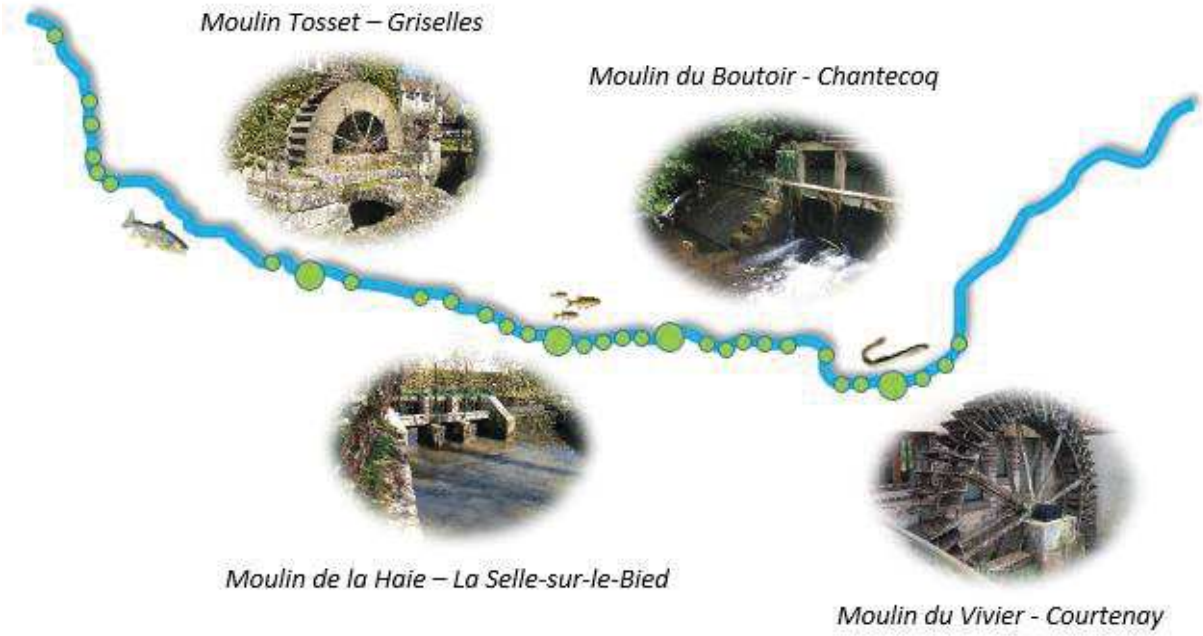
BASSIN DU LOING
ÉTABLISSEMENT PUBLIC D'AMÉNAGEMENT ET DE GESTION DES EAUX

Diagnostic des moulins et autres systèmes hydrauliques de la Cléry

1. Rédacteur : V. IOELE	**NOTE DE SYNTHESE**	3. Référence : V3
2. Destinataire : EPAGE	5. **Evaluation des impacts en cas d'ouverture des vannes**	4. Date : 04/01/2022



Réalisé en partenariat avec :

FÉDÉRATION DÉPARTEMENTALE PÊCHE 45

ABC

Les propriétaires riverains

Sommaire

Contexte 3
I. Méthodologie 5
A. Conception d'une fiche « diagnostic » 5
B. Protocole mis en œuvre 5
C. Evaluation de la continuité écologique 6
1. La continuité piscicole : application du protocole ICE 6
2. La continuité sédimentaire 7
II. Résultats et discussion : impacts de l'ouverture généralisée des vannes des ouvrages de la Cléry 8
A. La continuité écologique 8
1. Continuité piscicole 8
2. Continuité sédimentaire 19
B. La Cléry, ses milieux connexes et ces usages 20
1. Bras en fond de vallée et annexes hydrauliques 26
2. Cas particulier des zones humides 26
3. Bief du moulin et linéaire influencé 26
4. Les usages 27
Conclusion 29
Références bibliographiques 31
Liste des figures 32
Liste des tableaux 33
Liste des photographies 33
Annexe 1 : Compte-rendu de la réunion du 29 octobre 2019 sur le projet d'arrêté d'ouverture temporaire des ouvrages de la Cléry 34
Annexe 2 : Fiches diagnostic des moulins et autres systèmes hydrauliques 40
Annexes 3 à 11 : Annexes relatifs au protocole ICE 551

Contexte

La Cléry est une rivière non domaniale qui prend sa source à Vernoy (89) et s'écoule ensuite dans le nord-est du Loiret. C'est un affluent rive droite du Loing, classé comme réservoir biologique à l'échelle du bassin Seine-Normandie, avec lequel elle conflue à Fontenay-sur-Loing (45). La Cléry est une rivière classée en première catégorie piscicole (rivière à truites). Son bassin versant, couvrant environ 270 km², abrite plusieurs zones identifiées pour leur patrimoine naturel remarquable (ZNIEFF, site Natura 2000, ...). Dans le Plan Départemental de Protection des milieux aquatiques et de Gestion des ressources piscicoles (P.D.P.G), approuvé par le préfet du Loiret en avril 2019, la Cléry est définie comme un "contexte salmonicole" à l'état fonctionnel "conforme" mais dont les risques de perturbations proviennent des nombreux obstacles à la circulation au cloisonnement des communautés biologiques, et à la présence de nombreux plans d'eau.

Cette rivière accueille une densité importante de moulins. En effet, sur un linéaire de 40 km, 36 moulins ont été construits, dont la grande majorité est encore présente aujourd'hui. Ils ont vraisemblablement été établis au XII^{ème} siècle au moment de l'édification des moulins par Philippe Auguste en France. Cependant, du fait de la spécificité de la fabrication du fer dans cette vallée, et particulièrement en la ville romaine de Ferrières, il est très vraisemblable que des moulins furent construits dès le III^{ème} siècle. Ils ont été établis, pour la majeure partie d'entre eux et en amont de Ferrières, en déviant le cours de la Cléry afin de créer une chute d'eau plus conséquente. Ainsi, des ouvrages (vannes, déversoir, …), propres à chacun de ces moulins, ont été aménagés.

La plupart de ces ouvrages sont des obstacles à la **continuité écologique**. Cette dernière se traduit par la libre circulation des espèces piscicoles (à la montaison comme à la dévalaison) et par un transport sédimentaire suffisant. En effet, il est nécessaire que les espèces puissent se déplacer librement afin d'accomplir leur cycle biologique (zone de reproduction, de repos et de croissance).

Afin de restaurer partiellement la continuité écologique sur la Cléry, le travail conduit par la Direction Départementale des Territoires (DDT) et par l'Office Français de la Biodiversité (OFB, anciennement AFB) du Loiret a abouti à un **projet d'arrêté préfectoral d'ouvertures**, qui imposait une ouverture de l'ensemble des ouvrages sur la période allant de début novembre à fin avril (6 mois). À ce sujet, en juillet 2019, un courrier a été envoyé à l'ensemble des propriétaires des moulins de la Cléry afin de les informer de ce projet d'arrêté, à l'exception de cinq d'entre eux (Vieux Moulin, moulin des Nourris, moulin de la Recette, moulin place des Forges, le Petit Moulin), dont la majorité des ouvrages originels sont aujourd'hui détruits. En parallèle, les ouvrages du château de Thurelles et de l'étang situé en amont du moulin de la Tannerie, ont été inclus dans ce projet d'arrêté.

Suite à cet envoi, certains propriétaires se sont regroupés au sein de l'Association du Bassin de la Cléry (ABC) afin de manifester leur opposition à ce projet. Dans ce contexte, le Préfet du Loiret a souhaité qu'une phase de concertation soit lancée sous l'égide du Sous-Préfet de Montargis.

À la suite de cette réunion, ayant eu lieu le 29 octobre 2019, il a été décidé de **retirer le projet d'arrêté d'ouverture hivernale sur les ouvrages de la Cléry**. En parallèle, l'EPAGE du Bassin du Loing s'est proposé de réaliser - en associant l'ABC, les propriétaires des ouvrages et la fédération de pêche du Loiret - **une étude ouvrage par ouvrage afin d'évaluer l'impact de l'ouverture des vannes sur le rétablissement de la continuité écologique.** En outre, le but de ce diagnostic est de mesurer les différents impacts positifs et négatifs (transit sédimentaire et piscicole, assèchement de bras, gain biologique, etc.) à la fois sur la Cléry et sur les annexes hydrauliques lors d'une ouverture des vannes des ouvrages. Le compte rendu de cette réunion est disponible en annexe 1.

La finalité, définie en sous-préfecture de Montargis avec l'ensemble des partenaires et riverains concernés, sera d'aboutir à un document qui, conçu à partir des observations de terrain et du retour d'expérience des propriétaires riverains, permettra de déterminer les éventuels dysfonctionnements hydrauliques, biologiques et structurels en cas d'ouverture totale des ouvrages. Ce travail permettra également de pointer certains ouvrages dont l'ouverture des vannes serait essentielle et pertinente pour améliorer la continuité écologique et le fonctionnement global de la rivière.

Au total, 32 moulins et autres systèmes hydrauliques de la Cléry ont été diagnostiqués durant cette étude.

I. Méthodologie

A. Conception d'une fiche « diagnostic »

Au préalable des diagnostics des différents systèmes hydrauliques, une **fiche « diagnostic »** a été réalisée, renseignant les données suivantes :

- **Description générale du site** : date du diagnostic, personnes présentes, communes ou lieu-dit, code ROE de l'ouvrage, ouvrage(s) lié(s) à ce dernier, propriétaire(s), gestionnaire(s) ;
- **Caractéristiques techniques** : type d'ouvrage, équipement, manœuvrabilité, état global, linéaire influencé en amont, débit à la station référence des Collumeaux, hauteur de chute, hauteur de vase, hauteur d'eau en amont et en aval de l'ouvrage, charge hydraulique sur l'obstacle, tirant d'eau, pente du seuil, pente et nature des berges, granulométrie en amont et en aval, situation de l'ouvrage lors du diagnostic ;
- **Usages liés à l'ouvrage** : hydroélectricité, pisciculture, industrie/artisanat, loisirs, alimentation en eau potable, patrimonial, agriculture, réservoir d'eau (incendie) ;
- **Témoignage du propriétaire** : avis sur d'éventuels projets de restauration de cours d'eau, constats divers, …
- **Gestion de l'ouvrage ;**
- **Synthèse de la continuité écologique du système hydraulique ;**
- **Propositions d'études et/ou de travaux de restauration.**

Chacun des diagnostics est illustré de cartes, de schémas et de photographies. L'ensemble des fiches « diagnostic » propre à chacun des ouvrages est disponible dans l'annexe 2.

