

Association Le Réveil des Moulins du Quercy
24 place du Foirail
46160 Cajarc
Numéro RNA W462006374



Moulin de Sainte-Eulalie sur le Célé à Espagnac-Ste-E.



Etude de faisabilité hydroélectrique

15/02/2024
v.1.2

LENOËL-HYDRO
Ingénierie-conseil en hydroélectricité

Damien Lenoël
144 chemin de la Poterie
34380 Viols-en-Laval
lenoel-hydro@outlook.com
SIREN 850 430 950

Suivi des modifications

Version	Date	Auteur	Commentaire
v.1.0	31/10/2023	DL	Version initiale
v.1.1	14/12/2023	DL	Mise à jour
v.1.2	15/02/2024	DL	Tableau 31 : correction de l'investissement initial (hydroélectricité) et donc du temps de retour du Scénario 1. Modifications mineures suite aux commentaires du propriétaire du moulin

TABLE DES MATIERES

Table des figures	6
Table des tableaux	8
Contexte de l'étude	9
1. Présentation du site.....	10
1.1. Localisation	10
1.2. Historique.....	12
1.3. Ouvrages hydrauliques	13
2. Etude administrative.....	19
2.1. Situation administrative actuelle	19
2.1.1. Propriété	19
2.1.2. Urbanisme.....	20
2.1.3. Risques naturels	20
2.1.4. Droits d'eau et réglementations antérieures	22
2.2. Démarches administratives	24
2.2.1. SDAGE Adour-Garonne	24
2.2.2. SAGE/Contrat de milieu	25
2.2.3. Code de l'énergie	25
2.2.4. Code de l'environnement	26
2.2.5. Reconnaissance du droit d'eau fondé en titre.....	27
2.2.6. Police de l'eau.....	27
2.2.7. Déclaration ou autorisation de travaux	27
3. Etude environnementale.....	28
3.1. Milieu physique	28
3.1.1. Masse d'eau.....	28
3.1.2. Protections d'espaces naturels.....	30
3.1.3. Autres	31
3.2. Milieu biologique	31
3.2.1. Classement du cours d'eau	31
3.2.2. Inventaire frayères	32
3.3. Milieu humain	32
3.3.1. Usages.....	32
3.3.2. Protections du patrimoine.....	33
3.3.3. Enjeux.....	34
3.3.4. Socio-économie et sécurité	34
3.4. Mesures correctrices et compensatoires	35
3.5. Analyses ultérieures à prévoir	35
4. Etude technique	36

4.1.	L'hydrologie.....	36
4.1.1.	Présentation du cours d'eau.....	36
4.1.2.	Détermination de la station hydrométrique de référence	37
4.1.3.	Reconstitution hydrologique au droit du site	38
4.1.4.	Caractéristiques hydrologiques	40
4.1.5.	Chronique prospective	42
4.2.	La chute	43
4.2.1.	Chute brute	43
4.2.2.	Evolution du niveau d'eau à l'amont.....	43
4.2.3.	Evolution du niveau d'eau à l'aval	43
4.2.4.	Loi de chute en fonction du débit.....	44
4.2.5.	Pertes de charge et chute nette	45
4.3.	Débit dérivable	46
4.3.1.	Débit réservé.....	46
4.3.2.	Débit de dévalaison.....	46
4.3.3.	Débit maximum de la dérivation	47
4.3.4.	Débits dérivables journaliers classés.....	47
4.4.	Description du projet	48
4.4.1.	Scénario 1 : Réfection d'un rouet en cuve	48
4.4.2.	Scénario 1 bis : Rouet sans réparation de la brèche	54
4.4.3.	Scénario 2 : Turbine hélice à distributeur mobile en chambre d'eau.....	55
4.4.4.	Scénario 3 : Turbine Kaplan SR inclinée sous bêche	58
4.4.5.	Réfection du seuil.....	61
4.4.6.	Canaux et vannages	62
4.4.7.	Montaison piscicole	62
4.4.8.	Dévalaison piscicole.....	63
4.4.9.	Raccordement au réseau électrique.....	64
5.	Etude économique et financière	65
5.1.	Valorisation de l'électricité	65
5.1.1.	H16 Obligation d'achat.....	65
5.1.2.	H16 Complément de rémunération.....	65
5.1.3.	Autoconsommation collective	66
5.2.	Coûts d'investissement	69
5.2.1.	Investissement d'entretien normal indépendant du projet hydroélectrique.....	69
5.2.2.	Investissement spécifique au projet hydroélectrique	69
5.2.3.	Investissement lié à la continuité écologique (montaison et dévalaison piscicoles)	71
5.3.	Coûts de fonctionnement.....	72
5.4.	Dépenses de gros entretien et renouvellement	74
5.5.	Calcul du temps de retour	74

6.	Définition d'un programme	77
7.	Synthèse	78
8.	Conclusion	79
9.	Annexes	80
10.	Références	81

TABLE DES FIGURES

Figure 1 Situation du site à l'échelle régionale (source : Géoportail).....	10
Figure 2 Situation du site à l'échelle locale	11
Figure 3 Localisation du moulin sur fond de carte 1/25000	12
Figure 4 Illustration du seuil et de la brèche – vue vers l'amont	13
Figure 5 Illustration du seuil et du bâtiment-moulin – vue vers l'aval.....	14
Figure 6 Illustration de l'entrée d'eau du moulin.....	14
Figure 7 Illustration de la salle des meules	15
Figure 8 Illustration d'un rouet en métal.....	15
Figure 9 Illustration de la sortie d'eau	16
Figure 10 Illustration du canal de restitution	16
Figure 11 Illustration du point de restitution	17
Figure 12 Localisation des ouvrages hydrauliques sur orthophotographie.....	17
Figure 13 Relevés de l'altitude des ouvrages hydrauliques	18
Figure 14 Extrait de plan cadastral – Commune d'Espagnac-Sainte-Eulalie, section ZB feuille 1 (source : DGFIP)	19
Figure 15 Extrait du zonage du PPRI du Bassin du Lot moyen – Célé aval centré sur la zone d'étude	21
Figure 16 Qualité écologique du cours d'eau à la station de mesure	29
Figure 17 Qualité chimique du cours d'eau à la station de mesure	29
Figure 18 Localisation du moulin vis-à-vis du Site Natura 2000 et des ZNIEFFs	30
Figure 19 Localisation de la gravière d'Espagnac vis-à-vis du moulin	31
Figure 20 Protections du patrimoine au droit du site d'étude	33
Figure 21 Réseau hydrographique et position de la station hydrométrique (source : Sandre)	37
Figure 22 Illustration des bassins versants de la zone d'étude et de la station hydrométrique de référence	39
Figure 23 Chronique des débits journaliers moyens	40
Figure 24 Chronique des débits annuels moyens	41
Figure 25 Chronique des débits mensuels moyens	41
Figure 26 Courbes des débits classés 1990-2022 et 2011 (année sèche).....	41
Figure 27 Courbe des débits prospectifs classés 2024-2046.....	42
Figure 28 Courbe d'évolution du niveau d'eau à l'amont en fonction du débit du Célé.....	43
Figure 29 Courbe d'évolution du niveau d'eau à l'aval en fonction du débit du Célé.....	44
Figure 30 Loi de chute en fonction du débit.....	45
Figure 31 Simulation des pertes de charges régulières pour différentes valeurs de débit dérivé	46
Figure 32 Courbe des débits dérivables classés.....	47
Figure 33 Vue en coupe du Moulin du Bazacle à Toulouse, d'après Bélidor.....	48
Figure 34 Rouet et cuve du Moulin de Batan, puissance électrique d'environ 3 kW	49
Figure 35 Installation d'une copie de rouet en acier sur son arbre (source : « blacour », Forum de la petite hydroélectricité).....	50
Figure 36 Système poulie-courroie et générateur de l'ordre de quelques kW (source : « blacour », Forum de la petite hydroélectricité)	50
Figure 37 Simulation du débit maximal d'un rouet en cuve – sans brèche.....	52
Figure 38 Courbe de rendement mécanique du rouet en cuve	53
Figure 39 Puissances électriques classées du rouet en cuve	54
Figure 40 Simulation du débit maximal d'un rouet en cuve – avec brèche.....	55
Figure 41 Courbe de rendement mécanique de la turbine hélice	56
Figure 42 Puissances électriques classées de la turbine hélice.....	57
Figure 43 Schéma de l'élargissement du passage d'eau sous le moulin	58

Figure 44 Photomontage de l'implantation de la turbine Kaplan SR inclinée sous bâche à l'aval immédiat du moulin	59
Figure 45 Courbe de rendement mécanique de la turbine Kaplan SR	60
Figure 46 Puissances électriques classées de la turbine Kaplan SR	61
Figure 47 Schéma d'implantation des dispositifs de montaison et de dévalaison piscicoles	64
Figure 48 Répartition des coûts de fonctionnement d'une centrale de basse chute	73
Figure 49 Programme du projet	77

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 Ouvrages hydrauliques et parcelles cadastrales	20
Tableau 2 Orientations et dispositions du SDAGE 2022-2027 et compatibilité du projet.....	25
Tableau 3 Etats et objectifs de la masse d'eau.....	28
Tableau 4 Obstacles à l'écoulement à proximité du site	33
Tableau 5 Calcul de la puissance hydraulique brute.....	36
Tableau 6 Caractéristiques des stations hydrométriques.....	38
Tableau 7 Détermination du coef. de Myer à partir du module de l'ONEMA- CEMAGREF/IRSTEA	39
Tableau 8 Caractéristiques hydrologiques reconstituées.....	40
Tableau 9 Altitudes connues de l'eau à l'aval en crues.....	43
Tableau 10 Hauteur de chute brute en fonction des conditions hydrologiques	45
Tableau 11 Détermination de la hauteur de chute exploitable par chaque rouet.....	51
Tableau 12 Caractéristiques techniques du rouet en cuve	52
Tableau 13 Rendements électriques du rouet en cuve	53
Tableau 14 Performances du rouet en cuve	54
Tableau 15 Caractéristiques techniques de la turbine hélice	56
Tableau 16 Rendements électriques de la turbine hélice.....	57
Tableau 17 Performances de la turbine hélice.....	57
Tableau 18 Caractéristiques de la turbine Kaplan SR.....	59
Tableau 19 Rendements électriques de la turbine Kaplan SR	60
Tableau 20 Performances de la turbine Kaplan SR	61
Tableau 21 Tarifs H16 Obligation d'achat.....	65
Tableau 22 Performances économiques des scénarios – Contrat H16 OA.....	65
Tableau 23 Tarifs H16 Complément de rémunération	66
Tableau 24 Performances économiques des scénarios – Contrat H16 CR.....	66
Tableau 25 Hypothèses tarifaires autoconsommation collective	67
Tableau 26 Performances économiques des scénarios – Autoconsommation	67
Tableau 27 Décomposition de l'investissement spécifique au projet hydroélectrique	70
Tableau 28 Décomposition de l'investissement lié à la continuité écologique	72
Tableau 29 Coûts de fonctionnement des différents scénarios	74
Tableau 30 Dépenses de GER des différents scénarios.....	74
Tableau 31 Calcul du temps de retour sur investissement des différents scénarios	75
Tableau 32 Synthèse des aspects analysés.....	78

CONTEXTE DE L'ETUDE

Cette étude s'inscrit dans le cadre d'un projet coopératif et citoyen porté par l'association Le Réveil des Moulins du Quercy, dont l'objectif est la production d'hydroélectricité via la remise en exploitation de moulins à eau sur le territoire du Quercy (Lot et Tarn-et-Garonne). Ce projet est lauréat de l'appel à projet « Energies renouvelables, coopératives et citoyennes » (ENRCC) édition 2018 de la Région Occitanie et de l'ADEME.

