

1^{ères} Rencontres de l'Observatoire des EnR et de la Biodiversité

Vers une transition énergétique en harmonie avec la biodiversité, les sols et les paysages

Cadre méthodologique pour la détermination de mesures d'atténuation des impacts des éclusées

Application au projet Vouglans Saut-Mortier

*Véronique Gouraud, EDF R&D Laboratoire National Hydraulique Environnement
Agnès Barillier, Leah Bêche, EDF Centre d'Ingénierie Hydraulique*

Sommaire

A. Éléments introductifs

**B. Bases et description du cadre
méthodologique**

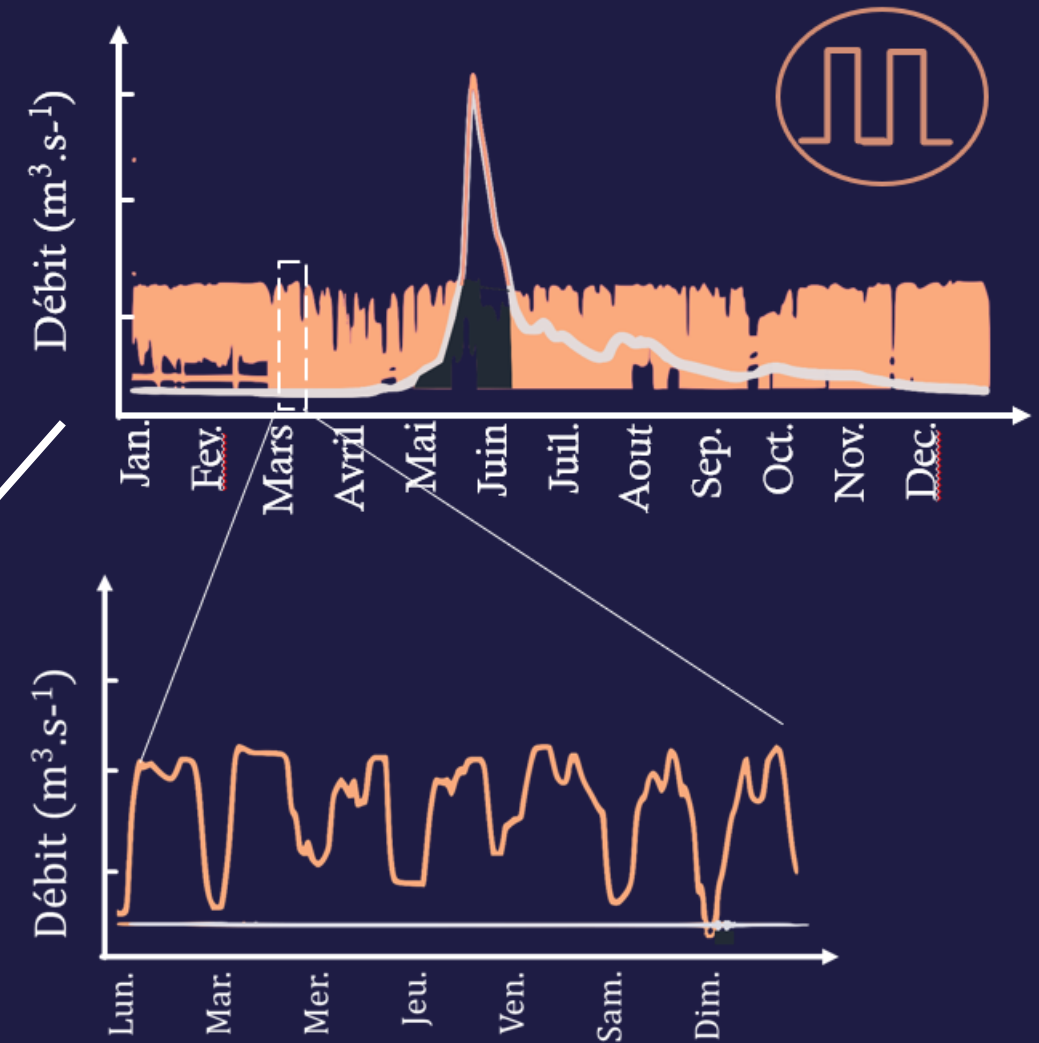
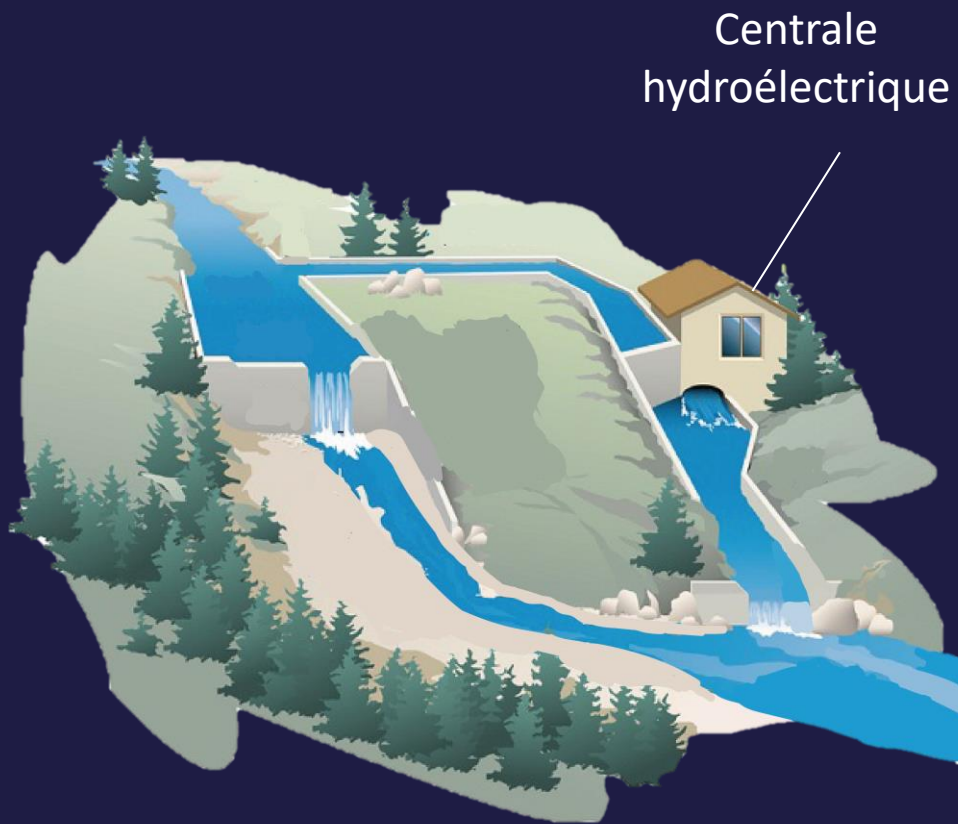
**C. Un exemple d'application : le projet
Voglans Saut-Mortier**