B. Protocole mis en œuvre

Le protocole appliqué sur chacun des sites a été défini ainsi :

- Rencontre avec le propriétaire, explication de la problématique, recueil de l'expérience du fonctionnement du site ;

- Visite et compréhension du complexe hydraulique (ouvrages, réseau hydrographique, …) et recensement des enjeux et usages (hydroélectricité, pisciculture, étang privé, …) ;

- Première campagne de mesures (hauteur de chute, pente, …) sur chacun des ouvrages à vannes fermées (voir photographie 1). À ce sujet, il avait été demandé à chacun des propriétaires de fermer les vannes de leur(s) ouvrage(s) la veille du diagnostic afin que les hauteurs d'eau soient stabilisées lors des premières mesures ;

- Ouvertures des vannes des ouvrages et attente de la stabilité des hauteurs d'eau dans le bief ; parcours du linéaire amont afin d'observer les impacts sur les usages (exemple : alimentation d'un étang privé) et de déterminer le linéaire influencé par les ouvrages ;

- Seconde campagne de mesures sur chacun des ouvrages à vannes ouvertes.

Photographie 1 : Première campagne de mesures au déversoir du moulin des Aulnes, Courtemaux (45)

C. Evaluation de la continuité écologique

1. La continuité piscicole : application du protocole ICE

Sur chacun des ouvrages, la continuité piscicole a été évaluée selon **le protocole ICE (Information sur la Continuité Ecologique)**, défini comme une méthodologie nationale standardisée. Il permet de diagnostiquer de manière simple et objective le risque d'entrave au déplacement de l'ichtyofaune (poissons) en montaison, généré par les principaux types d'obstacles physiques à l'écoulement et pour les espèces communes des cours d'eau de France métropolitaine. Ce protocole repose sur la confrontation des caractéristiques typologiques, géométriques et hydrauliques des obstacles avec les capacités physiques de déplacement des espèces de poissons considérées.

La Cléry étant une rivière de première catégorie piscicole, la **truite** en est l'espèce repère. Le protocole a donc été appliqué pour cette espèce à deux différentes tailles (25-55 cm et 15-30 cm) ainsi que pour ses espèces d'accompagnement : **le chabot, la loche franche, la lamproie de Planer et le vairon.**

Le tableau ci-dessous présente les périodes de frai ainsi que le(s) substrat(s) de reproduction recherché(s) par chacune des espèces ciblées. À noter que la lamproie de Planer est classée en **liste rouge nationale** à l'UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature).

Espèce		Période de frai												Substrat(s) de reproduction		
		O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S			
Truite																
Lamproie de Planer																
Loche franche																
Chabot																
Vairon																

Sous blocs — Cailloux — Graviers — Sables — Racines

Tableau 1 : Période de frai et substrat(s) de reproduction recherché(s) par chacune des espèces ciblées. Réalisation : IOELE, 2021 (Sources : Observatoire des Poissons du Bassin Seine-Normandie ; ONEMA)

Dans la mesure du possible, le protocole ICE a été réalisé à deux situations différentes : l'une à vannes fermées, puis la seconde à vannes ouvertes. Si l'ouvrage présentait plusieurs passages possibles par le poisson, le protocole ICE a été appliqué sur chacun d'entre eux.

Enfin, le projet d'arrêté prévoyant l'ouverture des vannes de novembre à avril, la majorité des diagnostics a été réalisée durant cette période.

2. *La continuité sédimentaire*

À l'heure actuelle, il n'existe pas de protocole spécifique permettant d'évaluer précisément la continuité sédimentaire. En revanche, certains critères permettent de l'estimer :

- Granulométrie présente en aval et en amont de l'ouvrage ;
- Présence de colmatage en aval et en amont de l'ouvrage ;
- Taux de remplissage (sédiments) en amont de l'ouvrage.

Par exemple, si l'ouvrage présente une granulométrie grossière sous forme de banquettes bloquées en amont de l'ouvrage, qu'il y a plusieurs dizaines de centimètres de vase et que les fonds sont colmatés, alors l'ouvrage peut être jugé bloquant quant au transit sédimentaire.

En revanche, si la granulométrie est diversifiée, qu'il n'y a pas de vase et que les fonds ne sont pas colmatés, alors l'ouvrage peut être considéré comme relativement transparent quant au transit sédimentaire.

II. Résultats et discussion : impacts de l'ouverture généralisée des vannes des ouvrages de la Cléry

A. La continuité écologique

1. Continuité piscicole

Les figures 3 à 7 présentent les résultats du protocole ICE appliqué sur l'ensemble des ouvrages pour les espèces ciblées, chacune d'entre elles étant associée à une cellule (tableau 2) :

truite [25-55]	truite [15-30]
chabot	loche franche
lamproie de Planer	vairon

Tableau 2 : Espèces ciblées lors des diagnostics

Chaque cellule est ensuite représentée par une couleur caractérisée par la classe ICE (figure 1) :

Figure 1 : Définition des différentes classes ICE et couleurs associées (source : ONEMA, 2014)

Enfin, sur chaque carte, une comparaison des résultats à vannes fermées et à vannes ouvertes est représentée (figure 2). Si une seule position de vannes est représentée, c'est que l'autre position n'était pas possible, ou que les vannes n'existaient plus le jour du diagnostic.

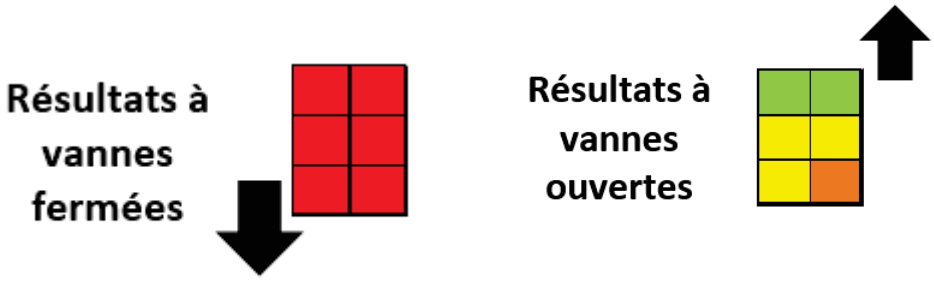


Figure 2 : exemple des résultats du protocole ICE obtenues à vannes fermées (à gauche) et à vannes ouvertes (à droite)

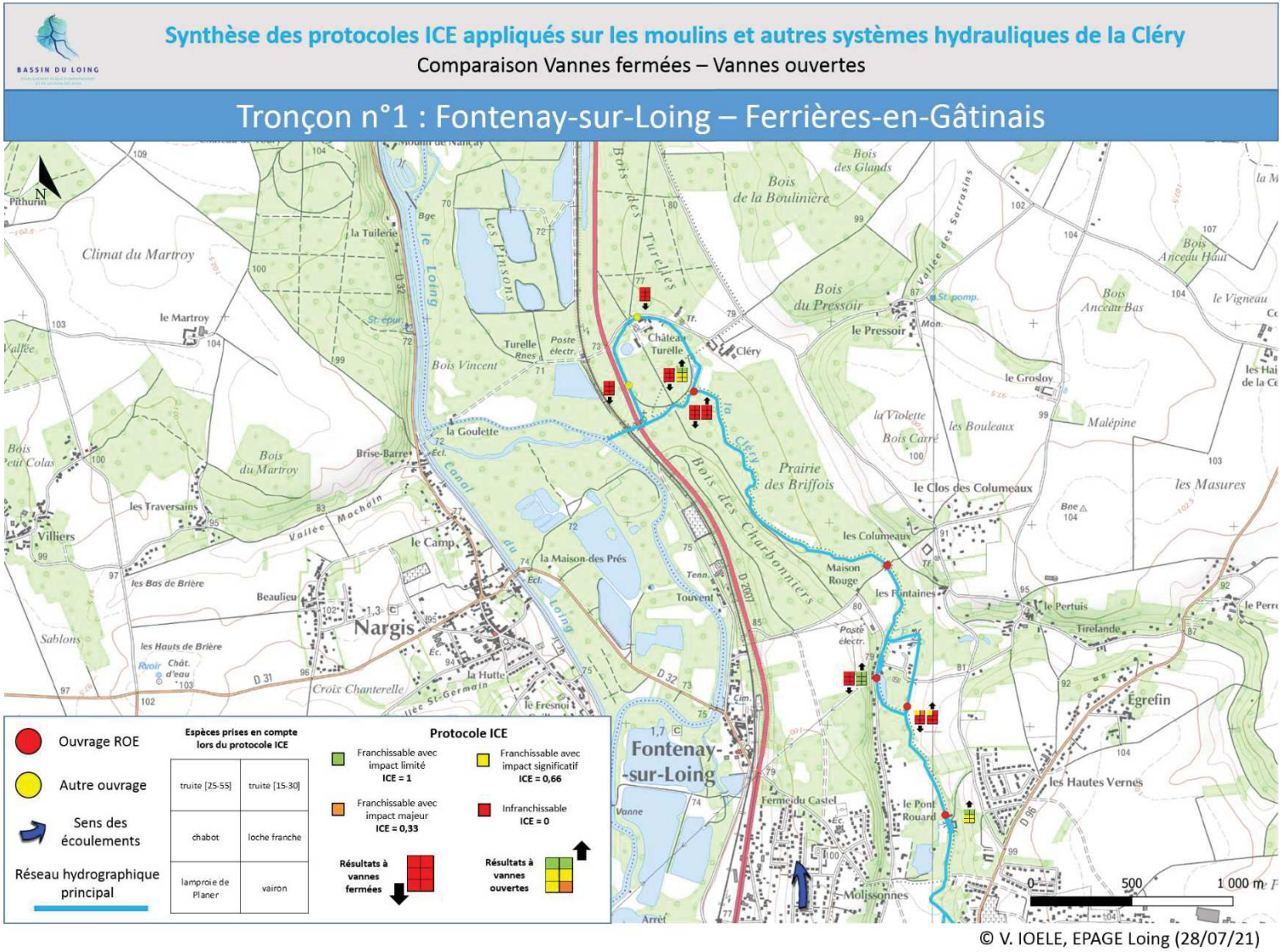


Figure 3 : Synthèse des protocoles ICE appliqués sur les ouvrages des moulins et autres systèmes hydrauliques de la Cléry. ***Tronçon n°1 :*** *Fontenay-sur-Loing à Ferrières-en-Gâtinais*