L'objectif de cette étude est d'étudier la faisabilité administrative, environnementale, technique et économique de remise en exploitation du Moulin de Sainte-Eulalie sur le Célé à Espagnac-Sainte-Eulalie (46) sur la base du cahier des charges établi par l'ADEME : « Faisabilité de petites centrales hydroélectriques ».

1. PRESENTATION DU SITE

1.1. Localisation

Le Moulin de Sainte-Eulalie se situe sur la commune d’Espagnac-Sainte-Eulalie, dans le département du Lot (46), comme représenté sur la carte ci-après.



Figure 1 Situation du site à l'échelle régionale (source : Géoportail)

Le site est installé en dérivation du cours d'eau Le Célé, au lieu-dit Sainte-Eulalie, à 250 m en amont du pont enjambant le Célé et reliant le hameau de Sainte-Eulalie au hameau de Rian, comme présenté sur les figures ci-dessous.

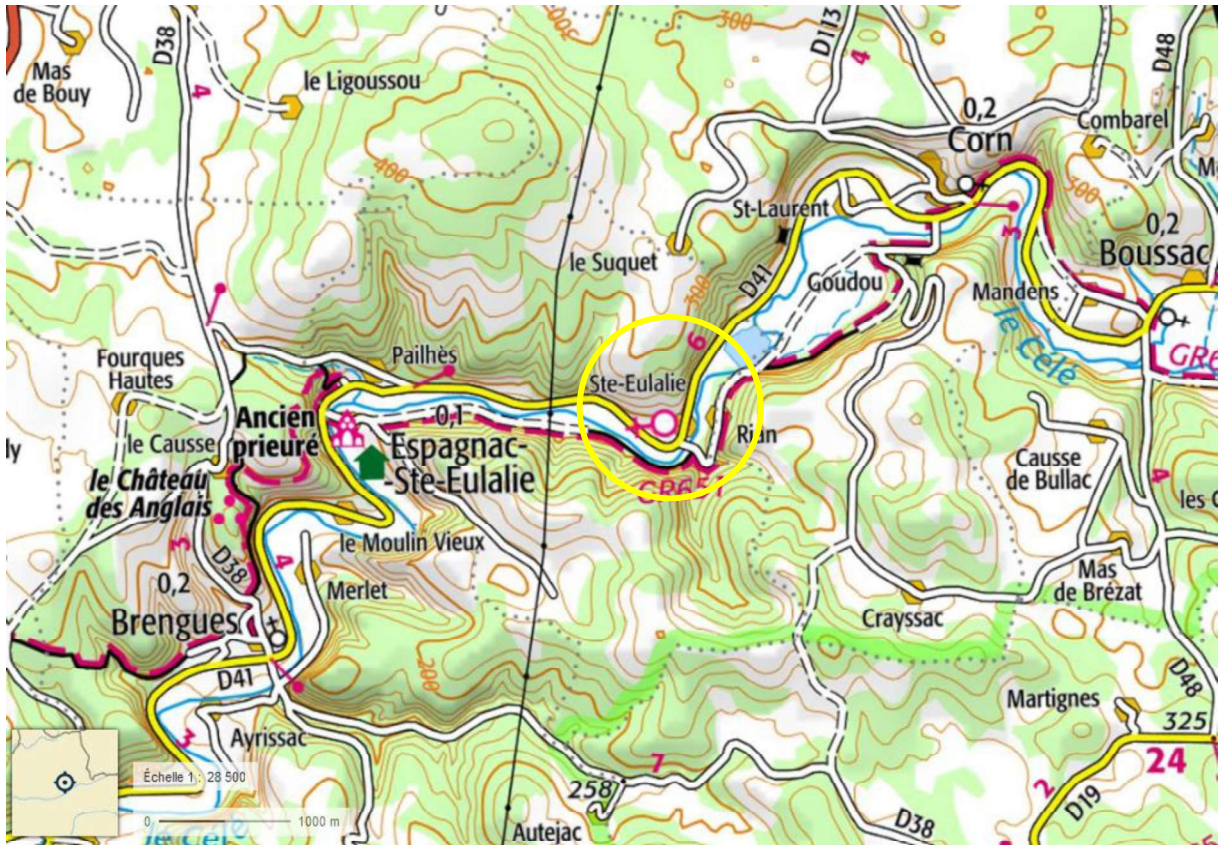


Figure 2 Situation du site à l'échelle locale

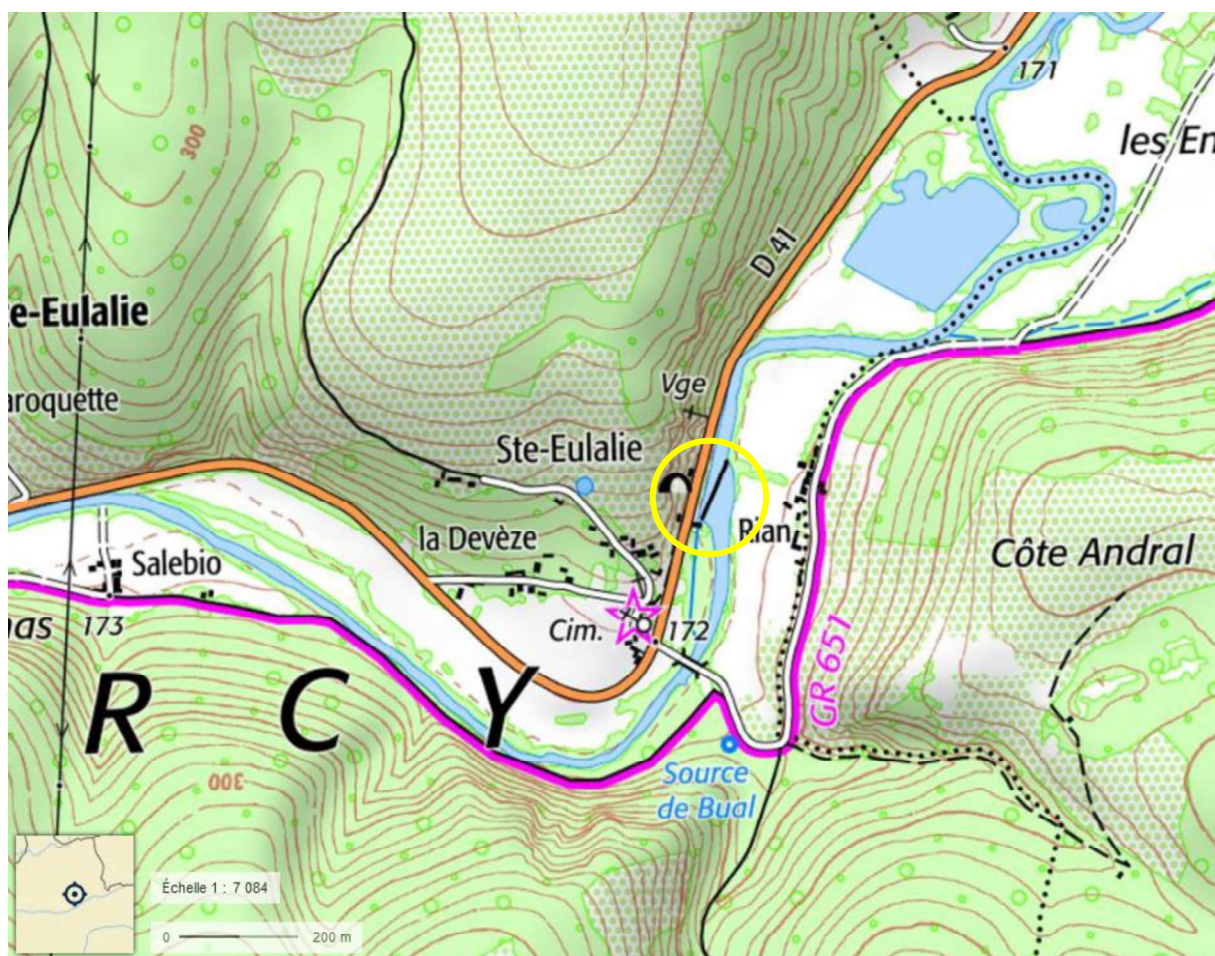


Figure 3 Localisation du moulin sur fond de carte 1/25000

1.2. Historique

Les extraits suivants sont issus de la page dédiée au Moulin de Sainte-Eulalie sur le site internet de l'Association de Sauvegarde des Moulins du Quercy² (ASMQ).

« Sous l'Ancien Régime le moulin avait appartenu au prieuré construit à l'époque médiévale, sa présence étant attestée par un bail de 1363 renouvelé en 1497.

*Au cours du 18ème siècle il fut profondément restauré et modifié, de même que la bâtisse dans laquelle il est incorporé. Le moulin apparaît alors sur la carte de Cassini, issue de relevés effectués entre 1766 et 1768.
[...]*

En 1852 selon l'ouvrage « Le Lot vers 1850 », le moulin de Sainte-Eulalie était « perdu et délabré » et fut sauvé par son rachat par le propriétaire du moulin d'Espagnac.

