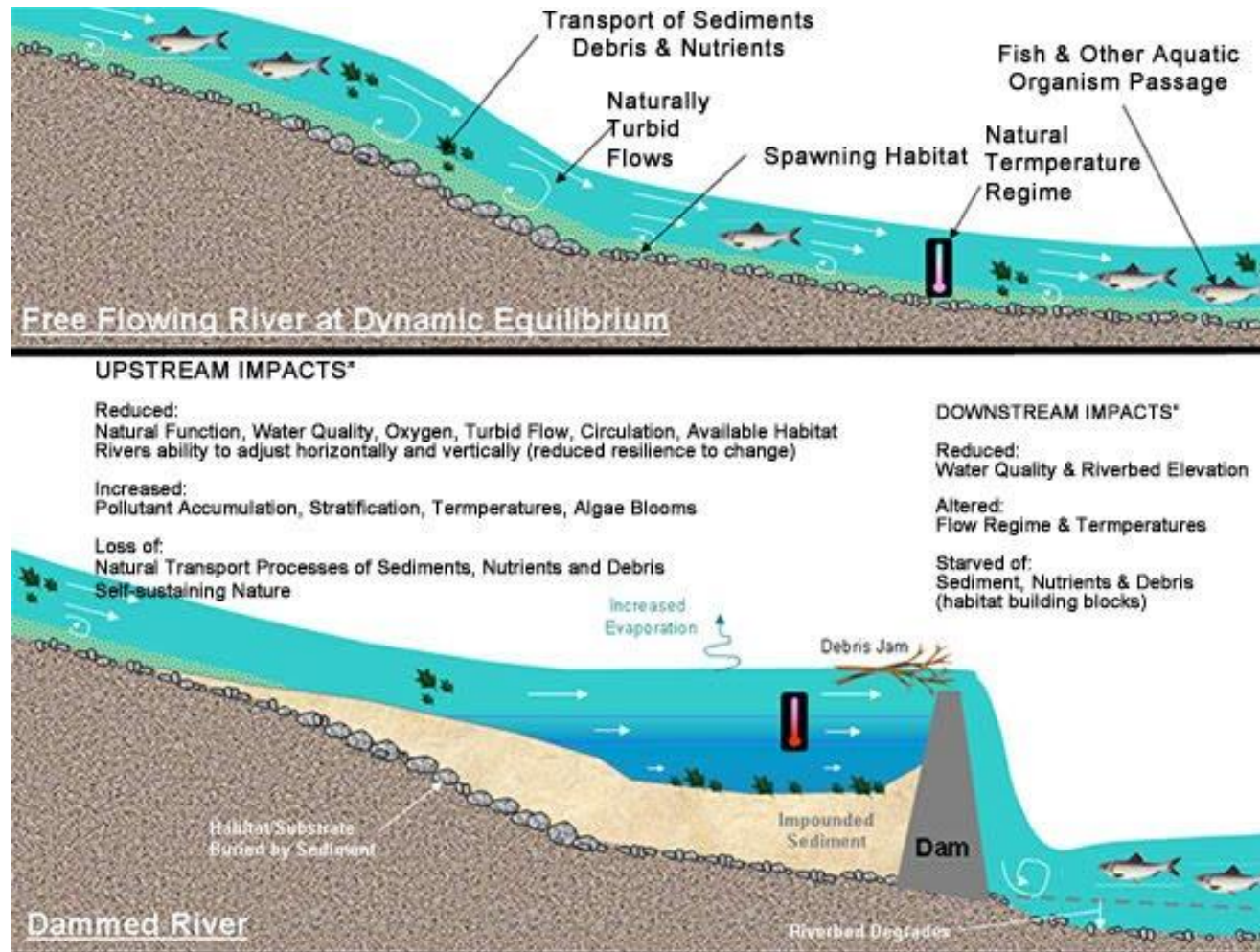
Cours d'eau en tête de bassin versant ©Mikaël Le Bihan, AFB

L'impact est d'autant plus grand lorsqu'il s'agit d'un espace à haute valeur écologique (zones humides de tête de bassins versants, milieux tourbeux...)



3. Impacts des plans d'eau sur la biodiversité

Un plan d'eau en barrage du cours d'eau constitue un obstacle à la continuité écologique

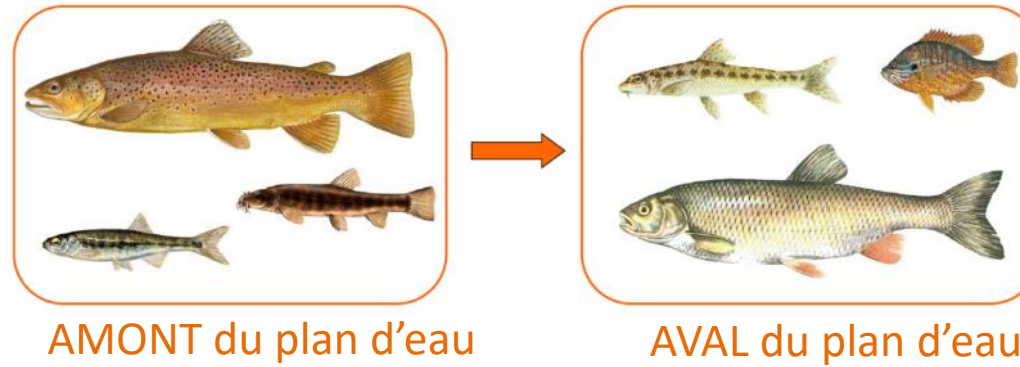


OBSTACLE :

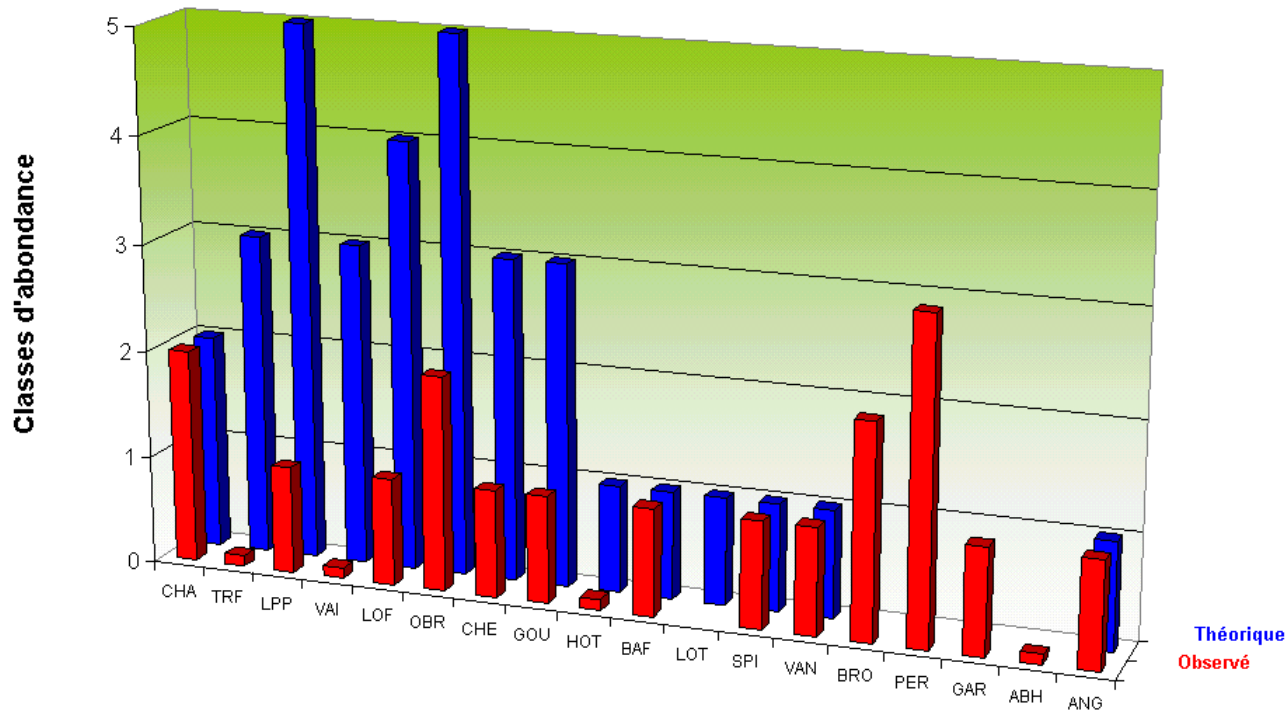
- physique (franchissement du barrage)
- thermique (T° du plan d'eau)
- nutritionnel (macro-invertébrés non adéquats dans le plan d'eau)

3. Impacts des plans d'eau sur la biodiversité

Glissement typologique :



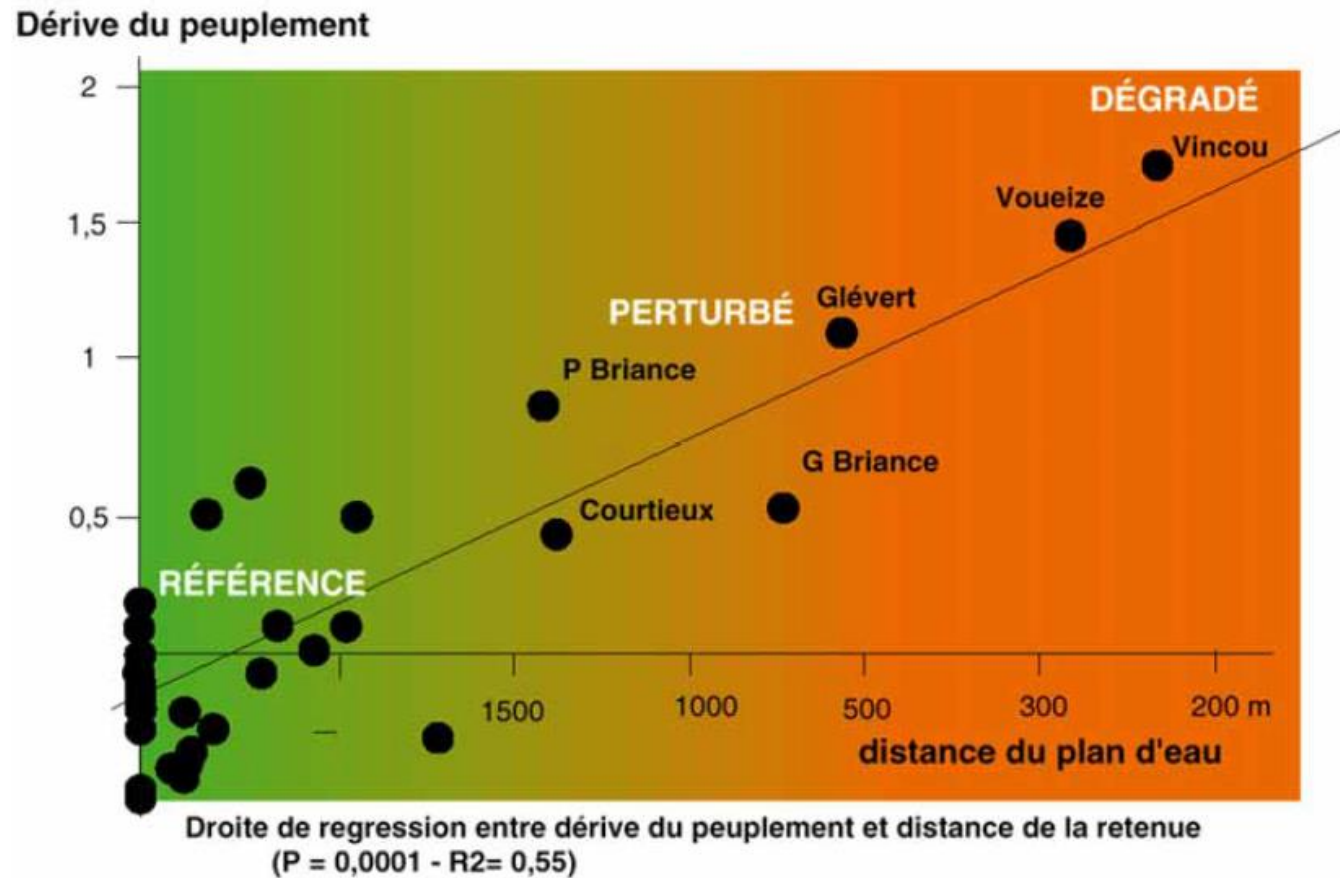
SECTEUR AVAL TAVENAY - NIVEAU TYPOLOGIQUE B5



Des discordances par rapport à la référence :

- des déficits d'espèces caractéristiques de l'amont des cours d'eau (Truite fario, Vairon, Loche franche, Goujon, Chevenne)
- un excès d'espèces caractéristiques de zones de plaine plus aval (Brochet, Perche, Gardon, Brême)

3. Impacts des plans d'eau sur la biodiversité



Toutes les stations situées à une distance inférieure ou égale à **1 km** de l'étang présentent une dérive typologique et ce quelle que soit la taille de l'étang (Vigneron et Le Broch, 1998)

3. Impacts des plans d'eau sur la biodiversité

A cette dérive des peuplements s'ajoute l'échappement d'**espèces introduites** :

- désordres biologiques,
- compétition
- prédation (ex : prédation d'alevins de truite par la perche (Gougis, 1998))
- contamination par des espèces exotiques envahissantes
- vecteurs de parasites, virus, bactéries



Espèces	Densité amont	Densité aval
Carpe commune	16,7	7,5
Gardon	19,4	10,9
Goujon	10,6	6,7
Tanche	9,8	11,4
Truite fario	32,6	8,0
TOTAL	89,1	44,5

Perturbation du peuplement piscicole liée à la présence des étangs (0,5 et 1,5 ha) sur la Gornassière (cours d'eau de 1ère catégorie piscicole). Les densités sont exprimées sur 100 m² (Lutun, 1979)

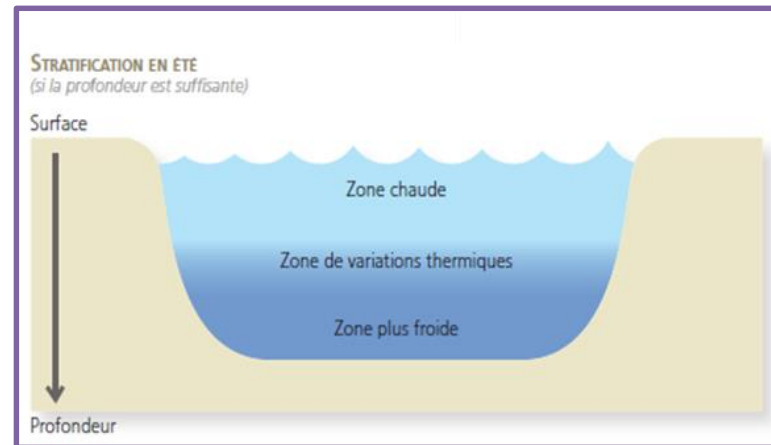
3. Impacts des plans d'eau sur la physico-chimie

système LENTIQUE eaux STAGNANTES

Tendance des eaux stagnantes à l'**étagement** de tous les processus :

fonctionnement vertical du cycle trophique des plans d'eau (*Gliederung* selon Wilhelm, 1960)
Avec ou sans stratification

- thermique (T°C),
- photique (Lumière),
- oxique (O₂)...

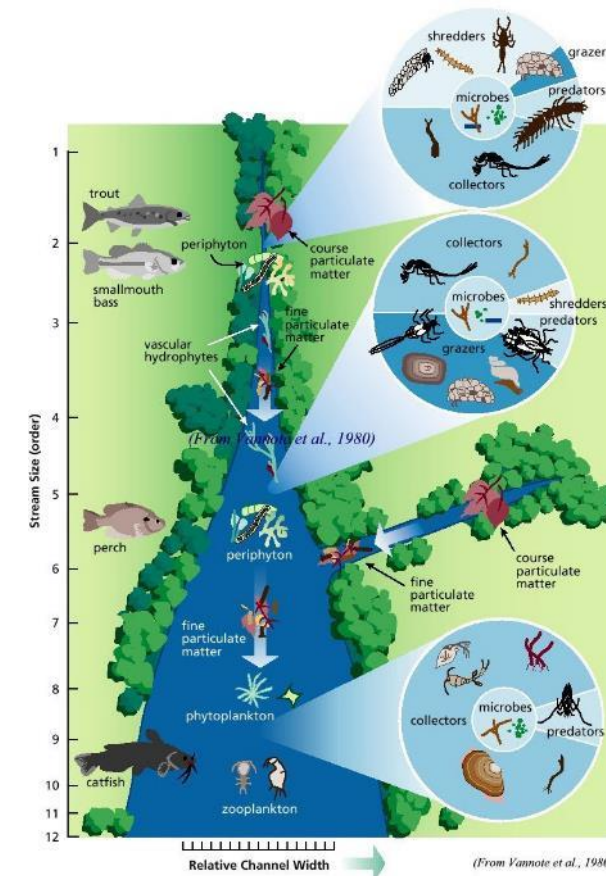


Guide de gestion durable de l'étang en Limousin (EPTB Vienne, 2018)

≠

système LOTIQUE eaux COURANTES

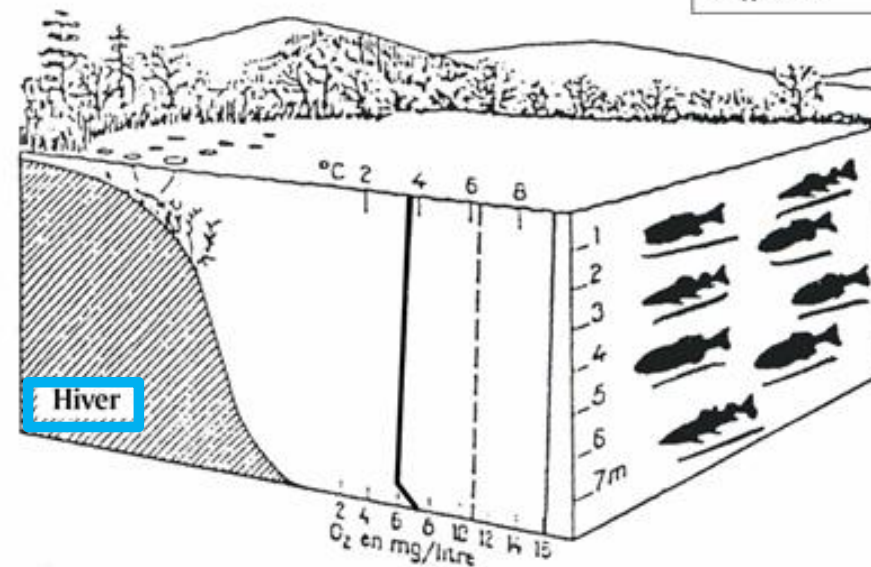
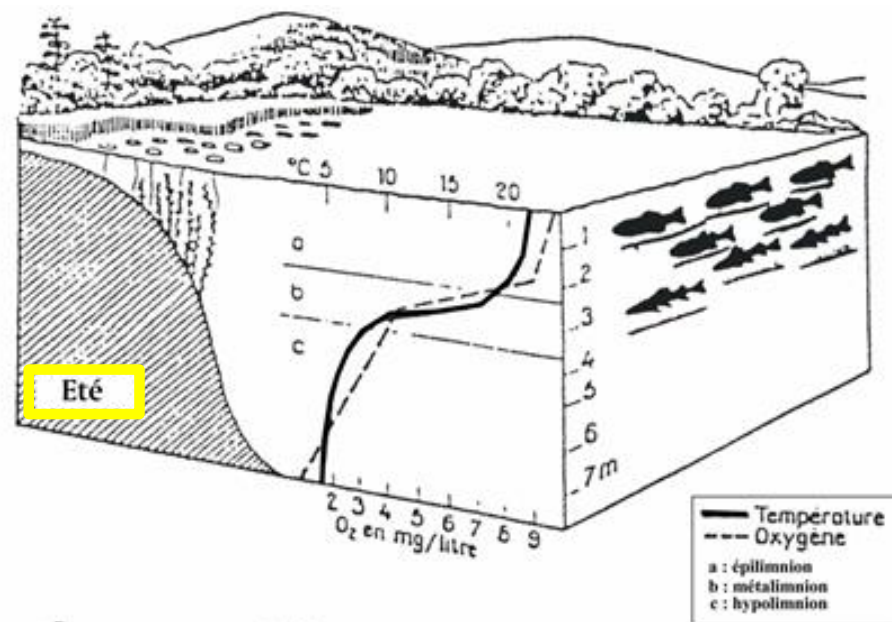
fonctionnement longitudinal du cycle trophique : d'amont en aval par dérive



3. Impacts des plans d'eau sur la physico-chimie : température

système LENTIQUE
eaux STAGNANTES

→ Stratification thermique



Plus le plan d'eau est profond, plus la stratification est marquée

3. Impacts des plans d'eau sur la physico-chimie : température

THERMIE °C

Dépend du mode d'alimentation du plan d'eau :

- Etangs en barrage sur cours d'eau :

L'impact thermique du plan d'eau dépend de la **taille de l'étang** par rapport au **débit de la rivière qu'il intercepte**. Plus le rapport « volume étang / débit rivière » augmente, plus l'impact de l'étang sur la rivière est important.

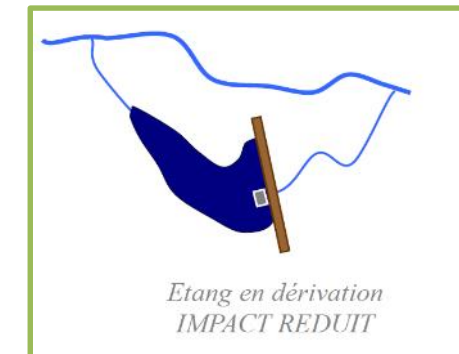


Classes de débit (l/s)	Variations de température (°C)
5 à 30	8
10 à 50	2
20 à 1300	2,5
50 à 2100	1

Influence des débits d'alimentation d'un plan d'eau du Morvan sur ses variations de température (d'après Joly, 1982 in Lafleur et al., 1999)

- Etangs en dérivation :

moins impact, mais **dépend du débit dérivé** : Febrey et al. (1979) observent des variations de température atteignant **9°C**, entre l'amont et l'aval d'un étang de 2,8 ha au fil de l'eau, et seulement **1,7°C** pour un étang de 2,15 ha disposé en dérivation



3. Impacts des plans d'eau sur la physico-chimie : température

THERMIE °C

Dépend de la surface
du plan d'eau :

- certains petits plans d'eau peuvent avoir la même capacité de réchauffement que des grands par manque d'inertie thermique
- 2 très petits plans d'eau (< 0,3 ha) peuvent avoir plus d'impact qu'un très grand (20 ha) (Mouille, 1982)

Surface des plans d'eau		Élévation de Température du CE moyenne		Réchauffement spécifique (°C/ha)
0,1 à 0,5 ha	0,1 à 1 ha	6,1°	5,1	27
0,5 à 1 ha		4°		6
1 à 10 ha		7,3°		1,9
10 à 50 ha		6,7°		0,3

Mesure du réchauffement des eaux du cours d'eau sur un échantillon de 37 plans d'eau de 4 départements (88, 61, 76 et 27) (Mouille, 1982)

Ex : Sur deux étangs successifs, le premier, d'une superficie de **2,3 ha** élève la température entre **0,4 et 1,7°C** ; alors qu'à l'aval du deuxième étang de **0,2 ha** le réchauffement total de l'eau de la rivière est compris entre **1,5 et 3,8°C** (Febrey et al., 1979)



Retour d'expérience suivi thermique Bassin versant de la Sauer

Leprince C., Bois P., Beisel J.N.

2019 – Appel à projets Impact cumulé des retenues
(AFB)

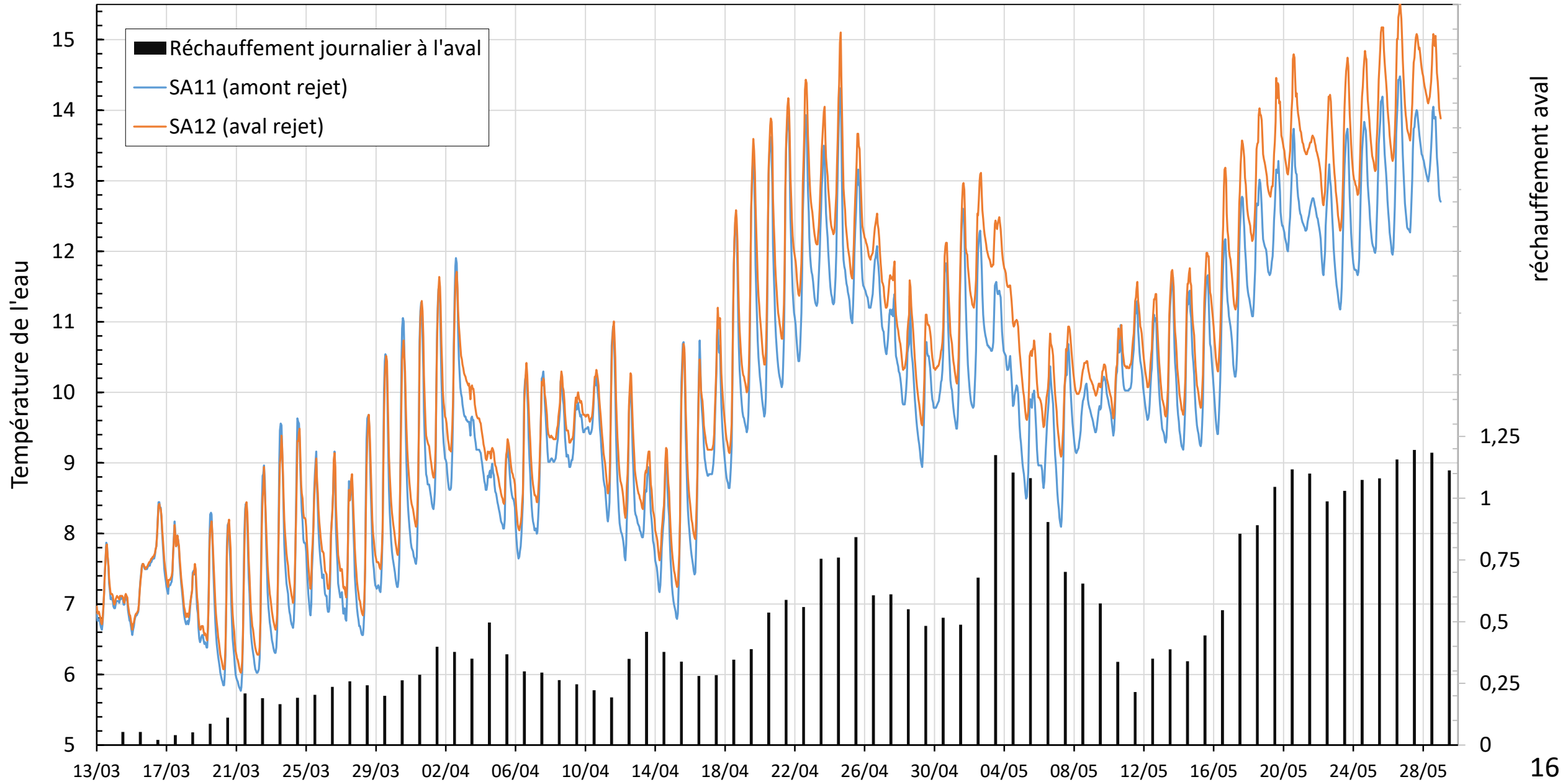
— Soultzbach ● Thermomètres

Othophotographie CIGAL - Grand Est

25 0 25 50 75 100 m

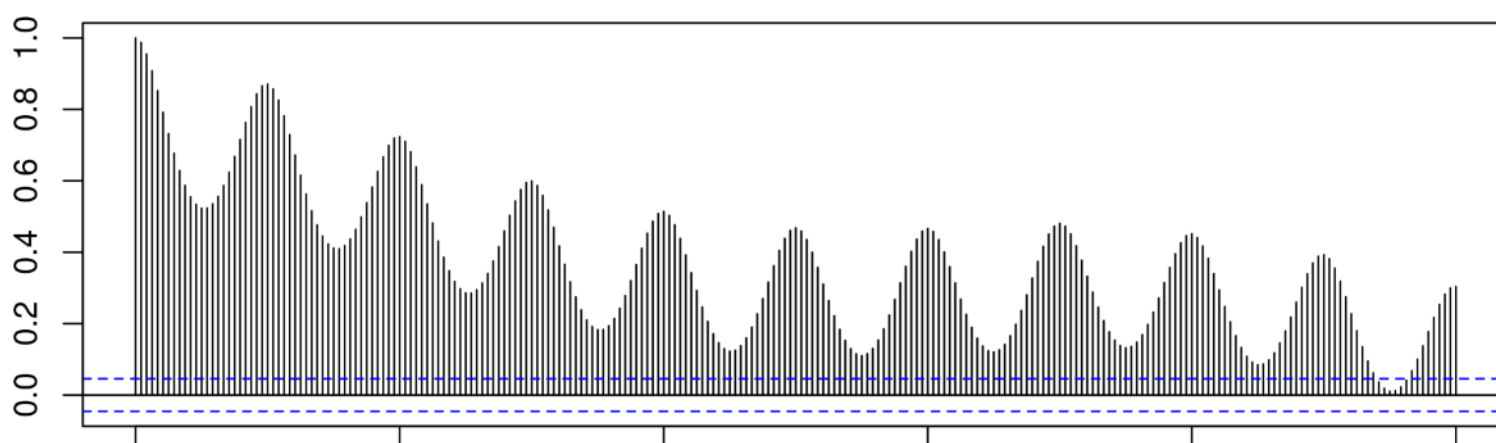


Température de l'eau et réchauffement avant et après rejet



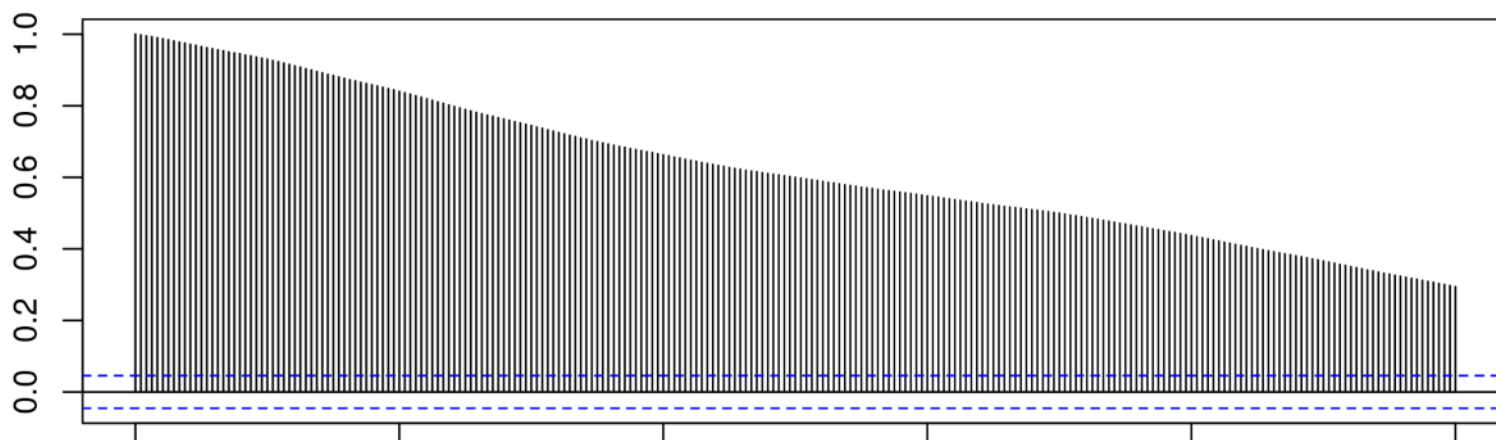
Coefficient de corrélation

SA7
—
Amont de l'étang



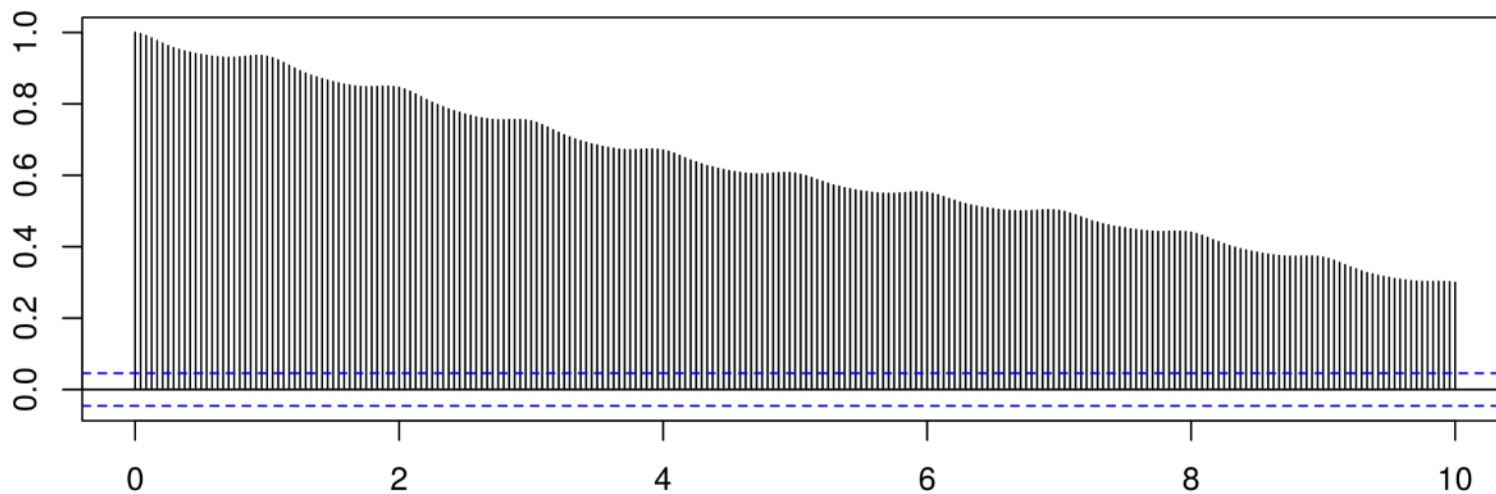
Oscillations
=
Variations de
température