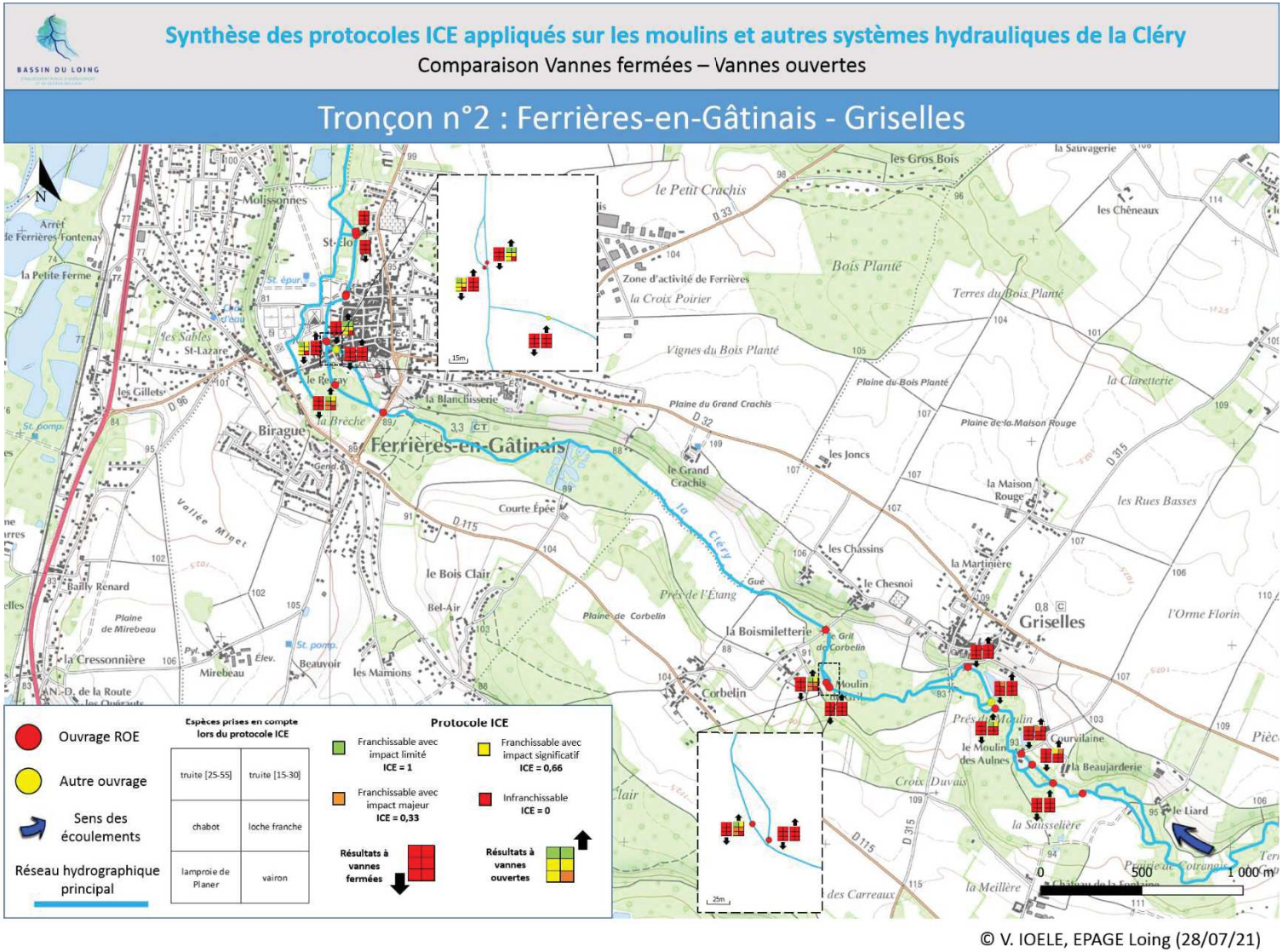


Figure 4 : Synthèse des protocoles ICE appliqués sur les ouvrages des moulins et autres systèmes hydrauliques de la Cléry. ***Tronçon n°2*** *: Ferrières-en-Gâtinais à Griselles*

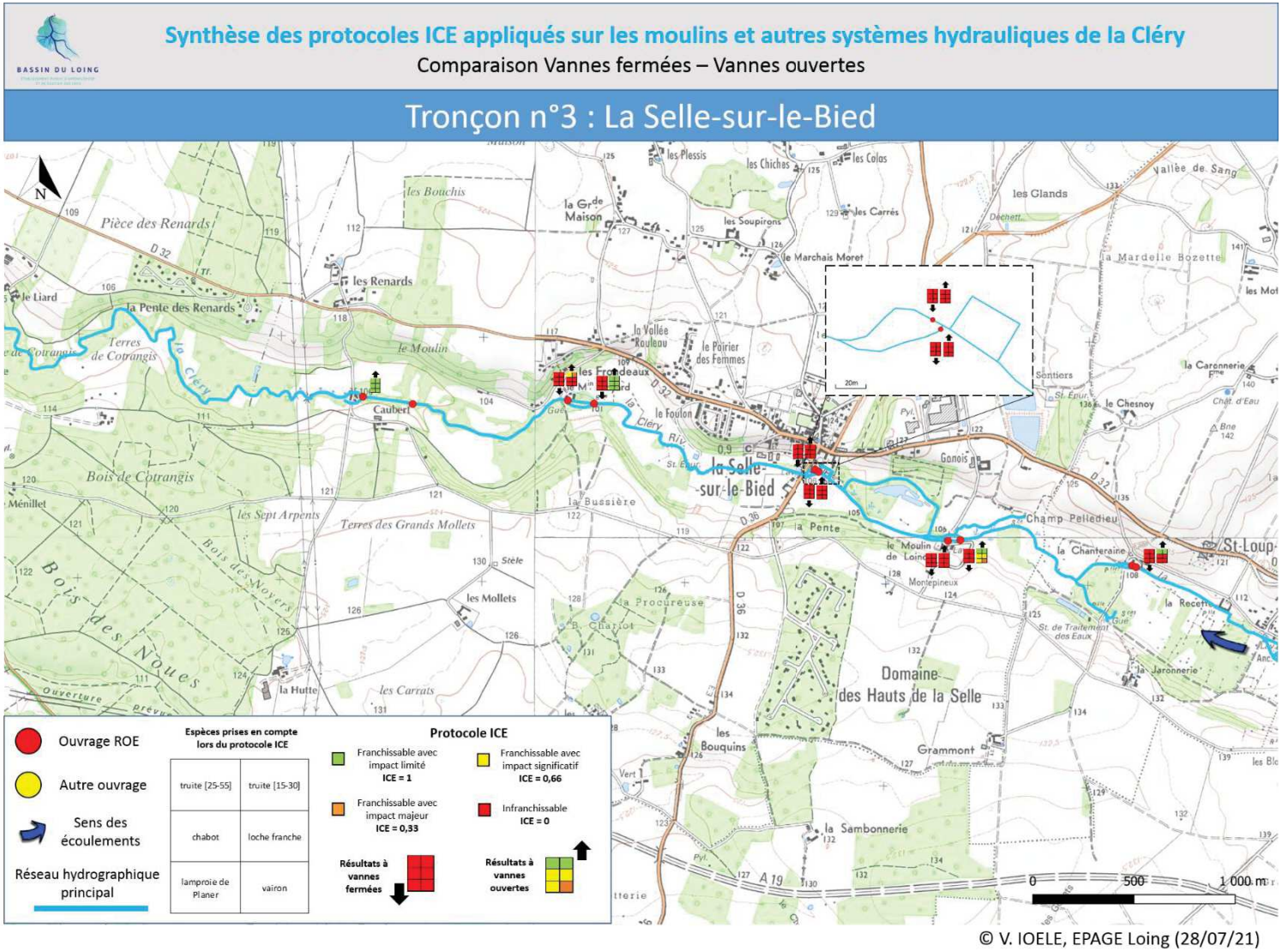


Figure 5 : Synthèse des protocoles ICE appliqués sur les ouvrages des moulins et autres systèmes hydrauliques de la Cléry. ***Tronçon n°3*** *: La Selle-sur-le-Bied*

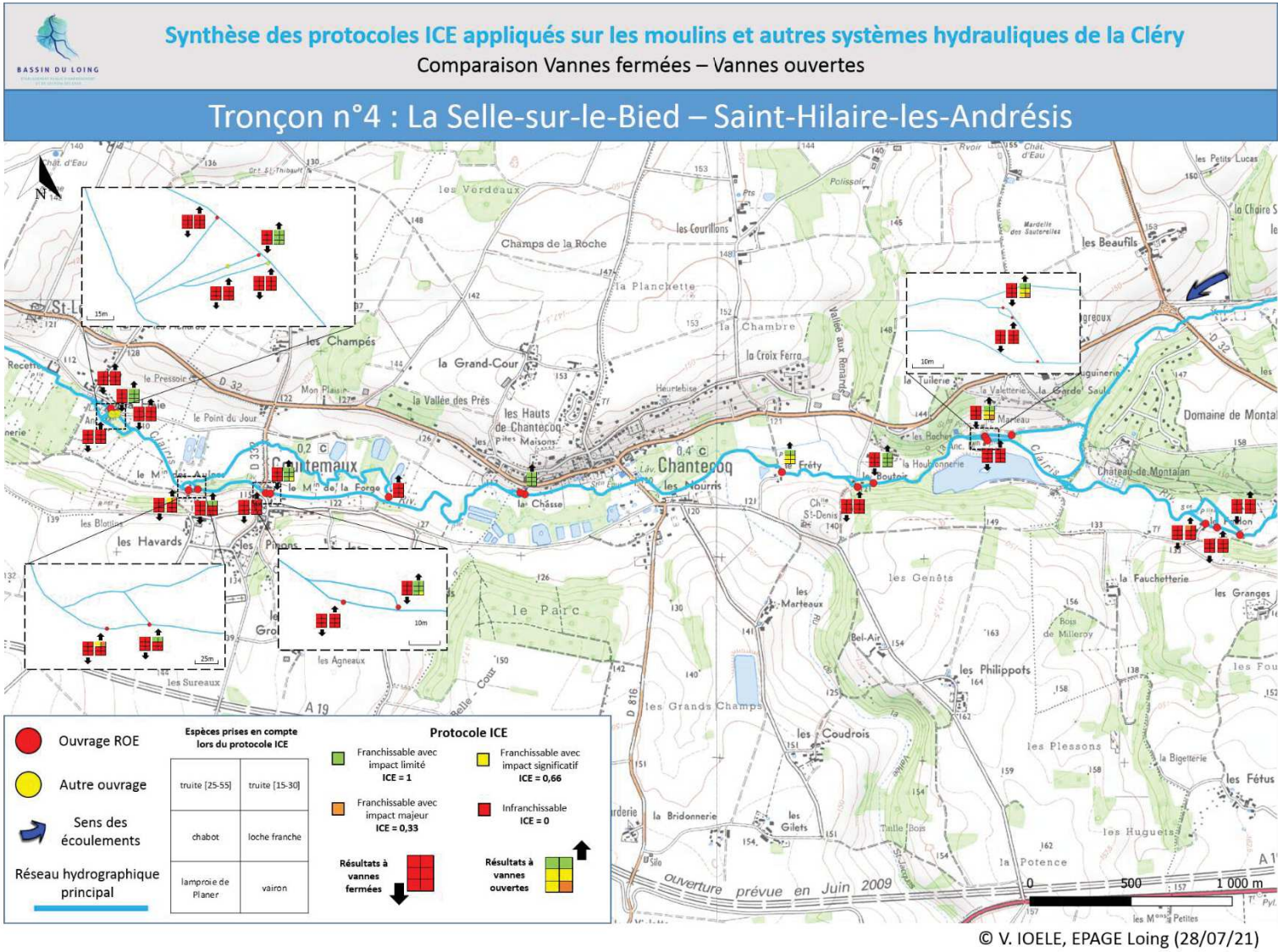


Figure 6 : Synthèse des protocoles ICE appliqués sur les ouvrages des moulins et autres systèmes hydrauliques de la Cléry. ***Tronçon n°4*** *: La Selle-sur-le-Bied à Saint-Hilaire-les-Andrésis*