Le moulin fonctionnera jusqu'au début des années 1950, produisant même de l'électricité

Au début du 21ème siècle le moulin connaît ses plus grosses difficultés : une brèche apparue lors de crues en 2004-2005, et accentuée en 2008-2009, ainsi que l'évolution de la législation, impose des travaux exorbitants

pour la famille Coste. L'association des moulins du Quercy accompagna la famille durant ces années, mais hélas les derniers Coste vinrent à devoir se séparer du bien familial en 2022. »

Le propriétaire actuel du moulin est M. Philip Bergel, membre de l'ASMQ et partie-prenante du projet.

1.3. Ouvrages hydrauliques

L'ensemble des ouvrages hydrauliques du site a fait l'objet d'une visite technique le 06/06/2023.

Le site est constitué, d'amont en aval, des ouvrages suivants :

- un seuil maçonné d'élévation et de dérivation de l'eau du Célé, d'une longueur d'environ 105 m, implanté de biais par rapport à l'axe du cours d'eau. Ce seuil présente une brèche en son milieu ;



Figure 4 Illustration du seuil et de la brèche – vue vers l'amont



Figure 5 Illustration du seuil et du bâtiment-moulin – vue vers l'aval

- une vanne de décharge, à l'extrémité rive droite du seuil, de largeur 1 m ;
- un bâtiment-moulin comportant 1 entrée d'eau voutée, de largeur à la base 4,91 m ;



Figure 6 Illustration de l'entrée d'eau du moulin

- une salle des meules comprenant 4 coursiers équipés de vannes ouvrières à l'amont, acheminant l'eau à 4 cuves de diamètre 1,0 m environ, contenant d'anciens rouets en bois ou en métal, surmontés de 3 paires de meules. Un rouet semblait actionner d'autres outils, notamment une scie ;



Figure 7 Illustration de la salle des meules



Figure 8 Illustration d'un rouet en métal

- une sortie d'eau voutée en aval du moulin ;



Figure 9 Illustration de la sortie d'eau

- un canal de restitution, de longueur 200 m environ, de largeur 3 m en moyenne. Sa section originale est rectangulaire ;



Figure 10 Illustration du canal de restitution

- un point de restitution de l'eau à la rivière ;



Figure 11 Illustration du point de restitution

Ces ouvrages sont localisés sur la figure suivante.

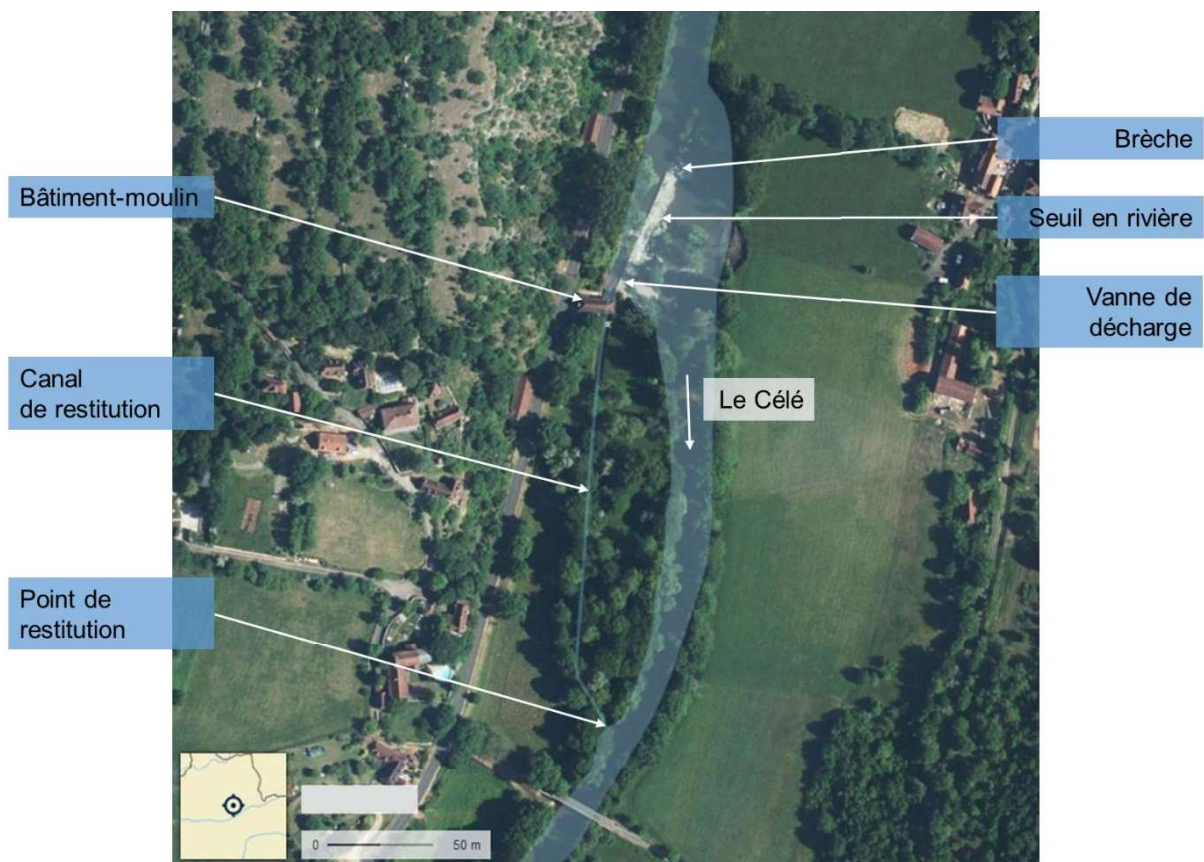


Figure 12 Localisation des ouvrages hydrauliques sur orthophotographie

Les altitudes des ouvrages ont été mesurées via un altimètre électronique à niveau de liquide (précision +/- 2 mm) et rattachées au système NGF IGN 1969 via le repère de nivellement matricule K'.B.O3-91 dont l'altitude est 168,102 m NGF. La figure suivante présente les relevés d'altitudes.

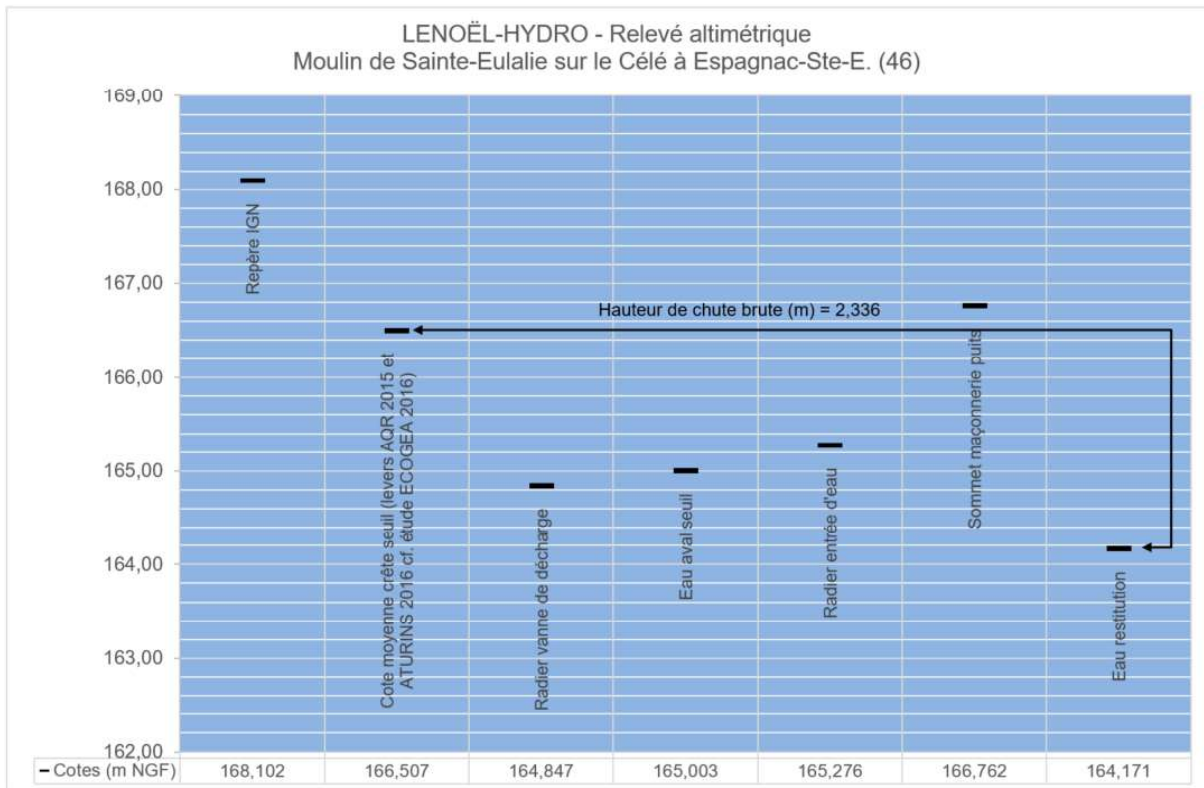


Figure 13 Relevés de l'altitude des ouvrages hydrauliques

Les ouvrages hydrauliques du site s'inscrivent sur les parcelles cadastrales tel que présenté dans le tableau ci-dessous.

Ouvrage hydraulique	Parcelle
Seuil	Non-cadastré
Bâtiment-moulin	ZB 051
Canal de restitution	ZB 053

Tableau 1 Ouvrages hydrauliques et parcelles cadastrales

On constate que l'ensemble des ouvrages hydrauliques du site s'inscrivent sur des parcelles propriété de M. Bergel. En ce qui concerne le seuil non-cadastré, l'article 546 du Code civil⁴ stipule que :

« La propriété d'une chose soit mobilière, soit immobilière, donne droit sur tout ce qu'elle produit, et sur ce qui s'y unit accessoirement soit naturellement, soit artificiellement. Ce droit s'appelle "droit d'accession" ».

Ainsi, il s'avère que la propriété du seuil est bien rattachée à la propriété du site hydraulique.

En ce qui concerne l'accès aux ouvrages, la parcelle en rive gauche du canal de restitution, et l'île à l'aval immédiat du seuil font partie de la propriété du moulin, assurant notamment l'accès à la rive gauche du canal de restitution sans restriction.

La parcelle rive droite du canal de restitution ne fait pas partie de la propriété. A ce titre, il existe une présomption « de fait » de propriété des francs-bords (bandes latérales qui permettent d'en assurer la surveillance et l'entretien) en rive droite du canal, sous réserve de preuve du contraire (titre, état des lieux ou prescription)⁵. Le propriétaire du moulin a par ailleurs indiqué l'existence d'une servitude sur la parcelle rive droite dans l'acte notarié de vente.

