

19/09/2025

MODALITES DE VIDANGE

Mise aux normes de l'évacuateur de
crue et Réhausse du plan d'eau du
barrage de Codole



Office d'Équipement Hydraulique Corse
AVENUE PAUL GIACOBBI – BP 678 - 20601 BASTIA

1 TABLE DES MATIERES

2	Contexte	6
3	Caractéristiques de l'ouvrage.....	6
3.1	Caractéristiques du barrage futur	6
3.2	Enjeux humains	12
3.3	Définition des débits de restitution et de vidange en fonction de la qualité de l'eau et du milieu récepteur	21
3.3.1	Estimation de la qualité de l'eau en cas de vidange programmée	21
3.3.2	Facteurs de dilution et de nitrification durant la vidange du culot.....	24
3.4	Débit de vidange.....	26
3.4.1	Méthodologie générale	28
3.4.2	Paramètres d'entrée	28
3.4.3	Etude de deux scénarii encadrants et calendrier prévisionnel	34
3.5	Synthèse des débits de restitution et de vidange	40
4	Qualité du plan d'eau en fonction des tranches d'eau	42
4.1	L'oxygène dissous	44
4.2	Température.....	47
4.3	pH	49
4.4	Conductivité	50
4.5	L'ammonium.....	52
4.6	Manganèse et fer total.....	56
4.7	Phytoplancton	59
4.7.1	Evolution du paramètre des Microcystines ($\mu\text{g/l}$ - <1).....	59
4.7.2	Evolution des phycocyanines	61
4.7.3	Chlorophylle a.....	62
4.8	Etude des plans d'eau du programme de surveillance de l'agence de l'eau rmc -plan d'eau de Codole 64	
5	Qualité des eaux du débit réservé – cote 95 m NGF.....	66
5.1	Turbidité	66
5.2	Oxygène dissous	68
5.3	Températures	70
5.4	Ammonium	73
5.5	Nitrates et Nitrites.....	76
5.5.1	Nitrates.....	76
5.5.2	Nitrites.....	79
5.6	Phosphore et phosphates	81
5.6.1	Phosphore	81
5.6.2	Phosphates	84
5.7	Le carbone organique total – analyse effectuée sur de l'eau non filtrée	87
5.8	Synthèse de l'état physico chimique du cours d'eau à partir du débit réservé restitué.....	90
6	Estimation de la qualité de l'eau en cas de vidange programmée	91
6.1	Qualité des eaux à restituer	91
6.2	Qualité des eaux de vidange	92
7	Suivi analytique du cours d'eau du fiume di reginu	94
7.1	Paramètres physico-chimique	94
7.2	Faune benthique	95
7.2.1	IBGN – Méthode « équivalente » phase A et B.....	95

7.2.2	Indice I2M2	97
7.3	Faune piscicole	104
7.3.1	Espèces à sauvegarder	105
7.3.2	Espèces présentes dans le plan d'eau et considérées en Corse comme invasives	107
8	Modalités du suivi analytique pour une vidange programmée	109
8.1	Investigations préalables à la vidange	109
8.1.1	Suivi piscicole et hydrobiologique du fiume di reginu	109
8.1.2	Suivi physicochimiques	110
8.1.3	Espèces piscicoles du plan d'eau	111
8.2	Suivi lors de la période de restitution	112
8.3	Suivi lors de la période de vidange	113
8.4	Suivi post vidange	114
8.5	Synthèse des modalités de suivi	114
9	Annexes	115
9.1	Note SI AES 2025 CP 11 – Méthodologie relative au protocole d'une vidange programmée	115
9.2	Note SI AES 2025 CP 12 – Protocole d'une vidange programmée	117
9.3	Note SI AES 2025 PS 04 révision 1 – Estimation des temps d'une vidange en situation d'urgence	141
9.4	Convention avec fédération de la pêche	147
9.5	Description simplifié du phénomène de relargage en fond de plan d'eau	151
9.6	Données d'ammonium et de température en fonction des cotes du plan d'eau	152
9.7	Calcul de la classification de l'état écologique du plan d'eau vis à vis de l'ammonium	155
	Figure 1 : Schéma des vannes du barrage	9
	Figure 2 : Vue de la tour de vidange pendant la construction du barrage de Codole – galerie et fourreau en 1500 mm	10
	Figure 3 : Schéma du dispositif de vidange et de la chambre des vannes amont	11
	Figure 4 : Vue de l'ouvrage de restitution dans le fiume di reginu	11
	Figures 5 : Données INSEE disponibles	13
	Figure 6 : Zones inondables pour une crue centennale – bassin versant du fiume di reginu	14
	Figure 7 : Zones inondables en aval immédiat du barrage	15
	Figure 8 : Zones inondables du hameau du Reginu	16
	Figure 9 : Zones inondables en aval du hameau du reginu	17
	Figure 10 : Zones inondables du hameau de Tesa	18
	Figure 11 : Zones Inondable en amont de la RT30	19
	Figure 12 : Zones inondables au niveau de l'estuaire du fiume di reginu	20
	Figure 13 : paramètres de l'oxygène dissous en mg/l	22
	Figure 14 : graphique à moustache – MES	22
	Figure 15 : Etat écologique des masses d'eau superficielle (état des lieux 2019)	25
	Figure 16 : Localisation de la passe batardable	27
	Figure 17 : Elévation amont de la passe batardable	27
	Figure 18 : Reliquats observés en fin de saison au niveau du barrage d'E Cotule	29
	Figure 19 : Dégradation quantitative du stock du barrage d'E Cotule et date de début de mobilisation du stock	30

Figure 20 : Localisation de la station hydrométrique du Reginu à U Filicetu au sein du bassin versant en amont du barrage d'E Cotule	31
Figure 21 : Hydrologie reconstituée au droit du barrage d'E Cotule à partir des données mesurées à la station hydrométrique du Reginu à U Filicetu	32
Figure 22 : Evolution du stock du barrage d'E Cotule (vidange et reconstitution de stock) dans le cas d'un scénario médian, critique et avec le complément apporté par la Figarella.....	37
Figure 23 : Scénario de reconstitution du stock cible à la date visée dans les conditions les plus défavorables au sens de la vidange, en intégrant une mise en assec anticipée (fin de la vidange au 31 octobre).....	39
Figure 24 : Localisation des prélèvements et des aérateurs.....	42
Figure 25 : Graphiques de l'oxygène dissous - trimestriel	45
Figure 26 : Taux d'oxygène moyen par cote de 2020 à 2024 et limite de classe d'état de 50%	46
Figure 27 : données moyennes de températures par cote.....	47
Figure 28 : Evolution mensuelle du pH	49
Figure 29 : Evolution mensuelle du pH en fonction des cotes – mensuellement.....	49
Figure 30 : Evolution mensuelle de la conductivité	51
Figure 31 : Concentration moyenne de l'ammonium par trimestre et par cote	52
Figure 32 : Evolution de l'ammonium par trimestre et par cote	53
Figure 33 : évolution de l'ammonium par trimestre et par cote	54
Figure 34 : Graphique indiquant la classe de l'état écologique de l'ammonium par cote	55
Figure 35 : Données de corrélation FER/ MANGANESE/COTES	56
Figure 36 : Graphique à moustache – Manganèse.....	58
Figure 37 : Graphique à moustache - FER	58
Figure 38 : Evolution annuelle des microcystines en fonction des cotes.....	60
Figure 39 : Evolution des phycocyanines mensuellement et par cotes	61
Figure 40 : Evolution de la phycocyanine par an, par mois et par cote	61
Figure 41 : box plot – chlorophylle a	62
Figure 42 : Evolution du paramètre de la chlorophylle a par an.....	63
Figure 43 : Maximum de turbidité par mois à la cote 95 m NGF	66
Figure 44 : Minimum de turbidité par mois à la cote 95 m NGF.....	67
Figure 45 : Moyenne de la turbidité par mois à la cote 95 m NGF	67
Figure 46 : Bilan des états des eaux par année	72
Figure 47 : Bilan des états des eaux par année	75
Figure 48 : Comparaison des données avec l'aval.....	75
Figure 49 : Bilan des états des eaux par année	80
Figure 50 : Bilan des états des eaux par année	83
Figure 51 : Bilan des états des eaux par année	86
Figure 52 : Bilan des états des eaux par année	89
Figure 53 : Comparaison des IBG équivalent des stations amont et aval	96
Figure 54 : Comparaison avec la station non influencée du San Clemente	96
Figure 55 : Espèces piscicoles présentes dans le san clemente	104
Figure 56 : Espèces piscicoles présentes dans le fiume di reginu aval.....	104
Figure 57 : Peuplement piscicole du plan d'eau de 2008 à 2024.....	107
Figure 58 : Localisation des Point de suivi amont et aval ; https://eaumc.lizmap.com/siecorse/index.php/view/map/?repository=themes&project=siecorse	109
Figure 59 : Localisation précise du point de suivi Cammariu	110
Figure 60 : Points de suivi lors de la restitution	112
Figure 61 : Points de suivi lors de la vidange.....	113

Tableau 1 : Caractéristiques du plan d'eau	6
Tableau 2 : Caractéristiques du barrage de Codole	6
Tableau 3 : caractéristiques des ouvrages hydrauliques	7
Tableau 4 : Bâti et population en zone inondable AZI	21
Tableau 5 : MES en mg/l en période de restitution	23
Tableau 6 : MES en mg/l en période de vidange.....	23
Tableau 7 : O2 en mg/l en période de restitution.....	24
Tableau 8 : O2 en mg/l en période de vidange	24
Tableau 9 : Etats écologiques du plan d'eau de CODOLE en fonction des cotes	55
Tableau 10 : Etats des eaux superficielles par an.....	69
Tableau 11 : Etats des eaux superficielles par an.....	71
Tableau 12 : Etats des eaux superficielles de 2021 à 2024	74
Tableau 13 : Etats des eaux superficielles par an.....	78
Tableau 14 : Bilan des états des eaux par année	80
Tableau 15 : Etats des eaux superficielles par an.....	83
Tableau 16 : Bilan des états des eaux par année	86
Tableau 17 : Etats des eaux superficielles par an.....	89
Tableau 18 : Synthèse des états par paramètres – débit réservé.....	90
Tableau 19 : MES en mg/l en période de restitution	92
Tableau 20 : MES en mg/l en période de vidange.....	92
Tableau 21 : O2 en mg/l en période de restitution.....	93
Tableau 22 : O2 en mg/l en période de vidange	93
Tableau 23 : Résultats analytique du point DCE	94
Tableau 24 : Indice de shannon – stations amont et aval.....	97
Tableau 25 : Métrique ASPT – stations aval et amont	98
Tableau 26 : Polyvoltinisme – stations amont et aval.....	98
Tableau 27 : Richesse – station amont et aval	99
Tableau 28 : Indice I2M2 amont et aval	100
Tableau 29 : Indices IBGN équivalent et état écologiques des stations amonts (Source So Consultant)	102
Tableau 30 : Indices I2M2 des stations amont.....	103
Tableau 31 : Synthèse des pêches d'inventaire effectuées en amont du plan d'eau	105
Tableau 32 : Tableau des classes d'âge des anguilles (source L'anguille européenne – indicateur d'abondance et de colonisation – et référentielle de So Consultant)	106
Tableau 33 : Suivi durant la période de restitution.....	112
Tableau 34 : Suivi durant la période de vidange	113
Tableau 35 : Suivi post- vidange.....	114
Tableau 36 : Synthèse des modalités de vidange.....	114

2 CONTEXTE

Les modalités de vidange de l'ouvrage sont définies dans le cadre de la réhausse de la cote de la retenue normale (RN) qui est concomitante à la mise aux normes de l'évacuateur de crue devant permettre d'assurer l'évacuation de la crue décennale (crue projet de période de retour 10 000 ans).

Dans ce cadre, la RN du barrage sera réhaussée de 1.70 m par la construction d'un seuil labyrinthe en béton armé. De plus le recalibrage et le renforcement du coursier de l'évacuateur de crue seront réalisés. A noter que ces travaux font suite à l'arasement du merlon rocheux réalisé en 2022.

Globalement les caractéristiques du plan d'eau actuel et futur sont rassemblées dans le tableau ci-après :

Tableau 1 : Caractéristiques du plan d'eau

Caractéristiques	Actuelles	Futures
Cote normale (RN) en m NGF	112,84	114,5 (+1.7m)
Cote des plus hautes eaux (PHE) en m NGF Crues 10 000 ans		115,6 $Q_{\text{sortant}} = 473 \text{ m}^3/\text{s}$
Cote minimale d'exploitation CME en m NGF	95	95
Cote minimale « vidange du culot »	89.5	89.5
Cote de crête du barrage	116.95	115.60
Volumes en hm ³	6.985	8.388

3 CARACTERISTIQUES DE L'OUVRAGE

3.1 CARACTERISTIQUES DU BARRAGE FUTUR

Les caractéristiques du barrage sont rassemblées dans le tableau ci-après (extrait de l'AVP ISL de 2021 mis à jour dans l'EDD 21F-069-RM14-B en [bleu](#)) :

Tableau 2 : Caractéristiques du barrage de Codole

CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DE L'OUVRAGE	
Type	Digue en enrochements avec dispositif d'étanchéité par géomembrane en parement amont. Volume de la digue = 370 000 m ³
Fonctions	Usages prioritaires : Irrigation et alimentation en eau potable Utilisation secondaire : Lutte contre les incendies
Années de début et fin de construction	1979 - 1984
Année de mise en eau	1984
Terrain de fondation	Granite plus ou moins décomprimé en surface et sain en profondeur
Hauteur au-dessus du TN aval	28 m
Longueur en crête	460 m (crête rectiligne)
Largeur en crête	5 m

Largeur maximale au niveau du TN	95 m
Fruit du parement amont	1,7H / 1V
Fruit du parement aval	1,5H / 1V
Cote de la crête	116 m NGF
Mur pare vague	Muret pare-vague de : • 0,65 m de hauteur (Cote = 116,65 m NGF) d'après les plans de construction • 1.1 à 1.2 m de hauteur pour atteindre la cote 117.2 m NGF
HYDROLOGIE et RETENUE	
Bassin versant	42 km ²
Rivières	Le fiume di reginu et le Padule
Cote exceptionnelle (PHE)	116,95 m NGF 115.60 m NGF
Cote de la RN	112,84 m NGF 114.50 m NGF (+1.7 m)
Cote minimale d'exploitation	95 m NGF
Surface / Volume sous la cote RN	80 ha / 6,9 hm ³ sous une cote de RN de 112,8 m NGF 91 ha / 8.4 hm ³ sous une cote de RN de 114.50 m NGF
Débit décennal	579 m ³ /s 430 m ³ /s (valeur du PRO +10%)

Tableau 3 : caractéristiques des ouvrages hydrauliques

CARACTERISTIQUES DES OUVRAGES HYDRAULIQUES		
	Etat actuel	Etat après travaux
Evacuateur de crue	• Déversoir principal à seuil libre calé à 112,84 m NGF, de largeur 30 m • Seuil secondaire calé à 112,94 m NGF, de largeur 30 m • Coursier excavé au rocher à l'amont de 200 m de longueur et de largeur variant de 60 m à 19 m • Coursier bétonné à l'aval de 150 m de longueur et de largeur variant de 19 m à 8 m • Pente du coursier : 1 % dans la partie amont, puis comprise entre 6 et 16 %	<u>Seuil amont :</u> • déversoir à seuil libre labyrinthique calé à 114,5 m NGF, de largeur rive-rive de 94 m pour une largeur développée de 340 m, • Echancrure batardable de 1,0 m de large et 1,7 m de haut avec arase supérieure en V à la cote 114,4 m NGF permettant d'évacuer 20 l/s pour la cote de retenue normale (114,5 m NGF) <u>Coursier :</u> • Excavé au rocher à l'amont de 190 m de longueur et de largeur variant de 80 m à 50m, • en béton armé de 200 m de longueur et de largeur variant de 37 m à 16 m
Ouvrage de vidange	• Tour de vidange crépinée, seuil à la cote 95 m NGF • Conduite en acier, enrobée de béton, de diamètre intérieur 1500 mm, localisée sous le radier de la galerie centrale • Vanne V1 de diamètre 1500 mm à la cote 89,40 m NGF, au pied de la tour de vidange, à l'intérieur de la chambre amont • Vanne de vidange V7 de diamètre	

	1500 mm à l'aval du barrage • Débit maximal de la vidange : 12 m³/s • Durée de la vidange : 8 jours	
Ouvrage de prise d'eau	• Mas oscillant immergé remplaçant l'ancienne tour de prise • Bras du mas oscillant : conduite de diamètre intérieur 600 mm, raccordée à une conduite de diamètre intérieur 800 mm à la cote 98 m NGF • Conduite en acier, enrobée de béton, de diamètre intérieur 1500 mm, localisée sous le radier de la galerie centrale, conduite unique prise d'eau/vidange • Vanne de garde V6 de diamètre 1500 mm dans la chambre amont	Le mat oscillant sera remplacé. Sans impact sur la sécurité du barrage.

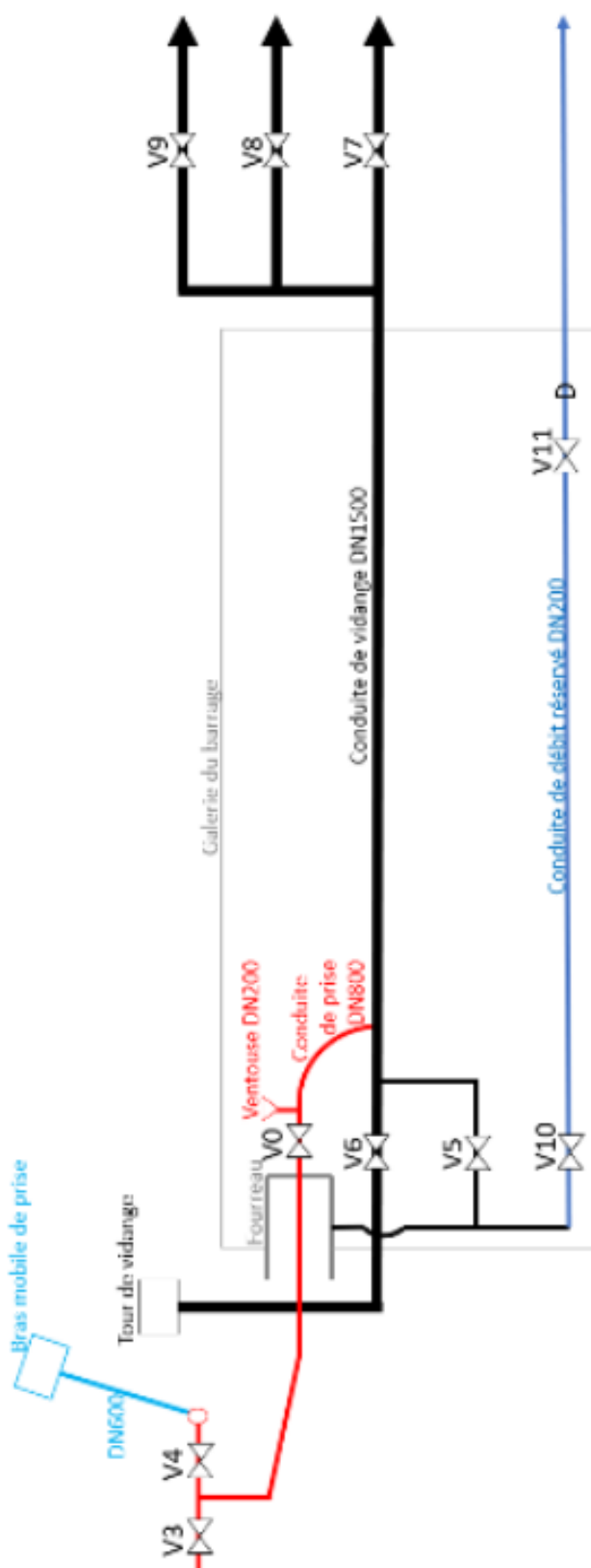


Figure 1 : Schéma des vannes du barrage

- V0 : vanne de garde DN 800 mm – papillon – AMEI KSA manuelle
- V3 : vanne de prise – DN 800 mm
- V4 : vanne de prise hydromobil
- V5 : vanne de vidange dans le fourreau – DN 500 mm – papillon – AMRI KSB manuelle
- V6 : vanne de prise de fond – DN 1500 mm – Papillon – AMRI oléohydraulique motorisée
- V7 : Vanne de vidange DN 1500 mm -Papillon – AMRI KSB manuelle
- V8 : ancienne vanne de débit réservé – DN 500 mm - Papillon – AMRI KSB manuelle
- V9 : vanne de départ à la station - Papillon – AMRI KSB manuelle
- V10 : vanne de garde du débit réservé – DN 200 mm – opercule – AVK manuelle
- V11 vanne de réglage du débit réservé – DN 200 mm – guillotine – AV manuelle

L'ouvrage de vidange du barrage d'E Cotule est constitué d'une tour immergée, d'une hauteur de 6.5 m, dont le seuil circulaire est calé à la cote 95 m NGF. Cette tour est surmontée d'une crépine de 3 m de diamètre pour 1.5 m de hauteur.

L'ensemble est raccordé à la conduite en acier de diamètre 1 500 mm, enrobée de béton et localisée sous le radier de la galerie centrale.

Cette conduite unique assure à la fois les fonctions de prise d'eau et de vidange.

D'un point de vue hydraulique, le dispositif permet la restitution d'un débit garanti de 6 m³/s jusqu'à la CME (95 NGF) via la prise de vidange (calcul effectué sur la base d'un débit disponible de 12 m³/s à pleine charge et pleine ouverture).

De la CME (95 NGF) à la génératrice supérieure du fourreau (90.52 NGF) figurant dans la photo ci-dessous, le volume du culot sera évacué gravitairement sous 0.5 m³/s, par l'ouverture de V5, vanne de vidange du fourreau en DN 500 mm.

Le volume résiduel, situé en dessous de la génératrice supérieure du fourreau, de l'ordre de 1 000 m³¹ devra être évacué par pompage, le débit de 0.5 m³/s n'étant plus garanti en mode gravitaire au regard de la perte de charge singulière à l'entonnement.

En fonction des opérations à programmer pouvant impliquer l'indisponibilité de certains équipements, le pompage pourra refouler soit dans la prise de vidange, soit dans le chenal naturel menant au coursier de l'EVC. Les caractéristiques des pompes mobilisées, et notamment leur hauteur manométrique, seront déterminées en conséquence.



Figure 2 : Vue de la tour de vidange pendant la construction du barrage de Codole – galerie et fourreau en 1500 mm

¹ Source : Bathymétrie SEMANTICS TS

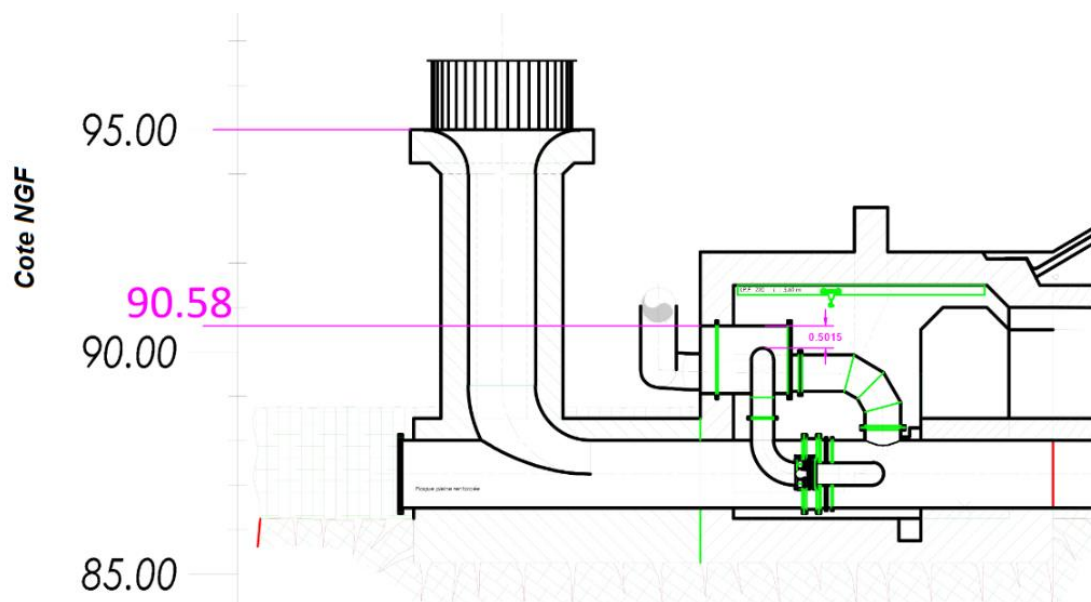


Figure 3 : Schéma du dispositif de vidange et de la chambre des vannes amont

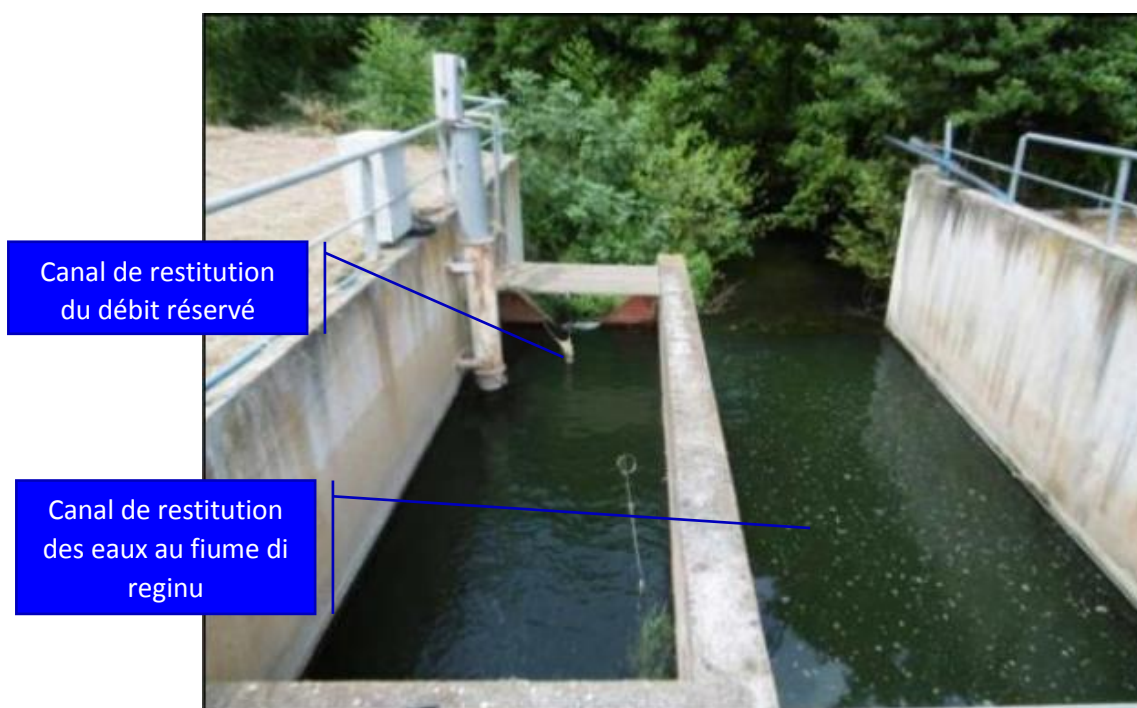


Figure 4 : Vue de l'ouvrage de restitution dans le fiume di reginu

3.2 ENJEUX HUMAINS

Les enjeux humains se situent à l'aval du barrage de Codole sur les communes de Speloncato, Ville Di Paraso, Belgodère et d'Occhiatana. Ces communes sont peu peuplées avec une densité de population inférieure à la densité moyenne sur le département de la haute corse soit 39.6 hab/km², exception faite de la commune de Belgodère dont la densité est de 54.3 hab/km².

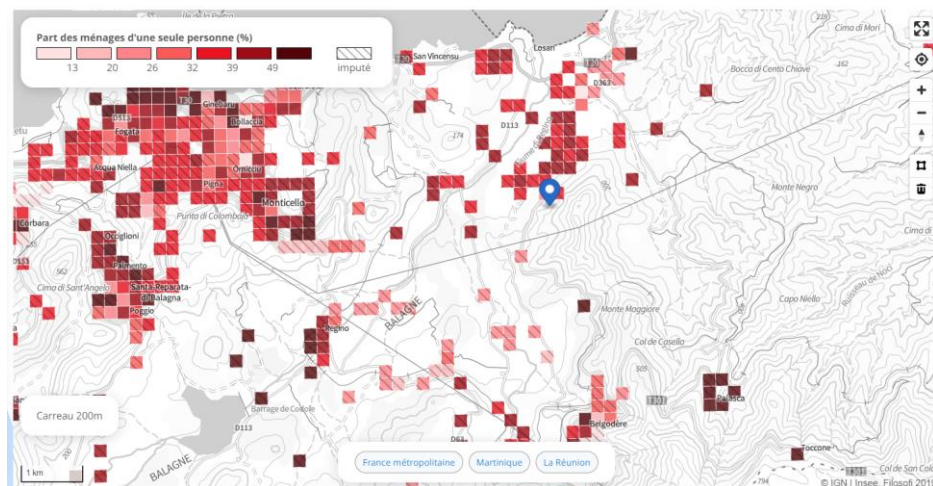
Plus spécifiquement, la population en aval du barrage est caractérisée par l'INSEE par maille de 1 km. Les cartes présentées ci-après concernent :

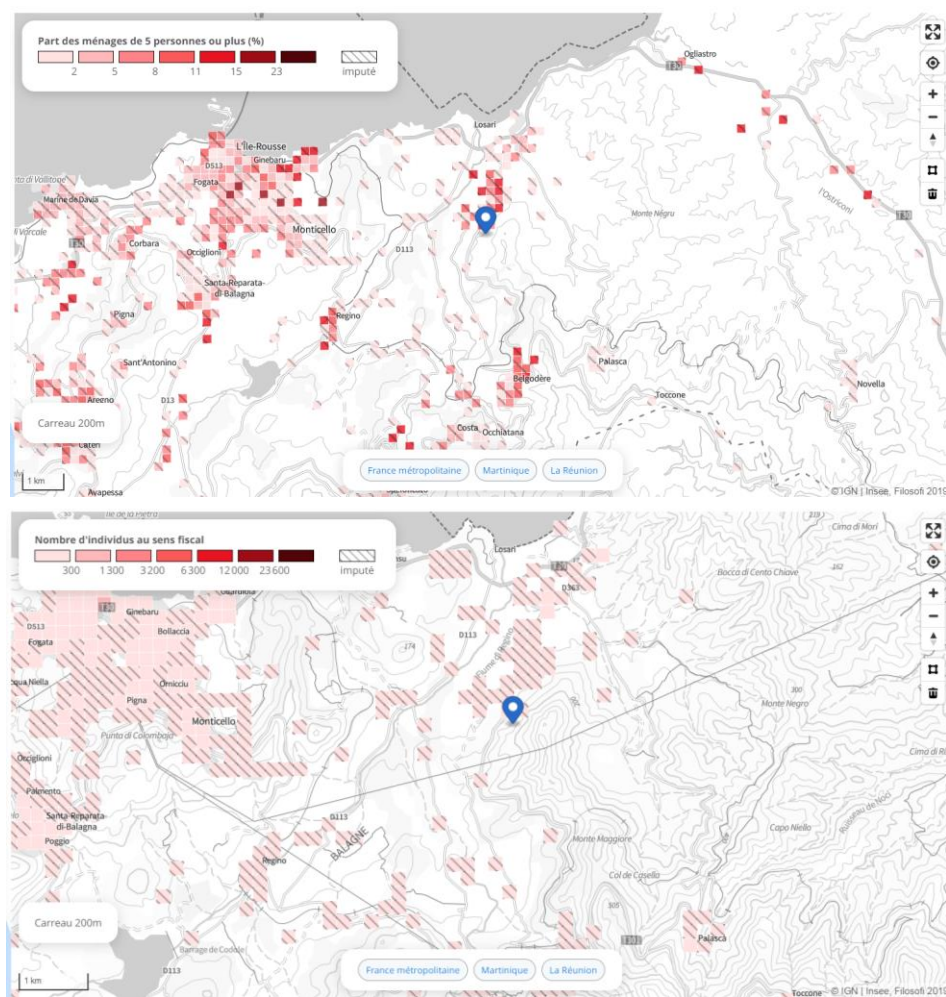
- Part des ménages d'une seule personne
- Part des ménages de 5 personnes ou plus
- Nombre d'individus au sens fiscal.

Ces cartes permettent d'évaluer le nombre de personnes résidant aux abords du cours d'eau. Afin de ne comptabiliser que les résidences situées dans l'emprise du lit majeur étant soumis à un risque d'inondation, l'atlas des zones inondables (AZI) a été utilisé ;

L'atlas des zones inondables de la région corse, défini en 2003 par l'ex DIREN (AP de 2004) est un outil cartographique de connaissances des phénomènes d'inondations. Il permet de rendre compte des zones sujettes à des inondations par débordement de cours d'eau. L'approche de l'AZI est géomorphologique à l'échelle 1/10000^{ème} ou comporte les contours historiques extrêmes. Cet atlas a été diffusé auprès des maires de chaque commune en 2006.

Le recoupement entre les données INSEE, les données du bâti existant (couche SIG de 2024) et les zones AZI a permis d'évaluer globalement les habitants soumis à un risque, en cas de crue en aval du barrage.





Figures 5 : Données INSEE disponibles

En ce qui concerne l’atlas des zones inondables de la région corse, les zones définissant les lits mineur, moyen et majeur sont regroupées dans la carte ci-après :

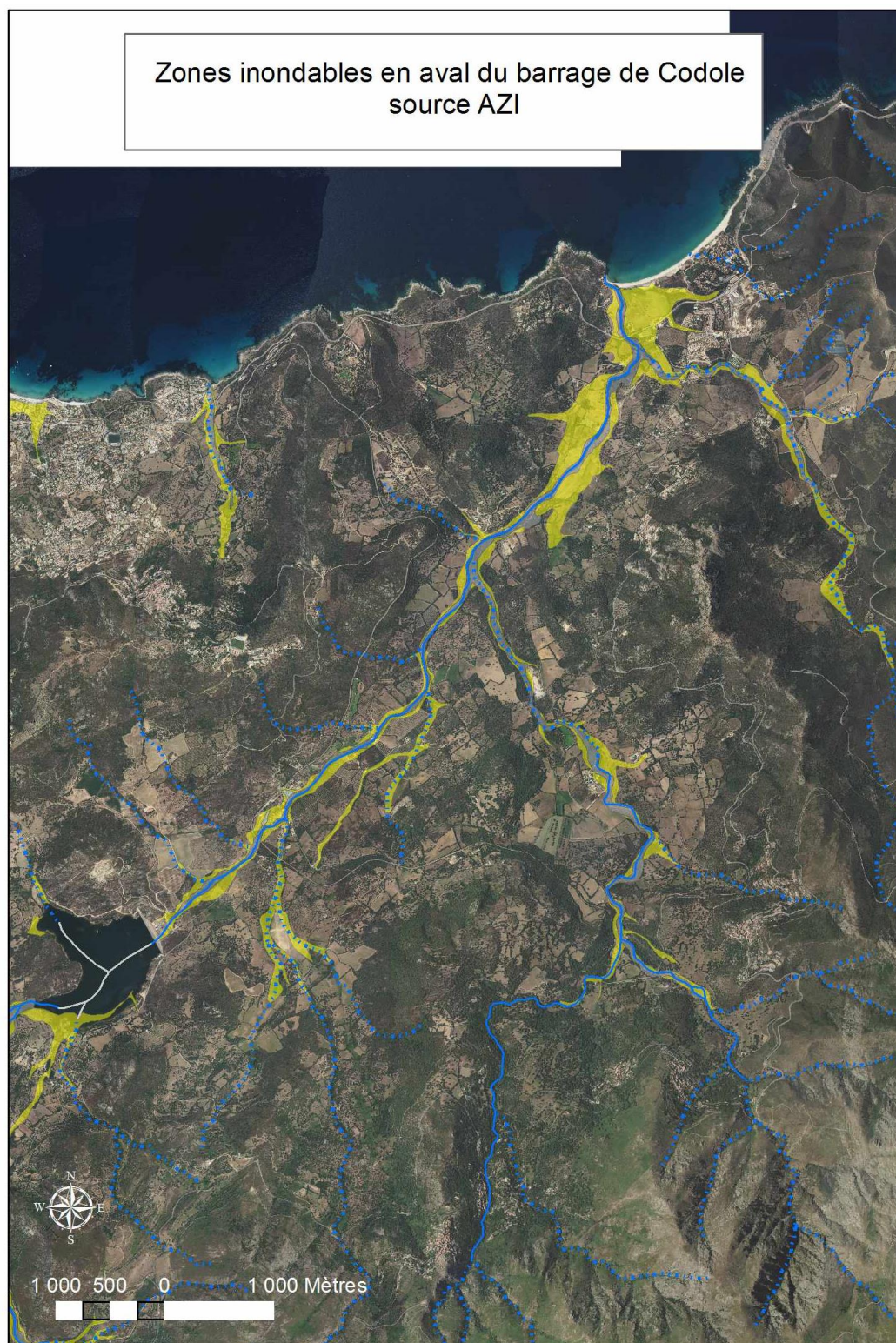


Figure 6 : Zones inondables pour une crue centennale – bassin versant du Fiume di Regnu

Détail des zones habitées en fonction de l'AZI, situées en aval du barrage :