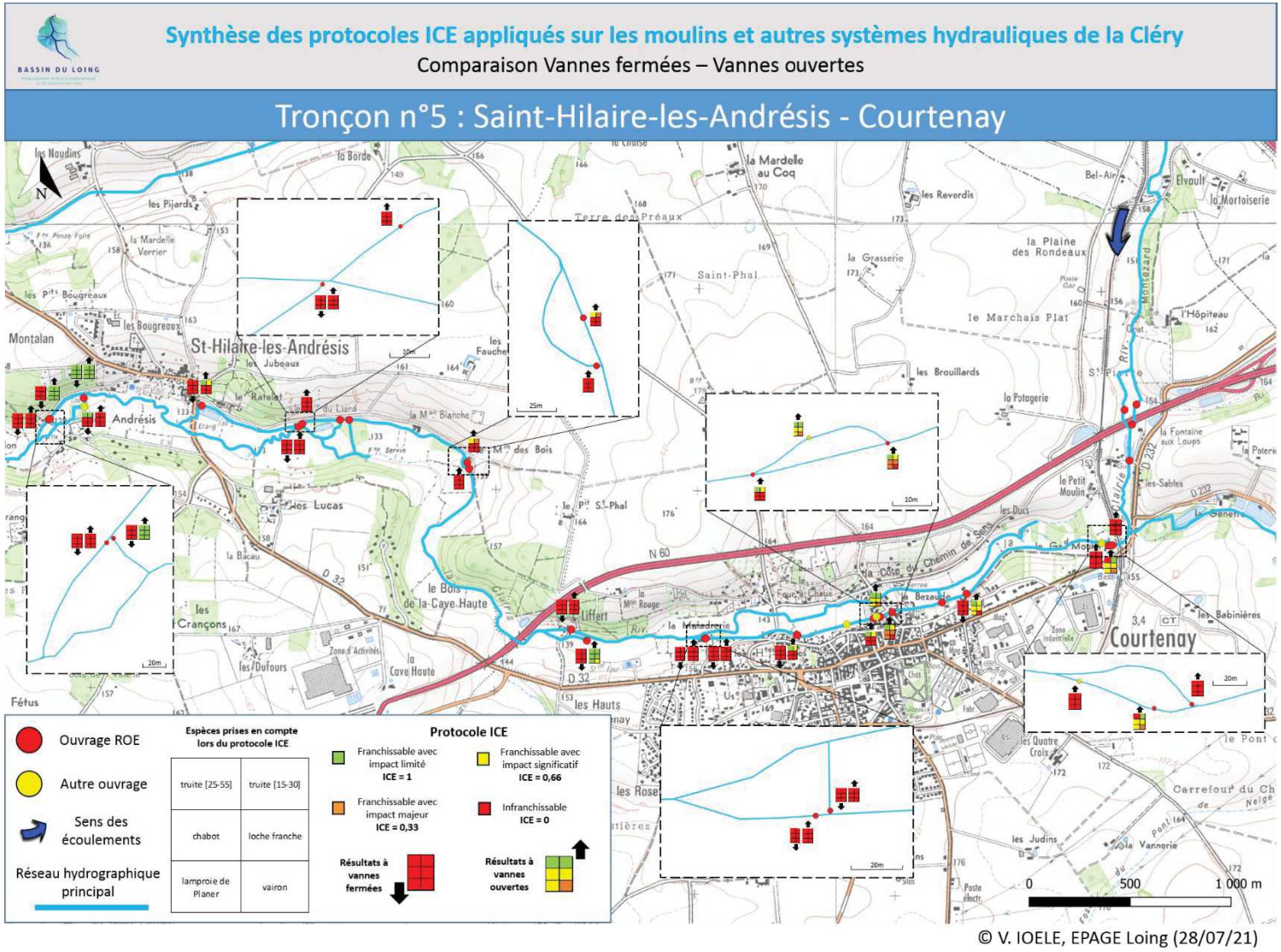


Figure 7 : Synthèse des protocoles ICE appliqués sur les ouvrages des moulins et autres systèmes hydrauliques de la Cléry. ***Tronçon n°5*** *: Saint-Hilaire-les-Andrésis à Courtenay*

De manière générale, les systèmes hydrauliques présents sur la Cléry ont été établis avec deux ouvrages principaux : un premier ouvrage amont (déversoir) parfois équipé d'une vanne de décharge, ainsi que d'un ouvrage aval muni d'une vanne usinière et d'une vanne de décharge située en parallèle.

De plus, dans certains cas (exemples : moulin de la Haie, Grand Moulin), d'autres ouvrages (généralement des petits seuils en pierre plus récents) ont été mis en place et ont un impact sur la continuité piscicole.

Par conséquent, chaque système hydraulique comporte donc généralement plusieurs ouvrages, ce qui entraine deux situations possibles quant à la continuité piscicole (voir figure 8) :

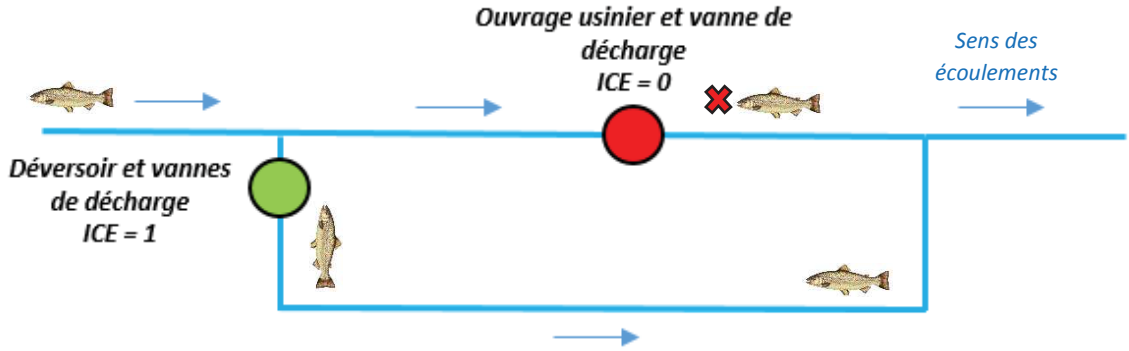
- Soit les ouvrages sont en « dérivation » (exemple : un ouvrage usinier sur le cours du bief et un déversoir latéral situé plus en amont). Dans ce cas, l'ouvrage déterminant quant à la continuité piscicole sera celui de classe ICE la plus forte (exemple 1 de la figure 8) ;

- Soit les ouvrages sont en « série » (exemple : un seuil suivi de l'ouvrage usinier). Dans ce cas, l'ouvrage déterminant quant à la continuité piscicole sera celui de classe ICE la plus faible (exemple 2 de la figure 8).

Ainsi, afin de représenter le plus précisément possible la continuité piscicole sur l'ensemble du linéaire de la Cléry, une classe ICE globale a été associée à chaque système hydraulique, identifiée par l'ouvrage déterminant. En outre, pour les ouvrages dits « en dérivation », nous avons fait l'hypothèse que les espèces piscicoles ciblées parviennent, à un moment donné, au pied de l'ouvrage déterminant.

Exemple 1, ouvrages en dérivation (cas principalement observé)

Dans cet exemple, l'ICE de l'ouvrage usinier est de 0, tandis que celui du déversoir est de 1 à vannes ouvertes. Le poisson a donc la possibilité de contourner l'ouvrage usinier en passant par les vannes du déversoir. L'ouvrage déterminant est donc le déversoir et la classe ICE globale du système hydraulique sera considérée égale à 1.



Exemple 2, ouvrages en série

Dans cet exemple, l'ICE du seuil en pierre est de 0, tandis que celui de l'ouvrage usinier est de 1 à vannes ouvertes. Le poisson ne pourra donc pas atteindre l'ouvrage usinier. L'ouvrage déterminant est donc le seuil en pierre et la classe ICE globale du système hydraulique sera considérée égale à 0.

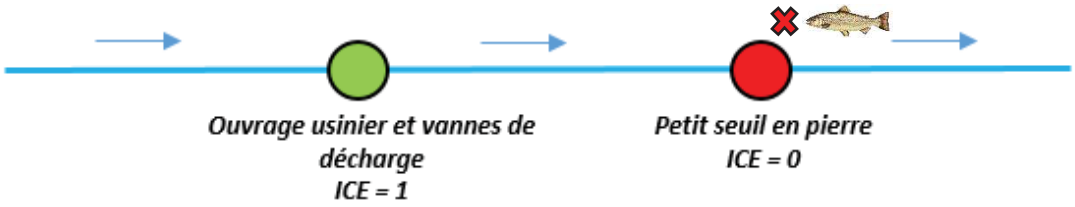


Figure 8 : Identification de l'ouvrage déterminant (ouvrages en série, ouvrages en dérivation)

La figure et les tableaux suivants présentent les résultats obtenus sur l'ensemble des ouvrages pour chacune des espèces, sous deux différentes formes (histogrammes puis tableaux). Le chabot, la loche franche et la lamproie de Planer ont été regroupés puisque, d'après le protocole ICE, leurs critères de franchissement des ouvrages sont identiques.