L'existence d'une éventuelle servitude en rive gauche du seuil, pour l'entretien de celui-ci, reste à vérifier. A noter qu'à cet endroit, le seuil s'implante sur une parcelle non-cadastrée portant la mention « Chemin d'exploitation n°9 dit du Pont ».

Enfin, on constate que le Célé n'est pas cadastré. Le cours d'eau étant non-domanial, les berges et le fond du cours d'eau jusqu'au milieu de celui-ci sont la propriété des riverains directs.

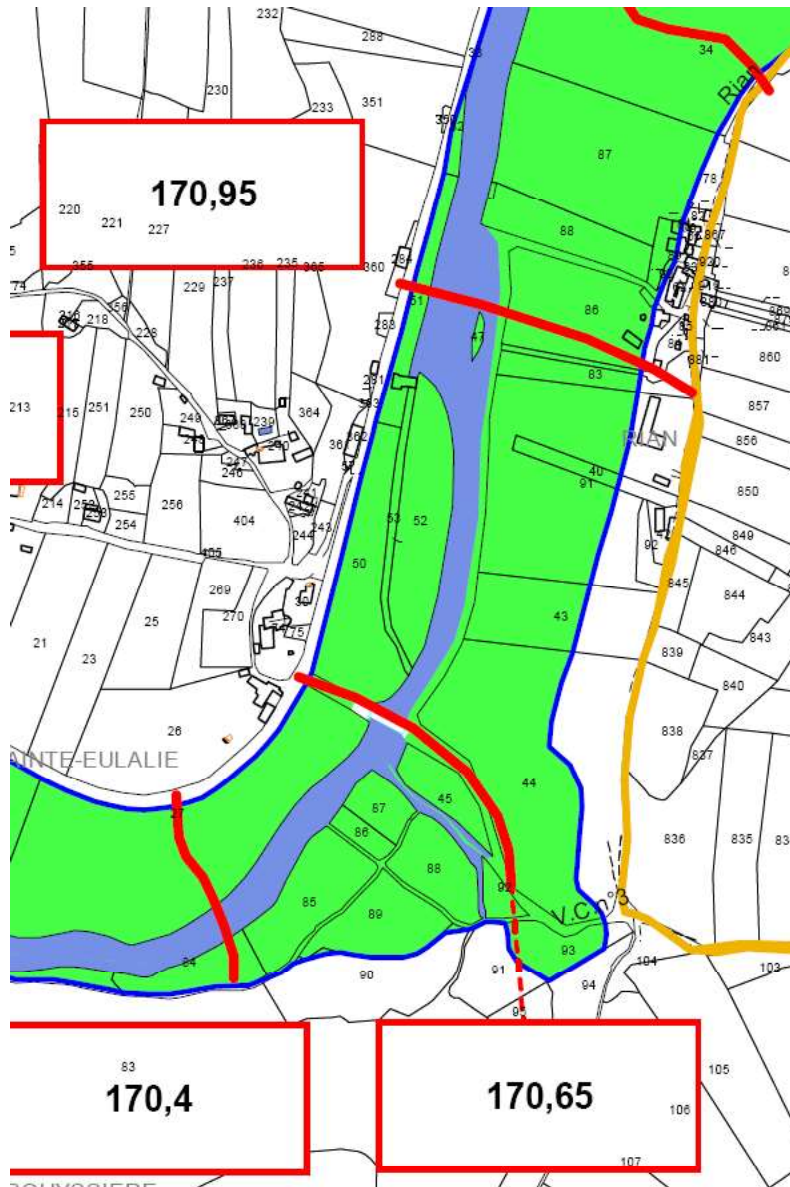
2.1.2. Urbanisme

La commune d'Espagnac-Sainte-Eulalie est sous le régime du Règlement National d'Urbanisme (RNU). Aucun zonage spécifique n'existe donc sur la commune.

2.1.3. Risques naturels

Risque inondations

Le site se situe dans le périmètre du Plan de prévention des risques d'inondation (PPRI) du Bassin du Lot moyen – Célé aval, version du 07/04/2010⁶. Un extrait du zonage réglementaire de la commune d'Espagnac-Sainte-Eulalie est présenté ci-après.



Légende :

-  Limites des communes
-  Limite des Plus Hautes Eaux Connues
-  Lit ordinaire
-  Zone verte V1 aléa fort
-  Cote de plancher (NGF)

Figure 15 Extrait du zonage du PPRI du Bassin du Lot moyen – Célé aval centré sur la zone d'étude

On observe que l'ensemble du site est en zone Verte aléa fort. Le Règlement du PPRI indique pour cette zone :

« La zone verte est une zone réservée à l'expansion des crues qu'il s'agisse des zones d'aléa fort (V1) ou d'aléa faible (V2). Elle est en général très peu urbanisée, l'activité agricole y est dominante. »

[...]

Pour les constructions, installation et ouvrages existants, [sont interdites] toutes adaptations, changements de destination, réfection, modifications ou extensions :

- qui risquent de gêner l'écoulement de la crue, notamment remblais, murs ou clôtures pouvant constituer un obstacle à l'écoulement des eaux, extension d'emprise des constructions ; [...]*
- Qui augmentent le risque de création d'embâcles en cas de crue, notamment stockage de matériaux pouvant être entraînés par la crue... »*

Sont soumises à des conditions particulières :

- Les constructions et installations [nouvelles] directement liées à l'utilisation du cours d'eau après vérification qu'elles n'aggravent pas le risque de façon significative par rapport à l'ensemble de la zone, notamment : prises d'eau, passes, écluses, quais, pontons, micro centrales, constructions ou installation liées à la navigation et aux loisirs nautiques...*

- [...]

Par ailleurs, le règlement indique, à propos des ouvrages en rivière :

« Les conséquences d'un défaut d'entretien des ouvrages, et de leurs débouchés hydrauliques, peuvent conduire, par la présence d'embâcles, à l'exhaussement des eaux en amont de l'aménagement, et à une modification locale de la zone inondable.

Des embâcles peuvent modifier la propagation de l'onde de crue et conduire jusqu'à la ruine complète de certains ouvrages.

L'entretien courant, ainsi que les opérations (ex : enlèvement des embâcles) devant garantir la pérennité d'un ouvrage et le maintien de son débouché, sont à la charge du maître d'ouvrage et sous sa responsabilité.

L'évacuation des matériaux résultant de l'entretien des ouvrages (terre, gravats, végétaux, bois mort, souche, etc...) pour assurer un débouché hydraulique nominal, s'effectuera par voie terrestre (route, voies ferrées).

Le service déconcentré de l'Etat, en charge de la police des eaux, sera amené à veiller à la bonne conduite de ces travaux d'entretien et à dresser procès-verbal en cas de non respect des règles de gestion édictées par le présent plan de prévention des risques naturels prévisibles. »

2.1.4. Droits d'eau et réglementations antérieures

L'ASMQ a mené des recherches aux archives départementales du Lot. Aucun droit d'eau ou règlement d'eau concernant le Moulin de Sainte-Eulalie n'a été retrouvé.

Le propriétaire actuel ne possède pas de documents d'archives privées.

Le moulin apparait sur 3 Etats statistiques dressés par l'Administration dans les années 1920. Le « *débit annuel moyen dérivé* » inscrit y est égal 2,4 m³/s, la « *hauteur de chute* » inscrite y est égale à 1,60 m, et la puissance inscrite y est égale à 37 kW.

Enfin, à noter un courrier de la DDT du Lot, daté du 25/01/2023 et adressé aux précédents propriétaires du moulin, reconnaissant l'existence légale du moulin, et indiquant que la consistance légale reste à vérifier.

2.2. Démarches administratives

2.2.1. SDAGE Adour-Garonne

Le Schéma directeur d'aménagement et de gestion de l'eau (SDAGE) Adour-Garonne en vigueur est le SDAGE 2022-2027, adopté par le comité de bassin le 10/03/2022⁷.

Le tableau ci-après présente les orientations et dispositions du SDAGE 2022-2027 qui concernent particulièrement les projets hydroélectriques, ainsi que les conditions pour que le projet étudié soit compatible avec ces dispositions.

Orientation	Disposition	Compatibilité
B Réduire les pollutions	B31 Maintenir et restaurer la qualité des eaux de baignade, dans un cadre concerté à l'échelle des bassins versants	Evitement des rejets de produits dans l'eau. Utilisation de produits biodégradables (huiles, graisses, etc.)
C Agir pour assurer l'équilibre quantitatif	C26 Gérer la crise	Règlement d'eau du site à adapter aux situations de crise hydrique
D Préserver et restaurer les fonctionnalités des milieux aquatiques et humides	D1 Favoriser l'atteinte du meilleur équilibre entre les enjeux de préservation des milieux aquatiques et de production hydroélectrique	Equipement d'un ouvrage existant Pas de création de nouveau seuil
	D5 Analyser les régimes hydrologiques à l'échelle du bassin et adapter les règlements d'eau	Règlement d'eau du site à adapter aux régimes hydrologiques
	D7 Fixation, réévaluation et ajustement du débit réservé en aval des ouvrages	Débit réservé à (ré)évaluer en fonction des besoins du milieu
	D9 Améliorer la gestion des matériaux stockés dans les retenues pour favoriser le transport naturel des sédiments des cours d'eau	Besoins en transit sédimentaire au niveau de la retenue à étudier et règlement d'eau à adapter le cas échéant
	D23 Mettre en œuvre les mesures nécessaires à la restauration de la continuité écologique	Dispositifs spécifiques à mettre en œuvre en fonction des besoins (montaison, dévalaison, etc.) et selon les obligations réglementaires
	D30 Préserver les milieux aquatiques et humides à forts enjeux environnementaux	Séquence Eviter-Réduire-Compenser (ERC) à mener sur les impacts éventuels sur les milieux aquatiques
		D45

	Préserver les espèces des milieux aquatiques et humides remarquables menacées et quasi-menacées de disparition du bassin	menacées doivent être identifiés et préservés le cas échéant
--	--	--

Tableau 2 Orientations et dispositions du SDAGE 2022-2027 et compatibilité du projet

A noter qu'au sens du SDAGE 2022-2027, le Célé au droit du site, masse d'eau FRFR663 « Le Célé du confluent du Drauzou au confluent du Lot » :

- est considéré comme réservoir biologique ;
- n'est pas considéré en très bon état écologique ;
- n'est pas considéré comme un axe à grands migrateurs amphihalins.