SA8
—
Aval de l'étang



→ Effet de tampon
thermique engendré
par le plan d'eau sur
le cours d'eau en aval

SA9
—
150 m à l'aval de
l'étang



→ Récupération des
oscillations
journalières à mesure
qu'on s'éloigne du
plan d'eau

Décalage en jours

3. Impacts des plans d'eau sur la physico-chimie : température

OXYGÈNE

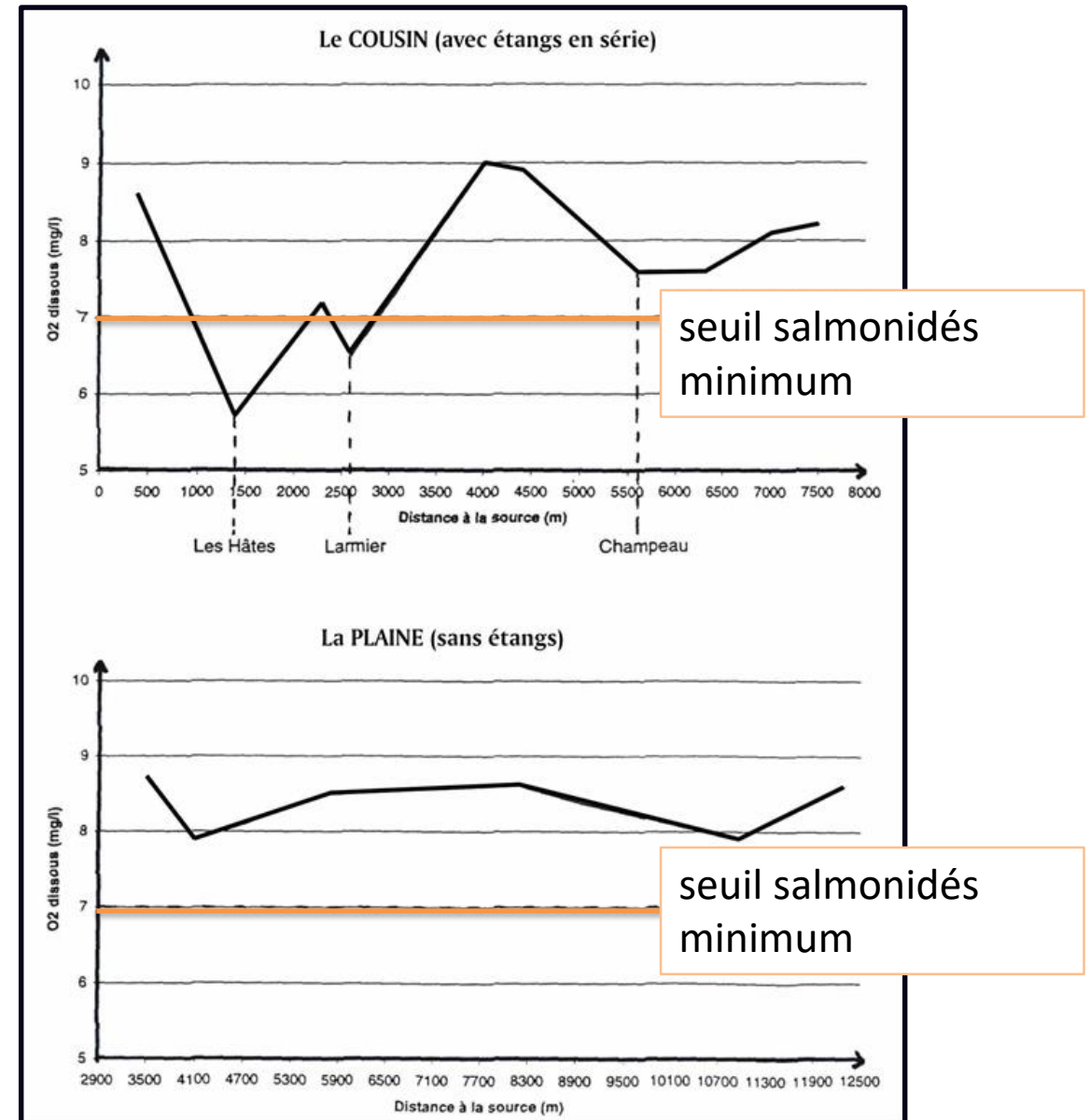
L'oxygène dissous est directement corrélé à la température (phénomène physique).

Les organismes aquatiques sont très sensibles aux variations d'oxygène :

- **Salmonidés** : plus exigeants
5mg d'O₂ /L pendant 8h maxi
6-7 mg d'O₂ /L en permanence
- **Cyprinidés** : plus tolérants
5mg d'O₂ /L pendant 24h maxi



Les rivières salmonicoles en têtes de BV sont plus sensibles aux variations d'O₂

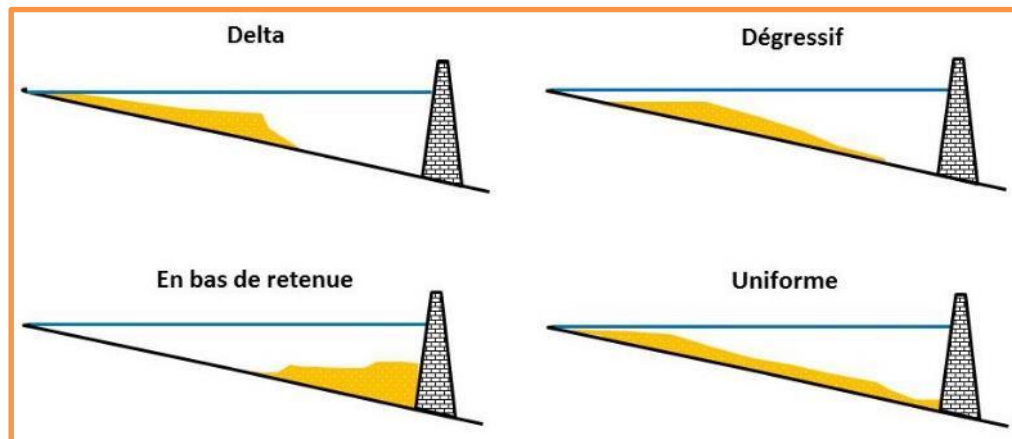


Comparaison de l'évolution de la teneur en oxygène de deux cours d'eau (Joly, 1982)

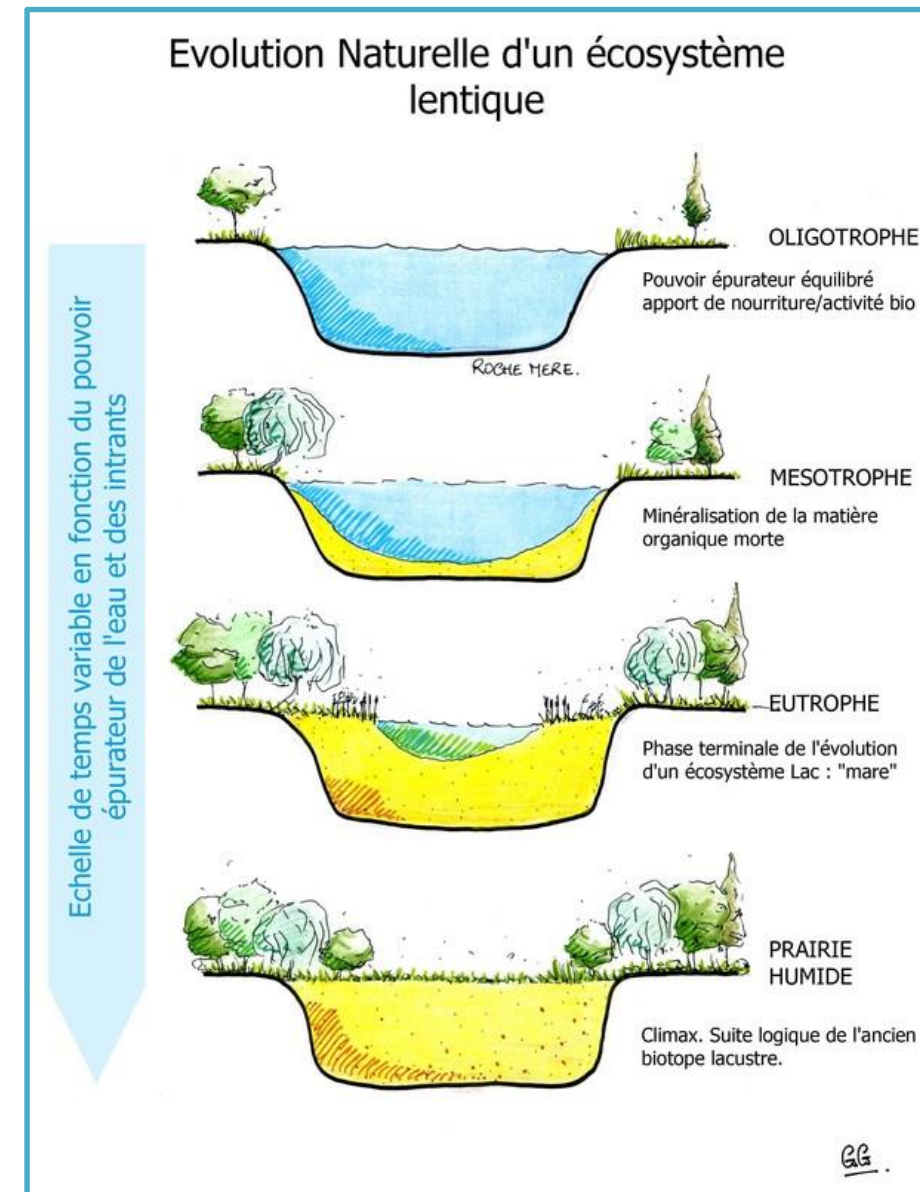
3. Impacts des plans d'eau sur la physico-chimie : sédiments et nutriments

SEDIMENTATION

- Piégeage de sédiments grossiers (queue de retenue)
- Production puis minéralisation de matière organique
- Décantation des matières en suspension (variable mais plutôt uniforme)



Modèle longitudinal de dépôt sédimentaire dans une retenue (adapté de Morris *et al.*, 2010)

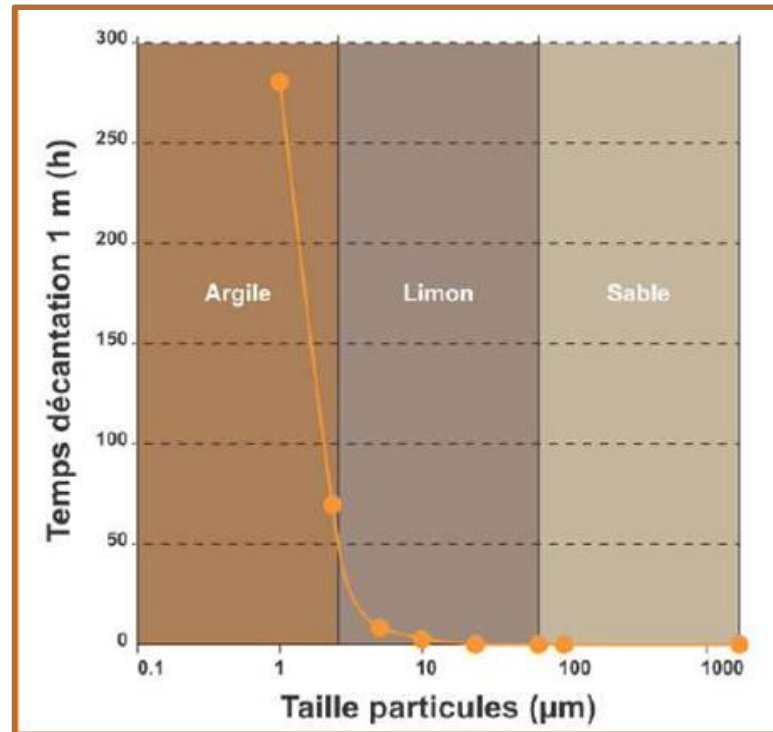


[http://obio-paysage.fr/pages/un cosyst me lentique](http://obio-paysage.fr/pages/un_cosyst_me_lentique)

3. Impacts des plans d'eau sur la physico-chimie : **sédiments** et **nutriments**

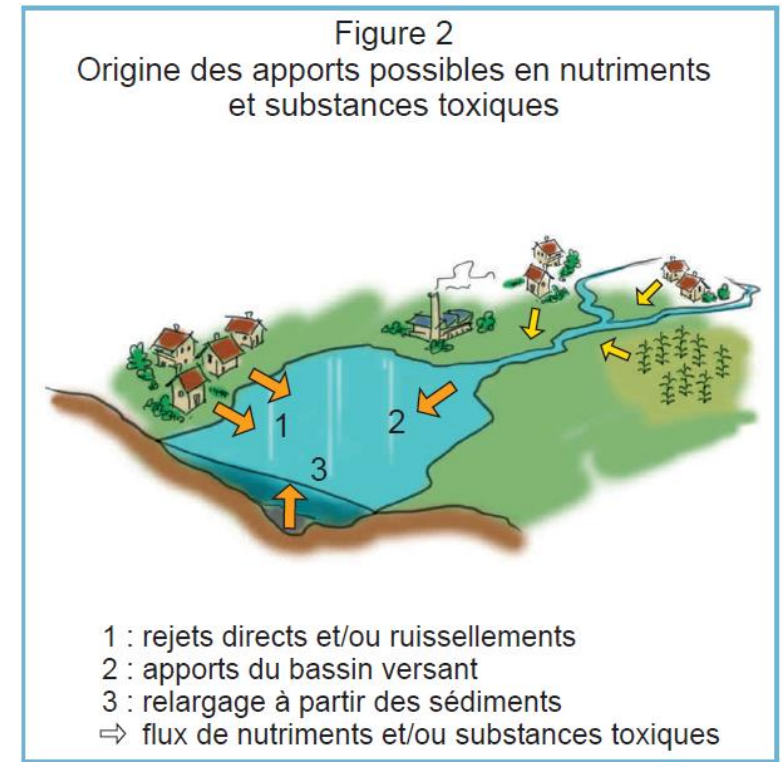
En fonctionnement **normal** :

« **décanteur** » piège à sédiments



Temps de décantation des particules argileuses à sableuses, en fonction de leur taille (McLaughlin, Biotope in Mc Donald *et al.*, 2018)

« **producteur** » de matière organique, du phytoplancton et du zooplancton ce qui tend à accroître la turbidité de l'eau



Comment agir pour le bon état des plans d'eau ?
(Secrétariat Technique du SDAGE RMC, 2011)

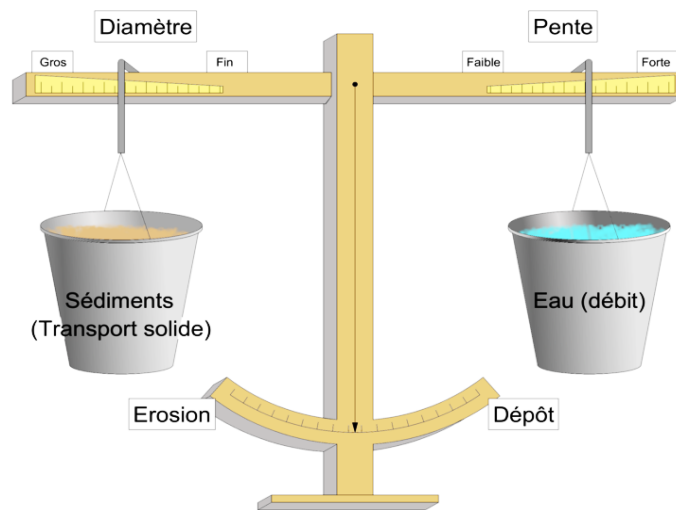
Sédiments = Matières en suspension (MES) + sédiments grossiers

3. Impacts des plans d'eau sur la physico-chimie : **sédiments** et **nutriments**

Plans d'eau en barrage : **piégeage des sédiments grossiers**

Sur le cours d'eau en aval :

- **déficit de substrats** favorables à la vie et à la reproduction des espèces aquatiques (invertébrés, poissons,...)
- **déséquilibre hydromorphologique** du cours d'eau à l'aval, provoquant parfois un enfoncement du lit par érosion régressive ou latérale avec élargissement du lit et effondrement de berges



Balance de Lane , 1955



(FGDON, Orne)

➔ **Rupture de continuité sédimentaire**

3. Impacts des plans d'eau sur la physico-chimie : sédiments et nutriments

VIDANGE = mise en assec du plan d'eau pour :

- récupérer le poisson
- mener la surveillance et l'entretien
- minéraliser la matière organique
- éliminer virus et bactéries, parasites

3 étapes :

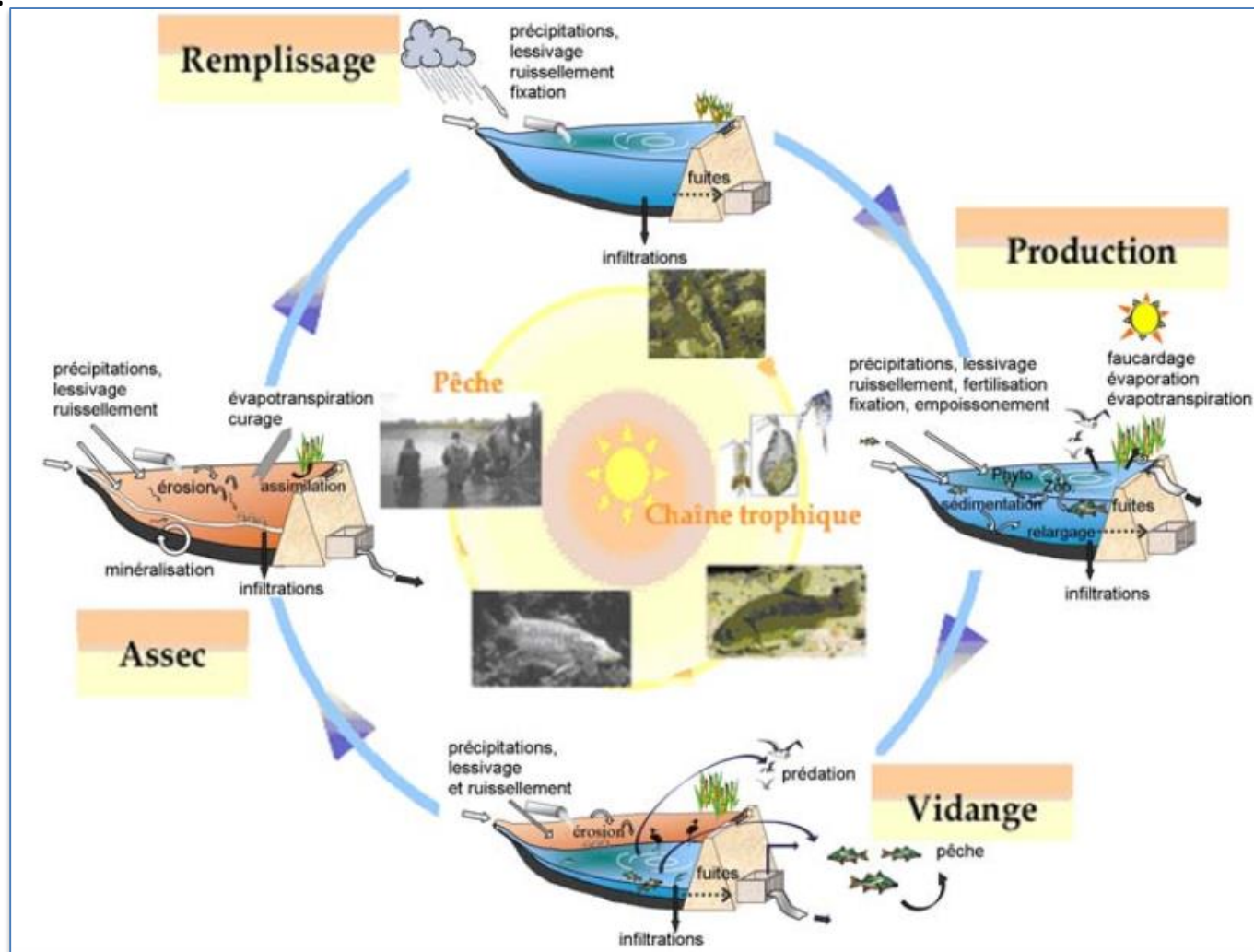
1. Evacuation progressive de l'eau afin de baisser fortement le niveau permettant la récupération des poissons
2. Evacuation rapide du reste de l'eau : passage du culot
3. Mise à sec du plan d'eau

Durée :

1 jour à une semaine / ha de plan d'eau

Fréquence :

annuelle à décennale



(BANAS D., 1997 et BOUIN N., 2002)

3. Impacts des plans d'eau sur la physico-chimie : sédiments et nutriments

Matières en suspension (MES) :

En phase de **vidange**, risque de départ brusque de très fortes quantités de matières en suspension :

Auteur	MES aval avant vidange (mg/l)	MES aval pendant vidange (mg/l)
Joly, 1982	10 à 15	2800 (fin de vidange)
Di Maggio et Gosse, 1990	< 20	> 30 (début de lâchure)
Racape, 1990	8	395 (début de vidange)
Maire et al., 1992	2,7	69,80 (début de vidange : 1 ^{er} pic) 138,3 (fin de vidange : 2 ^{ème} pic)



(ONEMA DIR Massif Central, Henri CARMIE)

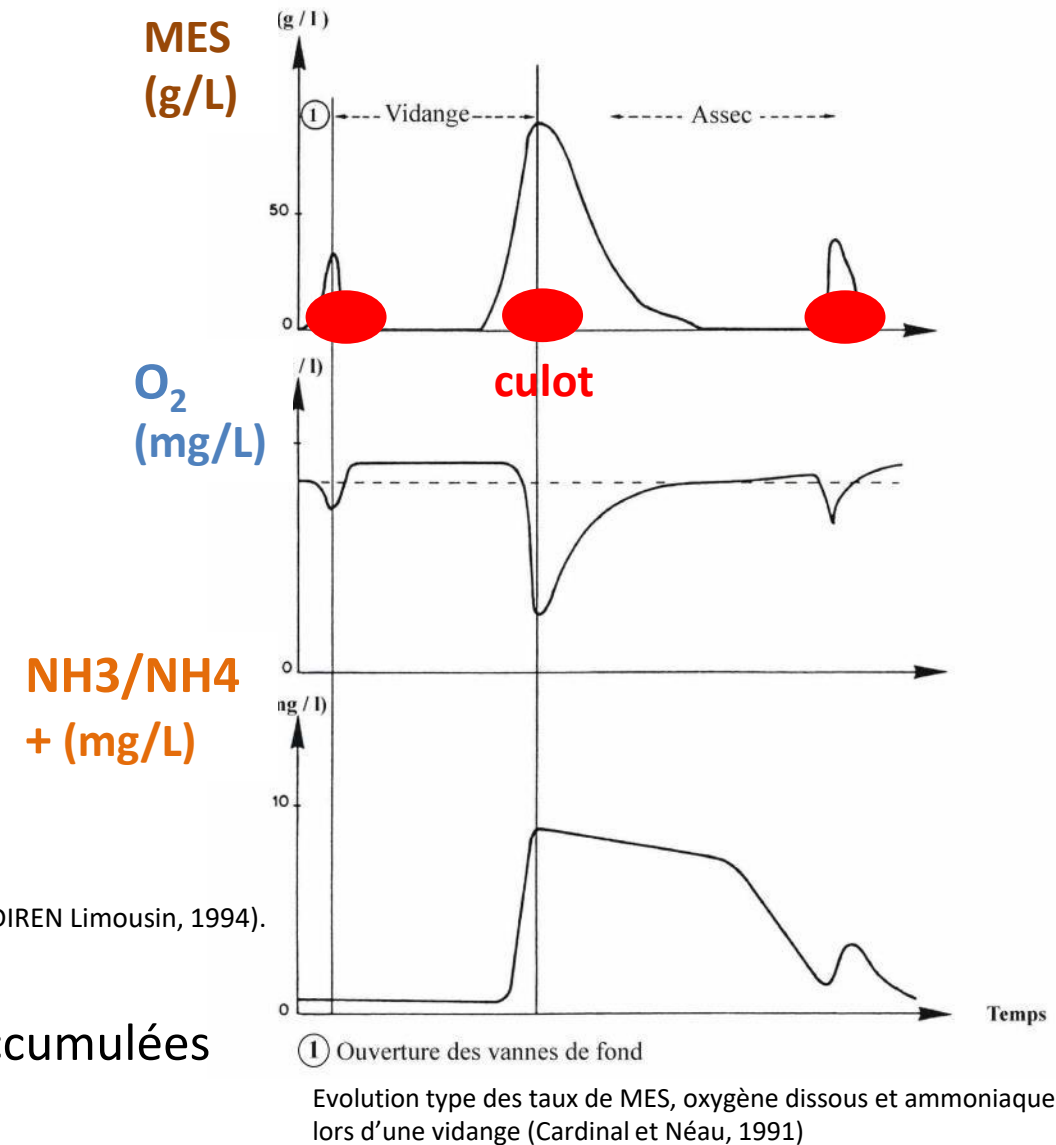
3. Impacts des plans d'eau sur la physico-chimie : **sédiments et nutriments**

En phase de **vidange** :

➔ effets directs : Augmentation turbidité par relargage des matières en suspension (MES) contenues dans les sédiments du plan d'eau

➔ effets indirects :

- MES consomment l'**O₂**
- **sels nutritifs** (Bouchard et al., 1986 in Poirel et al., 1994 ; Pouget-Abadie, 1998).
- **sels d'ammoniac** (Carrel, 1986 ; Lansart, 1989 ; Cardinal et Néau, 1991; DIREN Limousin, 1994).
- libération des **substances toxiques potentiellement** accumulées dans les sédiments



3. Impacts des plans d'eau sur la physico-chimie : **sédiments** et **nutriments**

Manque d'O₂- **MES** - **Ammoniac** : les effets de ces différents paramètres se conjuguent lors d'une vidange

L'impact des vidanges a des conséquences directes « **AIGÜES** » :

- **Lésion des branchies** des poissons
- Abrasion mécanique des poissons : infection par microbes
- **Mortalité** brutale des œufs et alevins
- Mortalité ou dérive importante de la macro-faune benthique (nourriture)
- Relargage de composés toxiques ou nutriments accumulés dans les sédiments
- **Mortalité** liée à l'ammoniac NH₃
- **Mortalité** des écrevisses à pied blanc

et indirectes « **DIFFÉRÉES** » :

- **Colmatage** des graviers supports de ponte et abris
- Retard de maturation des œufs et des alevins avec **décalage de cycle**
- **Banalisation** de l'habitat : banalisation de la faune



Effets des sédiments fins sur les branchies



Colmatage du substrat :

- support de ponte,
- support de développement des alevins

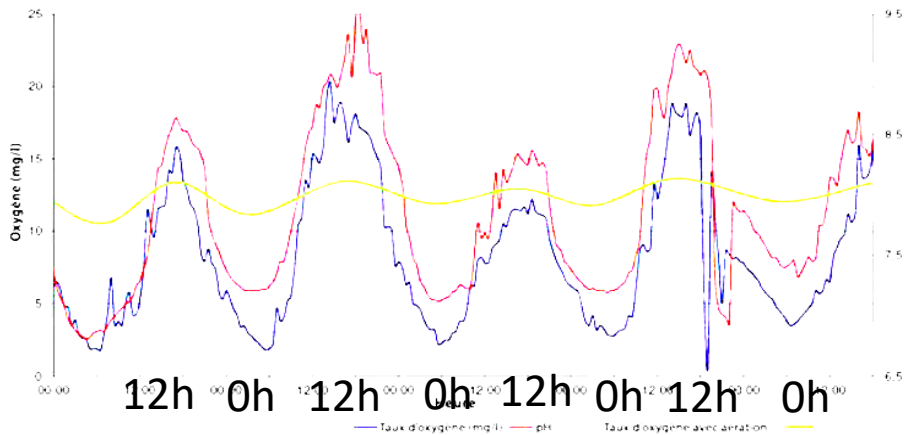
3. Impacts des plans d'eau sur la physico-chimie : fonctionnement d'un plan d'eau dystrophe

Production d'O₂ (photosynthèse des plantes chlorophylliennes aquatiques)

Consommation d'O₂ par les réactions chimiques et la respiration des organismes



Taux d'oxygène et pH en fonction du moment de la journée
Petit bassin contenant 1 000 litres d'eau claire, forte prolifération d'algues, sans circulation d'eau



Risque de mortalité diurne par embolie gazeuse (excès d'O₂)
ou nocturne par anoxie (déficit O₂)



Cyanobactéries planctoniques

- milieux lenticules en excédent de phosphore et d'azote (dystrophes)
- prolifération dans la colonne d'eau avec coloration parfois intense



Efflorescence de cyanobactéries planctoniques

cyanotoxines : + de 1000 molécules répertoriées à effets toxiques variables (hépatotoxicité, neurotoxicité, dermatotoxicité)

Seuils réglementaire :

Eau de boisson : 1 µg/L pour les microcystines

Eaux de baignade : 13 µg/L

Accumulation des toxines dans les poissons



Durant la période 2006-2017, **39 cas d'intoxications humaines** ont été recensés en France, essentiellement liés à l'ingestion d'eau lors de baignade ou d'activité nautique.