D. Conclusions - perspectives



A. INTRODUCTION

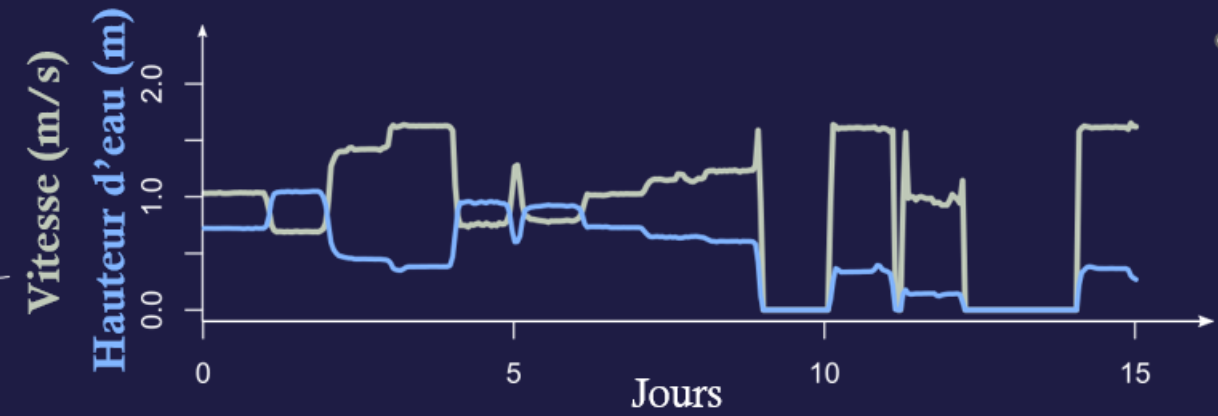
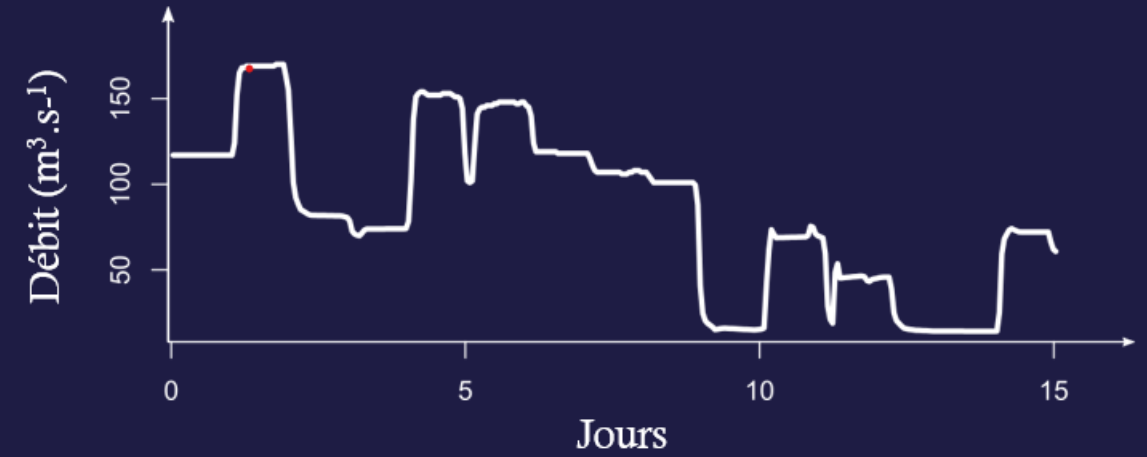
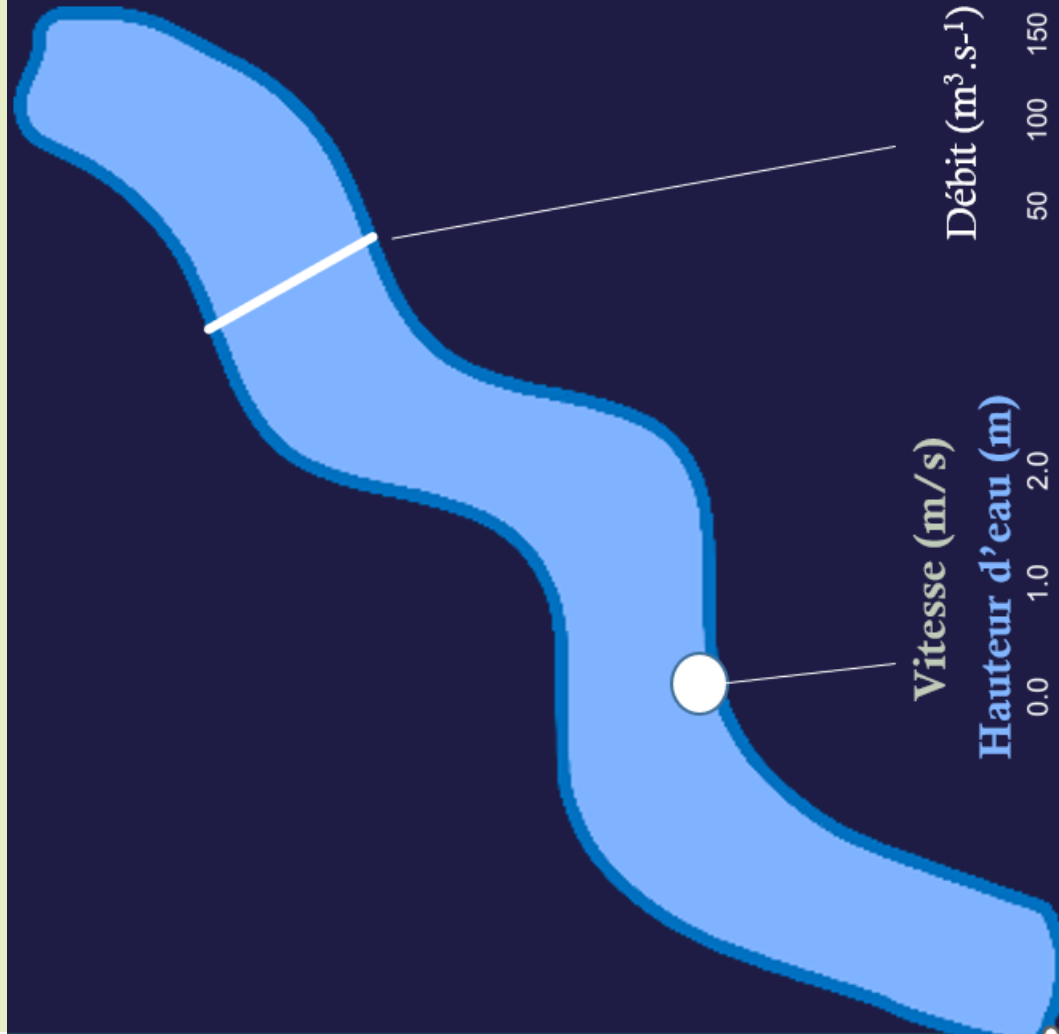
GESTION DES CENTRALES PAR ÉCLUSÉES