1- Aval immédiat

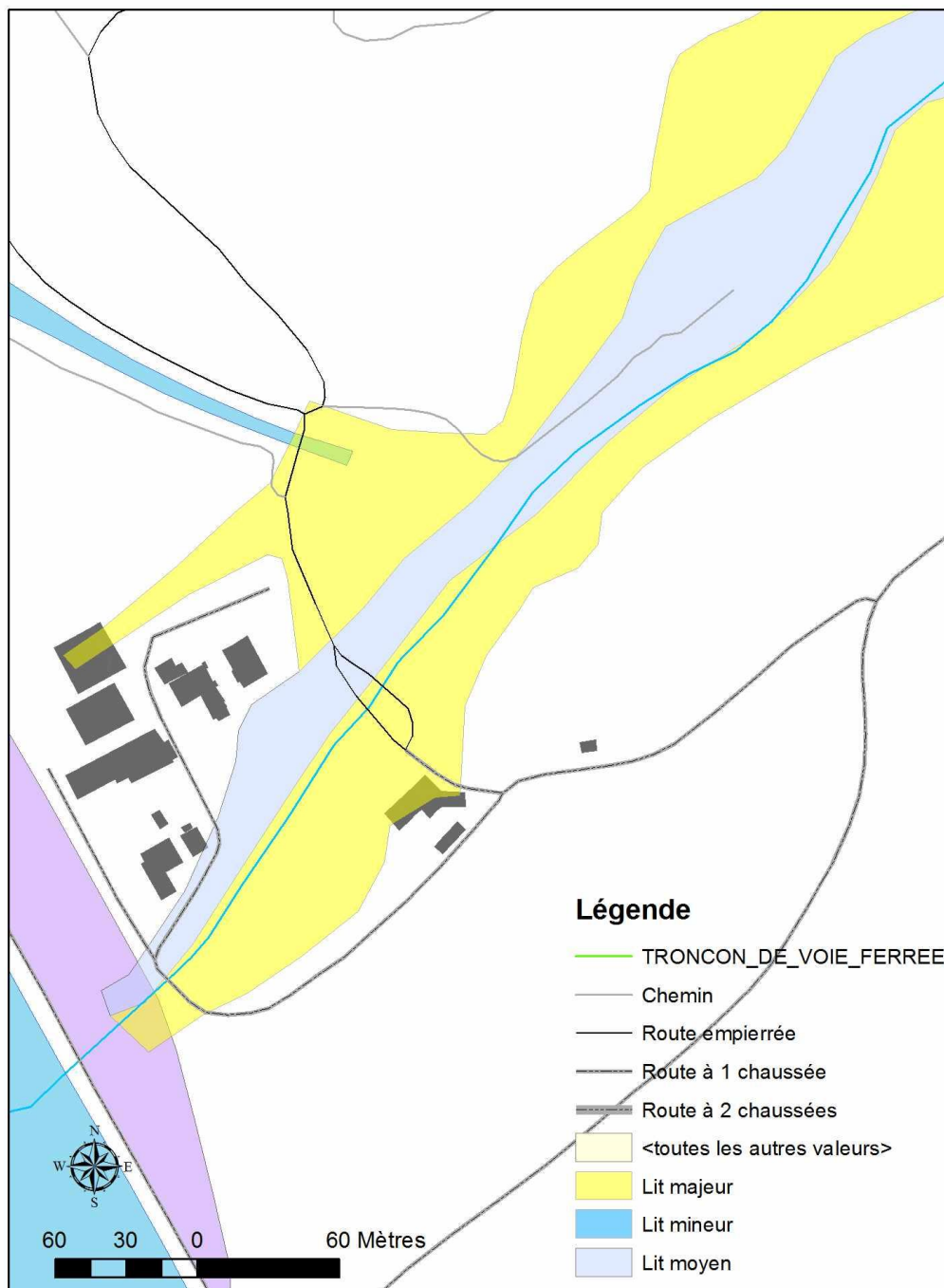


Figure 7 : Zones inondables en aval immédiat du barrage

2- Hameau du Reginu

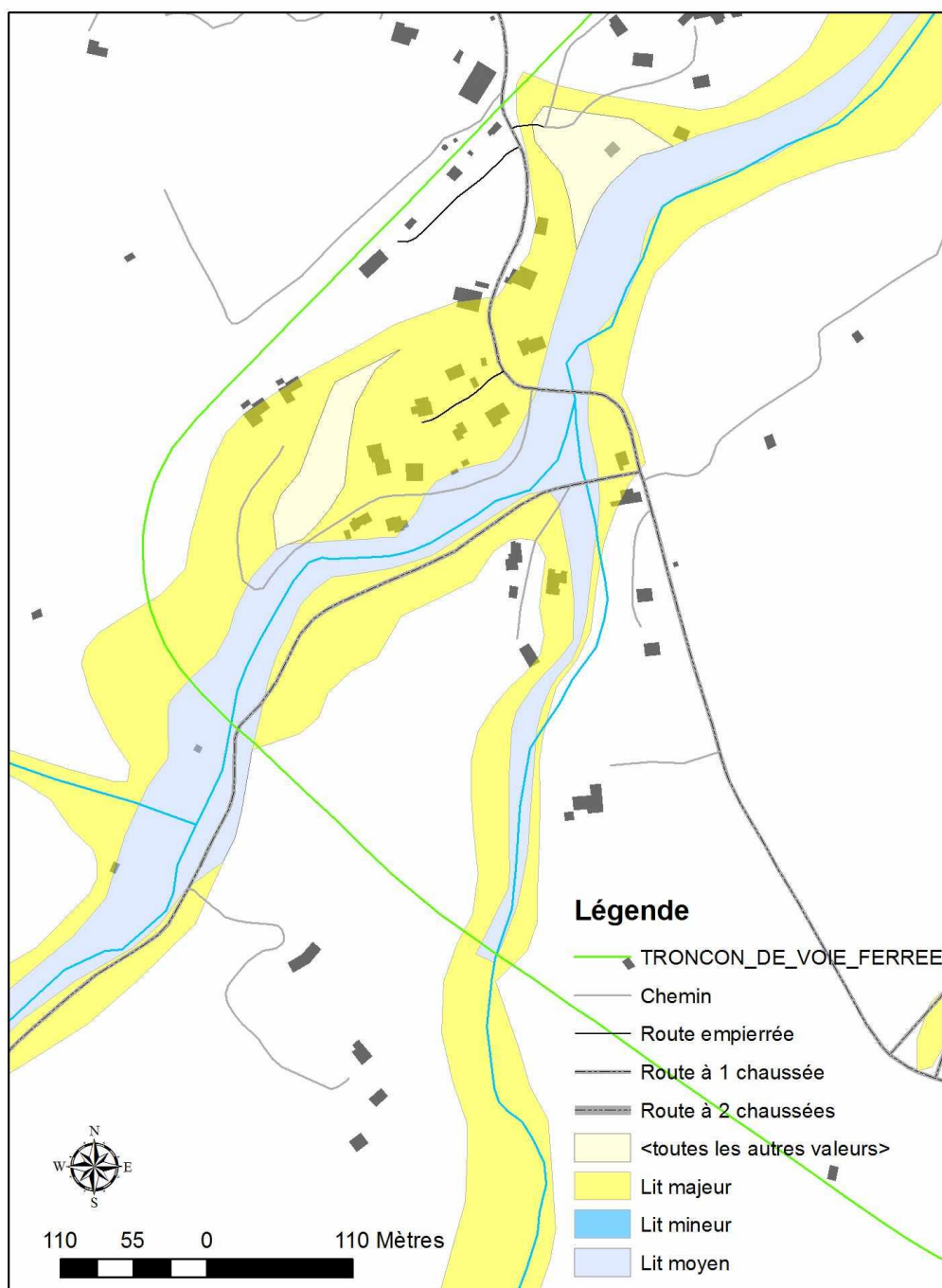


Figure 8 : Zones inondables du hameau du Reginu

3- Aval du hameau du Reginu

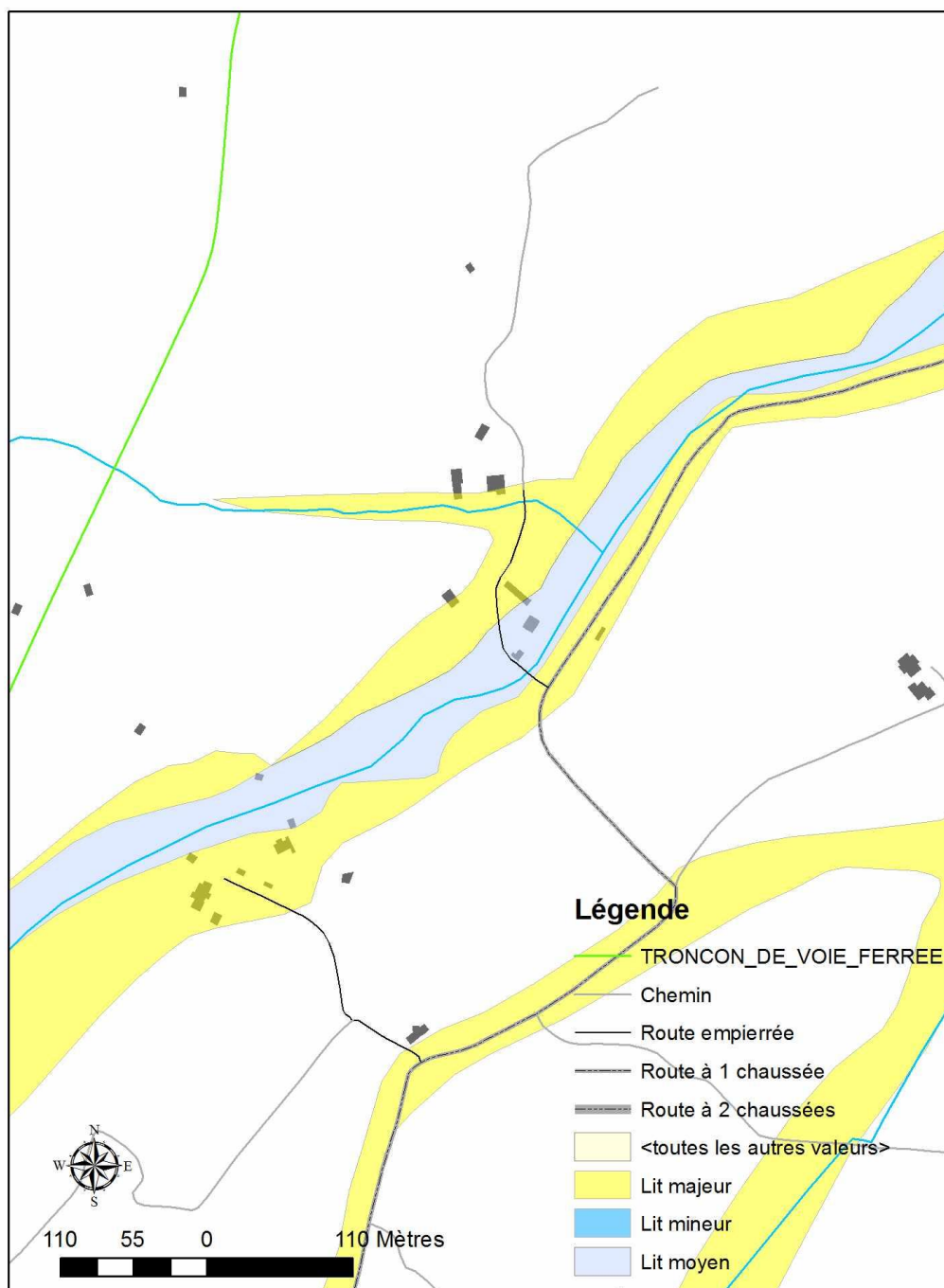


Figure 9 : Zones inondables en aval du hameau du Reginu

4- Hameau de Tesa

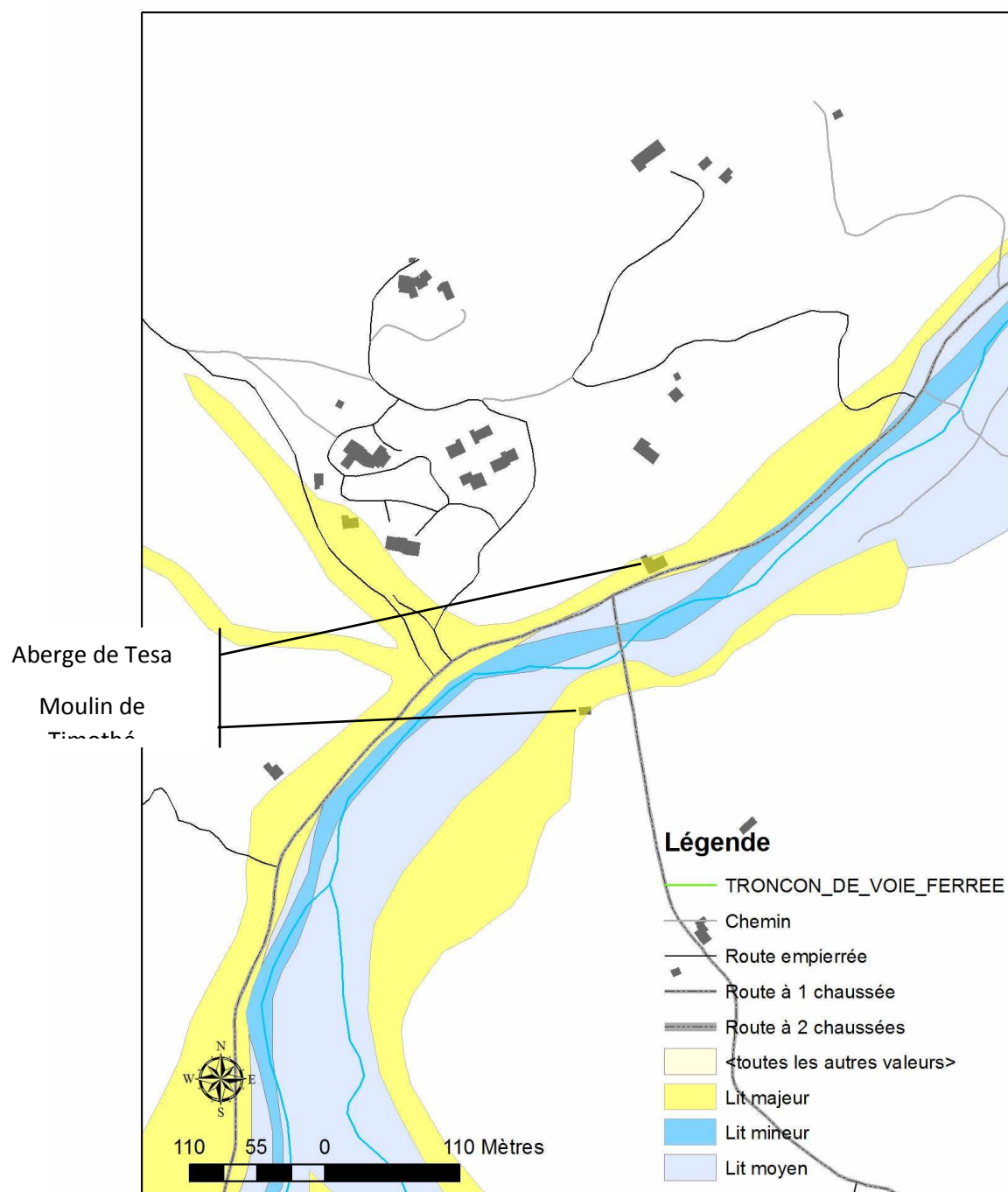


Figure 10 : Zones inondables du hameau de Tesa

5- Amont pont RT30

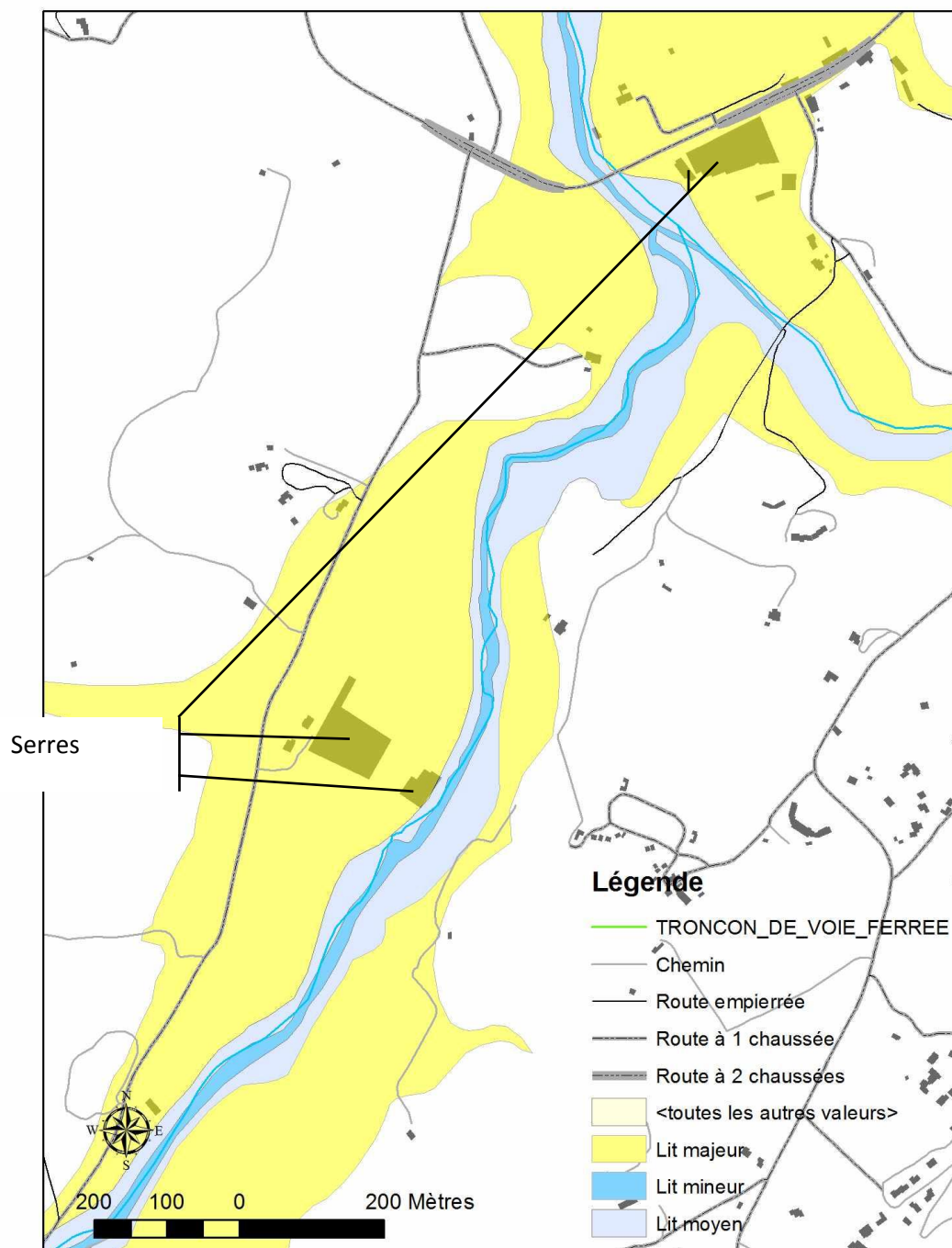


Figure 11 : Zones Inondable en amont de la RT30

6- Aval pont RT30

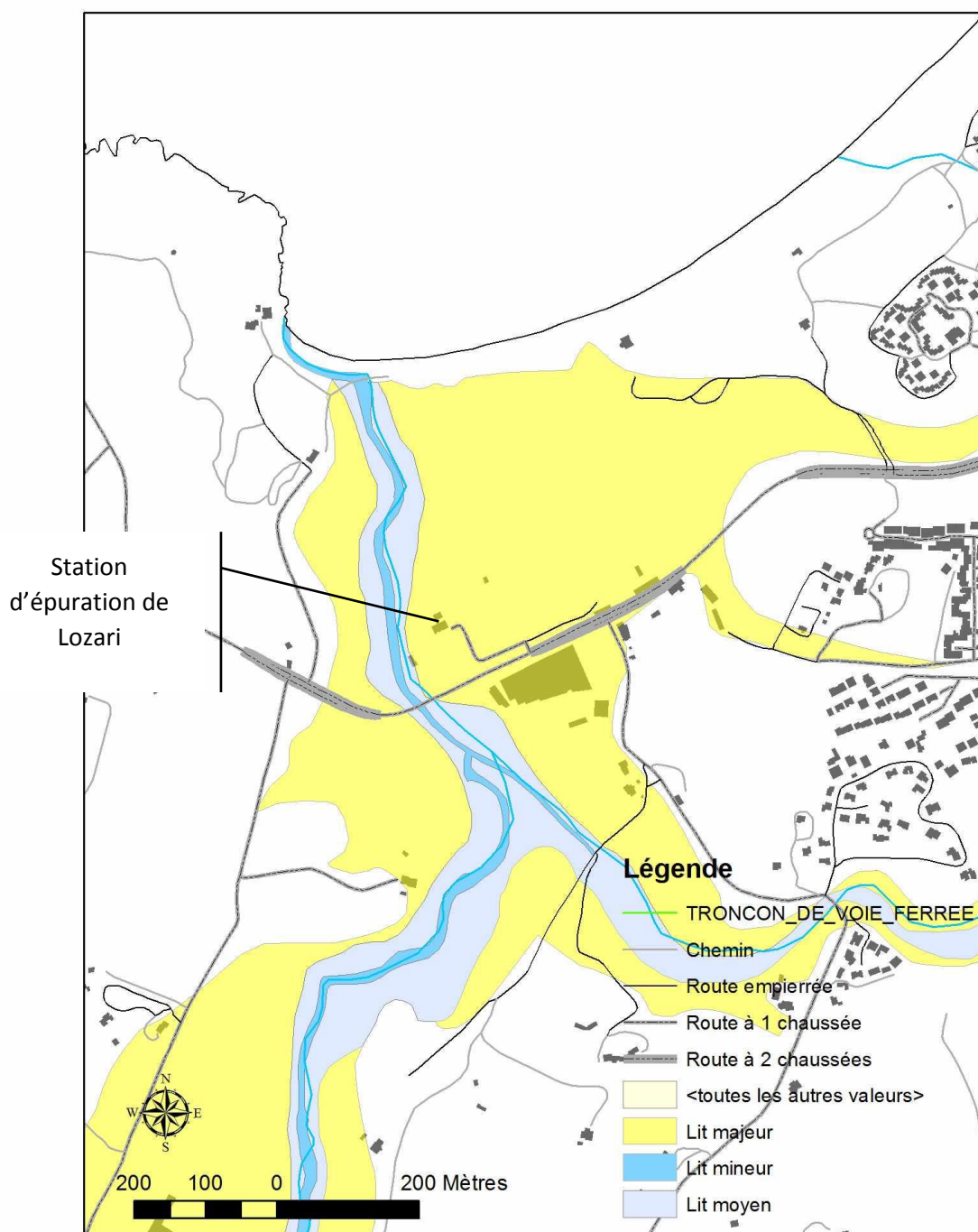


Figure 12 : Zones inondables au niveau de l'estuaire du Fiume di Reginu

Les données précitées disponibles conduisent à la présence d'une petite centaine de personnes sur la zone inondable. Ce nombre a été évalué de la manière suivante :

- Nombre de bâtis présent dans les lits majeur et moyen (source AZI – définissant les lits) ; aucun bâti n'a été caractérisé en lit mineur ; leur nombre est de 46 maisons ;
- Au regard des données disponibles de l'INSEE, la maille de 1 km n'apporte pas une précision suffisante ; il a été pris en compte la densité moyenne par résidence principale de chaque commune ;

Les données sont rassemblées dans le tableau ci-après :

Tableau 4 : Bâtis et population en zone inondable AZI

Nom de la commune	Nombre d'habitats/Bâtis situés soit en lit majeur ou moyen	Densité de population (résidence principale/ population de 2021)	Population présente dans la zone inondable par commune
Speloncatu	23	1.94	44.72
Ville di parasu	9	1.90	17.13
Occhiatana	3	1.94	5.83
Belgodere	11	2.23	24.56
Total	46	Moyenne : 2.01	92.25 soit environ 93 personnes

On considère qu'une centaine de personnes sont résidentes sur la zone aval.

Par ailleurs d'un point de vue infrastructure hydraulique, on compte 5 ponts dont deux ponts anciens (romains), un pont supportant la voie du chemin de fer et le pont de la RT30. L'ensemble de ces ouvrages doit avoir été dimensionné pour une crue centennale estimée de 1976 à 2024 de 180 m³/s (Etude hydrologique CTPB – 1976) à 188 m³/s avec laminage (Etude hydrologique 21F-069-RM-6B d'ISL - 2024). Au regard du débit de vidange limité à 12 m³/s, il n'y a pas d'enjeux sur ces ouvrages.

De même qu'indiqué ci-dessus, le débit d'occurrence décennale correspondant au plus au lit majeur du cours d'eau du Fiume Di Reginu. L'AZI permet d'indiquer de manière certaine qu'aucune population, ni aucun bâti ne sera impacté par la période de restitution même dans le cas d'une restitution avec un débit de 12 m³/s.

3.3 DEFINITION DES DEBITS DE RESTITUTION ET DE VIDANGE EN FONCTION DE LA QUALITE DE L'EAU ET DU MILIEUX RECEPTEUR

3.3.1 Estimation de la qualité de l'eau en cas de vidange programmée

Deux types d'eau seront restitués au milieu naturel, les eaux situées au-dessus de la cote minimale d'exploitation et les eaux situées en deçà de cette même cote qui constituent à proprement parler une vidange, à savoir le culot de l'ouvrage.

3.3.1.1 Qualité des eaux à restituer

On parle des eaux situées au-dessus de la cote minimale d'exploitation (CME - 95 m NGF) et qui n'auront pas été utilisées à des fins d'eau potable ou d'irrigation.

La qualité des eaux à respecter pour la restitution est :

MES	<1 g/l
NH4	<2 mg/l
O2	>3 mg/l

Les analyses à prendre en compte sont donc celles réalisées au niveau du débit réservé à la cote de la CME (95 m NGF).

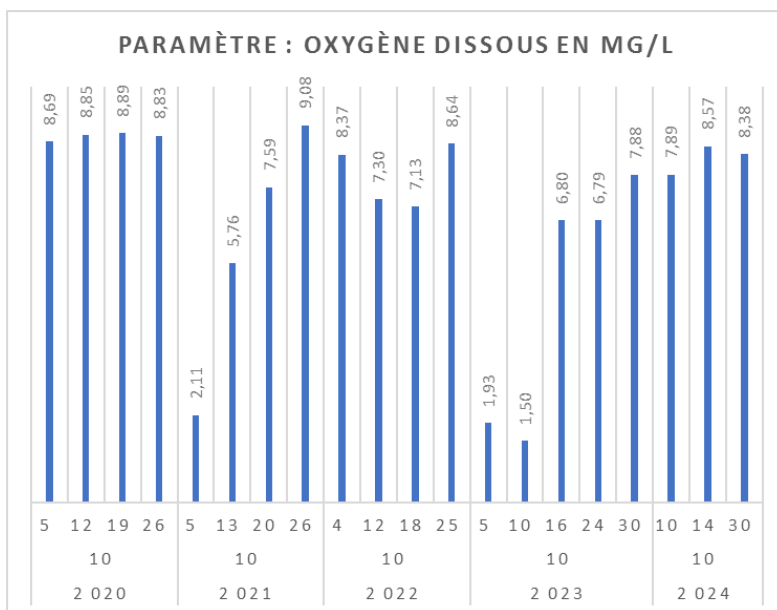


Figure 13 : paramètres de l'oxygène dissous en mg/l

En ce qui concerne l'ammonium, le paramètre ne dépasse pas 2 mg/l quels que soient le mois et l'année considérés.

De plus, en ce qui concerne l'oxygène dissous (mg/l), la comparaison des données des mois d'octobre montre de nombreuses variations puisque l'oxygène dissous à la 95 m NGF varie de 1.5 mg/l à 9.08 mg/l sur cette période.

L'analyse des autres paramètres indiquent que la stratification du plan d'eau implique une diminution d'oxygène dans les strates profondes. La mise en service en 2024 de nouveaux aérateurs ont permis de dé-stratifier le plan d'eau de manière plus efficace que les années précédentes. Ainsi, les analyses d'oxygène dissous sont toutes en 2024 supérieures à 7 mg/l. Il faudra néanmoins plusieurs années de fonctionnement pour entériner cette amélioration constatée sur quelques mois.

Pour ce qui concerne les matières en suspension, des analyses sont effectuées régulièrement en entrée de la station de traitement des eaux (UPEP de Codole). L'eau est prélevée au niveau du bras Hydromobil, ce qui permet d'avoir la cote de prélèvement. Globalement les eaux sont prélevées entre les cotes 105 et 98 m NGF. Les MES s'échelonnent entre <2 mg/l et 12 mg/l. Elles n'ont donc jamais dépassé 1 g/l.

La qualité de l'eau qui sera restituée n'impactera pas le cours d'eau aval et ses milieux, car la qualité est globalement bonne voir très bonne. A noter que la réoxygénation naturelle des eaux grâce au bassin situé en aval immédiat permettra une réoxygénation rapide des eaux restituées dans le cas d'une concentration ponctuellement basse. Aucune contre-indication à la restitution d'un débit de 6 m³/s n'est à noter.

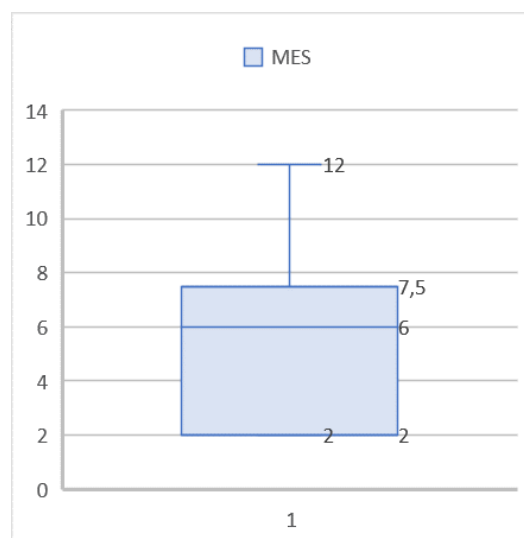


Figure 14 : graphique à moustache – MES

3.3.1.2 Qualité des eaux de vidange

On parle des eaux du culot situées en deçà de la cote minimale d'exploitation (95 m NGF) et jusqu'à la cote 89.5 m NGF (cote de la vanne V1).

La qualité des eaux à respecter pour la vidange est :

MES	<1 g/l
NH4	<2 mg/l
O2	>3 mg/l

Il est difficile d'estimer la qualité de l'eau du culot même si des analyses existent. En effet, l'ouverture de la vanne V1 provoquera des mouvements d'eau favorisant la remise en mouvement des sédiments.

Néanmoins, notre expérience sur d'autres ouvrages nous permet d'estimer la qualité de l'eau qui sera à vidanger.

Globalement, pour les MES, les concentrations resteront en deçà de 1 g/l (98.8%). L'opération pourra être arrêtée ponctuellement pour laisser décanter le culot (quelques heures). On note un facteur 18 entre la période de restitution et celle de vidange.

Tableau 5 : MES en mg/l en période de restitution

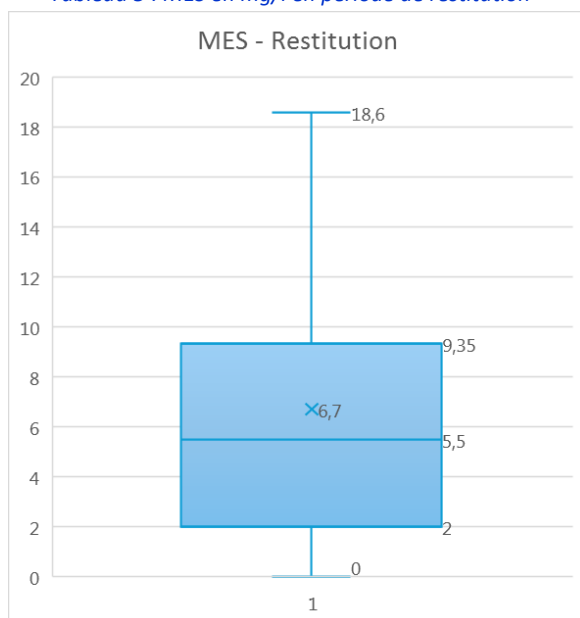
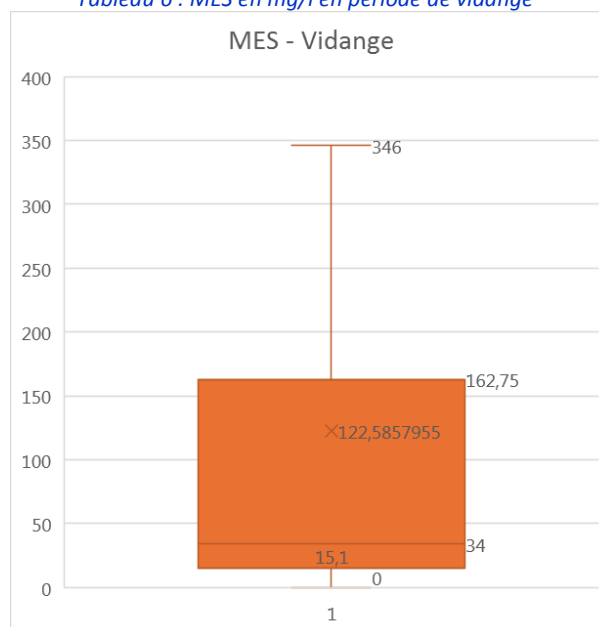


Tableau 6 : MES en mg/l en période de vidange



Pour ce qui concerne l'ammonium, il est possible que la concentration des eaux de vidange du culot dépasse ponctuellement les 2 mg/l mais le dispositif aval constitué d'un regard de restitution et d'une chute d'eau permettra une réoxygénation rapide des eaux permettra de limiter le phénomène.

Pour ce qui concerne l'oxygène dissous, la concentration de l'oxygène dissous restera supérieure à 3 mg/l (99.4%). L'opération pourra être arrêtée pour permettre une réoxygénation dans l'ouvrage, mais un regard à l'aval immédiat de la restitution constitué d'une chute d'eau permettra une réoxygénation naturellement.

Tableau 7 : O2 en mg/l en période de restitution

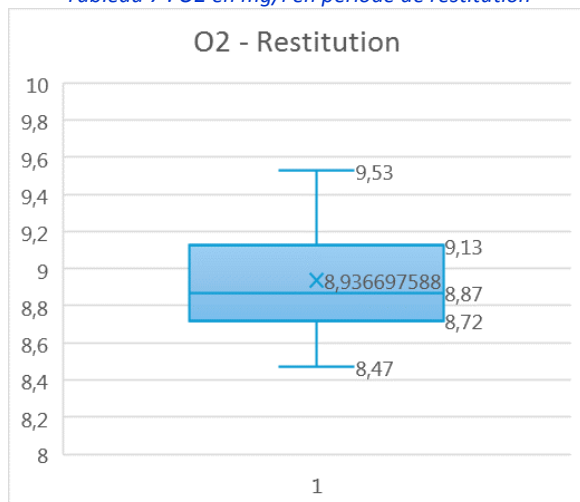
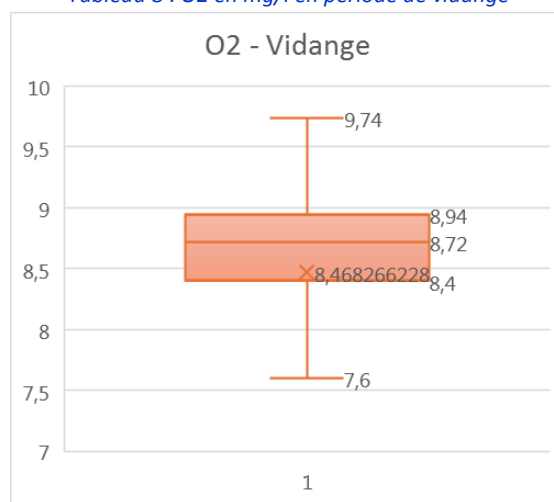


Tableau 8 : O2 en mg/l en période de vidange



Au regard de la qualité des eaux attendues, le débit sera limité à 0.5 m³/s, afin d'une part de permettre un mélange entre les eaux de vidange et les affluents aval (dont notamment le ruisseau de Cargnelli), et d'autre part une meilleure réoxygénation dans le regard situé en aval immédiat du point de restitution. Cela permettra aussi une nitrification plus rapide.

3.3.2 Facteurs de dilution et de nitrification durant la vidange du culot

En aval de la restitution du barrage de Codole, plusieurs cours d'eau pourraient permettre une dilution des débits restitués, notamment durant la vidange du culot.

A noter que le Fiume Di Reginu et le San Clemente dont la confluence se trouve en aval du barrage sont dans un état écologique **moyen**. Pour le ruisseau d'Erbajolo l'état est **bon**.

Etat écologique des masses d'eau superficielle

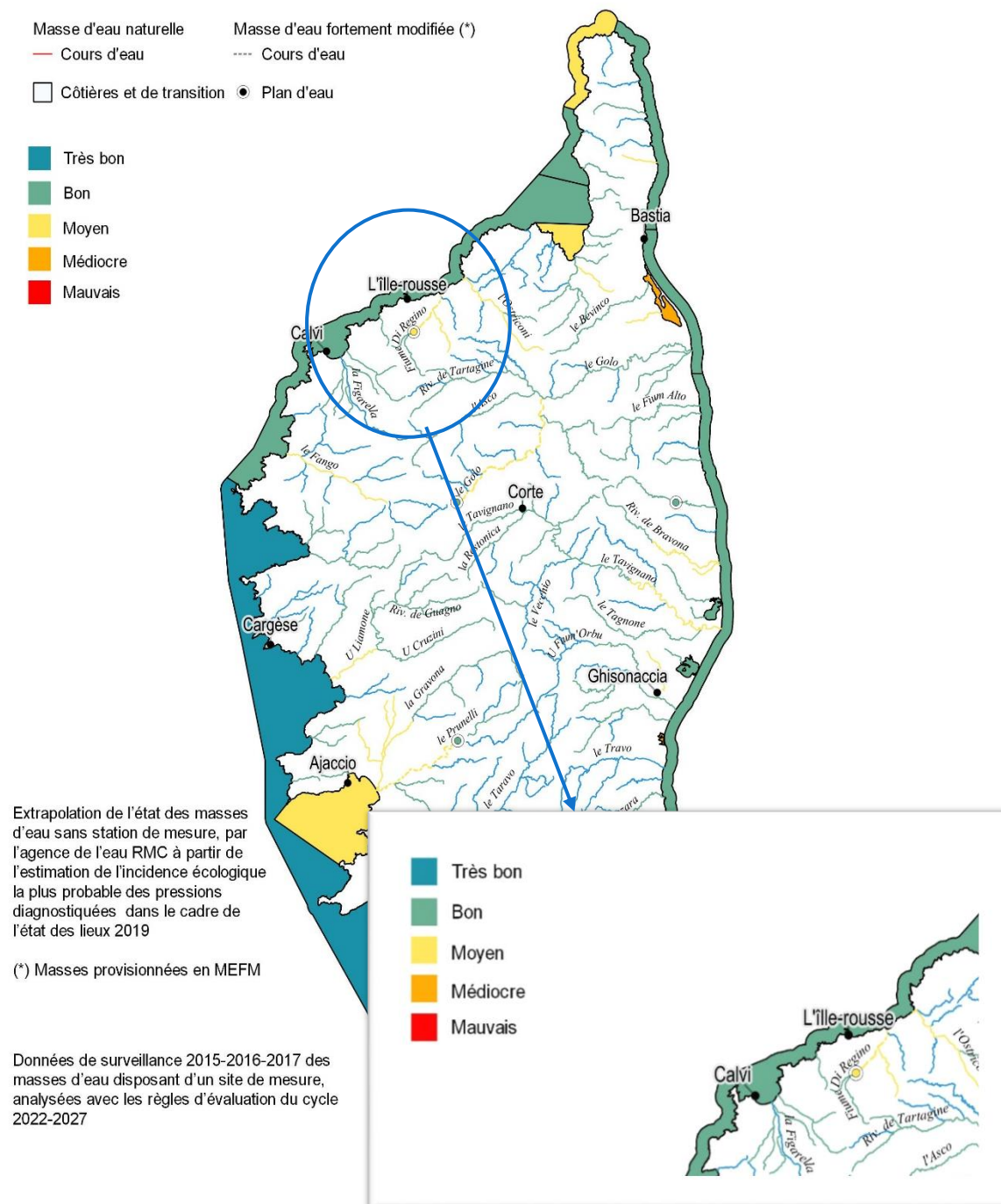


Figure 15 : Etat écologique des masses d'eau superficielle (état des lieux 2019)

Trois cours d'eau notables sont présents d'amont en aval à savoir :

Nom du cours d'eau	Surface du bassin versant en km ²	Distance vis-à-vis du point de restitution	Module (source LOIEAU-INRAE) en l/s	Distance vis-à-vis de la restitution en ml	Facteur de dilution vis-à-vis du débit de vidange (0.5m ³ /s)
Ruisseau de Carignelli	9.25	1520	40.86	1 520	+ 16%

Ruisseau du Sanclemente	27.99	4250	120	4 250	+ 63%
Ruisseau d'Erbajolo	15.89	6250	40	6 250	+ 78%

Entre le point de restitution et le ruisseau de Carignelli, il existe deux petits cours d'eau (ruisseau de Cammariu et de Compumignani) en rive gauche mais dont les débits ne sont pas calculés par LOIEAU. Les bassins versants pour ces deux cours d'eau sont faibles (2.48 km²), ce qui implique un module d'environ 6 l/s (reconstitué à partir des données LOIEAU du ruisseau d'Erbajolo – très semblable). Le débit au mois de novembre est estimé à 0.11 m³/s soit environ 2% de dilution supplémentaire. Ce point n'est pas pris en compte par la suite au regard de l'incertitude sur les volumes et les faibles apports.

On considère que la première réelle « dilution » interviendra à environ 1500 mètres du point de restitution. Il permettra d'augmenter les volumes d'eau de 16% soit un débit global de 0.58 m³/s. A ce stade et en fonction des expériences en matière de vidange de culot (voir tableau ci-après), il apparaît que sur cette distance (1520 ml) la première partie de la nitrification devrait s'effectuer en grande partie pour revenir à des taux d'ammonium classés en bon état (<0.5 mg/l NH₄⁺). Cette nitrification devrait s'effectuer sans acidification du milieu (- 0.095 point de pH) majeure pour le milieu et ses organismes vivants. Ces estimations sont renforcées par les calculs théoriques (NH₄⁺ + 3/2 O₂ → NO₂⁻ + H⁺ + HO₂).

	Vidange du culot de PERI	Estimation pour la vidange du culot de Codole	Etat écologique attendu
Distance entre le point de restitution et la confluence	1280 ml	1520 ml	
Concentration de rejet en NH₄⁺ (le plus mauvais)	2.1 mg/l	2 mg/l (données du débit réservé)	
Nitrification naturelle entre les deux points	-1.84 mg/l	-1.75 mg/l	
Concentration NH₄⁺ attendue au point de confluence		0.25 mg/l	BON
Augmentation du taux d'oxygène dissous entre les deux points	+6.83 mg/l	+8.11 mg/l (NB – linéaire plus long // pente similaire)	
Nitrification supplémentaire en termes de NO₂⁻	+ 0.05 mg/l	+0.048 mg/l	
Concentration NO₂⁻ attendue au point de confluence		0.22 mg/l	BON
Acidification de l'eau (pH)	-0.1	-0.095	
pH attendu au point de confluence		7.8	

Le débit de 0.5 m³/s, permettra une ré-oxygénation suffisante, ainsi qu'une nitrification partielle jusqu'au point de confluence. Néanmoins, l'état écologique attendu de ces paramètres (les plus impactant pour le milieu) sera BON alors même que ce dernier est MOYEN pour cette partie du cours d'eau. Il n'est donc pas attendu de dégradation de l'état écologique de la masse d'eau FRER53.

3.4 DEBIT DE VIDANGE

Le débit maximal de vidange est 12 m³/s.

Dans le cas d'une vidange « urgente » ou non programmée, les temps de vidange ont été vérifiés dans le cadre de la réhausse de la RN (voir Note SI AES 2025 PS 04 révision 1 – annexe 9.1 page 115). Les conclusions de cette étude indiquent qu'à la cote 114.50 m NGF (RN réhaussée), le temps de vidange, est d'environ 10 jours et le temps de vidange jusqu'à demi-charge est de moins de 5 jours. Les temps sont donc conformes aux prescriptions du CFBR.

De plus, dans le cadre des travaux de sécurisation de l'EVC du barrage de Codole, la construction du seuil labyrinthe, de type PKWeir, inclut une passe batardable en partie centrale. Cette passe, d'une section de 1.0 m de large sur 1.7 m de haut, permettra d'abaisser temporairement la cote de retenue à la cote actuelle de la RN (112.80 m NGF), contre 114.40 NGF en position fermée. Elle offre ainsi une flexibilité opérationnelle.

Ce dispositif est particulièrement utile dans le cadre d'une vidange programmée, car il permet de limiter le remplissage de la retenue lors de la phase de reconstitution du stock précédant la phase de vidange, en maintenant le niveau à la RN actuelle. Cela permet, en fin de saison d'irrigation, de réduire le volume d'eau à restituer au milieu naturel.

En période de reconstitution des stocks, les seuls volumes restitués au milieu sont les entrants naturels, au laminage près.

Les figures ci-dessous issues du dossier PRO établi par le bureau d'études ISL illustrent ce dispositif.

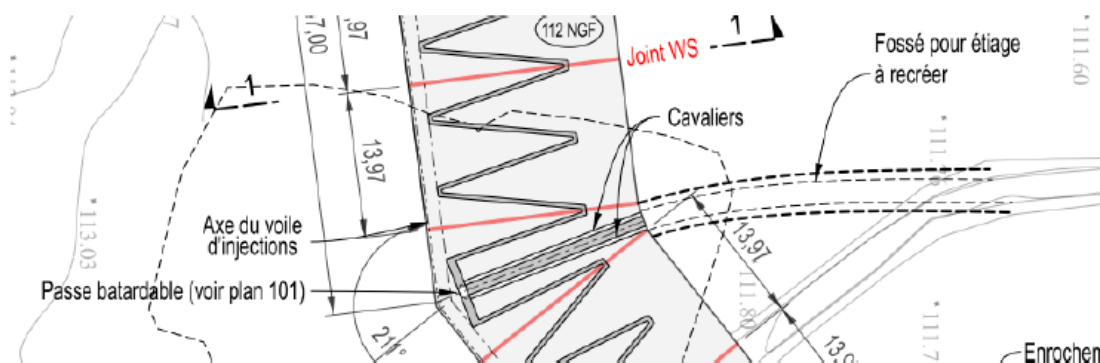


Figure 16 : Localisation de la passe batardable

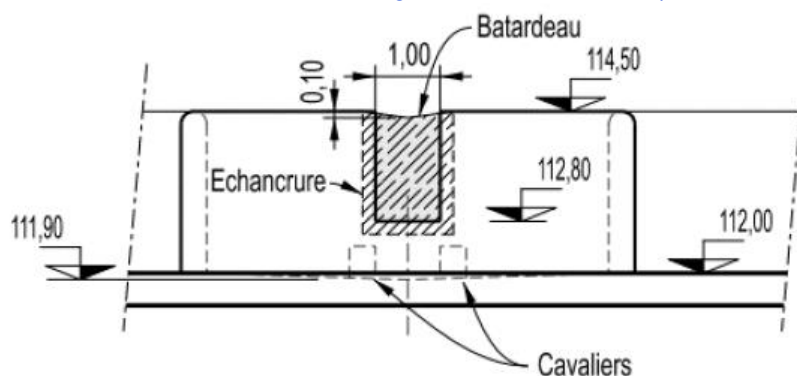


Figure 17 : Elévation amont de la passe batardable

A noter que dans le cadre de l'étude de danger périodique d'un barrage, les méthodes d'investigations existantes permettent aujourd'hui massivement de répondre à l'exigence réglementaire de réalisation d'un état physique complet de l'ouvrage, y compris des parties habituellement noyées, sans avoir recours à un assec de la retenue.

Aussi, s'agissant de travaux de réparation de parties noyées, des équipes de plongeurs scaphandriers peuvent être mobilisées. Ainsi, sur le barrage de Codole, les travaux de remplacement de la conduite de prise vidange ou d'étanchéification du fourreau traversant le barrage ont été réalisés en eau.

Le recours à une vidange programmée de cet ouvrage relèverait a priori de la nécessité d'inspecter une partie de l'ouvrage qui n'aurait pas pu être examinée efficacement par des moyens subaquatiques, notamment en raison d'une mauvaise visibilité.

Le présent dossier s'inscrit donc dans le cadre d'une intervention nécessitant le maintien d'un assec sur une courte durée.

Il est entendu qu'une opération de maintenance plus lourde, qui obligerait le maintien d'un assec sur des périodes potentiellement beaucoup plus longues devra faire l'objet d'une demande d'autorisation dédiée.

3.4.1 Méthodologie générale

Le déroulement des opérations s'articulera autour de **trois étapes** successives :

- **Mise en assec** : Période d'évacuation du reliquat de fin de saison, dans le respect des contraintes environnementales, décomposée en une phase de restitution (jusqu'à la Cote Minimale d'Exploitation du barrage) et une phase de vidange (culot de l'ouvrage) ;
- **Maintien de l'assec** : Durée nécessaire à l'intervention technique ;
- **Remplissage** : Séquence de reconstitution d'un volume cible à une date visée.

La méthodologie proposée repose sur la construction de deux scénarii représentatifs, intégrant :

- Une **durée d'assec fixée**, correspondant aux besoins d'intervention ;
- Les **dates de début** et de **fin d'opération de mise en assec** nécessitant la mise à l'arrêt de la production et déterminées à partir de données d'exploitation historiques ;
- Les **dates de début** et de **fin de reconstitution du stock**, déterminées à partir de données d'exploitation historiques mais en tenant également compte d'un contexte hydrologique donné ;
- Le **volume à restituer** évalué à partir des reliquats de fin de saison observés ;
- Le **volume à reconstituer** estimé à partir des besoins de stockage connus pour la saison suivante ;
- Le **volume à vidanger** relatif au culot de l'ouvrage, dans le respect des contraintes environnementales.

Les deux scénarii suivants sont élaborés pour encadrer les conditions envisageables :

- **Scénario médian** : basé sur des conditions hydrologiques médianes (satisfaites 1 année/2), permet d'**optimiser le débit de vidange** en fonction des contraintes d'exploitation.
- **Scénario critique** : fondé sur des hypothèses défavorables, vise à sécuriser l'opération en anticipant les aléas hydrologiques.

3.4.2 Paramètres d'entrée

3.4.2.1 Durée de l'assec

La **durée de l'assec** nécessaire aux opérations d'inspection ou de maintenance entrant dans le cadre du présent protocole est fixée à **8 jours**.

3.4.2.2 Reliquat à évacuer

Les reliquats disponibles obtenus en fin de saison d'irrigation ces 15 dernières années (de 2010 à 2024) sont présentés dans le graphique suivant, avec, pour chaque année, le n° de semaine correspondant à l'observation.

Le reliquat **maximum** de **4.59 hm³** est observé en 2010, à la mi-octobre (semaine 42). Cette situation, représentant le scénario le plus contraignant en matière de vidange, sera retenue pour l'analyse du cas critique. Elle correspond à une saison estivale particulièrement humide, avec des besoins en eau plus faibles qu'à l'accoutumée, conduisant à un volume résiduel important qu'il conviendra d'évacuer en fin de saison.

Aussi, la valeur **médiane** de l'échantillon de **3.51 hm³** observée en semaine 43, soit la 3^e semaine du mois d'octobre, constituera la donnée d'entrée du scénario médian de cette analyse.

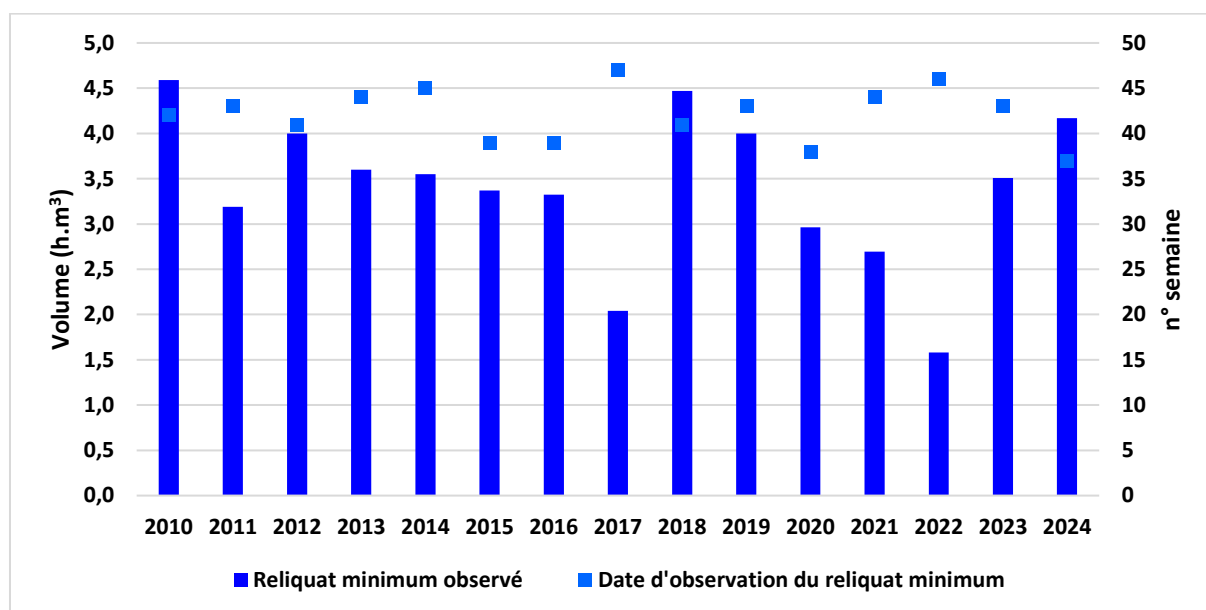


Figure 18 : Reliquats observés en fin de saison au niveau du barrage d'E Cotule

3.4.2.3 Date de début de mise en assec

La mise en assec ne pourra débuter qu'après l'arrêt des moyens de production, ce qui nécessitera la mobilisation de ressources de substitution.

Concernant le réseau d'eau potable, cette substitution pourra être assurée à partir du réservoir de Salvi, d'une capacité de 40 000 m³.

Pour le réseau d'eau brute, l'alimentation des abonnés pourra être réalisée à partir de la prise de la Figarella, à compter du 1^{er} octobre, conformément à l'arrêté préfectoral du 17 septembre 2009 encadrant l'exploitation de cet ouvrage. Cette possibilité reste toutefois conditionnée à la disponibilité de la ressource, le débit réservé entre le 1^{er} octobre et le 31 mai étant fixé à 95.8 L/s.

Une approche sécuritaire vis-à-vis de la ressource Figarella, nous amène à considérer une date de début de mise en assec au **1^{er} novembre** pour les deux scénarii.

3.4.2.4 Stock cible à reconstituer pour la saison n+1 à une date visée

Le volume minimum, nécessaire et suffisant, qu'il convient d'avoir reconstitué avant le début de la saison estivale suivante est déterminé à partir de l'étude de la dégradation quantitative du stock du barrage d'E Cotule, ces 15 dernières années.

Les facteurs pris en compte sont : les apports naturels, les consommations, les fuites, les pertes, l'évaporation ainsi que le débit réservé.

Le graphique ci-dessous présente l'abaissement du stock constaté et la date de début de mobilisation de l'ouvrage pour chacune des saisons d'irrigation, de 2010 à 2024.

Le cas le plus défavorable est observé en 2017, année de sécheresse de référence, avec une dégradation quantitative du stock maximale atteignant 4.4 hm³ et un début de mobilisation précoce, en semaine 15, soit la 2^e semaine du mois d'avril.

Aussi bien dans le cas du **scénario médian** que dans le **scénario critique**, le stock visé sera de **4.7 hm³** correspondant à cette dégradation de stock maximale connue, augmentée d'une marge de 0.3 hm³ de façon à intégrer les volumes situés en dessous de la limite d'exploitation du barrage.

La **date visée** pour la reconstitution de ce stock cible est la **semaine 15** (observation 2017) pour le scénario critique et la **semaine 20** (médiane de la série de donnée) pour le scénario médian.

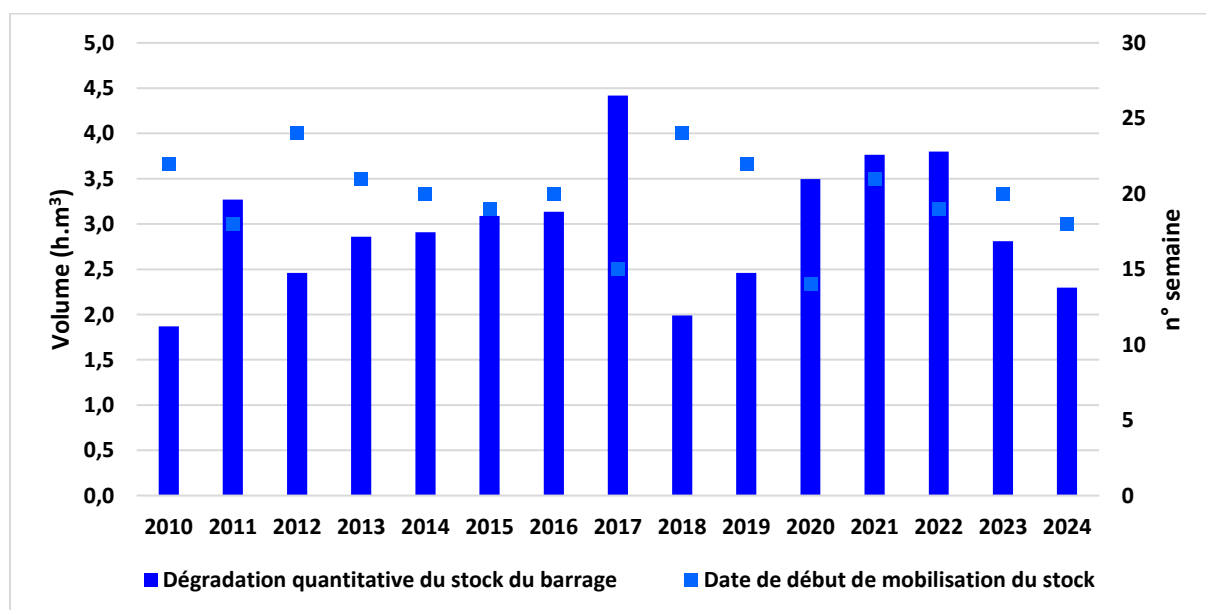


Figure 19 : Dégradation quantitative du stock du barrage d'E Cotule et date de début de mobilisation du stock

3.4.2.5 Hydrologie au droit du barrage

L'estimation de l'hydrologie du Reginu (débits moyens mensuels et statistiques) au droit du barrage d'E Cotule est issue de la note technique n° SI AES 2025 CP 05 V2 Justification du besoin de stockage supplémentaire au niveau du barrage d'E Cotule.

Le remplissage du barrage d'E Cotule s'effectue en période hivernale à partir des apports hydrologiques du Fiume di Reginu et ses deux affluents principaux, le Pianu et l'Aldinu.

La surface du bassin versant drainée au droit du barrage est de 42.6 km².

Depuis le mois de septembre 2018, l'OEHC assure le suivi quantitatif de la ressource en eau sur ce bassin versant au niveau de la station hydrométrique du Reginu à U Filicetu. La superficie jaugée en ce point est de 14.2 km².

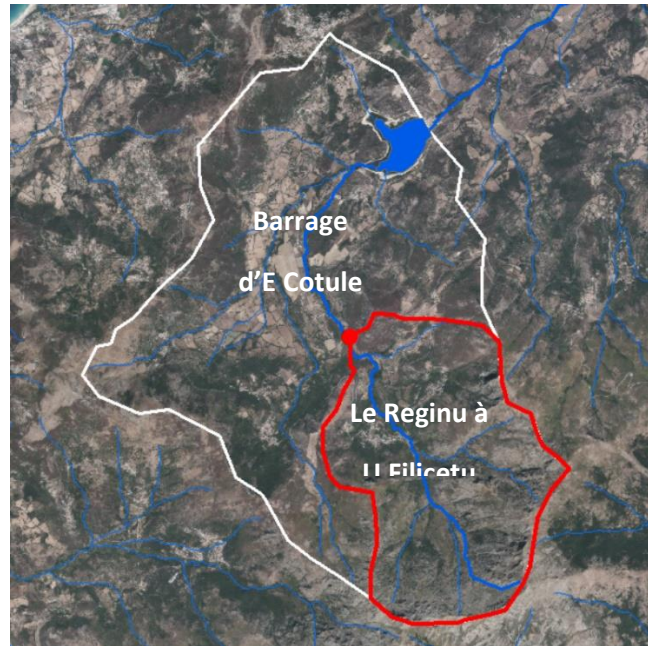


Figure 20 : Localisation de la station hydrométrique du Reginu à U Filicetu au sein du bassin versant en amont du barrage d'E Cotule

La ressource en eau au droit du barrage est reconstituée à partir de la transposition des données de la station hydrométrique d'U Filicetu (2018-2025).

On admet la relation suivante :

$$Q_{E\ Cotule} = Q_{Station\ hydro} \left(\frac{S_{BV\ E\ Cotule}}{S_{BV\ Station\ hydro}} \right)^{0.6}$$

Avec :

$Q_{E\ Cotule}$:	Débit au droit du barrage d'E Cotule (m ³ /s)
$Q_{Station\ hydro}$:	Débit à la station hydrométrique du Reginu à U Filicetu (m ³ /s)
$S_{BV\ E\ Cotule}$:	Surface du bassin versant du barrage d'E Cotule (km ²)
$S_{BV\ Station\ hydro}$:	Surface du bassin versant à la station du Reginu à U Filicetu (km ²)

L'hétérogénéité altimétrique constatée entre les deux bassins versants considérés conduit fort logiquement à des productivités différentes.

Ce constat est intégré au calcul avec l'application d'un exposant 0.6 (coefficient de Myer) au rapport des superficies des bassins versants.

Compte tenu de l'écart relatif entre la superficie des deux bassins versants considérés ($\frac{S_{BV\ E\ Cotule}}{S_{BV\ Station\ hydro}} \neq 1$). Il existe une certaine sensibilité à la variation de ce coefficient.

Aussi, la valeur retenue (0.6) est plutôt sécuritaire, mais conduit à des résultats réalistes.

Le débit moyen interannuel calculé au barrage est de 300 L/s, soit un débit spécifique de 7 L/s/km². La ventilation mensuelle obtenue est donnée dans la figure ci-dessous.