Instruction technique Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation - 21/08/2018

En **Bretagne**, en 2016, **2/3 des sites de baignade en eau douce contrôlés** ont connu au moins un épisode de prolifération algale importante, nécessitant une **interdiction ou restriction temporaire des usages pratiqués** (baignade, activités, nautiques, consommation de poissons de pêche) (ARS, 2017)

3. Impacts des plans d'eau sur l'hydrologie

PERTES PAR EVAPORATION

- dépend de la température de l'air et de la surface de l'eau, des précipitations, du vent
- varie d'une saison à l'autre et d'une région à l'autre entre 0,25 l/s/ha et jusqu'à 1,8 l/s/ha en été

En Mayenne, les pertes par évaporation se situent en moyenne entre 0,25 à 0,5 l/s/ha de plans d'eau (Boutet-Berry, 2000).

L'évaporation annuelle des étangs du Limousin varie entre 850 mm/an et 1000 mm/an soit un volume de 10 000 m³/ha/an (Al Domany M., 2017).

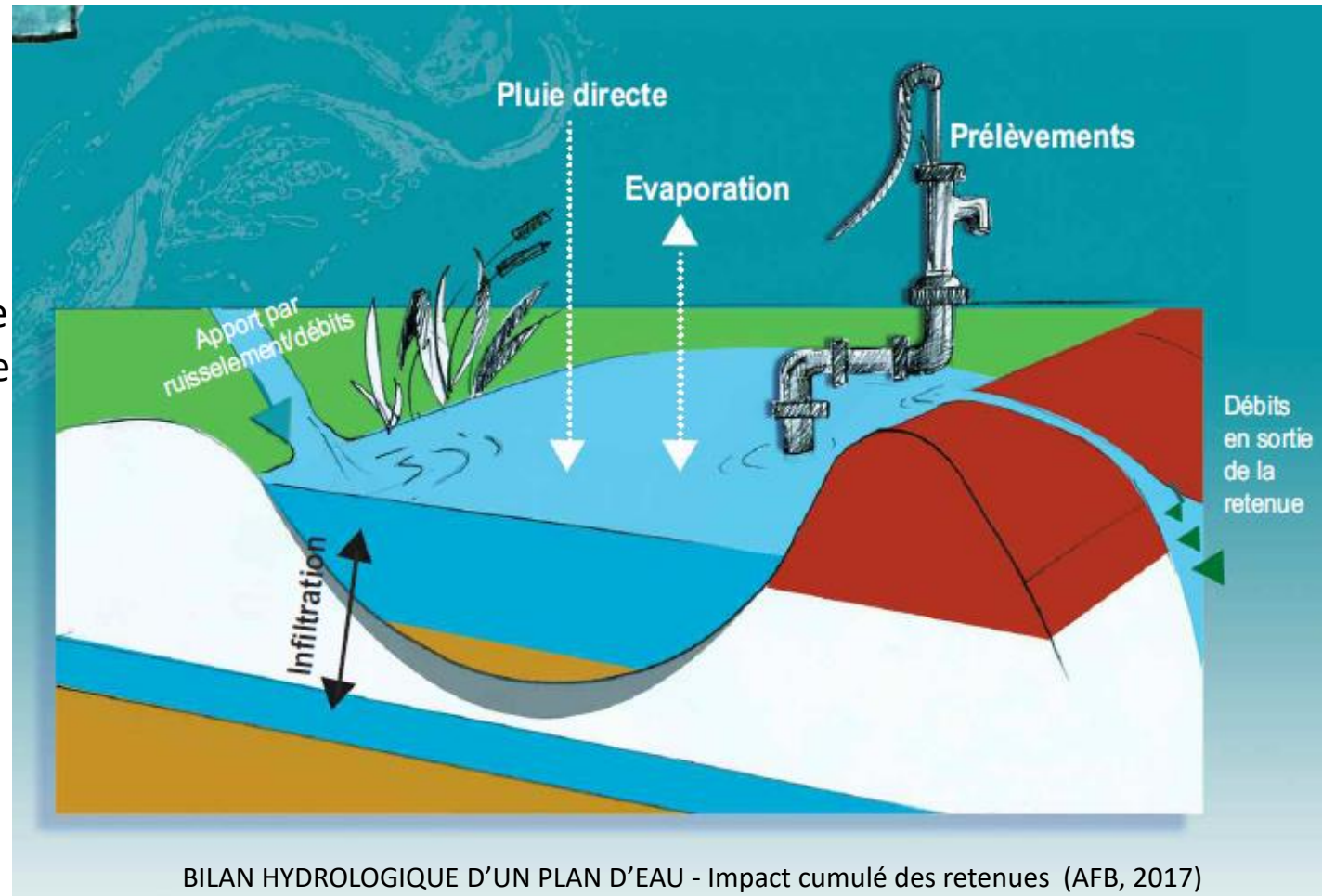
INFILTRATION ET FUITES

de 5 à 7 m³/ha/j sur substrat argileux

MODIFICATION DES REGIMES HYDROLOGIQUES

Marnage du plan d'eau en fonction de son remplissage

Entre Mars et Septembre :
70 à 80% de l'évaporation annuelle
(F.L., 1991).



3. Impacts des plans d'eau sur l'hydrologie

Les pertes par évaporation sont sensiblement proportionnelles à la surface du plan d'eau

Superficie des plans d'eau (ha)	Pertes annuelles par évaporation (x 10 ³ m ³)	Perte de débit estivale par évaporation* (l/s)
1	7,8	0,55
3	23,5	1,1
5	39,2	2,75
10	78,5	5,5
20	157	11

perte de débit estival de 2,75 l/s en aval d'un plan d'eau de 5 ha

**Ce type d'impact ne s'exerce que sur les plans d'eau à niveau constant et à débit de fuite variable. Sur les plans d'eau à vocation hydraulique dont le débit de fuite est maintenu constant, l'évaporation fait varier le niveau d'eau mais n'affecte pas significativement le débit aval de la rivière.*

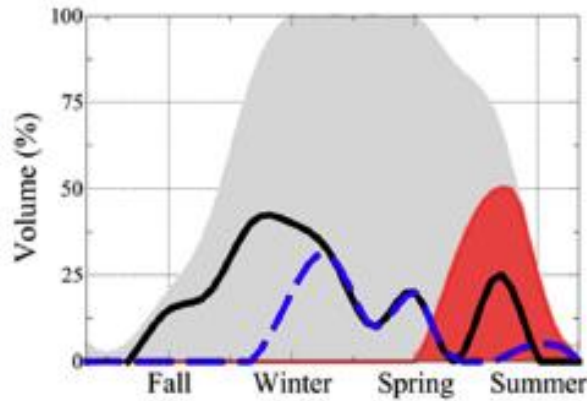
Estimation des pertes par évaporation en fonction de la superficie de l'étang en Région Champagne-Ardenne (Baudet et al, 1974)

L'impact hydrologique est fort lorsque la perte par évaporation constitue une proportion significative du débit d'étiage du cours d'eau → **impact majoré sur les ruisseaux en tête de bassin versant**

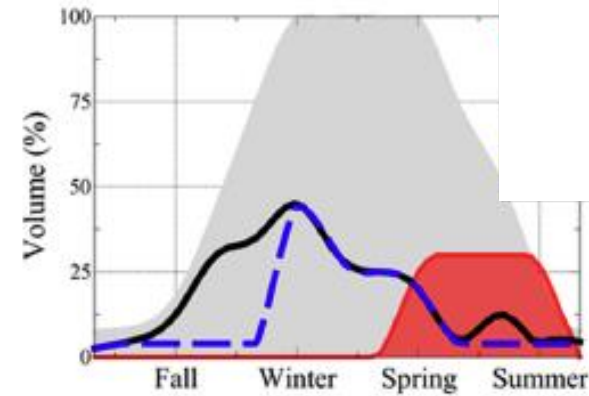
3. Impacts des plans d'eau sur l'hydrologie

PERTES PAR PRELEVEMENTS DANS LA RETENUE

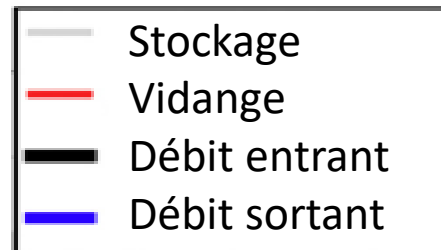
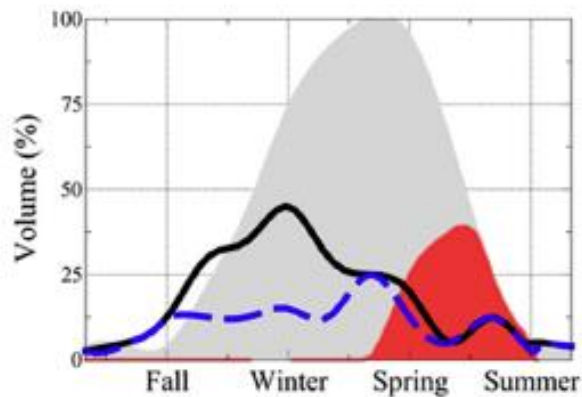
Retenues collinaires



Retenues en barrage

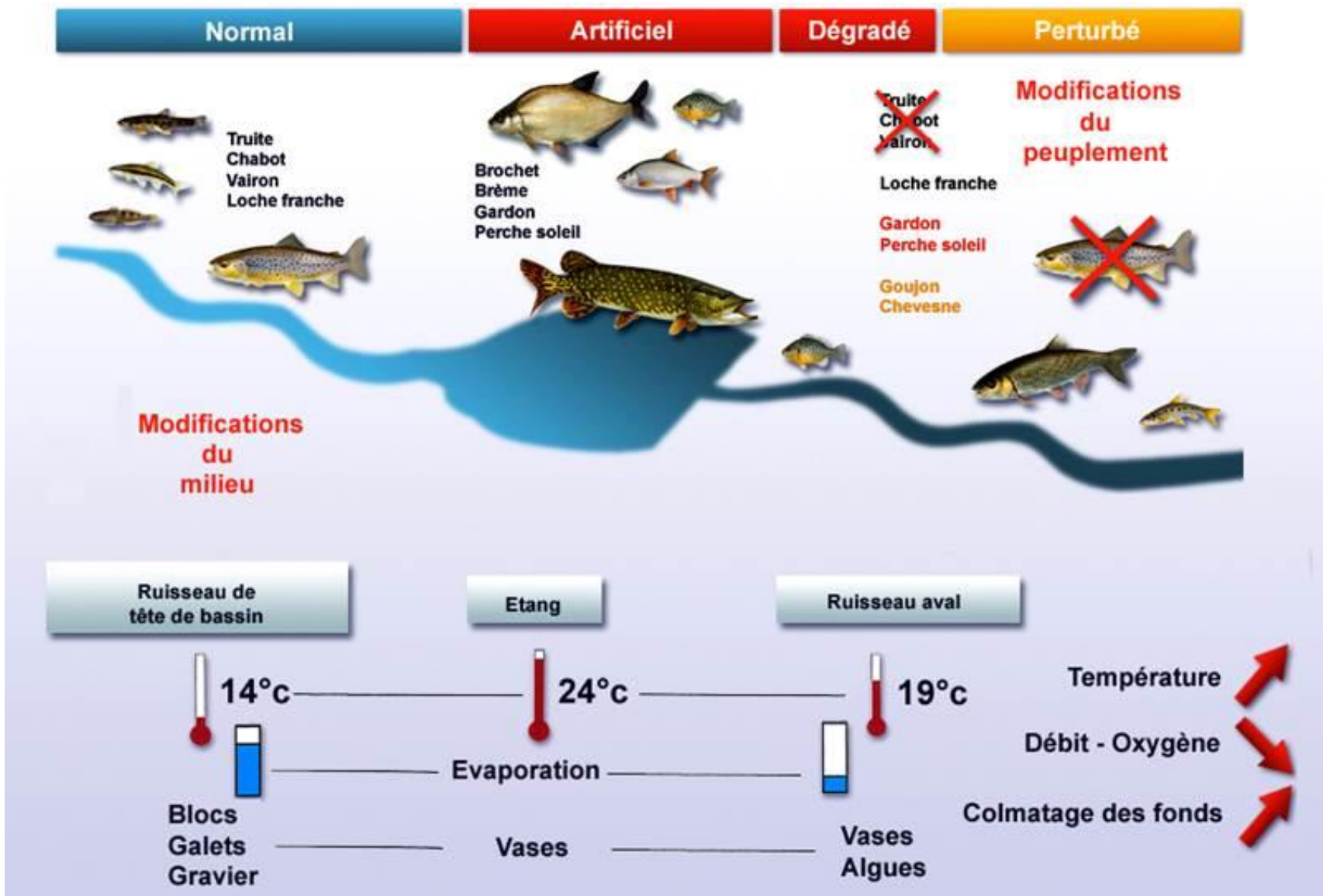


Retenues en dérivation



Habets et al, 2018. The cumulative effects of small reservoirs on hydrology : A review. *Science of the Total Environment*, 643 (2018), 850- 867. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.06.188>

3. Impacts des plans d'eau sur les têtes de bassins versants



- Destruction de milieux fragiles (zones humides, sources, poissons exigeants en O₂, écrevisses intolérantes aux matières en suspension)
- Cours d'eau à faible teneur en nutriments et MES : fort contraste avec les eaux de sortie
- Cours d'eau oxygénés, T°C fraîche : fort contraste de T°C
- Peuplements patrimoniaux des eaux oligotrophes : sensibles aux variations physico-chimiques
- Capital hydrologique des BV : menacé par des interceptions parfois totale des écoulements

D'après Thibault Vigneron, CSP-AELB, 1999.

Synthèse des Impacts des plans d'eau sur les cours d'eau

CARACTERISTIQUE PHYSIQUE DU PLAN D'EAU			Thermique	Hydrologique	MES	Oxygène	Nutriments	Biologique
Alimentation	Eaux superficielles	Cours d'eau	Retenue					
			Dérivation					
	Source							
	Eaux souterraines	d* < 50 m						
d > 50 m								
Ouvrage de fuite	Surverse ou vanne 0 - 1 m							
	Vanne, moine ou siphon	1-3 m						
		> 3 m						
Surface (ha)	> 1							
	< 1							
Vidange	OUI	p* < 3 m						
		p > 3 m						
	NON							
Usages	Vocation de stockage	Tout ou partie du volume est prélevé						
		Tout le volume est restitué						
Environnement	Terrain ouvert							
	Rives boisées							

Source : Impact des plans d'eau sur les rivières et les écosystèmes, DREAL Champagne-Ardenne, Ecosphère-Hydrosphère, Août 2011



tous ces impacts sont maximisés en Tête de BV

Intensité de l'impact	
fort	
moyen	
faible ou nul	

d* distance entre le plan d'eau et la rivière
p* profondeur du bassin ou de la prise d'eau

4. Impacts cumulés des plans d'eau sur une masse d'eau

Une forte densité de PLANS D'EAU dégrade le BON ETAT des masses d'eau Cours d'Eau en agissant sur tous les indicateurs de l'état écologique

Indicateurs physico-chimiques :

- Oxygène
- Nutriments
- Acidification
- Température
- Polluants spécifiques

Indicateurs biologiques :

IBMR
Indice biologique
Macrophytes Rivière



IBD
Indice biologique
Diatomées



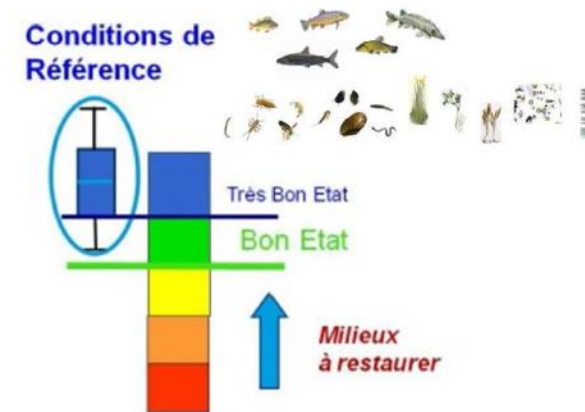
IPR
Indice Poisson Rivière



I2M2
(nouvel IBGN)
Macroinvertébrés



Le bon état écologique = des peuplements vivants peu perturbés



EQR : Ecart à la référence naturelle

4. Impacts cumulés des plans d'eau sur un bassin versant

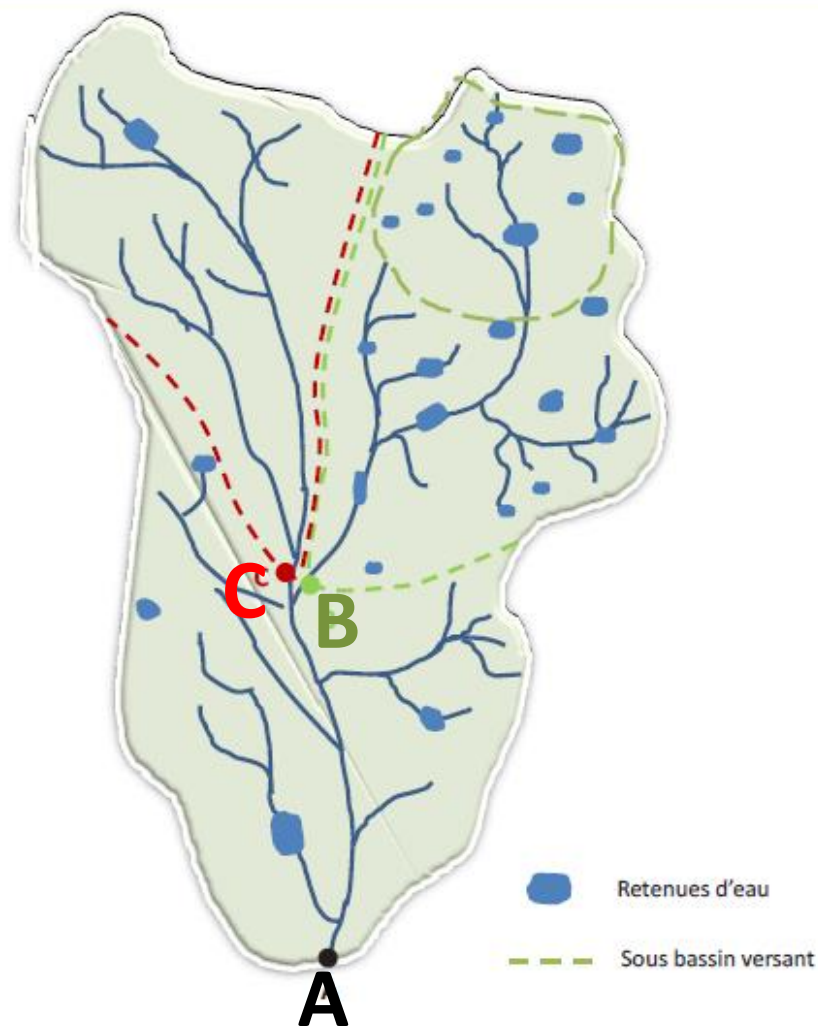


Figure 2 : Exemple de retenues connectées entre elles via le réseau hydrographique, et de retenues de versant, non connectées.

Une évaluation de l'impact cumulé dépend de l'échelle d'observation :

- **effet cumulé significatif** des retenues si l'évaluation est effectuée au point B
- **effet modéré** au point C
- **effet intermédiaire** au point A

La limite aval du bassin versant à considérer est à fixer en fonction des enjeux identifiés.

Démarche à deux échelles emboîtées, permettant de considérer avec plus d'attention certaines zones du bassin tout en ayant une vision d'ensemble de son fonctionnement et de celui de ses sous-bassins

Expertise scientifique collective sur l'impact cumulé des retenues. Rapport de synthèse. (MEEM, ONEMA, IRSTEA, INRA, 2016).

4. Impacts cumulés des plans d'eau sur un territoire

2) Taux de couverture surfacique (seuil = 0.25 ha de plans d'eau par km²)

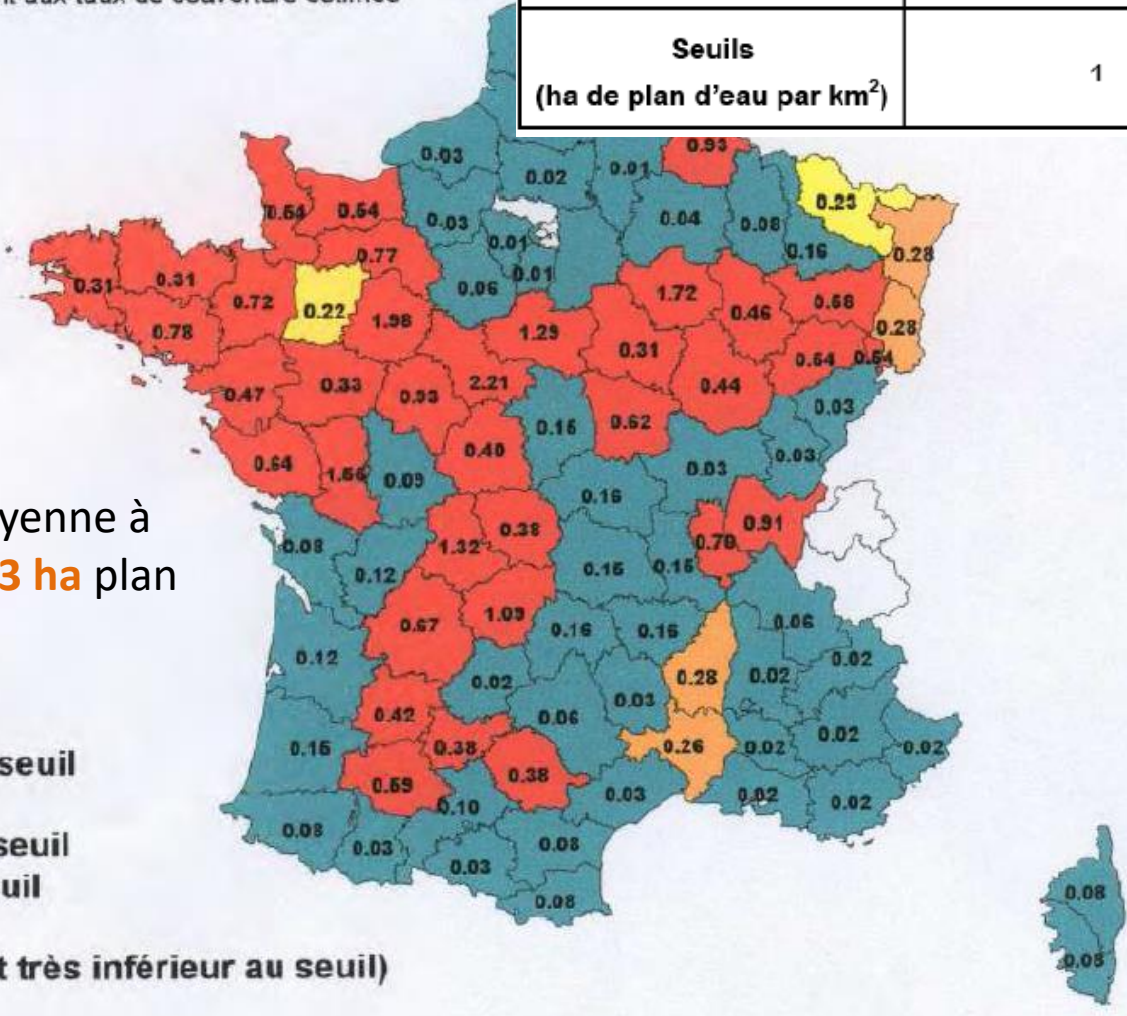
Les valeurs renseignées correspondent aux taux de couverture estimés

	Classe 1 (30 – 150 km ²)	Classe 2 (150 – 750 km ²)	Classe 3 (750 – 2 500 km ²)
Seuils (ha de plan d'eau par km ²)	1	0.5	0.25

Densité surfacique moyenne à l'échelle nationale = **0,3 ha** plan d'eau/km²

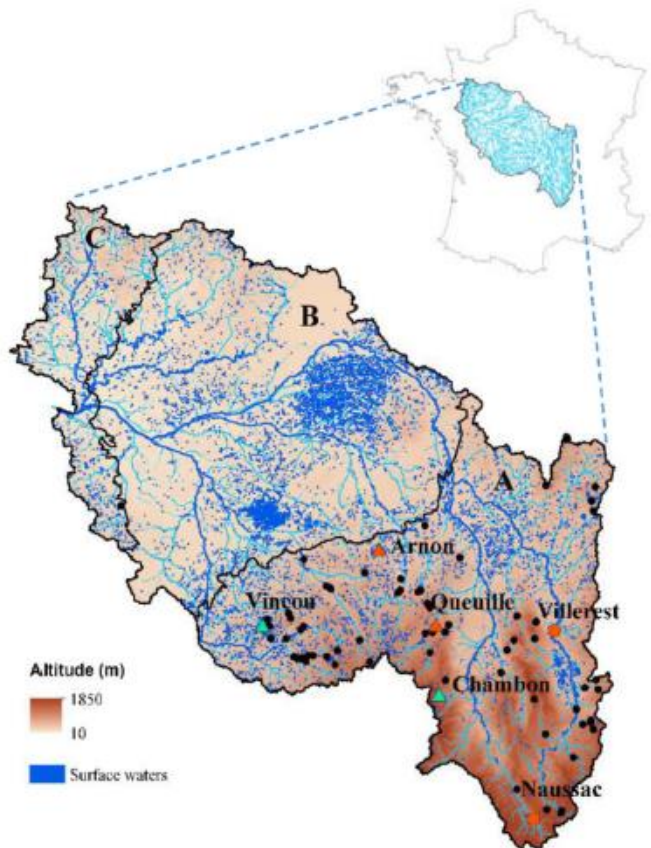
r = valeur de l'indicateur / seuil

- r > 120 % du seuil
- seuil < r < 120 % du seuil
- 80 % du seuil < r < seuil
- r < 80 % du seuil
- ? (mais certainement très inférieur au seuil)