(Bejarano et al., 2018)

A. INTRODUCTION

VARIATIONS DES CONDITIONS HYDRAULIQUES



A. INTRODUCTION

IMPACT DES ÉCLUSÉES À L'ÉCHELLE DE L'INDIVIDU

Echouage piégeage

Dérive

Perturbation de la
reproduction



(Judes, 2021)

(Jensen et al., 1992; Perry & Perry, 1986; Halleraker et al. 2003)

A. INTRODUCTION

IMPACT DES ÉCLUSÉES À L'ÉCHELLE DES COMMUNAUTÉS

Diminution des
abondances

Diminution de la
diversité

Diminution de la
biomasse

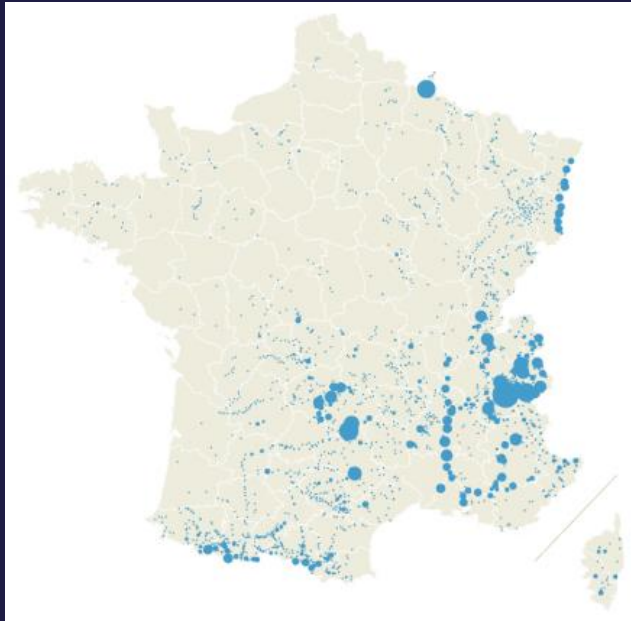


(Bain et al. 1988; Bain 2007; Hayes et al. 2021)

A. INTRODUCTION

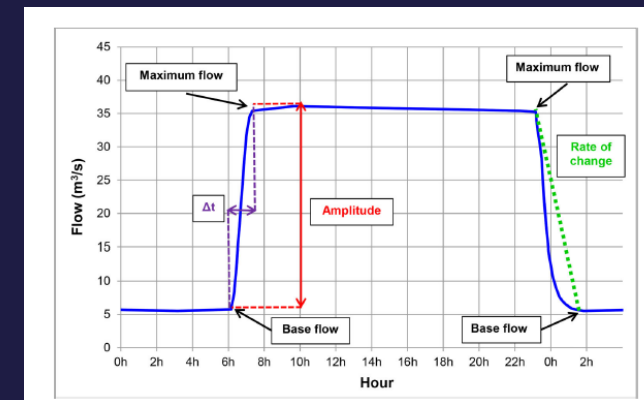
Une diversité d'impacts écologiques des éclusées...