Figure 9 : Synthèse des résultats obtenus pour chacun des espèces sur l'ensemble des systèmes hydrauliques. Réalisation : IOELE, 2021

Truite [25-55]		Nombre de systèmes hydrauliques (%)	
		Vannes fermées	Vannes ouvertes
Classe ICE	0	72	19
	0,33	0	3
	0,66	6	6
	1	22	72

Tableau 3 : Synthèse des résultats obtenus pour la truite [25-55] sur l'ensemble des systèmes hydrauliques Réalisation : IOELE, 2021

Truite [15-30]		Nombre de systèmes hydrauliques (%)	
		Vannes fermées	Vannes ouvertes
Classe ICE	0	69	22
	0,33	6	6
	0,66	9	22
	1	16	50

Tableau 4 : Synthèse des résultats obtenus pour la truite [15-30] sur l'ensemble des systèmes hydrauliques Réalisation : IOELE, 2021

Chabot, loche franche, lamproie de Planer		Nombre de systèmes hydrauliques (%)	
		Vannes fermées	Vannes ouvertes
Classe ICE	0	81	44
	0,33	3	9
	0,66	10	22
	1	6	25

Tableau 5 : Synthèse des résultats obtenus pour le chabot, la loche franche et la lamproie de Planer sur l'ensemble des systèmes hydrauliques. Réalisation : IOELE, 2021

Vairon		Nombre de systèmes hydrauliques (%)	
		Vannes fermées	Vannes ouvertes
Classe ICE	0	88	59
	0,33	0	6
	0,66	6	16
	1	6	19

Tableau 6 : Synthèse des résultats obtenus pour le vairon sur l'ensemble des systèmes hydrauliques Réalisation : IOELE, 2021

Pour l'espèce sauteuse ciblée (la truite), on constate que la continuité piscicole est fortement améliorée lors de l'ouverture des vannes.

En effet, pour la truite [25-55], le nombre de systèmes hydrauliques franchissables avec impact limité (ICE = 1) passe de 22 à 72% lorsque les vannes sont ouvertes.
De même, le nombre de systèmes hydrauliques infranchissables (ICE = 0) passe de 72 à 19%.
En d'autres termes, 81% des systèmes hydrauliques sont possiblement franchissables (ICE ≥ 0.33) par la truite [25-55] après ouverture des vannes. Toutefois, ces systèmes hydrauliques auront des impacts limités, significatifs ou majeurs sur la montaison de l'espèce.

Par ailleurs, pour la truite [15-30], qui possède de plus faibles capacités de saut et de nage que la truite [25-55], le nombre de systèmes hydrauliques franchissables avec impact limité (ICE = 1) passe de 16 à 50% et le nombre de systèmes hydrauliques infranchissables (ICE = 0) de 69 à 22% lorsque les vannes sont ouvertes.
Ainsi, 78% des systèmes hydrauliques sont possiblement franchissables (ICE ≥ 0.33) par la truite [15-30] après ouverture des vannes, mais ces derniers auront des impacts limités, significatifs ou majeurs sur la montaison de l'espèce.

En revanche, pour les espèces non sauteuses (le chabot, la loche franche, la lamproie de Planer et le vairon), on observe que, même à vannes ouvertes, une grande partie des systèmes hydrauliques reste infranchissable.

En effet, pour le chabot, la loche franche et la lamproie de Planer, le nombre de systèmes hydrauliques à impact limité (ICE = 1) passe de 6 à 25% ; et 44% des ouvrages restent infranchissables à vannes ouvertes.

De même, pour le vairon, le nombre de systèmes hydrauliques à impact limité (ICE = 1) passe de 6 à 19% à vannes ouvertes et, en parallèle, 59% des systèmes hydrauliques sont toujours infranchissables (ICE = 0) pour cette espèce.

2. Continuité sédimentaire

Les ouvrages présents sur la Cléry sont, pour la plupart, des obstacles transversaux qui limitent le transit sédimentaire. De ce fait, la plupart des biefs sont envasés/ensablés sur quelques centimètres à plusieurs dizaines de centimètres, notamment en pieds de berge au droit des vannages usiniers (voir photographie 1).

En revanche, en amont des ouvrages de décharge (déversoirs, …), et notamment lorsque ces derniers sont équipés d'une vanne guillotine, le cours d'eau est généralement peu envasé.

Ainsi, l'ouverture des vannes améliore le transit sédimentaire, et particulièrement au droit des ouvrages de décharge (déversoir).

Pour les systèmes hydrauliques où les vestiges des anciens vannages n'ont que très peu d'influence sur l'amont (exemples : moulin de St-Eloi, moulin Fréty, moulin Delon, moulin du

Grill), le cours d'eau n'est pas envasé et la granulométrie est diversifiée aussi bien en amont qu'en aval (voir photographie 2).

Photographie 2 : Bief envasé et ensablé en amont de l'ouvrage usinier du moulin Tosset à vannes ouvertes (à gauche) et amont des anciens ouvrages du moulin de St-Eloi (à droite). Photographies : IOELE, 2021

B. La Cléry, ses milieux connexes et ces usages

Les figures 10 à 14 présentent la synthèse des différents impacts engendrés par l'ouverture des vannes à la fois sur la Cléry, ses milieux connexes et ces usages. Les données représentées sont :

- Les tronçons (bief, fond de vallée, bras de décharge secondaire, …) influencés par une baisse du niveau d'eau ou non alimentés ;
- Les étangs ou douves privés non alimentés ou dont l'alimentation est diminuée.

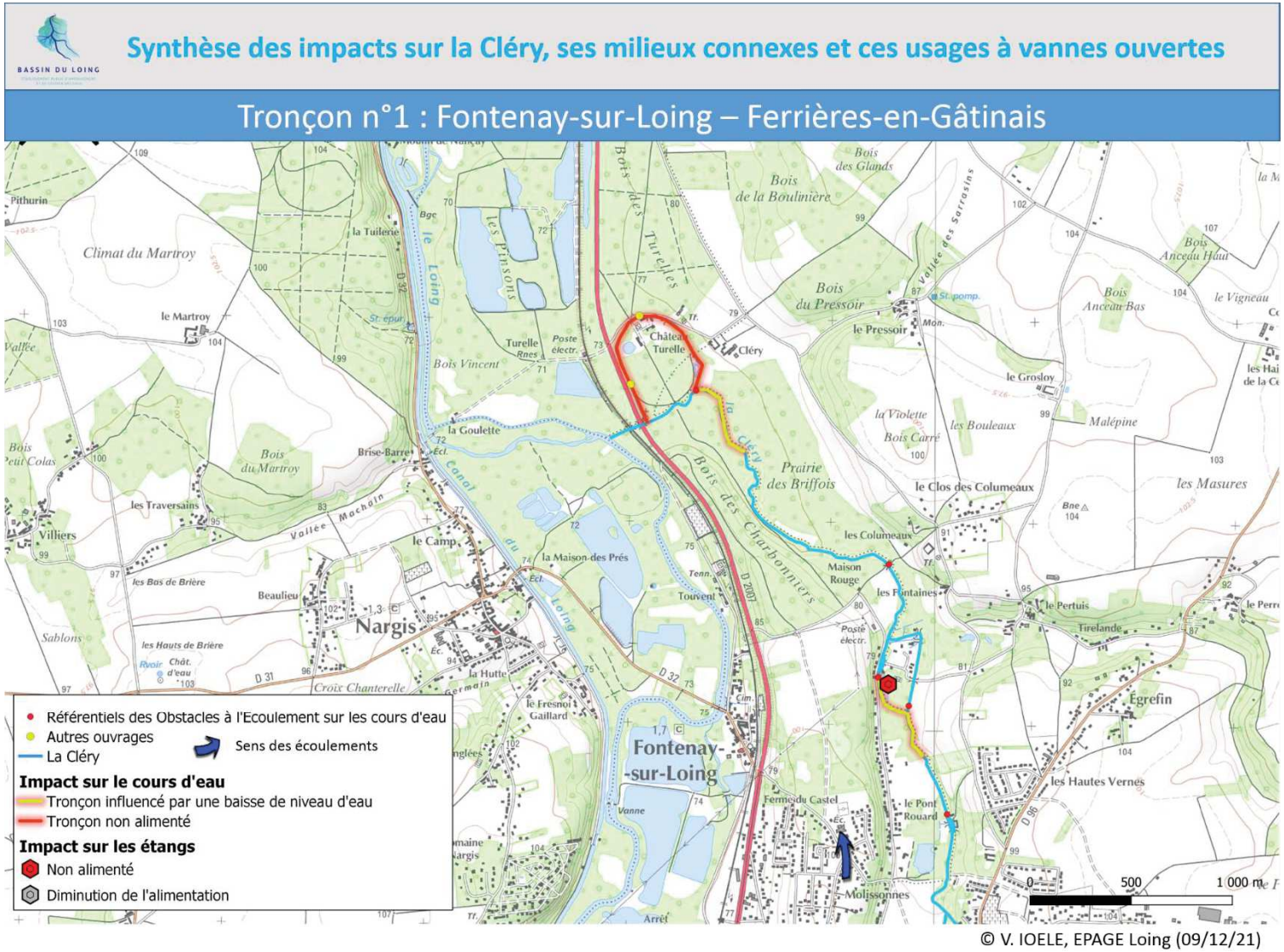


Figure 10 : Synthèse des impacts sur la Cléry, ses milieux connexes et ces usages à vannes ouvertes. ***Tronçon n°1*** *: Fontenay-sur-Loing à Ferrières-en-Gâtinais*