2.2.2. SAGE/Contrat de milieu

La zone d'étude s'inscrit :

- dans le périmètre de l'Etablissement public territorial de bassin (EPTB) Lot : Syndicat mixte du bassin du Lot⁸ ;
- dans le périmètre du Syndicat mixte de bassin Célé-Lot médian (SMCLM)⁹ ;
- dans le périmètre du Schéma d'aménagement et de gestion de l'eau (SAGE) Célé¹⁰. Ce schéma est porté par le SMCLM. Il a été en œuvre de 2012 à 2022, et est actuellement en cours de révision ;
- dans le périmètre du Contrat de rivière Célé 2022-2024¹¹.

A noter que dans le contrat de rivière :

- le volet B4 « *Valorisation des milieux aquatiques et des loisirs de pleine nature* », ne mentionne pas la valorisation économique et énergétique via la production d'hydroélectricité.
- l'action prioritaire B11 « *Préserver, restaurer et entretenir les cours d'eau* », avec notamment l'item n°2 « *Restaurer la continuité écologique* », mentionne la poursuite des travaux de restauration de la continuité piscicole et sédimentaire.

Dans ce cadre, le seuil du Moulin de Sainte-Eulalie faisait partie d'une opération coordonnée mise en place par le SMCLM, s'étant terminée en décembre 2022. Une étude de franchissabilité a été menée par le bureau d'étude ECOGEA¹², comprenant plusieurs scénarios d'établissement d'une continuité écologique. Il n'a pas été donné de suite à cette étude.

La zone d'étude :

- ne s'inscrit pas dans le périmètre d'un établissement public d'aménagement et de gestions des eaux (EPAGE)¹³ ;

2.2.3. Code de l'énergie

Les installations hydroélectriques sont soumises aux dispositions du Livre V du Code de l'énergie.

Notamment, l'article L511-1 du Code de l'énergie¹⁴ stipule que :

« *Nul ne peut disposer de l'énergie des marées, des lacs et des cours d'eau, quel que soit leur classement, sans une concession ou une autorisation de l'Etat.* »

Toutefois, l'article L511-4 du même code¹⁵ précise :

« Ne sont pas soumises aux dispositions du présent livre : 1° Les usines ayant une existence légale ; [...] »

2.2.4. Code de l'environnement

Les installations hydroélectriques sont soumises aux dispositions du Chapitre IV du Titre Ier du Livre II du Code de l'environnement.

Notamment, l'article L214-3¹⁶ stipule que :

« I.-Sont soumis à autorisation de l'autorité administrative les installations, ouvrages, travaux et activités susceptibles de présenter des dangers pour la santé et la sécurité publique, de nuire au libre écoulement des eaux, de réduire la ressource en eau, d'accroître notablement le risque d'inondation, de porter gravement atteinte à la qualité ou à la diversité du milieu aquatique, notamment aux peuplements piscicoles. [...] II.-Sont soumis à déclaration les installations, ouvrages, travaux et activités qui, n'étant pas susceptibles de présenter de tels dangers, doivent néanmoins respecter les prescriptions édictées en application des [articles L. 211-2 et L. 211-3](#).

Toutefois, l'article L214-6 du même code¹⁷ précise :

« II.-Les installations, ouvrages et activités déclarés ou autorisés en application d'une législation ou réglementation relative à l'eau antérieure au 4 janvier 1992 sont réputés déclarés ou autorisés en application des dispositions de la présente section. Il en est de même des installations et ouvrages fondés en titre. »

L'article R214-18-1¹⁸ ajoute :

« I. – Le confortement, la remise en eau ou la remise en exploitation d'installations ou d'ouvrages existants fondés en titre ou autorisés avant le 16 octobre 1919 pour une puissance hydroélectrique inférieure à 150 kW sont portés, avant leur réalisation, à la connaissance du préfet avec tous les éléments d'appréciation.

II. – Le préfet, au vu de ces éléments d'appréciation, peut prendre une ou plusieurs des dispositions suivantes :

1° Reconnaître le droit fondé en titre attaché à l'installation ou à l'ouvrage et sa consistance légale ou en reconnaître le caractère autorisé avant 1919 pour une puissance inférieure à 150 kW ;

2° Constater la perte du droit liée à la ruine ou au changement d'affectation de l'ouvrage ou de l'installation ou constater l'absence d'autorisation avant 1919 et fixer, s'il y a lieu, les prescriptions de remise en état du site ;

3° Modifier ou abroger le droit fondé en titre ou l'autorisation en application des dispositions du II ou du II bis de l'article L. 214-4 ;

4° Fixer, s'il y a lieu, des prescriptions complémentaires dans les formes prévues à l'article R. 181-45. »

2.2.5. Reconnaissance du droit d'eau fondé en titre

Dans le cadre de cette étude, le Moulin de Sainte-Eulalie fait l'objet d'une Note technique de détermination de droit fondé en titre, fournie en Annexes.

Cette note démontre l'existence légale du site hydraulique, et argumente la consistance légale sur la base des valeurs suivantes :

- Hauteur de chute brute : 2,34 m ;
- Débit maximal de dérivation : 9,088 m³/s ;
- Puissance maximale brute (consistance légale) : 208,6 kW.

Il est à noter que conformément à l'article R214-18-1 du Code de l'environnement (cf. supra), il appartient au préfet de reconnaître le droit d'eau fondé en titre (existence et consistance légales) et qu'à cette occasion, il peut fixer des prescriptions complémentaires.

2.2.6. Police de l'eau

Les droits d'eau fondés en titre restent soumis à la Police de l'eau, et notamment aux dispositions suivantes du Code de l'environnement :

- Art. L214-4¹⁹ : ils peuvent être abrogés ou modifiés, sans indemnité, pour des motifs de salubrité publique, de sécurité publique, de préservation des milieux aquatiques ou si les ouvrages sont abandonnés ou non-entretenus ;
- Art. L214-17 (cf. supra) : les obligations de conformité vis-à-vis de la continuité écologique (circulation des poissons migrateurs et transport des sédiments) s'appliquent aux ouvrages fondés en titre ;
- Art. L214-18²⁰ : obligations de maintenir à l'aval immédiat des ouvrages un débit minimal garantissant en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces vivant dans les eaux (voir plus bas).

L'autorité administrative compétente est la préfecture du Lot, via le service de Police de l'eau de la DDT 46²¹.

2.2.7. Déclaration ou autorisation de travaux

Dans le cadre de la remise en exploitation du site hydraulique, les travaux nécessaires pourront faire l'objet d'une déclaration ou d'une autorisation au titre de l'article R214-1 du Code de l'environnement²², notamment vis-à-vis des rubriques suivantes :

- 3.1.2.0. : installations, ouvrages, travaux ou activités conduisant à modifier le profil en long ou le profil en travers du lit mineur d'un cours d'eau ;
- 3.1.4.0. : consolidation ou protection des berges ;
- 3.1.5.0. : installations, ouvrages, travaux ou activités, dans le lit mineur d'un cours d'eau, étant de nature à détruire les frayères, les zones de croissance ou les zones d'alimentation de la faune piscicole, des crustacés et des batraciens, ou dans le lit majeur d'un cours d'eau, étant de nature à détruire les frayères de brochet ;
- 3.2.1.0. : entretien de cours d'eau ou de canaux.

Enfin, s'il était avéré que des espèces protégées devaient être détruites, une demande de dérogation pour la destruction d'espèces protégées devra également être sollicitée.

3. ETUDE ENVIRONNEMENTALE

3.1. Milieu physique

3.1.1. Masse d'eau

Le tableau ci-après présente les états écologique et chimique de la masse d'eau FRFR663 : « Le Célé du confluent du Drauzou au confluent du Lot »²³ ainsi que les objectifs inscrits dans le SDAGE 2022-2027.

	Etat actuel	Objectif SDAGE 2022-2027	Eléments et/ou paramètres déclassants
Etat écologique	Médiocre	Bon état 2027	Indice diatomées, température
Etat chimique	Mauvais	Bon état 2039	Sulfonate de perfluorooctane

Tableau 3 Etats et objectifs de la masse d'eau

Les principales pressions recensées dans le cadre de l'évaluation du SDAGE 2022-2027 sont les suivantes :

- Altération de l'hydrologie (pression modérée).

A noter que la pression liée à l'altération de la continuité est considérée comme « minime ».

La station de mesure de la qualité écologique la plus proche du site d'étude est la station « Le Célé à Sainte Eulalie (05090170) »²⁴ située à 3,4 km en aval du Moulin de Sainte-Eulalie.

Les détails de la qualité écologique à la station pour la dernière année disponible (2018) sont donnés sur la figure suivante.

Physico chimie	Très bon
Oxygène	Très bon
Carbone Organique	Inconnu
Demande Biochimique en oxygène en 5 jours (D.B.O.5)	Inconnu
Oxygène dissous	Très bon
Taux de saturation en oxygène	Très bon
Nutriments	Inconnu
Ammonium	Inconnu
Nitrites	Inconnu
Nitrates	Inconnu
Phosphore total	Inconnu
Orthophosphates	Inconnu
Acidification	Très bon
Potentiel min en Hydrogène (pH)	Très bon
Potentiel max en Hydrogène (pH)	Très bon
Température de l'Eau	Inconnu
Biologie	Inconnu
Polluants spécifiques	Inconnu

Figure 16 Qualité écologique du cours d'eau à la station de mesure

La station de mesure de la qualité chimique la plus proche du site d'étude est la station « Le Célé à Cabrerets (05090000) »²⁵ située plusieurs dizaines de kilomètres en aval du Moulin de Sainte-Eulalie.

Les détails de la qualité écologique à la station pour la dernière année disponible (2022) sont donnés sur la figure suivante.

Chimie					
Mauvais					
L'année retenue pour qualifier l'état chimique est la plus récente pour laquelle on dispose d'au moins 4 opérations de contrôle, dans la période de trois ans.					
Substance(s) déclassante(s) Sulfonate de perfluorooctane					
Nombre de paramètres en...	Familles de paramètres				Station
	Métaux lourds	Pesticides	Polluants industriels	Autres polluants	
Bon état	4/4	17/20	14/16	10/14	45/54
Etat inconnu	-	3/20	1/16	4/14	8/54
Mauvais état	-	-	1/16	-	1/54
Paramètres responsables du mauvais état	Sulfonate de perfluorooctane				Sulfonate de perfluorooctane
Etat agrégé	Bon	Bon	Mauvais	Bon	Mauvais

Figure 17 Qualité chimique du cours d'eau à la station de mesure

L'état chimique est « Mauvais » à la station de mesure, en raison de la présence de Sulfonate de perfluorooctane, un composé organofluoré synthétique, perturbateur endocrinien et polluant organique persistant.