Une diversité de conditions environnementales



≠ caractéristiques des centrales hydroélectriques

- Une large gamme de production
- Une large gamme de hauteurs de chute
- Petits aménagements en tête de bassin avec dérivation de l'eau entre bassins
- Grands aménagements plus largement répartis



Courret et al (2021)

B. BASES DU CADRE

Démarche construite sur la base de :

- Retour d'expérience de la mise en œuvre de mesures d'atténuation des éclusées
- Enseignement d'analyses quantitatives de la relation entre les paramètres biotiques, les descripteurs des éclusées et les paramètres environnementaux
- Examen de la littérature pour identifier les métriques clés des éclusées expliquant les états biotiques
- Retour d'expérience des exploitants en matière d'évaluation de la faisabilité technique des mesures d'atténuation des éclusées

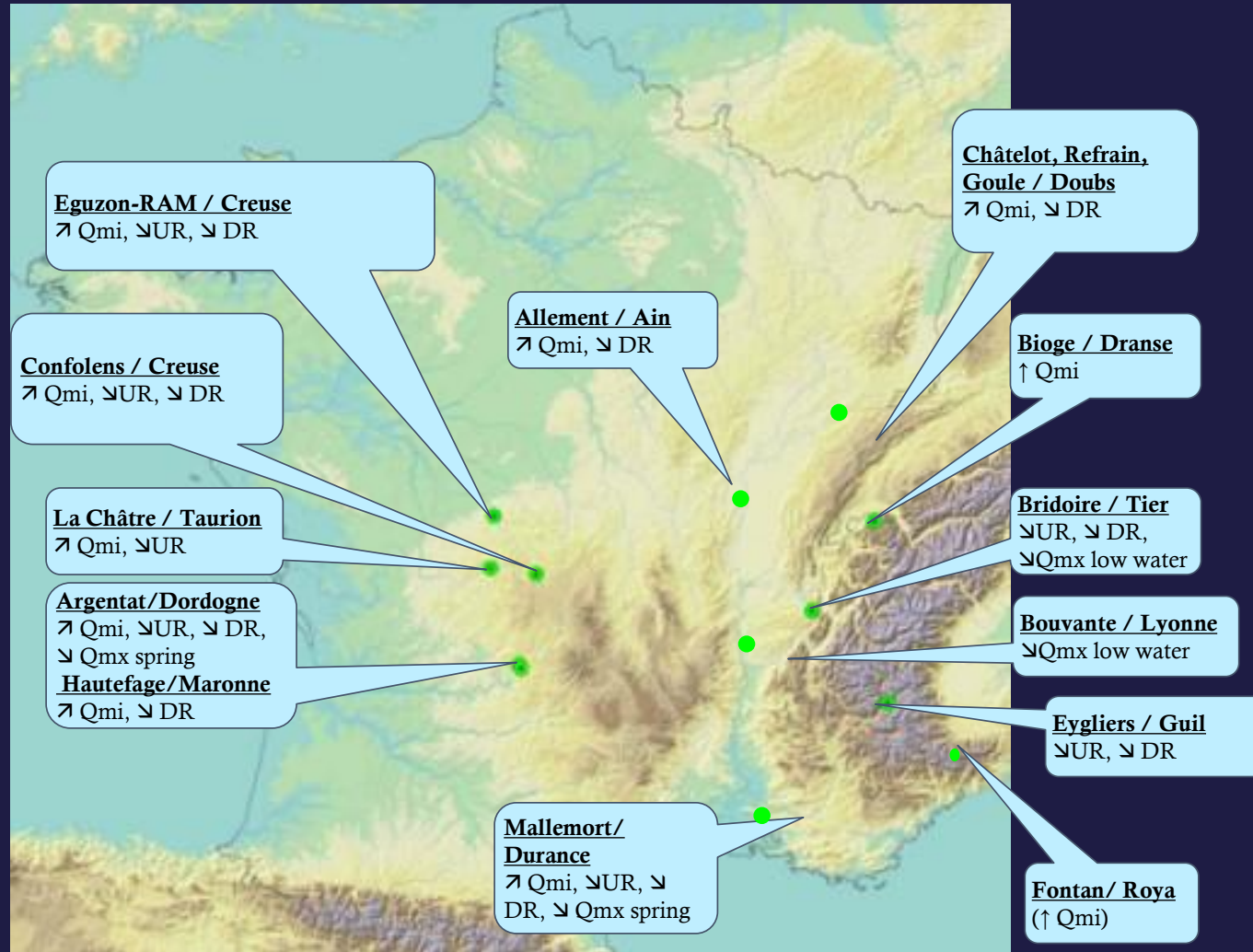
B. BASES DU CADRE

Retour d'expérience de sites avec mesures de mitigation des éclusées

Qmi=Débit minimal

Qmx=Débit maximal

UR/DR= vitesse de
montée/descente en
montée



B. BASES DU CADRE

UNE LARGE GAMME DE TAILLE DE RIVIERE



Lyonne
 $M = 4 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$

3 sites < $10 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$



Tier
 $M = 17 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$

$10 \text{ m}^3.\text{s}^{-1} < 14 \text{ sites} < 30 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$