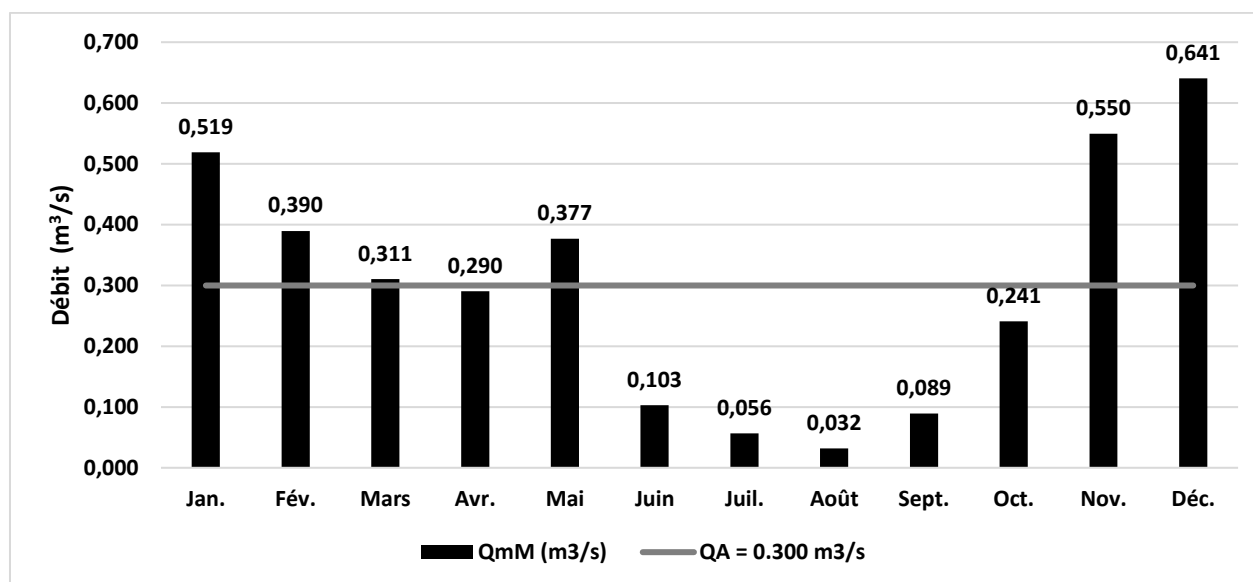


Figure 21 : Hydrologie reconstituée au droit du barrage d'E Cotule à partir des données mesurées à la station hydrométrique du Reginu à U Filicetu

Les débits moyens mensuels et statistiques associés à différentes périodes de retour considérées sont approchés à partir d'une loi log-normale et présentés dans le tableau suivant.

Débit (m³/s)	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
QmM 20 S	0.079	0.061	0.054	0.059	0.099	0.019	0.004	0.005	0.009	0.009	0.118	0.266
QmM 10 S	0.111	0.085	0.075	0.079	0.127	0.026	0.006	0.007	0.013	0.016	0.155	0.315
QmM 5 S	0.167	0.129	0.111	0.112	0.172	0.038	0.010	0.011	0.022	0.031	0.217	0.388
QmM 2	0.367	0.284	0.234	0.218	0.304	0.078	0.028	0.023	0.055	0.113	0.411	0.577
QmM 5 H	0.806	0.626	0.493	0.425	0.539	0.160	0.080	0.050	0.138	0.410	0.779	0.858
QmM 10 H	1.217	0.946	0.729	0.602	0.727	0.232	0.138	0.075	0.225	0.802	1.088	1.056
QmM 20 H	1.709	1.330	1.006	0.804	0.931	0.317	0.217	0.105	0.336	1.397	1.434	1.254
QmM (2018-2025)	0.519	0.390	0.311	0.290	0.377	0.103	0.056	0.032	0.089	0.241	0.550	0.641

3.4.2.6 Débits de mise en assec

3.4.2.6.1 Débit de restitution

Pour rappel, le volume à restituer s'élève à :

- **3.39 hm³** (3.51 hm³ au-dessus de la CME – 0.12 hm³ du culot) dans le **scénario médian** ;
- **4.47 hm³** (4.59 hm³ au-dessus de la CME – 0.12 hm³ du culot) dans le **scénario critique**.

Sur la base de l'étude des débits entrants à barrage plein de 2018 à 2025, **la restitution maximale est fixée à 6 m³/s** comme détaillé au 3.3 ci-dessus.

Une étude statistique de la série de données disponible permet de conclure qu'un tel débit n'excède pas une période de retour biennale.

3.4.2.6.2 Débit de vidange

Le volume à vidanger est de 0.12 hm³.

Comme indiqué précédemment, le débit de restitution a été fixé à 6 m³/s en fonction notamment des débits habituellement reçus par le cours d'eau aval.

Toutefois, au regard de la qualité des eaux situées au niveau du culot de l'ouvrage, **il est décidé de limiter l'abaissement du stock à 0.5 m³/s lors de la phase de vidange**, et ce, afin de réduire les impacts environnementaux.

3.4.3 Etude de deux scénarii encadrants et calendrier prévisionnel

3.4.3.1 Scénario médian

Le volume cible à atteindre en amont de la saison estivale n+1 est fixé à 4.7 hm³ (cas le plus défavorable de dégradation de stock observé en 2010 à 4.4 hm³ auquel est ajoutée une marge de 0.3 hm³ correspondant au volume non exploitable en fond d'ouvrage).

Dans le cas d'un scénario médian, il conviendrait d'atteindre ce niveau de stock en semaine 20, soit à la mi-mai (date médiane de début de mobilisation du stock du barrage).

Le tableau ci-dessous indique la date de début de reconstitution du stock nécessaire pour obtenir ce volume à la date souhaitée, en fonction du débit moyen sur la période. Le temps de retour de ce débit sur ladite période de reconstitution de stock est calculé par ajustement statistique à une loi de Galton à partir des données de débit moyen reconstituées au barrage de 2018 à 2025 (n = 7).

Débit de remplissage (m ³ /s)	Débit de remplissage Débit réservé (m ³ /s)	Temps pour reconstituer 4.7 hm ³ (j)	Date de début de reconstitution pour atteindre 4.7 hm ³ en semaine 20	Temps de retour du débit sur la période de reconstitution considérée
0.3	0.27	201	25-oct.	16 S
0.35	0.32	170	26-nov.	4 S
0.4	0.37	147	18-déc.	2
0.45	0.42	130	5-janv.	3 H
0.5	0.47	116	19-janv.	6 H

L'intervalle de débit moyen de remplissage admis dans un cas médian à tendance légèrement sèche serait de 320 à 370 L/s impliquant un début de remplissage entre le 26 novembre et le 18 décembre pour obtenir le stock visé de 4.7 hm³ en semaine 20 (mi-mai).

Avec une durée d'assec de 8 jours, la vidange doit s'achever, dans ce cas, le 17 novembre.

Le début de mise en assec étant programmé au 1^{er} novembre dans ce cas médian, le temps de vidange obtenu est de 16 jours.

Ainsi, avec un volume à vidanger de **3.51 hm³** dans le cas médian, les débits de vidange peuvent être ventilés comme suit :

- 13 jours à 3.4 m³/s = 3 m³/s (3.51 – 0.12 = **3.39 hm³** sur 13 jours) + 0.4 m³/s de débit entrant en novembre, dans le cas d'une année médiane ;
- 3 jours à 0.5 m³/s (**0.12 hm³** situés sous la CME).

Dans ces conditions, l'assec se produit autour de la 3^e semaine du mois de novembre (du 18 au 25 novembre) et le remplissage reprend le 26 novembre.

Avec un débit moyen de remplissage de 320 L/s jusqu'à la mi-mai, correspondant à une année quadriennale sèche, le volume cible de 4.7 hm³ est reconstitué dans les temps (mi-mai).

Ce scénario n'étant garanti qu'une année sur 2, il convient d'étudier un scénario critique, plus restrictif.

3.4.3.2 Scénario critique

Dans le cas d'un scénario critique, le volume à vidanger est fixé à hauteur du maximum connu de la chronique, soit 4.59 hm³ (observation 2010). La restitution de ce volume pourrait être initiée le 1^{er} novembre, date à laquelle des moyens de substitution de la ressource sont disponibles au regard du nécessaire arrêt de la production.

La restitution de la tranche d'eau située au-dessus de la CME (**4.47 hm³** = 4.59 – 0.12 correspondant au volume du culot) opérée sous un débit majoré à **6 m³/s** nécessite **10 jours**.

En tenant compte des **entrants** sur cette période (780 L/s dans le cas d'un mois de novembre quinquennal humide induisant 0.7 hm³ supplémentaires à évacuer sur la durée de vidange), ce temps est majoré de **3 jours**.

La vidange des **0.12 hm³** relatifs au **culot** de l'ouvrage nécessite **3 jours**, sous 0.5 m³/s.

La durée totale de mise en assec serait, dans ce cas, de 16 jours.

Une initiation des opérations de restitution le 1^{er} novembre conduirait donc à une finalisation de la mise en assec le 16 novembre.

En tenant compte des 8 jours d'assec du 17 au 25 novembre, le remplissage de la retenue pourra s'initier le 26 novembre.

Les données hydrologiques relevées de 2018 à 2025, reconstituées au barrage, permettent un ajustement à une loi de Galton des débits moyens observés sur la période de remplissage de l'ouvrage, à savoir du 26 novembre au 12 avril (semaine 15), soit 137 jours. Les débits moyens statistique sur cette période sont ainsi déterminés et les volumes de remplissage correspondants déduits.

Dans le cas d'un scénario critique, le volume cible à atteindre pour le début de la saison estival n+1 reste de 4.7 hm³ (dégradation maximale de stock observée en 2010, 4.4 hm³ augmentée d'une marge de 0.3 hm³ correspondant au volume situé sous la limite exploitable).

Période de retour (ans)	Débit de remplissage (m ³ /s)	Débit de remplissage Débit réservé (m ³ /s)	Volume de remplissage du 26/11 au 12/04 (hm ³)	Déficit par rapport au volume cible de 4.7 hm ³ (hm ³)
20 S	0.246	0.216	2.57	2.13
10 S	0.279	0.249	2.97	1.73
5 S	0.325	0.295	3.52	1.18
2	0.437	0.407	4.85	-

Si en année médiane, les seuls apports propres du bassin versant du barrage suffisent à atteindre et même un peu dépasser (de 0.15 hm³) le stock cible (4.7 hm³) en semaine 15, les déficits de remplissage constatés dans le cas d'une recharge hydrologique sèche nous incitent à envisager la sollicitation de la ressource Figarella, sur cette période de remplissage restreinte à 137 jours :

Période de retour (ans)	Déficit par rapport au volume cible de 4.7 hm ³ (hm ³)	Débit moyen à mobiliser depuis la Figarella sur 137 j pour combler le déficit (m ³ /s)
20 S	2.13	0.180
10 S	1.73	0.146
5 S	1.18	0.100

En année sèche, les débits à transférer depuis le bassin versant de la Figarella pour atteindre les 4.7 hm³ en semaine 15 pourraient rester compatibles avec la ressource en eau disponible et la capacité de transfert du réseau, tant que la recharge n'excède pas une période de retour décennale sèche (soit un maximum de 150 L/s à transférer, en moyenne, lors de la phase de remplissage).

Au-delà de ce seuil, l'atteinte du stock cible (4.7 hm³) à la date visée n'est plus garantie si la restitution ne démarre pas avant le 1^{er} novembre.

Dans le cas d'une année critique, caractérisée par un reliquat important à évacuer en raison d'une période estivale précédente humide, cette hypothèse de démarrage anticipé devient tout à fait recevable.

Cela conduit à définir et rechercher une date d'objectif de fin de mise en l'assec qui permettrait d'atteindre le stock visé dans tous les scénarios hydrologiques, y compris les plus défavorables au sens de la vidange (période estivale humide suivie d'une recharge sèche).

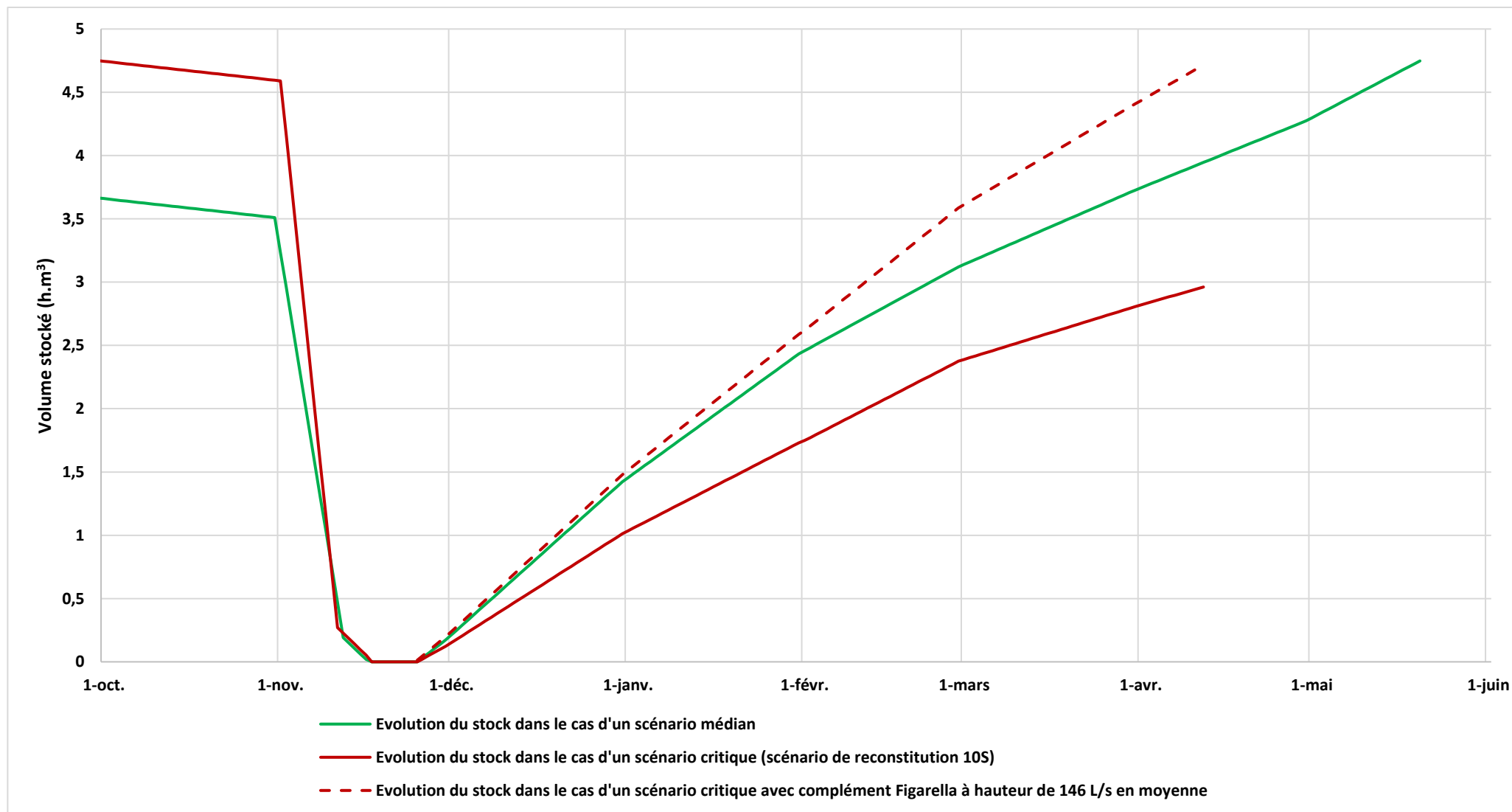


Figure 22 : Evolution du stock du barrage d'E Cotule (vidange et reconstitution de stock) dans le cas d'un scénario médian, critique et avec le complément apporté par la Figarella

3.4.3.3 *Date d'objectif de fin de mise en assec*

Dans le cas de conditions initiales défavorables, notamment en présence d'un reliquat important à restituer en fin de saison, il est recommandé d'anticiper les opérations de mise en assec dès le courant du mois d'octobre.

Une arrière-saison humide permettrait, en effet, de mobiliser la ressource de substitution depuis le bassin versant de la Figarella, a priori disponible dans ce contexte, pour compenser la mise à l'arrêt de la production au niveau du barrage d'E Cotule.

La **date d'objectif de fin de mise en assec** est ainsi déterminée de manière à garantir l'atteinte du stock cible de 4.7 hm³ à la date visée (semaine 15), permettant de faire face à une saison estivale type 2017 l'année n+1, y compris dans les conditions les plus défavorables au sens de la vidange (période estivale humide suivie d'une recharge hivernale vicennale sèche).

S'agissant de la reconstitution du stock du barrage d'E Cotule, les résultats suivants sont obtenus par itération :

- **Période de remplissage** : du 9 novembre au 12 avril ;
- **Recharge hydrologique vicennale sèche** au niveau du bassin versant du Reginu, soit un débit entrant de 267 L/s, en moyenne, sur la période considérée, auquel il convient de retrancher 30 L/s de débit réservé ;
- **Débit moyen transféré** depuis la Figarella jusqu'au barrage d'E Cotule, pendant la durée de la reconstitution du stock de l'ordre de **110 L/s**, dans une logique sécuritaire intégrant le contexte hivernal plutôt sec ;

Dans ces conditions, le stock cible serait atteint à la date visée.

En tenant compte des 8 jours d'assec fixés (du 1^{er} au 8 novembre), **la mise en assec de la retenue doit être achevée le 31 octobre.**

L'évacuation du reliquat critique observé en 2010 (4.47 hm³) s'effectue comme suit :

- 13 jours de restitution (sous 6 m³/s) ;
- 3 jours de vidange (sous 0.5 m³/s).

Ainsi, un démarrage des opérations le 15 octobre permet de sécuriser la reconstitution du stock requis, même dans le scénario le plus défavorable combinant un été humide (type 2010) et une recharge hivernale vicennale sèche. Ce calendrier garantit la satisfaction des besoins en eau de la Balagna en saison estivale n+1, y compris dans le cas d'une année de sécheresse extrême comme 2017.

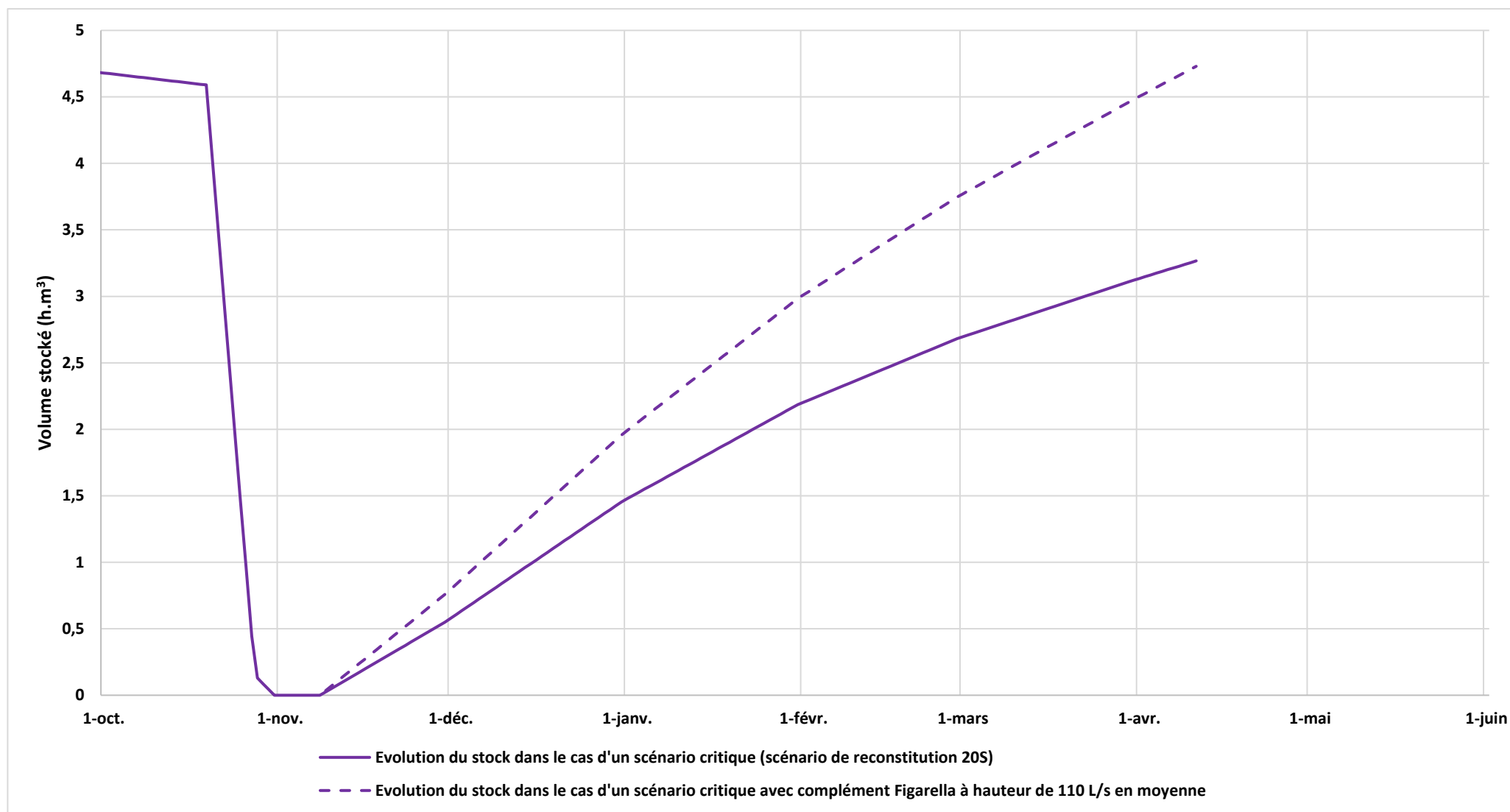


Figure 23 : Scénario de reconstitution du stock cible à la date visée dans les conditions les plus défavorables au sens de la vidange, en intégrant une mise en assec anticipée (fin de la vidange au 31 octobre)

3.5 SYNTHÈSE DES DÉBITS DE RESTITUTION ET DE VIDANGE

Une vidange programmée pourra être opérée dans les conditions suivantes :

- Ouverture des vannes V6 et V7 (Figure 3 : Schéma du dispositif de vidange et de la chambre des vannes amont) à partir de la cote atteinte en fin de saison estivale et jusqu'à la CME (95 m NGF) à un débit compris entre 3 et 6 m³/s ;
- Mise en œuvre d'un dispositif de pompage permettant la vidange du culot à hauteur de 0.5 m³/s à partir de la CME (95 m NGF) ;
- La période d'assec est fixée à 8 jours maximum.

Deux scénarii ont été envisagés, ils sont résumés ci-après :

	Scénario médian	Scénario critique
Volume à vidanger	3.39 hm ³	4.47 hm ³
Débit de restitution		
Volume situé au-dessus de la CME	3 m ³ /s	6 m ³ /s
Durée de restitution	13 jours	10 jours + 3 jours supplémentaires pour les entrants – 13 jours
Volume à vidanger	0.12 hm ³	
Débit de vidange		
Volume situé en dessous de la CME	0.5 m ³ /s	
Durée de vidange	3 jours	
Période de restitution + vidange	1 ^{er} novembre au 16 novembre	15 octobre au 31 octobre

Ce protocole vise à encadrer une vidange programmée du barrage de Codole, tout en assurant la sécurité de l'ouvrage, la continuité du service et la préservation du milieu naturel.

L'analyse menée dans le cadre du présent protocole permet de définir les **conditions optimales de mise en assec**, en tenant compte des **contraintes hydrologiques, hydrauliques, environnementales et opérationnelles propres à l'ouvrage**. Elle repose sur l'étude de deux scénarii encadrants, médian et critique, construits à partir de données historiques et de modélisations hydrologiques.

Dans les deux cas, un **début des opérations de mise en assec** est d'abord envisagé au **1^{er} novembre**, selon une approche sécuritaire vis-à-vis de la ressource Figarella, mobilisée comme ressource de substitution en raison de l'arrêt nécessaire de la production au niveau du barrage.

Dans ces conditions, la présente étude démontre que la reconstitution du volume cible de 4.7 hm³ à la date visée est assurée par les seuls apports propres du bassin versant du Reginu dans un scénario médian à humide. En revanche, dans un contexte hydrologique plus contraint, un remplissage complémentaire depuis la Figarella est indispensable.

Aussi, la **mobilisation anticipée de la Figarella** comme ressource de substitution au barrage d'E Cotule constitue un levier essentiel. Dès lors que cette ressource est disponible et permet de couvrir l'ensemble des besoins du réseau d'eau brute, la production du barrage doit être arrêtée sans attendre (à partir du 1^{er} octobre, sous réserve de disponibilité). **Cette substitution permet d'anticiper les opérations de mise en assec et le gain de temps peut alors être réinvesti dans la phase de remplissage.**

Si la fin de mise en assec est atteinte le 31 octobre au plus tard, alors la reconstitution du stock cible à la date visée sera vérifiée, garantissant la satisfaction des besoins en eau de la saison n+1 y compris en cas de sécheresse historique type 2017. Dans ce cas également, un complément de remplissage depuis la Figarella devra impérativement être anticipé.

Dans le cas où les contraintes d'exploitation ne permettent pas un démarrage anticipé des opérations au cours du mois d'octobre, une **mise en assec du 1^{er} au 16 novembre**, avec un début de remplissage le 26 novembre, **garantirait l'atteinte du stock cible à la date visée** en scénario critique, **jusqu'à une phase de remplissage décennale sèche sur le bassin versant du Reginu, tout en intégrant les apports complémentaires de la Figarella.**

Cette dernière configuration qui cumulerait une indisponibilité de la Figarella jusqu'au 1^{er} novembre en dépit d'une période estivale humide type 2010 (impliquant un reliquat à évacuer majoré), suivie d'une saison hivernale décennale sèche, et d'un été historiquement sec type 2017 (exigeant le stock cible en semaine 15) constitue un cadre **très sécuritaire**.

Enfin, ces résultats intègrent l'autorisation d'un débit de restitution de 6 m³/s maximum et d'un débit de vidange de 0.5 m³/s.

4 QUALITE DU PLAN D'EAU EN FONCTION DES TRANCHES D'EAU

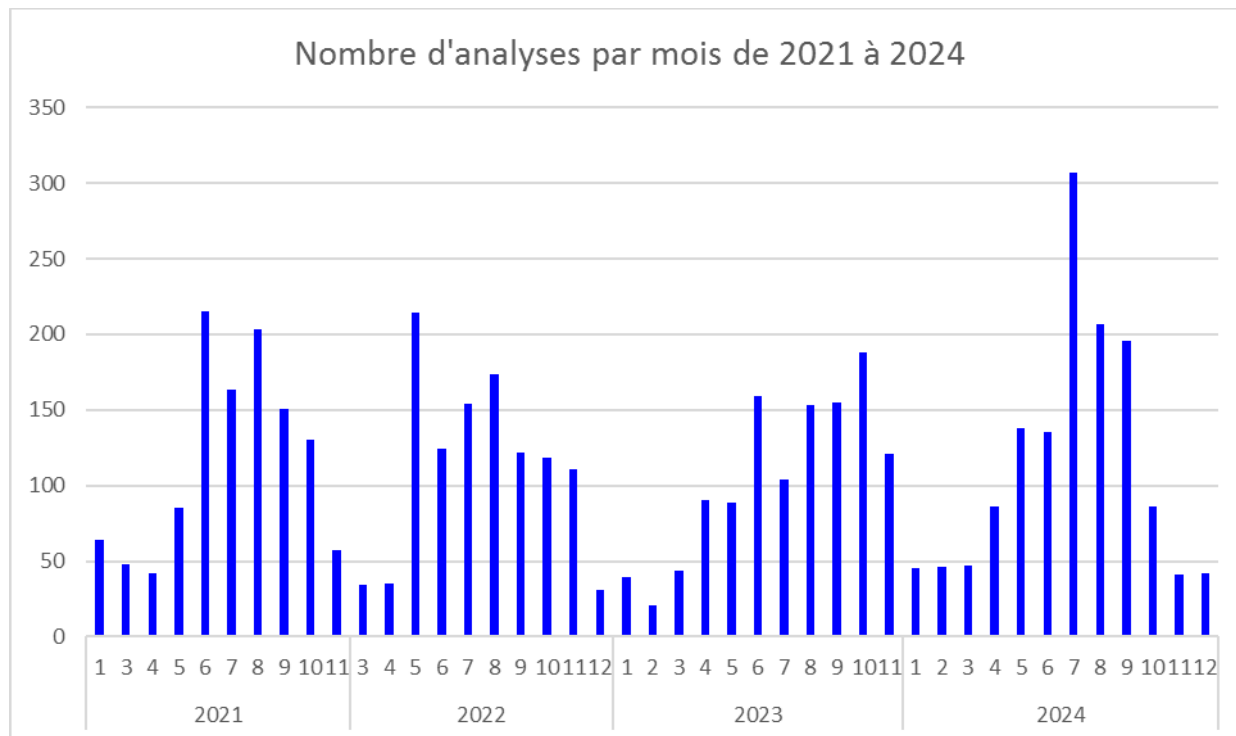
Les prélèvements (tous les mètres) et suivis (sondes tous les 50 cm) dont l'analyse est faite ci-après, ont été prélevés en amont immédiat de la digue.



Figure 24 : Localisation des prélèvements et des aérateurs

Le plan d'eau est particulièrement suivi, il est soumis au plan stratégique de prévention, de surveillance, d'alerte et de gestion des cyanotoxine et des épisodes de prolifération de cyanobactéries dans les plans d'eau de Corse signé en 2019.

Dans ce cadre, le plan d'eau de Codole fait l'objet d'analyses mensuelles (voir figure ci-après) soit globalement entre 794 (2020) et 1376 analyses par an.



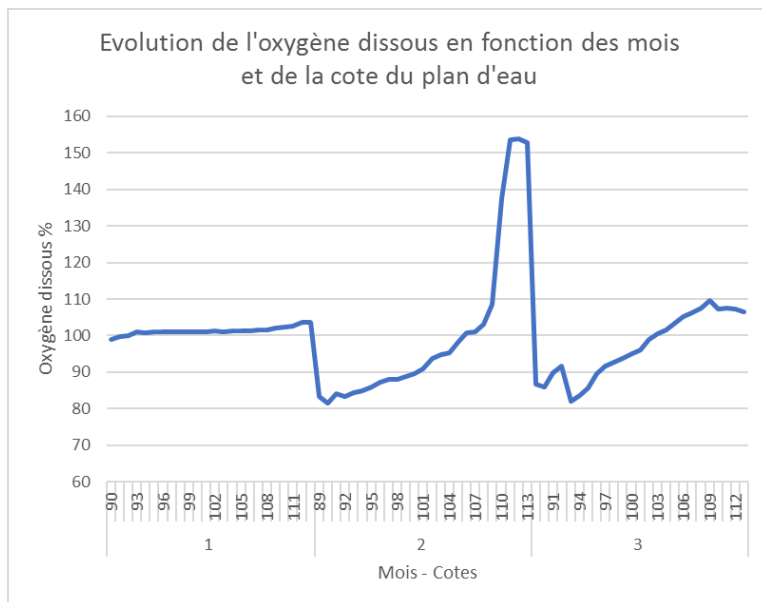
A cela s'ajoute des analyses réalisées sur le débit réservé, l'eau brute et l'eau potable soit environ une trentaine d'analyses par an rattachée à une cote de prélèvement.

Au total le nombre d'analyses est 6134 sur les 5 ans, ce qui rend robuste l'analyse critique réalisée ci-après.

4.1 L'OXYGENE DISSOUS

L'oxygène dissous a été relevé sur le plan d'eau tous les mètres, une analyse des résultats est présentée ci-après ; cette dernière a consisté en la caractérisation de l'oxygène dissous en fonction de la cote et des mois (saisons).

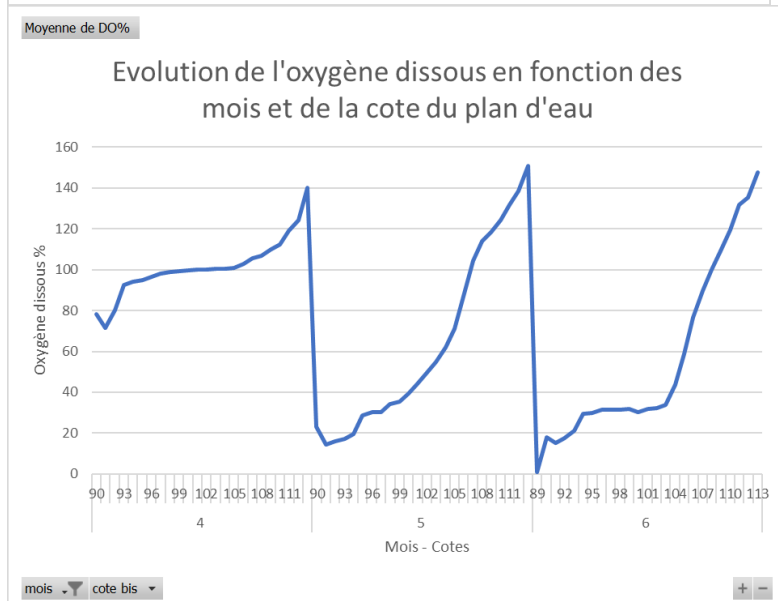
La première analyse consiste en la moyennisation mensuelle de 2020 à 2024 des données, les graphiques présentés ci-après sont trimestriels :



Au 1^{er} trimestre, l'oxygène dissous ne descend pas en deçà de 80%.

Globalement le plan d'eau est faiblement stratifié.

Au mois de mars on note une augmentation significative des teneurs en oxygène dissous des strates supérieures du plan d'eau, du fait d'un développement algal.



Au 2nd trimestre, la stratification du plan d'eau se met en place, d'abord lentement en avril puis franchement en mai.

Au mois de juin la stratification est très marquée puisque les strates du fond du plan d'eau ont un oxygène dissous proche de 0%.

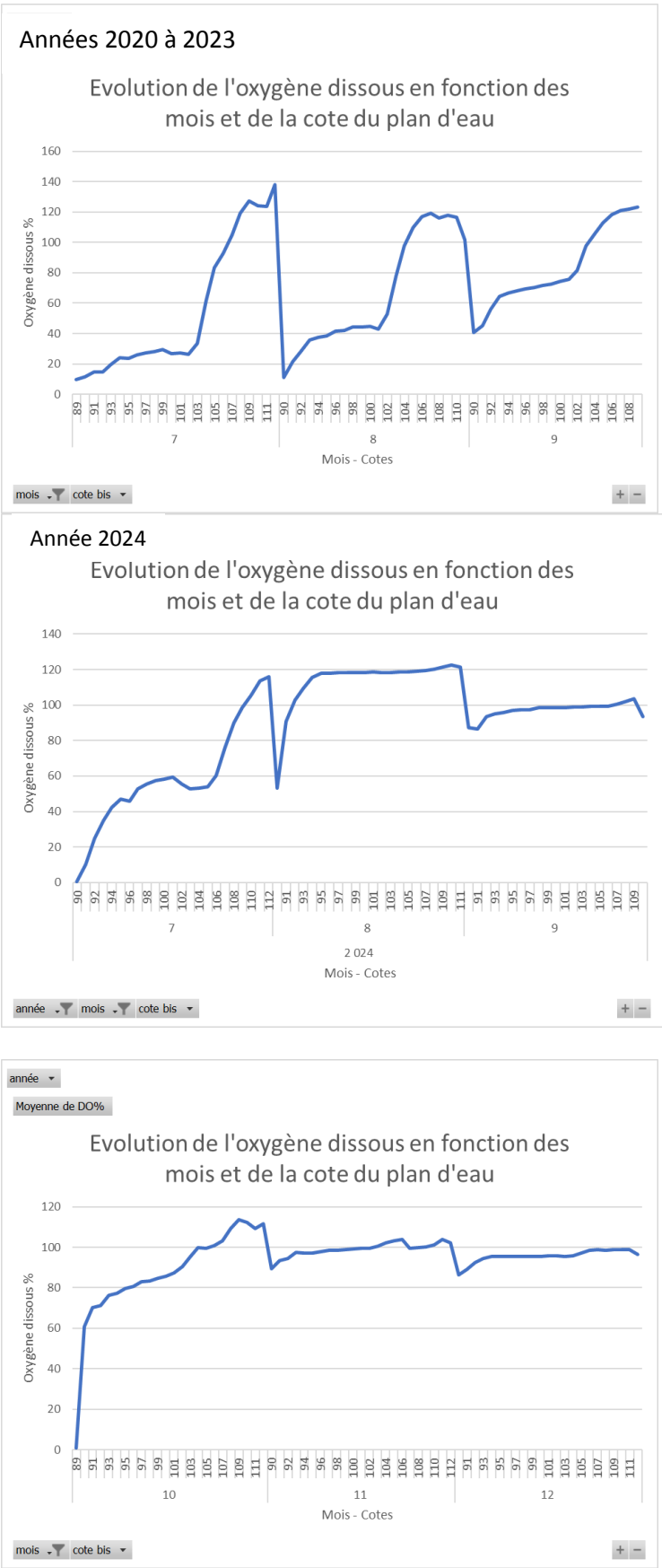


Figure 25 : Graphiques de l'oxygène dissous - trimestriel

Durant la période estivale, les aérateurs sont en fonctionnement ; ils permettent notamment de réoxygéner le plan d'eau et de réaliser une déstratification.

De 2020 à 2023, la cloche d'aération permettait de réoxygéner le plan d'eau à partir de la cote 101-102 m NGF.

Depuis 2024, un nouveau système a été mis en place et permet de réoxygéner l'ensemble des strates du plan d'eau.

Le dernier trimestre montre une réoxygénation complète du plan d'eau à partir du mois de novembre.

Ensuite, l'analyse de l'oxygène dissous a été reprise afin de la quantifier pour chaque mois et d'évaluer la corrélation entre la cote et l'oxygène dissous ; la corrélation utilisée est celle de Spearman. Les données sont rassemblées dans le tableau ci-après :

Mois	Minimum	Maximum	Ecart type	Corrélation de Spearman
Avril	Cote – 90 m NGF Oxygène dissous -49.9%	Cote – 112.5 m NGF Oxygène dissous – 158.9%	Cote – 6.345 Oxygène dissous – 13.269	74%
Mai	Cote – 90 m NGF Oxygène dissous – 0.5 %	Cote – 112.5 m NGF Oxygène dissous -164%	Cote – 6.588 Oxygène dissous- 47.45	79.7%
Juin	Cote – 89 m NGF Oxygène dissous – 0.567%	Cote – 112.5 m NGF Oxygène dissous – 151.4%	Cote - 6.776 Oxygène dissous – 47.49	80.1%
Juillet	Cote – 89 m NGF Oxygène dissous – 0.6%	Cote – 112 m NGF Oxygène dissous -157.8%	Cote – 6.498 Oxygène dissous -42.27	83.3%
Aout	Cote – 90 m NGF Oxygène dissous – 1.49%	Cote -111 m NGF Oxygène dissous – 128.33%	Cote – 6.081 Oxygène dissous- 39.89	70.5%
Septembre	Cote – 90 m NGF Oxygène dissous – 7.2%	Cote -110 m NGF Oxygène dissous – 130.8 %	Cote – 5.7 Oxygène dissous – 25.36	77.4%
Octobre	Cote – 89 m NGF Oxygène dissous – 1%	Cote – 112 m NGF Oxygène dissous – 128.3 %	Cote – 5.81 Oxygène dissous – 24.44	56.9%
Novembre	Cote - 90 m NGF Oxygène dissous – 86.3%	Cote – 112 m NGF Oxygène dissous – 114.1%	Cote -5.56 Oxygène dissous – 6.06	49.3%

Au regard des résultats élevés de la corrélation lorsque le plan d'eau est stratifié, l'oxygène dissous est très lié à la cote du plan d'eau.

La mise en place d'une oxygénation dans les strates profondes du plan d'eau permet d'éviter la stratification du plan d'eau à l'origine notamment de conséquences sur la qualité de l'eau. Cette mesure permet un traitement des eaux brutes plus efficace de l'unité de traitement située en aval immédiat du barrage.

Vis-à-vis de l'état écologique des eaux du plan d'eau, la limite inférieure du bon état est atteinte de la cote 92 à 112.5 m NGF (données moyennes supérieures à 50%) et n'est pas atteinte à partir de la cote 91 m NGF (données moyennes inférieures à 50%).

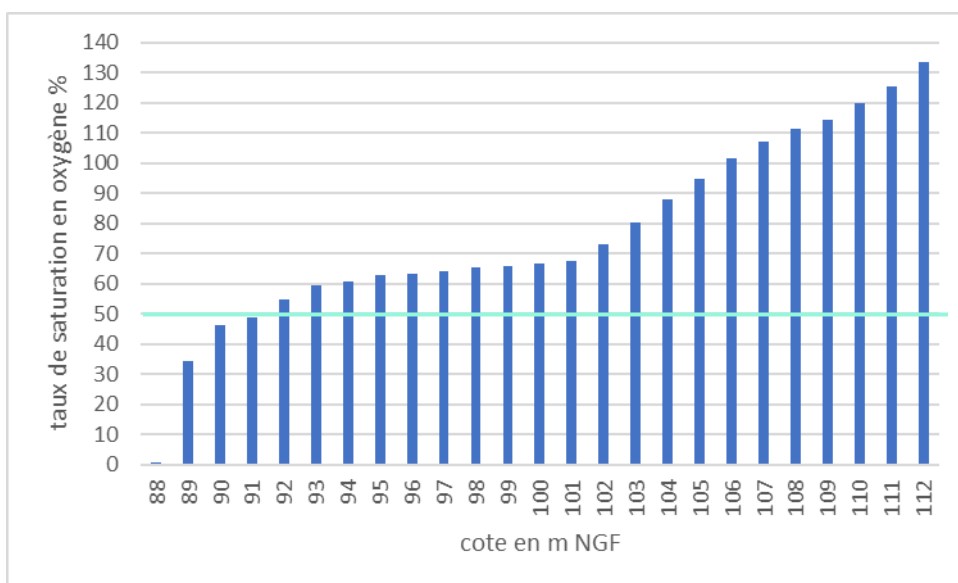


Figure 26 : Taux d'oxygène moyen par cote de 2020 à 2024 et limite de classe d'état de 50%

4.2 TEMPERATURE

Le paramètre de la température est le paramètre de la stratification d'un plan d'eau, c'est lui qui est responsable de la stratification proprement dite.

Le plan d'eau de Codole, malgré ses aérateurs, n'échappe pas à la règle, dès que la température augmente dans les strates superficielles du plan d'eau, une stratification se crée.

L'année 2024, a été séparée dans les graphiques ci-après, car l'exploitant a mis en service un nouvel aérateur avec une aération sur l'ensemble des strates.

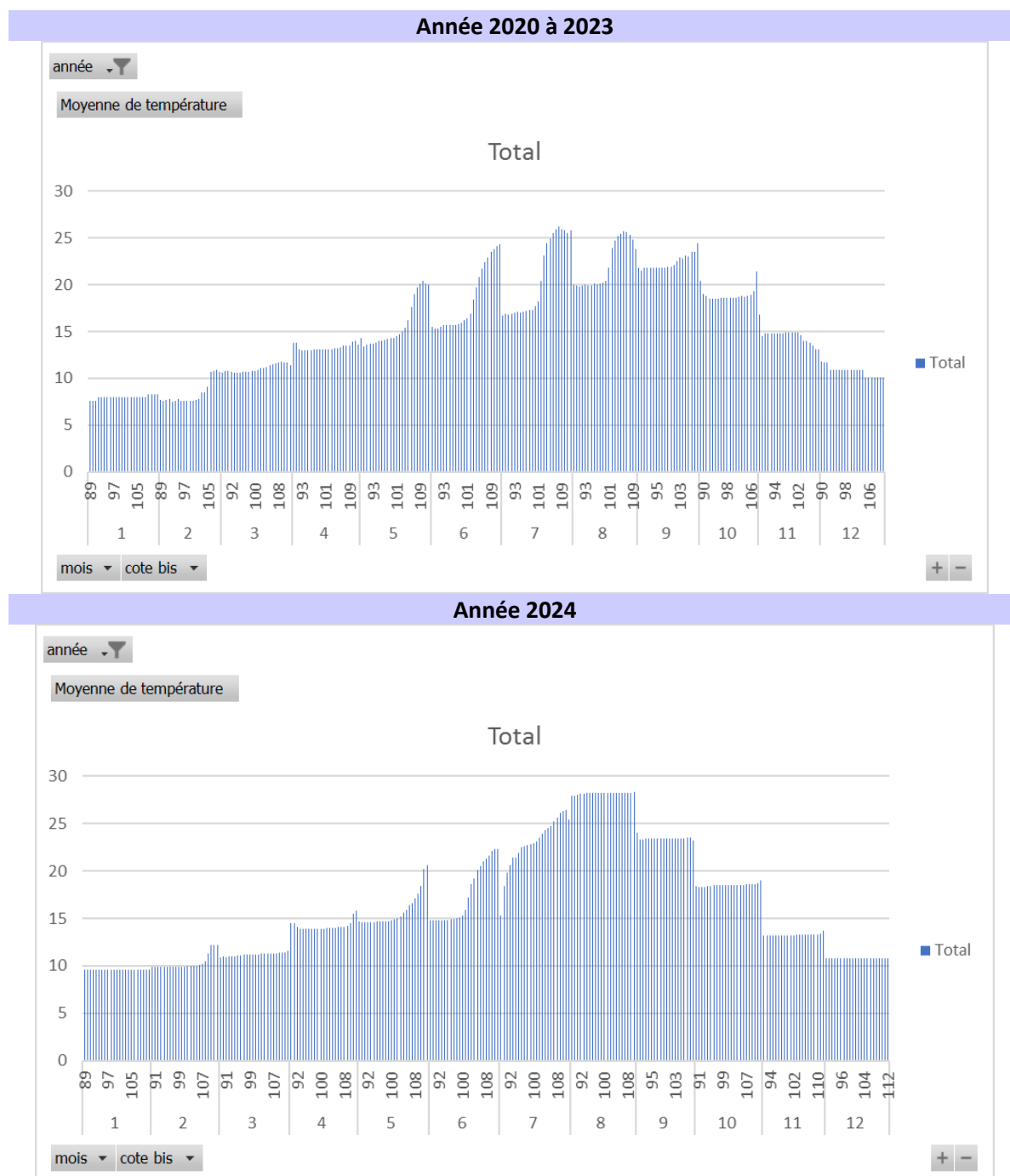


Figure 27 : données moyennes de températures par cote

On note une déstratification plus importante en 2024 à partir du mois d'août mais une température plus élevée.

Globalement les températures s'échelonnent de 7.5 °C à 30.6°C. Les données sont rassemblées ci-après dans le tableau :

Températures en °C Trimestre 2020-2024	Minimum	Maximum	Moyenne
De janvier à mars	7.7	12.51	9.84
D'avril à juin	11.7	28.12	16.66
De juillet à septembre	14.92	30.6	21.34
D'octobre à décembre	10.09	22.07	16.5

4.3 pH

Le paramètre du pH moyennisé mensuellement montre une évolution allant de 7.4 à 6.4 ce qui indique une acidification du milieu durant la période estivale où la température augmente fortement et l'oxygène a tendance à diminuer.

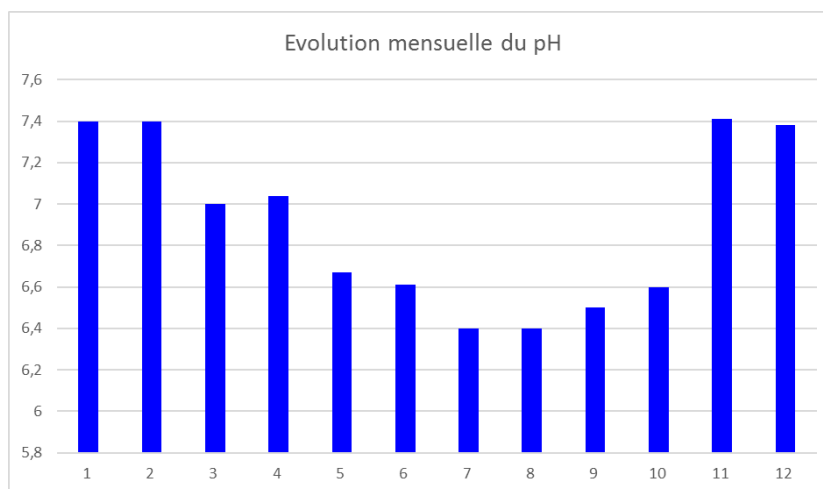


Figure 28 : Evolution mensuelle du pH

Le pH diminue dans les strates profondes du fait de la décomposition de la matière organique.

L'évolution mensuelle en fonction des cotes du plan d'eau montre une augmentation du pH dans les strates superficielles du plan d'eau notamment en février. Ce phénomène est observable depuis 3 ans et est dû à l'activité photosynthétique. Elle est aussi visible sur l'oxygène dissous.