A noter que 4 pesticides sont très régulièrement détectés (fréquence de quantification supérieure ou égale à 50%) à cette station :

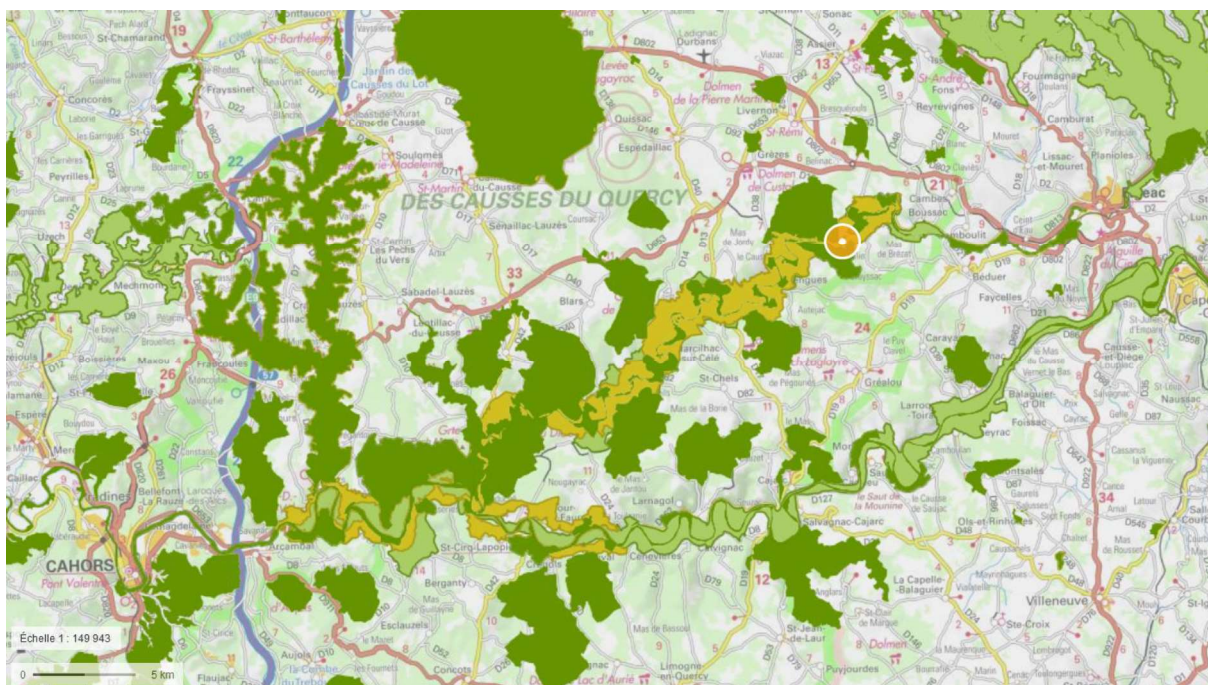
- L'atrazine déséthyl (métabolite de l'atrazine, herbicide), détecté dans 100% des prélèvements ;
- Le métolachlor ESA (métabolite du métolachlore, herbicide) ;
- Le métolachlor OXA (métabolite du métolachlore, herbicide) ;
- L'AMPA (DCE-éco) (métabolite du glyphosate, herbicide).

3.1.2. Protections d'espaces naturels

Le moulin s'inscrit dans les espaces protégés ou inventoriés suivants :

- Site Natura 2000 Directive habitats, faune flore : « Basse vallée du Célé » (FR7300913)²⁶.
La description du site indique : « *les milieux aquatiques du Célé renforcent cet intérêt patrimonial par les nombreuses espèces d'intérêt communautaire qu'ils accueillent (dont 3 espèces de poissons et 3 espèces de libellules)* ». Les 3 espèces de poissons sont la Lamproie de Planer, le Chabot commun et le Toxostome ;
- Parc naturel régional des Causses du Quercy²⁷ ;
- Géoparc mondial UNESCO des Causses du Quercy²⁸ ;
- ZNIEFF de type I : Rivière Célé (n°730010322)²⁹ ;
- ZNIEFF de type II : Basse vallée du Célé (n°730003005)³⁰.

La figure ci-dessous présente la localisation du site vis-à-vis du Site Natura 2000 et des ZNIEFFs.



Légende :

- Zones naturelles d'intérêt écologique faunistique et floristique (ZNIEFF) type I
- ZNIEFF type I, première génération
- Sites NATURA 2000 (Directive Habitats)
- Site d'importance communautaire (SIC)
- Zones naturelles d'intérêt écologique faunistique et floristique (ZNIEFF) type II
- ZNIEFF type II, première génération

Figure 18 Localisation du moulin vis-à-vis du Site Natura 2000 et des ZNIEFFs

Le site ne s'inscrit dans aucune autre zone de protection d'espaces naturels (parc national, réserve naturelle, arrêté de protection du biotope, etc.).

3.1.3. Autres

Il est à noter la présence d'une ancienne gravière à 600 ml en amont du seuil du moulin, exploitée pour son argile et ses alluvions entre 1960 et 1995, aujourd'hui transformée en annexe alluviale et zone humide.

Cette zone connaît des difficultés de connexion avec la rivière Célé, qui semblent avoir été aggravées depuis l'apparition de la brèche dans le seuil du Moulin de Sainte-Eulalie.

La figure ci-dessous localise la gravière vis-à-vis du moulin.

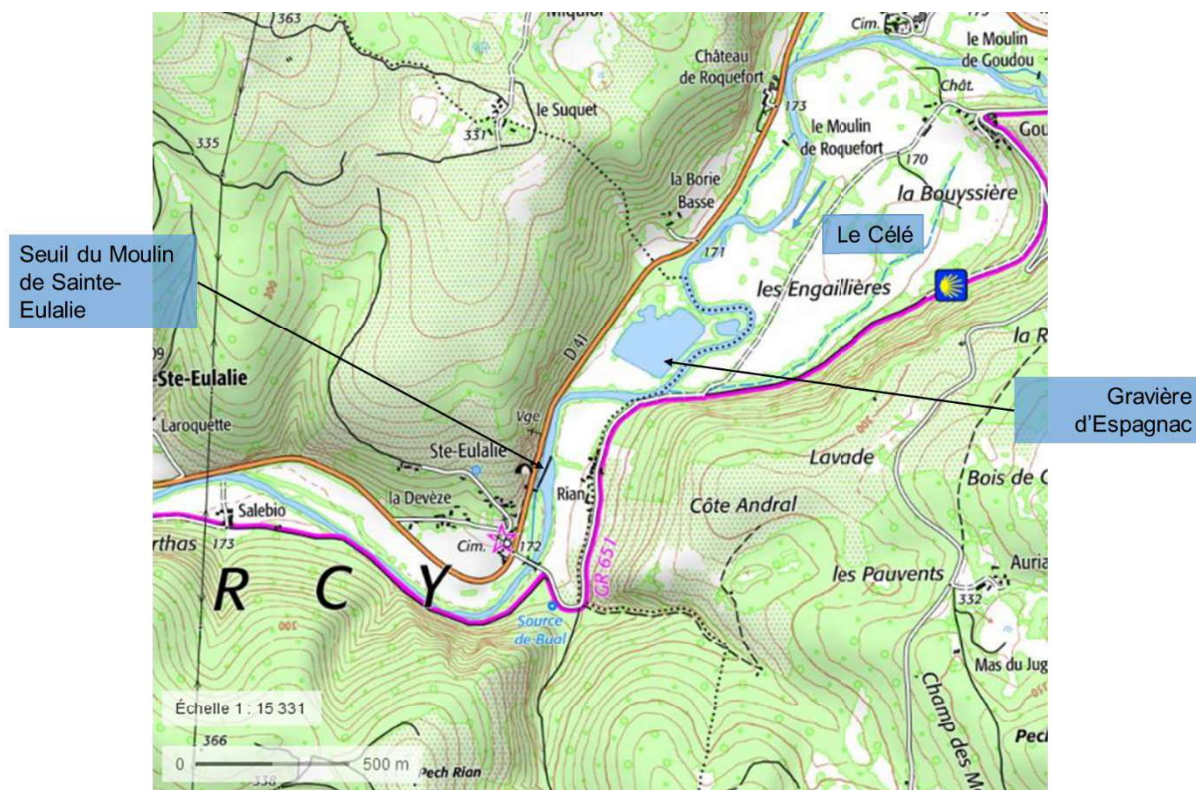


Figure 19 Localisation de la gravière d'Espagnac vis-à-vis du moulin

3.2. Milieu biologique

3.2.1. Classement du cours d'eau

La Loi sur l'eau et les milieux aquatiques (LEMA) de 2006³¹ a introduit, dans l'article L214-17 du Code de l'environnement³², deux listes de cours d'eau :

- la liste 1, sur lesquels « *aucun nouvel ouvrage faisant obstacle à la continuité écologique ne peut être construit* » ;
- la liste 2, sur lesquels les ouvrages existants doivent être « *gérés, entretenus et équipés* » afin de permettre la « *libre circulation des poissons* » et le « *transit suffisant des sédiments* ».

Les listes 1 et 2 ont été arrêtées par le préfet coordonnateur du bassin Adour-Garonne le 7 octobre 2013³³.

Le Célé au droit du site d'étude est classé :

- liste 1 (FR0500360 Le Célé en aval de sa confluence avec le Drauzou). A ce titre :
 - il est considéré comme réservoir biologique (Le Célé du confluent du Drauzou au confluent du Lot) ;
 - il n'est pas considéré comme un axe migrateur ;
 - il n'est pas considéré en très bon état.
- liste 2 (FR0502464 Le Célé à l'aval de sa confluence avec la Rance). Dans le document d'accompagnement du classement, l'enjeu sédimentaire est considéré « normal ». Aucune espèce de poissons (amphihaline ciblée ou holobiotique indicative) n'est mentionnée, ce qui est une exception dans tout le document.

3.2.2. Inventaire frayères

Le préfet du Lot a dressé l'inventaire des frayères du département par arrêté préfectoral du 28/12/2012³⁴.

Dans cet inventaire, le Célé est classé en liste 1. A ce titre, il est considéré comme étant susceptible (à partir des caractéristiques de pente et de largeur du cours d'eau) d'abriter des frayères des espèces de poissons suivantes :

- chabot ;
- lamproie de Planer ;
- truite fario.