3 sites > $100 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$



La Dordogne
 $M = 100 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$

M = Debit moyen interannuel

B. BASES DU CADRE

UNE DIVERSITÉ MORPHOLOGIQUE



Roya : une rivière torrentielle



Guil : lit de rivière mobile

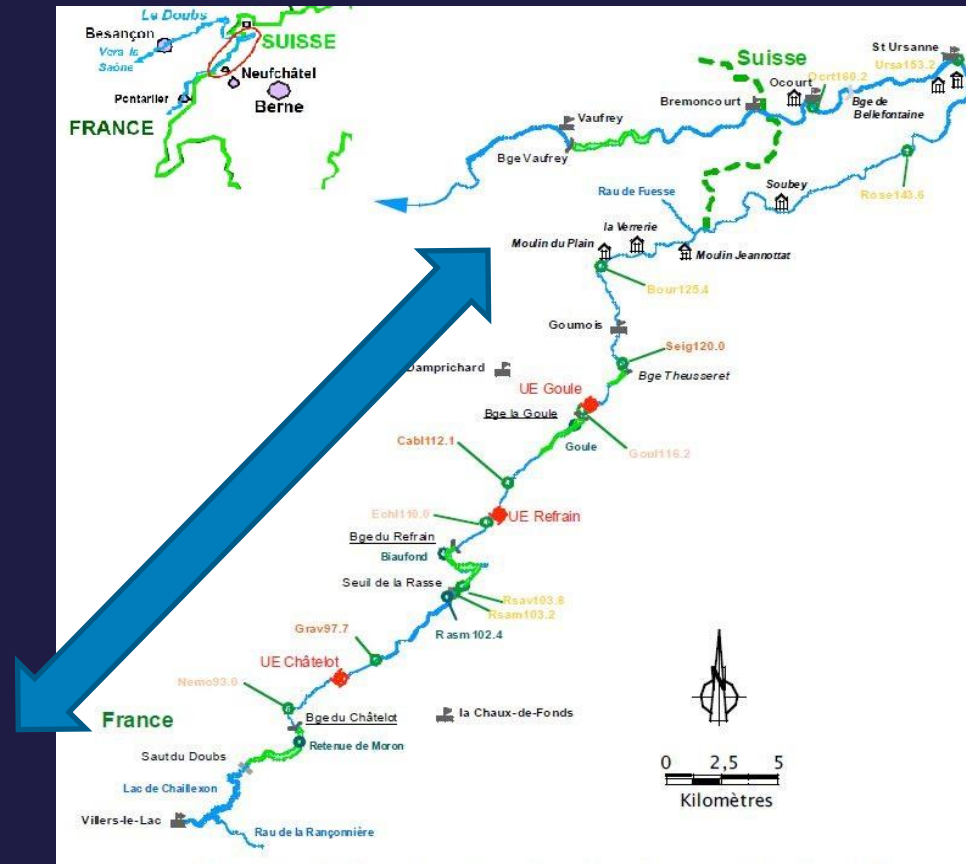


Creuse : une rivière chenalisée

B. BASES DU CADRE

≠ LONGUEURS DE RIVIÈRE IMPACTÉE

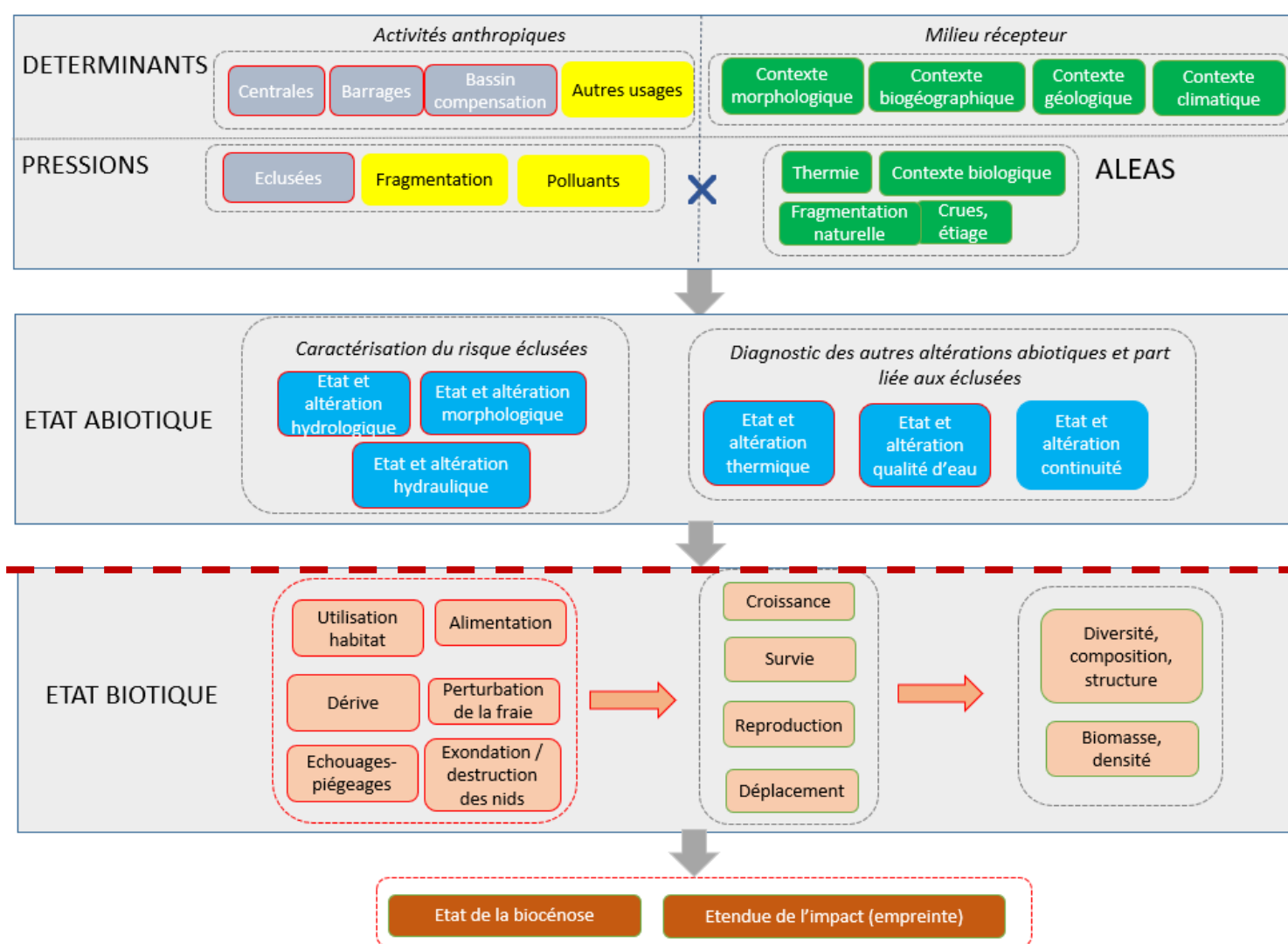
- 3-10 km (8 sites)
- De 11 à 50 km (8 sites)
- Plus de 50 km (3 sites)