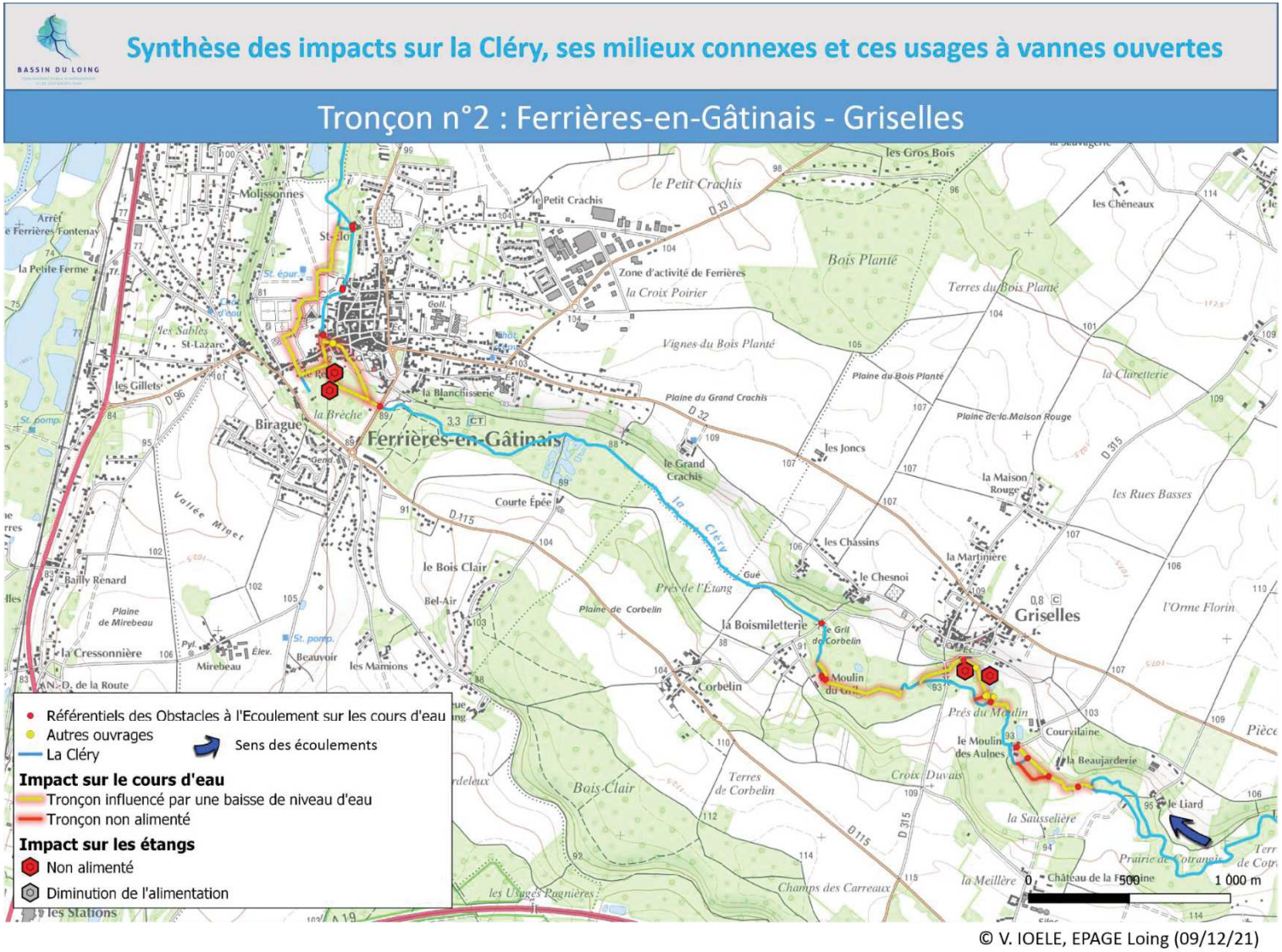


Figure 11 : Synthèse des impacts sur la Cléry, ses milieux connexes et ces usages à vannes ouvertes. ***Tronçon n°2*** *: Ferrières-en-Gâtinais à Griselles*

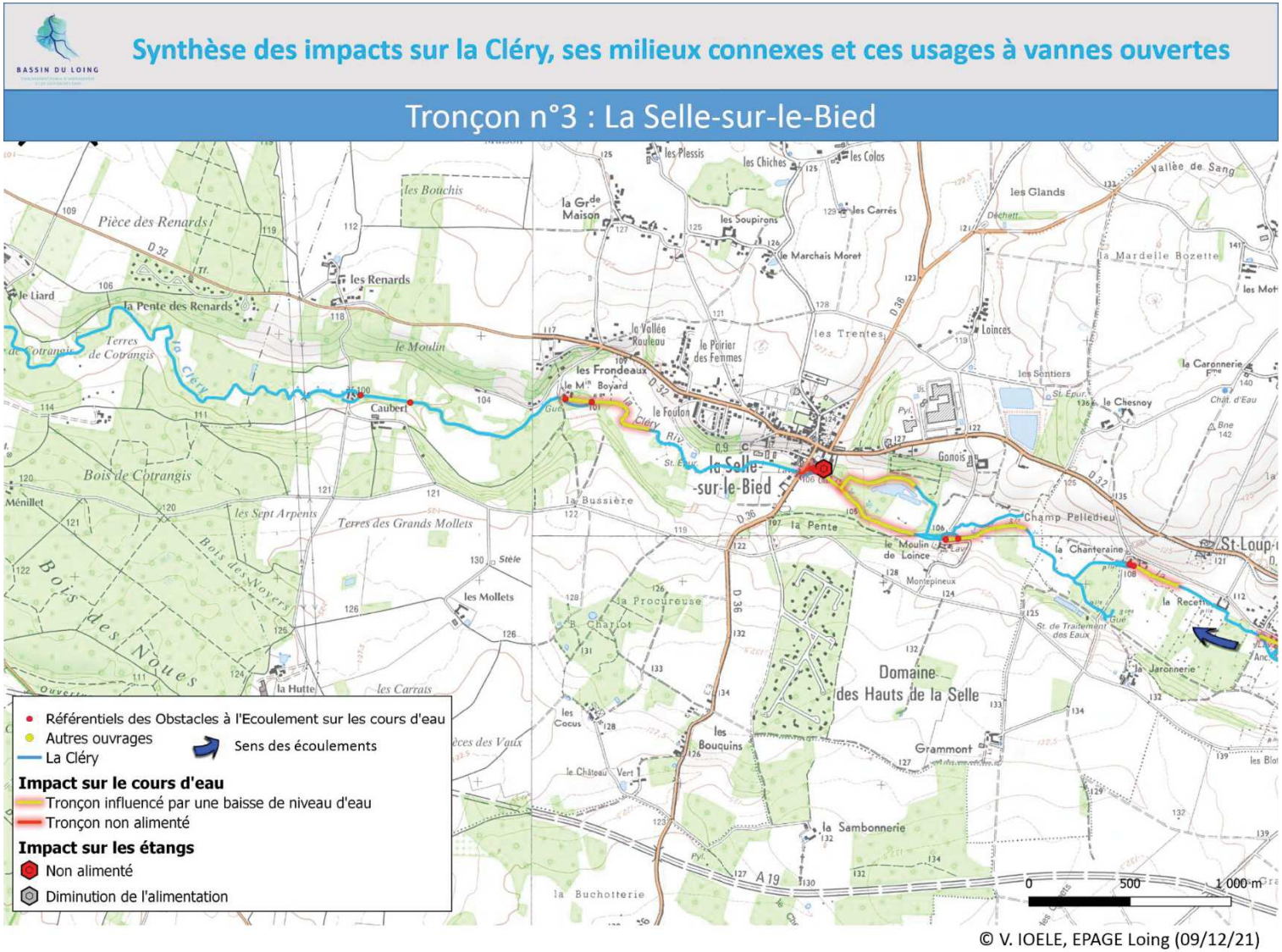


Figure 12 : Synthèse des impacts sur la Cléry, ses milieux connexes et ces usages à vannes ouvertes. ***Tronçon n°3*** *: la Selle-sur-le-Bied*

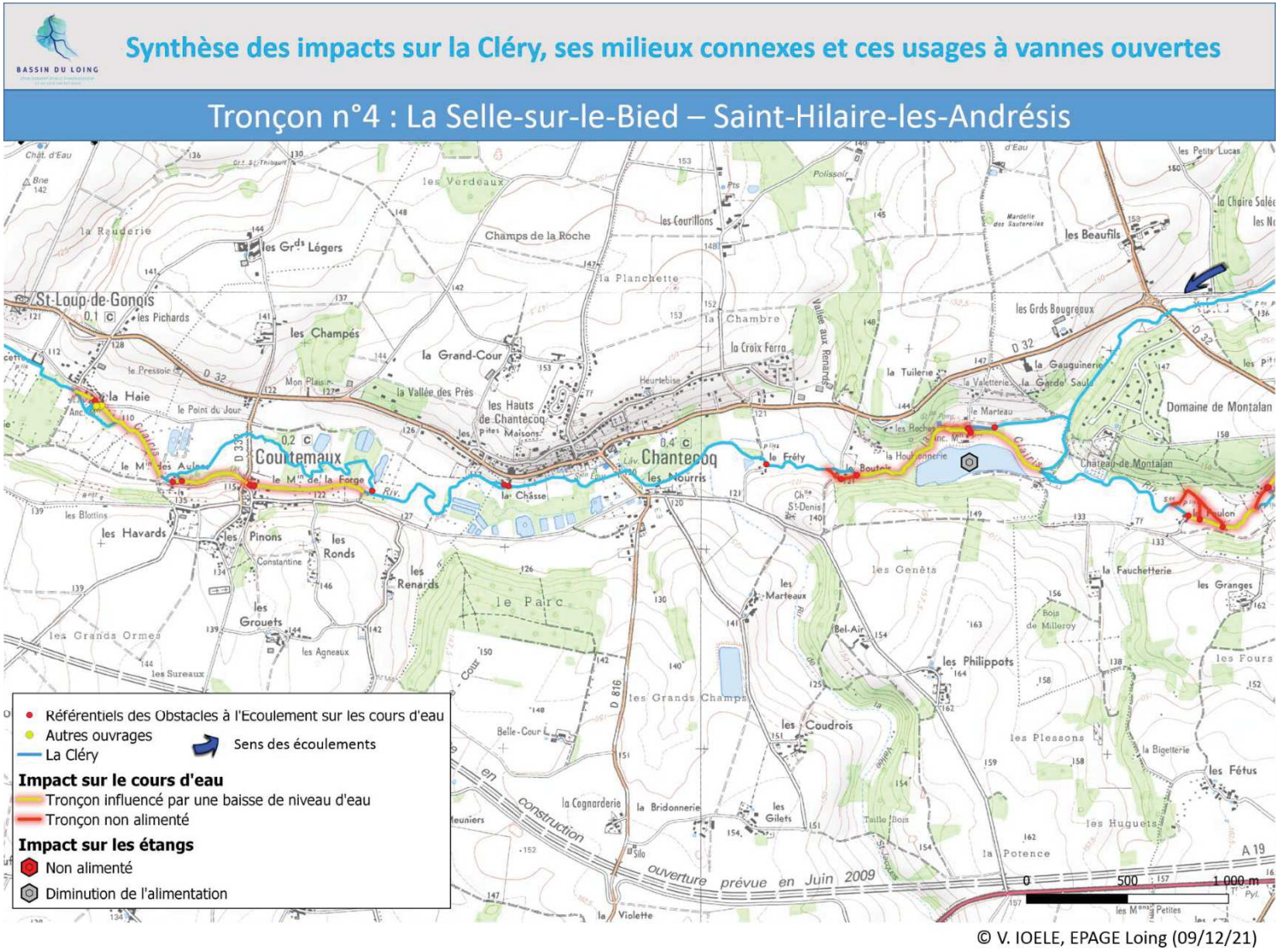


Figure 13 : Synthèse des impacts sur la Cléry, ses milieux connexes et ces usages à vannes ouvertes. ***Tronçon n°4*** *: la Selle-sur-le-Bied à Saint-Hilaire-les-Andrésis*