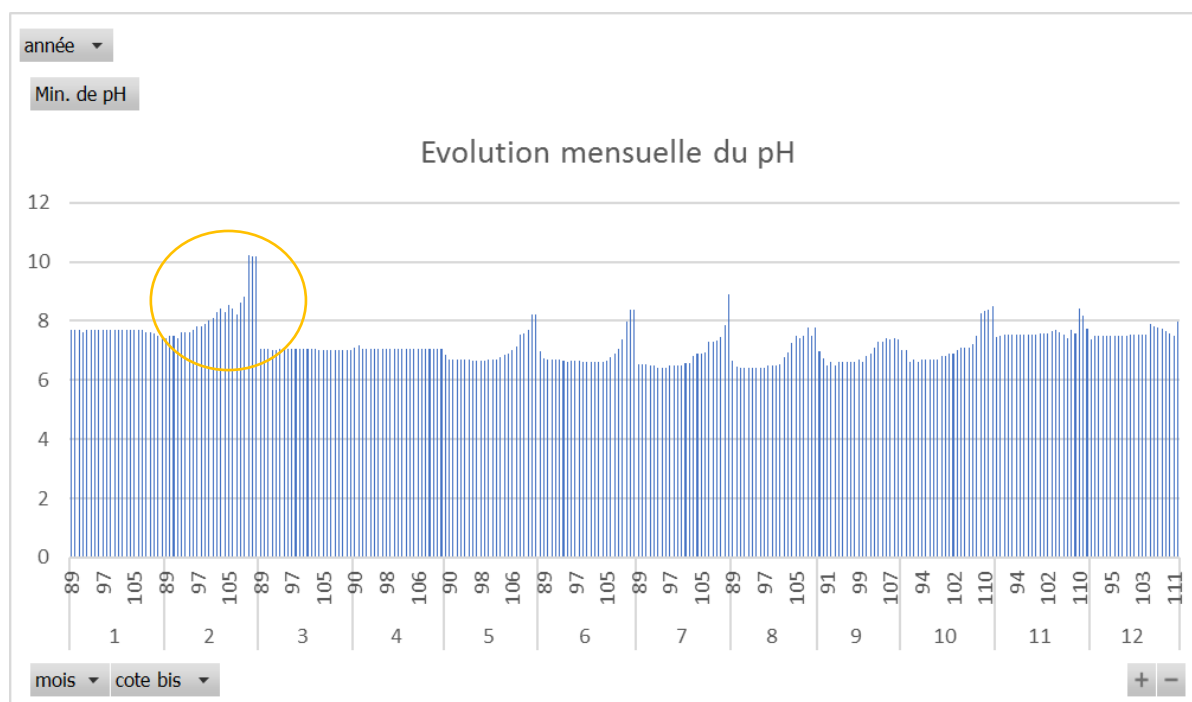


Figure 29 : Evolution mensuelle du pH en fonction des cotes – mensuellement

Le maximum enregistré est de 10.28 (février 2024-cote>110 m NGF) et le minimum 6.4.(juillet et août 2021 – cote 95.8 m NGF).

4.4 CONDUCTIVITE

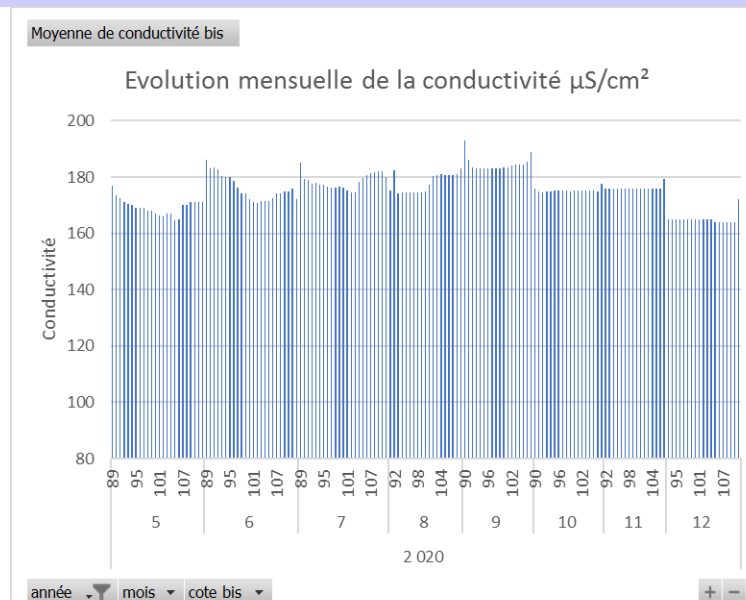
Les données disponibles sur le plan d'eau par cotes, sont comprises entre un maximum de 440 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour un minimum de 93 $\mu\text{S}/\text{cm}$, ce qui indiquent une eau faiblement à moyennement minéralisée. La majeure partie des données (50%) se trouvent entre 192 et 168 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

La retenue de Codole se situe sur des substrats granitiques, ce qui explique la minéralisation modérée à faible de l'eau. La conductivité varie très peu sur l'année. Elle augmente légèrement au fil de la saison exception faite de l'année 2024. Une baisse de conductivité est constatée à -7 m en lien avec la production biologique.

Le paramètre de conductivité est faiblement corrélé avec la cote et les autres paramètres, néanmoins il est légèrement corrélé avec la température (41.2%).

Lorsque l'on analyse mensuellement les données par rapport aux cotes, il apparait un certain nombre de points, notamment :

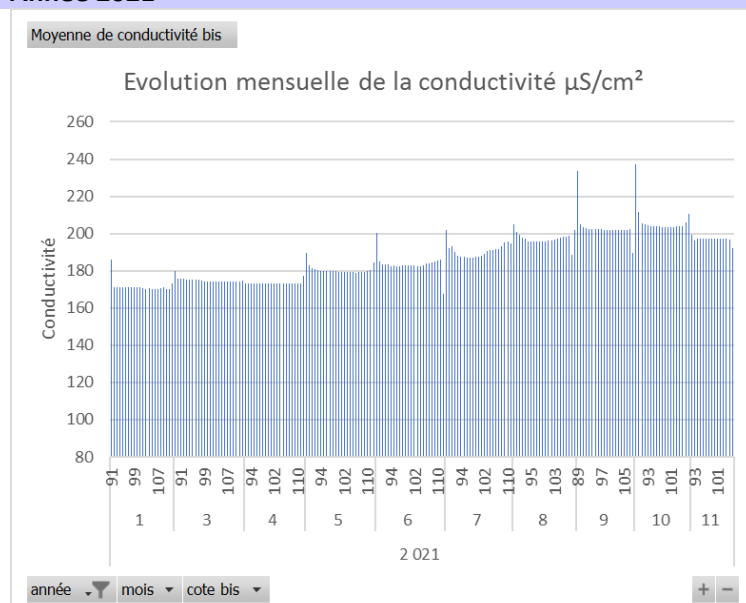
Année 2020



La conductivité est globalement faible comprise entre 164 et 228 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$.

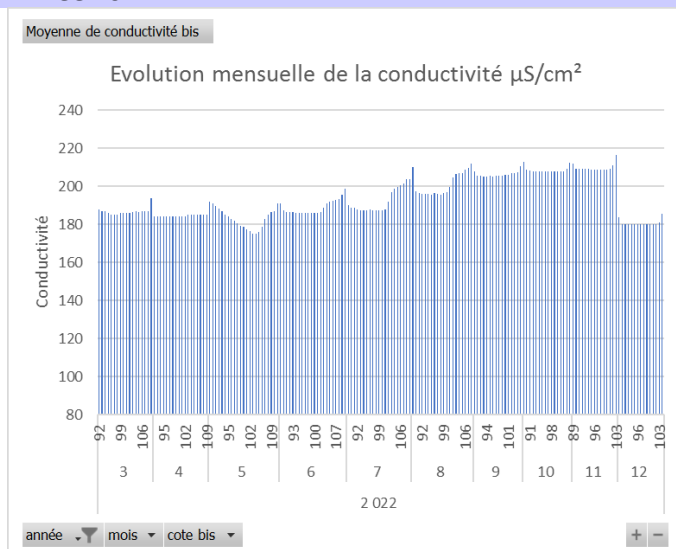
On note qu'en période estivale, il apparait une légère stratification, impliquant une augmentation de la conductivité dans les strates profondes, du fait d'un relargage des ions métalliques présent dans les sédiments notamment du fer et du manganèse mais aussi des phosphates, de l'ammonium. Ce point provoque l'augmentation de la conductivité.

Année 2021



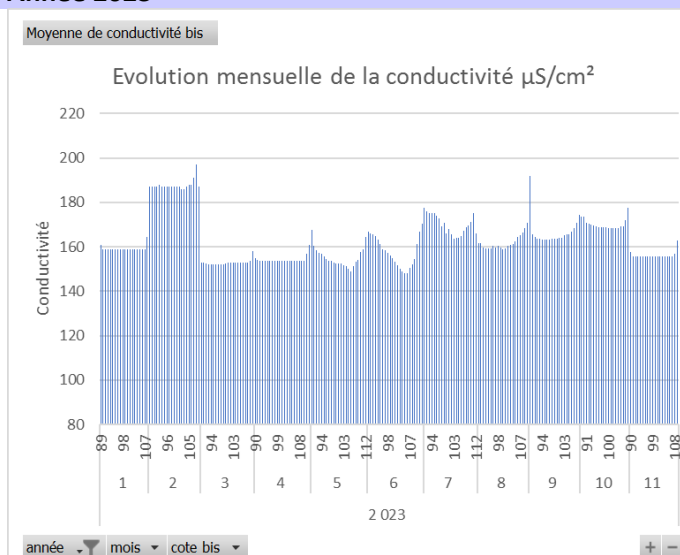
De même que pour l'année 2020, le constat de légère stratification est fait.

De plus la conductivité est globalement faible comprise entre 93 et 244 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$.

Année 2022

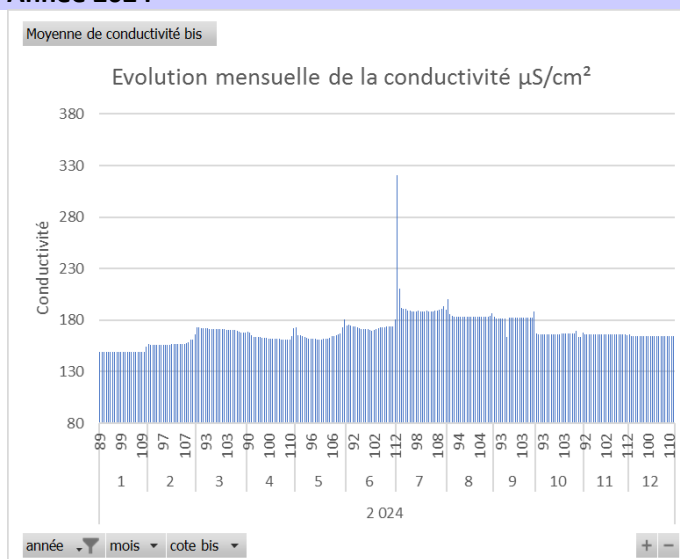
Le constat est identique aux années précédentes concernant la légère stratification observée.

La conductivité est globalement faible comprise entre 173 et 218 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$.

Année 2023

Le constat est identique aux années précédentes concernant la légère stratification observée.

On note une augmentation de la conductivité ($>180 \mu\text{S}/\text{cm}$) en février signe aussi d'une prolifération algale comme signalé pour l'oxygène et le pH. La conductivité est globalement faible comprise entre 145 et 197 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$.

Année 2024

Cette année est différente. En effet, la moyenne enregistrée est de 176 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ alors que le maximum est de 440.9 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$. 75% des données se trouvent être inférieures à 205 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$. Par ailleurs, il n'est pas observé de stratification notamment en période estivale.

Le pic de 440 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ a été relevé le 15/07/2024 à la cote 89. Ce pic est probablement dû au démarrage ou redémarrage des aérateurs.

Par la suite, on ne note pas de stratification.

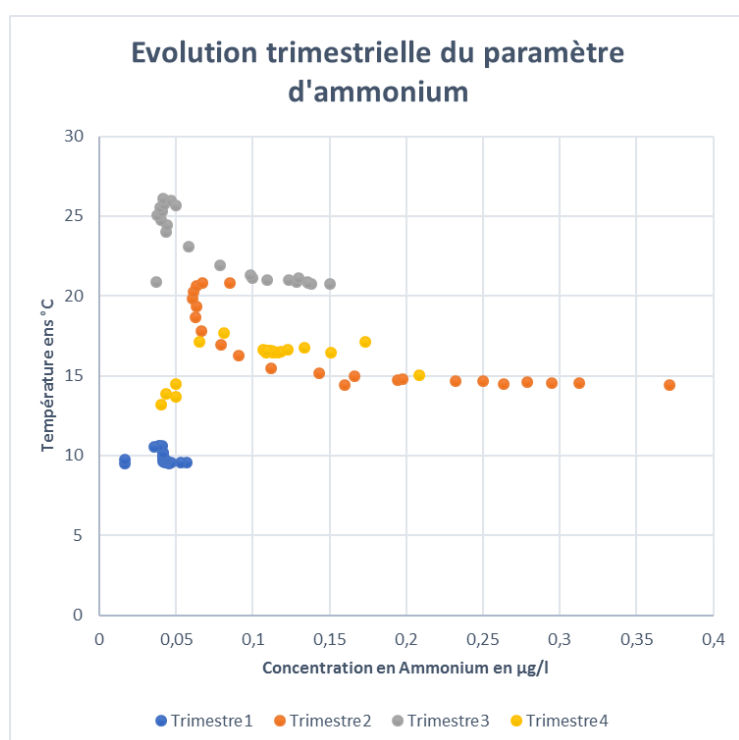
Figure 30 : Evolution mensuelle de la conductivité

L'analyse effectuée en fonction de la cote montre annuellement une linéarité avec une augmentation du paramètre dans les strates profondes et une diminution dans les strates de surface.

4.5 L'AMMONIUM

L'ammonium (NH_4^+) est un paramètre très important pour définir la qualité de l'eau notamment en ce qui concerne la dégradation de cette dernière, par manque d'oxygénation en zone d'anoxie. C'est notamment le phénomène de relargage des plans d'eau stratifiés qui génère une augmentation de ce paramètre (voir 9.5 - Description simplifié du phénomène de relargage en fond de plan d'eau).

La mise en place d'une stratification du plan d'eau du fait de la température engendre généralement une augmentation de l'ammonium dans les strates les plus profondes par relargage des sédiments mais aussi dans les strates supérieures où il peut y avoir un développement d'algues. Afin d'évaluer le lien entre les deux paramètres, les données ont été triées par trimestre puis par cote. Cela a permis d'établir les évolutions ci-après :



NB : les données sont classées en fonction des cotes (dans l'ordre croissant) mais ne peuvent pas être représentées sur le graphique ; l'ensemble des données est présenté en annexes

Figure 31 : Concentration moyenne de l'ammonium par trimestre et par cote

Si l'on compare les moyennes par trimestre des résultats d'analyses du plan d'eau de 2020 à 2024 avec la température du plan d'eau (voir graphique ci-dessus), on remarque les points suivants :

- Lorsque la température est inférieure à 15°C dans les strates de surface (1^{er} trimestre), la concentration en ammonium est faible, comprise entre 0,05 et 0,02 µg/l.
- Lorsque la température augmente en surface (2nde trimestre) une stratification se crée et provoque l'augmentation de l'ammonium en profondeur par relargage des sédiments.
- Au 3^{ème} trimestre, les aérateurs du plan d'eau sont en fonctionnement et démontrent une certaine efficacité en termes de dé-stratification, les valeurs en fond de plan d'eau sont alors tous inférieures à 0,15 µg/l.
- Au 4^{ème} trimestre, la stratification diminue.

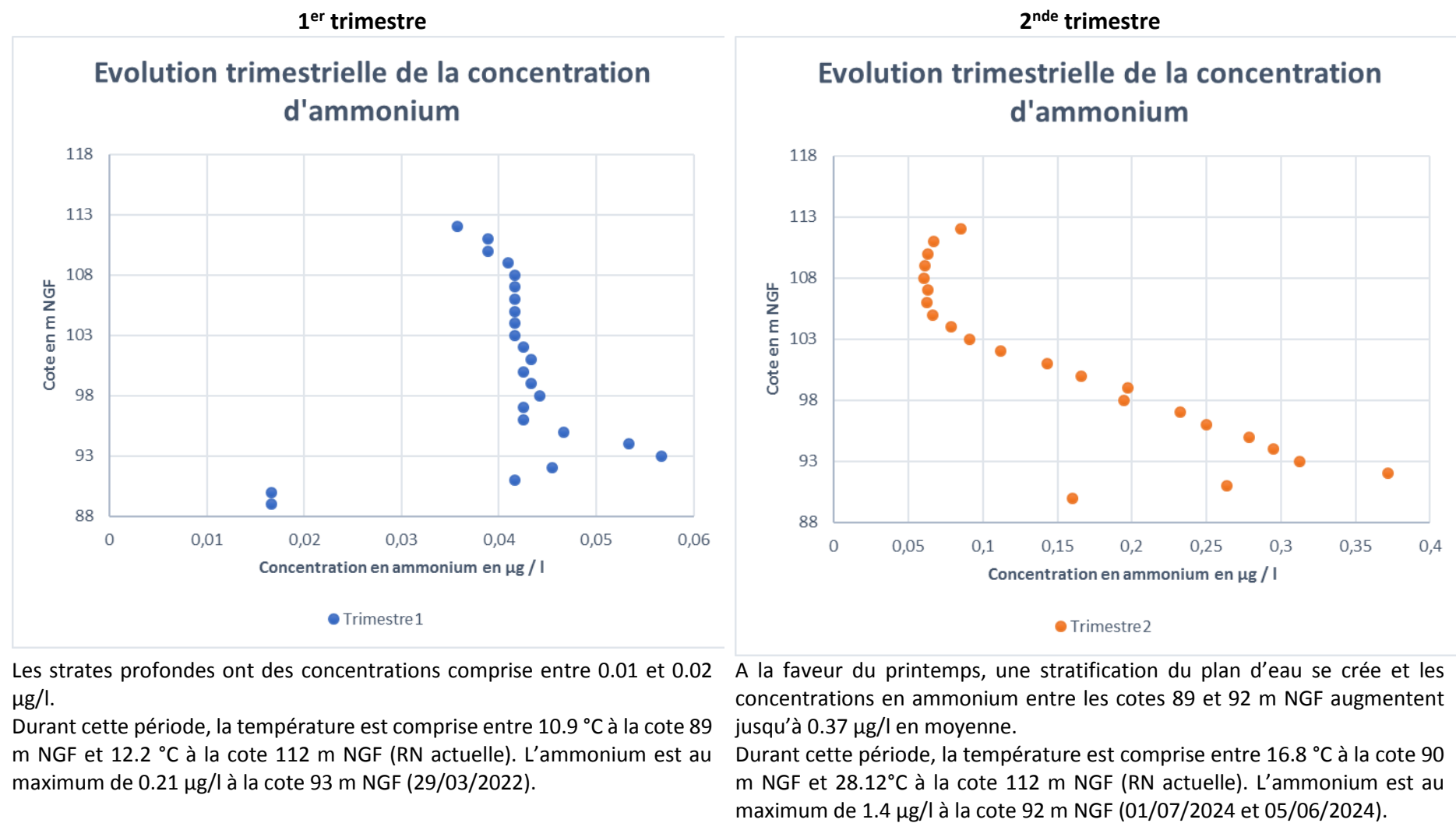
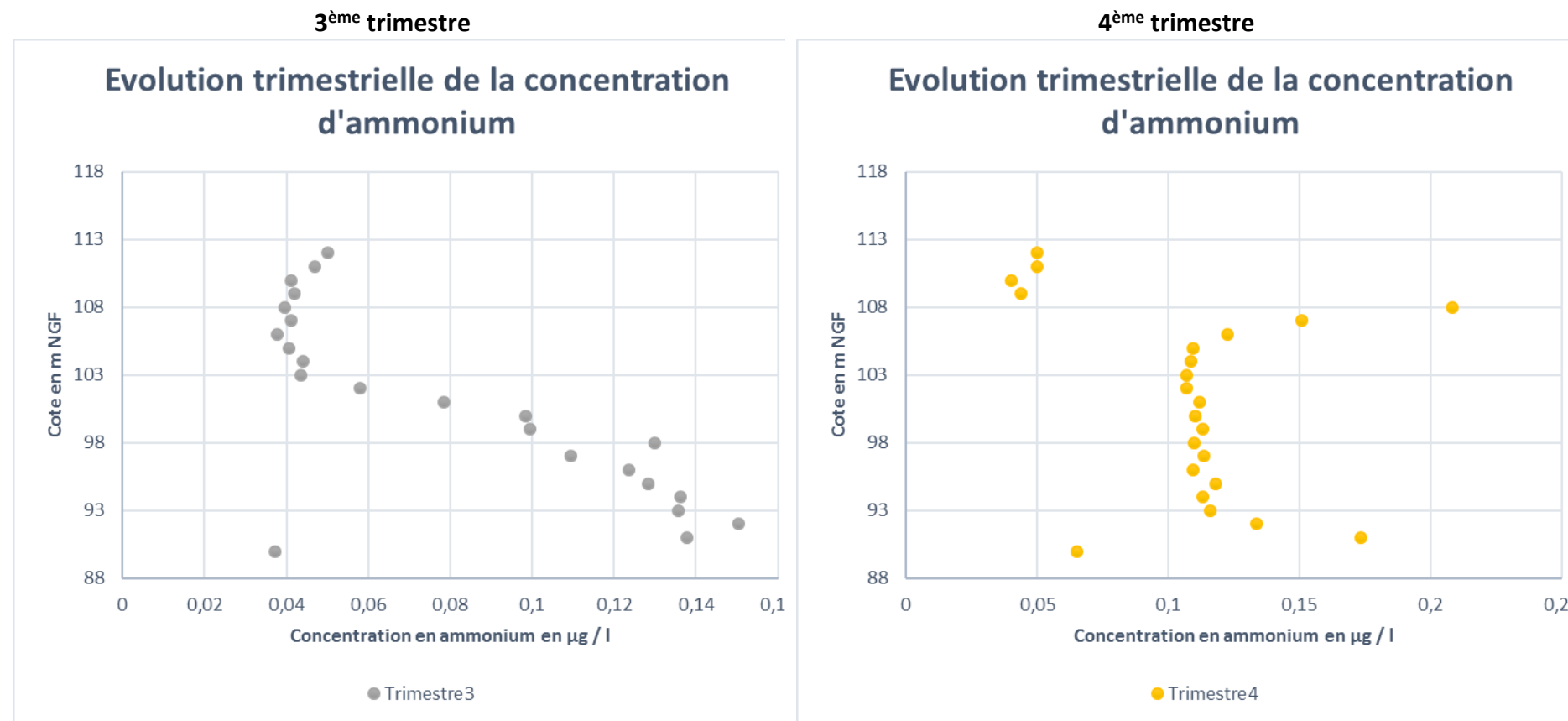


Figure 32 : Evolution de l'ammonium par trimestre et par cote



Les aérateurs du plan d’eau sont en fonctionnement et permettent une déstratification du plan d’eau.

Les valeurs d’ammonium en fond de plan d’eau diminuent et se situent toutes en deçà de 0.15 $\mu\text{g}/\text{l}$.

Durant cette période, la température est comprise entre 29 °C à la cote 90 m NGF et 30.6 °C à la cote 112 m NGF (RN actuelle). L’ammonium est au maximum de 2.35 $\mu\text{g}/\text{l}$ à la cote 98 m NGF (10/08/2020).

Figure 33 : évolution de l’ammonium par trimestre et par cote

Les aérateurs sont à l’arrêt, le plan d’eau est moins chaud et se déstratifie complètement.

Durant cette période, la température est comprise entre 21.55 °C à la cote 90 m NGF et 18.9 °C à la cote 112 m NGF (RN actuelle). L’ammonium est au maximum de <2 $\mu\text{g}/\text{l}$ sur une large partie des cotes du plan d’eau.

Suivant l'état écologique des plans d'eau, la classification de l'état se calcule en fonction de la profondeur (voir 9.7- Calcul de la classification de l'état écologique du plan d'eau vis à vis de l'ammonium).

Les données disponibles (2545 données) sont à 58 % été effectuées de juin à septembre ; le graphique ci-dessous représente globalement le plan d'eau en période estivale lorsqu'il est stratifié.

Ces calculs ont été réalisés pour le plan d'eau de Codole et l'ammonium pour lesquels nous disposons d'analyses de 2020 à 2024, tous les mètres.

Le tableau ci-après rassemble les moyennes du paramètre ainsi que l'état écologique correspondant et le nombre d'analyses permettant d'avoir une indication sur l'indice de confiance.

Tableau 9 : Etats écologiques du plan d'eau de CODOLE en fonction des cotes

Cote	Moyenne Ammonium µg/l	Etat ² écologique	Nombre de données du paramètre
89	2,38	TBE	1
90	57,66	TBE	24
91	156,25	MED	79
92	187,35	MAUV	118
93	166,70	MED	125
94	161,81	MED	132
95	157,01	MED	133
96	145,89	MED	134
97	135,89	MED	135
98	135,79	MED	137
99	122,33	MOY	135
100	114,14	MOY	138
101	99,31	MOY	138
102	81,10	BE	138
103	68,99	TBE	135
104	65,33	TBE	131
105	59,44	TBE	127
106	58,73	TBE	125
107	60,00	TBE	114
108	61,76	TBE	104
109	49,41	TBE	92
110	51,80	TBE	67
111	58,38	TBE	52
112	74,77	BE	31

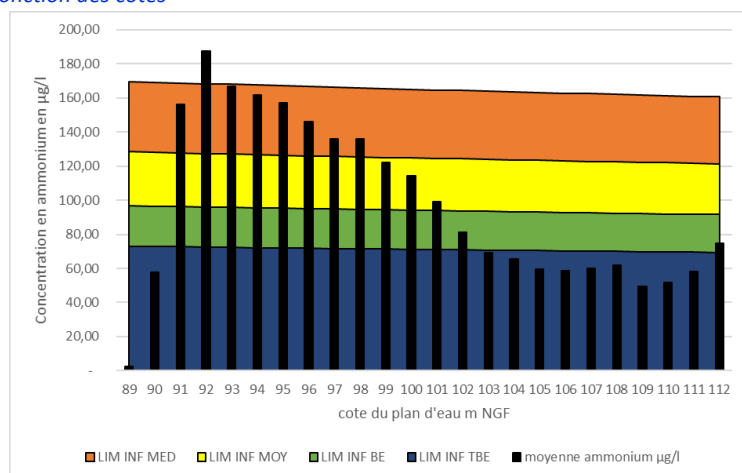


Figure 34 : Graphique indiquant la classe de l'état écologique de l'ammonium par cote

Le plan d'eau atteint donc un très bon et bon état pour les cotes situées en partie haute de la tranche d'eau soit des cote 112 à 102 m NGF. A partir de la cote 101 m NGF, l'état est moyen puis passe rapidement à un état médiocre (cpte 98 m NGF).

L'indice de confiance pour les cotes 90 et 89 m NGF n'est pas suffisant pour être interprété.

² Voir en annexe les limites de classes

4.6 MANGANESE ET FER TOTAL

Les deux paramètres de fer et de manganèse sont fortement corrélés (88.2%) et inversement corrélés à la profondeur (entre 48.3% pour le fer et 55.9% pour le manganèse) et au taux d'oxygène

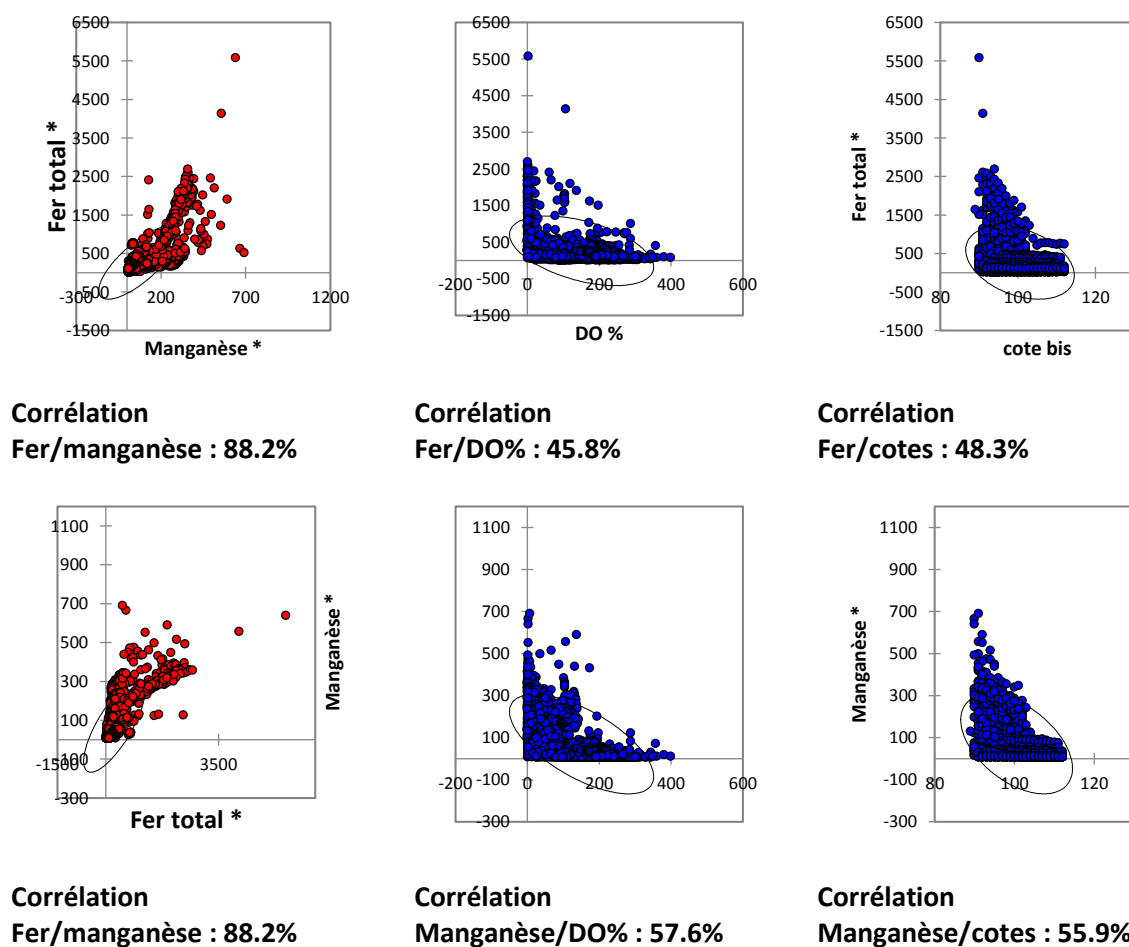
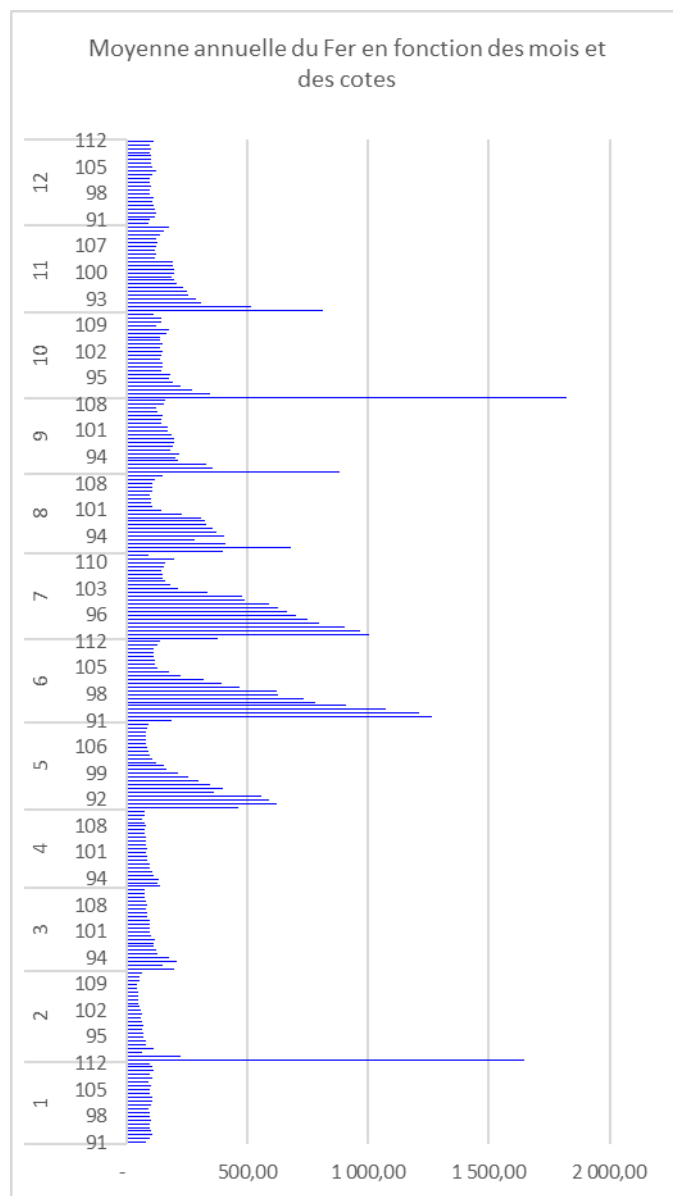
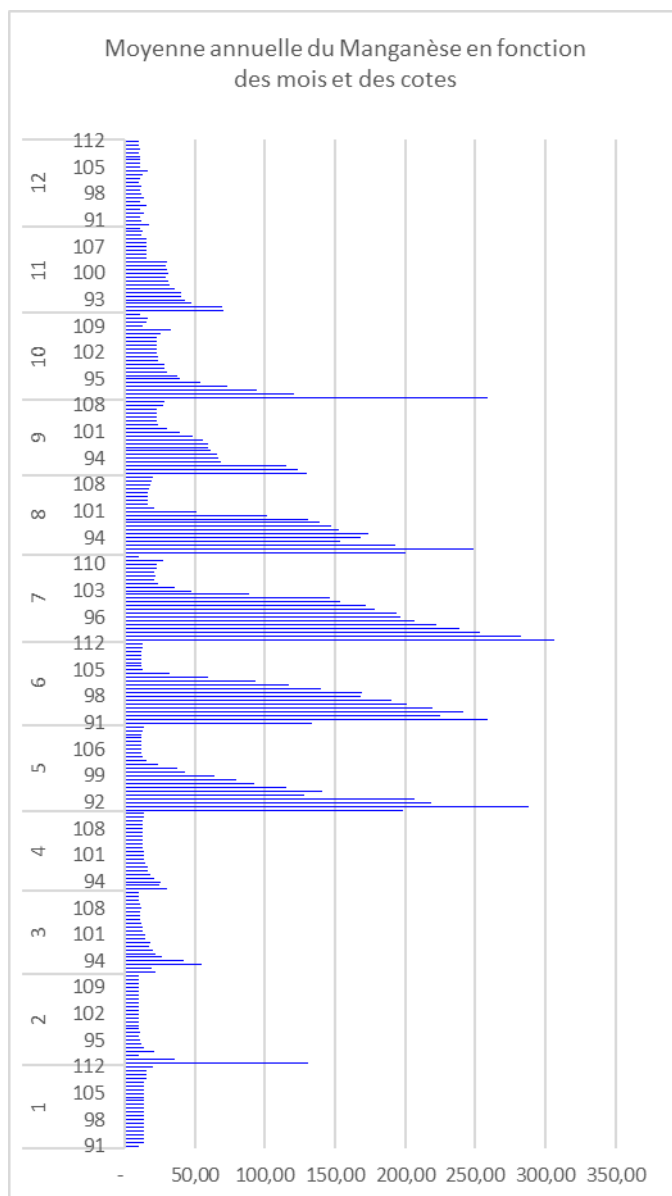


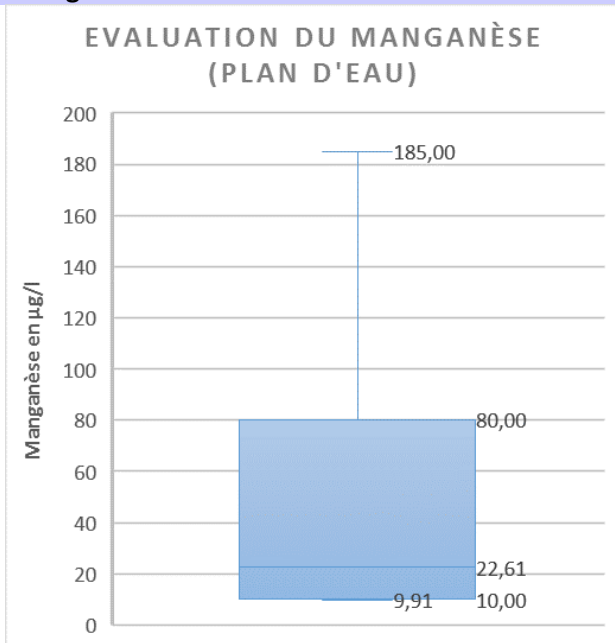
Figure 35 : Données de corrélation FER/ MANGANESE/COTES

Les deux paramètres dépendent donc de la cote de l'analyse (profondeur) mais aussi de l'anoxie du plan d'eau à cette cote. Cette corrélation est la conséquence du phénomène de relargage des sédiments en situation d'anoxie (9.5 ci-dessous).

Les données ont été analysées ci-après, et permettent de voir à quel point les paramètres sont variables dans le temps et vis-à-vis des cotes.



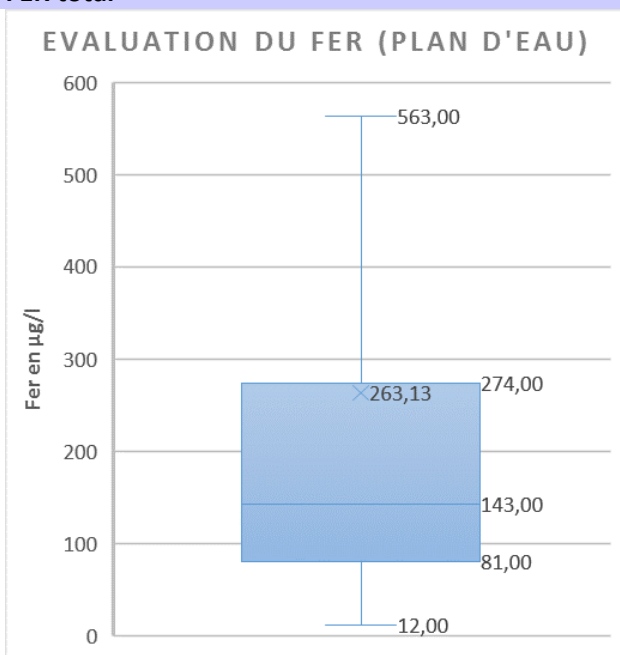
Manganèse



- 25% des données sont inférieures à 10 mg/l.
- 50% des données se trouvent entre 10 et 80 mg/l
- Le minimum est < 10 mg/l
- Le maximum est atteint en aout 2021 avec 691 mg/l à la cote 91 m NGF (point non représenté ci-contre car considéré statistiquement hors norme).

Figure 36 : Graphique à moustache – Manganèse

FER total



- 25% des données sont inférieures à 81 mg/l.
- 50% des données se trouvent entre 81 et 274 mg/l
- Le minimum est de 12 mg/l
- Le maximum est de 5584 mg/l à la cote 90 m NGF au mois d'octobre 2023 (point non représenté ci-contre car considéré statistiquement hors norme).

Figure 37 : Graphique à moustache - FER

Il n'existe pas de normes pour les plans d'eau, néanmoins la référence de qualité de l'eau potable est de 200 µg/l pour le fer. Elle est en moyenne dépassée à partir de la cote 102 m NGF, les cotes les plus basse étant sujette à de l'anoxie et donc à du relargage de fer.

Il en est de même pour le manganèse, pour lequel il n'existe pas de norme mais une référence de qualité de l'eau potable est de 50 µg/l. de même que précédemment, cette limite de qualité est en moyenne dépassée à partir de la cote 101 m NGF.

Ce phénomène de relargage apparait lorsque le plan d'eau est stratifié notamment en période estivale

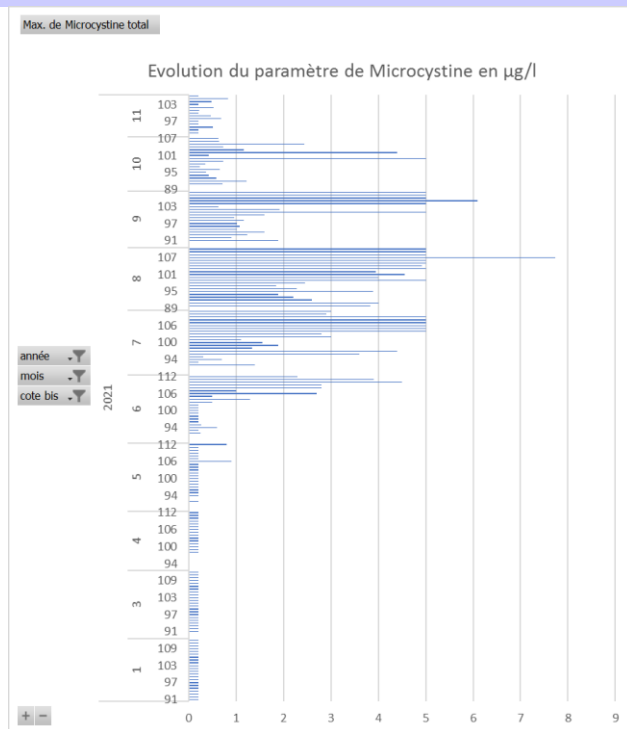
4.7 PHYTOPLANKTON

4.7.1 Evolution du paramètre des Microcystines ($\mu\text{g/l}$ - <1)

La microcystine est une cystine produite par des cyanobactéries du genre *Microcystis* et en particulier *Microcystis Aeruginosa*. La microcystine est une cyanotoxine libérée par la cyanobactérie à sa mort.

De 2020 à 2024 inclus, les résultats d'analyse montrent une répartition globale avec 50 % des données entre 0.2 et 0.7 $\mu\text{g/l}$. Le maximum est de 20 $\mu\text{g/l}$ et le minimum est la limite de détection (0.1 $\mu\text{g/l}$).

2021



Les mois de janvier à mai et de novembre à décembre ne présentent pas de microcystines.

En revanche à partir du mois de juin, le plan d'eau présente des microcystines.

En juin les microcystines sont supérieures à 2 $\mu\text{g/l}$ entre les cotes 104 et 112 m NGF.

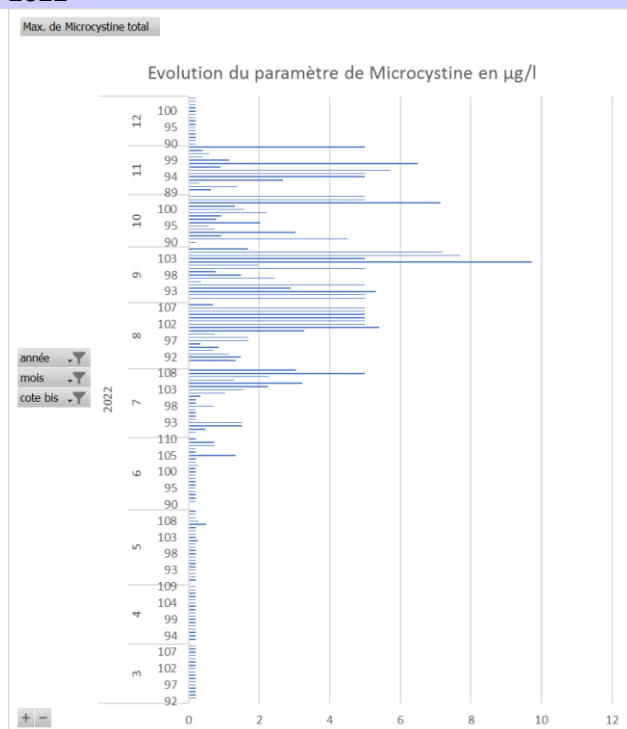
En juillet, entre les cotes 96 et 97 puis entre 102 et 111 m NGF.

En Août, c'est l'ensemble du plan d'eau qui est concerné, entre les cotes 90 et 110 m NGF, avec un pic à la cote 107 m NGF.

En Septembre, les microcystines sont localisées entre les cotes 104 et 108 m NGF.

En octobre, les microcystines se trouvent à la cote 100 puis 102 en enfin 105 m NGF.

2022

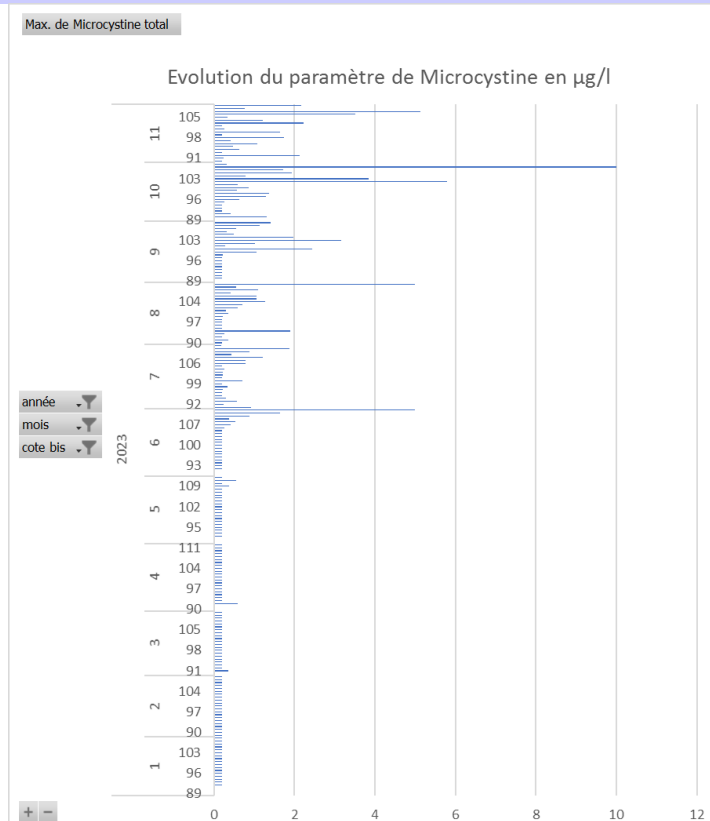


On note une augmentation de la microcystine en juin dans les cotes superficielles.

Ce point se prolonge en juillet. En août l'ensemble du plan d'eau est concerné. Toutefois les données ne dépassent pas 5 $\mu\text{g/l}$.

En septembre, le phénomène ne s'amointrit pas mais ne s'aggrave pas non plus.

Les mois d'octobre et novembre, voit la microcystine diminuée notamment en profondeur, mais comporte encore des pics supérieurs à 5 $\mu\text{g/l}$.

2023

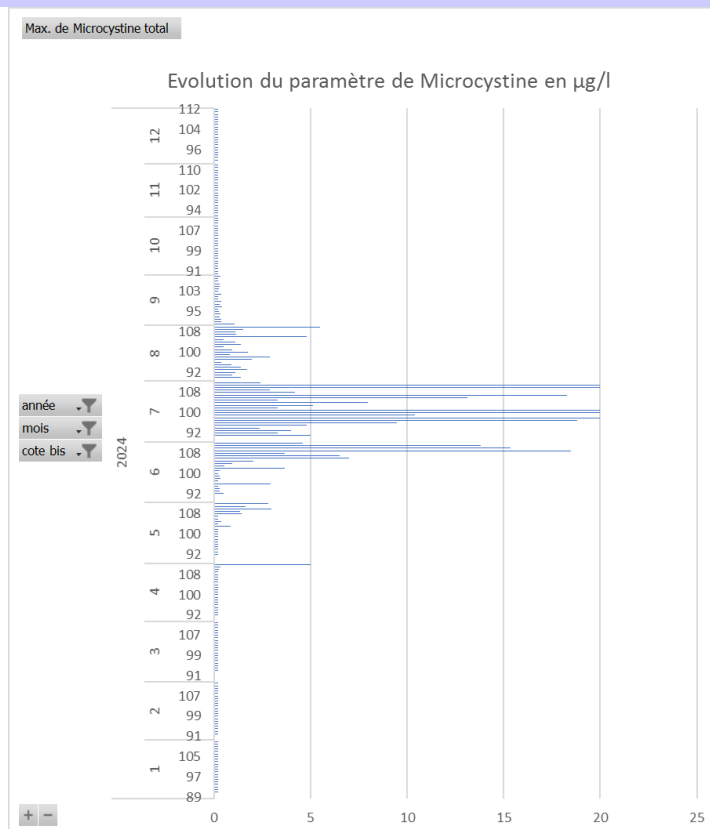
Les premiers signes de bloom apparaissent en juin dans les cotes superficielles.

Néanmoins en juillet, l'ensemble des données sont inférieures à 2 µg/l, ce qui est faible.

En Août, les données hebdomadaires montrent un dépassement de 5 µg/l à la cote 110 m NGF (cote superficielle).

On observe en septembre, de légèrement augmentation ponctuelles dépassant 1 µg/l.

En revanche, en octobre et en novembre, contrairement aux autres années, on observe des pics dans les cotes superficielles dépassant 5 µg/l.

2024

On note un premier bloom en avril à la cote 112 (RN) m NGF.

Ce dernier se poursuit en mai mais reste localisé en surface (min cote 108 m NGF).

En juin, le bloom se poursuit en surface, il finit par atteindre la cote 106 m NGF et commence à atteindre les cotes inférieures.

Cette situation se poursuit jusqu'au 19 juillet où le bloom dépasse 5 µg/l jusqu'à 20 µg/l. Les aérateurs sont mis en fonctionnement. Le bloom est ensuite régulé avec des teneurs en microcystine majoritairement inférieures à 5 µg/l.

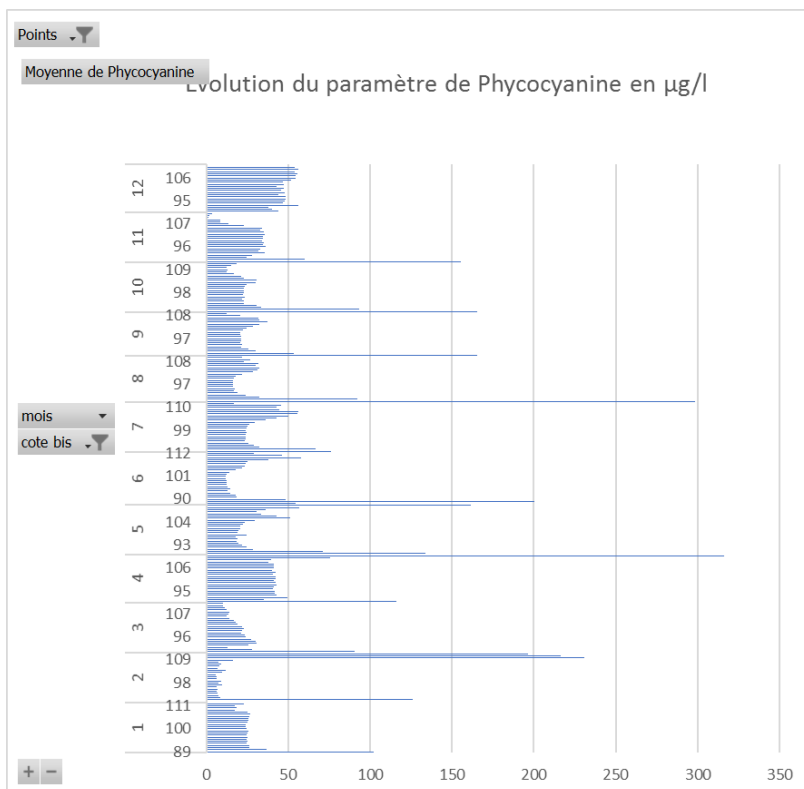
En Août, l'aération joue bien son rôle car à partir du 5 août, la microcystine est inférieure à 2 µg/l puis à 1 µg/l.