Le Célé n'est pas classé en liste 2p (relative à la dépose et la fixation constatées d'œufs ou à la présence constatée d'alevins de brochet ou grande alose).

Le Célé n'est pas classé en liste 2e (relative à la présence constatée de l'écrevisse à pieds blancs).

3.3. Milieu humain

3.3.1. Usages

Sports

Le Célé présente plusieurs points de baignade officiels³⁵. Le point le plus proche du site d'étude se situe sur la commune de Brengues, à une vingtaine de km linéaires en aval.

De plus, de nombreux parcours de canoës-kayak empruntent le cours du Célé, y compris au droit du Moulin de Sainte-Eulalie.

Pêche

D'après la carte interactive de la Fédération départementale de pêche et de protection des milieux aquatiques du Lot³⁶, le Célé au droit du site d'étude est un cours d'eau de 2^{ème} catégorie piscicole.

Seuils et moulins

Le Référentiel des obstacles à l'écoulement (ROE)³⁷ recense les seuils à proximité du site tels que présentés dans le tableau ci-dessous.

N° de ROE	Distance au site d'étude	Nom de l'obstacle	Hauteur de chute	Etat
73782	2,0 km en amont	« Moulin de Roquefort »	0 m	« Détruit entièrement »
17558	0	« Barrage de Sainte-Eulalie »	0,55 m	« Détruit partiellement »
73779	5,2 km en aval	« Seuil du moulin vieux »	0,36 m	« Existant »
68897	7,1 km en aval	« Seuil du Camping de Brengues »	1,12 m	« Existant »

Tableau 4 Obstacles à l'écoulement à proximité du site

Prélèvements

La Base nationale des prélèvements en eau³⁸ ne recense aucun prélèvement sur la commune d'Espagnac-Sainte-Eulalie en 2021.

3.3.2. Protections du patrimoine

La zone d'étude s'inscrit dans la zone de protection au titre des abords des monuments historiques suivants :

- Eglise du hameau de Sainte-Eulalie (classée le 26/03/1973) ;
- Site archéologique de la grotte de Sainte-Eulalie (classé le 28/06/1993) ;

De plus, le site s'inscrit dans le site inscrit de la Région Occitanie « Vallée du Célé »³⁹.

Ces sites sont localisés sur la figure suivante.

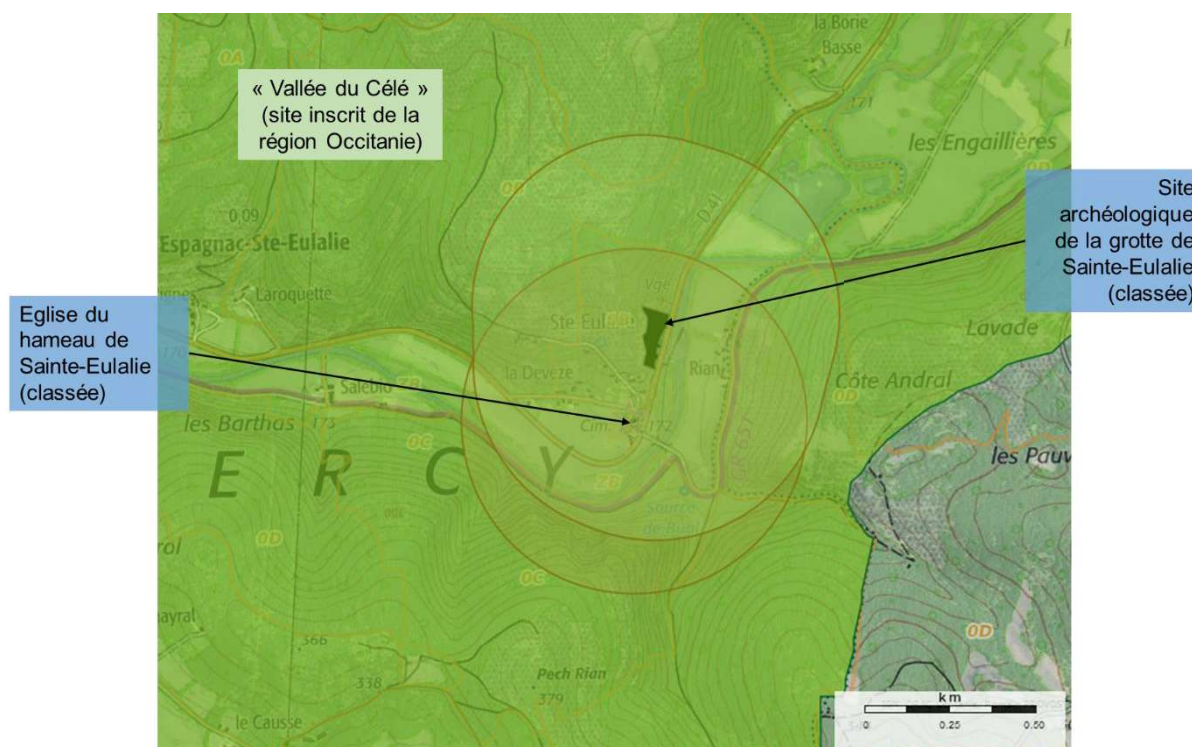


Figure 20 Protections du patrimoine au droit du site d'étude

3.3.3. Enjeux

Le moulin est actuellement à usage d'habitation. Directement au-dessus de la salle des meules se trouvent le salon et les chambres de l'habitation.

Il existe donc un fort enjeu acoustique, l'exploitation d'une installation hydroélectrique ne devant pas créer de nuisances aux habitants du moulin.

3.3.4. Socio-économie et sécurité

Les extraits suivants sont issus de la page « Espagnac-Sainte-Eulalie » de Wikipédia⁴⁰.

Introduction

Espagnac-Sainte-Eulalie est une commune rurale qui compte 86 habitants en 2020, après avoir connu un pic de population de 459 habitants en 1841. Elle fait partie de l'aire d'attraction de Figeac. Ses habitants sont appelés les Espagnaquois ou Espagnaquoises.

Paramètres climatiques communaux

Moyenne annuelle de température :	12,7 °C
Nombre de jours avec une température inférieure à -5 °C :	4 j
Nombre de jours avec une température supérieure à 30 °C :	12,9 j
Amplitude thermique annuelle :	15,3 °C
Cumuls annuels de précipitation :	992 mm
Nombre de jours de précipitation en janvier :	10,7 j
Nombre de jours de précipitation en juillet :	6,3 j

Démographie

En 2020, la commune comptait 86 habitantshttps://fr.wikipedia.org/wiki/Espagnac-Sainte-Eulalie_-_cite_note-Pop_mun_2020-59, en diminution de 11,34 % par rapport à 2014 (Lot : +0,59 %, France hors Mayotte : +1,9 %).

Economie

La commune fait partie de la couronne de l'aire d'attraction de Figeac, du fait qu'au moins 15 % des actifs travaillent dans le pôle. Elle compte 14 emplois en 2018, contre 14 en 2013 et 12 en 2008.

Activités

5 établissements sont implantés à Espagnac-Sainte-Eulalie au 31 décembre 2019. Le secteur des autres activités de services est prépondérant sur la commune puisqu'il représente 40 % du nombre total d'établissements de la commune (2 sur les 5 entreprises implantées à Espagnac-Sainte-Eulalie), contre 8,7 % au niveau départemental. Aucune exploitation agricole ayant son siège dans la commune n'est recensée lors du recensement agricole de 2020 (cinq en 1988).

Le projet, consistant en la remise en exploitation du moulin via la création d'une petite centrale hydroélectrique, a une influence positive sur l'activité économique locale que ce soit en phase travaux (interventions d'entreprises locales pour les travaux) et en phase exploitation (génération d'un chiffre d'affaire, versement de taxes et contributions locales, interventions d'entreprises locales pour la maintenance).

Le projet a une influence positive sur la sécurité publique, étant donné que le seuil en rivière et la dérivation d'eau sont existants, et que la remise en exploitation implique la rénovation des ouvrages hydrauliques, leur surveillance et entretien régulier, encadrés par un règlement d'eau.

3.4. Mesures correctrices et compensatoires

Des mesures correctrices et compensatoires seront identifiées et mises en œuvre, en fonction des impacts relevés dans les phases ultérieures du projet.

Une attention particulière sera portée sur la réduction des impacts paysagers et sonores de l'installation hydroélectrique, étant donné que le moulin est actuellement à usage d'habitation, et qu'il est situé aux abords de monuments historiques classés.

En phase travaux et exploitation, des mesures seront prises pour éviter l'altération de la qualité des milieux, notamment aquatiques et terrestres.

En phase exploitation, les principales mesures seront le respect du débit réservé, et l'entretien du cours d'eau et des ouvrages, notamment les dispositifs restitution du débit réservé, et de franchissement des poissons à la montaison et à la dévalaison.

3.5. Analyses ultérieures à prévoir

A ce stade du projet, il est prévu de réaliser en phase ultérieure une analyse du débit minimum biologique dans le tronçon court-circuité, afin d'adapter la valeur du débit réservé aux enjeux du cours d'eau.

Aussi, il est prévu de prendre contact avec la Fédération de pêche du Lot, et de solliciter l'avis de l'OFB, au sujet des besoins en montaison et en dévalaison des poissons au droit du seuil.

4. ETUDE TECHNIQUE

Il est rappelé dans le tableau ci-dessous le calcul de la puissance hydraulique brute d'une centrale hydroélectrique, basée sur l'exploitation de l'énergie d'une chute d'eau.

Type de centrale	Centrale hydroélectrique
Energie exploitée	Energie potentielle de l'eau (énergie d'une chute d'eau)
Paramètres-clés	H hauteur de chute (m) Q débit dérivable (m ³ /s)
Calcul de la puissance hydraulique	$P (kW) = H \times Q \times 9,81$

Tableau 5 Calcul de la puissance hydraulique brute

Dans la suite, on s'intéresse à la détermination du débit dérivable et de la hauteur de chute au droit du site.

4.1. L'hydrologie

4.1.1. Présentation du cours d'eau

Le Célé est un cours d'eau naturel non navigable de 104 km. Il prend sa source dans la commune de Puycapel (15) à 715 m d'altitude et se jette dans Le Lot en rive droite au niveau de la commune de Saint Cirq-Lapopie (46) à 127 m d'altitude. Le Célé est un sous-affluent de la Garonne par le Lot.

Le réseau hydrographique du cours d'eau, de sa source jusqu'à son confluent, est représenté sur la figure ci-dessous.