Densité de 0,5 % de surface en plan d'eau (= 0,5 ha/km²) = seuil de vigilance sur l'impact des plans d'eau sur un bassin versant de taille moyenne (150 à 750 km²)

4. Impacts cumulés des plans d'eau sur la thermie



Clusters

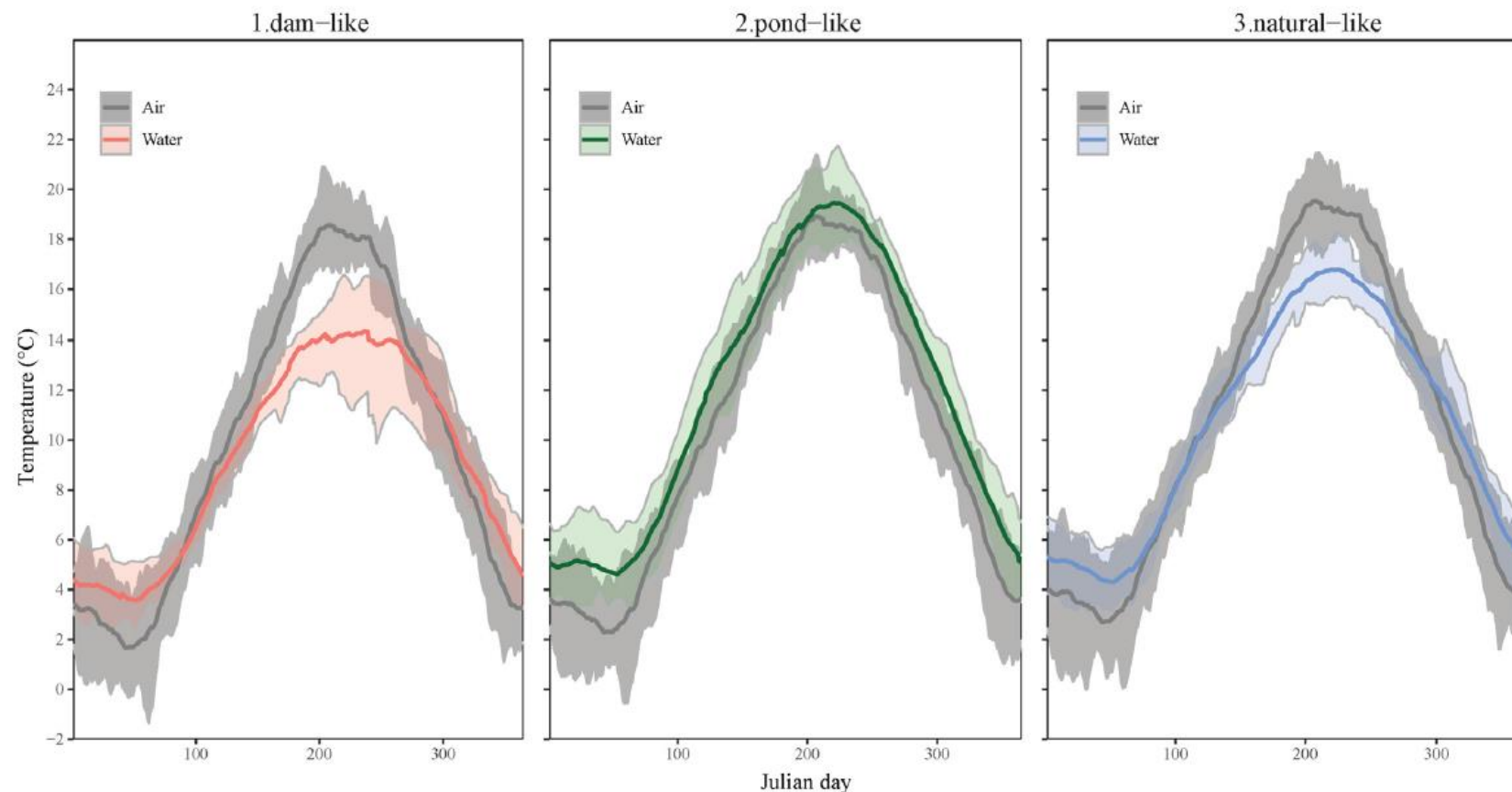
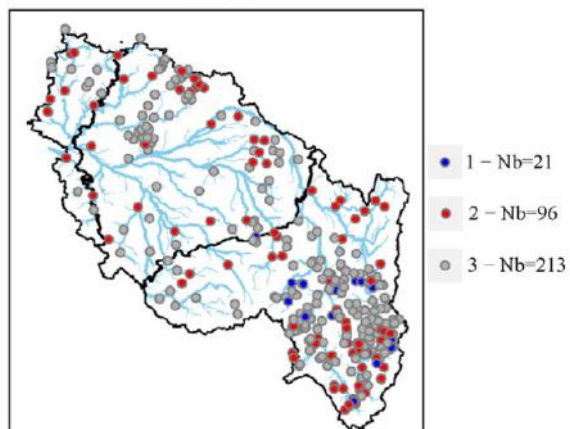


Fig. 5. The annual air and water temperature regimes of altered (by dams and ponds) and natural streams. Shaded areas represent the 10th–90th percentile band, and solid lines represent the median value; 1.dam-like with 15 stations that have a large upstream dam; 2.pond-like with 90 stations; 3.natural-like with 213 stations.

L'effet cumulé des plans d'eau tend à augmenter la température estivale des cours d'eau en aval de 2,3 °C en se synchronisant avec la température de l'air.

A l'inverse, les grands barrages tendent à diminuer la température estivale des eaux situées à l'aval de 2°C et à décaler le pic de température estival de 23 jours.

H. Seyedhashemi, F. Moatar, J.-P. Vidal, et al., Thermal signatures identify the influence of dams and ponds on stream temperature at the regional sc..., Science of the Total Environment, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142667>

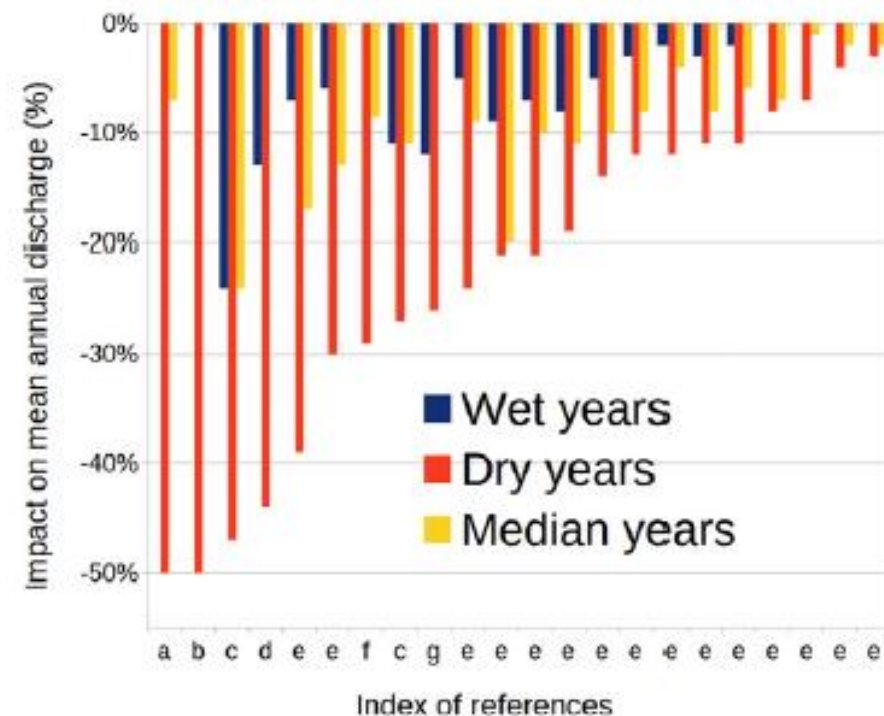
4. Impacts cumulés des plans d'eau sur l'hydrologie

Habets et al, 2018. The cumulative effects of small reservoirs on hydrology : A review. Science of the Total Environment, 643 (2018), 850- 867.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.06.188>

→ Revue de 29 études internationales portant sur les impacts hydrologiques cumulés des retenues sur les débits des cours d'eau à l'échelle des bassins versants.

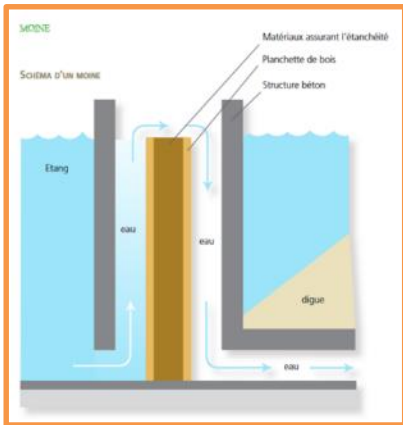
PRINCIPAUX RESULTATS :

- Le débit annuel des cours d'eau présente des **diminutions** allant de 0,2% à 36% avec une **valeur moyenne de 13,4% ± 8%**.
- Impacts cumulés variables dans l'espace → Des densités similaires de petits réservoirs peuvent entraîner des impacts différents sur le débit des cours d'eau dans différentes régions (conditions hydro-climatiques).
- Impacts cumulés variables dans le temps → La réduction du débit des cours d'eau est plus intense pendant les années sèches que pendant les années humides → point important à prendre en considération dans le contexte du changement climatique.



- **Atténuation**

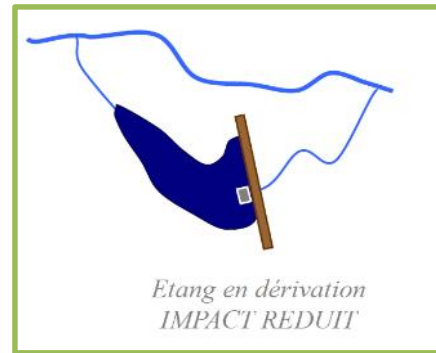
Mesures de gestion,
équipement



Guide de gestion durable de
l'Etang en Limousin (EPTB
Vienne, 2008)

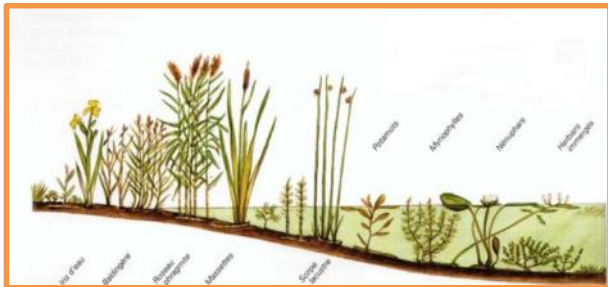
- **Réduction**

Dérivation



- **Suppression**

Assèchement de bassins
écrêteurs de crue



Jacques Trotignon - Des étangs pour la vie,
améliorer la gestion des étangs, ATEN- LPO, 2000



Plan d'eau de Montsûrs *Syndicat de la Jouanne*, effacement réalisé en
2011 (Perchet, 2016)

Végétalisation des rives du plan d'eau :

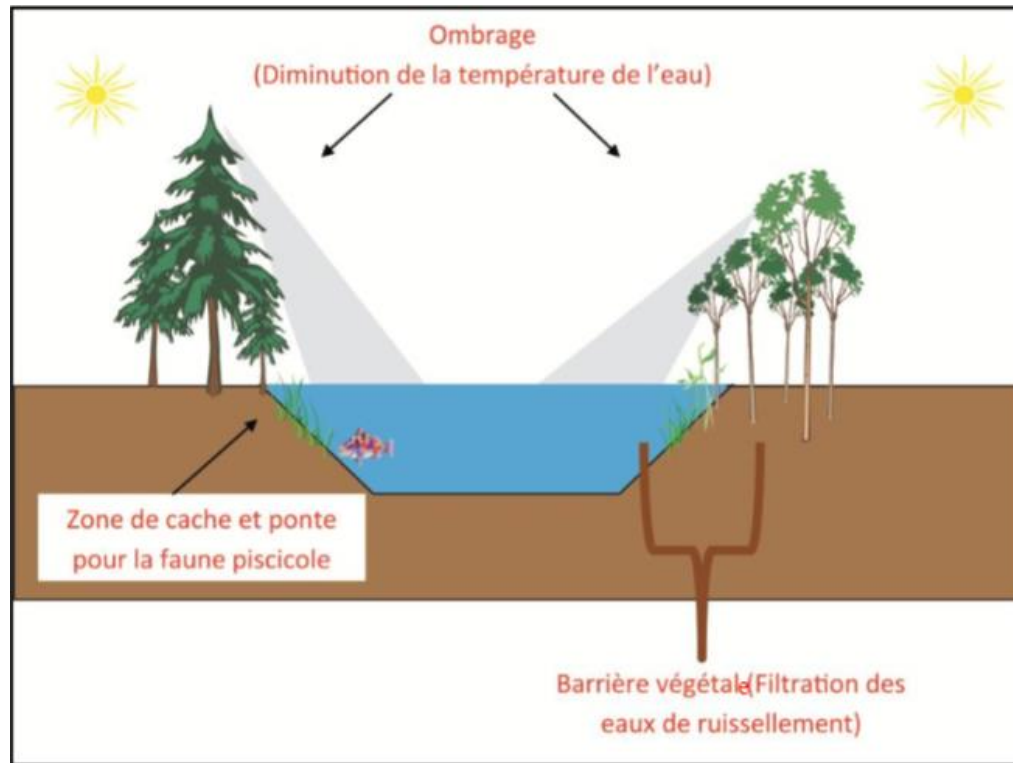


Schéma d'un plan d'eau végétalisé (IIBS, 2016).

Le couvert végétal rivulaire protège la masse d'eau (Palisson, 1974) :

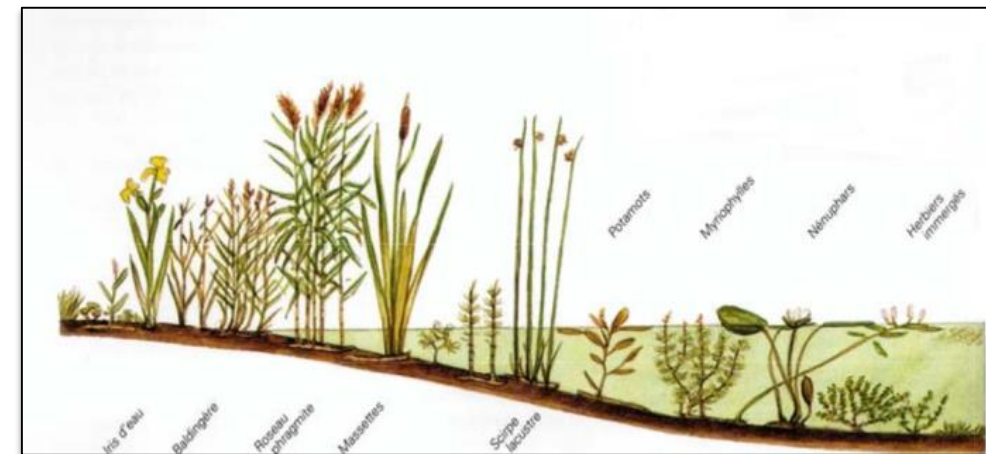
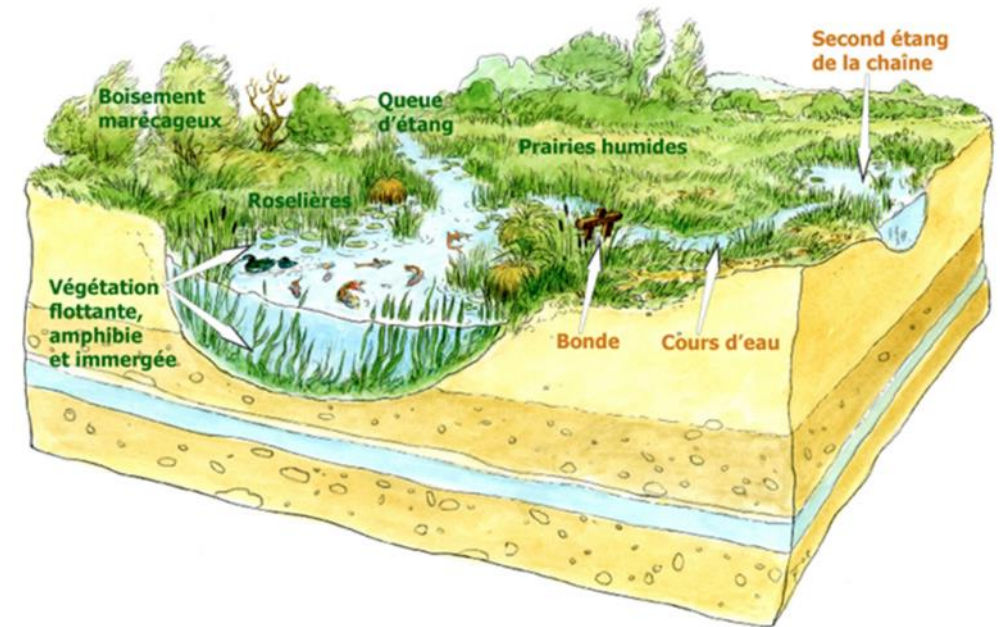
- d'un ensoleillement important
- de l'effet du vent.

Hauteur minimale recommandée pour garantir une ombre portée suffisante : 15 à 20m.

Les petits étangs sont globalement mieux ombragés que les grands. L'effet « protecteur » du milieu forestier reste donc inversement proportionnel à la surface de l'étang.

Habitats favorables à une certaine biodiversité :

- îlots sablo-graveleux (gravières) : milieux pionniers favorables à certains oiseaux nicheurs
- Zones peu profondes avec larges ceintures de végétation favorables aux oiseaux nicheurs (roselières...)
- Présence de vasières régulièrement exondées et exploitables en période de recherche alimentaire d'oiseaux hivernants
- Herbiers aquatique et ceintures de végétation favorables aux odonates
- Présence de milieux annexes à proximité : mares exemptes de poissons (amphibiens), zones humides offrant des ressources alimentaires



Jacques Trotignon - Des étangs pour la vie, améliorer la gestion des étangs, ATEN- LPO, 2000

Vigilance sur le risque de rupture du barrage !

Obligations du propriétaire



Le propriétaire d'un barrage est responsable de son ouvrage et des dégâts causés par une défaillance de ce dernier.

Il doit assurer :

- la surveillance et le bon entretien de son ouvrage (en lien éventuellement avec son exploitant) ;
- le contrôle de la végétation (arbres et arbustes sont à proscrire sur les barrages et sur une bande d'accès en pied en raison des dégradations causées par leurs racines) ;
- que son barrage évacue suffisamment les crues en fonction de la réglementation en vigueur, via ses organes d'évacuation (vanne, clapet, seuil).



Illustration : DRFAI Limerzin

Barrage de l'étang de Feneyrou (23)

2014 : Rupture du barrage par érosion interne

- ▶ une habitation en aval inondée par les 180 000 m³ de la retenue, transport de 3000 m³ de gravats sur plus de 2 km

5. ATTENUATION des impacts - Vidange

Réduire l'impact de la vidange du plan d'eau :

- **Réduire le débit de sortie** (Poirel et *al.*, 1994 ; BETURE, 1995) ;
- **Adapter les périodes** de vidanges (proscrire la vidange hivernale dans les cours d'eau salmonicoles, cf. Arrêté de Prescriptions Générales du 9 juin 2021 + règles de SAGE) ;
- Installer un système de **filtration** à l'aval immédiat (Poirel et *al.*, 1994 ; BETURE, 1995 ; Lafleur et *al.*, 1999) ;
- **Récupérer les poissons**

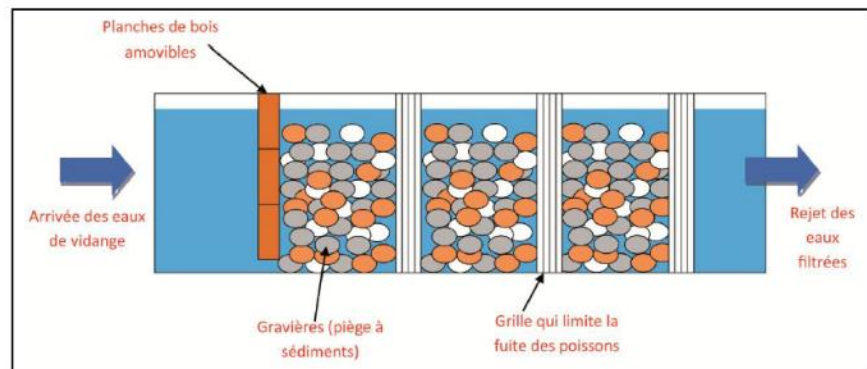


Schéma d'un lit filtrant.

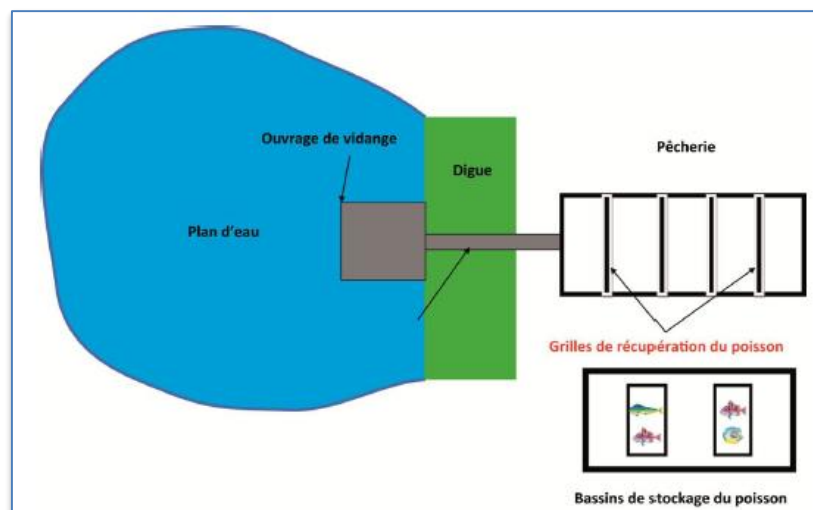


Schéma d'une pêcherie



POSE D'UN BARRAGE EN BOTTES DE FOIN À L'AVAL D'UN ETANG POUR LIMITER LES DÉPARTS DE SÉDIMENTS LORS D'UNE VIDANGE

Peu efficaces, les bottes de paille sont **déconseillées**

(Source : Projet de Charte des bonnes pratiques de gestion des plans d'eau, IIBS-SAGE Sarthe amont)

5. ATTENUATION des impacts - Vidange

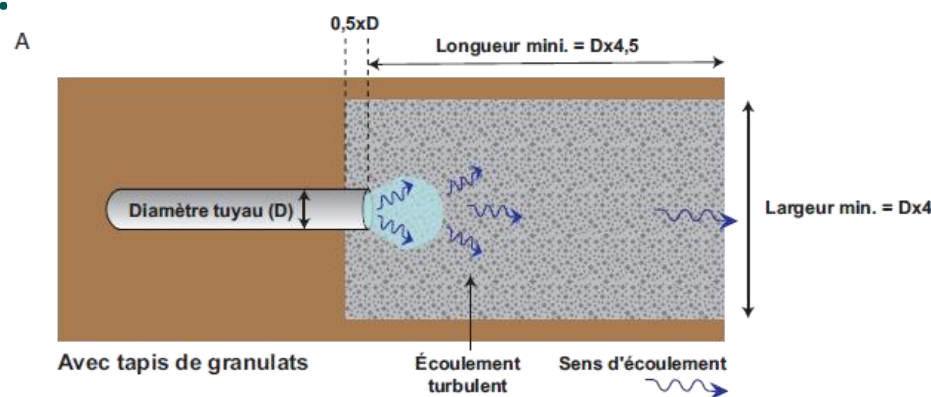
Réduire l'impact de la vidange du plan d'eau :

● Choix des systèmes de filtration à disposer en aval immédiat du plan d'eau, en fonction :

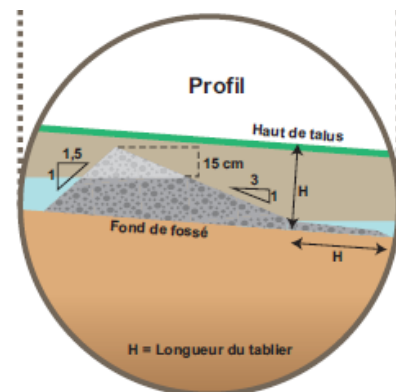
- ✓ Des risques de transfert en aval (niveau de remplissage de la retenue, nature des sédiments présents),
- ✓ Des enjeux en aval (habitats, espèces, proximité à l'estuaire, station de potabilisation...).

● Complémentarité des dispositifs :

- ✓ Protection des points de rejets des eaux (Guide chantier AFB, Fiche lutter n°7, pages 65-69)



- ✓ Seuil anti-érosion semi perméable (Guide chantier AFB, Fiche lutter n°8, pages 70-75)



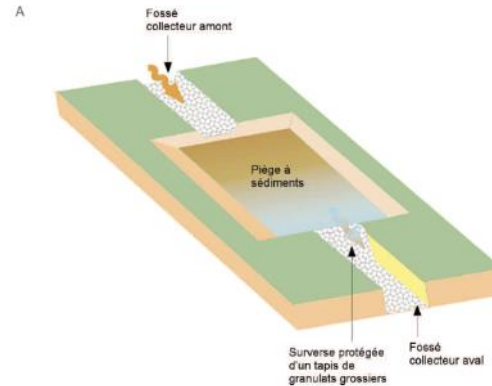
Nécessité d'en prévoir au moins deux (afin de limiter le risque de relargage de sédiments stockés en cas de renouvellement). Ces dispositifs remplacent les filtres à pailles.

5. ATTENUATION des impacts - Vidange

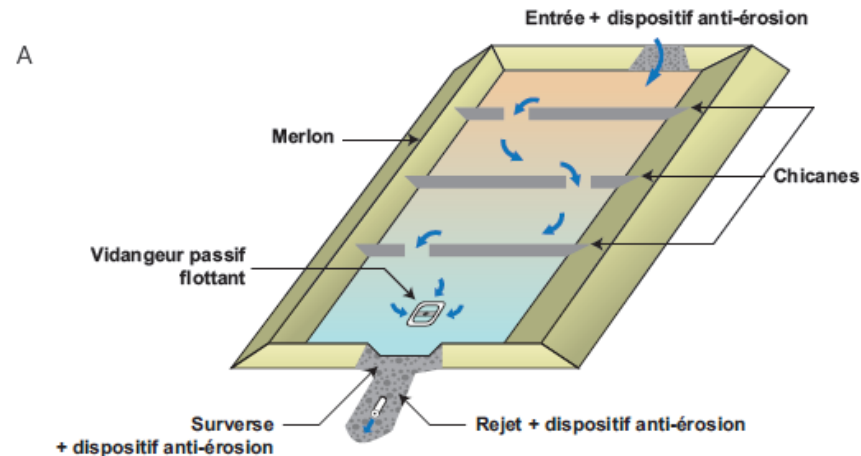
Réduire l'impact de la vidange du plan d'eau :

● Complémentarité des dispositifs :

- ✓ Piège à sédiments provisoires (Guide chantier AFB, Fiche traiter n°1, pages 97-99)



- ✓ Bassin de décantation provisoire (Guide chantier AFB, Fiche traiter n°1, pages 100-118)



Réduire l'impact de la vidange du plan d'eau :

Prévoir la réalisation d'une pêche de sauvetage

● Intérêts :

- ✓ Limiter les mortalités piscicoles au cours de la vidange,
- ✓ Gérer les espèces invasives, envahissantes,
- ✓ Participer à une partie de l'état initial dans le cadre d'un suivi écologique.

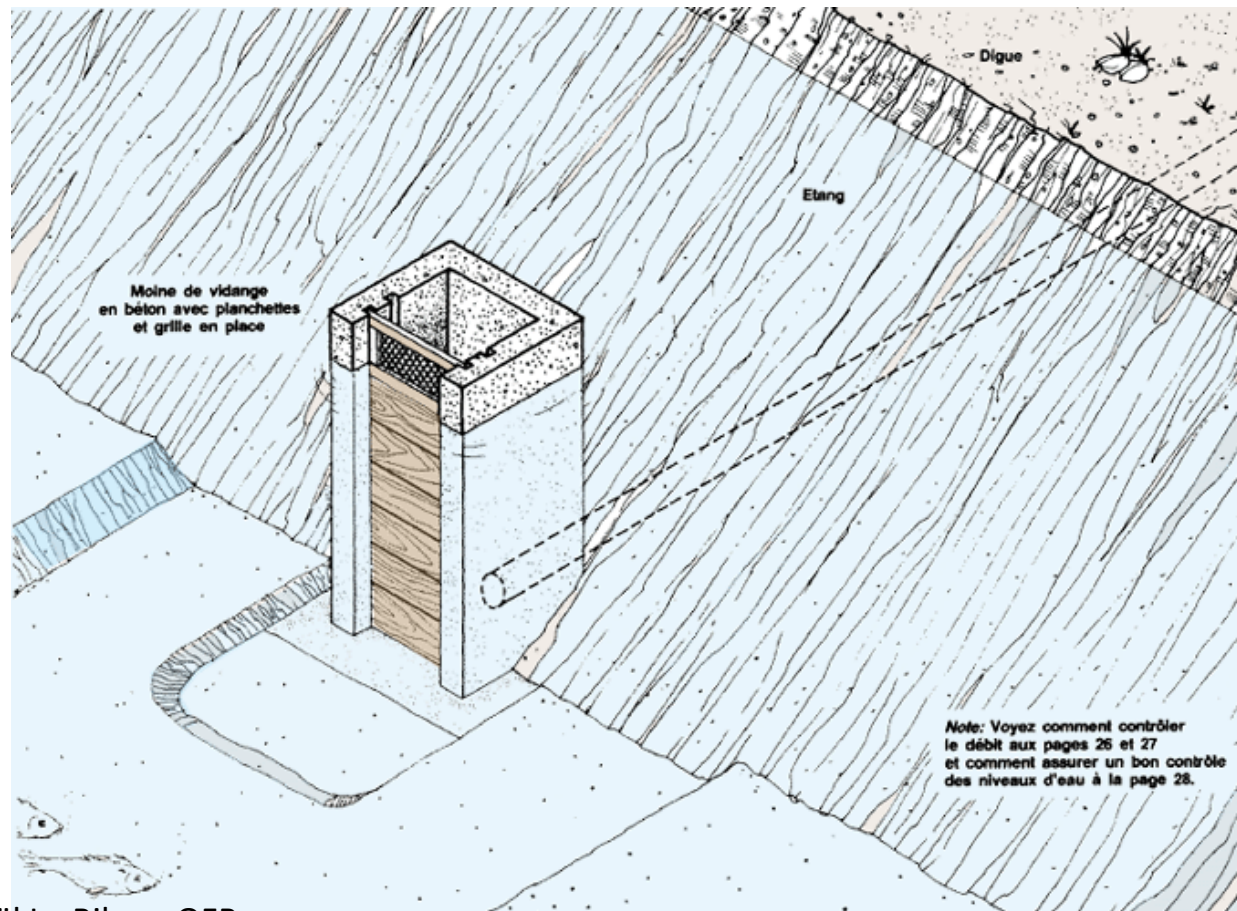


Arrêté de Prescriptions Générales du 09 Juin 2021 : Pour tous les plans d'eau, l'opération de vidange est conduite de manière à permettre la récupération de tous les poissons ou crustacés entraînés par le flux de la vidange, afin notamment d'éviter le passage des espèces indésirables dans le milieu récepteur.