En septembre, la majeure partie des données sont inférieures à 0.2 µg/l (limite de détection) et toutes les données sont inférieures à 1 µg/l.

Figure 38 : Evolution annuelle des microcystines en fonction des cotes

4.7.2 Evolution des phycocyanines

La phycocyanine est un pigment bleu. On retrouve ce pigment dans les cyanophycées dont font partie les cyanobactéries.



Les données sont comprises entre 11 et 36 µg/l pour 50% d'entre elles. Le maximum enregistré est de 1775 µg/l. La moyenne se situe à 29.5 µg/l.

Le paramètre des phycocyanines est très peu corrélé avec les microcystines (28.6%) et avec la chlorophylle a (22.5%).

L'évolution mensuelle de 2020 à 2024, montre des pics en profondeur mais aussi ponctuellement en partie superficielle du plan d'eau.

Figure 39 : Evolution des phycocyanines mensuellement et par cotes

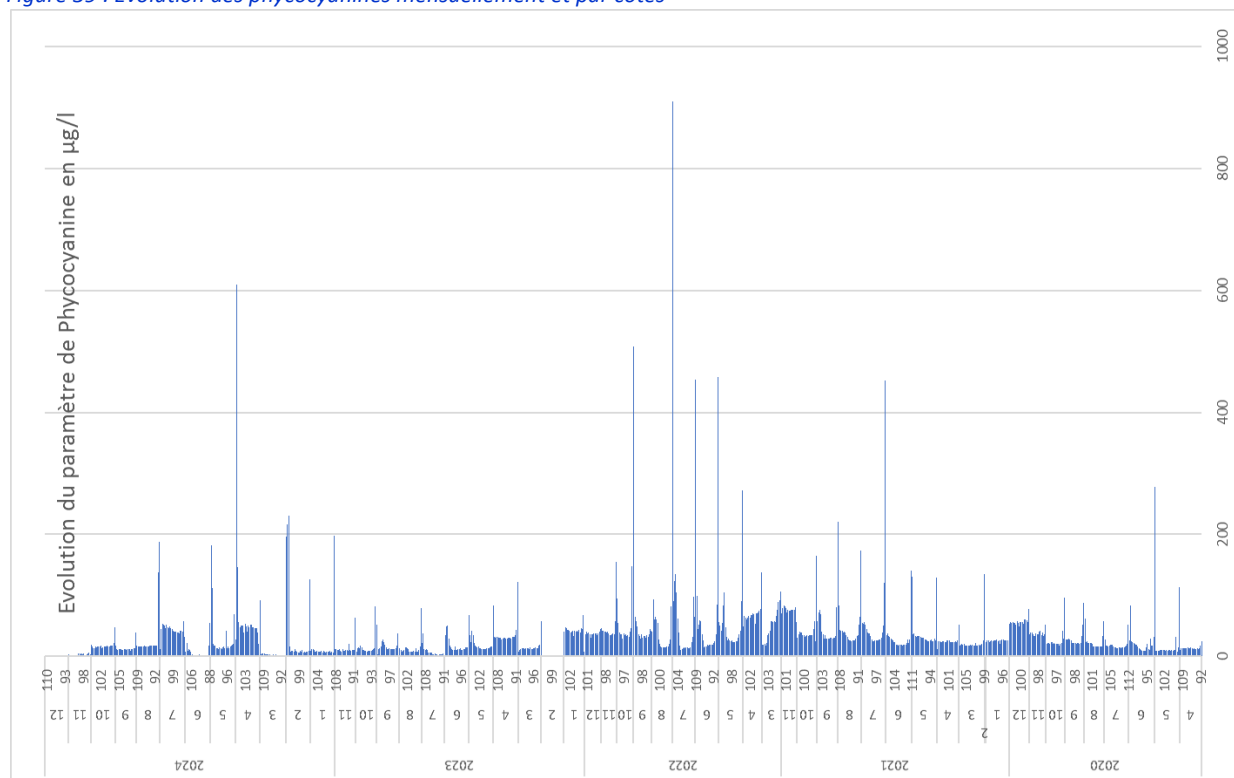


Figure 40 : Evolution de la phycocyanine par an, par mois et par cote

4.7.3 Chlorophylle a

La chlorophylle a est une enzyme qui catalyse la synthèse de la chlorophylle b. Tous les organismes chlorophylliens qui doivent synthétiser la chlorophylle b en sont pourvus.

Le paramètre est suivi tous les mètres depuis 2022.

Globalement 50% des données sont comprises entre 3.4 et 16.5 µg/l. le maximum s'établit à 118.5 et le minimum à 1.3 µg/l.

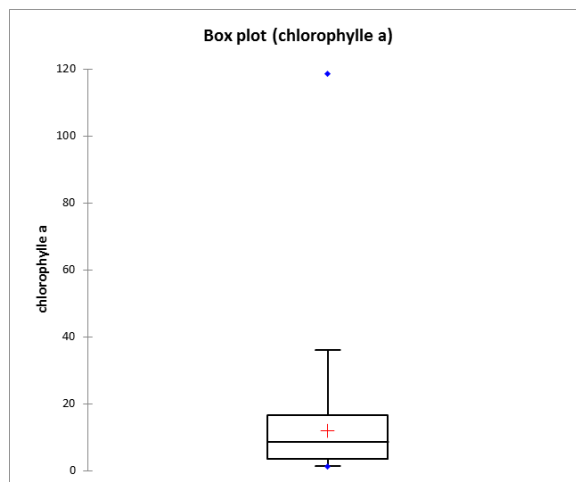
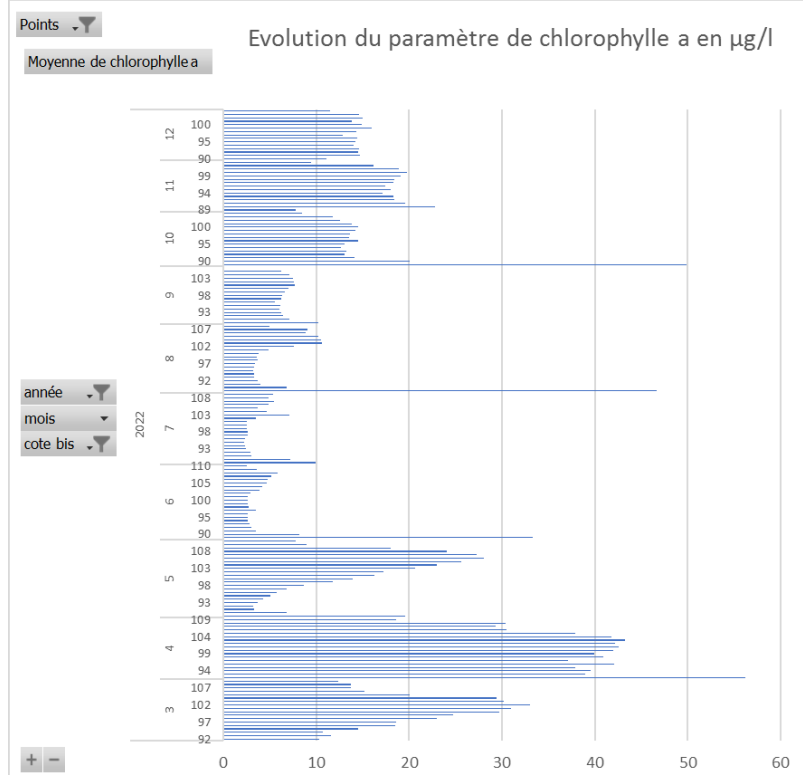


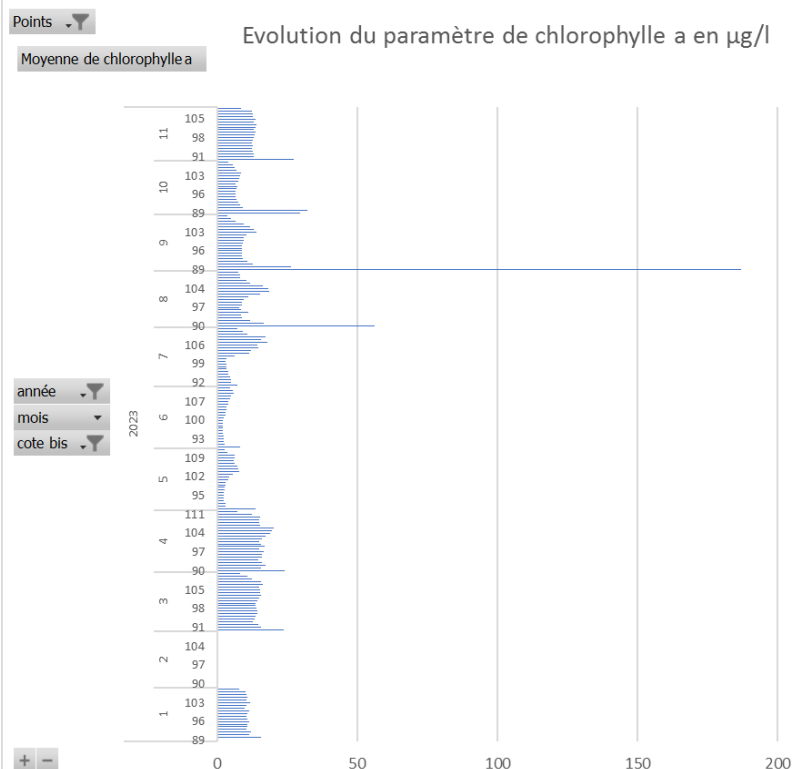
Figure 41 : box plot – chlorophylle a

2022

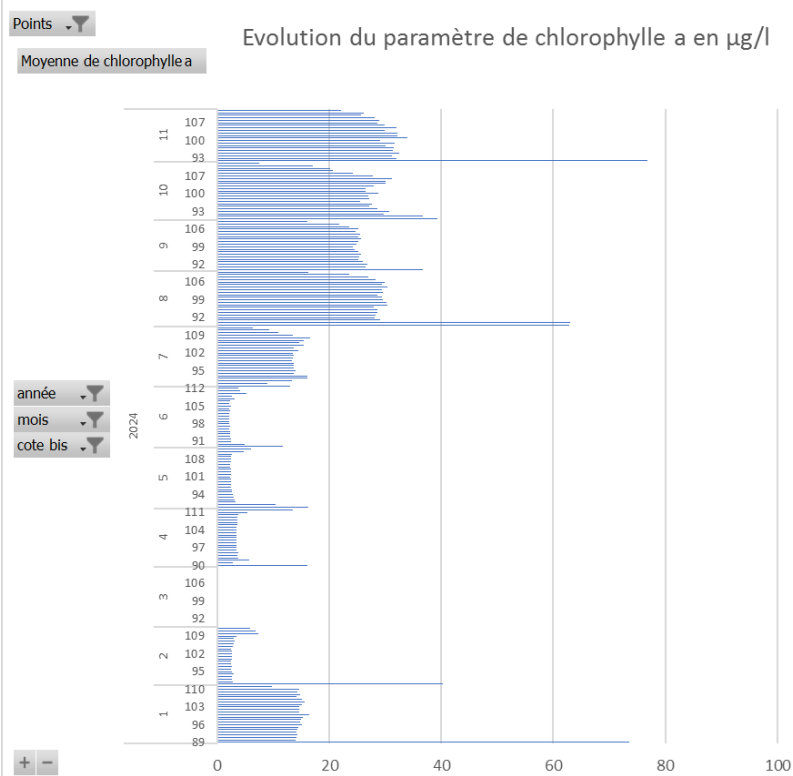


On note une diminution flagrante du paramètre en période estivale à savoir de juin à septembre.

Les mois du printemps sont l'objet de forte concentration allant jusqu'à dépasser 40 µg/l.

2023

Les données montrent une certaine stabilité exception faite en septembre 2023 avec un pic en profondeur (cote 89 m NGF).

2024

La production en chlorophylle est importante à partir du mois d'août avec quelques pics au niveau les cotes les plus profondes de l'ouvrage. On peut rapprocher ce constat de la déstratification du plan d'eau qui est opérée par l'aérateur.

Figure 42 : Evolution du paramètre de la chlorophylle a par an

La production chlorophyllienne est globalement meilleure hors période estivale exception faite de l'année 2024. La production chlorophyllienne a été bonne à partir du mois d'Aout (>25 µg/l en moyenne) alors de cette production n'a pratiquement pas dépassé 20 µg/l en 2022 et 2023.

4.8 ETUDE DES PLANS D'EAU DU PROGRAMME DE SURVEILLANCE DE L'AGENCE DE L'EAU RMC - PLAN D'EAU DE CODOLE

Le plan d'eau de Codole est un point de suivi RCS. En revanche le dernier suivi disponible date de 2018.

Les données montrent des similitudes avec les résultats du suivi de 2015 ; globalement on note les points suivants :

- Des profils verticaux avec une stratification thermique bien nette et une désoxygénation complète de l'hypolimnion dès le printemps
- Une qualité physico chimique avec une charge organique et une turbidité moyenne, des concentrations relativement élevées en nitrates (4 mg/l) mais faibles en phosphore et peu de micropolluants
- Une qualité physico chimique des sédiments avec une charge élevée en matière organique et en nutriments et un relargage de phosphore et d'ammonium depuis les sédiments. De plus, les sédiments sont peu contaminés en métaux et on note une présence de HAP.
- La production chlorophyllienne est moyenne à élevée en période estivale avec une transparence faible à moyenne. La moyenne estivale de chlorophylle a est de 5.3 µg/l. Le peuplement algal est eutrophe (diatomées puis chlorophycées et cyanophycées), et constitué de blooms de cyanobactéries. La production algale est élevée en début et fin de saison - IPLAC : bon état

L'ensemble des suivis physico-chimiques et biologiques de 2018 indiquent une nette eutrophisation du milieu aquatique.

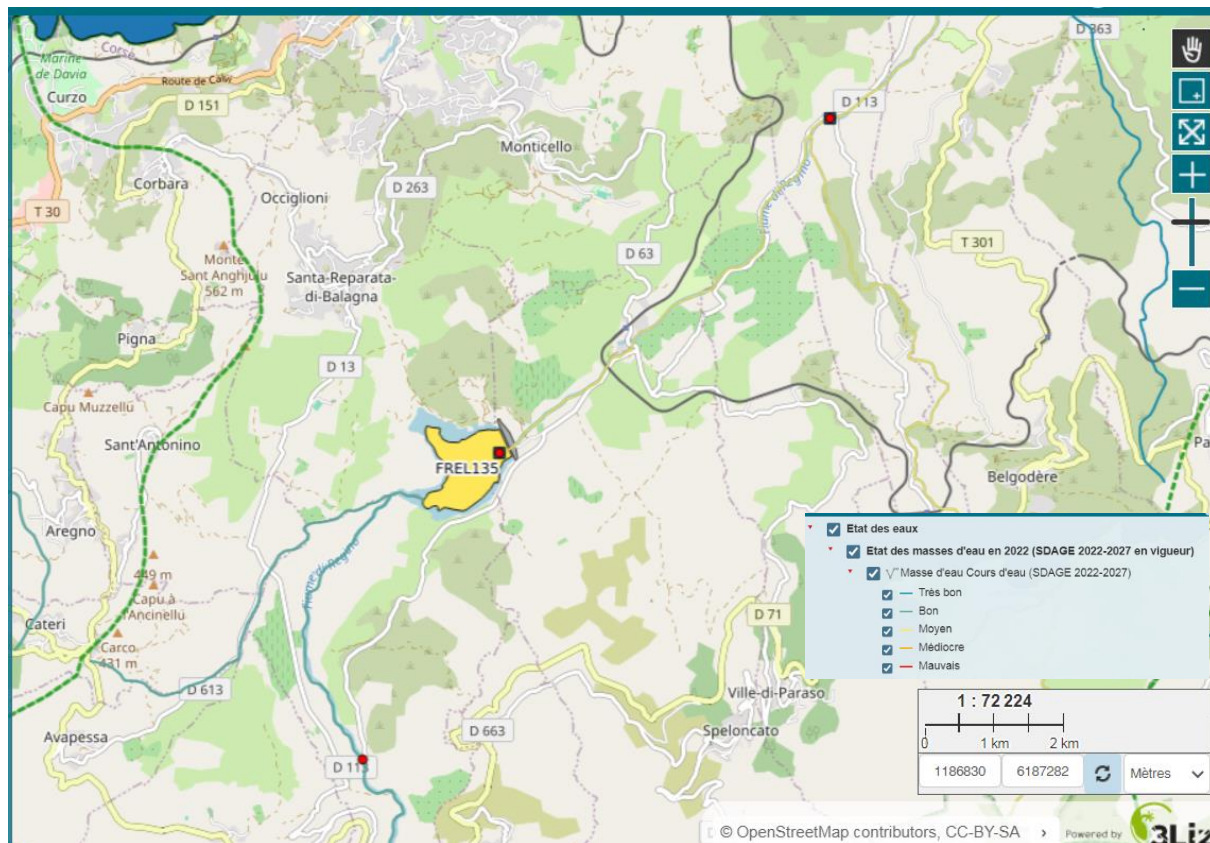
Les analyses physico-chimiques montrent des apports importants en nitrates en fin d'hiver. Une charge organique est mesurée dans les eaux (profil fdom, COD) de la retenue de Codole. La production primaire est importante comme en témoigne les teneurs en chlorophylle et les biovolumes enregistrés en particulier en début et fin de saison. Le cortège phytoplanctonique traduit un niveau de trophie élevé (eutrophe). L'IPLAC surévalué, indique un bon état. La demande en oxygène dans la couche profonde pour dégrader cette matière algale est tellement importante que l'hypolimnion est totalement désoxygéné dès la campagne printanière.

Les efflorescences de cyanobactéries (risque sanitaire lié à la présence de toxines) et la désoxygénation complète de l'eau destinée à l'AEP et à l'irrigation ont conduit l'OEHC à procéder à des mesures de restauration du plan d'eau : c'est dans ce cadre qu'un aérateur hypolimnique a été installé en 2018 pour remédier à ces problèmes de qualité des eaux. Il semble que cela permette d'obtenir une meilleure qualité physico-chimique des eaux en fin de période estivale en maintenant une relativement bonne oxygénation de la colonne d'eau, limitant de fait, le relargage sédimentaire. L'analyse des micropolluants dans les eaux ne met pas en évidence de pollutions organiques et métalliques significatives.

Les analyses de sédiments sont, quant à elles, nettement moins favorables : un stockage important de matière organique et d'éléments nutritifs est mis en évidence. Ce stockage résulte de la forte production primaire mais aussi de la présence de débris/souches de bois dans le fond du lac. Les eaux interstitielles sont particulièrement chargées en azote et phosphore, signes d'un relargage des nutriments depuis les sédiments vers la masse d'eau en conditions de complète anoxie dans le fond. Les charges en fer et manganèse dans le fond semblent confirmer ce diagnostic. Ce phénomène apporte du phosphore dans la masse d'eau, permettant le développement algal (phosphore = facteur limitant) pendant l'été : c'est ainsi que l'on retrouve des développements importants de chlorophycées dans les eaux de Codole.

Cette charge interne dans le compartiment sédiment contribue au processus d'eutrophisation du milieu aquatique.

Les résultats du suivi 2018 montrent que la retenue de Codole présente un état dégradé : le milieu aquatique peut être qualifié d'eutrophe avec une forte production primaire et une charge interne du compartiment sédiments.



5 QUALITE DES EAUX DU DEBIT RESERVE – COTE 95 m NGF

Le débit réservé est prélevé à la cote minimale d'exploitation (CME) soit à la cote 95 m NGF. la qualité du débit réservé est donc tributaire de la qualité du plan d'eau à ce niveau et plus globalement de la stratification qui se crée au fil des saisons.

En revanche, les prélèvements étant toujours à la même cote, les résultats sont plus cohérents notamment avec la qualité des eaux qui seront restitués lors d'une vidange programmée.

Une analyse des paramètres d'oxygène, de Carbone organique dissous, des phosphates et du phosphore total ainsi que de la part azotée (NTK, NH_4^+ NO_2^- NO_3^-) est réalisée ci-après et apprécié en fonction des valeurs limites des classes d'état pour les cours d'eau.

Au total le nombre d'analyses est compris entre 153 et 118 en fonction des paramètres sur les 5 ans.

5.1 TURBIDITE

Le paramètre de turbidité montre un maximum de 2862 NTU relevé en Aout et un minimum de 0.9 relevé en novembre. La moyenne est de 9.22 NTU. 50% des données se trouvent entre 0 et 5.3 NTU.

Ce paramètre est très dépendant de la cote à laquelle il est relevé. Il apparait particulièrement élevé dans les strates inférieures du plan d'eau notamment lorsque ce dernier est stratifié à savoir de juin à août. A la cote 95 m NGF (cote de prélèvement pour le débit réservé = CME = vidange), le paramètre a atteint au maximum 87.9 NTU en juin.

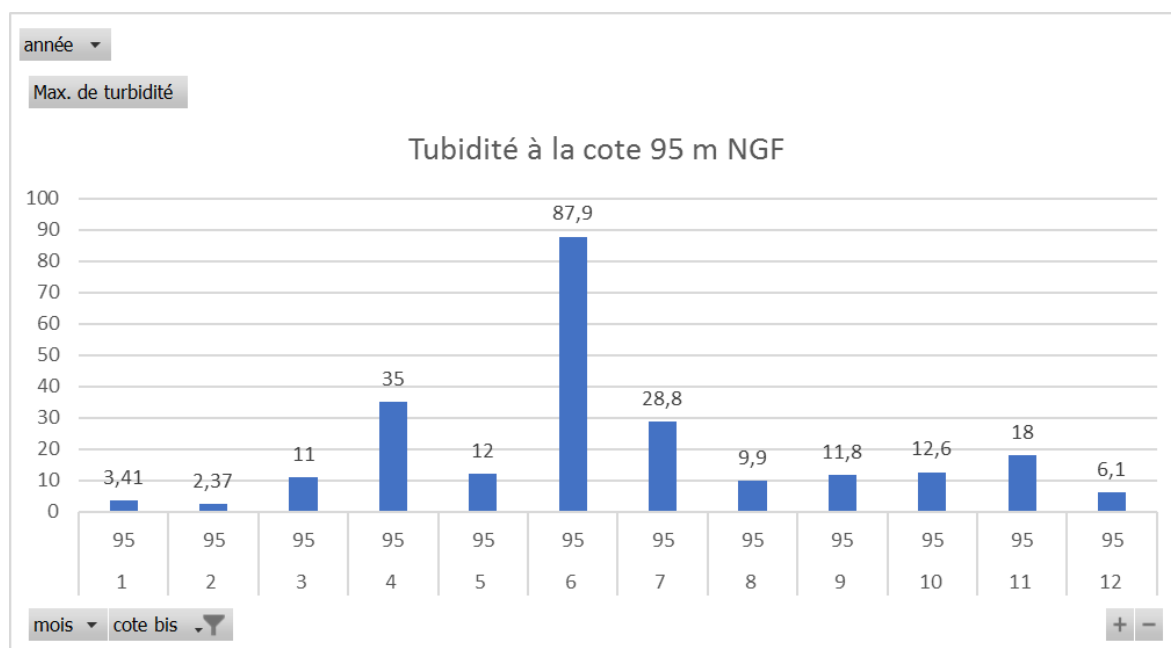


Figure 43 : Maximum de turbidité par mois à la cote 95 m NGF

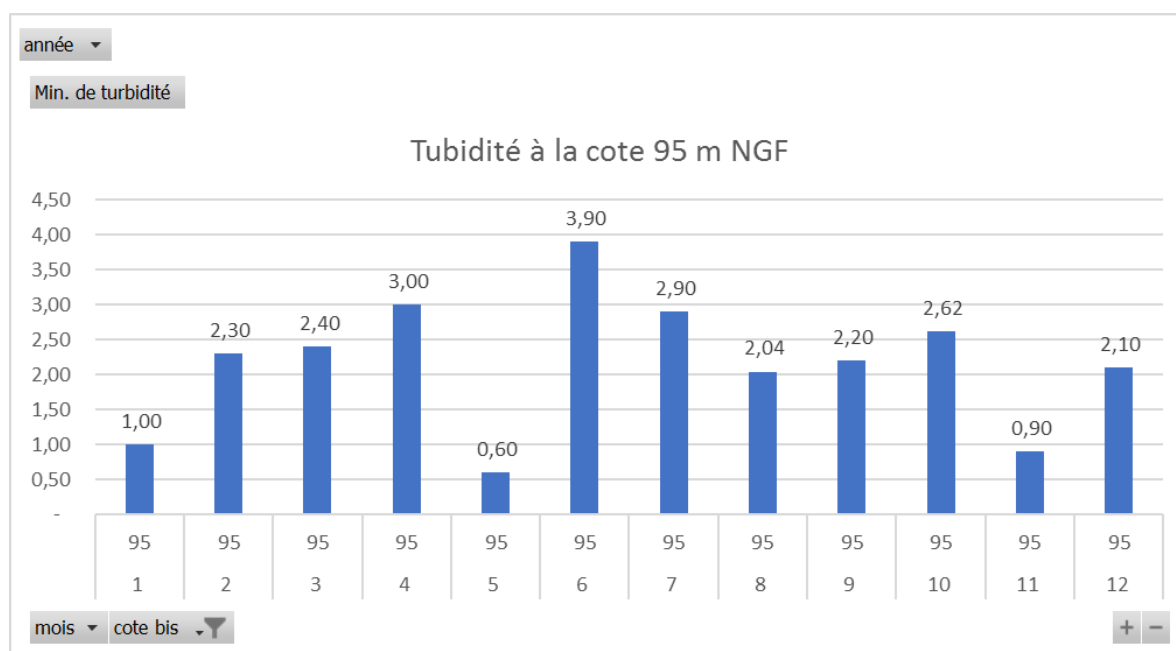


Figure 44 : Minimum de turbidité par mois à la cote 95 m NGF

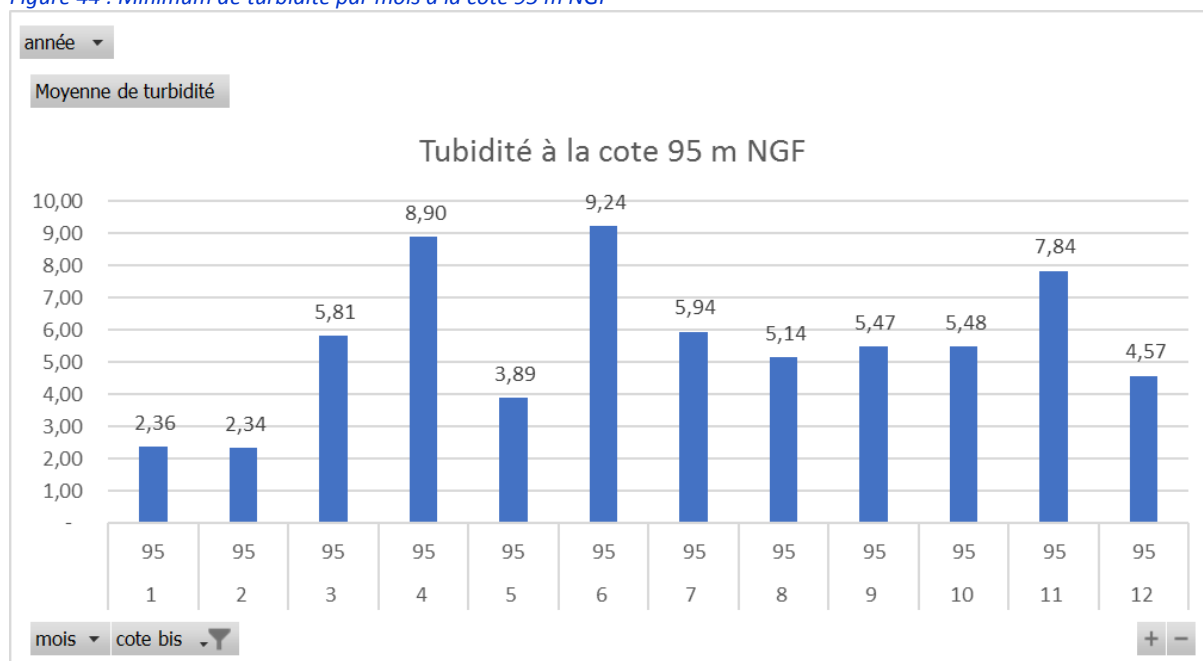
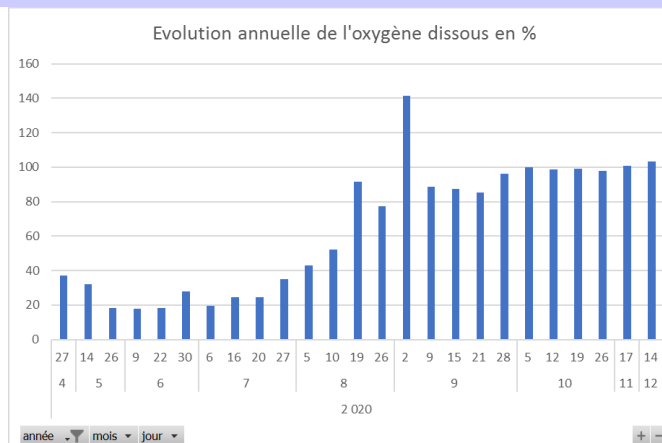


Figure 45 : Moyenne de la turbidité par mois à la cote 95 m NGF

5.2 OXYGENE DISSOUS

Globalement la quantité d'oxygène dissous est très dépendante de la stratification du plan d'eau ; il apparait donc une différence entre les mois où le plan d'eau n'est pas stratifié (naturellement ou grâce aux aérateurs) et ceux où le plan d'eau est stratifié.

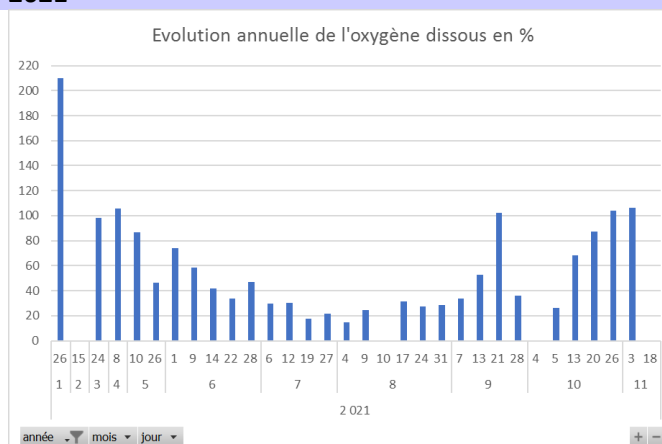
2020



Du mois d'avril à mi-août, la quantité d'oxygène dissous est inférieure à 50%. L'état écologique est donc, durant ces mois, considéré comme étant médiocre à mauvais.

En revanche à partir de septembre il est supérieur à 80%. L'état est bon de septembre à décembre.

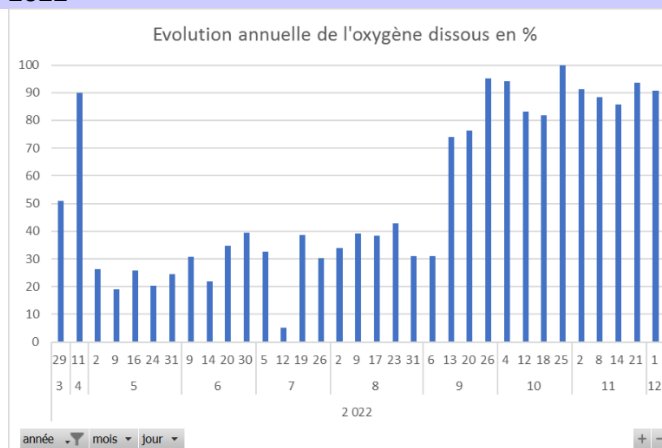
2021



L'oxygène reste supérieur à 80% jusqu'au mois d'avril, l'état reste donc bon voire très bon.

En revanche, de mai à octobre, l'état écologique diminue et passe rapidement de bon à médiocre puis à mauvais.

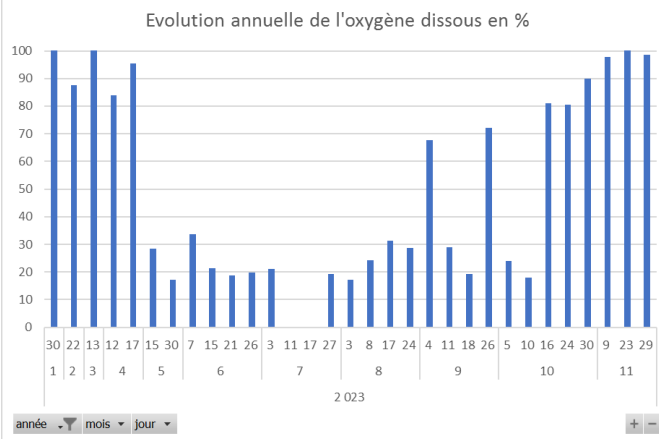
2022



Le même scénario se reproduit en 2022. Dès le mois de mai et jusqu'à septembre, le paramètre de l'oxygène est en état écologique médiocre puis mauvais au gré de la stratification du plan d'eau.

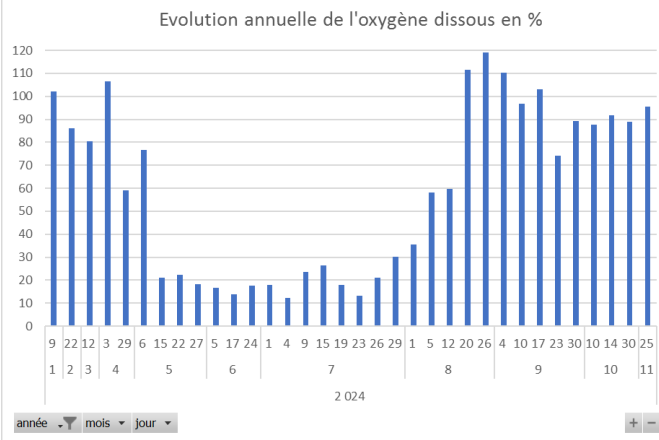
A partir d'octobre, l'état est bon voire très bon.

2023



L'année 2023 est similaire aux années précédentes.

2024



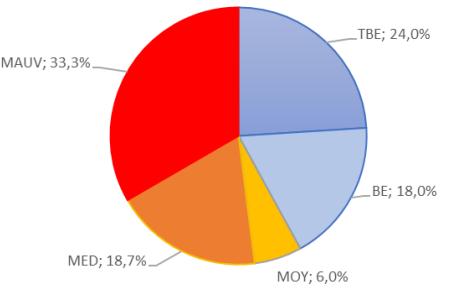
On note globalement le même scénario, en revanche à partir de mi-août l'oxygène dissous est de nouveau en très bon état. Les aérateurs permettant une réoxygénation sur l'ensemble des strates.

De 2020 à 2024 inclus, 150 analyses ont été réalisées. Sur ces données, 50 % se trouvent entre 24.55% et 89.9% à savoir entre l'état médiocre et le bon état. On constate donc la variabilité de l'oxygène dissous.

La répartition de l'état écologique sur l'ensemble des données est rassemblée dans le tableau suivant :

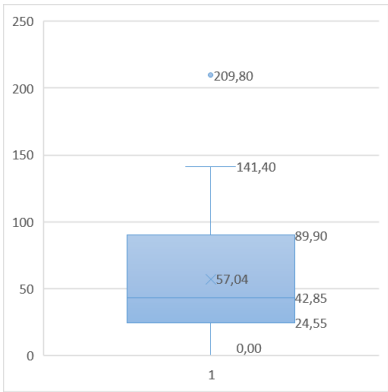
Tableau 10 : Etats des eaux superficielles par an

Classe d'état des eaux superficielles	Limite d'état Saturation en O2 %	Nb de données supérieur à la limite	Pourcentage de données par classe d'état
TBE	90	36	24,0%
BE	70	27	18,0%
MOY	50	9	6,0%
MED	30	28	18,7%
MAUV		50	33,3%



Ce bilan, loin d'être bon, est modéré par le fait que l'eau analysée sort directement de la conduite et n'a donc pas eu le temps de se réoxygéner. L'ouvrage de restitution du débit réservé permet cette réoxygénation.

Le graphique à moustache ci-contre permet de classer les données avec 50% des données situées entre 24.55 et 89.90% d'oxygène dissous.

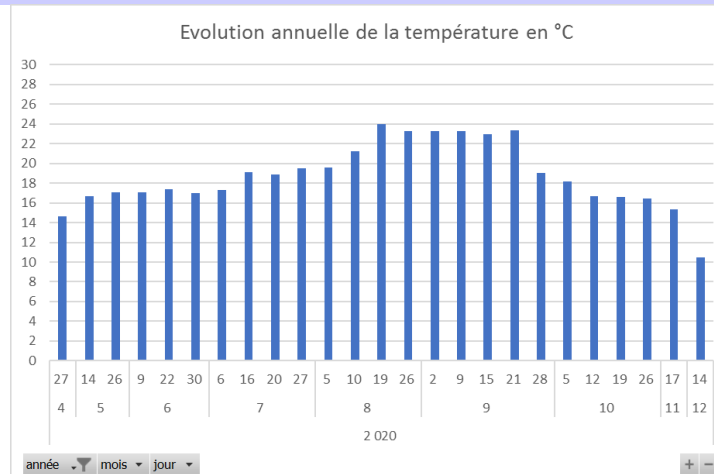


5.3 TEMPERATURES

La température est dépendante de la stratification du plan d'eau et donc de sa destratification saisonnière. Ainsi la température suit globalement les saisons.

2020

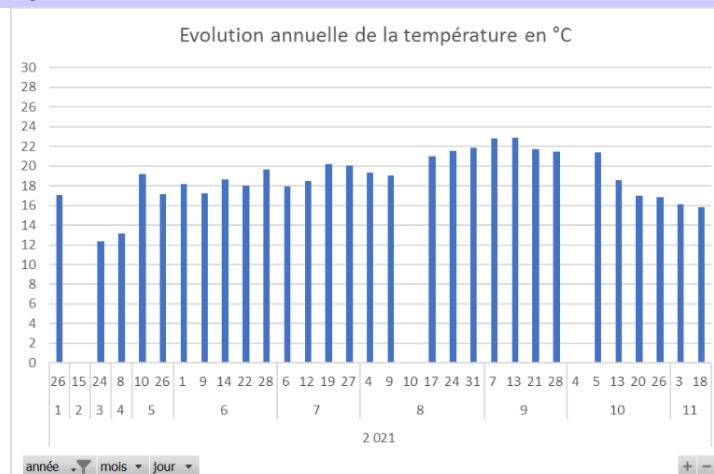
Caractérisation annuelle des températures en °C



- Moyenne : 18.7
- Maximum : 24
- Minimum : 10.5
- Variance : 11

Globalement la température suit la saisonnalité annuelle avec des températures inférieures à 20 °C hors de la période estivale puis supérieures à 20 °C.

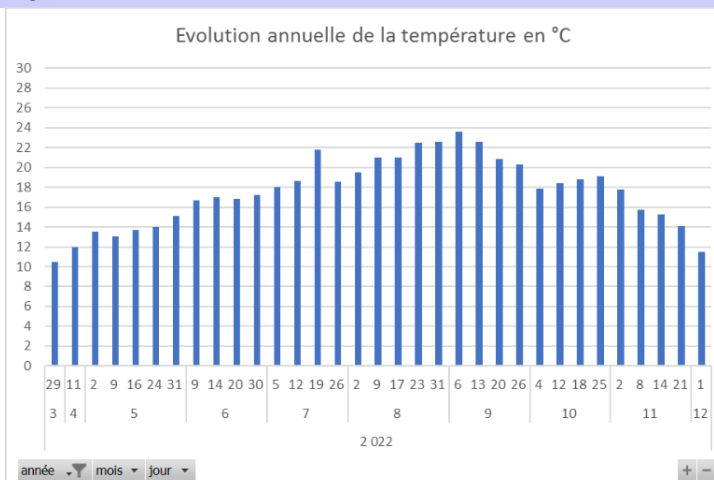
2021



- Moyenne : 18.7
- Maximum : 22.9
- Minimum : 12.36
- Variance : 6.7

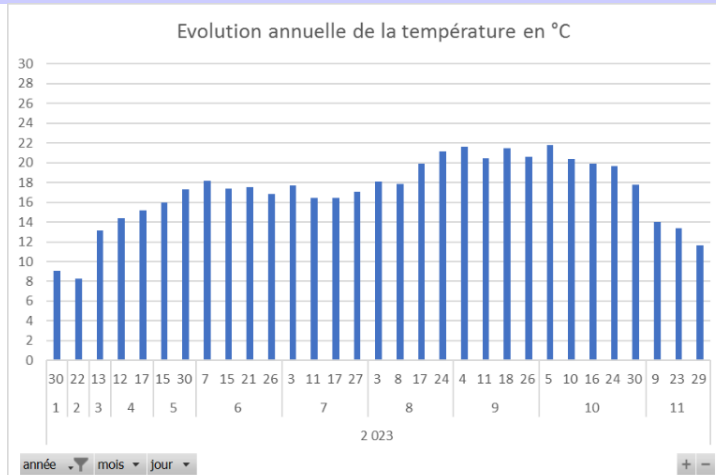
Le constat est identique à l'année 2021.

2022



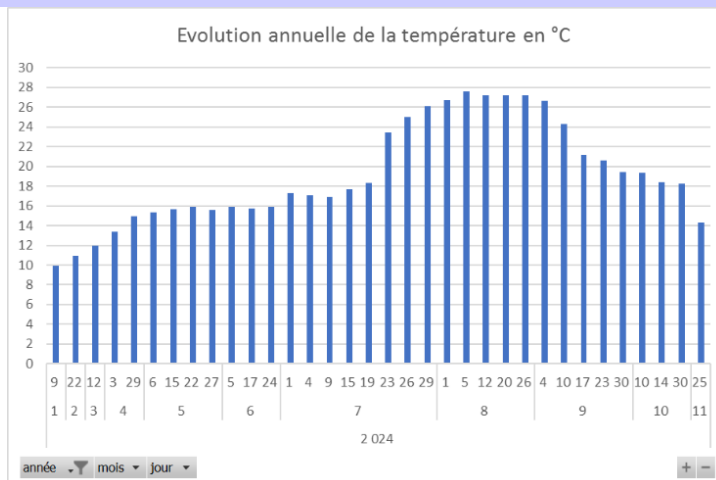
- Moyenne : 17.5
- Maximum : 23.6
- Minimum : 10.5
- Variance : 12.2

Le constat est identique aux années précédentes.

2023

- Moyenne : 17.1
- Maximum : 21.8
- Minimum : 8.3
- Variance : 12.1

Le constat est identique aux années précédentes.

2024

- Moyenne : 19.1
- Maximum : 27.6
- Minimum : 9.9
- Variance : 27

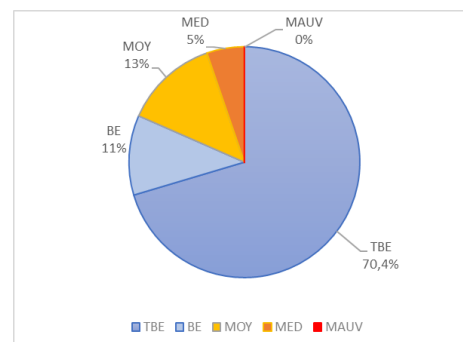
Majoritairement le constat est identique aux années précédentes. Néanmoins, après la mise en fonctionnement des aérateurs³, à la mi-juillet, le plan d'eau est complètement déstratifié ce qui entraîne une augmentation des températures. La température atteint rapidement les 28 °C sans les dépasser.

De 2020 à 2024 inclus, 152 analyses ont été réalisées. Sur ces données, 50 % se trouvent entre 15.9 et 20.77 °C à savoir entre le très bon état et le bon état.

La répartition de l'état sur l'ensemble des données est rassemblée dans le tableau suivant :

Tableau 11 : Etats des eaux superficielles par an

Classe d'état des eaux superficielles	Limite d'état de la température %	Nb de données inférieures à la limite	Pourcentage de données par classe d'état
TBE	<20	107	70.4%
BE	<21.5	17	11.2%
MOY	<25	20	13.2%
MED	<28	8	5.3%
MAUV	>28	0	0%



³ Injection d'air extérieur étant ainsi à la température extérieure

Ce bilan est très largement cohérent avec les températures atmosphériques locales. En sortie de restitution du débit réservé, les températures doivent augmenter en fonction des températures saisonnières.

Annuellement le très bon état peut passer de 72.7% des données en 2023 à 42.3% en 2024 (voir graphique ci-contre). La qualité des eaux restituée dépend donc largement de l'évolution des températures.

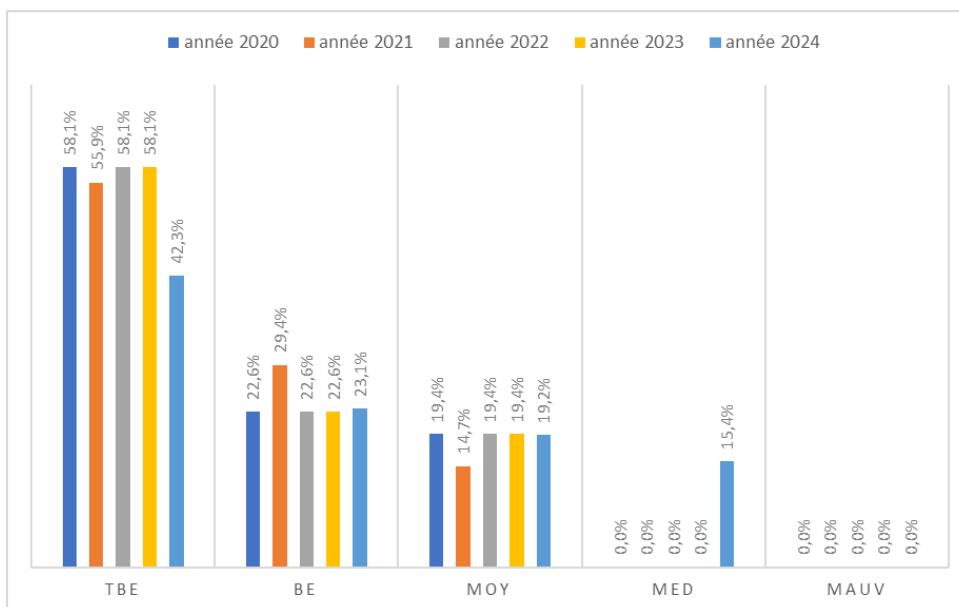


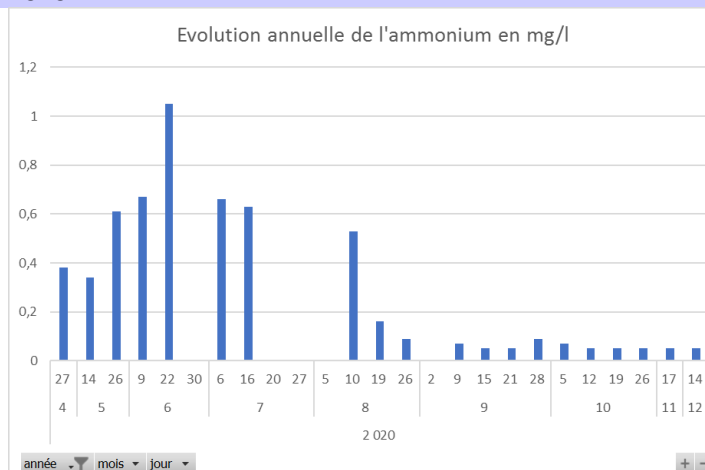
Figure 46 : Bilan des états des eaux par année

5.4 AMMONIUM

L'ammonium est un des paramètres principaux signe de la dégradation du milieu. C'est aussi un paramètre de suivi lors d'une vidange car l'impact sur le milieu peut être important en fonction de l'augmentation du paramètre.

Globalement, la concentration en ammonium ne dépasse pas 2 mg/l de 2020 à 2024, ce qui classe le paramètre en bon ou très bon état.

2020



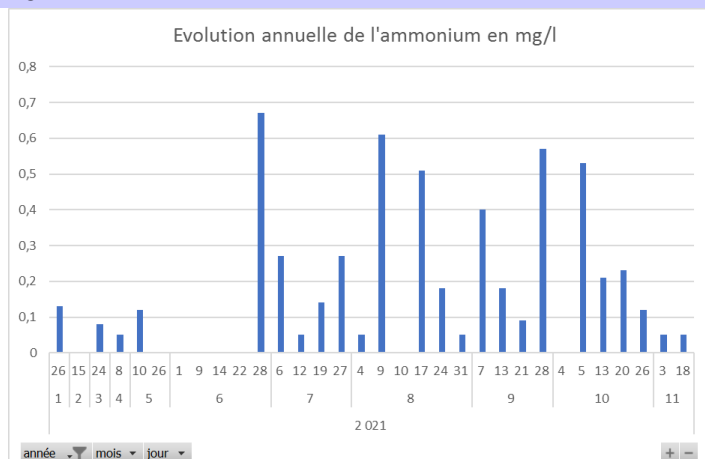
- Moyenne : 0.285
- Maximum : 1.05
- Minimum : <0.05

La qualification de l'état est répartie de la manière suivante :

- 55% en TBE
- 15% en BE
- 30% en MOY

Ces données sont rassemblées en Figure 47.

2021



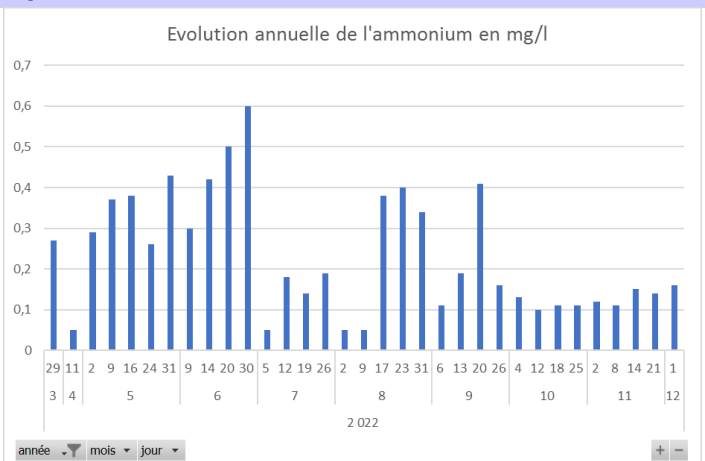
- Moyenne : 0.233
- Maximum : 0.67
- Minimum : <0.05

La qualification de l'état est répartie de la manière suivante :

- 33% en TBE
- 46% en BE
- 21% en MOY

Ces données sont rassemblées en Figure 47.