Ex : Tronçon impacté sur le Doubs = 72km /
Tier=6,5km

B. BASES DU CADRE

ETAPE 1: DIAGNOSTIC DE L'ETAT ECOLOGIQUE ET DES CAUSES SOUS-JACENTES



Évaluation de l'état global et des pressions

Évaluation des altérations abiotiques dues aux écluesées

Évaluation des altérations biotiques dues aux écluesées

Évaluation finale

B. BASES DU CADRE

ETAPE 2: CHOIX DES MESURES D'ATTENUATION

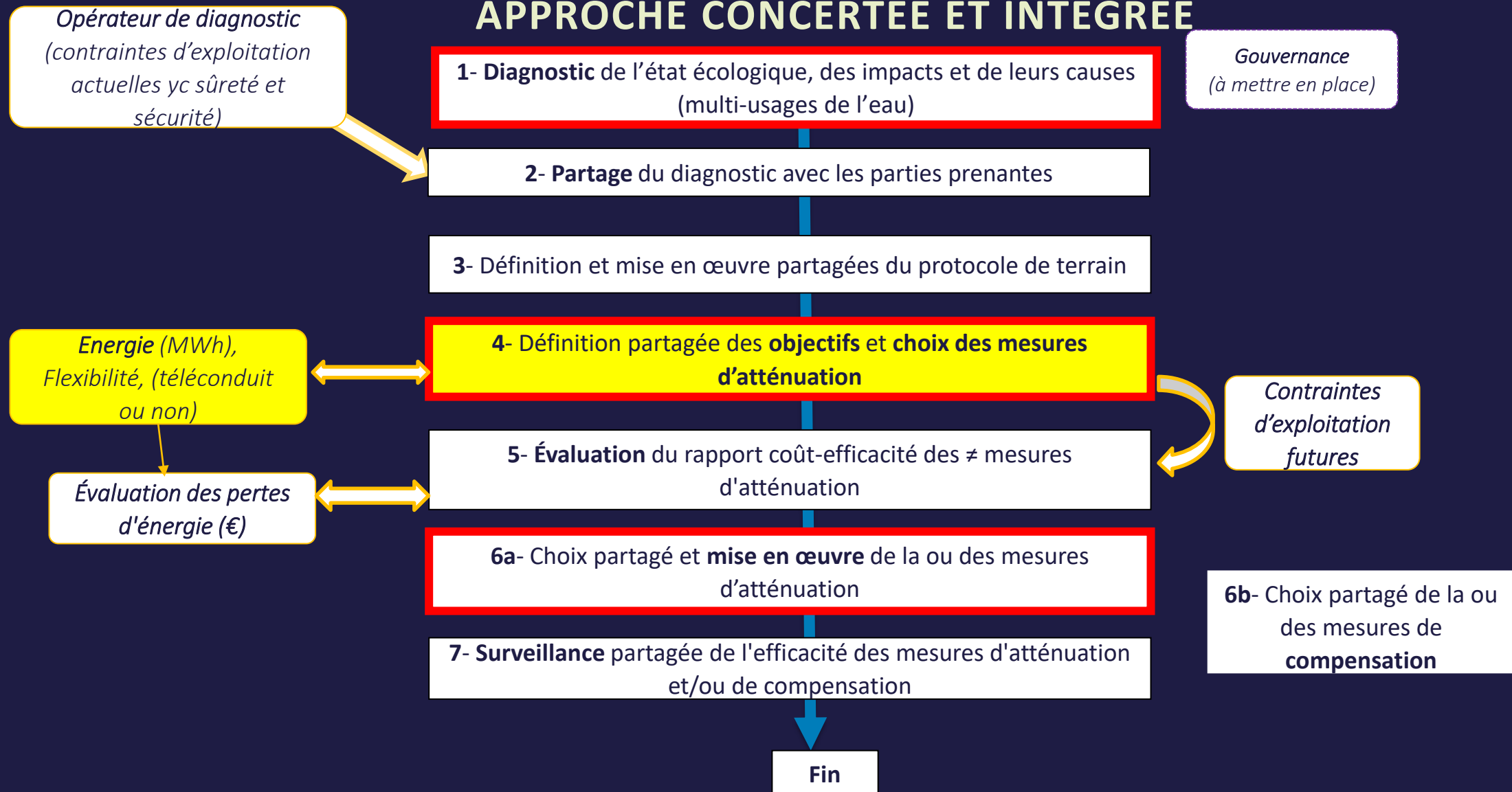
Impact écologique des éclusées	Mesure de mitigation envisageable									
	Modification gestion							Modification morphologie	Mesures structurales	
	↑Q _{base}	↓Q _{max}	↓Gradient hausse	↓Gradient baisse	↓Durée	↓Fréquence	Adapter timing		Bassins	Prélèvement en retenue
Entraînement-dérive des organismes										
Augmentation de la dérive (macro-invertébrés)		X	X			x	X		X (cout disprop)	X
Dérive des poissons		X	X		x	x	X	X (abris)	X (cout disprop)	X
Echouage-piégeage des organismes										
Echouage/mortalité macro-invertébrés	X	x			x	x	X	x	X (cout disprop)	
Echouage/piégeage poissons	X	X		X	X	X	X	X	X	x
Perturbation de la reproduction piscicole										
Exondation de pontes	X	x				x	X	X	x	
Entrainement/érosion des pontes		X				x ?	X	x	x	
Colmatage des pontes	x					X	X			x
Disponibilité et fonctionnalité des sites de fraie (yc thermie, qualité d'eau)	Maintien en eau						X	Injection gravier		x
Perturbation de l'activité de ponte	X	X				X	X			x
Dégradation des conditions d'habitat										
Dégradation des habitats (piscicoles et invertébrés)	X	X				X	x	X (abris)	X	
Perturbation de la Migration	X	X				x	X	X		x
Perturbation de l'Alimentation (habitats)		X			X					
Décalage de certaines périodes clés (problème de thermie)	X	x						X		X
Réduction de la croissance (y.c thermie)	X	x						x (abris)		X
Augmentation du stress				X		x		x (abris)	X (cout disprop)	
Asphyxie/empoisonnement							X			X

X : mesure principale (sur une même ligne, toutes les mesures X ne sont pas forcément à mettre en œuvre sur un même site) ; les cases surlignées en couleur sont les plus mises en œuvre pour l'impact en question (meilleur retour d'expérience).

x : mesure secondaire ou dont l'efficacité a été moins étudiée dans la littérature ou dont le rapport cout/bénéfice ne parait pas idéal pour cette action seule