Figure 21 Réseau hydrographique et position de la station hydrométrique (source : Sandre⁴¹)

4.1.2. Détermination de la station hydrométrique de référence

Le Céle est équipé de 3 stations hydrométriques actuellement en activité, à savoir de l'amont vers l'aval :

- Le Céle à Bagnac-sur-Célé ;
- Le Céle à Figeac ;
- Le Céle à Orniac [Les Amis du Céle].

A noter que l'ancienne station du Céle à Figeac était installée juste en aval de la ville de Figeac, au droit du Moulin de Merlançon.

On constate que le Moulin de Sainte-Eulalie est situé entre les stations de Figeac et d'Orniac. Toutefois, il est beaucoup plus proche en termes de linéaire de rivière de la station de Figeac que de celle d'Orniac.

De plus, le fonctionnement du bassin du Céle entre Figeac et Orniac est majoritairement karstique, avec des émergences majeures telles que le Ressel et Font del Pito, qui se situent à l'aval du moulin.

Pour ces raisons, les stations hydrométriques de Figeac (ancienne et actuelle) sont prises comme stations de référence pour cette étude.

Le portail de données hydrométriques Hydroportail⁴² recense les caractéristiques concernant ces stations comme consigné dans le tableau ci-dessous.

	Le Célé à Figeac [Merlançon]	Le Célé à Figeac
Code station	O811 3510 01	O811 3520 01
Distance avec la zone d'étude	13,5 kml en amont	18,4 kml en amont
Surface de bassin versant	676 km ²	651 km ²
Activité de la station	[1950-2005]	[2005-2023]
Qualité des données	Toutes les années sont qualifiées « Bonnes »	Toutes les années sont qualifiées « Bonnes » entre 2005 et 2017
Complétude des données	Toutes les années sont complètes	Toutes les années sont complètes sauf 2005, 2019 et 2020

Tableau 6 Caractéristiques des stations hydrométriques

A noter qu'il existe un affluent non-négligeable (le Drauzou en rive droite du Célé) entre les stations hydrométriques de Figeac (ancienne et actuelle) et le site d'étude.

Afin de refléter au mieux les débits actuels, mais aussi dans l'objectif de dégager des tendances robustes, les 30 dernières années complètes de données sont considérées dans la suite, c'est-à-dire la chronique 1990-2022 (les années 2005, 2019 et 2020 étant écartées).

Pour ce faire, les données des 2 stations hydrométriques de Figeac (ancienne et actuelle) ont été agrégées.

4.1.3. Reconstitution hydrologique au droit du site

La reconstitution hydrologique consiste à appliquer un facteur aux débits mesurés à Figeac afin de reconstituer les débits au droit du site. La formule de calcul par analogie de bassins versants, appliquée aux débits moyens journaliers, est utilisée :

$$QJM_{Site \text{ (restitués)}} = \left(\frac{SurfBV_{Site}}{SurfBV_{station \text{ de réf.}}} \right)^{Coeff_{Myer}} \times QJM_{station \text{ de réf. (mesurés)}}$$

La différence de surface de bassin versant entre la zone d'étude et la station hydrométrique de référence est illustrée sur la figure ci-dessous. Le rapport de surface est égal à 1,29.

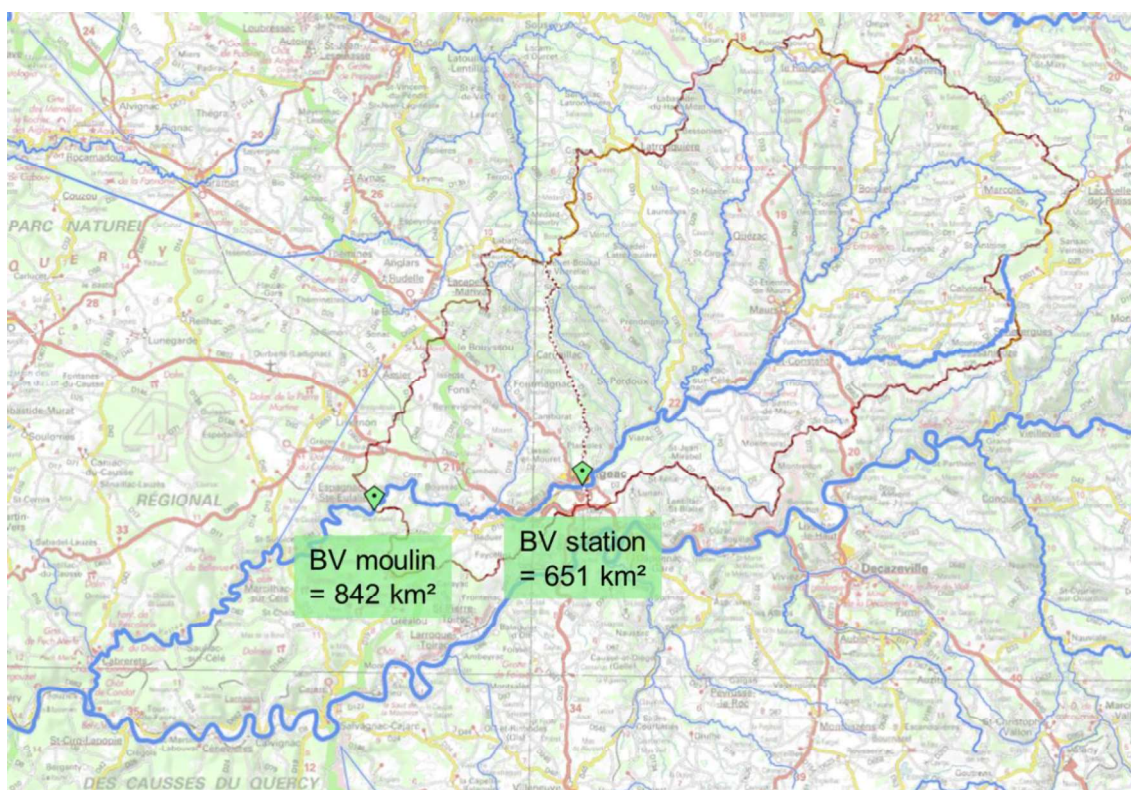


Figure 22 Illustration des bassins versants de la zone d'étude et de la station hydrométrique de référence

La valeur du coefficient de Myer, qui traduit la différence d'hydraulicité entre 2 bassins versants, est déterminée de telle sorte que le module résultant de la reconstitution hydrologique est égal au module calculé par l'ONEMA-CEMAGREF/IRSTEA en 2012 sur la période [1970-2005]⁴³, recalibré sur la période [1990-2022] à partir des données mesurées à la station hydrométrique de référence afin de prendre en compte l'évolution des débits entre ces deux périodes, comme présenté dans le tableau ci-dessous.

	Le Céle à Figeac	Le Céle au moulin
Tronçon hydrographique (BD Carthage)	500028073	500028453
Module simulé (ONEMA-CEMAGREF/IRSTEA 2012) [1970-2005]	12,342 m3/s (« prudence »)	14,960 m3/s (« prudence »)
Module mesuré (Hydroportail) [1990-2022] (30 dernières années complètes de données)	11,061 m3/s	-
Facteur de recalibration	0,90	
Module simulé recalibré	-	13,407 m3/s
Coefficient de Myer de la reconstitution hydrologique	-	0,75
Module de la reconstitution hydrologique	-	13,407 m3/s

Tableau 7 Détermination du coef. de Myer à partir du module de l'ONEMA-CEMAGREF/IRSTEA

4.1.4. Caractéristiques hydrologiques

Les caractéristiques hydrologiques ainsi reconstituées du Célé au droit du Moulin de Sainte-Eulalie sont consignées dans le tableau suivant.

Le Célé au Moulin de Sainte-Eulalie	
Module (m ³ /s)	13,407
Module spécifique (l/s/km ²)	15,9
Débit médian (m ³ /s)	7,698
QMNA5 (m ³ /s)	1,245

Tableau 8 Caractéristiques hydrologiques reconstituées

Le QMNA5 représente le débit mensuel d'étiage ayant une probabilité d'être dépassé 4 années sur 5.

On obtient une chronique de débits moyens journaliers sur la période 1990-2022 au droit de la prise d'eau, comme présenté ci-après.

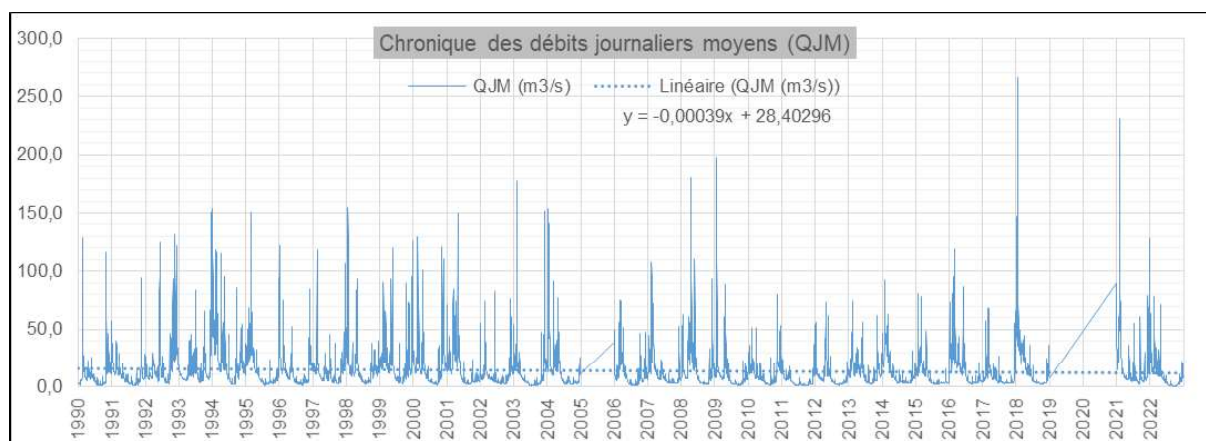


Figure 23 Chronique des débits journaliers moyens

On observe les variations des débits journaliers moyens, de quelques centaines de l/s à plusieurs centaines m³/s. Le débit journalier moyen le plus important sur la période est observé le 21/01/2018 avec 266 m³/s.

En observant les débits annuels moyens, présentés sur la figure suivante, on constate une grande variation de l'hydraulicité, avec par exemple une année 2011 particulièrement sèche (5,0 m³/s en moyenne) et une année 1994 particulièrement humide (24,3 m³/s en moyenne). La tendance globale sur cette période est à la baisse, avec - 0,128 m³/s/an en moyenne.