5. REDUCTION des impacts – Moine hydraulique

Le **MOINE HYDRAULIQUE** = système de régulation et de vidange permettant :

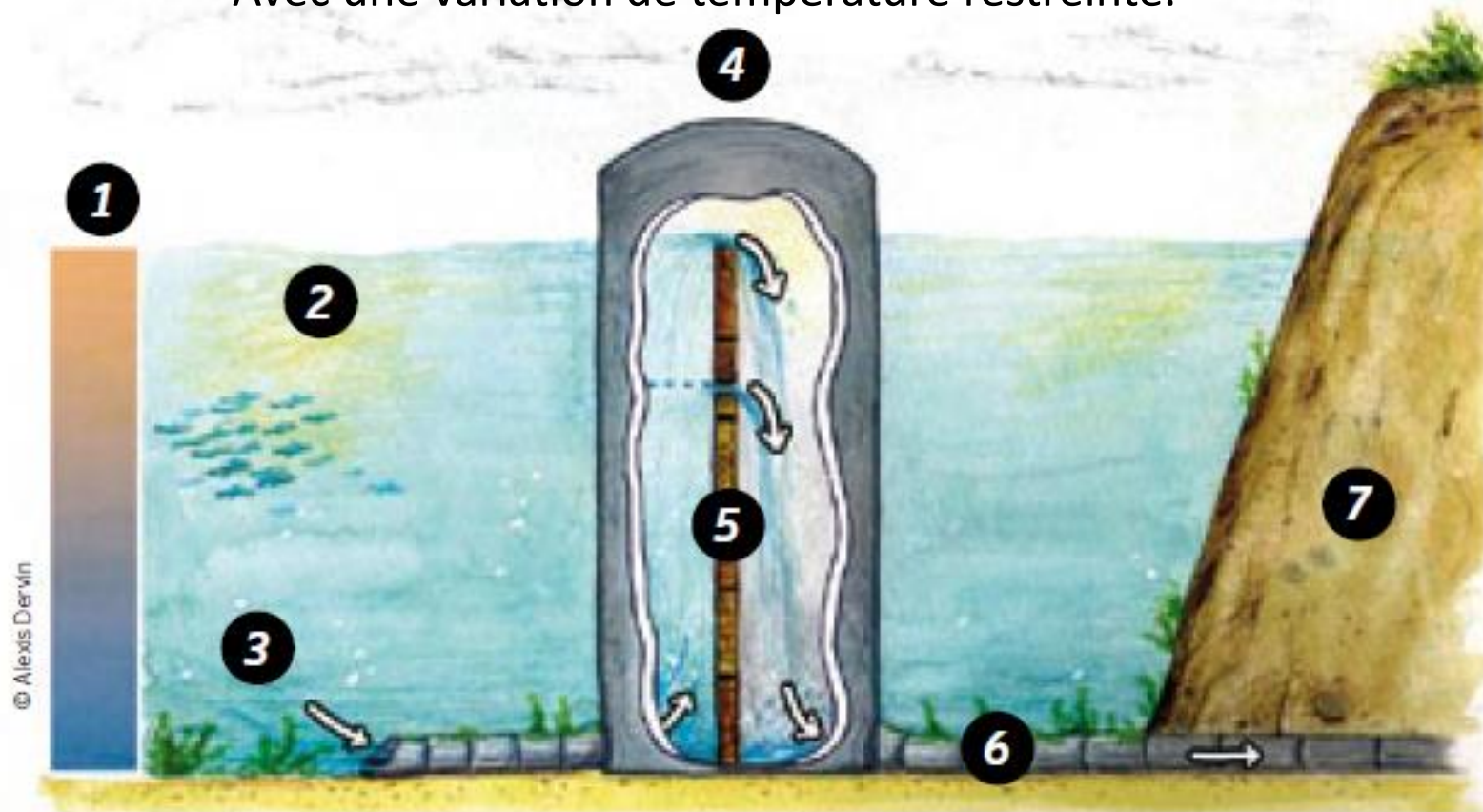
- ✓ Une prise d'eau en profondeur,
- ✓ Le contrôle de la vidange par l'enlèvement successif de planchettes.



Fonctionnement du moine hydraulique

La prise d'eau de fond du moine permet de restituer :

- ✓ Une eau plus fraîche,
- ✓ Avec une variation de température restreinte.



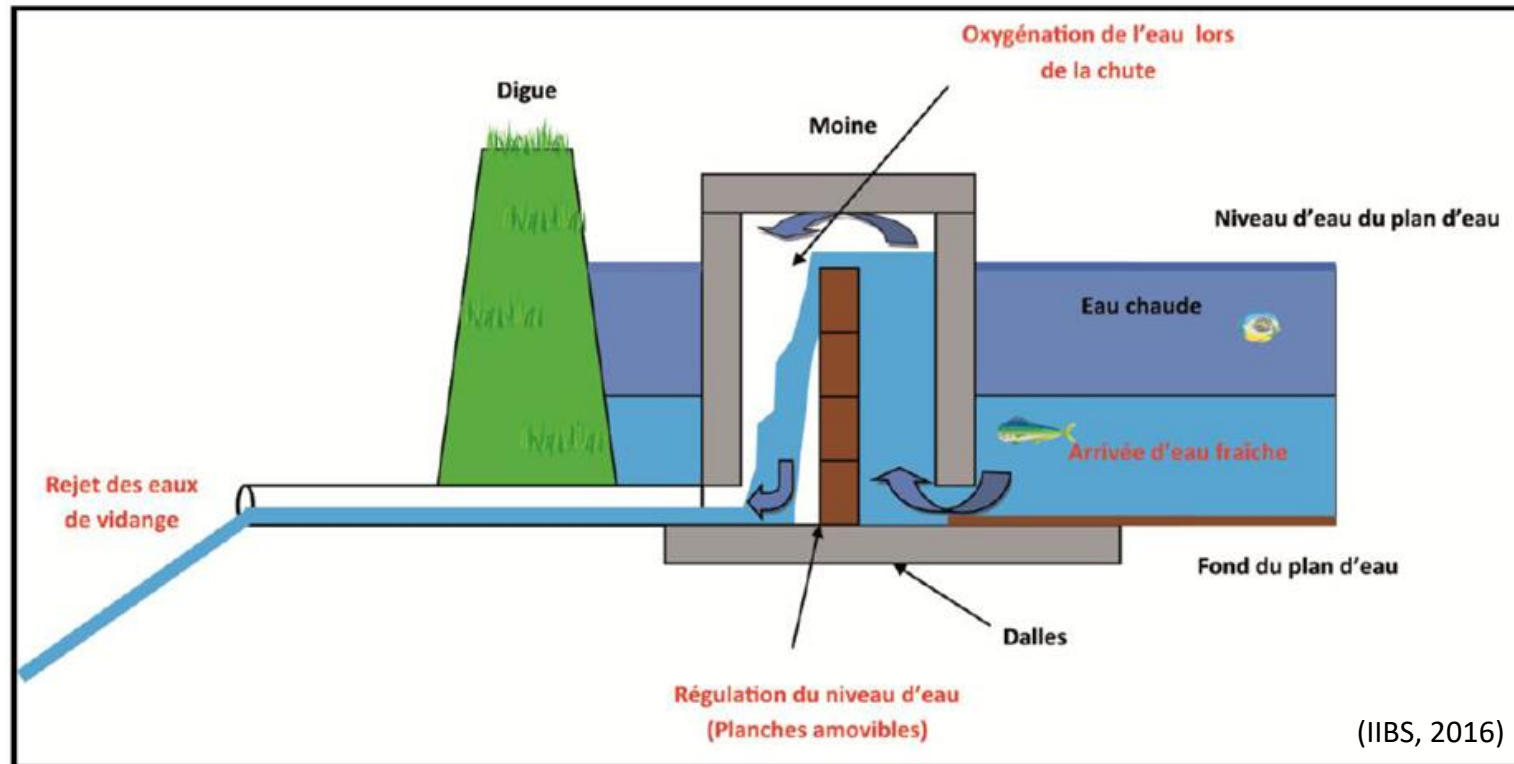
Coupe d'une vidange
d'étang équipé
d'un moine hydraulique

- 1 - Gradient thermique de l'eau
- 2 - Réchauffement superficiel
- 3 - Prise d'eau froide
- 4 - Moine
- 5 - Planches amovibles
- 6 - Restitution
- 7 - Digue

Galmich, 2017

Source : Mikaël Le Bihan, OFB

5. REDUCTION des impacts – Moine hydraulique



Etude comparative (Touchart, 1999) :

Moines à 5 ou 6 mètres de profondeur =
+ 25 à 30 % d'amplitude thermique annuelle sur le cours d'eau aval

≠

Déversoirs de surface =
+ 80 à 90 % d'amplitude thermique annuelle sur le cours d'eau aval



Photo du moine d'un plan d'eau sur les sources de l'Utreil.

Extrait du Guide plans d'eau (IIBS, 2016).

Le moine hydraulique et les aspects réglementaires associés

RESPECT DU DÉBIT RÉSERVÉ

-> En réalisant un trou dans une planche du moine (1 m sous la surverse)



Le débit transitant dans un trou d'une planche d'un moine est :

$$Q = \rho S \sqrt{2gh}$$



Le diamètre du trou nécessaire pour faire transiter un débit donné est :

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi\rho\sqrt{2gh}}}$$

D = Diamètre du trou en m

Q = Débit réservé en m³/s

ρ = coefficient de contraction, dans notre cas 0,61

S = section du trou en m²

g = 9,81 ms⁻²

h = hauteur de la colonne d'eau au-dessus du centre du trou

Galmich, 2017

CONTRÔLE DES VIDANGES

-> Permet la réalisation d'une vidange lente (en retirant successivement les planches supérieures)

L'installation d'un moine nécessite la réalisation d'une vidange, soumise à la loi sur l'eau

Le coût d'installation d'un moine

COÛTS DES LIFE	
NOMBRE D'INSTALLATIONS : 5 ÉTANGS SUR LE BASSIN-VERSANT DU HAUT-COUSIN	
COÛT MINIMUM CAS D'UN ÉTANG DE 1,7 HA	COÛT MAXIMUM CAS D'UN ÉTANG DE 3,5 HA
Coût total : 3 000 € HT	Coût total : 29 756 € HT
Coût matériel : 1 600 € HT	Coût matériel : 3 200 € HT
Coût de pose : 1 400 € HT	Coût de pose : 26 556 € HT inclus 10 066 € HT du pompage des boues avec une barge amphibie

Galmich, 2017

5. REDUCTION des impacts – contournement des plans d'eau en barrage

Plan d'eau en barrage

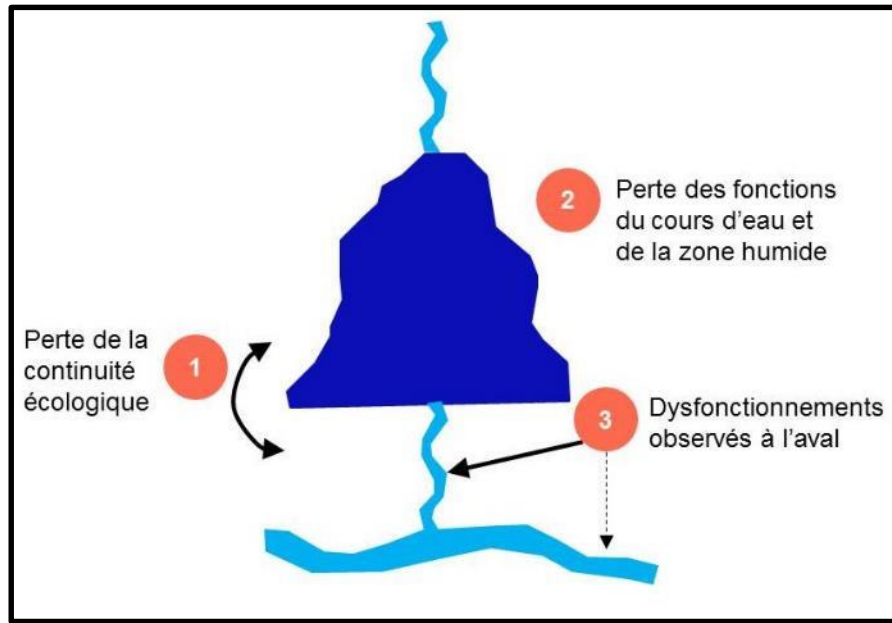
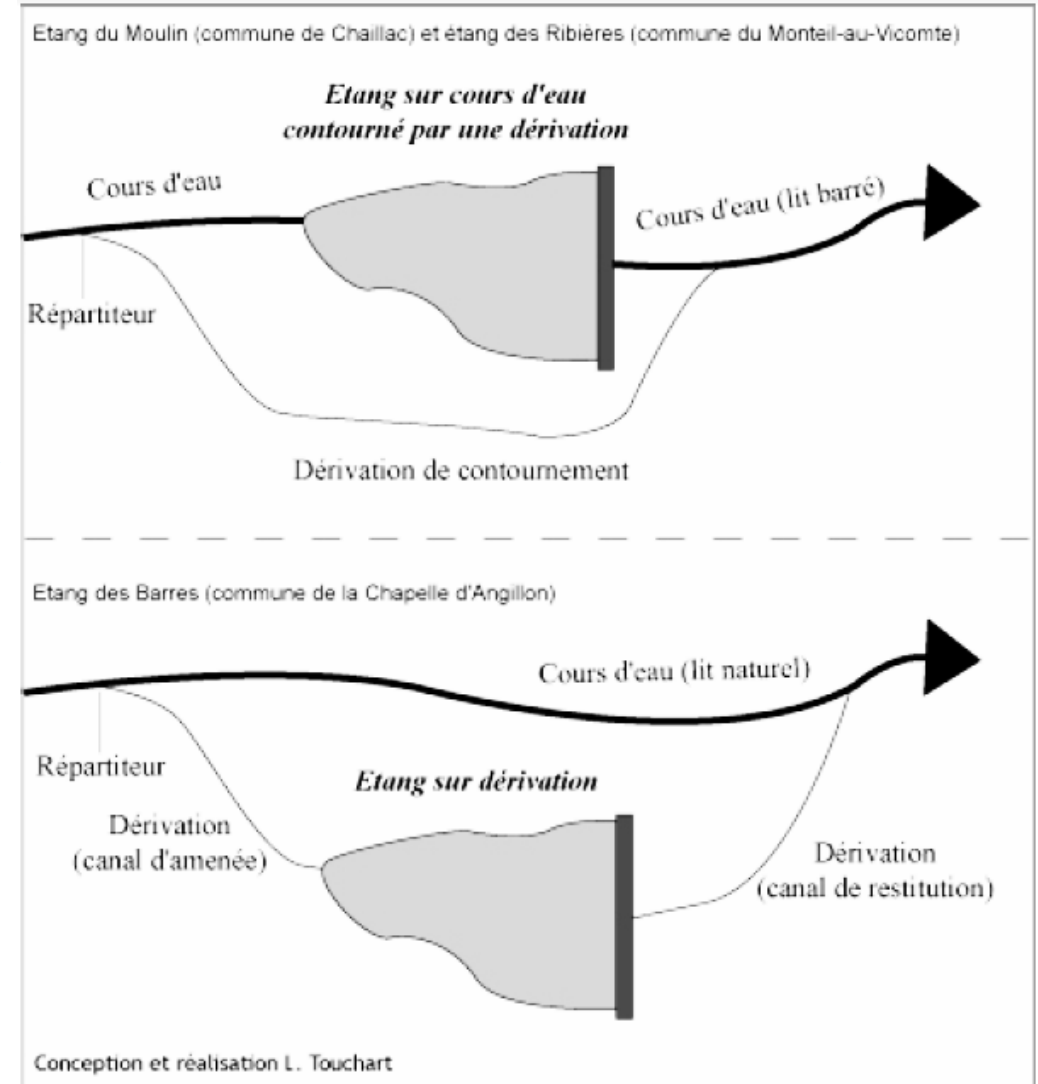
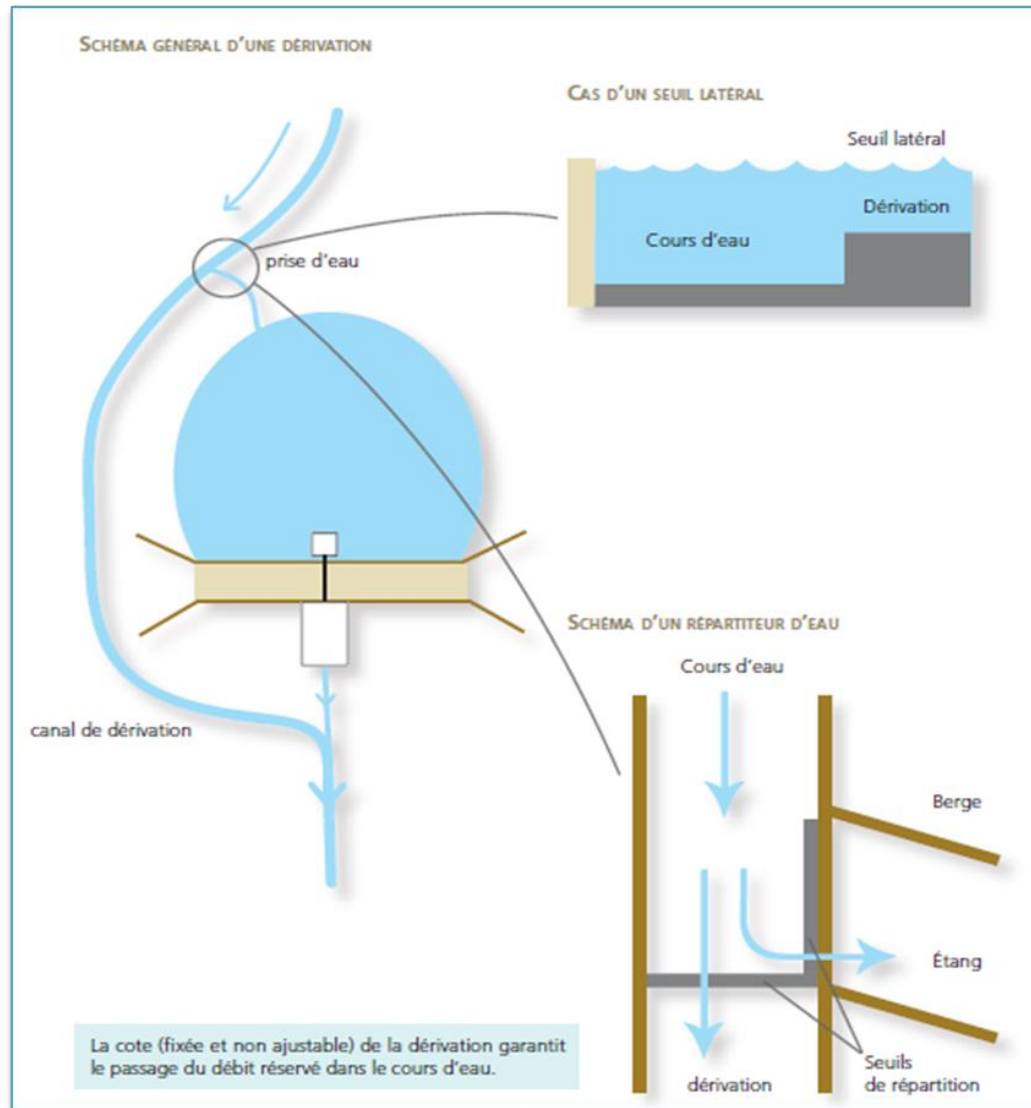


Schéma des principaux impacts écologiques des plans d'eau en barrage (Le Bihan)

Chenal de contournement



5. REDUCTION des impacts - contournement des plans d'eau en barrage



Guide de gestion durable de l'Étang en Limousin (EPTB Vienne, 2008)

Chenal de contournement :

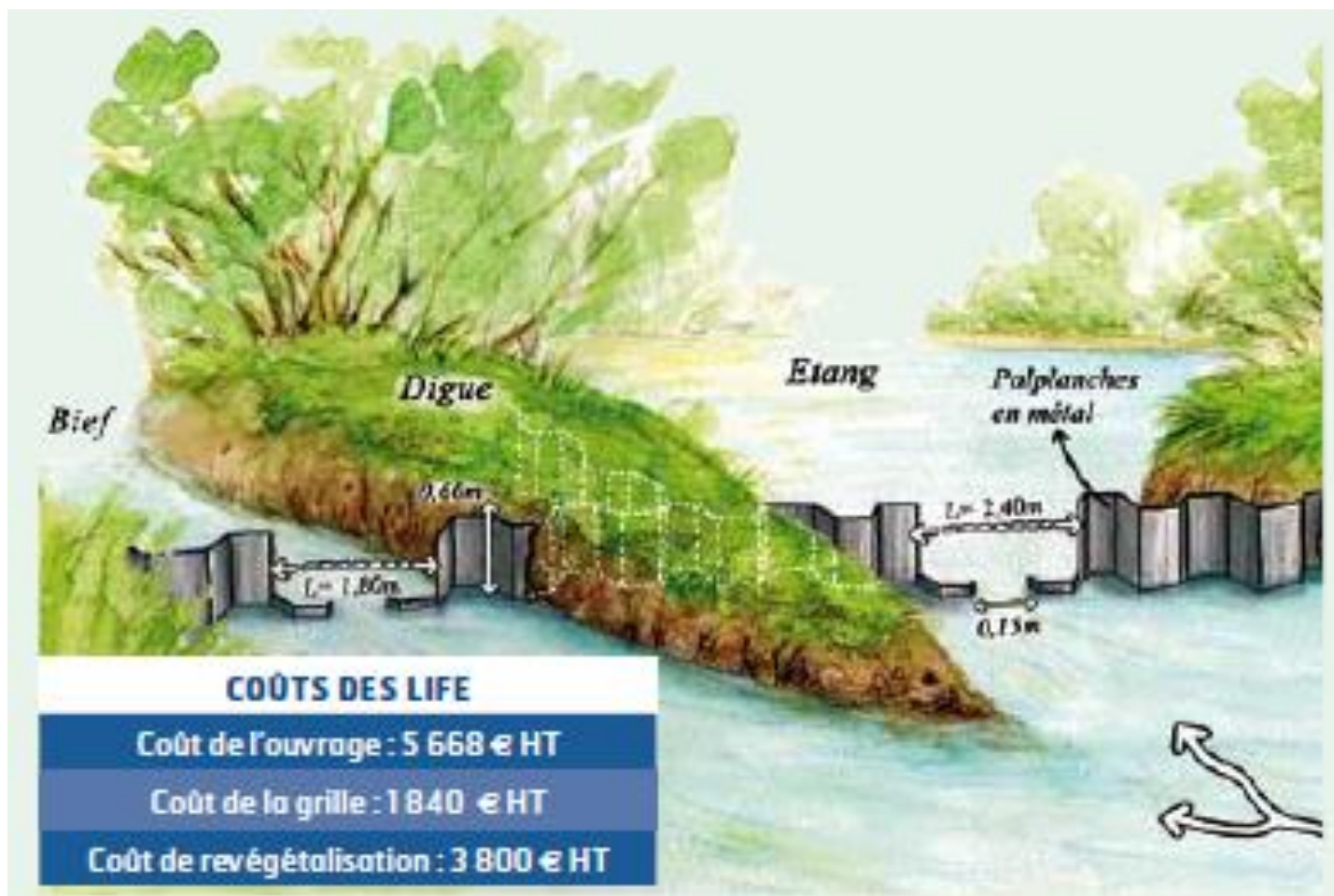
Dispositif permettant d'**isoler le plan d'eau** du cours d'eau pour :

- Contrôler le débit à laisser dans le cours d'eau pour respecter le débit minimum biologique,
- Contrôler la période de remplissage (hors période de basses eaux),
- Limiter le prélèvement au strict volume nécessaire à l'usage (en empêchant les remplissages multiples).

5. REDUCTION des impacts - contournement des plans d'eau en barrage

Réfléchir au mode de répartition en amont

En respectant les débits minimum biologiques



L. 214-18 : Débit minimum biologique maintenir en tout temps, dans le cours d'eau au droit ou à l'aval immédiat de l'ouvrage un **débit minimal garantissant en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces** vivant dans les eaux au moment de l'installation de l'ouvrage.

Aménagement au cas par cas

Galmich, 2017

Que pensez-vous de cette dérivation ?

Tracé rectiligne
Et recalibré



Distance cours d'eau
- plan d'eau trop
faible (cf. APG du 9
Juin 2021)

Que pensez-vous de cette dérivation ?

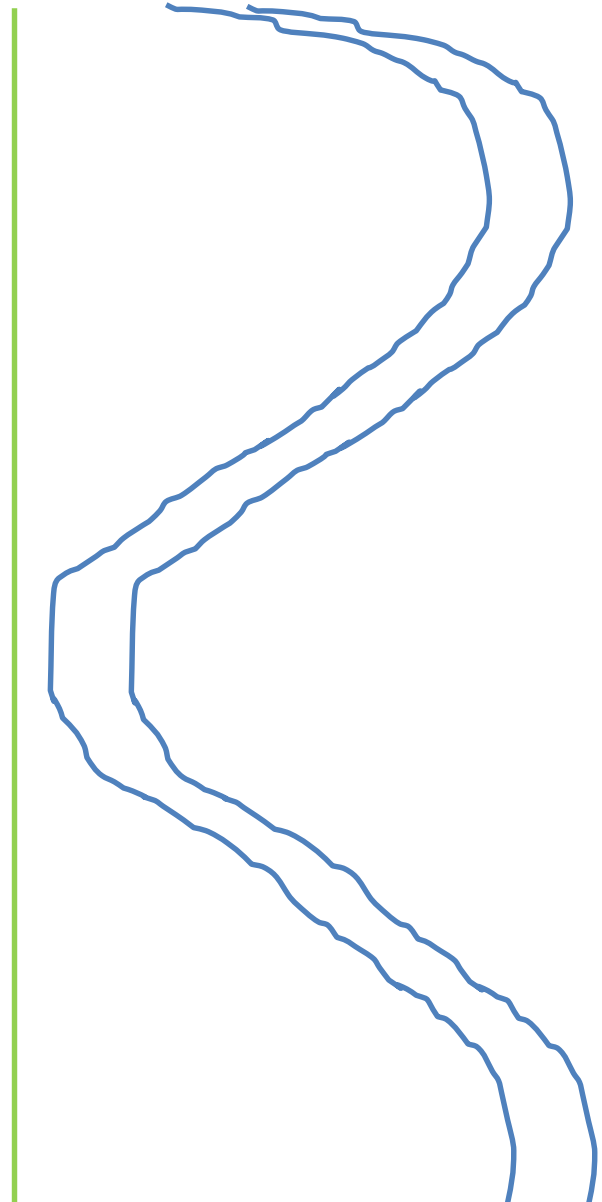


© SD53 AFB

Exemple de la vaiges (53)

5. REDUCTION des impacts - contournement des plans d'eau en barrage

Recréer la sinuosité même au sein d'un lit emboîté



Nécessité d'aller de berges en berges pour avoir un coefficient de sinuosité satisfaisant

Que pensez-vous de cette dérivation ?