B. BASES DU CADRE

APPROCHE CONCERTÉE ET INTÉGRÉE



C. APPLICATION

**UN EXEMPLE D'APPLICATION : VOUGLANS
SAUT-MORTIER**

C. APPLICATION

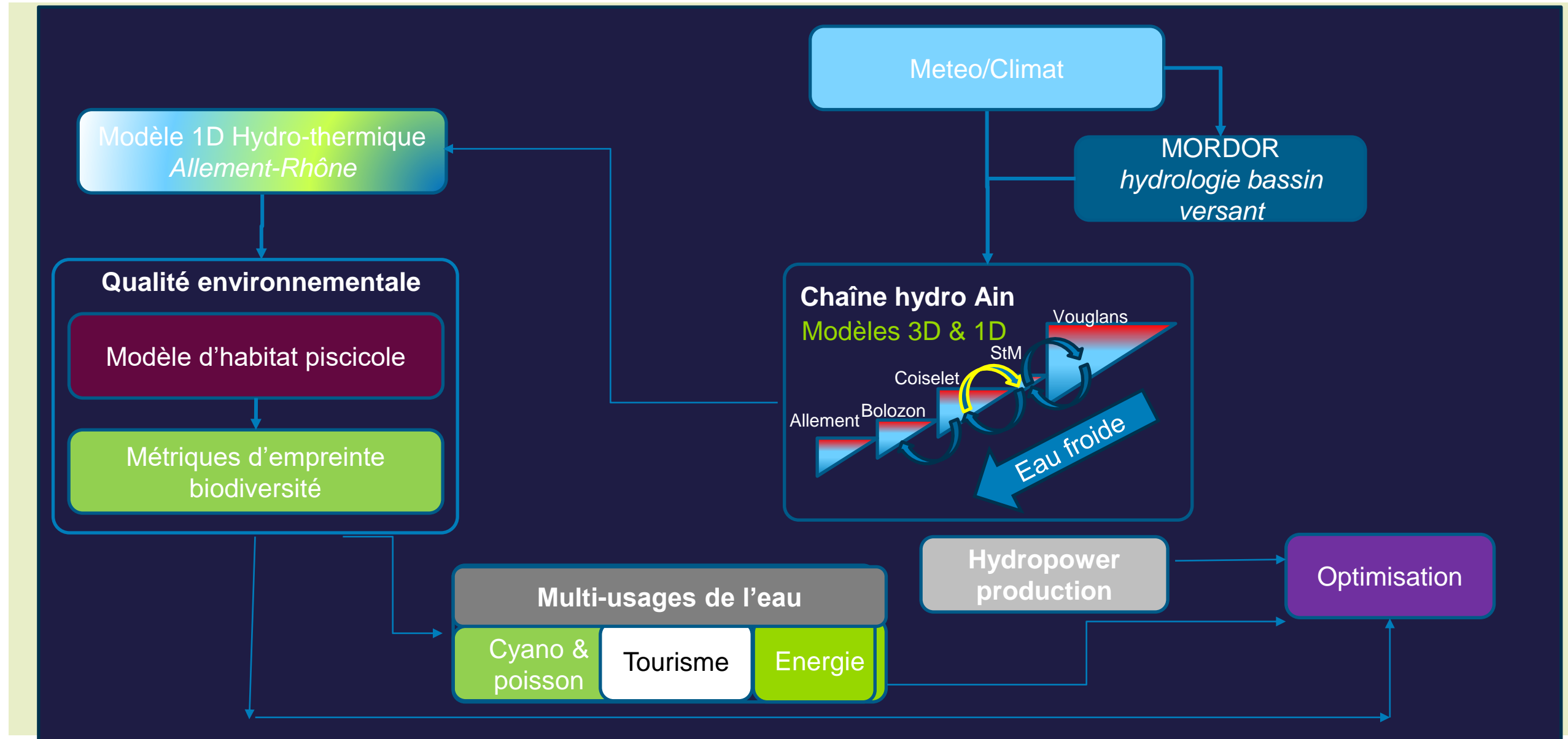
- Convention frayères, Echouages-piégeages, prolifération algale => ≠ études à l'aval de la chaîne de 6 aménagements depuis 1990
- Mise en évidence de l'influence des microstructures morphologiques sur les échouages-piégeages (Insulaire et al., 2024)
- Mise en évidence impact du débit de base sur les organismes
 - ✓ Réduire zones d'assèchement préjudiciables aux espèces peu mobiles (Judes et al., 2021)
 - ✓ Réduire les échouages-piégeages



Mesure structurelle

- Projet VSM= installation d'une d'une turbine/pompe réversible
- Objectifs:
 - ✓ ↗ flexibilité de la production
 - ✓ ↗ capacité de stockage
 - ✓ ↗ habitat aquatique, ↘ nb d'éclusées,
 - ✓ ↘ les températures estivales (≈ -2 C)
 - ✓ ↘ les algues
 - ✓ ↗ la capacité de répondre aux besoins en eau multi-usage
 - ✓ Anticiper les enjeux liés au changement climatique

C. APPLICATION



C. APPLICATION

SITE DE DEMONSTRATION

Objectifs : Démontrer comment l'hydroélectricité européenne peut être **renovée et modernisée** pour être en mesure de jouer un rôle de premier plan dans le futur système d'énergie respectant les exigences de **durabilité** et les besoins **sociétaux** dans un contexte de **changement climatique**.

Résultats attendus :

- Améliorer efficacité énergétique
- Améliorer la biodiversité
- Améliorer le multi-usage de l'eau

Flexibility
Cavitation
Digital tools
Fish-friendly turbines
Environmental flows
Sediment transport
Biodiversity footprint