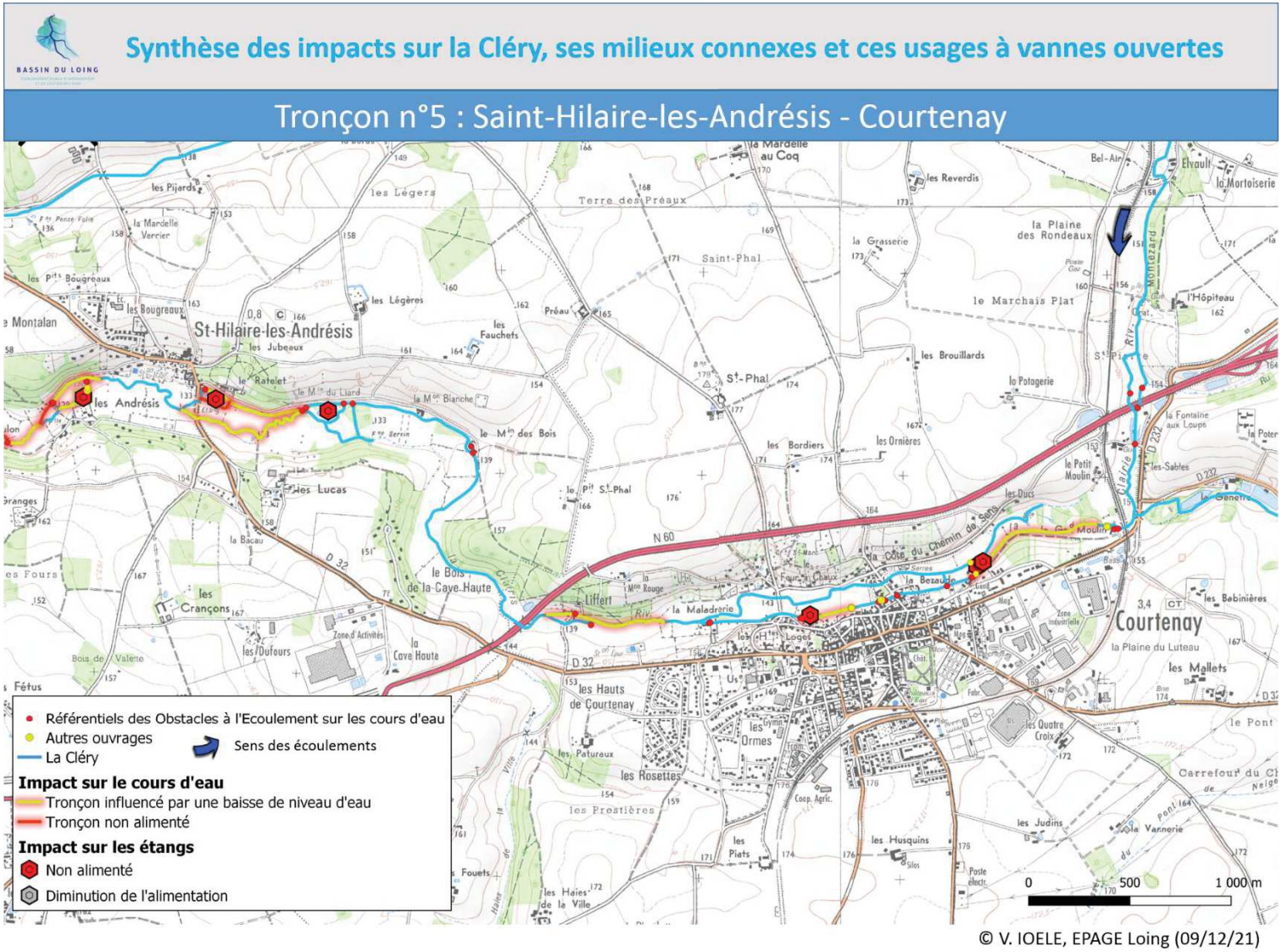


Figure 14 : Synthèse des impacts sur la Cléry, ses milieux connexes et ces usages à vannes ouvertes. ***Tronçon n°5*** *: Saint-Hilaire-les-Andrésis à Courtenay*

1. Bras en fond de vallée et annexes hydrauliques

Sur certains moulins, l'ouverture des vannes ne permettait plus l'alimentation du bras en fond de vallée (moulin du Foulon) ou diminuait son alimentation (moulin des Andrésis, moulin du Grill, moulin de la Planche). De plus, certaines annexes hydrauliques n'étaient plus alimentées. Ce fût notamment le cas au droit des moulins Boutoir et de la Planche.

Sur l'ensemble du linéaire d'étude, l'ouverture des vannes a généré **une baisse du niveau d'eau sur environ 4 192 ml de bras en fond de vallée et annexes hydrauliques. Sur ce linéaire, 2 006 ml n'étaient plus alimentés.**

Par conséquent, pour certains moulins, et **en dessous de certains débits (même hors période d'étiage),** l'ouverture des vannes sur une longue période peut conduire à un **risque d'assèchement** de certains bras (naturels ou artificiels) combiné à **un impact négatif (cloisonnement, mortalité, …) sur les espèces in-situ.**

2. Cas particulier des zones humides

La majorité des systèmes hydrauliques comporte deux bras : le bief du moulin et le bras originel de la Cléry. Plusieurs scénarios sont possibles :

- Si le bief est perché, ce qui est généralement le cas sur la Cléry, il se peut que sa conception ait généré la création de zones humides en amont. Dans ce cas, une ouverture de vannes pourrait avoir un impact sur les zones humides ;

- Si l'altitude du bief est relativement proche de celle de la Cléry, il est plus probable que ce soit la nappe phréatique qui alimente la zone humide.

Dans les deux cas, si le bief est « étanche » - par exemple, si celui-ci a été créé à partir d'argile – il n'alimente pas ou que très peu les zones humides en amont.

Ainsi, à partir de cette étude, il est difficile de déterminer si l'ouverture des vannes, et donc l'abaissement du niveau d'eau dans le bief, est susceptible d'avoir un impact sur les zones humides situées en amont des biefs.

En effet, **vérifier un réel impact nécessiterait des études complémentaires en pratiquant, par exemple, une ouverture des vannes pendant une durée relativement longue (une année par exemple) avec la mise en place d'un suivi sur la végétation du lit mineur et du lit majeur, ainsi que des niveaux de nappe (piézomètres).**

3. Bief du moulin et linéaire influencé

Environ 60% des moulins possède encore aujourd'hui des vannes de décharge au droit de leur déversoir. Ce dernier est, pour la plupart de ces moulins, relativement éloigné de l'ouvrage usinier (plusieurs dizaines voire centaines de mètres). Ainsi, lorsque ces vannes de décharge sont ouvertes, le bief du moulin (notamment la partie située entre le déversoir et la

confluence du bief avec la Cléry) est impacté par une baisse du niveau d'eau, voire, dans certains cas par une coupure totale de leur alimentation (exemples : moulin du Boutoir, moulin des Andrésis).

Par conséquent, pour certains moulins, et **en dessous de certains débits (même hors période d'étiage),** l'ouverture des vannes sur une longue période peut conduire à un **risque d'assèchement du bief** (ou d'une partie de celui-ci), combiné à un **impact négatif (cloisonnement, mortalité, …) sur les espèces in-situ.** De plus, les ouvrages des moulins ayant, pour la grande majorité, une influence sur plusieurs centaines de mètres en amont, l'ouverture des vannes génère une baisse du niveau d'eau sur le linéaire influencé, diminuant de l'aval vers l'amont.

Sur l'ensemble du linéaire d'étude, l'ouverture des vannes a généré **une baisse du niveau d'eau sur environ 11 447 ml de bief et linéaire influencé. Sur ce linéaire, 380 ml de bief n'étaient plus alimentés. À noter qu'il est fortement possible qu'un temps d'ouverture plus grand (que celui fait durant le diagnostic) génèrera un linéaire de bief non alimenté (notamment le linéaire entre le déversoir et l'ouvrage usinier) bien plus important selon les débits.**

4. Les usages

Le tableau ci-dessous présente le récapitulatif des différents usages des moulins, ainsi que ceux présentant des ouvrages en ruine ou vétustes.

Moulins et systèmes hydrauliques diagnostiqués sur la Cléry (de l'amont vers l'aval)	Commune	Ouvrages en ruine ou vétustes	Usages			Absence d'usage
			Hydroélectricité	Pisciculture	Alimentation plan d'eau privé/douves	
Le Grand Moulin	Courtenay	x				x
Moulin de la Bezaude	Courtenay				x	
Moulin de la Ville	Courtenay	x				x
Moulin du Vivier	Courtenay				x	
Moulin de la Maladrerie	Courtenay	x				x
Moulin Liffert	Courtenay					x
Moulin des Bois	Saint-Hilaire-Les-Andrésis	x				x
Moulin du Liard	Saint-Hilaire-Les-Andrésis				x	
Moulin de la Planche	Saint-Hilaire-Les-Andrésis				x	
Moulin des Andrésis	Saint-Hilaire-Les-Andrésis				x	
Moulin Foulon	Saint-Hilaire-Les-Andrésis					x
Moulin Marteau	Chantecoq			x		
Moulin du Boutoir	Chantecoq		x			
Moulin Fréty	Chantecoq	x				x
Moulin de la Châsse	Chantecoq	x				x
Moulin de la Forge	Courtemaux					x
Moulin des Aulnes	Courtemaux		x			
Moulin de la Haie	La Selle-sur-le-Bied		x			
Moulin de Chanteraine	La Selle-sur-le-Bied					x
Moulin de Loinces	La Selle-sur-le-Bied					x
Château de la Selle	La Selle-sur-le-Bied		x		x	
Moulin Boyard	La Selle-sur-le-Bied					x
Moulin Caubert	La Selle-sur-le-Bied	x				x
Moulin de Courvilaine	Griselles					x
Moulin Tosset	Griselles				x	
Moulin du Grill	Griselles	x				x
Moulin de la Pêcherie et déversoir du Perray	Ferrières-en-Gatinais				x	
Moulin Faton	Ferrières-en-Gatinais					x
Moulin de St Eloi	Ferrières-en-Gatinais	x				x
Moulin Delon	Ferrières-en-Gatinais	x				x
Ouvrage de la Tannerie	Ferrières-en-Gatinais/Fontenay-sur-Loing				x	
Château Thurelles	Ferrières-en-Gatinais/Fontenay-sur-Loing				x	
	TOTAL	10	4	1	10	18

Tableau 7 : Synthèse des différents usages liés à l'ensemble des moulins et systèmes hydrauliques de la Cléry
Réalisation : IOELE, 2021

Le nombre de moulins dont les usages sont l'hydroélectricité, la pisciculture et l'alimentation de douves ou de plans d'eau privés sont respectivement de 4, 1 et 10.