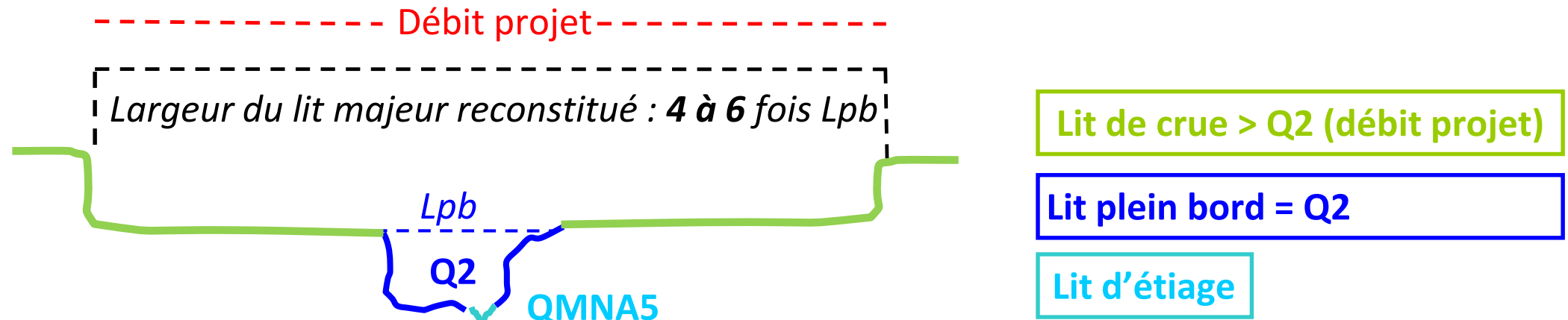
Lit emboîté → nécessaire uniquement si on ne peut pas revenir au terrain naturel

Optimisation de la largeur du lit emboîté → a minima **4 à 6 x largeur plein bord**

Bonne sinuosité, lit bien dimensionné

Quelques recommandations

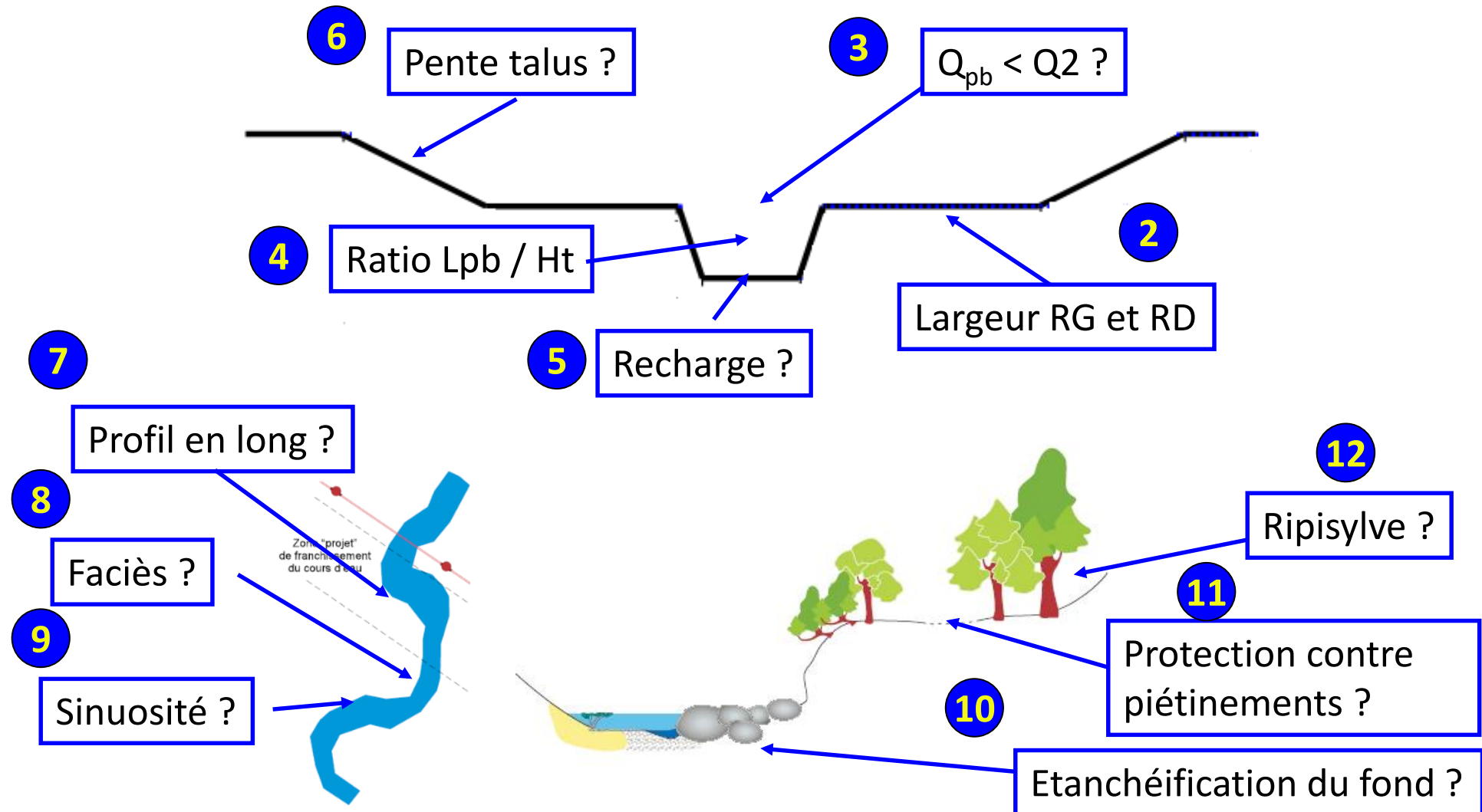
- Respecter la distance fixée entre le plan d'eau et le cours d'eau (cf. article 5 APG 09/06/2021)
- Privilégier la réalisation d'un lit emboîté



- Ne pas sur-enfoncer le lit emboîté
- Développer une sinuosité marquée en exploitant au maximum la largeur du lit emboîté (avec des berges verticales basses)
- Pour les apports granulométriques : creuser uniquement au niveau du lit mineur, faire remonter légèrement sur les berges la granulométrie
- Reconstituer les faciès d'écoulement et une granulométrie adaptée
- Prévoir la reconstitution d'une ripisylve (au moins sur la rive exposée au sud)

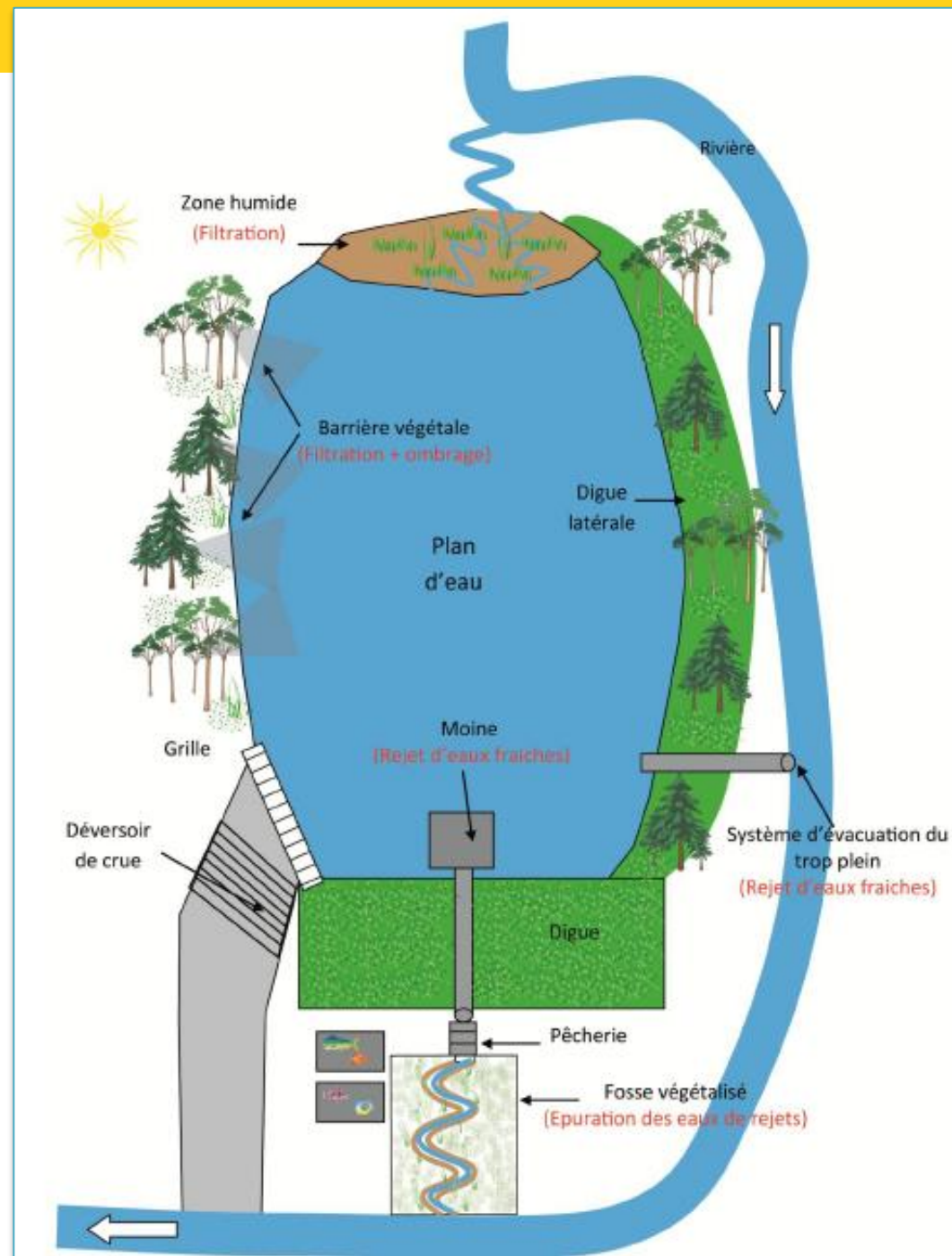
Les questions techniques dans la réalisation d'un lit emboîté

1 Est-il impossible de faire déborder le lit dans son lit majeur naturel ?



5. REDUCTION des impacts

**SCHEMAS D'UN PLAN D'EAU
DE MOINDRE IMPACT**



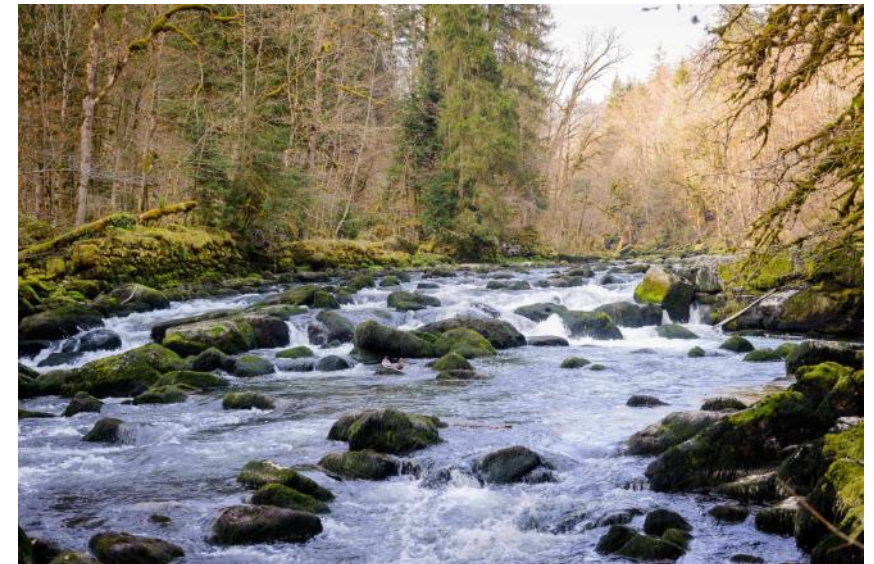
(IIBS, 2016)

LA SUPPRESSION DE PLAN D'EAU : une solution à envisager

- peu coûteux
- suppression de l'ensemble des impacts
- suppression des contraintes et coûts de gestion
- suppression des risques sécuritaires associés
- reconquête de zones humides
- opportunité de communiquer avec les citoyens sur les milieux aquatiques
- ...

BIBLIOGRAPHIE suppression de plans d'eau :

- **JEANNEAU & LE BIHAN, 2018.** Retour d'expériences sur les opérations de suppressions de plans d'eau à l'échelle du territoire Bretagne, Pays de la Loire. Rapport de l'Agence Française pour la Biodiversité, Direction Interrégionale Bretagne, Pays de la Loire
- **EPTB Vienne, 2010.** Gestion des étangs : l'effacement, une solution à envisager
- **ONEMA.** Recueil d'expériences sur l'hydromorphologie et la restauration des cours d'eau – volet « la suppression ou dérivation d'étangs sur cours d'eau »



6. SUPPRESSION de plans d'eau

Dans les cas les plus faciles : juste après une vidange lente



Plan d'eau de la mare aux canes (72)

6. SUPPRESSION de plans d'eau

Quelques mois après ...



ZH fonctionnelle



CE fonctionnel



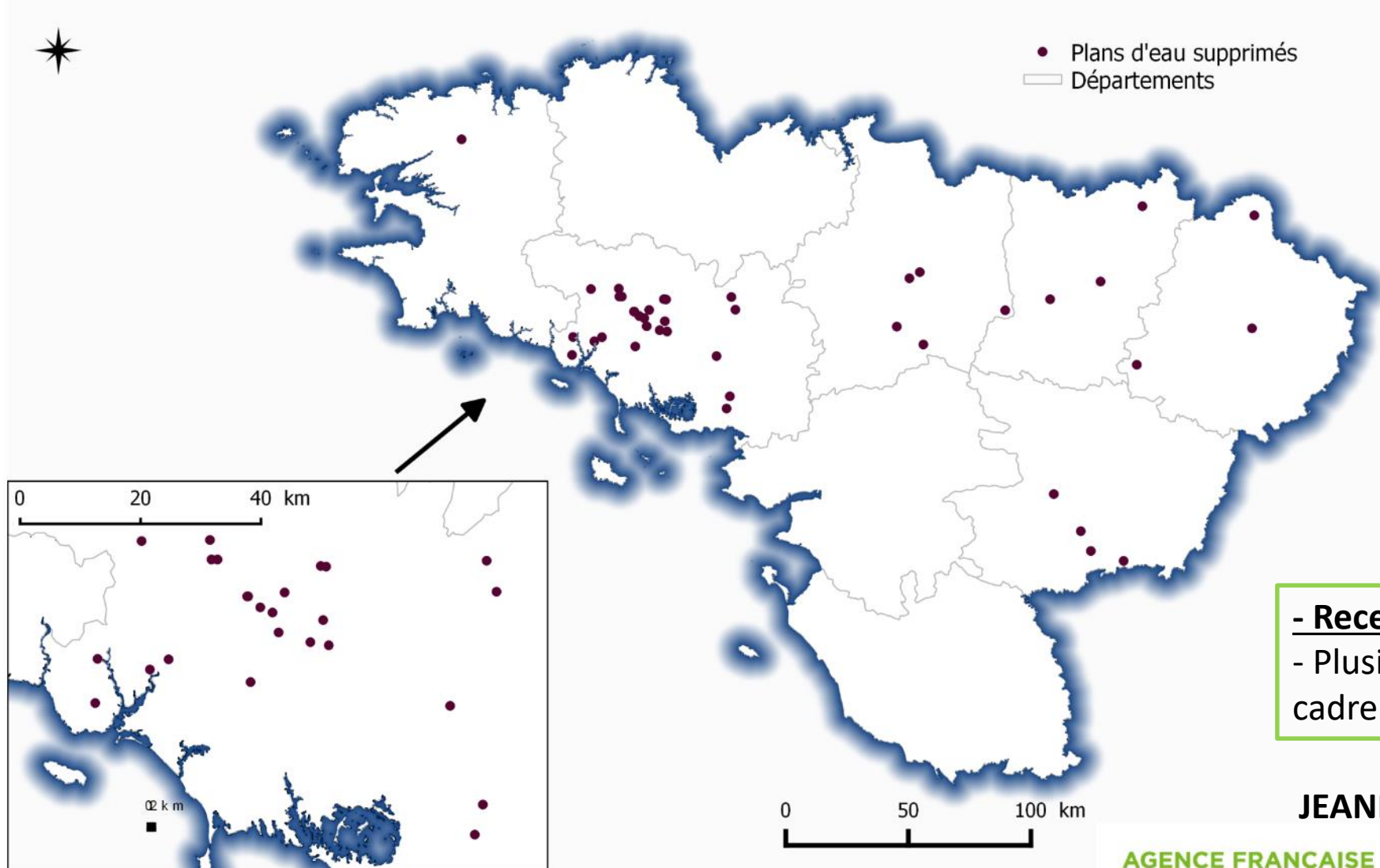
Continuité écologique rétablie



Mais ce n'est pas toujours si simple ...

Retour d'expériences sur les suppressions de plans d'eau en 2018

Localisation des suppressions de plans d'eau sur les régions Bretagne, Pays de la Loire



- Recensement non exhaustif
- Plusieurs opérations dans le cadre de mise en demeure

JEANNEAU & LE BIHAN, 2018

Quelles questions doit-on se poser avant la suppression d'un plan d'eau en barrage ?

1. Quel cadre réglementaire ?

2. Quels objectifs ?

3. Quel contexte ?

4. Quels diagnostics ?



5. Pourquoi s'intéresser aux travaux anciens ?

6. Doit-on conserver la digue ?

7. Faut-il effectuer un curage des sédiments ?

8. Comment réaliser la vidange ?

9. Quelles évolutions post suppression ?

10. Quel risque d'érosion régressive ?

11. Quelles mesures d'accompagnement ?

12. Quelle gestion ?

13. Quel suivi ?

6. SUPPRESSION de plans d'eau

Identification des objectifs de la suppression



● Nécessité d'avoir des objectifs de la restauration clairement identifiés (Muotka, 2002*)

Cours d'eau

Zone humide

Continuité écologique

Qualité d'eau

Hydrologie

Température et changement climatique

Espèce cible

Sécurité des digues

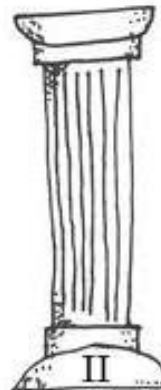
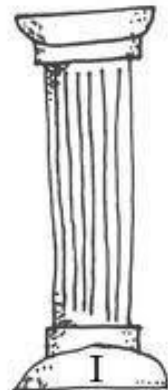
Paysage

Gestion des inondations

Essentiel pour le diagnostic

Essentiel pour le choix de la technique

Essentiel pour le suivi



6. SUPPRESSION de plans d'eau

Quelques éléments clés du diagnostic

Caractéristiques du lit (sinuosité, profils en travers amont-aval, pente, faciès d'écoulement...)

Hydrologie (Q2, QMNA5, débits durant les mois de la vidange...)

Emprise du remous liquide/solide

Apports latéraux connus (affluents, sources)

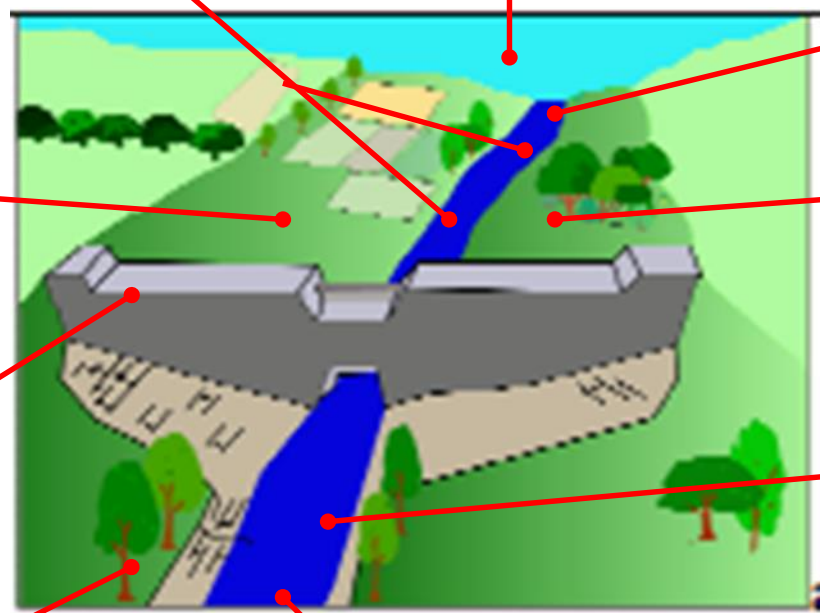
Caractéristiques de la vallée / « cuvette »

Caractéristiques de la digue (hauteur, épaisseur, nature)

Etat hydromorphologique en aval (érodabilité des berges, colmatage, incision...)

Enjeux relatifs à la continuité écologique

Espèces protégées, espèces envahissantes/invasives

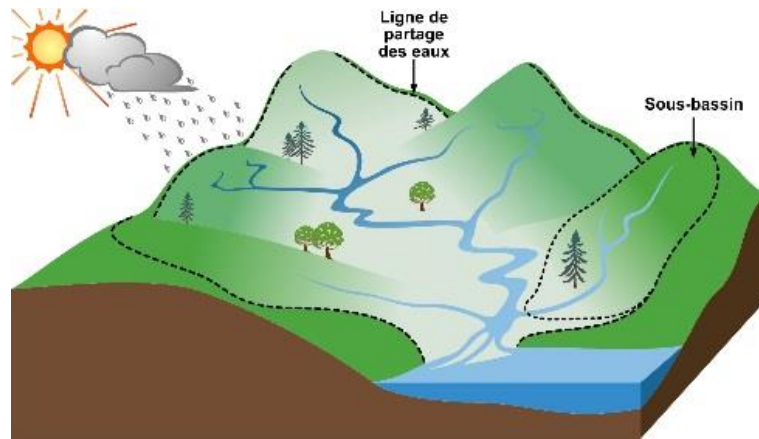


*Les objectifs de préservation/restauration de la biodiversité d'un site d'eau courante doivent reposer sur le maintien/retour du peuplement qui colonise naturellement le bassin versant et non pas sur la recherche d'un nombre maximum d'espèces (Note du CS AFB, 2018).

6. SUPPRESSION de plans d'eau

Qu'est ce qui conditionne l'évolution des milieux post suppression ?

Caractéristiques naturelles de la vallée



Travaux historiques sur la vallée et/ou le cours d'eau



Niveau de remplissage du plan d'eau



Modalités de réalisation de la suppression



Les caractéristiques naturelles du CE qui déterminent son évolution ...

Les débits



La pente
(force d'arrachement)



La puissance spécifique



Les apports solides



La végétation rivulaire



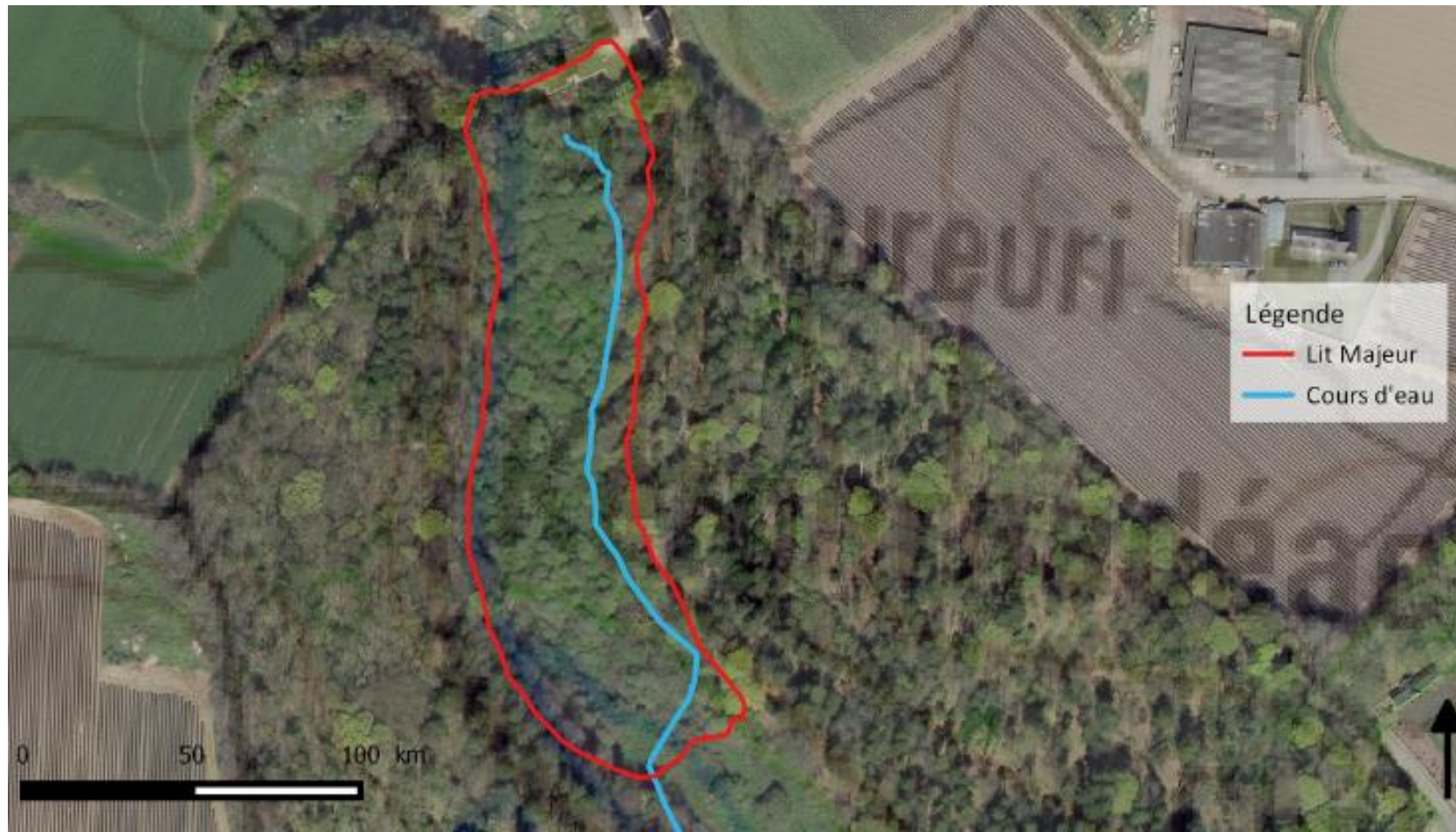
L'hydrologie



6. SUPPRESSION de plans d'eau

Essentiel de caractériser la largeur naturelle du fond de vallée « à plat »

- Cette largeur renseigne sur le potentiel de reconquête : de zones humides, de zones d'expansion de crues.
- Mesure à réaliser sur le terrain à l'aide d'un GPS



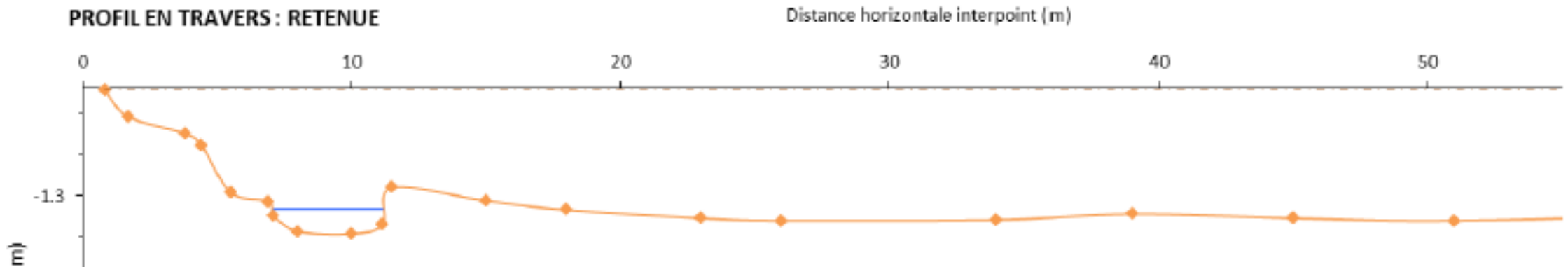
Etude du profil en travers de la vallée

● Intérêts pour caractériser le :

- ✓ Niveau de remplissage par les sédiments,
- ✓ Niveau d'eau au moment des suivis,
- ✓ Positionnement du talweg (visible après vidange)

● Méthode :

- ✓ Même transect pour tout le suivi (géolocalisation),
- ✓ En intégrant les coteaux en rive gauche et en rive droite,
- ✓ En décrivant avec précision le lit mineur (début et fin lit mouillée),
- ✓ Profil en travers à repositionner par rapport au profil en long.



La présence d'anciens travaux hydrauliques sur le lit mineur

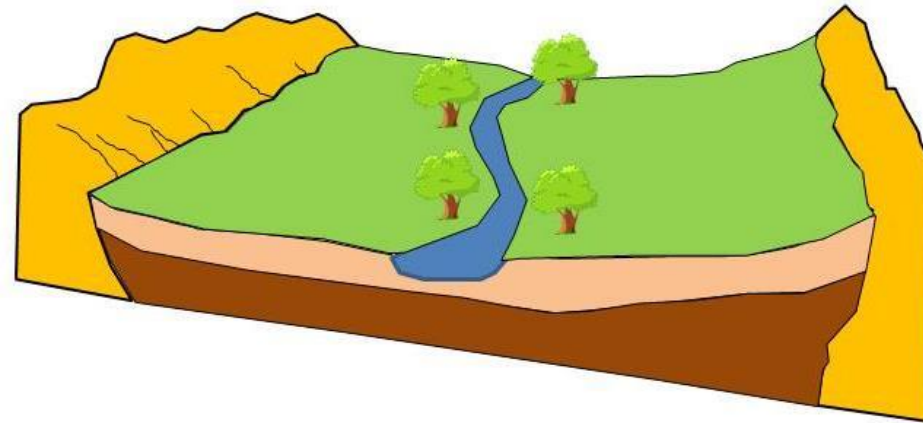
- Identification préalable des rectifications/ recalibrages dans l'emprise du plan d'eau



- Le caractère rectiligne de l'écoulement tend à augmenter les phénomènes d'incision du lit mineur.