2022



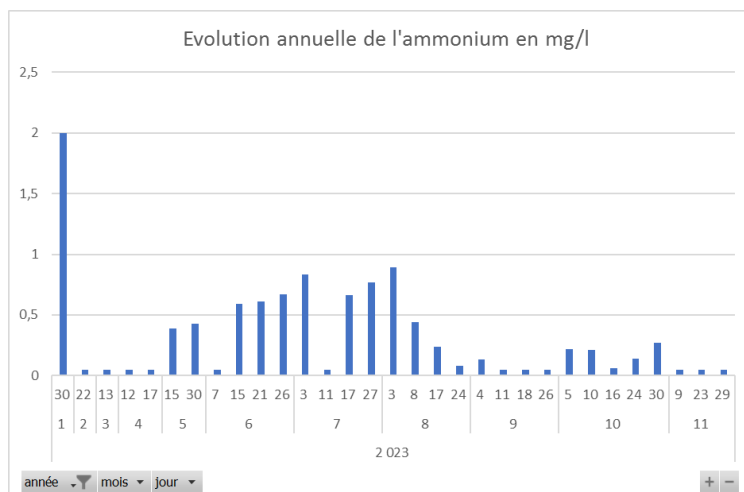
- Moyenne : 0.231
- Maximum : 0.6
- Minimum : <0.05

La qualification de l'état est répartie de la manière suivante :

- 12% en TBE
- 82% en BE
- 6% en MOY

Ces données sont rassemblées en Figure 47.

2023



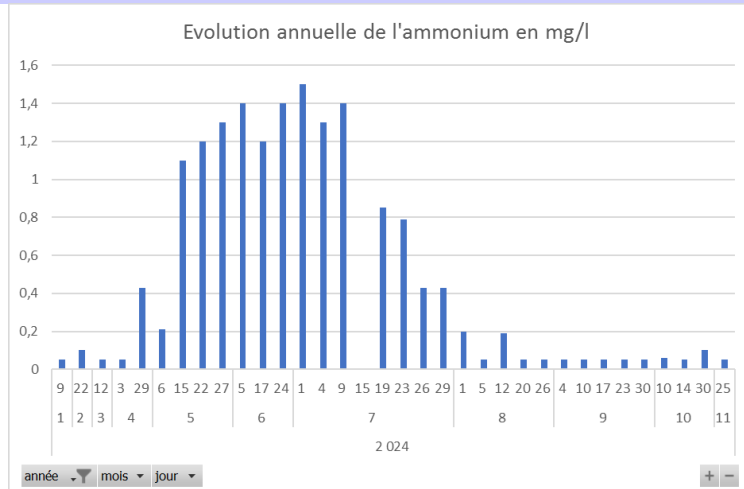
- Moyenne : 0.33
- Maximum : 2
- Minimum : <0.05

La qualification de l'état est répartie de la manière suivante :

- 45% en TBE
- 29% en BE
- 26% en MOY

Ces données sont rassemblées en Figure 47.

2024



- Moyenne : 0.49
- Maximum : 1.5
- Minimum : <0.05

La qualification de l'état est répartie de la manière suivante :

- 42% en TBE
- 24% en BE
- 33% en MOY

Ces données sont rassemblées en Figure 47.

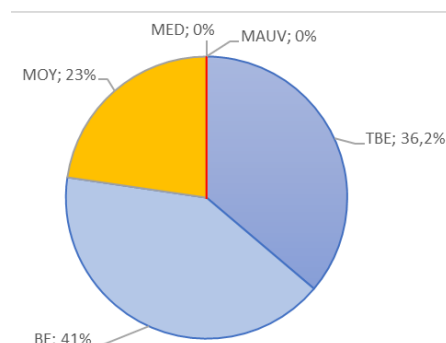
De 2020 à 2024 inclus, 141 analyses ont été réalisées. Sur ces données, 50 % se trouvent entre 0.05 et 0.43 mg/l à savoir en très bon état.

La répartition de l'état sur l'ensemble des données est rassemblée dans le tableau suivant :

Tableau 12 : Etats des eaux superficielles de 2021 à 2024

Classe d'état des eaux superficielles	Limite d'état de l'ammonium Mg/l	Nb de données inférieures à la limite	Pourcentage de données par d'état
TBE	0.1	51	36.2%
BE	0.5	58	41.1%
MOY	2	32	22.7%
MED	5	0	0%
MAUV	>5	0	0%

Ce bilan montre une qualité de l'eau majoritairement bonne (77.3%).



Annuellement le très bon état peut passer de 55% des données en 2020 à 12.1% en 2022 (voir graphique ci-contre).

La qualité des eaux restituée est majoritairement en bon ou très bon état entre 66% et 94%.

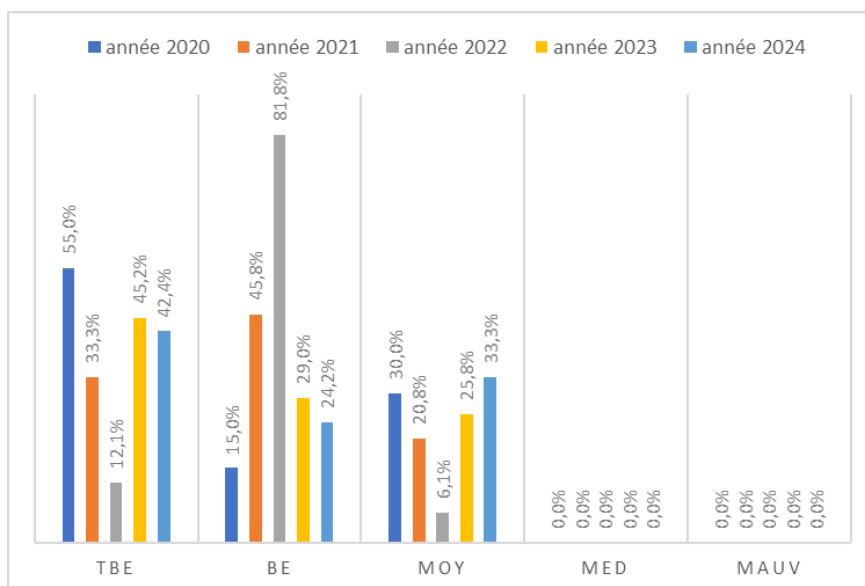
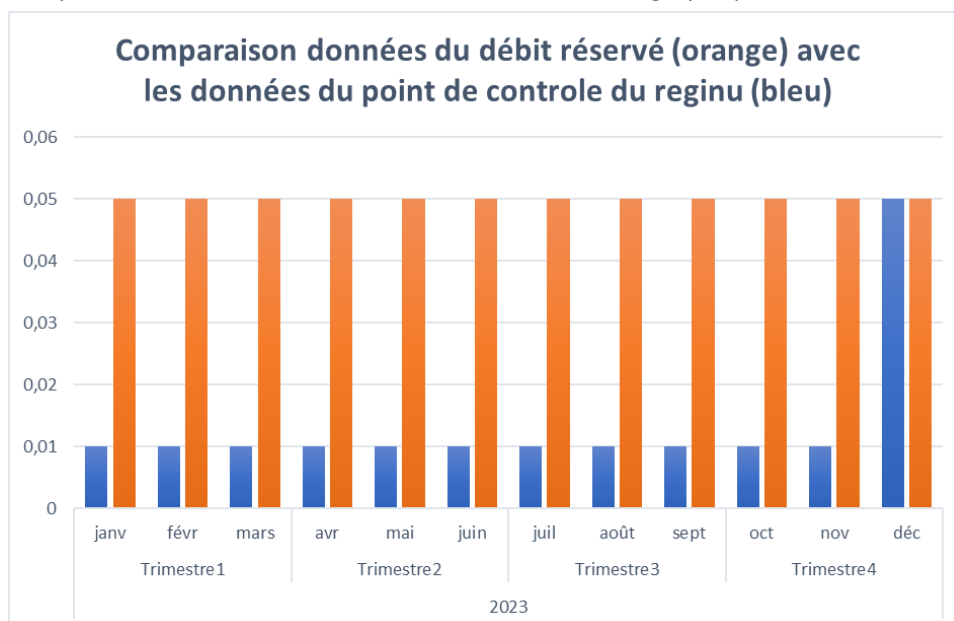


Figure 47 : Bilan des états des eaux par année

La comparaison de ces données avec les analyses à l'aval (Regino à occhiatana 2 – point DCE) indique une diminution de 0.05 à 0.01 mg/l entre la restitution du débit réservé et le point de contrôle DCE. La comparaison sur l'année 2023 est rassemblée dans le graphique suivant :



Seule la donnée du mois de décembre est similaire, certainement du fait d'une température de l'eau faible qui n'a pas permis la nitrification.

Figure 48 : Comparaison des données avec l'aval

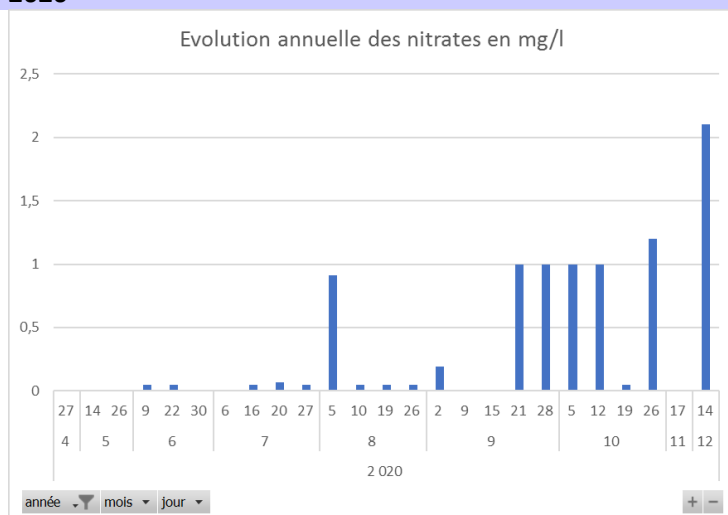
5.5 NITRATES ET NITRITES

5.5.1 Nitrates

En ce qui concerne les nitrates, 135 données sont disponibles. Le maximum est de 7 mg/l et le minimum de 1 mg/l. Le maximum reste inférieur à la limite supérieure du très bon état (50 mg/l) de qualité des eaux superficielles au titre de l'état écologique.

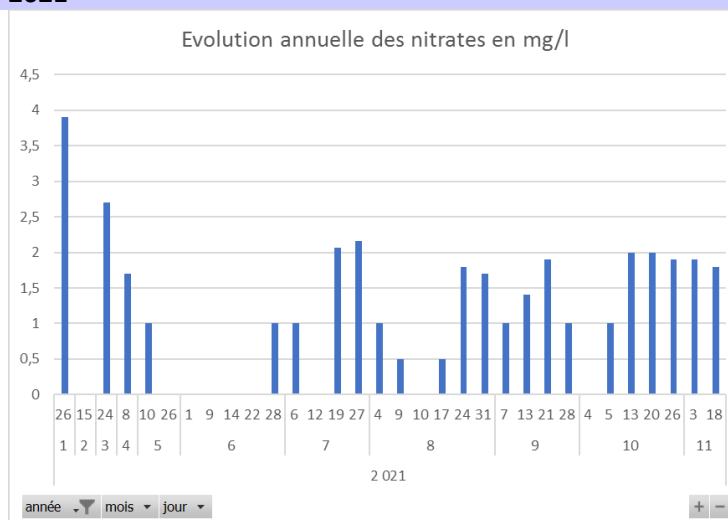
L'analyse des données annuelles est rassemblée ci-après :

2020



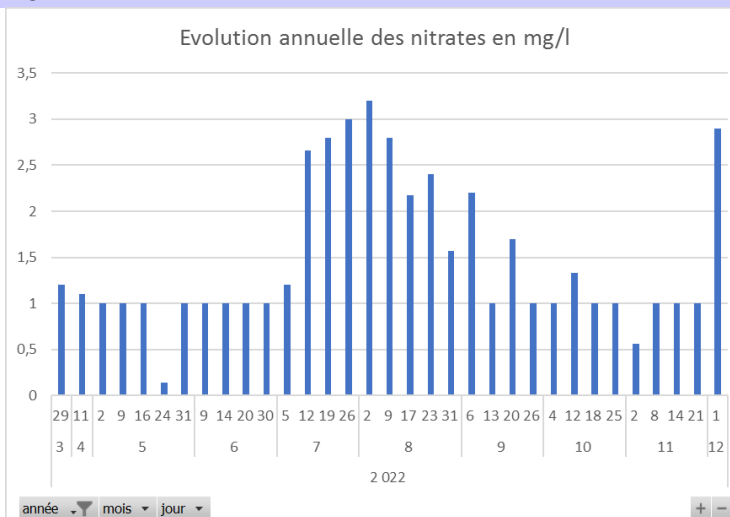
- L'ensemble des données est inférieur à limite du très bon état ;
- On note en fin de saison une augmentation du paramètre ;

2021



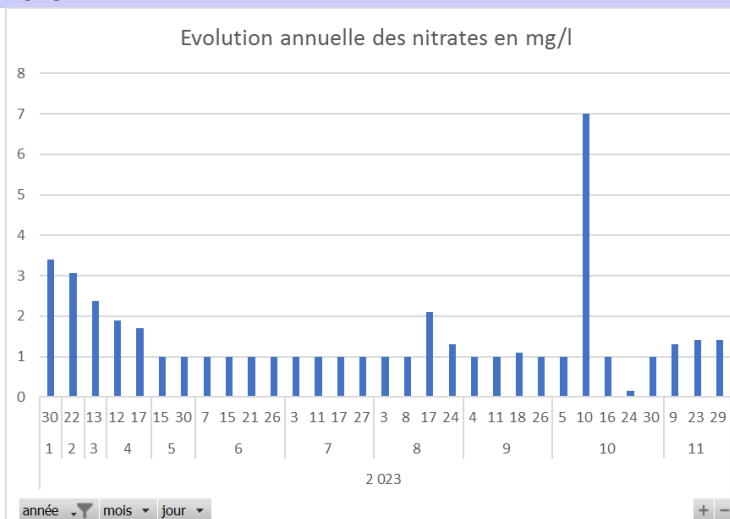
- L'ensemble des données est inférieur à limite du très bon état ;

2022



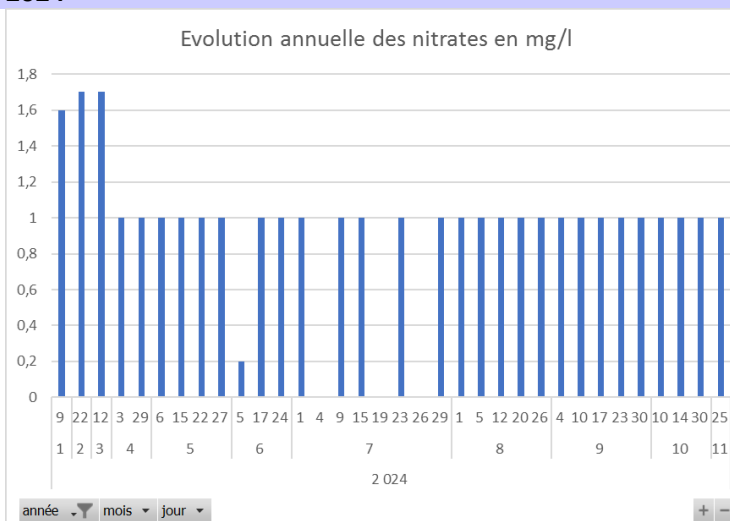
- L'ensemble des données est inférieur à limite du très bon état ;
- On note durant la saison estivale une augmentation du paramètre ;

2023



- L'ensemble des données est inférieur à limite du très bon état ;
- On note un pic en octobre ;

2024



- L'ensemble des données est inférieur à limite du très bon état ;

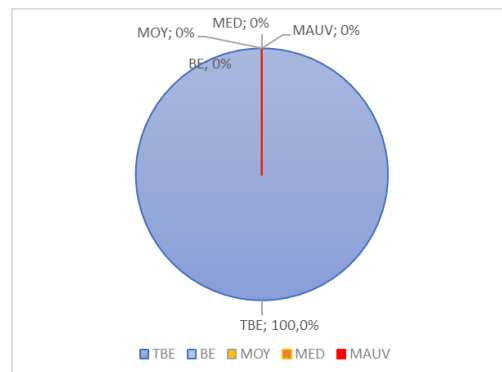
De 2020 à 2024 inclus, 135 analyses ont été réalisées. Sur ces données, 50 % des données des nitrates se situent entre 1⁴ et 1.6 mg/l à savoir en très bon état.

La répartition de l'état sur l'ensemble des données est rassemblée dans le tableau suivant :

Tableau 13 : Etats des eaux superficielles par an

Classe d'état des eaux superficielles	Limite d'état nitrates Mg/l	Nb de données inférieures à la limite	Pourcentage de données par classe d'état
TBE	10	135	100%
BE	50	0	0%
MOY	>50	0	0%
MED			
MAUV			

Ce bilan montre une qualité de l'eau majoritairement très bonne (100%).



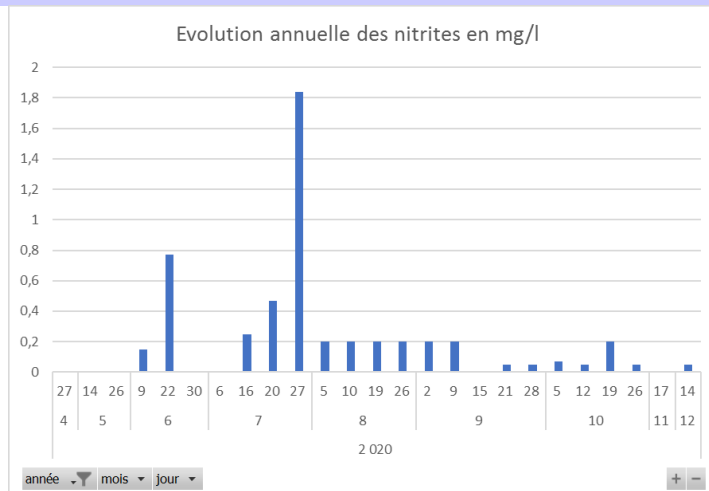
⁴ Sachant que 58.5% des valeurs globales indiquées comme « 0.05 », « 1 », « 0.5 » sont en fait « < à » (laboratoire agréé COFRAC)

5.5.2 Nitrites

En ce qui concerne les nitrites, 136 données sont disponibles. Le maximum est de 1.84 mg/l (27/07/2020) et le minimum de 0.01 mg/l (24/08/2021 et 07/09/2021). Le maximum dépasse la limite supérieure de l'état médiocre en termes de qualité des eaux superficielle au titre de l'état écologique.

L'analyse des données annuelles est rassemblée ci-après :

2020

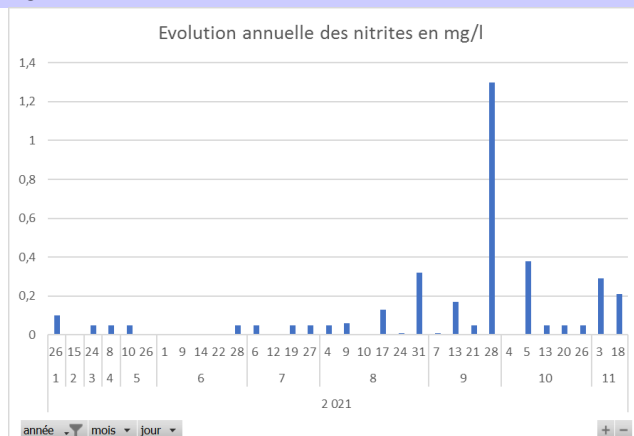


- Moyenne : 0.28
- Maximum : 1.84
- Minimum : 0.05

Le paramètre durant cette année se trouve ponctuellement en état moyen, médiocre et mauvais (16.7% des données – 3 prélèvements).

Le reste des données est en bon ou très bon état (83.3% des données).

2021

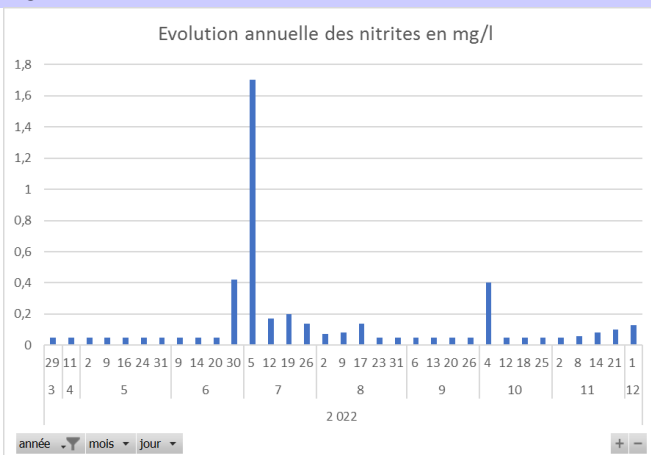


- Moyenne : 0.15
- Maximum : 1.3
- Minimum : 0.01

Le paramètre durant cette année se trouve ponctuellement en état moyen, et mauvais (13% des données – 3 prélèvements).

Le reste des données est en bon ou très bon état (87% des données).

2022

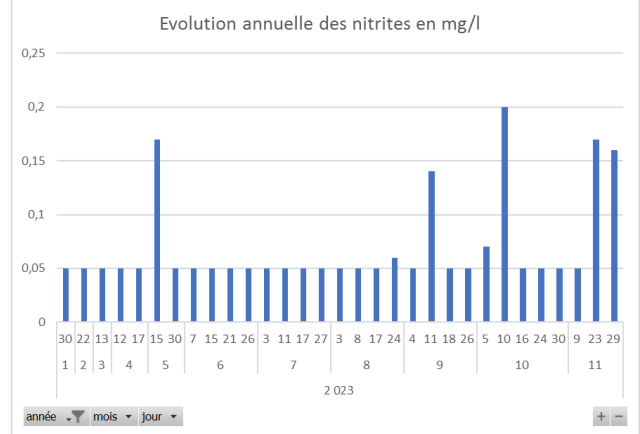


- Moyenne : 0.14
- Maximum : 1.7
- Minimum : 0.05

Le paramètre durant cette année se trouve ponctuellement en état moyen, et mauvais (9.1% des données – 3 prélèvements).

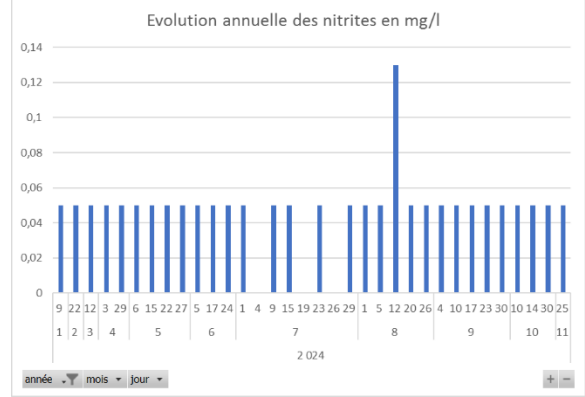
Le reste des données est en bon ou très bon état (91% des données).

2023



- Moyenne : 0.07
 - Maximum : 0.2
 - Minimum : 0.05
- Le paramètre est durant toute l'année soit en très bon état (84%) soit en bon état.

2024



- Moyenne : 0.05
 - Maximum : 0.13
 - Minimum : 0.05
- Le paramètre est durant toute l'année soit en très bon état (97%) soit en bon état.

De 2020 à 2024 inclus, 136 analyses ont été réalisées. Sur ces données, 50 % des données des nitrites se situent entre 0.05⁵ et 0.1 mg/l à savoir en très bon état.

La répartition de l'état sur l'ensemble des données est rassemblée dans le tableau suivant :

Tableau 14 : Bilan des états des eaux par année

Classe d'état des eaux superficielles	Limite d'état des nitrites Mg/l	Nb de données inférieures à la limite	Pourcentage de données par classe d'état
TBE	0.1	101	74.3%
BE	0.3	26	19.1%
MOY	0.5	5	3.7%
MED	1	1	0.7%
MAUV	>1	3	2.2%

Ce bilan montre une qualité de l'eau majoritairement très bonne à bonne (93.4%).

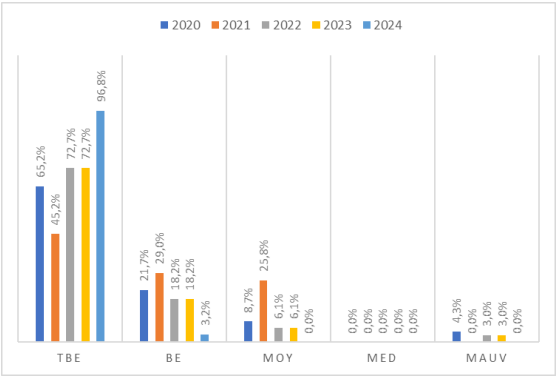
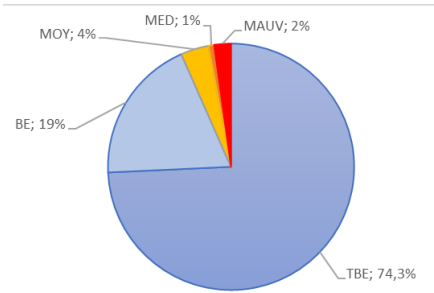


Figure 49 : Bilan des états des eaux par année

⁵ Sachant que 58% des valeurs globales indiquées comme « 0.01 », « 0.05 », « 0.2 » sont en fait « < à » (laboratoire agréé COFRAC)

5.6 PHOSPHORE ET PHOSPHATES

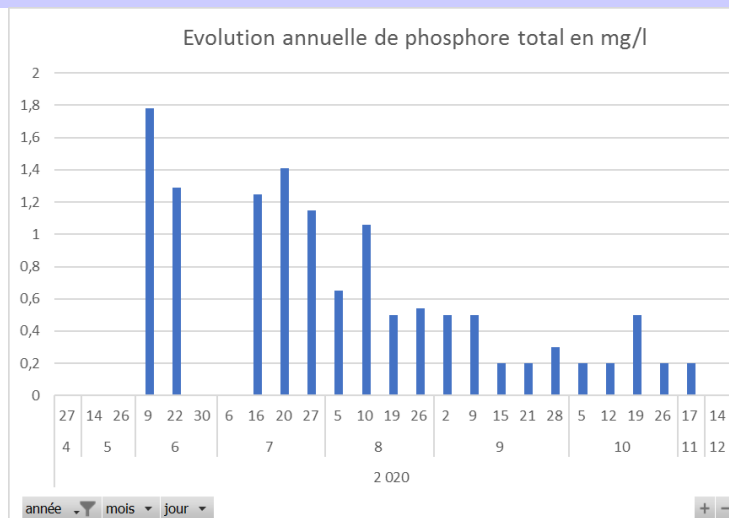
5.6.1 Phosphore

En ce qui concerne le phosphore total, 135 données sont disponibles. Le maximum est de 8.48 mg/l en 2021 et le minimum de <0.2 mg/l. Le maximum dépasse la limite supérieure de l'état mauvais en termes de qualité des eaux superficielle au titre de l'état écologique.

A noter que 21% des données sont inférieures au seuil de détection de l'appareil utilisé, à savoir 19.3% sont inférieures à 0.2 mg/l, 2.2% sont inférieures à 0.5 mg/l.

L'analyse des données annuelles est rassemblée ci-après :

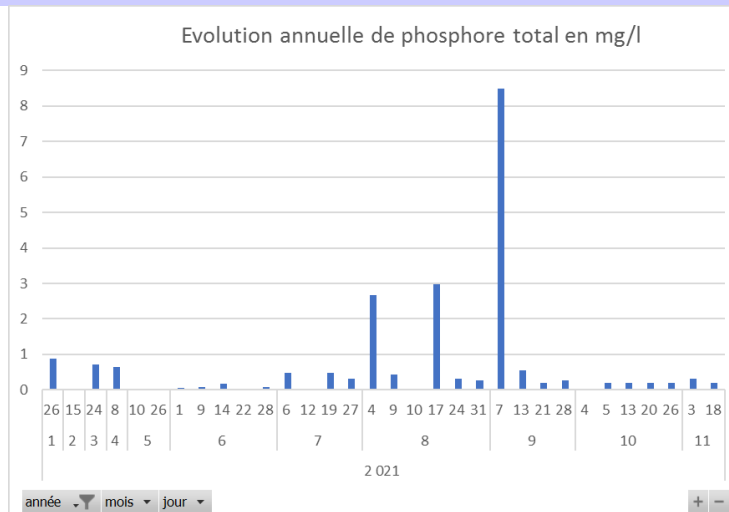
2020



- Moyenne : 0.66
- Maximum : 1.78
- Minimum : <0.2

Le paramètre montre une variabilité importante même s'il reste en deçà de 1.78 mg/l. Les mois où le plan d'eau est stratifié sont suivis d'une augmentation du phosphore total.

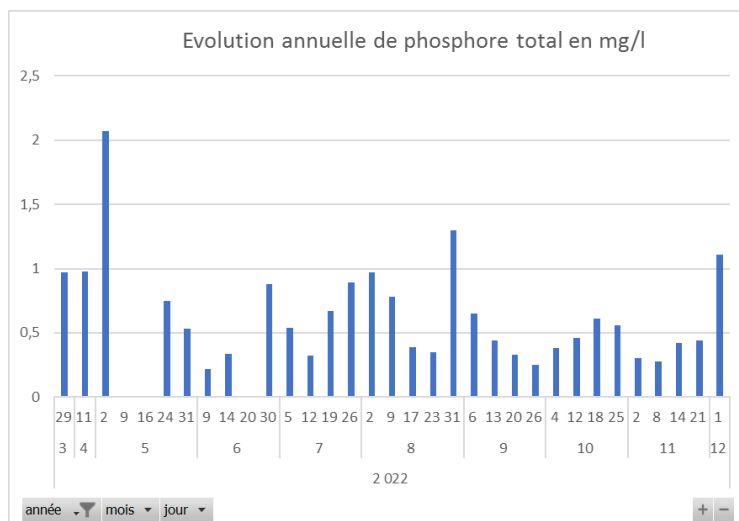
2021



- Moyenne : 0.79
- Maximum : 8.48
- Minimum : 0.03

Les données sont globalement <1 mg/l (88.5% des données). On note un pic début septembre à 8.48 mg/l marquant possiblement la mortalité des cyanobactéries présentes en nombre la semaine précédentes (227 900 cell/ml).

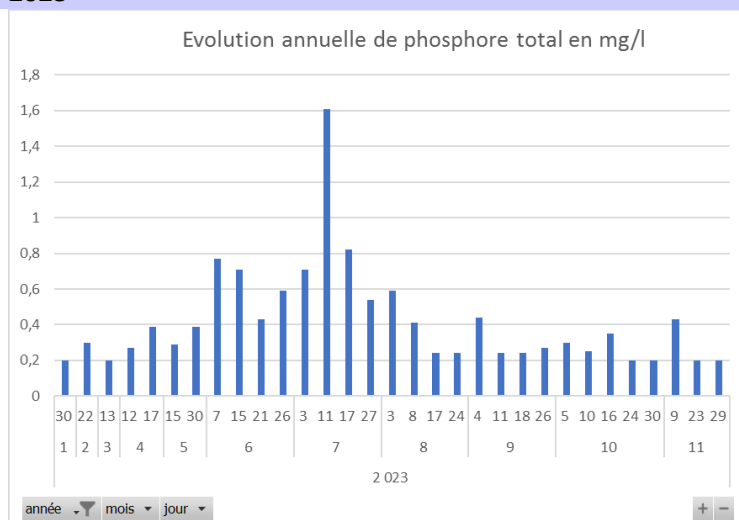
2022



- Moyenne : 0.63
- Maximum : 2.07
- Minimum : 0.221

Les données sont globalement <1 mg/l (90% des données).
On note un pic début mai à 2.07 mg/l.

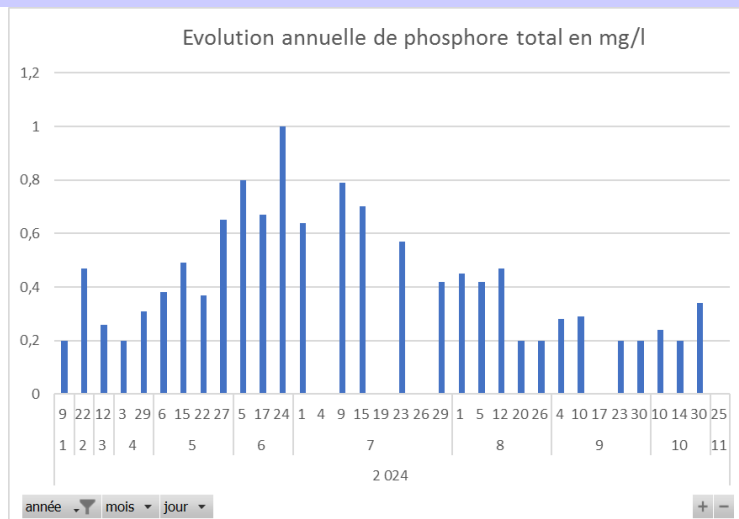
2023



- Moyenne : 0.42
- Maximum : 1.61
- Minimum : <0.2

Les données sont globalement < 1 mg/l (96.8% des données).
On note un pic en juillet à 1.61 mg/l.

2024



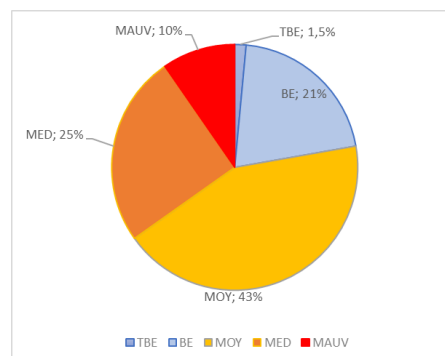
- Moyenne : 0.42
- Maximum : 1
- Minimum : < 0.2

Les données sont < 1 mg/l (100% des données).

La répartition de l'état écologique sur l'ensemble des données est rassemblée dans le tableau suivant :

Tableau 15 : Etats des eaux superficielles par an

Classe d'état des eaux superficielles	Limite d'état du phosphore total Mg/l	Nb de données inférieures à la limite	Pourcentage de données par classe d'état
TBE	0.05	2	1.5%
BE	0.2	28	20.7%
MOY	0.5	58	43%
MED	1	34	25.2%
MAUV	>1	13	9.6%



Ce bilan montre une qualité de l'eau majoritairement moyenne à mauvaise (77.8%). La répartition annuelle montre la quasi absence du très état.

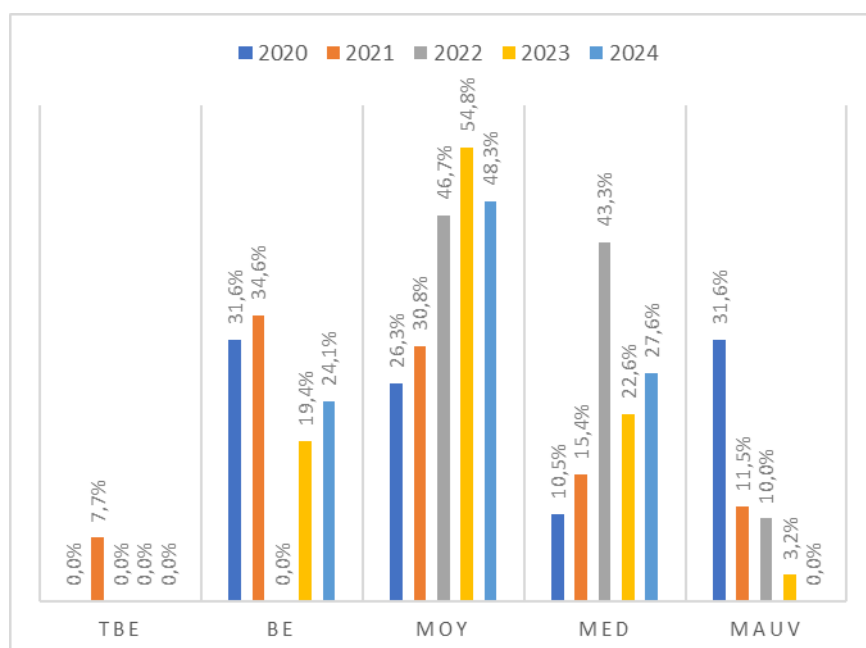


Figure 50 : Bilan des états des eaux par année

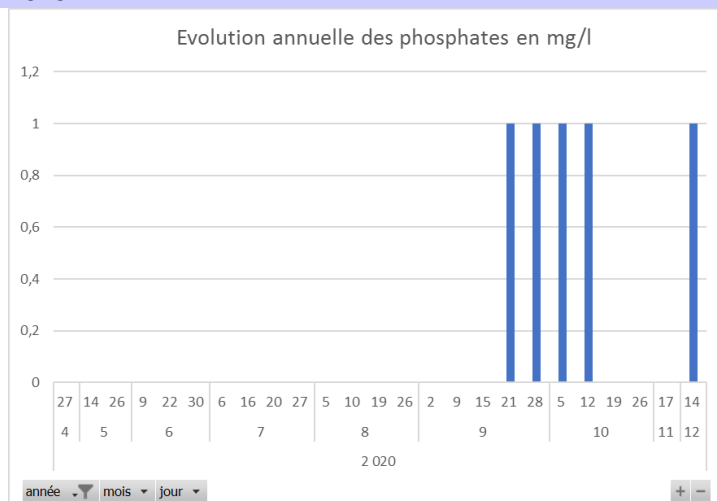
5.6.2 Phosphates

En ce qui concerne les phosphates, 121 données sont disponibles. Le maximum est de 2 mg/l en 2021 et le minimum de <0.02 mg/l. Le maximum est la limite supérieure de l'état médiocre en termes de qualité des eaux superficielle au titre de l'état écologique.

A noter que 96.7% des données sont inférieures au seuil de détection de l'appareil utilisé, 90.9% sont inférieures à 1 mg/l, 1.7% sont inférieures à 0.03 mg/l, 2,5% sont inférieures à 0.02 mg/l et 1.7% sont inférieures à 0.5 mg/l.

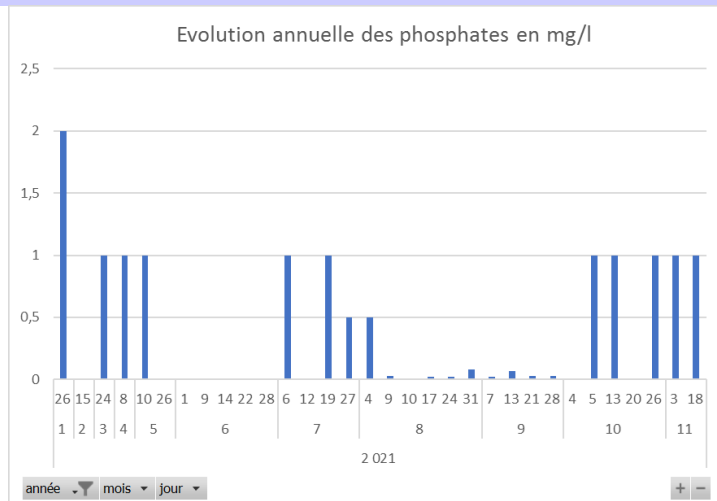
L'analyse des données annuelles est rassemblée ci-après :

2020



Les données sont toutes inférieures à 1 mg/l (seuil de détection de l'appareil).

2021

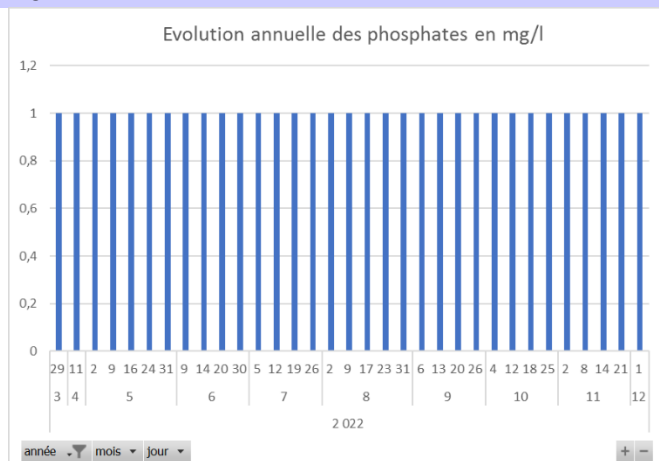


- Maximum : 2
- Minimum : 0.02

Le paramètre durant cette année se trouve en limite de l'état médiocre au mois de janvier.

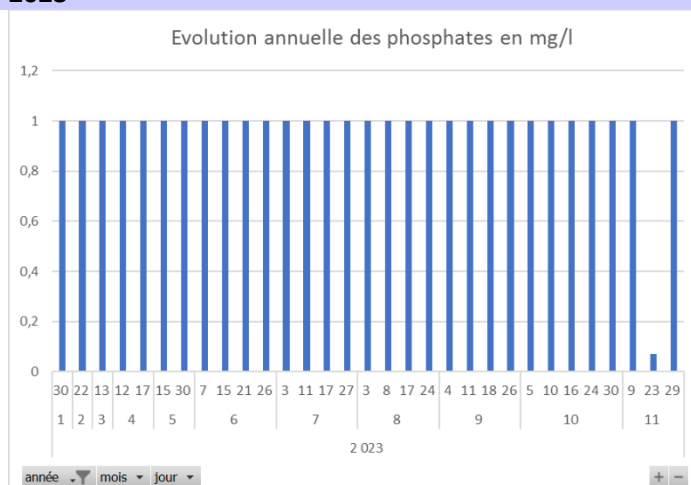
La majeure partie des données est en bon ou très bon état (72.7% des données). 18.2% sont en états moyen.

2022



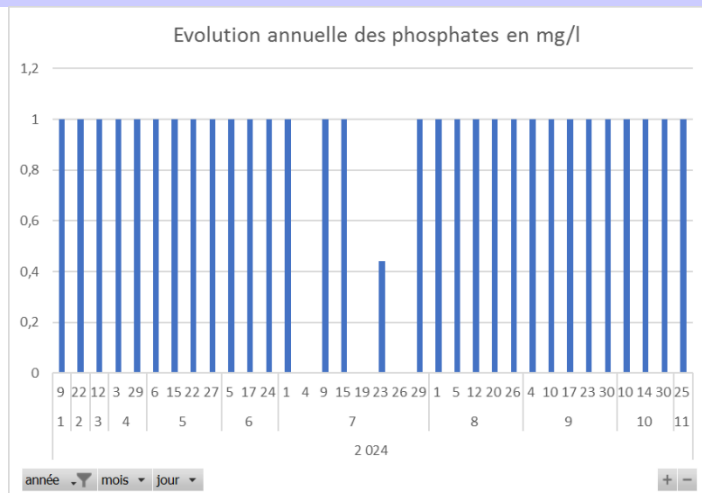
Les données sont toutes inférieures à 1 mg/l (seuil de détection de l'appareil).

2023



Les données sont toutes inférieures à 1 mg/l (seuil de détection de l'appareil) exception d'une donnée au mois de novembre qui est 0.07 mg/l.

2024

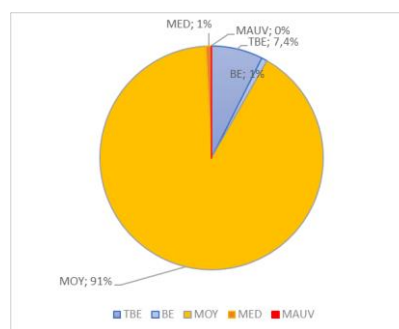


Les données sont toutes inférieures à 1 mg/l (seuil de détection de l'appareil) exception d'une donnée au mois de juillet qui est 0.44 mg/l.

La répartition de l'état écologique sur l'ensemble des données est rassemblée dans le tableau suivant :

Tableau 16 : Bilan des états des eaux par année

Classe d'état des eaux superficielles	Limite d'état des phosphates Mg/l	Nb de données inférieures à la limite	Pourcentage de données par classe d'état
TBE	0.1	9	7.4%
BE	0.5	1	0,8%
MOY	1	110	90.9%
MED	2	1	0.8%
MAUV	>2	0	0%



Ce bilan montre une qualité de l'eau majoritairement moyen à très bon (99.2%) sans certitude sur l'état moyen (seuil de détection).

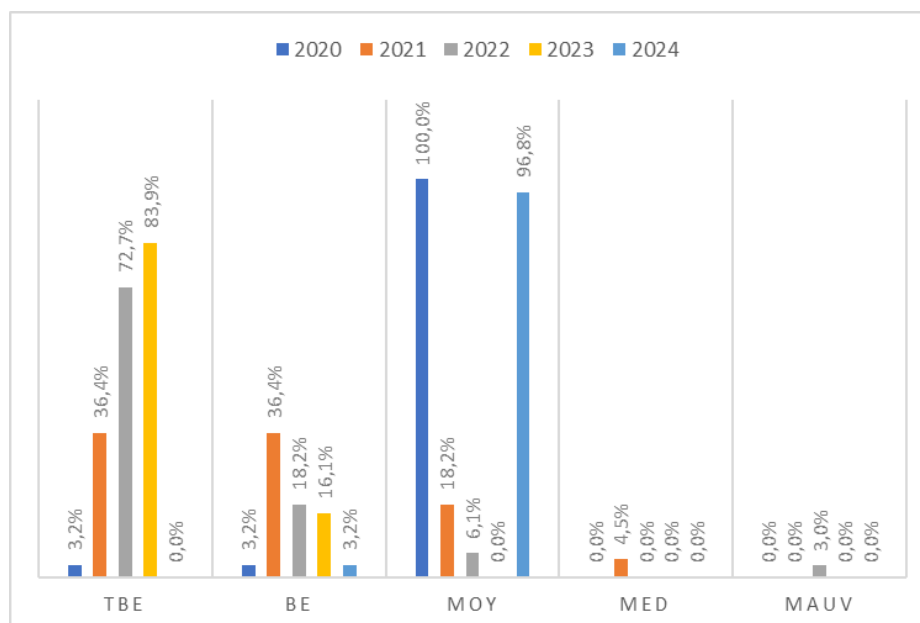


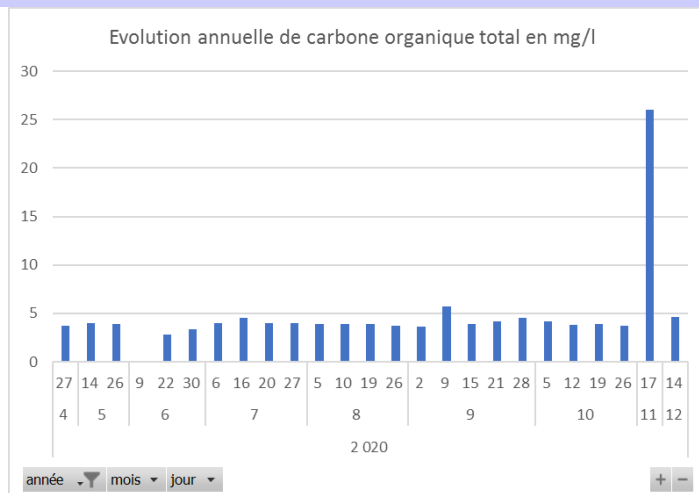
Figure 51 : Bilan des états des eaux par année

5.7 LE CARBONE ORGANIQUE TOTAL — ANALYSE EFFECTUEE SUR DE L'EAU NON FILTREE

En ce qui concerne le carbone organique total, 144 données sont disponibles. Le maximum est de 26 mg/l en 2020 et le minimum de 2.8 mg/l. Le maximum dépasse la limite inférieure de l'état mauvais en termes de qualité des eaux superficielle au titre de l'état écologique.

L'analyse des données annuelles est rassemblée ci-après :

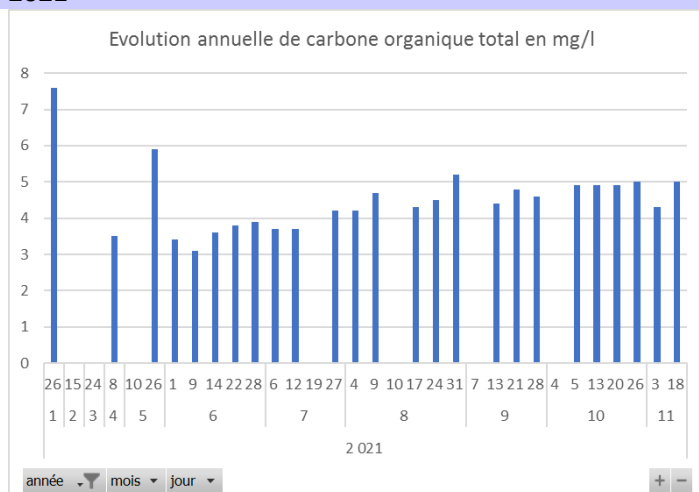
2020



- Moyenne : 4.9
- Maximum : 26
- Minimum : 2.8

Les données sont inférieures à 5 mg/l exception faite de deux analyses respectivement de 5.7 et 26 mg/l.

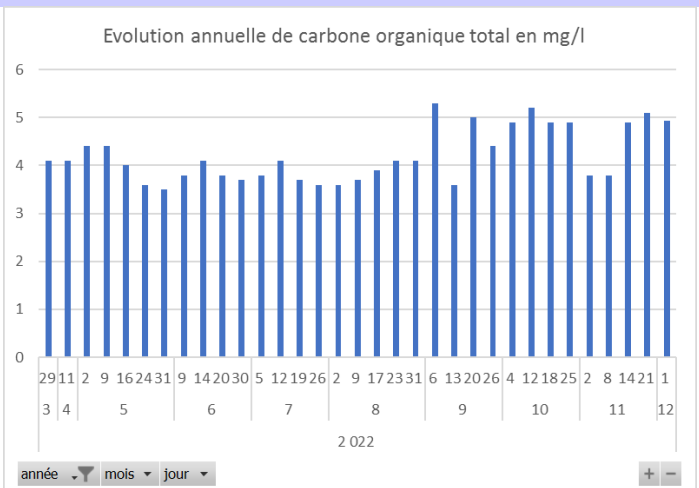
2021



- Moyenne : 4.48
- Maximum : 7.6
- Minimum : 3.1

La majorité des données sont inférieures à 5 mg/l (88%). On note des dépassements en début d'année.