L'ouverture **ne permettait plus l'alimentation de 12 étangs ou douves privés (environ 2.35 ha au total)**. La prise d'eau de l'étang du moulin Marteau (7.2 ha), destiné à la **pisciculture, était moins alimentée.**

En fonction du débit de la Cléry, une ouverture des vannes peut donc avoir des conséquences négatives sur :

- **L'hydroélectricité** : réduction voire l'impossibilité pour les quatre moulins répertoriés d'utiliser cette énergie ;
- **Les plans d'eau et douves privés** : assèchement du milieu, mortalité des espèces in-situ ;
- **La pisciculture** : réduction de l'exploitation.

Enfin, l'usage « défense incendie » est potentiellement présent sur l'ensemble des moulins, mais aucune station validée et utilisable par le SDIS (Service Départemental d'Incendie et de Secours) n'a été répertoriée. Hormis ce dernier usage, ainsi que l'intérêt patrimonial de chacun des moulins, 18 d'entre eux ne présentent plus d'usage à ce jour.

Photographie 3 : Turbine du moulin des Aulnes à Courtemaux (45) à gauche et vestiges des anciens ouvrages du moulin Fréty (en ruine) à Chantecoq (45) à droite

Conclusion

✓ **Les impacts sur la continuité écologique**

D'une part, on constate que **l'ouverture généralisée des ouvrages améliore les possibilités de montaison pour les espèces piscicoles ciblées, notamment pour la truite, qui est l'espèce repère de la Cléry**.

Pour la truite [25-55cm], le nombre de systèmes hydrauliques infranchissables (ICE = 0) passe 72% à 19% ; c'est-à-dire que 81% des sites sont possiblement franchissables par cette espèce après ouverture des vannes. Toutefois, **72%** de ces sites auront un impact **limité** (ICE = 1) sur la montaison de l'espèce, **6%** un impact **significatif** (ICE = 0.66) et **3%** un impact **majeur** (ICE = 0.33).

En revanche, pour la truite [15-30cm], qui possède de plus faibles capacités de saut et de nage que la truite [25-55], les résultats - bien que la montaison piscicole soit grandement améliorée - sont moins optimistes. En effet, le nombre de systèmes hydrauliques infranchissables (ICE = 0) passe de 69% à 22% lorsque les vannes sont ouvertes ; c'est-à-dire que 78% des sites sont possiblement franchissables par l'espèce. Néanmoins, **50%** de ces sites auront un impact **limité** (ICE = 1) sur la montaison, **22%** un impact **significatif** (ICE = 0.66) et **6%** un impact **majeur** (ICE = 0.33).

Pour les **espèces non sauteuses** comme le vairon, la continuité piscicole est également améliorée, mais **près de la moitié des systèmes hydrauliques restent infranchissables** (ICE = 0) pour ces espèces.

D'autre part, on observe que **la continuité sédimentaire peut être partiellement assurée par l'ouverture des vannes**, notamment lors des crues, mais que des manipulations fréquentes sont nécessaires afin d'éviter un colmatage et un taux de remplissage trop importants des fonds. À ce sujet, des manœuvres d'ouvrages tendent à se développer avec l'ABC en période de montée des eaux et ont déjà été entreprises durant ces trois dernières années, avec un total de 8 ouvertures coordonnées à ce jour.

✓ **Les impacts sur le milieu et les usages**

L'étude a également démontré que **certains bras en fond de vallée** (exemple : moulin du Foulon) **n'étaient plus ou que très peu alimentés** suite à l'ouverture des vannes, pouvant générer un impact négatif (cloisonnement, mortalité, …) sur certaines espèces in-situ.

De même, certaines annexes hydrauliques n'étaient plus alimentées suite à l'ouverture des vannes. Ce fut le cas pour les moulins du Boutoir et de la Planche.

Par ailleurs, du fait de l'incertitude de certains paramètres tels que l'étanchéité des biefs, l'étude a montré que **l'impact de l'ouverture des vannes sur les zones humides situées en amont est discutable**, et qu'il est nécessaire de réaliser des études complémentaires pour mesurer le réel impact (risque d'asséchement) de ces ouvertures sur ces milieux.

Enfin, **les usages de certains moulins**, notamment l'hydroélectricité (exemple : moulin des Aulnes) ou l'alimentation de plans d'eau privés (exemple : moulin du Vivier), **peuvent potentiellement être impactés par l'ouverture des vannes selon le débit de la Cléry.**

En conclusion, une ouverture des vannes durant 6 mois serait favorable à la continuité écologique, mais ne permettrait qu'un rétablissement partiel de celle-ci sur l'ensemble du linéaire de la Cléry. De plus, en fonction des débits de la Cléry, cette ouverture pourrait avoir des effets néfastes (assèchement, cloisonnement, mortalité) sur certains tronçons (bras en fond de vallée, bief, …) mais aussi sur les usages actuels (hydroélectricité, plans d'eau privés, douves, …).

Références bibliographiques

DELLIAUX L. (2016). *Etude des fonctionnalités écologiques et piscicoles des Bassins du Betz et de la Cléry.* FDAAPMA 45, Ed. Juillet 2016, 95p. + annexes.

DELLIAUX L., VERSEIL A. (2019) - *Plan Départemental pour la Protection des milieux aquatiques et la Gestion des ressources piscicoles*. FDAPPMA45 - 350 p.

BERREBI P., SHAO Z, (2013). *Analyse génétique des truites de la Cléry, affluent rive gauche de l'Axe Loing, bassin Seine (Loiret), dans le cadre du programme national Genetrutta* – Janvier 2013 - Rapport GT Loiret, rapport d'étude pour la FDAPPMA45, Université de Montpellier, 12 p.

GUILMET, M., 1990: *Schéma Départemental de Vocation Piscicole du Loiret* - Rapport de synthèse. FDAPPMA 45, DDAF 45 - 53p + annexes.

L'OFFICE NATIONAL DE L'EAU ET DES MILIEUX AQUATIQUES. (2014). *Informations sur la Continuité Écologique – ICE. Évaluer le franchissement des obstacles par les poissons. Principes et méthodes.* ONEMA. 200 p.

L'Observatoire des Poissons du bassin Seine-Normandie
URL : https://www.observatoire-poissons-seine-normandie.fr/

SRAE Centre. (1980). *Biotypologie des rivières de la région Centre- Appartenances typologiques piscicoles*, 77p.

Liste des figures

Figure 1 : Définition des différentes classes ICE et couleurs associées 8
Figure 2 : exemple des résultats du protocole ICE obtenues à vannes fermées (à gauche) et à vannes ouvertes (à droite) 9
Figure 3 : Synthèse des protocoles ICE appliqués sur les ouvrages des moulins et autres systèmes hydrauliques de la Cléry. Tronçon n°1 : Fontenay-sur-Loing à Ferrières-en-Gâtinais 10
Figure 4 : Synthèse des protocoles ICE appliqués sur les ouvrages des moulins et autres systèmes hydrauliques de la Cléry. Tronçon n°2 : Ferrières-en-Gâtinais à Griselles..... 11
Figure 5 : Synthèse des protocoles ICE appliqués sur les ouvrages des moulins et autres systèmes hydrauliques de la Cléry. Tronçon n°3 : La Selle-sur-le-Bied 12
Figure 6 : Synthèse des protocoles ICE appliqués sur les ouvrages des moulins et autres systèmes hydrauliques de la Cléry. Tronçon n°4 : La Selle-sur-le-Bied à Saint-Hilaire-les-Andrésis 13
Figure 7 : Synthèse des protocoles ICE appliqués sur les ouvrages des moulins et autres systèmes hydrauliques de la Cléry. Tronçon n°5 : Saint-Hilaire-les-Andrésis à Courtenay 14
Figure 8 : Identification de l'ouvrage déterminant (ouvrages en série, ouvrages en dérivation) 16
Figure 9 : Synthèse des résultats obtenus pour chacun des espèces sur l'ensemble des systèmes hydrauliques. 17
Figure 10 : Synthèse des impacts sur la Cléry, ses milieux connexes et ces usages à vannes ouvertes. Tronçon n°1 : Fontenay-sur-Loing à Ferrières-en-Gâtinais..... 21
Figure 11 : Synthèse des impacts sur la Cléry, ses milieux connexes et ces usages à vannes ouvertes. Tronçon n°2 : Ferrières-en-Gâtinais à Griselles 22
Figure 12 : Synthèse des impacts sur la Cléry, ses milieux connexes et ces usages à vannes ouvertes. Tronçon n°3 : la Selle-sur-le-Bied..... 23
Figure 13 : Synthèse des impacts sur la Cléry, ses milieux connexes et ces usages à vannes ouvertes. Tronçon n°4 : la Selle-sur-le-Bied à Saint-Hilaire-les-Andrésis 24
Figure 14 : Synthèse des impacts sur la Cléry, ses milieux connexes et ces usages à vannes ouvertes. Tronçon n°5 : Saint-Hilaire-les-Andrésis à Courtenay..... 25

Liste des tableaux

Tableau 1 : Période de frai et substrat(s) de reproduction recherché(s) par chacune des espèces ciblées. 7
Tableau 2 : Espèces ciblées lors des diagnostics 8
Tableau 3 : Synthèse des résultats obtenus pour la truite [25-55] sur l'ensemble des systèmes hydrauliques 18
Tableau 4 : Synthèse des résultats obtenus pour la truite [15-30] sur l'ensemble des systèmes hydrauliques 18
Tableau 5 : Synthèse des résultats obtenus pour le chabot, la loche franche et la lamproie de Planer sur l'ensemble des systèmes hydrauliques. 18
Tableau 6 : Synthèse des résultats obtenus pour le vairon sur l'ensemble des systèmes hydrauliques 18
Tableau 7 : Synthèse des différents usages liés à l'ensemble des moulins et systèmes hydrauliques de la Cléry 27

Liste des photographies

Photographie 1 : Première campagne de mesures au déversoir du moulin des Aulnes, Courtemaux (45) 6
Photographie 2 : Bief envasé et ensablé en amont de l'ouvrage usinier du moulin Tosset à vannes ouvertes (à gauche) et amont des anciens ouvrages du moulin de St-Eloi (à droite). 20
Photographie 3 : Turbine du moulin des Aulnes à Courtemaux (45) à gauche et vestiges des anciens ouvrages du moulin Fréty (en ruine) à Chantecoq (45) à droite 28