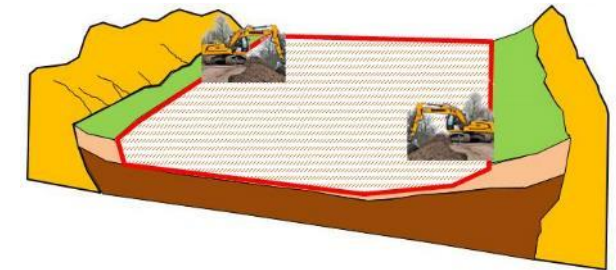
Etude de la forme de la cuvette

- **Cas simple** : Cuvette non sur-creusée et niveau de remplissage par les sédiments faibles
- ✓ La reconstitution naturelle du lit peut se dérouler (en l'absence de travaux hydrauliques anciens sur le cours d'eau)



- **Cas complexe** : cuvette sur-creusée et/ou niveau de remplissage important par des sédiments

- ✓ Evaluation du niveau de remplissage du plan d'eau ainsi que de la forme actuelle de la vallée (profils en travers)



Devenir de la digue

- **La suppression de la totalité de la digue est souvent recommandée pour :**
 - ✓ Favoriser une restauration optimale du fond de vallée, du cours d'eau et des zones humides



© LE BIHAN, 2015

Dans le cas de la réalisation d'une brèche dans la digue

● **Nécessité de réaliser une brèche suffisamment large pour éviter les obstructions accidentelles ou volontaires :**

- ✓ **Largeur conseillée** : 3 à 4 fois la largeur du lit à plein bord
- ✓ **Largeur minimum** de 4 mètres pour les très petits cours d'eau.

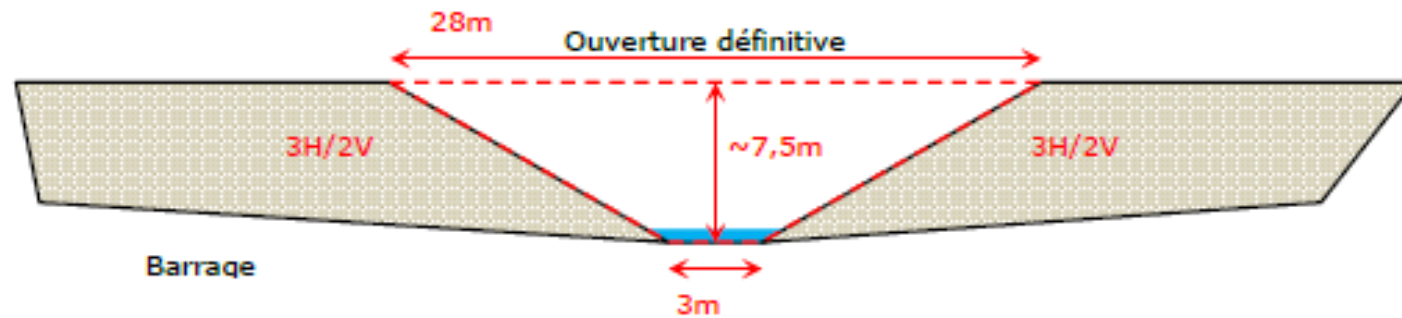


A réaliser si possible au droit du talweg en creux de vallée (qui ne correspond pas forcément au lieu d'implantation des systèmes de vidange).

6. SUPPRESSION de plans d'eau

Dans le cas d'une réalisation d'une brèche dans la digue

- Dans le cas de digues très hautes



Etude géotechnique
souvent conseillée



En cas d'excès de sédiments dans la retenue

● **Prévoir une période de mise en assec (6 mois minimum) du plan d'eau avant sa suppression définitive afin de :**

- ✓ Permettre un blocage physique des sédiments fins grâce à la végétation (entre 2 à 4 mois après travaux en général)
- ✓ Assurer la minéralisation des vases



Hasselquist *et al.* (2015) ont ainsi observé que la végétation riveraine avait besoin de 25 ans ou plus pour se rétablir après une perturbation. L'implantation rapide des premiers stades ligneux (ex : saule, bouleau) sur certains milieux nécessite de prévoir une gestion adaptée.

Comment réaliser la vidange avant suppression ?

- **Se doter des moyens nécessaires pour permettre une vidange lente**

- **Période conseillée :**

- ✓ **Mai à Octobre** (à adapter selon les années),
- ✓ En évitant les étiages sévères et les périodes de fortes chaleurs.

- **Intérêt du choix de cette période :**

- ✓ Réduire les risques associés au remplissage accidentel du plan d'eau en cas de crue,
- ✓ Faciliter la végétalisation des sédiments les plus fins (si vidange milieu de printemps),
- ✓ Eviter les impacts sur les phases de reproduction des espèces salmonicoles.

- **Différentes possibilités pour réaliser la vidange :**

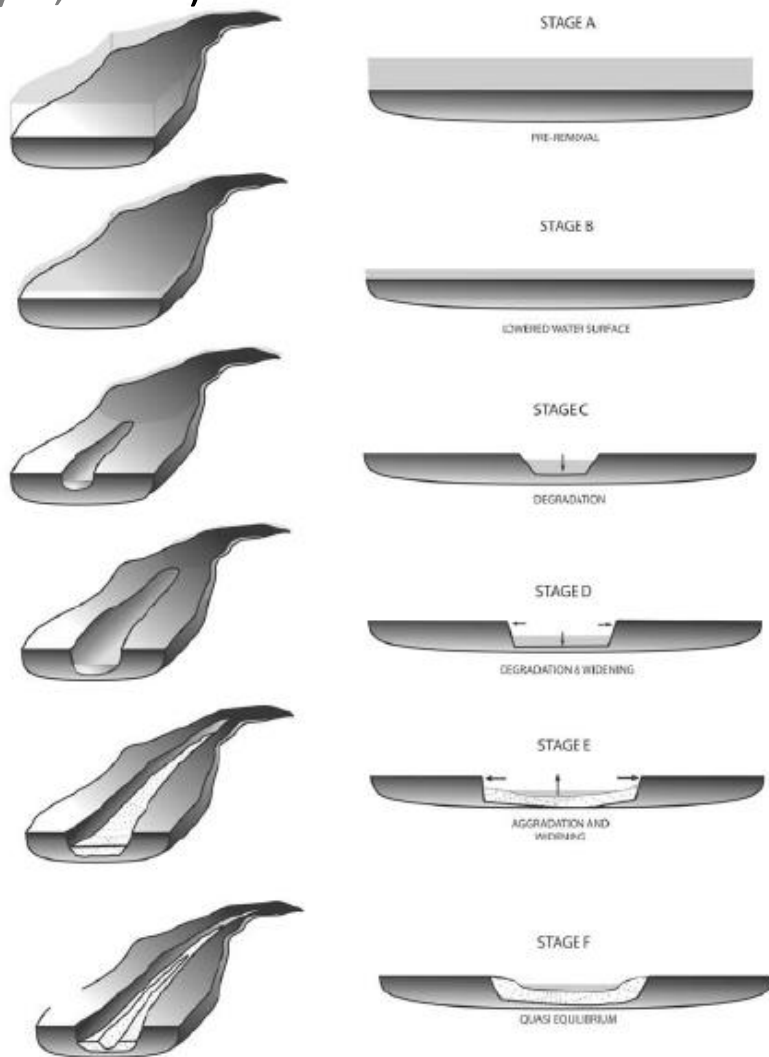
- ✓ A l'aide d'un moine (si existant)
- ✓ A l'aide d'une vanne de fond (si existante)
- ✓ A l'aide d'une pompe (anticiper d'éventuels évènements pluvieux) ou par siphon

+ piégeage sédiments + pêche de sauvegarde (cf. diapos « Réduire les impacts de la vidange »)



Vigilance sur les évolutions hydromorphologiques suite à une suppression

- Les différentes étapes d'ajustement dans le remous solide d'un seuil après dérasement (Doyle, 2003) :



Doyle (2005) affirme que la majorité des modifications hydromorphologiques apparaissent entre la première et la cinquième année.

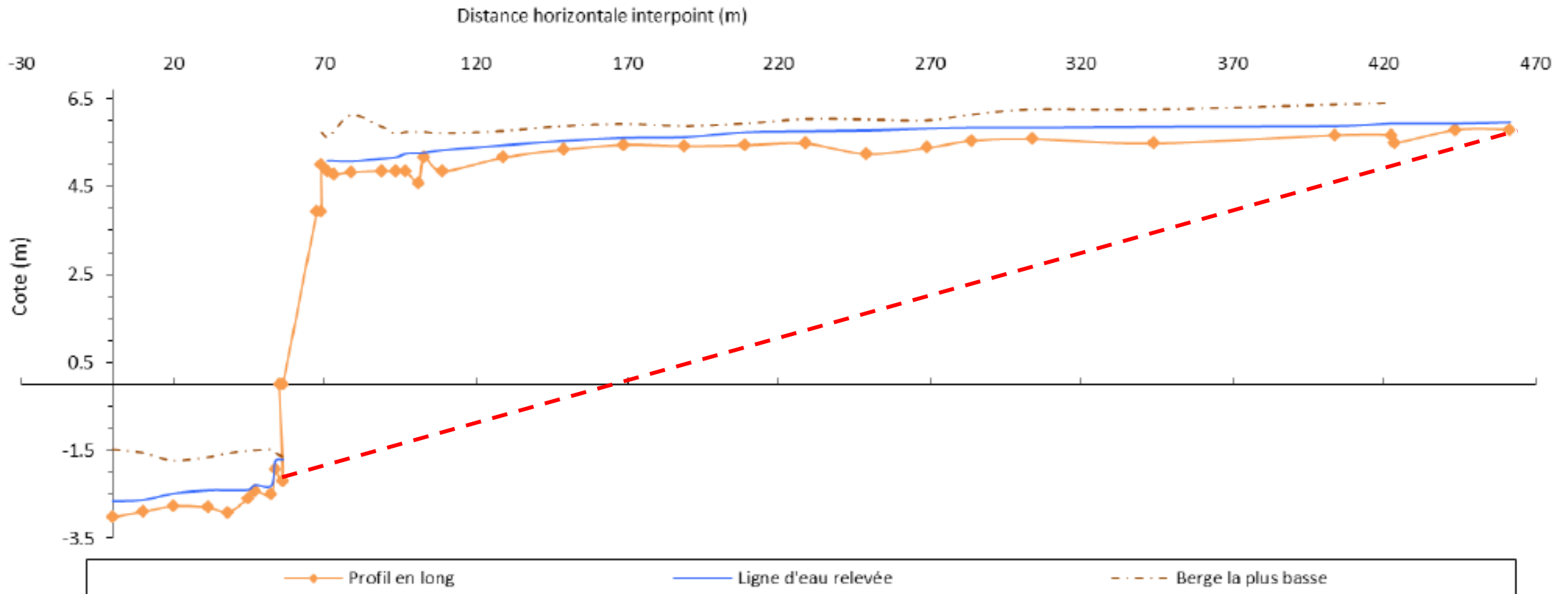
Burroughs (2009) révèle que lors du dérasement d'un seuil, la quantité de sédiments naturellement exportée a été de l'ordre de 15% de la quantité présente dans la retenue. Malgré le caractère relatif de cette information, Doyle (2003) fait le même constat sur un certain nombre de petits seuils.

Une étude de Doyle (2005) révèle que suite à l'effacement d'un seuil, le rythme de l'érosion régressive a été de 10 m/h les premières 24h jusqu'à atteindre de 40 m/mois les 11 mois suivants.

6. SUPPRESSION de plans d'eau

Intérêt d'étudier le profil en long du cours d'eau

● Que risque t'il de se passer suite à la suppression ?



● **Linéaire étudié** : aval ($20 * L_{pb}$), emprise du plan d'eau, amont (remous liquide)

● **Cotes à relever** : fond du lit mineur, ligne d'eau, berge la plus basse

● **En annotant** : connexions avec des affluents, localisation des radiers existants (amont et aval)

Anticiper les phénomènes d'érosion régressive

- En cas de travaux hydrauliques sur le lit mineur ou la cuvette du plan d'eau
 - ✓ Risques d'érosions régressives difficilement maitrisables

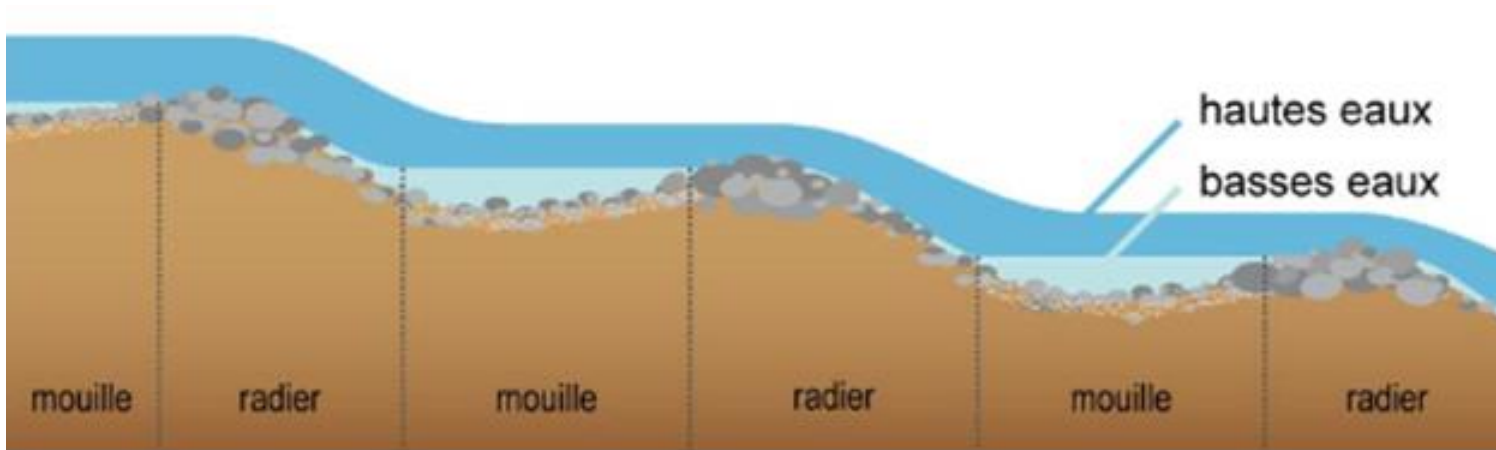


Exemple d'érosion régressive au niveau de la queue du plan d'eau

6. SUPPRESSION de plans d'eau

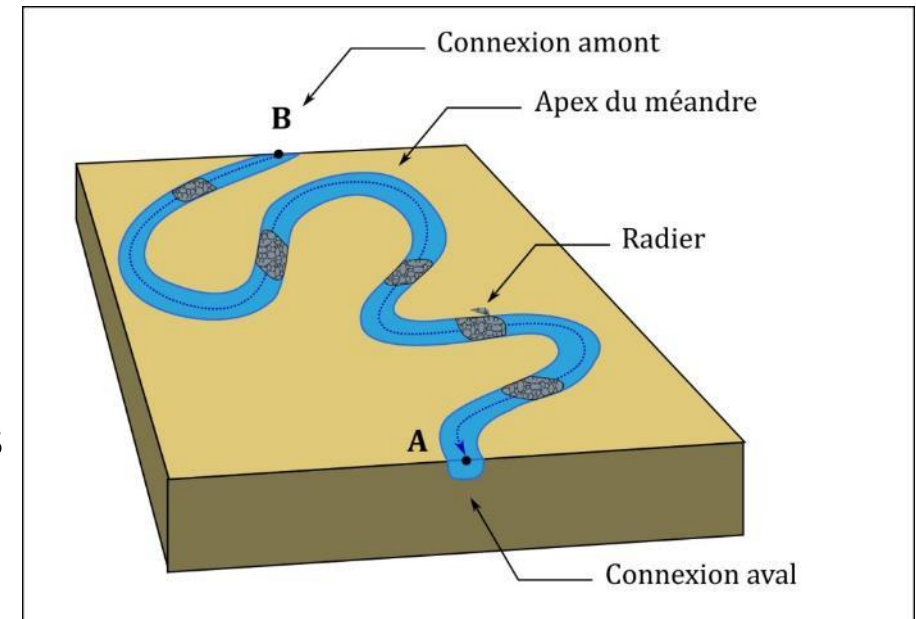
En cas de non reconstitution naturelle du matelas alluvial

- A minima, prévoir la reconstitution de radiers régulièrement répartis :



- **Caractéristiques des radiers :**

- ✓ Disposés tous les 4 à 6 fois la L_{pb} (Brookes, 1988 ; Bossis, 2014)
- ✓ Aux points d'inflexions des méandres
- ✓ Similaires à ceux présents sur ce cours d'eau dans des segments hydromorphologiques homogènes comparables (nature géologique, classes granulométriques, longueur, pente, épaisseur...)



6. SUPPRESSION de plans d'eau

Les suivis écologiques : pour les opérations les plus ambitieuses

FICHE OPÉRATION

Suppression d'ouvrage en travers

(seuil(s) ou digue(s) de plan d'eau)

« Le principe général sous-tendant la proposition d'arasement (diminution de la hauteur de l'ouvrage) ou de dérasement (suppression de l'ouvrage) d'un seuil vise à redonner au cours d'eau son profil en long naturel. » [28]

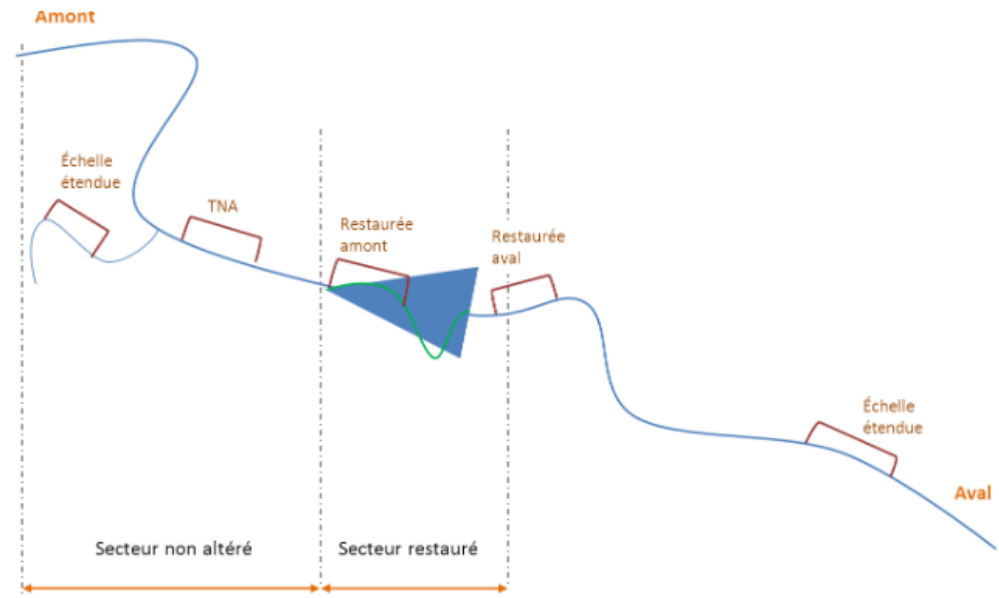


Figure 19 - Localisation des secteurs et positionnement des stations. TNA = station Témoin non altérée. En vert le lit recréé. Cas idéal.

The image shows the cover of a guide titled 'GUIDE pour l'élaboration de suivis d'opérations de restauration hydromorphologique en cours d'eau'. It features a photograph of a river restoration site with a newly formed meander. Logos for 'AGENCE FRANÇAISE POUR LA BIODIVERSITÉ' and 'LES AGENCES DE L'EAU' are visible.

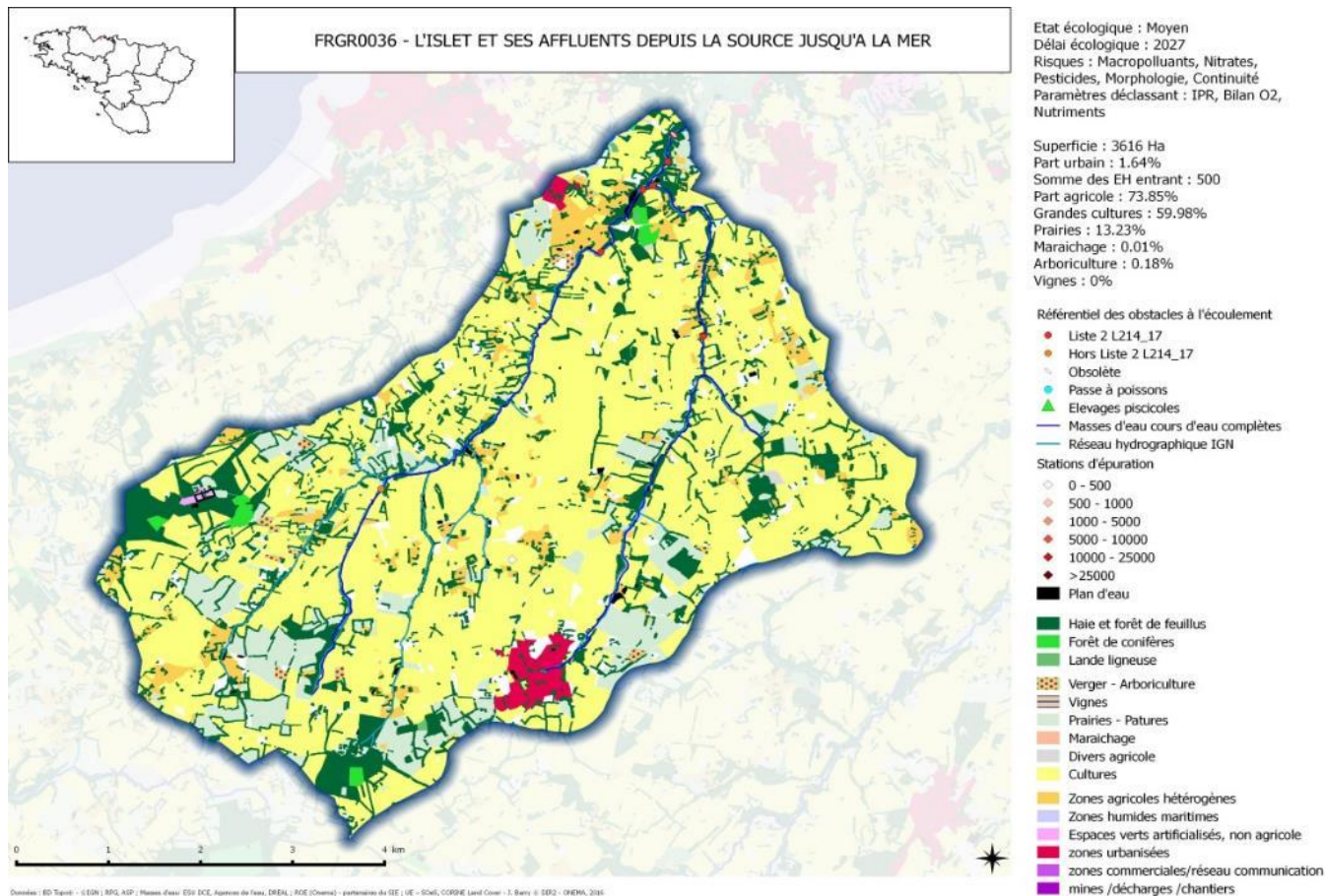
¹⁸ Voir la partie Positionnement : préconisations et cas particuliers, cas n°1.

The image shows the cover of a report titled 'Aide à l'élaboration d'un programme pour le suivi des travaux de restauration de cours d'eau (continuité et hydromorphologie) : Guide à l'usage des gestionnaires | dg milieux aquatiques'. It includes a photograph of a river with a fallen log and the text 'Rapport en version 1 Janvier 2019'.

This section contains logos for partner organizations: 'AGENCE FRANÇAISE POUR LA BIODIVERSITÉ', 'INSTITUTION Département de la Vienne', 'Creseb', 'SEMURON', 'SYLVA', and 'LES AGENCES DE L'EAU'. Below the logos is a detailed monitoring table with columns for 'Paramètres', 'Fréquence', 'Méthode', 'Responsable', and 'Statut'. The table lists various parameters such as 'Morphologie', 'Qualité de l'eau', 'Biodiversité', and 'Hydrologie'.

6. SUPPRESSION de plans d'eau - Retour d'expérience Montafilan sur l'Islet (22)

Suivi écologique de la suppression de la retenue de Montafilan sur l'Islet (22)



Le Barrage de Montafilan a été construit en 1961 pour le stocker de l'eau à potabiliser. La dégradation de la qualité de l'eau a induit un abandon de cet usage.

Espèces en jeu : Anguille, Truite de mer, Lamproie marine, Truite fario, vairon

6. SUPPRESSION de plans d'eau - Retour d'expérience Montafilan sur l'Islet (22)

Suppression de la retenue de Montafilan sur l'Islet (22)

Maîtrise d'ouvrage Ville d'Erquy- Lamballe Terre et Mer. Bureau d'études ICEMA.



VIDANGE (2017)



Suivi de la suppression de la retenue de Montafilan sur l'Islet (22)

Intervention post-travaux pour un ajustement morphologique suite à l'apparition de « knick point » d'érosion régressive



Figure 7 : Exemple de "marche" observée sur le linéaire étudié



Figure 8 : Apparition du substrat argileux au sein du lit mineur

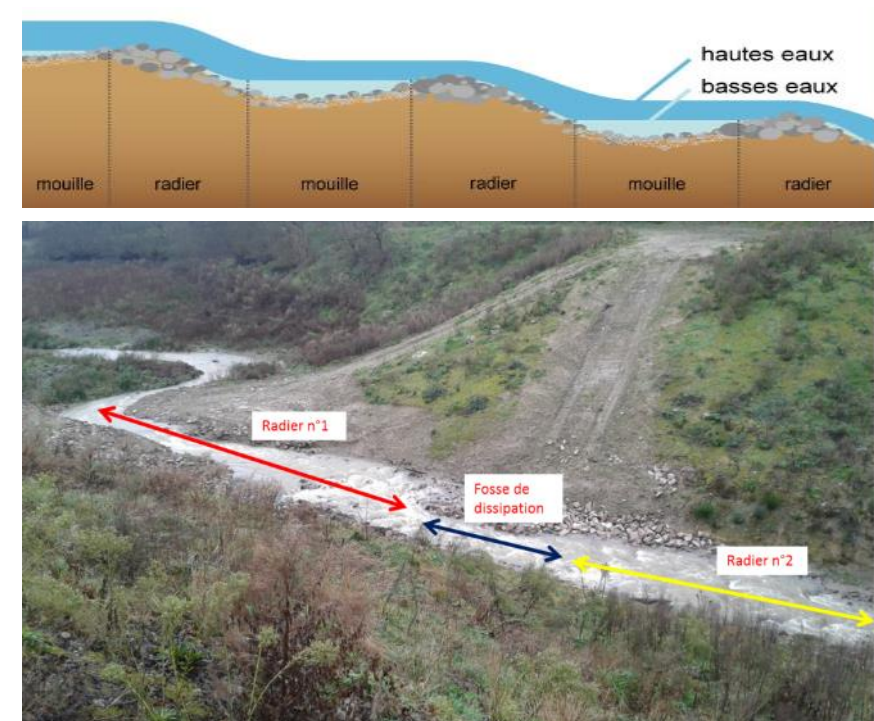


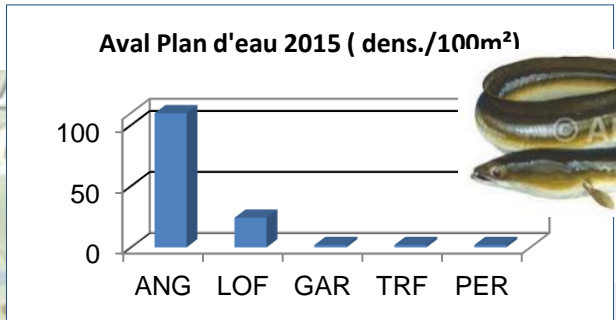
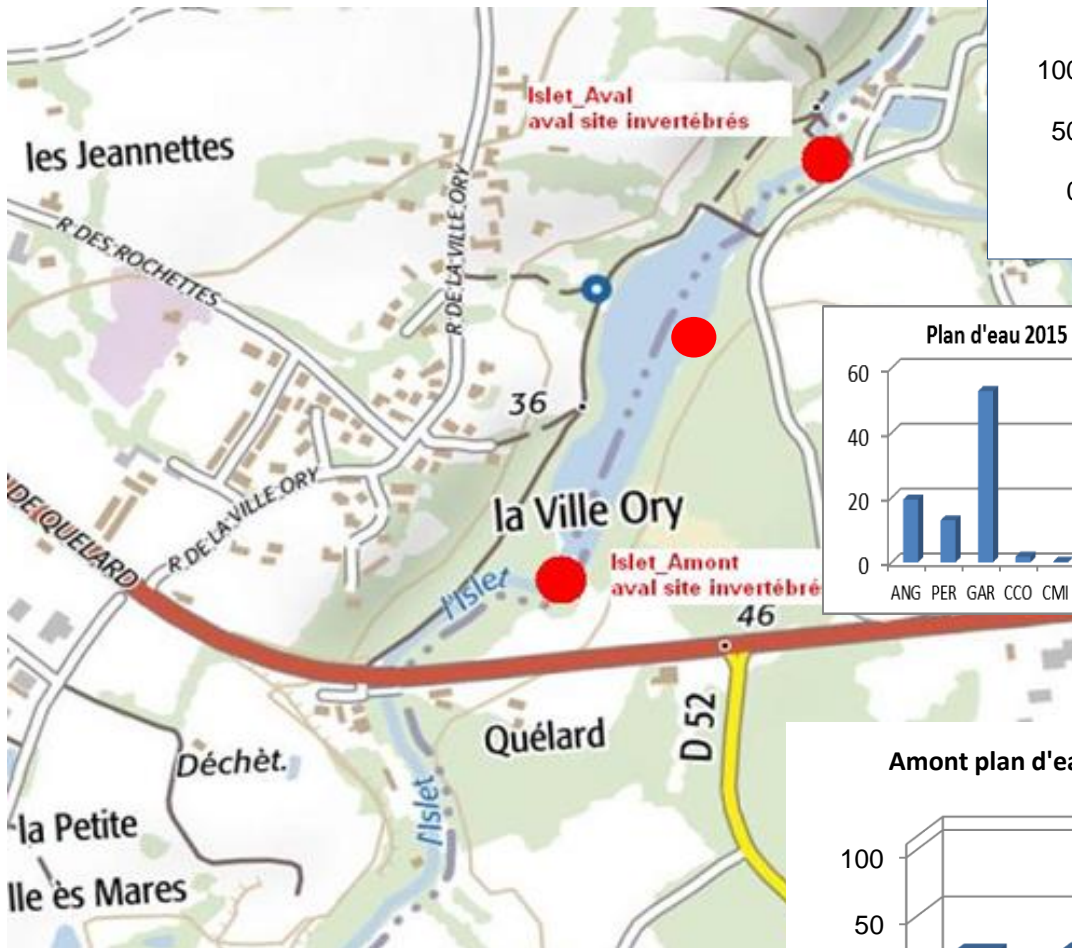
Figure 6 : Schéma de la réalisation radier-mouille sur le linéaire étudié

- Radiers à répartir tous les **6 fois la largeur à plein bord naturelle** du cours d'eau.
- Au vu des profils en travers et des indices sur la physionomie de l'ancien lit (exemple : reliques de l'ancienne ripisylve coupée de part et d'autre du lit historique), **le lit mineur devrait présenter une largeur plein bord d'environ 4m.**
- Par conséquent, il faut prévoir la reconstitution de radier tous les 24 mètres environ.
- Afin de renforcer leur stabilité, ces radiers devront présenter une **longueur d'environ 6 à 8 mètres.**

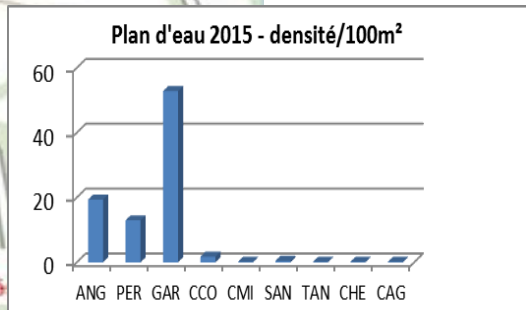
LE BIHAN M., HUBERT A., 2019. Note technique – Recommandations suite à la visite terrain du 31 Janvier 2019 sur l'Islet (22). AFB.