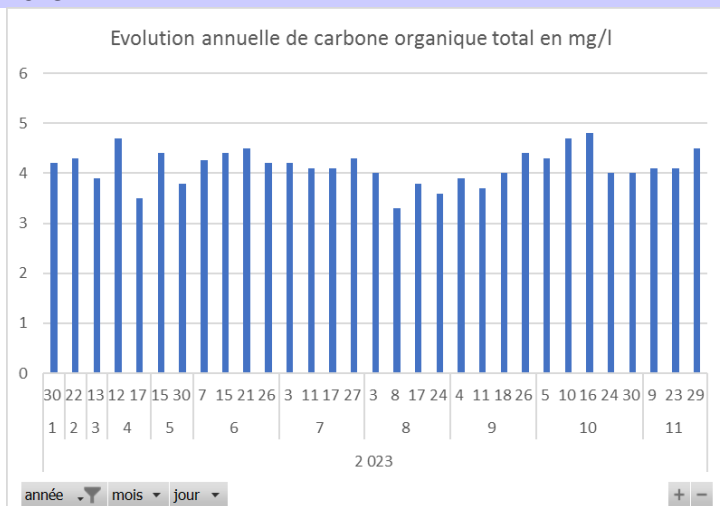
2022



- Moyenne : 4.2
- Maximum : 5.3
- Minimum : 3.5

La majorité des données sont inférieures à 5 mg/l (91%) exception faite de trois analyses qui ne dépassent pas 7 mg/l.

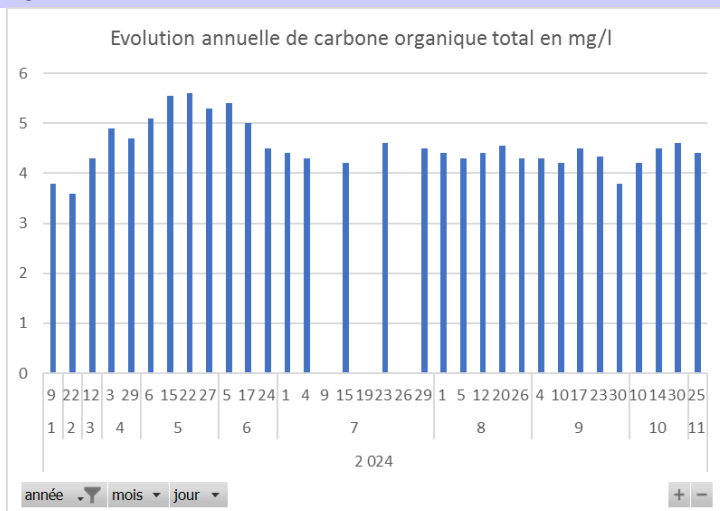
2023



- Moyenne : 4.13
- Maximum : 4.8
- Minimum : 3.3

Les données sont toutes inférieures à 5 mg/l.

2024



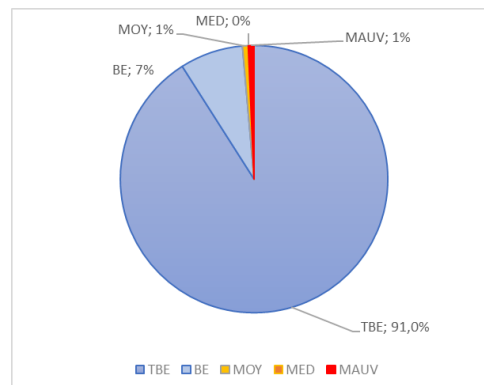
- Moyenne : 4.53
- Maximum : 5.6
- Minimum : 3.6

La majorité des données sont inférieures à 5 mg/l (84%) exception faite de cinq analyses qui ne dépassent pas 7 mg/l.

La répartition de l'état écologique sur l'ensemble des données est rassemblée dans le tableau suivant :

Tableau 17 : Etats des eaux superficielles par an

Classe d'état des eaux superficielles	Limite d'état du carbone organique total Mg/l	Nb de données inférieures à la limite	Pourcentage de données par classe d'état
TBE	5	131	91%
BE	7	11	7.6%
MOY	10	1	0.7%
MED	15	0	0%
MAUV	>15	1	0.7%



Ce bilan montre une qualité de l'eau majoritairement en très bon (91%) état.

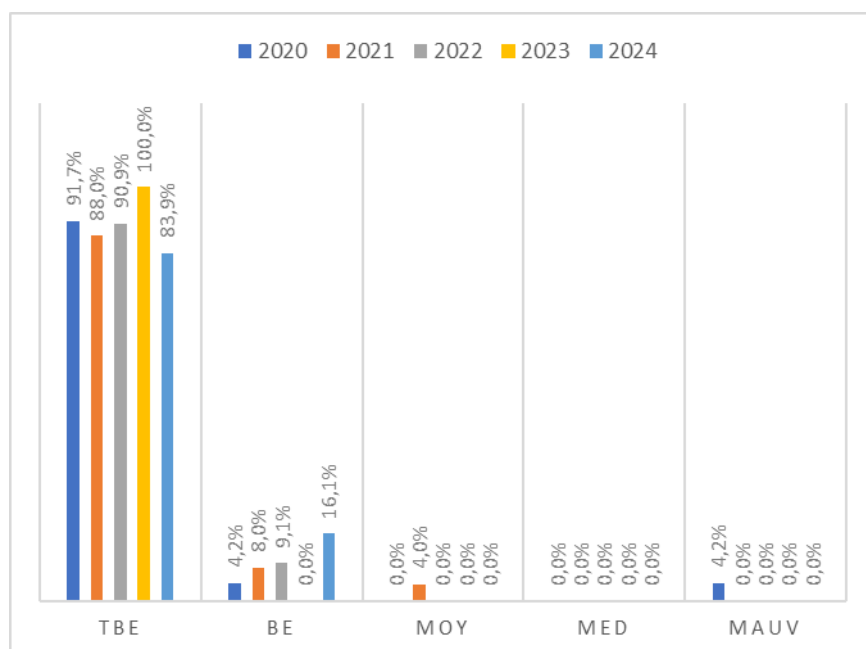


Figure 52 : Bilan des états des eaux par année

5.8 SYNTHÈSE DE L'ÉTAT PHYSICO CHIMIQUE DU COURS D'EAU A PARTIR DU DÉBIT RÉSERVÉ RESTITUE

La plupart des paramètres sont très variables au cours d'une même année au gré des stratifications du plan d'eau fonction des températures mais aussi au gré du déstockage du plan d'eau et de la mise en service ou non des aérateurs.

Les paramètres les plus stables sont :

- Les nitrates avec 100 % des analyses sur cinq ans en très bon état ;
- Le carbone organique total dont 91 % des analyses sont en très bon état et 7% en bon état.

Ensuite les paramètres qui ont une certaine variabilité saisonnière du fait de l'évolution des températures de l'air :

- La température de l'eau qui suit celle de l'air avec un retard dû à la masse d'eau elle-même ; la température reste à plus de 70% en très bon état et 11% en bon état ; lorsque le plan d'eau est stratifié les températures des eaux de surface dépassent fréquemment le bon état ;
- L'oxygène dissous suit la stratification de la température mais est aussi dépendante de la profondeur (cote de 95 m NGF – CME) ; le paramètre est en très bon état et en bon état que 42% du temps ; il est mauvais lorsque le plan d'eau est stratifié et que les aérateurs sont à l'arrêt, souvent au printemps (mai/ juin) et au début de l'été (juillet).
- L'ammonium est à 77.2% en bon ou très bon état ; mais il reste très dépendant de la stratification du plan d'eau et devient moyen pour les mois de mai, juin et juillet ;
- Les nitrites sont à 93.3% en bon ou très bon état ;

Pour finir, deux paramètres sont majoritairement dans un état moyen :

- Les phosphates sont à 91% en état moyen, du fait notamment du seuil de détection des appareils utilisés ;
- Le phosphore total qui regroupe les différents éléments phosphorés est à 78% inférieur au bon état (état moyen + médiocre et mauvais) ; seule 22.5% des données sont en bon ou très bon état.

Le tableau ci-après rassemble l'état des eaux restituées au *fiume di reginu* via le débit réservé. A noter que cet état est réalisé sur une période de cinq ans (synthèse des tableaux d'état de chaque paramètre) et non une seule analyse.

Tableau 18 : Synthèse des états par paramètres – débit réservé

classe d'état des eaux superficielles	TBE	BE	MOY	MED	MAUV
Taux de saturation en O2 dissous %	24,0%	18,0%	6,0%	18,7%	33,3%
Température "eaux salmonicoles"	70,4%	11,2%	13,2%	5,3%	0,0%
Ammonium NH4+	36,2%	41,1%	22,7%	0,0%	0,0%
Nitrites NO2-	74,3%	19,1%	3,7%	0,7%	2,2%
Nitrates NO3-	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Phosphates PO43-	7,4%	0,8%	90,9%	0,8%	0,0%
Phosphore total	1,5%	20,7%	43,0%	25,2%	9,6%
Carbone organique total (eau non filtrée)	91,0%	7,6%	0,7%	0,0%	0,7%

6 ESTIMATION DE LA QUALITE DE L’EAU EN CAS DE VIDANGE PROGRAMMEE

Deux types d’eau sont concernées, d’une part les eaux situées au-dessus de la cote minimale d’exploitation (CME – 95 m NGF) et les eaux situées en deçà de cette même cote qui constituent à proprement parler le culot de l’ouvrage à vidanger.

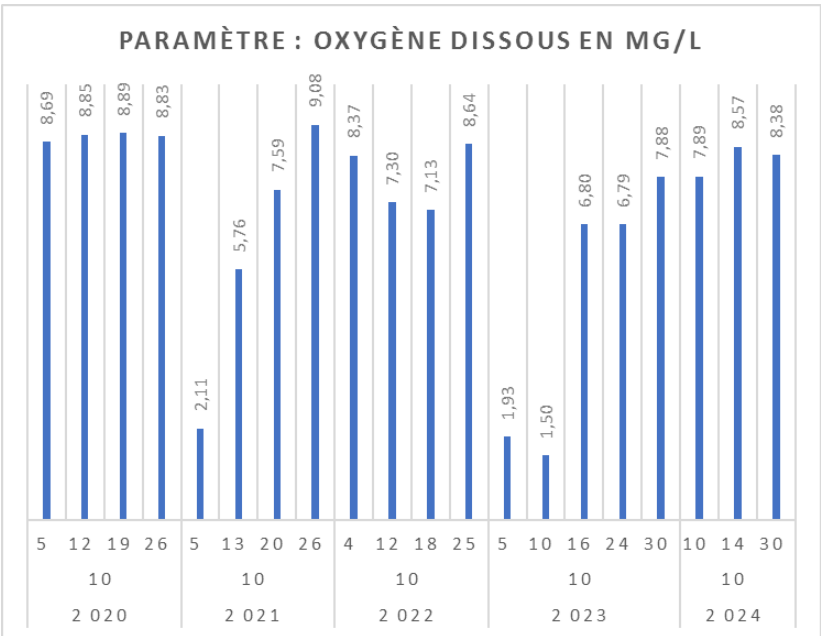
6.1 QUALITE DES EAUX A RESTITUER

On parle des eaux situées au-dessus de la cote minimale d’exploitation (CME - 95 m NGF) et qui n’auront pas été utilisées à des fins d’eau potable ou d’irrigation durant la saison estivale.

La qualité des eaux à respecter pour la restitution est :

MES	<1 g/l
NH4	<2 mg/l
O2	>3 mg/l

Les analyses à prendre en compte sont explicités au paragraphe 5 du présent dossier. En ce qui concerne l’ammonium, le paramètre ne dépasse pas 2 mg/l quelques soit le mois et l’année considérés.



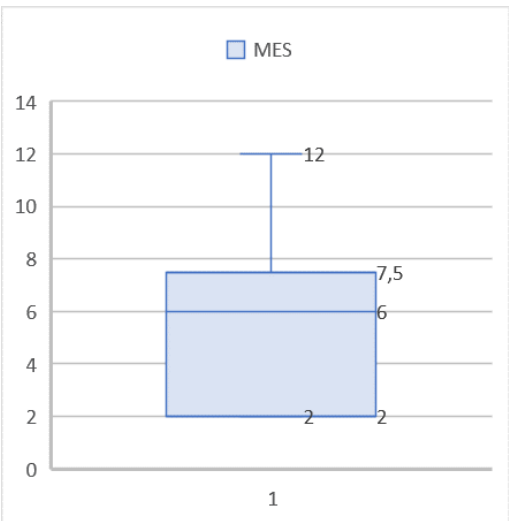
Pour le paramètre d’oxygène dissous (mg/l), la comparaison des données des mois d’octobre montre de nombreuses variations puisque l’oxygène dissous à la cote 95 m NGF varie de 1.5 mg/l à 9.08 mg/l sur cette période.

La stratification du plan d'eau implique une anoxie dans les strates profondes.

En 2024 la mise en marche des aérateurs ont permis destratifier le plan d’eau de manière plus efficace que les années précédentes. Ainsi les analyses

d’oxygène dissous sont en 2024 toutes supérieures à 7 mg/l.

Pour ce qui concerne les matières en suspension, des analyses sont effectuées régulièrement réalisées en entrée de la station de traitement des eaux (UPEP de Codole). L’eau est prélevée au niveau du bras de hydromobile, ce qui permet d’avoir la cote de prélèvement. Globalement les eaux sont prélevées entre les cotes 105 et 98 m NGF. Les MES s’échelonnent entre <2 mg/l et 12 mg/l. Elles n’ont donc jamais dépassé 1 g/l.



6.2 QUALITE DES EAUX DE VIDANGE

On parle des eaux du culot situées en deçà de la cote minimale

d'exploitation (95 m NGF).

La qualité des eaux à respecter pour la vidange est :

MES	<1 g/l
NH4	<2 mg/l
O2	>3 mg/l

Il est difficile d'estimer la qualité de l'eau du culot même si des analyses existent. En effet, l'ouverture de la vanne V1 provoquera des mouvements d'eau favorisant la remise en mouvement des sédiments proches de cette dernière et un pompage devra être mis en œuvre à partir de la cote 90.52 m NGF.

Néanmoins, notre expérience sur d'autres ouvrages nous permet d'estimer la qualité de l'eau qui sera vidanger.

Globalement, pour les MES, les concentrations resteront en deçà de 1 g/l (98.8%). L'opération pourra être arrêtée ponctuellement pour laisser décanter le culot (quelques heures). On note un facteur 18 entre la période de restitution (au-dessus de la CME) et celle de vidange.

Tableau 19 : MES en mg/l en période de restitution

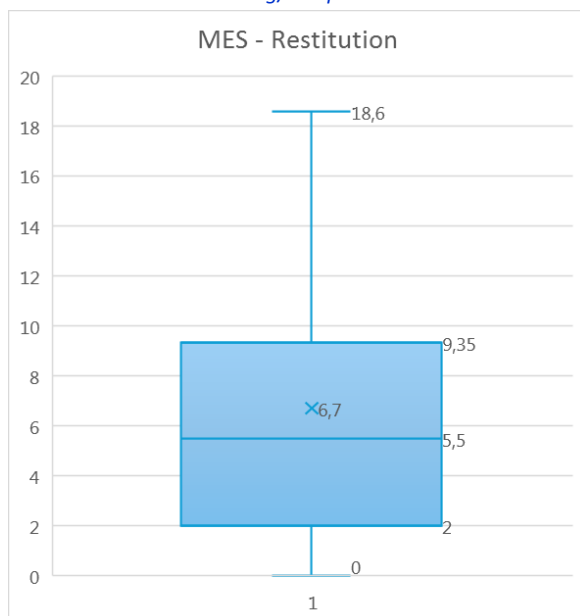
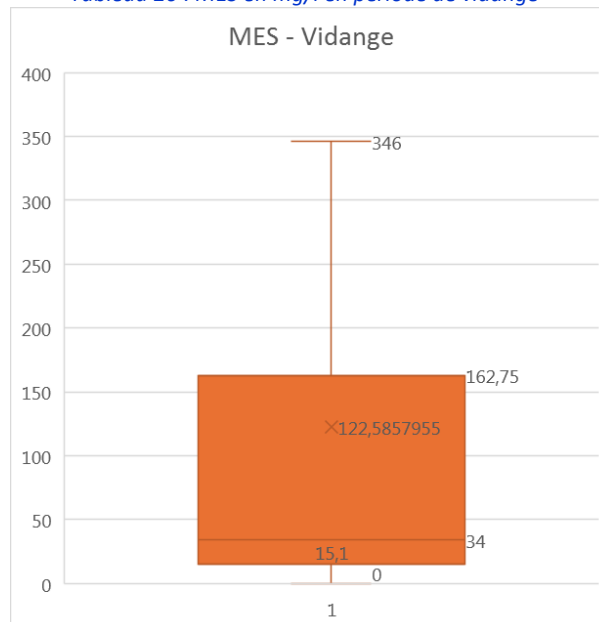


Tableau 20 : MES en mg/l en période de vidange



Pour ce qui concerne l'ammonium, il est possible que la concentration des eaux de vidange du culot dépasse ponctuellement les 2 mg/l mais le dispositif aval permettant la réoxygénation rapide des eaux permettra de limiter le phénomène.

Pour ce qui concerne l'oxygène dissous, la concentration de l'oxygène dissous restera supérieure à 3 mg/l (99.4%). L'opération pourra être arrêtée pour permettre une réoxygénation dans l'ouvrage, mais un regard à l'aval avec une chute d'eau permet la réoxygénation naturellement.

Tableau 21 : O2 en mg/l en période de restitution

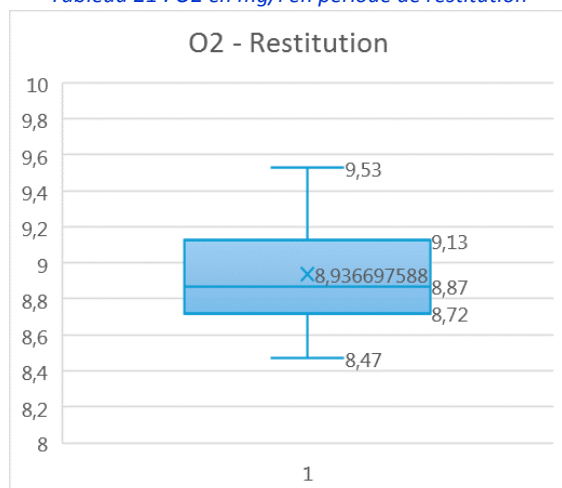
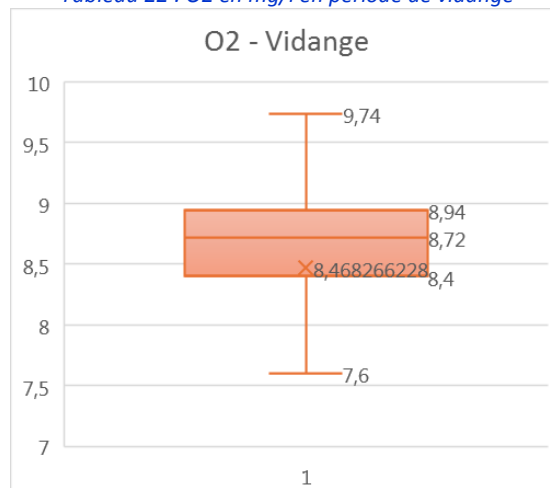


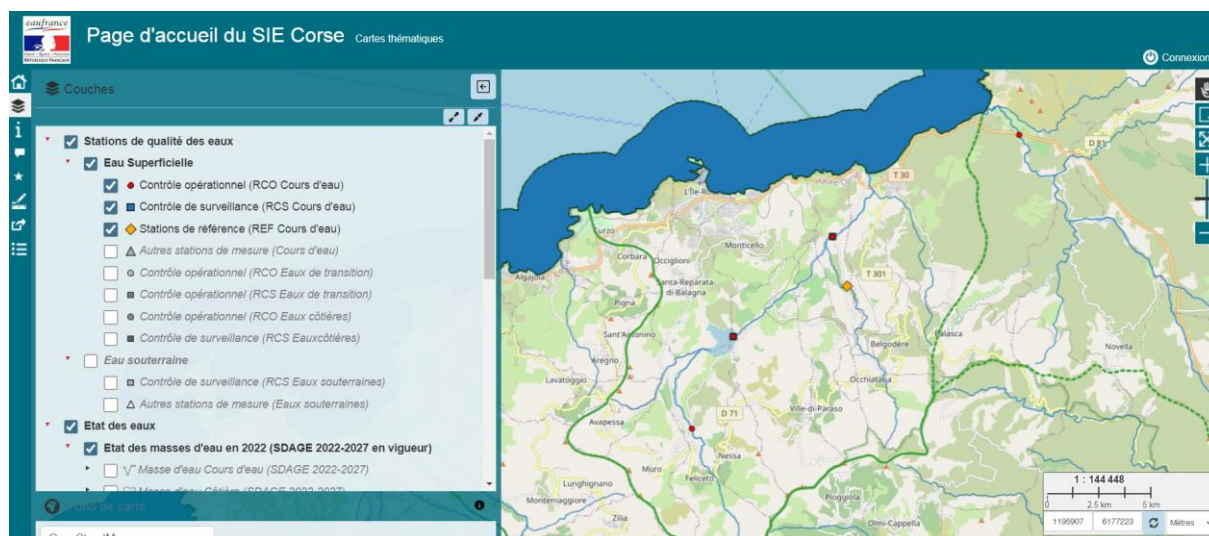
Tableau 22 : O2 en mg/l en période de vidange



Le débit sera limité à 0.5m³/s afin d'une part de permettre un mélange avec les eaux du Fiume Di Reginu qui est réalimenté par ses affluents dont notamment le San Clemente et d'autre part pour permettre une meilleure réoxygénation dans le regard de restitution aval.

7 SUIVI ANALYTIQUE DU COURS D'EAU DU FIUME DI REGINU

Un point de suivi DCE est présent en aval du plan d'eau, il se nomme « REGINO A OCCHIATANA 2 ».



C'est un point de contrôle opérationnel et de surveillance du SDAGE. L'agence de l'eau via *naïades* met à disposition les résultats d'analyses.

Les résultats des paramètres suivis sont rassemblés ci-après.

7.1 PARAMETRES PHYSICO-CHEMIE

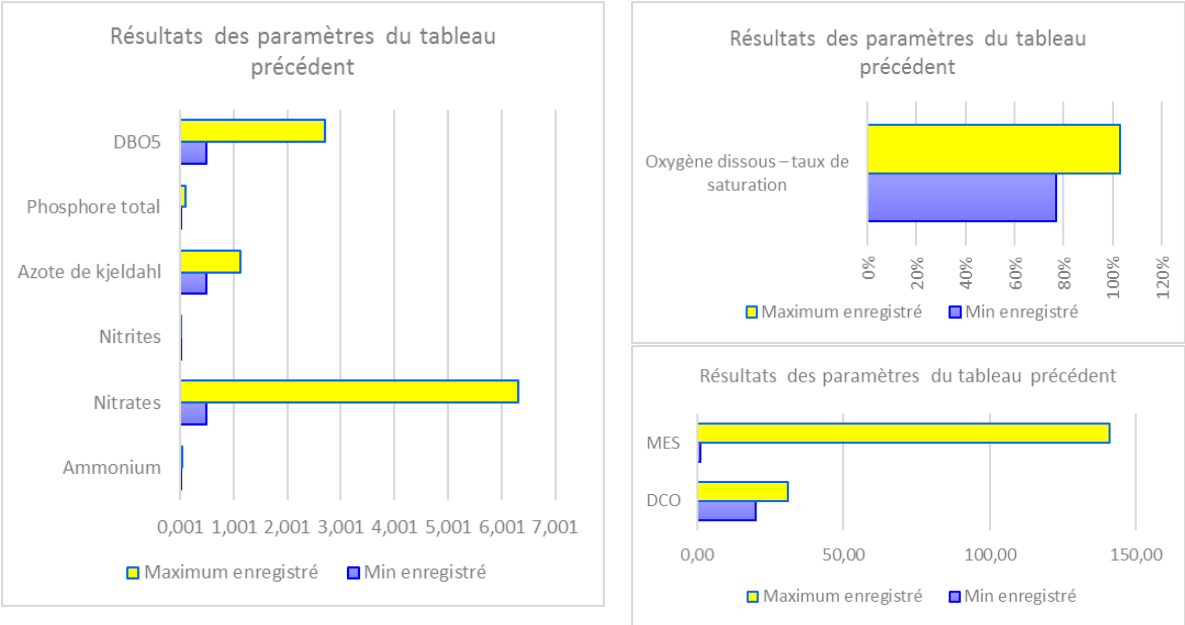
Le suivi est effectué depuis 2016, les analyses sont faites sur l'eau brute (11 145 paramètres) mais aussi sur les sédiments (particule inférieure à 2 mm- 654 paramètres). L'ensemble des analyses réalisées sont soit dans le domaine de validité (4.04%) soit inférieure au seuil de quantification (95.96%).

Les paramètres dit classiques de suivi de la qualité chimique en lien avec une vidange montrent l'absence de pollution. Entre 2022 et 2024, 17 analyses ont été réalisées au titre du suivi DCE, les résultats sont rassemblés dans le tableau ci-après :

Tableau 23 : Résultats analytique du point DCE

Paramètres	Unité de mesure	Min enregistré	Maximum enregistré	Inférieur au seuil de détection Sur 17 analyses	Moyenne sur les analyses ⁶
Ammonium	Mg/l	<0.01	0.05	13	0.03
Nitrates	Mg/l	0.5	6.3	1	1.76
Nitrites	Mg/l	<0.01	0.02	16	0.02
Oxygène dissous – taux de saturation	%	77%	103%	0	92.2%
Azote de KJELDAHL	Mg/l	0.5	1.12	14	0.81
Phosphore total	Mg/l	0.011	0.11	0	0.04
DBO5	Mg(O2)/l	0.5	2.7	3	1.06
DCO	Mg(O2)/l	20	31	14	25.3
MES	Mg/l	1	141	2	18.8

⁶ Hors résultats inférieur au seuil de détection



Globalement les analyses sont cohérentes avec les milieux et sa qualité ; les maxima enregistrés sont très ponctuels et soit dues à une crue soit à un étiage.

Physico-chimie	2024	2023	2022	2021	2020	2019	2018	2017	2016
Bilan de l'oxygène	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Température	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Nutriments azotés	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Nutriments phosphorés	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Acidification	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Polluants spécifiques	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Etat chimique	○	○	○	○	○	○	○	○	○

En ce qui concerne le bilan de l'état des eaux, les paramètres de nutriments azotés indiquent un très bon état, comme ceux de l'acidification. Pour les nutriments phosphorés, les polluants spécifiques et le bilan de l'oxygène, l'état est considéré comme bon. L'état chimique

est bon.

7.2 FAUNE BENTHIQUE

7.2.1 IBGN – Méthode « équivalente » phase A et B

Plusieurs stations sont suivies sur le bassin versant, notamment l'une en amont du barrage (REGINU A FELICETU 1) et l'autre en aval (REGINU A OCCHIATANA 2).

Les stations précitées ont été suivies de 2021 à 2023, ce qui permet donc une comparaison même si le milieu est très différent tant en termes de disponibilité d'espace que d'altitude. Avant 2021, la station amont n'était pas suivie.

Entre 2015 et 2020, seule la station aval a été suivie. L'indice dit « équivalent » de la méthode macro-invertébré à la méthode IBGN précédente donne des résultats compris entre 16 et 20 ce qui représente un très bon état (classes d'état de l'arrêté de juillet 2018).

Entre 2021 et 2023, la même méthode dit équivalent de la méthode macro invertébré IBGN indique que les stations de l'amont et de l'aval montrent peu de différence entre les deux stations qui sont toutes deux en très bon état (voir figure ci-après).

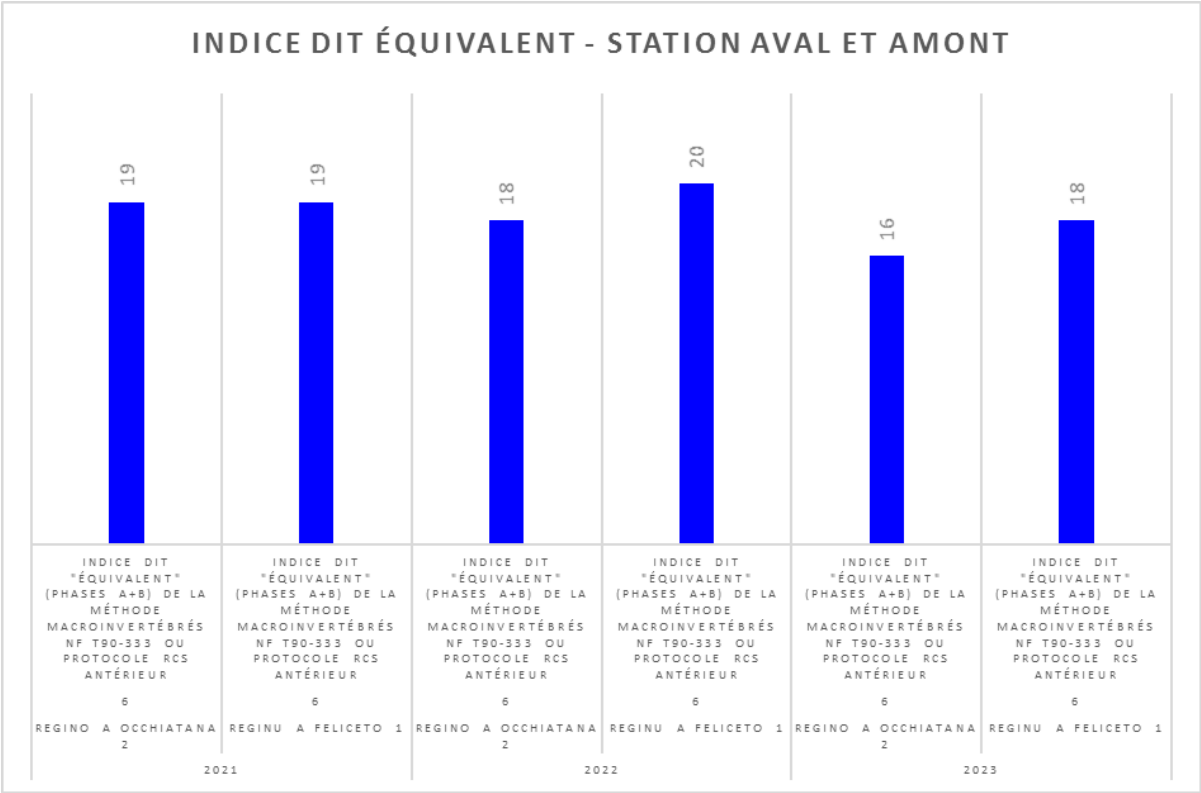


Figure 53 : Comparaison des IBG équivalent des stations amont et aval

La comparaison avec la station aval du San Clemente (non influencé par le barrage de Codole) indique que les trois sont en très bon état. On note uniquement en 2023, une différence notable entre l’aval de Codole et le San Clemente, c’est aussi le cas avec l’amont.

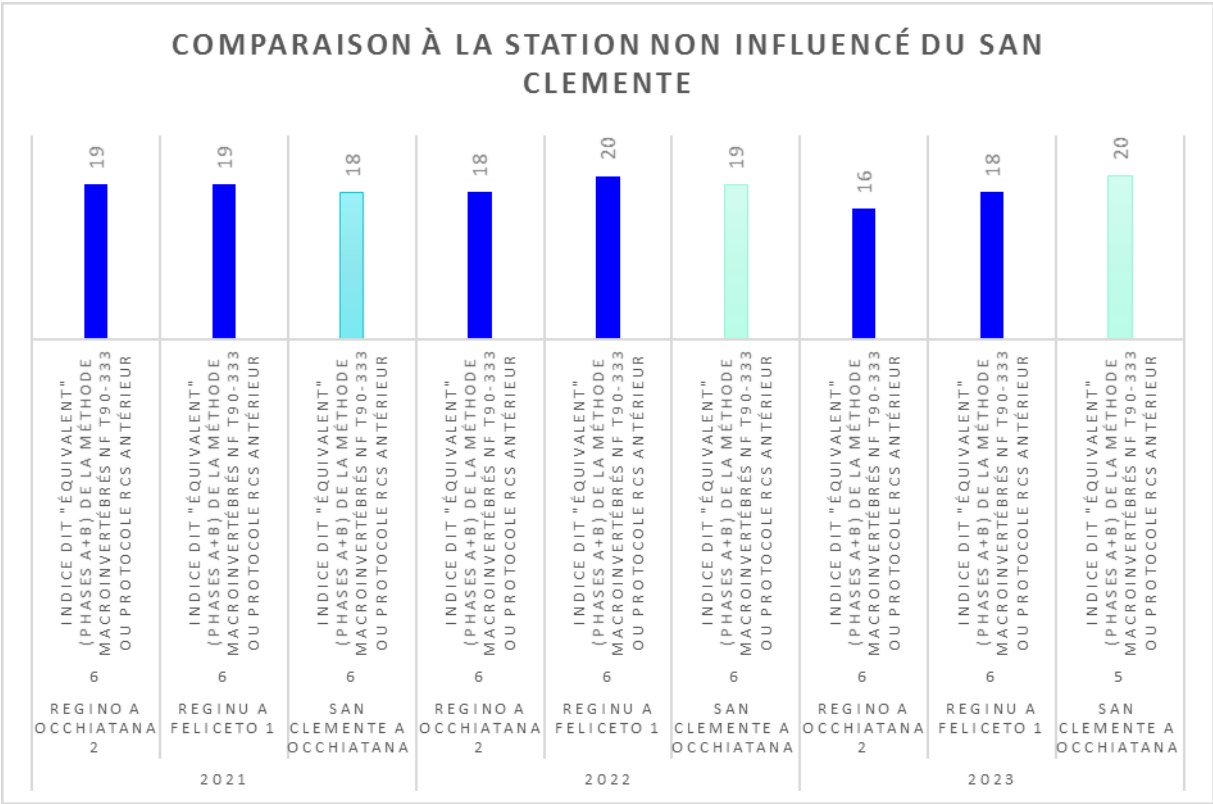


Figure 54 : Comparaison avec la station non influencée du San Clemente

7.2.2 Indice I2M2

L'indice I2M2 prend en compte :

- L'abondance et la diversité des taxons,
- L'abondance relative des taxons polluo-sensibles par rapport aux taxons polluo-résistants,
- La typologie des cours d'eau,
- L'écart par rapport à un état de référence, il s'exprime ainsi en EQR (Ecological Quality Ratio, ratio de qualité écologique : écart entre l'état observé et l'état que devrait avoir le cours d'eau en l'absence de pressions anthropiques). La valeur de l'EQR est comprise entre 0 (éloignée de l'état de référence) et 1 (proche de l'état de référence).
- Différents types de pressions anthropiques (il répond à 17 catégories de pressions).

L'I2M2 est basé sur les métriques élémentaires suivantes :

7.2.2.1 *Indice de diversité de Shannon*

Cet indice prend en compte à la fois la richesse taxonomique et la distribution des abondances relatives des différents taxons de la liste faunistique pour caractériser l'équilibre écologique du peuplement au sein de l'écosystème. Il permet d'évaluer l'hétérogénéité et la stabilité de l'habitat. En cas de pression anthropique, cet indice devrait diminuer et l'EQR tendre vers 0.

Tableau 24 : *Indice de shannon – stations amont et aval*

Année	Mois	Jour	Station	Résultats	Indication d'une pression
2016	6	27	REGINO A OCCHIATANA 2	0,286	Oui
2017	7	3	REGINO A OCCHIATANA 2	0,668	
2018	7	4	REGINO A OCCHIATANA 2	0,511	
2019	7	5	REGINO A OCCHIATANA 2	0,583	
2020	6	25	REGINO A OCCHIATANA 2	0,488	Oui mais moindre
2021	6	21	REGINO A OCCHIATANA 2	0,191	Oui
		23	REGINU A FELICETO 1	0,874	
2022	6	22	REGINO A OCCHIATANA 2	0,414	Oui mais atténuée par rapport à l'année 2021
			REGINU A FELICETO 1	0,998	
2023	6	28	REGINO A OCCHIATANA 2	0,193	Oui
		27	REGINU A FELICETO 1	0,811	

On note une nette diminution de l'indice au niveau de la station aval en 2016, 2021 de même qu'en 2023 ; cette diminution indique une hétérogénéité de l'habitat et donc des pressions anthropiques nouvelles. Le milieu n'a donc pas réussi à récupérer l'hétérogénéité de ces habitats d'origine, la pression est sûrement définitive.

Le principal ouvrage pouvant apporter une pression est le barrage de Codole ; néanmoins, il n'y pas eu de modifications substantielles de l'ouvrage ces dernières années, l'origine est donc à rechercher ailleurs.

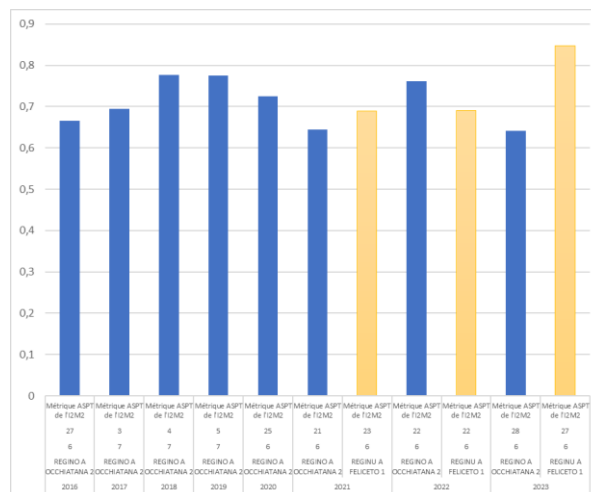
En revanche pour la station amont l'indice de Shannon montre une excellente hétérogénéité de stabilité des milieux.

7.2.2.2 Métrique ASPT

L'ASPT (Average Score Per Taxon) indique le niveau de polluosensibilité moyen du peuplement invertébré. En cas de pression anthropique, l'ASPT devrait diminuer et l'EQR tendre vers 0.

Tableau 25 : Métrique ASPT – stations aval et amont

Année	Mois	Jour	Station	Résultats
2016	6	27	REGINO A OCCHIATANA 2	0,666
2017	7	3	REGINO A OCCHIATANA 2	0,695
2018	7	4	REGINO A OCCHIATANA 2	0,777
2019	7	5	REGINO A OCCHIATANA 2	0,775
2020	6	25	REGINO A OCCHIATANA 2	0,725
2021	6	21	REGINO A OCCHIATANA 2	0,645
		23	REGINU A FELICETO 1	0,69
2022	6	22	REGINO A OCCHIATANA 2	0,762
			REGINU A FELICETO 1	0,691
2023	6	28	REGINO A OCCHIATANA 2	0,642
		27	REGINU A FELICETO 1	0,848



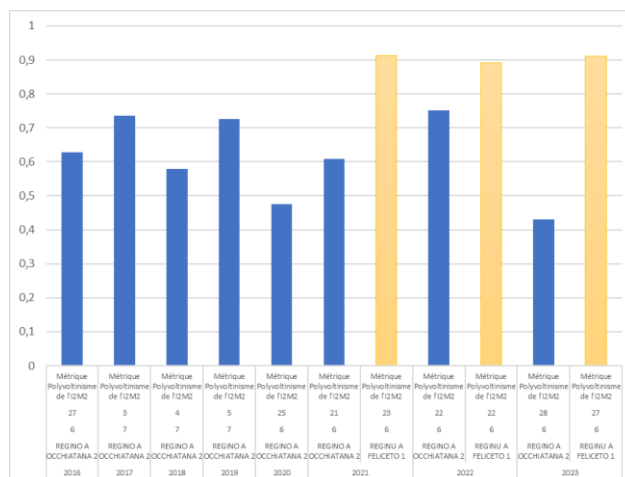
Le niveau de polluosensibilité de la station aval reste au-dessus de 0.6 même durant les mêmes années où l'indice de Shannon est faible (à savoir 2016, 2021 et 2023). On note que pour la station amont l'indice n'est pas beaucoup plus haut à l'exception de 2023. Cette diminution ponctuelle montre que le milieu a été modifié et se montre réactif à cette modification. Pour la station amont, on note une augmentation nette de l'indice en 2023.

7.2.2.3 Polyvoltinisme

Le polyvoltinisme est la fréquence relative des taxons polyvoltins, c'est-à-dire ceux capables d'accomplir au moins 2 générations par an. En général ce type d'organisme est fréquent dans les milieux instables donc soumis à des perturbations. En cas de pression anthropique, la fréquence des taxons polyvoltins devrait diminuer et l'EQR tendre vers 0.

Tableau 26 : Polyvoltinisme – stations amont et aval

année	mois	jour	Station	Résultats
2016	6	27	REGINO A OCCHIATANA 2	0,629
2017	7	3	REGINO A OCCHIATANA 2	0,736
2018	7	4	REGINO A OCCHIATANA 2	0,58
2019	7	5	REGINO A OCCHIATANA 2	0,725
2020	6	25	REGINO A OCCHIATANA 2	0,475
2021	6	21	REGINO A OCCHIATANA 2	0,609
		23	REGINU A FELICETO 1	0,913
2022	6	22	REGINO A OCCHIATANA 2	0,752
			REGINU A FELICETO 1	0,892
2023	6	28	REGINO A OCCHIATANA 2	0,43
		27	REGINU A FELICETO 1	0,91



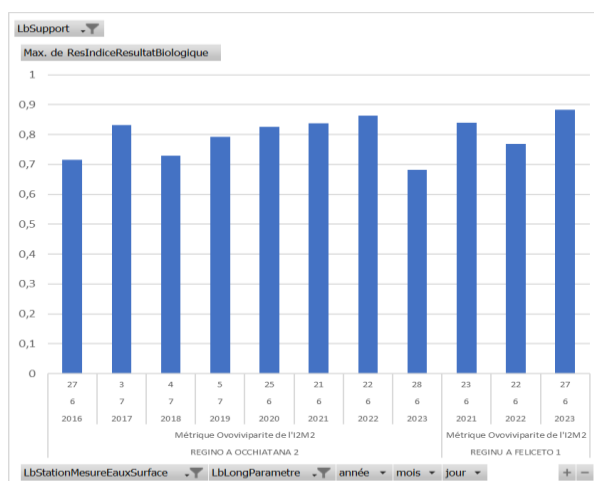
Pour la station aval, le paramètre est en deçà de 0.5 en 2020 et 2023 ; indiquant une perturbation des milieux et un manque de stabilité.

Pour la station amont, il n'y a pas eu de perturbation.

7.2.2.4 Ovoviviparité

L'Ovoviviparité est la fréquence relative des taxons ovovivipares c'est-à dire dont l'incubation des œufs est réalisée dans l'abdomen de la femelle. Cette stratégie de reproduction permet de maximiser la survie en isolant les œufs du milieu. Ces organismes sont donc favorisés dans un milieu soumis à des perturbations. En cas de pression anthropique, la fréquence des taxons ovovivipares devrait diminuer et l'EQR tendre vers 0.

année	mois	jour	Station	Résultats
2016	6	27	REGINO A OCCHIATANA 2	0,715
2017	7	3	REGINO A OCCHIATANA 2	0,831
2018	7	4	REGINO A OCCHIATANA 2	0,73
2019	7	5	REGINO A OCCHIATANA 2	0,793
2020	6	25	REGINO A OCCHIATANA 2	0,826
2021	6	21	REGINO A OCCHIATANA 2	0,837
		23	REGINU A FELICETO 1	0,84
2022	6	22	REGINO A OCCHIATANA 2	0,863
			REGINU A FELICETO 1	0,769
2023	6	28	REGINO A OCCHIATANA 2	0,682
		27	REGINU A FELICETO 1	0,882



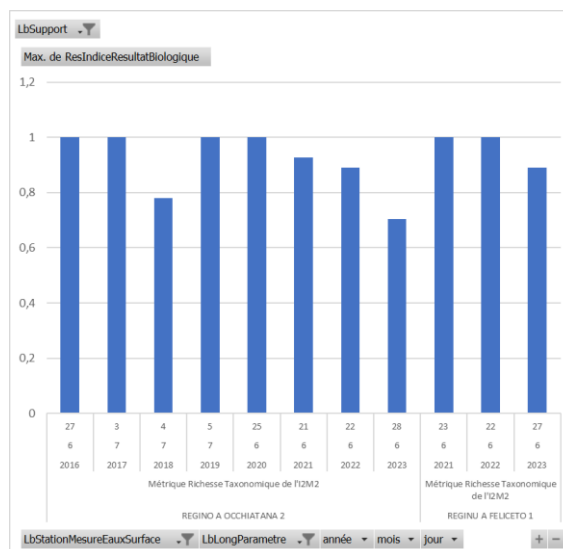
On note pour la station aval une diminution nette en 2023, marquant un milieu soumis à des perturbations.

7.2.2.5 Richesse

La richesse est le nombre de taxons identifiés au niveau systématique préconisé par la norme XP T90-388. En cas de pression anthropique, la richesse devrait diminuer et l'EQR tendre vers 0.

Tableau 27 : Richesse – station amont et aval

Année	Mois	Jour	Station	Résultats
2016	6	27	REGINO A OCCHIATANA 2	1
2017	7	3	REGINO A OCCHIATANA 2	1
2018	7	4	REGINO A OCCHIATANA 2	0,779
2019	7	5	REGINO A OCCHIATANA 2	1
2020	6	25	REGINO A OCCHIATANA 2	1
2021	6	21	REGINO A OCCHIATANA 2	0,928
		23	REGINU A FELICETO 1	1
2022	6	22	REGINO A OCCHIATANA 2	0,89
			REGINU A FELICETO 1	1
2023	6	28	REGINO A OCCHIATANA 2	0,705
		27	REGINU A FELICETO 1	0,89



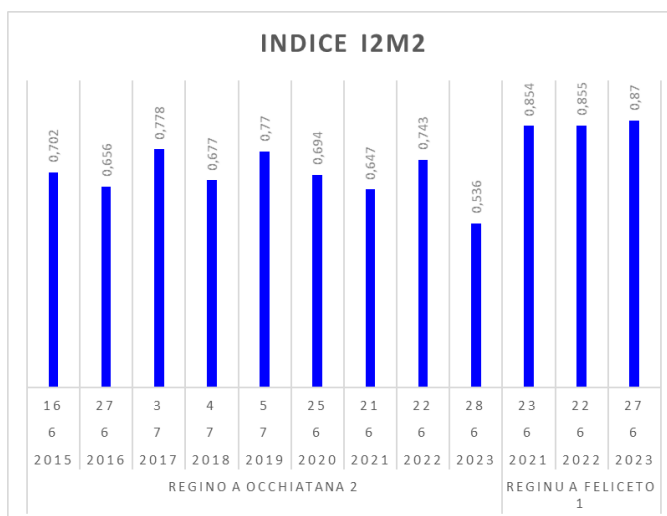
On note pour la station aval, une richesse moins importante quoique supérieure à 0.6, sur les années 2018 et 2023, à mettre en relation avec des perturbations anthropiques.

7.2.2.6 Indice Invertébré multiparamétrique I2M2

L'indice I2M2 rassemblant les indices précédemment cités, prend en compte l'écart à la situation de référence et intègre plusieurs types de pressions.

Tableau 28 : Indice I2M2 amont et aval

Date	Station	Indice I2M2
16/06/2015	REGINO A OCCHIATANA 2	0,702
27/06/2016	REGINO A OCCHIATANA 2	0,656
03/07/2017	REGINO A OCCHIATANA 2	0,778
04/07/2018	REGINO A OCCHIATANA 2	0,677
05/07/2019	REGINO A OCCHIATANA 2	0,77
25/06/2020	REGINO A OCCHIATANA 2	0,694
21/06/2021	REGINO A OCCHIATANA 2	0,647
23/06/2021	REGINU A FELICETO 1	0,854
22/06/2022	REGINU A FELICETO 1	0,855
	REGINO A OCCHIATANA 2	0,743
27/06/2023	REGINU A FELICETO 1	0,87
28/06/2023	REGINO A OCCHIATANA 2	0,536



On note que l'indice aval est marqué par les différentes pressions précitées notamment en 2023 où l'impact sur l'indice est très marqué. L'amont est stable et ne subit pas de pressions.