Navigation
Recreation
Flood control
Drought



Demonstration of Sustainable
Hydropower Refurbishment



Horizon Europe Programme
TOPIC ID: HORIZON-CL5-2023-D3-02-09

Demonstration sites provided by:
Lyse, EDF, CNR, EDP and Alpiq



D. CONCLUSION

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

D. CONCLUSIONS

- La nature et les degrés d'impact des éclusées sont spécifiques à chaque site
- Un diagnostic écologique est nécessaire pour identifier l'impact des éclusées sur un site donné en fonction du contexte et des autres pressions subies par le milieu
- Les mesures d'atténuation sont spécifiques au site et doivent être sélectionnées sur la base des impacts écologiques spécifiques à chaque site
- Le cadre méthodologique proposé apporte une aide pour ce diagnostic et ce choix des mesures d'atténuation
- La concertation avec les parties prenantes est essentielle

D. PERSPECTIVES

- Des points à investiguer pour ↗ l'efficacité des mesures d'atténuation
 - ✓ Lien entre niveau individu et population, échelle locale et large échelle
 - ✓ Intégration d'autres groupes taxonomiques, de fonctions écosystémiques
 - ✓ Valeurs seuil/repère des métriques d'écluesées ayant un impact sur les organismes
 - ✓ Suivi à long terme
- Mieux évaluer l'impact global des pertes de flexibilité hydroélectrique (conséquences sociales, climatiques, ...)
 - ✓ Selon la manière dont l'hydraulique est remplacé (avec des services équivalents)
 - ✓ Comment comparer les impacts environnementaux de ce remplacement par d'autres moyens de production d'électricité (outils, métriques, échelle...)

Merci de votre attention