6. SUPPRESSION de plans d'eau - Retour d'expérience Montafilan sur l'Islet (22)

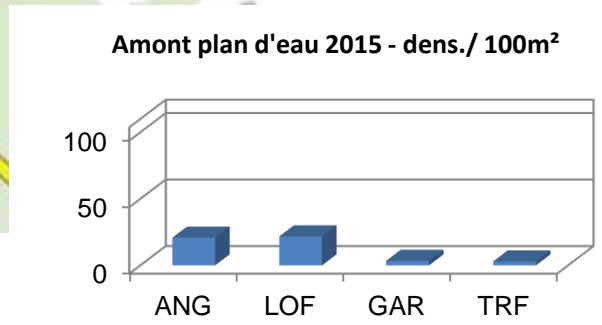
Analyse des peuplements **avant** arasement



Station aval



Station retenue



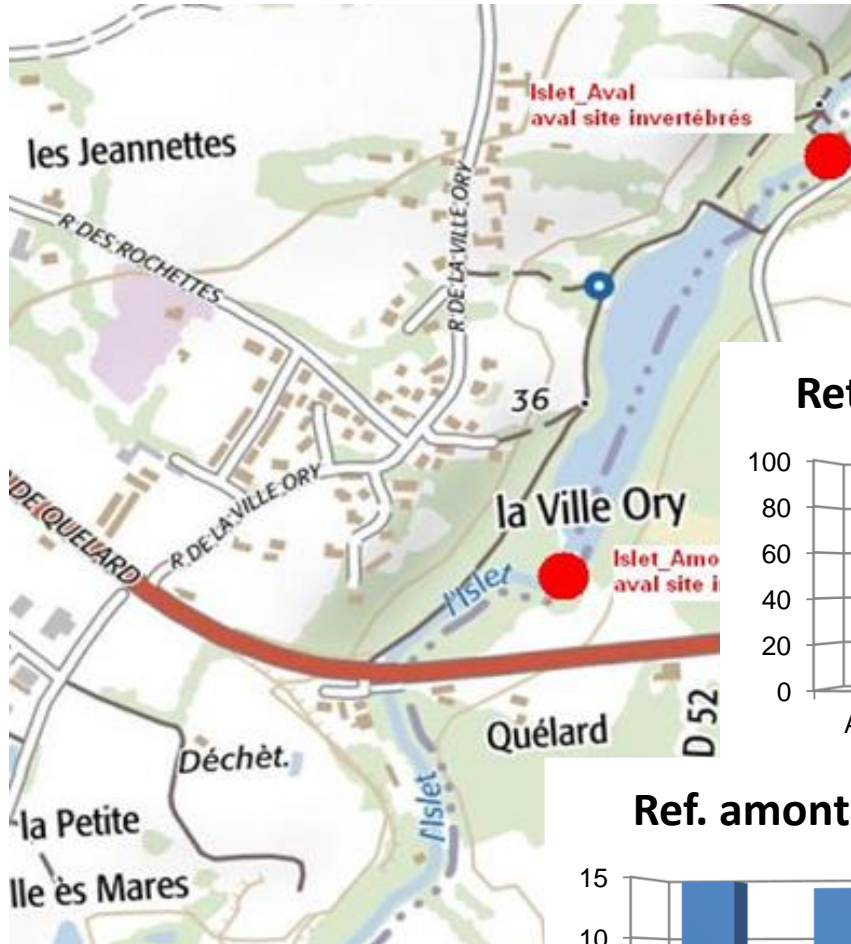
Station amont (ref)



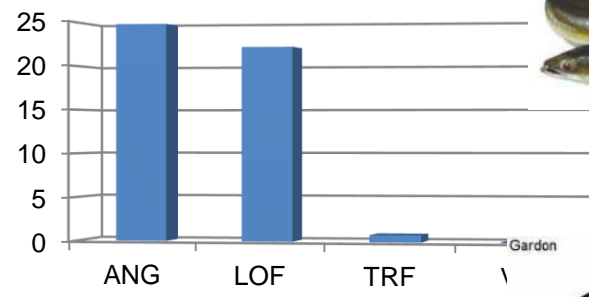
Vigneron T., Heno Y.M., Danet N., 2022. Projet de synthèse des suivis biologiques sur l'Islet. OFB, DREAL Bretagne.

6. SUPPRESSION de plans d'eau – Retour d'expérience Montafilan sur l'Islet (22)

Analyse des peuplements **après** arasement



Aval (dens./100m²)

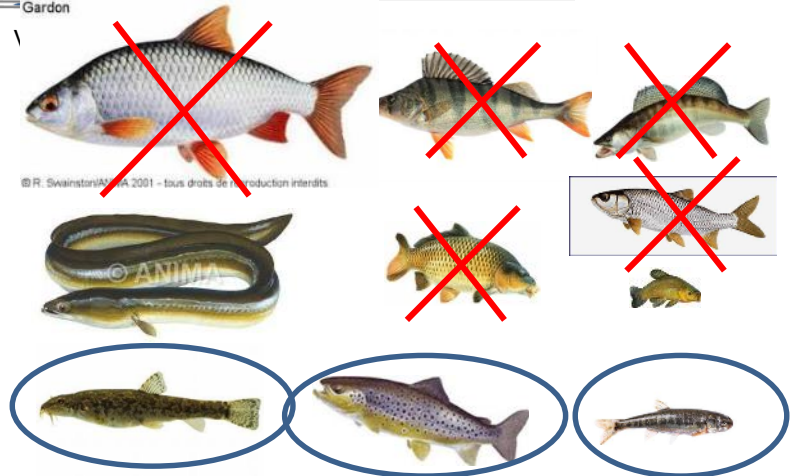
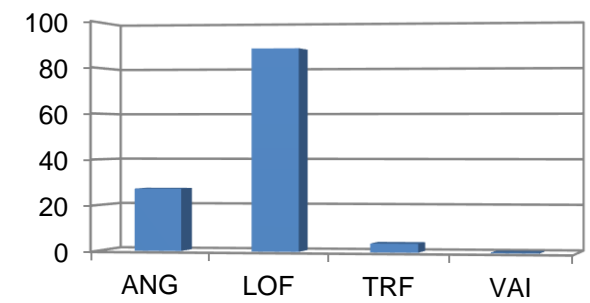


Station aval



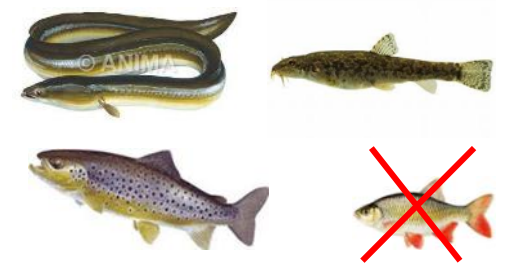
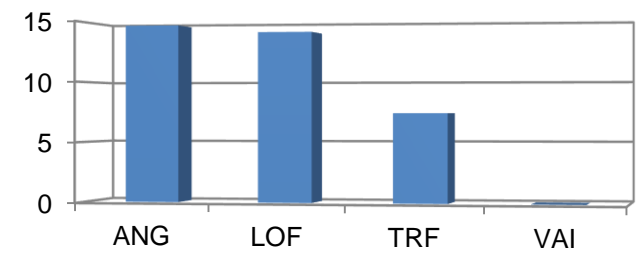
Station retenue

Retenue (dens./100m²)



Station amont (ref)

Ref. amont (dens./100m²)

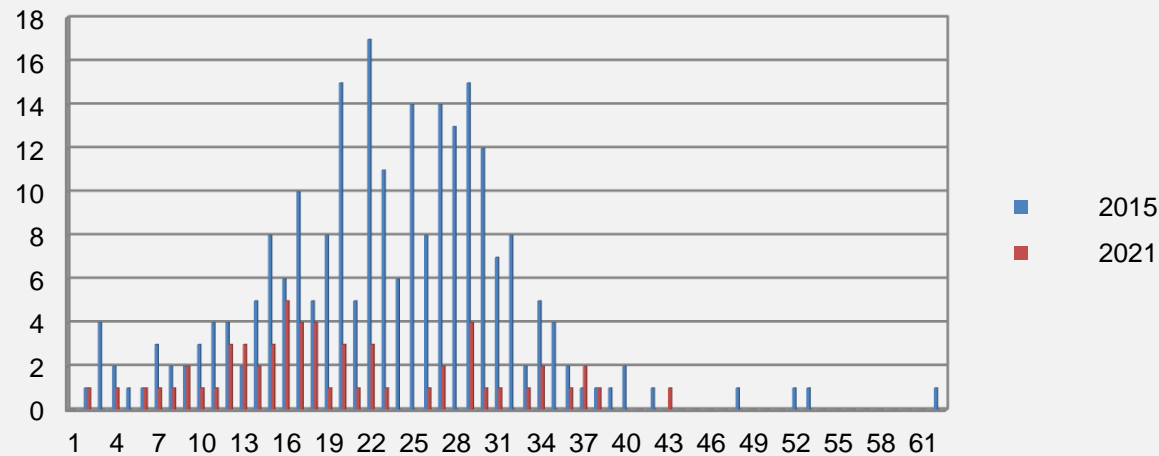


Vigneront T., Heno Y.M., Danet N., 2022. Projet de synthèse des suivis biologiques sur l'Islet. OFB, DREAL Bretagne.

6. SUPPRESSION de plans d'eau – Retour d'expérience Montafilan sur l'Islet (22)

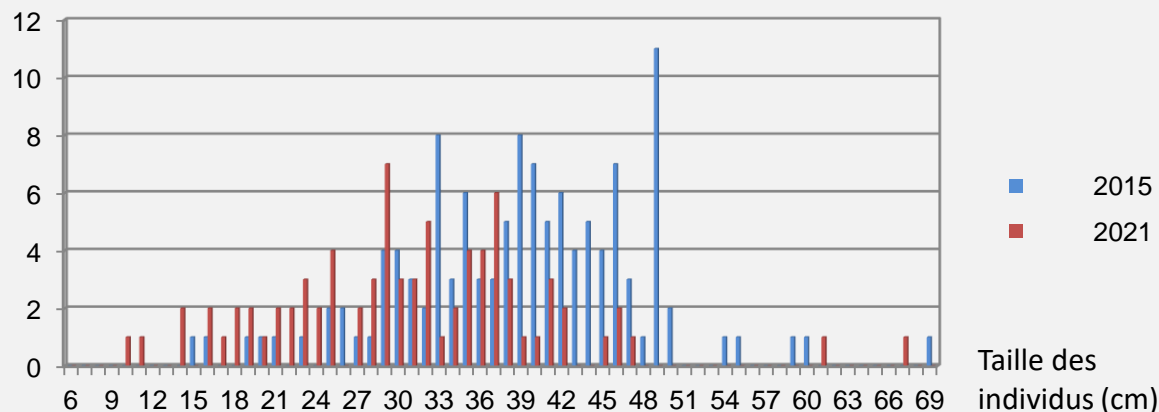
Evolution de la structure des populations d'anguille

Effectif
(nombre
d'individus)



Station de pêche en aval du plan d'eau

Effectif
(nombre
d'individus)



Station de pêche à l'intérieur du plan d'eau

Réduction des effectifs bloqués à l'aval du barrage notamment sur taille autour de 30 cm



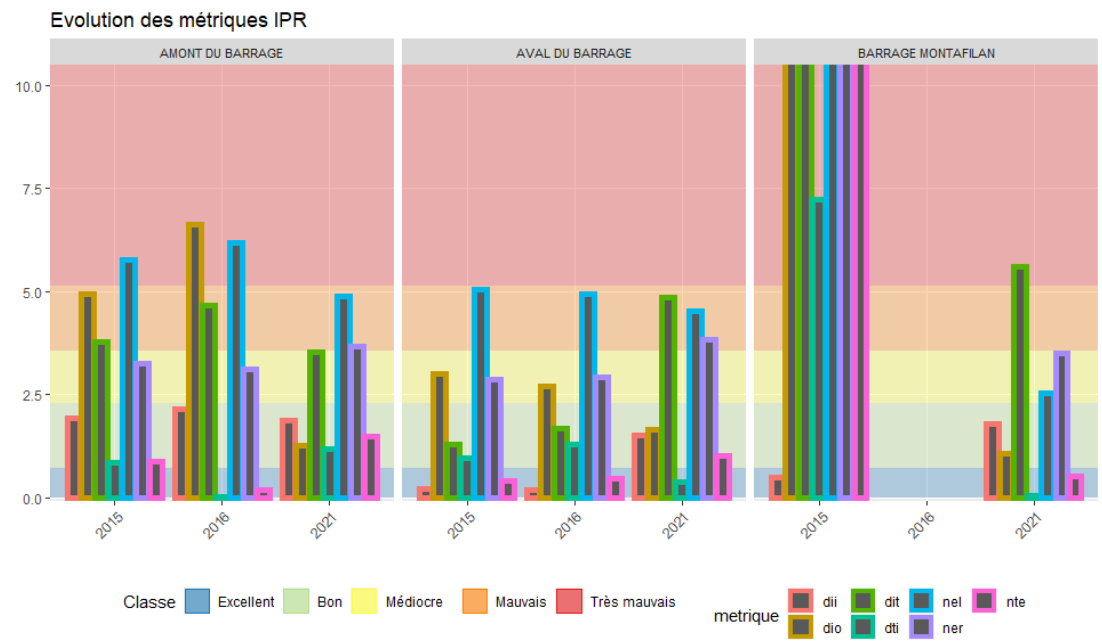
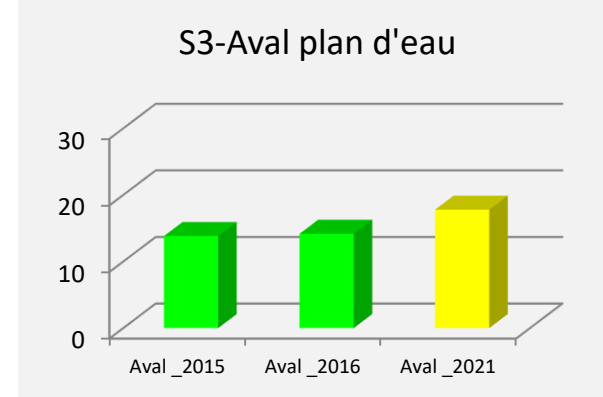
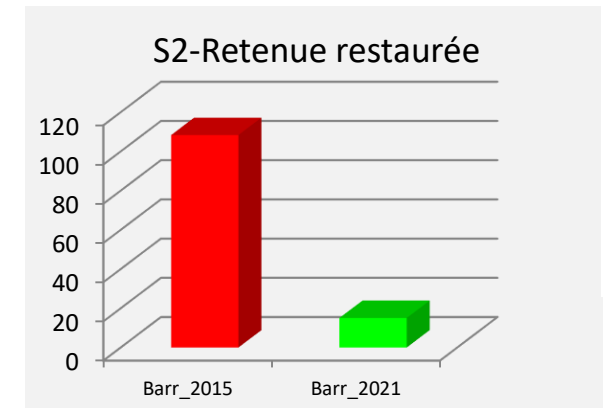
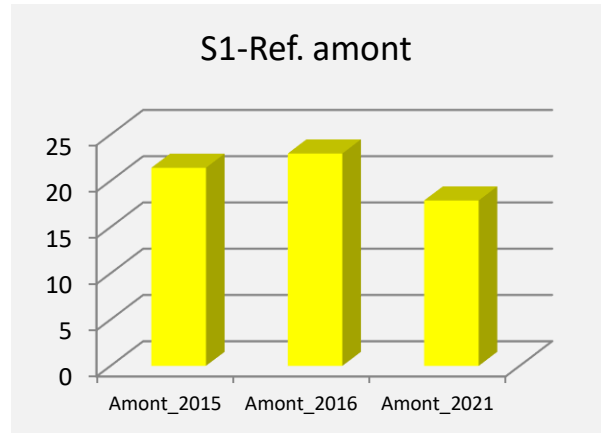
Au sein de la retenue :

- Réduction des effectifs au sein de la retenue notamment sur taille autour de 40 cm.
- Moindre attraction par accumulation de matières organiques
- Dévalaison des géniteurs vers zones reproduction
- Plus d'anguillettes : meilleure montaison

Avant arasement les anguillettes montent peu dans le plan d'eau

Vignerot T., Heno Y.M., Danet N., 2022. Projet de synthèse des suivis biologiques sur l'Islet. OFB, DREAL Bretagne.

6. SUPPRESSION de plans d'eau – Retour d'expérience Montafilan sur l'Islet (22)



DII : densité individus invertivores DIO : densité ind. Omnivores
 DIT : dens. ind.tolérants DTI : densité totale individus

NTE : nb. total d'espèces NEL : nb espèces lithophiles
 NER : nb. espèces rhéophiles

Vignerot T., Heno Y.M., Danet N., 2022. Projet de synthèse des suivis biologiques sur l'Islet. OFB, DREAL Bretagne.


Analyse écologique multi-compartiments

- Importance d'un bon état initial et des suivis morphologiques pour orienter les ré-interventions urgentes et ciblées
- Résultats poissons et macroinvertébrés assez convergents : remarquable amélioration du milieu et bonne recolonisation de la faune associée à ce type de petit cours d'eau.
- Nécessité de poursuivre les suivis sur un temps long pour évaluer les effets à long terme de la restauration sur les indices biologiques et la morphologie

Pour aller plus loin sur les suppressions de plans d'eau

AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ
MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT

Retour d'expériences sur les
opérations de suppressions de plan
d'eau à l'échelle du territoire
Bretagne, Pays de la Loire



Rapport final

Gérard JEANNEAU & Mikael LE BIHAN
(Agence Française pour la Biodiversité)

Août 2018



Éléments techniques
pour la préservation
des ruisseaux et de
la continuité écologique

RETOUR D'EXPIÉRIENCES DES PROGRAMMES LIFE
Réseaux de rivières de bassins et faune patrimoniale associée - 2004 / 2009
Continuité écologique, gestion de bassin-versant et faune patrimoniale associée - 2011 / 2017



université
de BORDEAUX


AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT

FORUM
DES MARAIS
ATLANTIQUES

Master 2 mention Biodiversité, Ecologie et Evolution
parcours « BIODIVERSITÉ ET SUIVIS ENVIRONNEMENTAUX »
Université de Bordeaux

Rapport de stage de ROXANNE FOURCHE

Etude de l'évolution des zones humides
après des travaux de suppression de plans
d'eau



Structure d'accueil :
Forum des Marais Atlantiques (FMA)
Antenne relais de Brest
40 quai de la douane
29200 BREST

Maîtres de stage :
DAUSSE Arnel
(Forum des Marais Atlantiques)
LE BIHAN Mikael
(Agence Française pour la biodiversité)

Rex ONEMA/AFB/OFB/...

- **Disponible sur :** <https://professionnels.ofb.fr/fr/node/217>
- **Une fiche introductive spécifique à la suppression ou à la dérivation d'étangs sur cours**
- **7 retours d'expériences sur les suppressions :**
 - 2010 : Suppression d'une digue d'étang en barrage sur un affluent du Petersbach
 - 2010 : Effacement du plan d'eau de Coupeau sur le Vicoin et réaménagement du lit mineur
 - 2010 : Effacement d'un plan d'eau de loisirs sur la Zinsel du Sud
 - 2012 : Effacement d'un chapelet de 5 étangs sur le ruisseau du Val des Choues
 - 2016 : Suppression de l'étang de Condé-sur-Iton et restauration de zones humides
 - 2016 : Suppression d'un étang sur l'Erve et conservation du patrimoine historique de Sainte Suzanne-et-Chammes
 - 2018 : Effacement d'un chapelet de 8 étangs sur la Bildmuehle





ATBVB

association des techniciens
de bassins versants bretons

Accueil | Journées techniques

IMPACTS DES PLANS D'EAU ET SOLUTIONS

Webconférence "Impacts des plans d'eau et solutions"

Le mardi 26 avril de 9h30 à 12h en visioconférence

Organisée par l'Association des Techniciens de Bassins Versants Bretons (ATBVB) avec l'Office Français de la Biodiversité (OFB)

La problématique des plans étant un sujet récurrent pour les techniciens milieux aquatiques, il a été décidé d'organiser une webconférence sur ses impacts et solutions proposées, afin de servir de bases théoriques en complément des échanges techniques et visites terrains qui pourront être organisées dans l'année par les ASTER et-ou l'ATBVB.

Le déroulé de cette webconférence sera similaire à la matinée de la Journée ATBVB: Comment réduire les impacts des plans d'eau du 3 décembre 2019 à Locminé



<http://atbvb.fr/journees-techniques/atbvb-comment-reduire-les-impacts-des-plans-d-eau>

Hélène Anquetil et Mikaël Le Bihan, OFB

Merci de votre attention



Hélène ANQUETIL
DR Bretagne

Présentation complémentaire incluant la perspective du changement climatique → CONFERENCE DE FLORENCE HABETS, directrice de recherche CNRS/ENS-PSL dans le cadre d'un webinaire organisé par la DREAL Pays de la Loire sur la thématique des plans d'eau le 15 septembre 2021. Disponible en replay : <https://www.dailymotion.com/video/x86fusu>
<http://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/les-plans-d-eau-en-pays-de-la-loire-a5821.html>

BIBLIOGRAPHIE :

- BURROUGHS B.A., HAYES D.B., KLOMP K.D., HANSEN J.F. & MISTAK J., 2009**, Effects of Stronach Dam removal on fluvial geomorphology in the Pine River, Michigan, United States, *Geomorphology*, **110** (3-4), 96-107.
- CARLUER N., BABUT M., BELLIARD J., BERNEZ I., LEBLANC B., BURGER-LEENHARDT D., DORIOZ J.M., DOUEZ O., DUFOUR S., GRIMALDI C., HABETS F., LE BISSONNAIS Y., MOLENAT J., ROLLET A.J., ROSSET V., SAUVAGE S., USSEGLIO-POLATERA P., IRSTEA, AGROCAMPUS OUEST, INRA, UNIVERSITE RENNES 2, CNRS, UNIVERSITE CAEN, ECOLAB, UNIVERSITE DE LORRAINE, 2017**. Impact cumulé des retenues d'eau sur le milieu aquatique. Expertise scientifique collective. AFB. Collection Comprendre pour agir, (28). 199 pages. http://oai.afbiodiversite.fr/cindocoai/download/PUBLI/1053/1/2017_027.pdf_22529Ko
- CACG, GEOSYS, HYDROSPHERE, 2001**. Etude de l'impact des petites réserves artificielles sur le milieu. Convention Interagence Loire-Bretagne-CACG, Orléans : 200 pages.
- DOYLE M.W., STANLEY E.H. & HARBOR J.M., 2003**, Channel adjustments following two dam removals in Wisconsin, *Water Resources Research*, **39** (1), art. no.-1011.
- DOYLE M.W., STANLEY E.H., ORR C.H., SELLE A.R., SETHI S.A. & HARBOR, J.M., 2005**, Stream ecosystem response to small dam removal : Lessons from the Heartland, *Geomorphology*, **71** (1-2), 227.
- ECOSPHERE, HYDROSPHERE, 2001**. Impact des plans d'eau sur les rivières et les écosystèmes, DREAL Champagne-Ardenne. 127 pages.
- EPTB Vienne, 2010**. Gestion des étangs : l'effacement, une solution à envisager. Etablissement public territorial de bassin de la Vienne. 8 pages.
- FOURCHE R., 2019**. Etude de l'évolution des zones humides après des travaux de suppression de plans d'eau. Rapport de stage de Master 2. Université de Bordeaux. FMA/AFB. 30 pages.
- GEONAT, AFNOR GROUPE, 2008**. Guide de gestion durable des étangs du Limousin. Région Limousin. 41 pages. https://www.eptb-vienne.fr/IMG/pdf/GUIDE_DES_ETANGS_DU_LIMOUSIN.pdf
- GALEA, B., VASQUEZ-PAULUS, B., RENARD, B., BREIL, P., 2005**. L'impact des prélèvements d'eau pour l'irrigation sur les régimes hydrologiques des sous-bassins du tescou et de la séoune (bassin Adour-Garonne, France)/The water withdrawn from Tescou and Seoune rivers for irrigation, its consequences on the hydrological regime of the sub-basins (Adour-Garonne watershed, France). *Rev. Sci. l'Eau/J. Water Sci.* **18** (3), 273–305. <https://doi.org/10.7202/705560ar>
- GALMICHE N. COORD., 2017**. Éléments techniques pour la préservation des ruisseaux et de la continuité écologique. PNRM / PNRBV / ONF / ADAPEMONT / PNRHJ. LIFE10 NAT/FR/192. 116 pages.
- HABETS et al, 2018**. The cumulative effects of small reservoirs on hydrology : A review. *Science of the Total Environment*, **643** (2018), 850-867. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.06.188>
- HABETS, F., PHILIPPE, E., MARTIN, E., DAVID, C., LESEUR, F., 2014**. Small farm dams: impact on river flows and sustainability in a context of climate change. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* **18**, 4207–4222. <https://hess.copernicus.org/articles/18/4207/2014/>
- HUBERT A., LE BIHAN M., GRIMAULT L., PECHEUX N., MAY C., SEGUY P. & MEVEL A., 2019 (Version 1 au 1/01/2019)**. Aide à l'élaboration d'un programme pour le suivi des travaux de restauration de cours d'eau (continuité et hydromorphologie) : Guide à l'usage des gestionnaires de milieux aquatiques. Guide de l'Agence Française pour la Biodiversité, Direction Interrégionale Bretagne, Pays de la Loire. 47 pages.

BIBLIOGRAPHIE :

INSTITUT INTERDEPARTEMENTAL DE LA SARTHE, 2016. Guide réglementaire plans d'eau (16 pages) -fiches Gestion (10 pages) - fiches Aménagement (12 pages). IIBS, CLE du SAGE Sarthe amont. 38 pages.

JEANNEAU G., LE BIHAN M., 2018. Retour d'expériences sur les opérations de suppressions de plans d'eau à l'échelle du territoire Bretagne, Pays de la Loire. Rapport de l'Agence Française pour la Biodiversité, Direction Interrégionale Bretagne, Pays de la Loire, 32 pages.

LE BIHAN M., HUBERT A., 2019. Note technique - Recommandations suite à la visite terrain du 31 Janvier 2019 sur l'Islet (22). AFB, 8 pages.

LEPRINCE C., 2019. Impacts cumulés sur le régime thermique des cours d'eau : lien entre bilan énergétique et hydraulique. Mémoire de fin d'études. ENGEEES, ICUBE, PNR des Vosges du Nord, Image Ville Environnement. 71 pages.

MALAVOI J.R. & BRAVARD J.P., 2010, Eléments d'hydromorphologie fluviale, ONEMA, 224 pages.

MALAVOI & SALGUES, 2011, Arasement et dérasement de seuils, Aide à la définition de Cahier des Charges pour les études de faisabilité Compartiments hydromorphologie et hydroécologie, Rapport Pôle hydroécologie des cours d'eau Onema Cemagref Lyon, 83 pages.

ROLAN-MEYNARD M. ET AL., 2019. Guide pour l'élaboration de suivis d'opérations de restauration hydromorphologique en cours d'eau. Agence française pour la biodiversité. Collection *Guides et protocoles*. 189 pages. Disponible sur : <https://professionnels.ofb.fr/node/473>.

SEYEDHASHEMI H., MOATAR F., VIDAL J.-P., et al., 2021. Thermal signatures identify the influence of dams and ponds on stream temperature at the regional sc..., Science of the Total Environment, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142667>

VIGNERON T., HENO Y.M., DANET N., 2022. Synthèse des suivis biologiques sur l'Islet (projet). OFB, DREAL Bretagne, 21 pages.