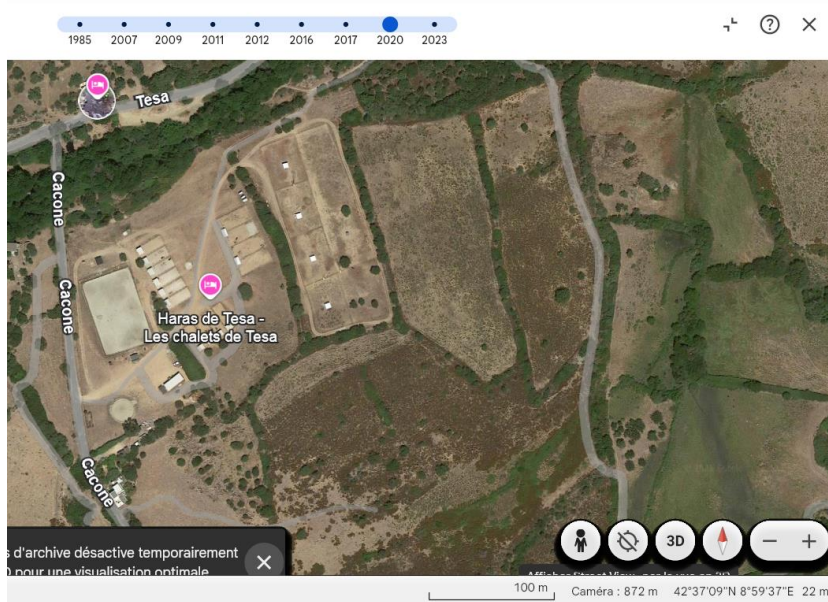
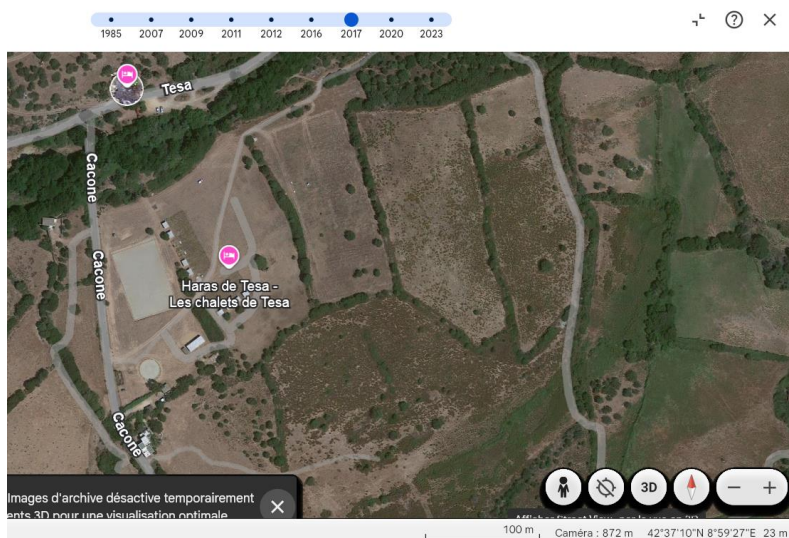
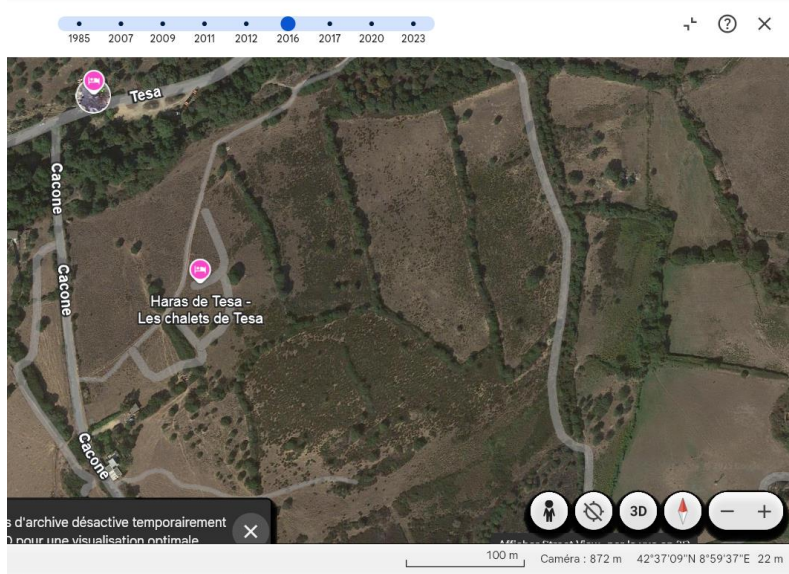
7.2.2.7 Analyses des différentes perturbations possibles

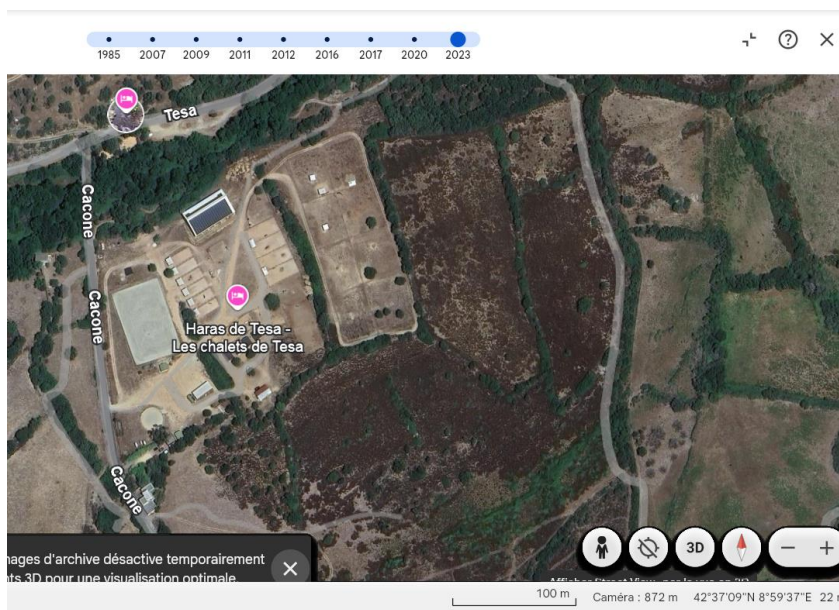
Sur les années précitées (2016-2020-2022-2023), le barrage de Codole n'a pas subi de modifications structurales (débit réservé ou débit de fuites) pouvant avoir une incidence sur la fonctionnalité du *fiume di reginu* aval. L'ouvrage a fait l'objet de travaux en octobre 2022 avec l'arasement du merlon rocheux de l'évacuateur de crue dans le cadre de sa mise aux normes ; néanmoins, ces travaux ont été opérés hors d'eau avec un plan d'eau à la cote 104 m NGF contre une RN à 112.80 m NGF. Durant ces travaux, l'évacuateur de crue était totalement à sec. Les milieux avals n'ont donc pas subis de dégradation et n'ont pas été touché directement par les travaux.

En revanche, on trouve au niveau même de la station de suivi DCE des aménagements pouvant être à l'origine de ces perturbations avec la réalisation du Haras de Tesa en rive droite en aval immédiat du pont de Tesa.

Ce site comprend notamment des chalets (loué en période estivale) et un centre équestre (écurie propriétaire créée en 2017 – chalets visible en 2020 sur photos satellites). Les incidences peuvent être liées à une charge de matières organiques lors des précipitations qui peuvent lessiver les sols des paddocks des équidés. De plus, les chalets ne sont peut-être pas raccordés à la station d'épuration. Autant de questionnements qui pourraient être à l'origine des perturbations constatées dans les I2M2. A noter aussi la présence d'un « gué » au niveau des chalets qui semble avoir été créé en 2016 qui est visiblement considéré comme un passage possible.

Source Google Earth





2023
Réalisation de 4 chalets supplémentaires et d'un grand hangar avec panneaux photovoltaïques.

7.2.2.8 Données IBGN / I2M2 de l'amont immédiat du plan d'eau

Une mission d'inventaires hydrobiologiques a été réalisée par le bureau d'étude So consultant en 2023 dans les cours d'eau amont du plan d'eau.

Huit stations situées en **amont** du plan d'eau actuel ont été évaluées, les stations dites « 2 » seront noyées lors de la réhausse du plan d'eau (voir détail de l'analyse dans l'étude d'impact).

Le tableau ci-après synthétise les IBGN équivalent et les notes EQR équivalentes.

Tableau 29 : Indices IBGN équivalent et état écologiques des stations amonts (Source So Consultant)

	Reginu 1	Reginu 2	Reginu amont	Pianu 1	Pianu 2	Monacaccia 1	Monacaccia 2	Confluence
Groupe faunistique indicateur	Brachycentridae 8 - /9	Brachycentridae 8 - /9	Brachycentridae 8 - /9	Brachycentridae 8 - /9	Brachycentridae 8 - /9	Brachycentridae 8 - /9	Brachycentridae 8 - /9	Brachycentridae 8 - /9
Diversité (nombre de taxons et classe associée)	13 - 5/14	29 - 9/14	30 - 9/14	9 - 3/14	9 - 3/14	10 - 4/14	9 - 3/14	35 - 10/14
Effectif total	151	487	642	190	196	185	124	997
Note IBGN équivalent (phases A + B - NF T 90-350)	12/20	16/20	16/20	10/20	10/20	11/20	10/20	17/20
Etat écologique IBGN	Très bon	Très bon	Très bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Très bon
Note EQR	0,91666	1,25000	1,25000	0,75000	0,75000	0,83333	0,75000	1,23076
Etat écologique EQR	Très bon	Très bon	Très bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Très bon

On note que l'ensemble des stations du *fiume di reginu* et de la confluence sont en très bon état et que celle des affluents (Pianu et Monacaccia) sont en bon état. Toutes les stations présentes un taxon très polluosensible montrant l'absence de perturbations à ce niveau. En revanche, les notes équivalent EQR montrent que les affluents subissent visiblement des pressions qui semblent être liées à des conditions hydrologiques défavorables notamment en période d'étiage.

Tableau 30 : Indices I2M2 des stations amont

Stations	Richesse	EPT (nb familles)	% EPT	% Oligochètes	Abondance totale	EQR I2M2	État écologique I2M2	Classe de qualité (/5)
Reginu 1	13	2	10,9	0	302	0,47	Moyen	3
Reginu 2	29	7	16,1	0	974	1,04	Très bon	5
Reginu amont	30	8	19	0	1284	1,16	Très bon	5
Pianu 1	9	2	11,6	0	380	0,42	Médiocre	2
Pianu 2	9	2	10,7	0	382	0,41	Médiocre	2
Monacaccia 1	10	4	18	0	456	0,83	Bon	4
Monacaccia 2	9	4	22,6	0	399	0,92	Très bon	5
Confluence	35	9	24,2	0	1994	1,09	Très bon	5

Les indices I2M2 correspondent globalement à celles relevées sur la station DCE amont de FELICETU notamment sur les stations du *Fiume Di Reginu* (2, amont et de la confluence) mais aussi pour le Monacaccia (1 et 2). En revanche les deux stations du Pianu et celle du Reginu1 montre clairement des signes de pressions qui ont été identifiés comme une altération de l'habitat (substrat colmaté, hydrologie modifiée, faible diversité) limitant l'installation de taxa sensibles.

7.3 FAUNE PISCICOLE

Deux stations sont suivies en aval du barrage de Codole, l’une sur le Fiume Di Reginu (FRER53) en amont du pont de Tesa et l’autre sur le San Clemente (FRER 12038).

Depuis 2021, deux pêches scientifiques ont été réalisées sur le Fiume Di Reginu (station OCCHIATANA 2) et trois sur le San Clemente.

Sur le Fiume Di Reginu, pour chacune des pêches effectuées (2021 et 2023), on note la présence

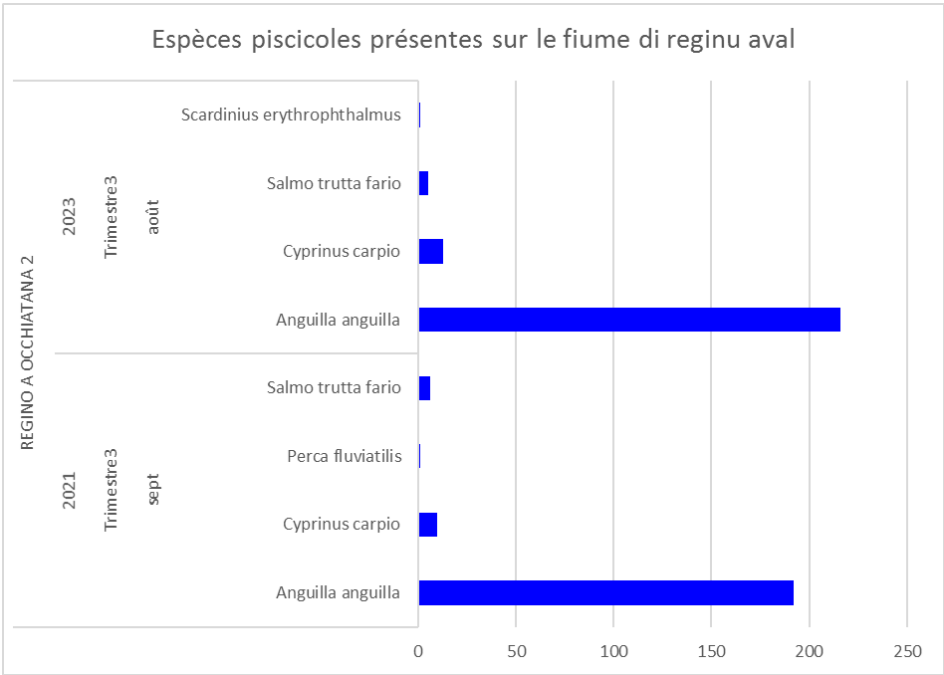


Figure 56 : Espèces piscicoles présentes dans le fiume di reginu aval

d’anguilles, de carpes ainsi que de truites. Néanmoins, lors de la pêche de 2021 une perche a été trouvée et du rotengle en 2023. A noter que les carpes, les rotengles ainsi que les perches ne sont pas des espèces présentes naturellement en Corse, elles ont été introduites dans le plan d’eau du barrage de Codole. Elles sont considérées en Corse comme étant des espèces envahissantes car la faune piscicole locale ne peut résister à sa progression exponentielle. Les espèces trouvées sur cette station montrent notamment que de la dévalaison s’effectue via l’évacuateur de crue du barrage lorsque le plan d’eau est à la RN.

En ce qui concerne le San Clemente, les espèces présentes sont l’anguille et la truite. Pour l’heure, les espèces introduites dans le plan d’eau n’ont pu accéder à ce cours d’eau.

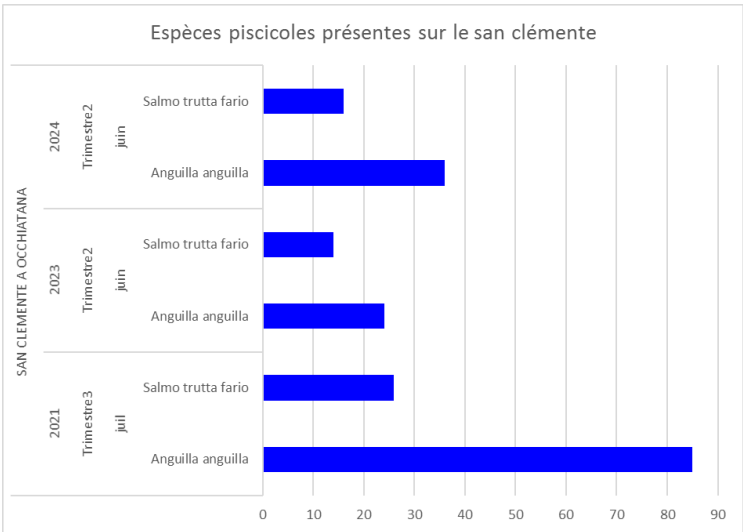


Figure 55 : Espèces piscicoles présentes dans le san clémente

Au fil des années le peuplement du plan d'eau de codole varie mais certaines espèces restent toujours présentes, notamment le rotengle et la carpe. Pour les autres espèces, leur présence est beaucoup plus variable, on compte notamment :

- De l'anguille
- Du vairon
- De la perche
- Des silures glabres (dont une retrouvée morte durant l'été 2023)
- Du gardon
- Des gambusies
- De la truite souvent arc en ciel (ré-empoissonnement de la fédération de la pêche ou des association locale de pêche).

Certaines de ces espèces dévalent pour rejoindre le Fiume Di Reginu aval notamment les carpes, les rotengles et la perche ; on notera aussi que l'anguille effectue sa montaison malgré l'ouvrage par le biais de l'évacuateur de crue lorsqu'il est en eau au printemps. Ce dernier point est vérifié dans les pêches d'inventaires en amont de la retenue.

7.3.1 Espèces à sauvegarder

Seule l'anguille d'Europe *Anguilla Anguilla* a un statut de protection, sur liste rouge en Europe et dans le Monde, elle est en danger critique d'extinction.



L'anguille est une espèce amphihaline qui vit alternativement en eau douce et en eau de mer, où elle se reproduit. Les civelles effectuent la montaison au printemps au gré des hautes eaux (janvier à avril inclus).

Une fois arrivée en eau douce, les civelles prennent une couleur jaunâtre et sont alors appelées anguilles jaunes. Elles passent une grande partie de leur vie dans les eaux douces. À la fin de leur période de croissance en eau douce, devenues alors sexuellement matures et après une ultime transformation (le ventre blanchit, le dos noircit, les yeux s'agrandissent), les anguilles devenues argentées peuvent alors entreprendre le long voyage vers leur zone de frai (environ 6 000 km).

L'espèce est présente en aval (point DCE OCCHIATANA 2) mais aussi ponctuellement dans le barrage où suivant les années, 3-4 individus sont pêchés (pêches scientifiques de l'OFB). Rappelons que la pêche au filet n'est pas propice à la capture des anguilles du fait de leur forme. Mieux vaut utiliser des nasses notamment dans le cadre de pêches de sauvegarde.

A noter aussi, que des pêches d'inventaires ont été réalisées en amont du plan d'eau sur 6 points (le fiume di reginu, le pianu et le monacaccia). Elles ont permis de définir la faune piscicole présente. On note la présence d'anguillettes ou de jeunes anguilles jaunes (voir tableaux ci-après).

Tableau 31 : Synthèse des pêches d'inventaire effectuées en amont du plan d'eau

Site	Espèces pêchées	Nombre d'individus	Classes des individus (anguilles d'Europe)
Reginu 1	Perches	1	
Reginu 2	Perches	82	
	Rotengles	7	
	Anguilles	2	3+ 4+
Pianu 1	Anguilles	2	1+ 3+
Pianu 2	Anguilles	3	1+ 2+ 3+

Site	Espèces pêchées	Nombre d'individus	Classes des individus (anguilles d'Europe)
Monacaccia 1	Anguilles	1	2+
Monacaccia 2	Anguilles	2	2+ 3+

Tableau 32 : Tableau des classes d'âge des anguilles (source L'anguille européenne – indicateur d'abondance et de colonisation – et référentielle de So Consultant)

Type	Taille	Taille en plus par an	Classe d'âge en Corse Référentiel SO Consultant
Civelle	< 300 mm	Entre 0 et 3 ans : Males : 5.3 cm Femelles : 7.3 cm	0+ civelle de l'année 1+ anguille d'un an 2+
Anguillette			
Anguille jaune	Entre 300 mm à 600 mm	Pour les mâles : +4 cm/an entre 3 et 6 ans +1.7 cm/an entre 6 et 9 ans Pour les femelles : +5.7 cm/an entre 3 et 6 ans +5 cm/an entre 6 et 9 ans	3+ à 5+
Anguille argentée	> 600 mm		6+

En amont, on note la nette présence d'anguilles avec une densité qui s'échelonne de 58 à 173 ind/ha soit seulement 10.7% par rapport à la densité dans la zone à anguilles (1620 ind/ha – réf B. Rocher). Pourtant au regard des difficultés de montaison qui ne peut s'effectuer que via l'évacuateur de crue dans de bonnes conditions hydrologiques, la densité présente en amont du plan d'eau est étonnante. Ceci indique clairement qu'il y a bien une montaison des civelles et anguillettes. La période favorable à la montaison dépend donc notamment du facteur hydrologique et du remplissage du plan d'eau. Majoritairement le plan d'eau est à la RN (alimentation de l'EVC si les débits amont le permettent) entre fin février et fin mai en scénario humide et à partir d'avril en année moyenne. Les anguillettes peuvent effectuer leur montaison durant cette période ce qui fait aussi leur période de montaison (décembre à avril).

En ce qui concerne les conditions de la dévalaison de l'anguille argentée, elles sont pour l'heure difficile à cerner mais il semble être étroitement liée aussi aux facteurs hydrologiques ainsi qu'à la température de l'eau. La dévalaison est donc variable, elle s'effectue à partir de l'automne en fonction de nombreux paramètres dont notamment la température. En Espagne il a été constaté que cet intervalle variait entre 10 et 16°C (LOBON-CERVIA et CARRASCAL, 1992) mais cet intervalle de température n'a pas été étudié pour la Corse. Si l'on se base sur l'intervalle espagnol, l'atteinte des 15°C au niveau du débit réservé (cote 95 m NGF – CME) se situe, entre 2020 et 2024, à la fin du mois de novembre. Cette donnée, très variable, est liée aux conditions climatiques et hydrologiques mais aussi à la demande estivale (donc à la cote du plan d'eau en fin de saison estivale) ; au point aval d'OCCHIATANA 2, la deuxième moitié du mois de novembre semble être aussi le pivot de ce changement. En revanche en amont au point de suivi de Feliceto, la variabilité est encore plus importante puisque les 15 °C sont atteints soit fin octobre soit fin novembre, à priori au gré des nouvelles précipitations automnale et la remise en eau du lit mineur.

En cas de vidange programmée, le plan d'eau sera maintenu en période hivernale, grâce à la passe batardable, à la cote 112.80 m NGF. La saison estivale en fonction de plusieurs paramètres permet de diminuer la cote du plan d'eau entre les cotes 103 et 110 m NGF. Dans le cas moyen (107 m NGF), le fiume di reginu amont est déconnecté ponctuellement du plan d'eau, jusqu'à ce que les pluies automnales apparaissent.

Ainsi une vidange du plan d'eau à partir de la mi-octobre ne serait pas sujette à une mortalité d'anguilles, car ce n'est pas la période de la montaison et que la dévalaison ne se déclenche qu'à la mi-novembre voire en décembre. En cas de vidange plus tardive soit au début du mois de novembre, la probabilité que le lien hydraulique avec l'amont soit rétabli est plus important et pourrait amener certains individus à dévaler.

Les individus présents dans l'ouvrage seront pêchés (par des pièges de type nasses) puis en fonction de leur taille, libérée en amont de l'ouvrage ou en aval proche de l'estuaire pour leur permettre d'assurer leur cycle.

7.3.2 Espèces présentes dans le plan d'eau et considérées en Corse comme invasives

La majorité des espèces présentes dans le plan d'eau sont des espèces introduites. On compte notamment du vairon, de la perche, des silures glabres, du gardon, des gambusies et bien sûr de la carpe et du rotengle. Ces deux dernières espèces sont particulièrement invasives du fait d'une reproduction plus efficace. En revanche, elles perturbent les hydrosystèmes. En effet, la carpe est carnivore et s'attaque aux autres poissons benthiques, mais aussi aux invertébrés benthiques.

L'évolution du peuplement est d'ailleurs liée aux diverses introductions effectuées :

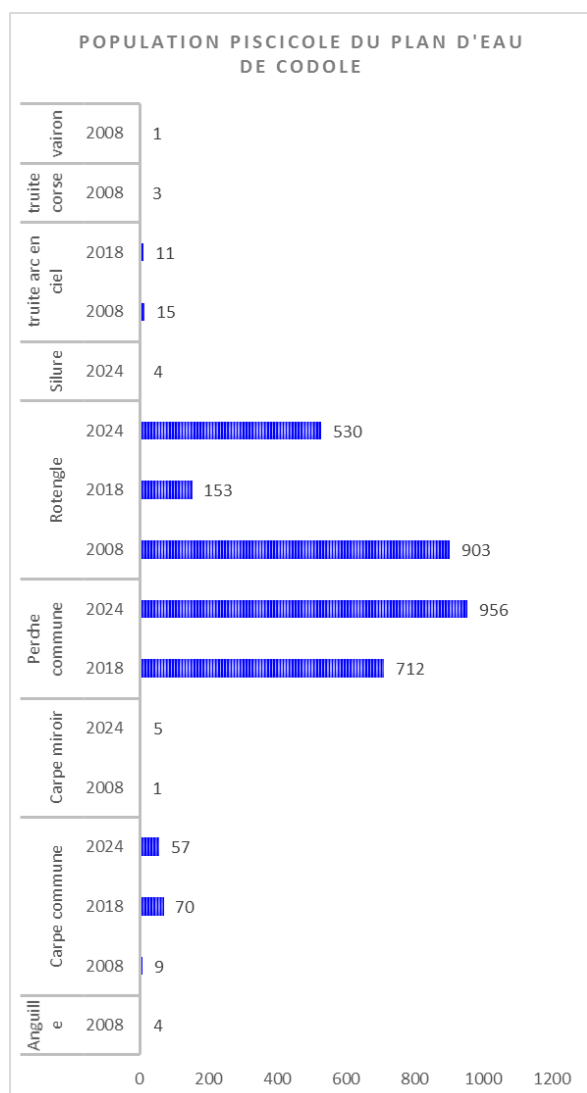


Figure 57 : Peuplement piscicole du plan d'eau de 2008 à 2024

En 2008, la majeure partie du peuplement 96% était représenté par du rotengle. En 2018, c'est la perche, non présente auparavant, qui prend le dessus sur les autres espèces avec 74.3% du peuplement (individus). En 2024, l'introduction de silure, non présente risque de modifier encore le peuplement. Cette année montre une diminution du peuplement de sandre mais une augmentation du rotengle.

Face à ces introductions, pourtant interdites (9.4 ci-dessous), les espèces locales, notamment la truite (corse et arc en ciel) mais aussi l'anguille sont pratiquement inexistantes.

De plus, c'est un enjeu de conservation des espèces situées dans les cours d'eau aval car une dévalaison s'effectue via l'évacuation de crue lorsque le plan d'eau est à la RN. D'ailleurs, le suivi « pêche » montre la présence à l'aval de perches que l'on retrouve aussi en amont, de carpes et de rotengles en aval.

L'impact écologique de ces introductions intempestives sur le milieu aquatique et les espèces autochtones est bien réel : compétition entre espèces, pollution génétique, introduction de nouvelles maladies et de nouveaux parasites, prédation sur les œufs, alevins d'espèces piscicoles locales et sur des espèces non piscicoles (faune

benthique, amphibiens...), entraînant une diminution de la qualité écologique des cours d'eau et plans d'eau.

Ces impacts sont évalués par le CPIE depuis 2011. De plus ils ont engagé une action de prévention et de sensibilisation d'envergure afin d'endiguer le phénomène.

L'occasion d'une vidange peut permettre de limiter ou de diminuer les populations de ces espèces par éradication des espèces invasives.

8 MODALITES DU SUIVI ANALYTIQUE POUR UNE VIDANGE PROGRAMMEE

8.1 INVESTIGATIONS PREALABLES A LA VIDANGE

8.1.1 Suivi piscicole et hydrobiologique du fiume di reginu

Un point DCE est présent en aval mais aussi à l'amont du plan d'eau. Afin de permettre une comparaison sur du long terme ces points de suivis seront nos points de référence.

Dans le cas où le point de suivi, notamment l'aval, serait modifié ou que le suivi DCE serait stoppé, l'O.E.H.C assurera le suivi préalable (mai/juin de l'année n) à la vidange programmée. Une pêche ainsi qu'un suivi I2M2 seront organisées sur le point de suivi aval afin d'avoir un état initial.

Dans le cas de la continuation du suivi DCE, les points resteront les points de référence de l'état zéro/initial.

De plus, et toujours dans le but d'établir un état initial sur le milieu aval, une pêche et un I2M2 seront réalisés en aval du point de la restitution. Ce point de suivi sera situé au niveau d'un gué accessible, environ 970 m en aval du point de restitution, entre les confluences du ruisseau de Cammariu et celui de Campumagnani. Il sera nommé Cammariu, il est localisé sur la carte ci-après.

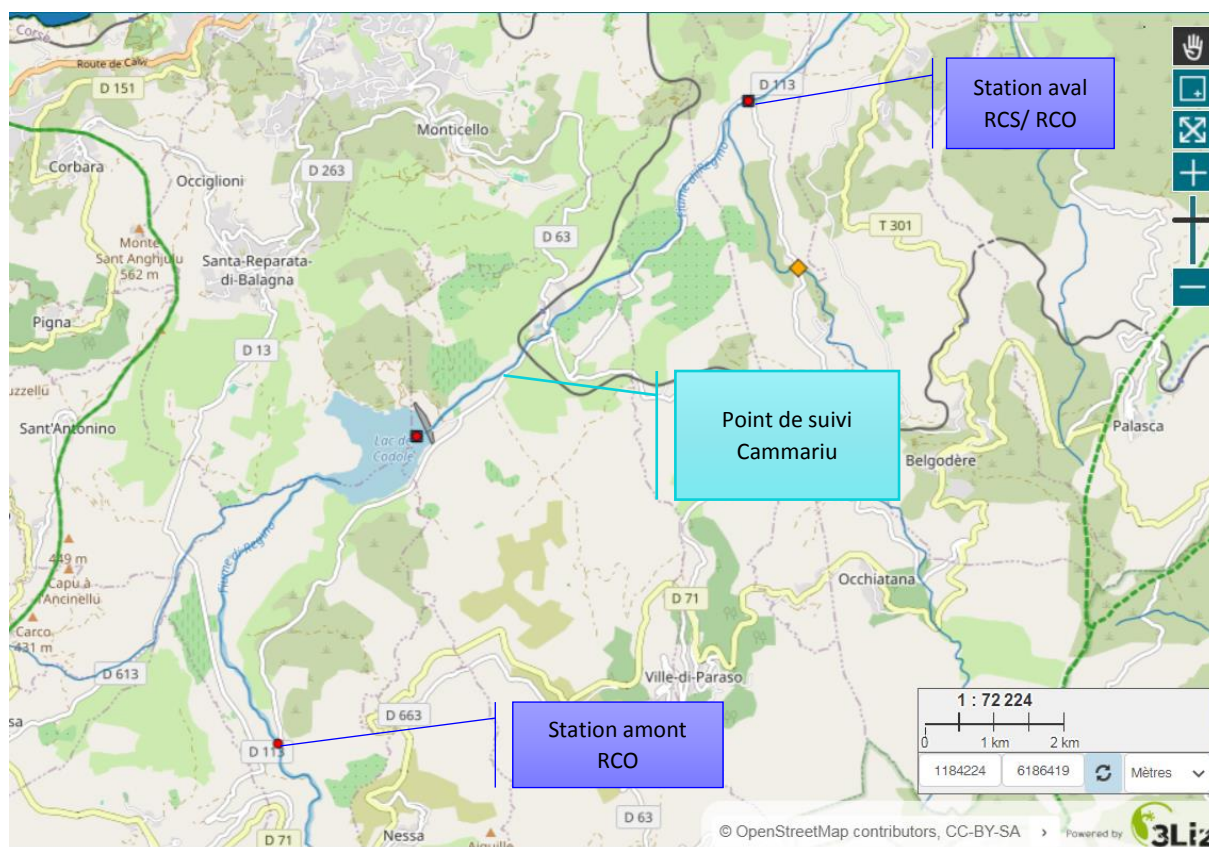


Figure 58 : Localisation des Point de suivi amont et aval ; <https://eaumc.lizmap.com/sie-corse/index.php/view/map/?repository=themes&project=siecorse>

8.1.2 Suivi physicochimiques

De même que précédemment, le point aval (OCCHIATANA2 – DCE) est suivi d'un point de vue physicochimique, il sera le point de référence (n ou n-1). De plus, le point de Cammariu précité sera suivi durant l'année n juste avant la vidange.

Ce point de suivi est localisé ci-après au niveau d'un gué accessible, environ 970 m en aval du point de restitution, entre les confluences du ruisseau de Cammariu et celui de Campumagnani.



Figure 59 : Localisation précise du point de suivi Cammariu

Le tableau ci-après rassemble les paramètres de suivi, leur nombre et leur périodicité :

Paramètres de suivi	Nombre d'analyses/an	Périodicité
Température °C	20	Hebdomadaire De juin à septembre inclus
Taux de saturation en oxygène dissous % et oxygène dissous en mg/l		
Nitrites mg/l	4	Mensuel De juin à septembre inclus
Nitrates mg/l		
Azote de Kjeldahl mg/l		
Phosphore total mg/l		
DBO5 – mg/l		
DCO – mg/l		
MES – mg/l		

8.1.3 [Espèces piscicoles du plan d'eau](#)

Le plan d'eau est suivi au titre de la DCE tous les 3 ans. Les dernières données seront prises en compte pour permettre la sauvegarde et l'élimination des espèces piscicoles lors de la vidange.

En effet, lors de l'abaissement du plan d'eau en deçà de la cote minimale d'exploitation (CME), la faune piscicole présente est en danger de mortalité. Pour éviter cette mortalité dans le volume d'eau résiduaire, l'O.E.H.C prendra les mesures suivantes :

- Espèces, non locales, introduites dans le plan d'eau pour la pêche de loisir :
 - o Convention avec la Fédération de pêche datant de 2015 indique que la récupération des poissons introduits est à la charge de la fédération de la pêche (voir 9.4 Convention avec fédération de la pêche page 147) ;
 - o Réunion préalable avec la Fédération de la pêche et les associations de pêche locales (année n ; 3 mois avant la vidange) et établissement des modalités de récupération des espèces ;

Les individus devront être récupérés et valorisés ou mis à l'équarrissage si aucune autre solution n'est envisageable ;

- Espèces locales présentes naturellement dans le cours d'eau d'origine à savoir le *fiume di reginu* :
 - o Truites de rivière (endémiques ou pas) ;
 - o Anguilles d'Europe, espèce protégée ;

Les espèces précitées seront récupérées au mieux des possibilités techniques et remis en liberté dans le même temps dans un cours d'eau proche ou en amont de l'ouvrage par exemple. Pour la truite une pêche au filet ou au héron peut-être organiser, en revanche cela est impossible pour l'anguille. Pour l'anguille d'Europe, des nasses seront mises en place pour récupérer les individus. Ces derniers seront remis en liberté en amont du plan d'eau dans le *fiume di reginu*. L'ensemble des anguilles d'Europe ne pourra pas être récupéré du fait de la spécificité de l'espèce.

Possible une analyse ADNe pourra être réalisée si le suivi DCE est stoppé sur le plan d'eau. En revanche, cette analyse bien qu'elle permette de connaître les espèces présentes dans l'ensemble du bassin versant (amont inclus), ne permettent pas de connaître les volumes ou nombre d'individus. Ces points imposent donc la prudence quant aux résultats d'un ADNe notamment dans le cadre d'un plan d'eau alimenté par son propre bassin versant mais aussi une alimentation complémentaire provenant du bassin versant de la Figarella.

8.2 SUIVI LORS DE LA PERIODE DE RESTITUTION

Le suivi lors de la restitution concernera les paramètres physicochimiques suivants :

Tableau 33 : Suivi durant la période de restitution

Paramètres de suivi	Sondes	Analyses en laboratoire	Périodicité	Valeurs maximum du paramètre
Température (°C)	X		Horaire	
Taux de saturation en oxygène dissous (%) et oxygène dissous (mg/l)	X			< 3 mg/l
Turbidité (NTU)	X			
Conductivité (µS/cm²)	X			
Nitrites (mg/l)		X	Moyenne journalière	
Nitrates (mg/l)		X		
Ammonium (mg/l)		X		< 2 mg/l
Azote de Kjeldahl (mg/l)		X		
Phosphore total (mg/l)		X		
MES		X		< 1 g/l

Le suivi sera réalisé en aval immédiat de la restitution (après l'ouvrage de restitution) et au niveau du point de suivi DCE d'OCCHIATANA2.



Figure 60 : Points de suivi lors de la restitution

Le suivi demandera l'utilisation de deux sondes avec enregistrement et de deux préleveurs avec un flaconnage unique permettant une seule analyse pour 24 h. Les données de la sonde seront récupérées chaque jour et les prélèvements emmenés chaque matin au laboratoire agréé le plus proche.

La restitution pourra être stoppé ponctuellement en cas de dépassement des valeurs maximum des paramètres indiqués dans le tableau ci-dessus.

8.3 SUIVI LORS DE LA PERIODE DE VIDANGE

Le suivi lors de la vidange concernera les paramètres physicochimiques suivants :

Tableau 34 : Suivi durant la période de vidange

Paramètres de suivi	Sondes	Analyses en laboratoire	Périodicité	Valeurs maximum du paramètre
Température (°C)	X		Horaire	
Taux de saturation en oxygène dissous (%) et oxygène dissous (mg/l)	X			< 3 mg/l
Turbidité (NTU)	X			
Conductivité (µS/cm²)	X			
Nitrites (mg/l)		X	Moyenne horaire (2h)	
Nitrates (mg/l)		X		
Ammonium (mg/l)		X		< 2 mg/l
Azote de Kjeldahl (mg/l)		X		
Phosphore total (mg/l)		X		
MES		X		< 1g/l

Le suivi sera réalisé en aval immédiat de la vidange (après l'ouvrage de restitution) et au niveau du point de suivi DCE d'OCCHIATANA2.



Figure 61 : Points de suivi lors de la vidange

Le suivi demandera l'utilisation de deux sondes avec enregistrement et de deux préleveurs avec douze flaconnages permettant une moyenne sur 2 heures consécutives. Les données de la sonde seront récupérées chaque jour et les prélèvements emmenés chaque matin au laboratoire agréé le plus proche.

La vidange pourra être stoppé ponctuellement en cas de dépassement des valeurs maximum des paramètres indiqués dans le tableau ci-dessus.

8.4 SUIVI POST VIDANGE

Un suivi durant les années n+1 et n+3 sera réalisé et comportera :

- Un suivi hydrobiologique avec un I2M2
- Un suivi piscicole avec une pêche

Le suivi et les points sont rassemblés dans le tableau ci-après :

Tableau 35 : Suivi post- vidange

Points de suivi	Intervenant	Période	Type
Cammariu	O.E.H.C	N+1 et n+3	I2M2 Pêche
Occhiatana 2	Suivi DCE Ou O.E.H.C si point DCE annulé		

Les résultats permettront de définir :

- L'impact direct de la vidange à environ 1 km et à 5 km en aval ;
- La durée de restauration du milieu face à une perturbation de ce type ;
- L'évolution du milieu face à une perturbation de ce type ;

8.5 SYNTHÈSE DES MODALITÉS DE SUIVI

Le tableau ci-après rassemble l'ensemble des modalités de suivi précité :

Tableau 36 : Synthèse des modalités de vidange

Période	Plan d'eau	Point Cammariu	Point DCE Occhiatana 2
Année n Avant vidange	DCE/ADNe possible Pêche de récupération/élimination Pêches de sauvegarde (anguilles et truites)	I2M2 Pêche de connaissance Analyses physicochimiques	Suivi DCE
Restitution - Entre 3 à 6 m³/s - 13 jours - Bonne qualité de l'eau - BE	Possible pêche de récupération/élimination	Analyses physicochimiques en continues (sondes + prélèvement moyen journalier)	Analyses physicochimiques en continues (sondes + prélèvement moyen journalier)
Vidange du culot - 0.5 m³/s - 3 jours - Qualité de l'eau médiocre à mauvaise		Analyses physicochimiques en continues (sondes + prélèvement moyen sur 2 heures)	Analyses physicochimiques en continues (sondes + prélèvement moyen sur 2 heures)
N+1		I2M2 Pêche de connaissance Analyses physicochimiques	Suivi DCE
N+3		I2M2 Pêche de connaissance Analyses physicochimiques	Suivi DCE

9 ANNEXES

9.1 NOTE SI AES 2025 CP 11 – METHODOLOGIE RELATIVE AU PROTOCOLE D'UNE VIDANGE PROGRAMMEE

Note méthodologique présenté aux services de l'état le 17 juin 2025.

CULLETTIVITÀ DI CORSICA
COLLECTIVITÉ DE CORSE

Offiziu d'Ecchippamentu
Idrolicu di Corsica
Office d'Équipement
Hydraulique de Corse

www.oehc.corsica

Bastia, le 10/06/2025

Service Ingénierie
Serviziu Ingenieria

Affaire suivie par / Cartulare curatu da : Camille POLI (04 95 30 93 72)
Courriel / Indirizzu elettronicu : c.ceccaldi@oehc.corsica

Note technique n° SI AES 2025 CP 11

**Note méthodologique relative au protocole de vidange
du barrage d'E Cotule**

La présente note décrit la méthodologie adoptée pour définir un protocole de vidange programmée du barrage d'E Cotule, situé sur le Fiume di Reginu. Cette démarche s'inscrit dans le cadre réglementaire du Code de l'Environnement (rubrique 3.2.5.0), qui impose la formalisation des modalités de vidange dans les actes administratifs encadrant l'ouvrage.

L'objectif est de permettre une mise en assec maîtrisée de la retenue, exclusivement dans le cadre d'interventions planifiées, notamment pour des inspections ou opérations de maintenance nécessitant un assec temporaire.

Le déroulement des opérations s'articulera autour de trois étapes successives :

- **Mise en assec** : Période d'évacuation du reliquat de fin de saison, dans le respect des contraintes environnementales, décomposée en une phase de restitution (jusqu'à la Cote Minimale d'Exploitation du barrage) et une phase de vidange (culot de l'ouvrage) ;
- **Maintien de l'assec** : Durée nécessaire à l'intervention technique ;
- **Remplissage** : Séquence de reconstitution d'un volume cible à une date visée.

La méthodologie proposée repose sur la construction de deux scénarii représentatifs, intégrant :

- Une **durée d'assec fixée à 8 jours**, correspondant aux besoins d'intervention ;
- Les **dates de début et de fin d'opération de mise en assec** nécessitant la mise à l'arrêt de la production et déterminées à partir de données d'exploitation historiques ;
- Les **dates de début et de fin de reconstitution du stock**, déterminées à partir de données d'exploitation historiques mais en tenant également compte d'un contexte hydrologique donné ;
- Le **volume à restituer** évalué à partir des reliquats observés ;
- Le **volume à reconstituer** estimé à partir des besoins de stockage connus pour la saison suivante ;
- Le **volume à vidanger** relatif au culot de l'ouvrage, dans le respect des contraintes environnementales.

Les deux scénarii suivants sont élaborés pour encadrer les conditions envisageables :

- **Scénario médian** : basé sur des conditions hydrologiques médianes (satisfaites 1 année/2), permet d'optimiser le débit de vidange en fonction des contraintes d'exploitation.
- **Scénario critique** : fondé sur des hypothèses défavorables, vise à sécuriser l'opération en anticipant les aléas hydrologiques.

Chaque scénario repose sur une combinaison de **paramètres fixés à l'origine** (durée d'assec de 8 jours, dates de référence et volumes cibles considérés selon le scénario) et de **variables d'ajustement** (débit de vidange optimisé dans scénario médian ou de remplissage, caractérisé dans le scénario critique).

Dans le cas du **scénario médian**, le **débit de restitution** jusqu'à la CME est défini en fonction du **volume** à évacuer ainsi que de la **durée** disponible avant le début de la phase de remplissage. Cette durée est connue puisque directement déduite des **paramètres d'entrée** (scénario hydrologique de reconstitution de stock médian aboutissant à un stock cible à une date visée permettant de passer la saison n+1).

A contrario, dans le cas du **scénario critique**, la mise en assec est opérée dans des délais raccourcis, avec une **majoration du débit de restitution**, en cohérence avec les débits naturels que le milieu est susceptible de recevoir. Sur ces bases, les possibilités d'atteindre le volume cible à la date souhaitée, en fonction des apports naturels du bassin versant sont étudiées statistiquement.

Des hypothèses de mobilisation d'une ressource complémentaire (transfert inter-bassins versants depuis la Figarella) sont intégrées dans les scénarii les plus contraints.

L'élaboration de ces deux scénarii assure la **prise en compte des conditions susceptibles de se présenter**.

En effet, le **scénario médian** permet d'obtenir le **débit de vidange optimisé** qui permettrait de reconstituer le stock cible dans les délais prescrits **une année sur 2**.

A l'inverse, le **débit de vidange majoré** envisagé dans le **scénario critique** permettrait de **sécuriser la reconstitution du stock**, en allongeant la période de remplissage.

En raison de la faible marge de manœuvre et de l'incertitude pesant sur les conditions de recharge en début d'opération, il sera **nécessaire d'obtenir une autorisation permettant un débit de restitution majoré**, dans le respect des exigences environnementales.

Ce protocole a été conçu de manière à permettre une **adaptation dynamique du débit de restitution**, en fonction :

- du **volume résiduel** effectivement présent dans la retenue au moment de l'opération ;
- de la **date réelle de mise à l'arrêt de la production**, condition préalable au lancement des opérations de mise en assec ;
- des **conditions hydrologiques** observées en temps réel.

Cette souplesse de mise en œuvre vise à **ajuster le débit restitué** tout en assurant la sécurité de l'ouvrage, la disponibilité de la ressource pour la saison suivante et le respect de l'environnement, avec pour **objectif d'atteindre l'assec à une date cible prédéfinie**.

Si la date d'assec visée ne peut être atteinte sous le débit de restitution majoré défini, il est entendu que les opérations seront reportées ultérieurement.

9.2 NOTE SI AES 2025 CP 12 – PROTOCOLE D'UNE VIDANGE PROGRAMMEE

CULLETTIVITÀ DI CORSICA
COLLETTIVITÀ DE CORSE

Offiziu d'Ecchippamentu
Idrolicu di Corsica
Office d'Équipement
Hydraulique de Corse

Service Ingénierie
Serviziu Ingenieria

www.oehc.corsica

Bastia, le 22/07/2025

Affaire suivie par / Cartulare curatu da : Camille POLI (04 95 30 93 72)
Courriel / Indirizzu elettroniku : c.ceccaldi@oehc.corsica

Note technique n° SI AES 2025 CP 12

Protocole de vidange du barrage d'E Cotule

Modalités techniques

1. ELEMENTS DE CONTEXTE	3
2. CARACTERISTIQUES DU BARRAGE D'E COTULE	4
2.1 CARACTERISTIQUES GENERALES DE LA RETENUE.....	4
2.2 OUVRAGE D'EVACUATION DES CRUES.....	5
2.3 DESCRIPTION DES EQUIPEMENTS HYDROMECANIQUES.....	6
2.4 OUVRAGE DE PRISE D'EAU	6
2.5 OUVRAGE DE VIDANGE	7
2.6 POSSIBILITE DE LIMITATION DU REMPLISSAGE A LA RN ACTUELLE.....	9
3. METHODOLOGIE GENERALE.....	10
4. PARAMETRES D'ENTREE.....	11
4.1 DUREE DE L'ASSEC	11
4.2 RELIQUAT A EVACUER	11
4.3 DATE DE DEBUT DE MISE EN ASSEC	11
4.4 STOCK CIBLE A RECONSTITUER POUR LA SAISON N+1 A UNE DATE VISEE.....	12
4.5 HYDROLOGIE AU DROIT DU BARRAGE	13
4.6 DEBITS DE MISE EN ASSEC.....	15
4.6.1 Débit de restitution	15
4.6.2 Débit de vidange.....	15
5. ETUDE DE DEUX SCENARII ENCADRANTS ET CALENDRIER PREVISIONNEL	16
5.1 SCENARIO MEDIAN.....	16
5.2 SCENARIO CRITIQUE	17
5.3 DATE D'OBJECTIF DE FIN DE MISE EN ASSEC	20
6. ELEMENTS CONCLUSIFS	22
6.1 SYNTHESE DES RESULTATS OBTENUS DANS LES DIFFERENTS SCENARII ETUDIES.....	22
6.2 RECOMMANDATIONS	23

Table des figures

FIGURE 1 : PHOTO AERIENNE DU PLAN D'EAU DU BARRAGE D'E COTULE	4
FIGURE 2 : PHOTO AERIENNE DE L'EVC DU BARRAGE D'E COTULE	5
FIGURE 3 : SCHEMA DE SYNTHESE DE LA VANTELLERIE DU BARRAGE D'E COTULE.....	6
FIGURE 4 : TOUR DE PRISE ET CREPINE DE VIDANGE – GALERIE ET FOURREAU 1 500 MM	7
FIGURE 5 : SCHEMA DU DISPOSITIF DE VIDANGE ET DE LA CHAMBRE DES VANNES AMONT	8
FIGURE 6 : OUVRAGE DE RESTITUTION	8
FIGURE 7 : LOCALISATION DE LA PASSE BATARDABLE	9
FIGURE 8 : ELEVATION AMONT DE LA PASSE BATARDABLE.....	9
FIGURE 9 : RELIQUATS OBSERVES EN FIN DE SAISON AU NIVEAU DU BARRAGE D'E COTULE	11
FIGURE 10 : DEGRADATION QUANTITATIVE DU STOCK DU BARRAGE D'E COTULE ET DATE DE DEBUT DE MOBILISATION DU STOCK	12
FIGURE 11 : LOCALISATION DE LA STATION HYDROMETRIQUE DU REGINU A U FILICETU AU SEIN DU BASSIN VERSANT EN AMONT DU BARRAGE D'E COTULE	13
FIGURE 12 : HYDROLOGIE RECONSTITUEE AU DROIT DU BARRAGE D'E COTULE A PARTIR DES DONNEES MEASUREES A LA STATION HYDROMETRIQUE DU REGINU A U FILICETU	14
FIGURE 13 : EVOLUTION DU STOCK DU BARRAGE D'E COTULE (VIDANGE ET RECONSTITUTION DE STOCK) DANS LE CAS D'UN SCENARIO MEDIAN, CRITIQUE ET AVEC LE COMPLEMENT APORTE PAR LA FIGARELLA.....	19
FIGURE 14 : SCENARIO DE RECONSTITUTION DU STOCK CIBLE A LA DATE VISEE DANS LES CONDITIONS LES PLUS DEFAVORABLES AU SENS DE LA VIDANGE, EN INTEGRANT UNE MISE EN ASSEC ANTICIPEE (FIN DE LA VIDANGE AU 31 OCTOBRE)	21

1. Eléments de contexte

Le barrage d'E Cotule, situé sur le Fiume di Reginu, est concerné par la rubrique 3.2.5.0 du Code de l'Environnement ¹ impliquant notamment la définition des modalités de vidange dans les actes administratifs délivrés pour l'ouvrage.

Le présent document a pour objet la description de ces modalités de vidange de la retenue qui concernent exclusivement une vidange programmée.

En effet, dans le cadre de l'étude de danger périodique d'un barrage, les méthodes d'investigations existantes permettent aujourd'hui massivement de répondre à l'exigence réglementaire de réalisation d'un état physique complet de l'ouvrage, y compris des parties habituellement noyées, sans avoir recours à un assec de la retenue.

Aussi, s'agissant de travaux de réparation de parties noyées, des équipes de plongeurs scaphandriers peuvent être mobilisées. Ainsi, sur le barrage d'E Cotule, les travaux de remplacement de la conduite de prise vidange ou d'étanchéification du fourreau traversant le barrage ont été réalisés en eau.

Le recours à une vidange programmée de cet ouvrage relèverait a priori de la nécessité d'inspecter une partie de l'ouvrage qui n'aurait pas pu être examinée efficacement par des moyens subaquatiques, notamment en raison d'une mauvaise visibilité.

Le présent protocole s'inscrit dans le cadre d'une intervention nécessitant le maintien d'un assec sur une courte durée.

Il est entendu qu'une opération de maintenance plus lourde, qui obligerait le maintien d'un assec sur des périodes potentiellement beaucoup plus longues devra faire l'objet d'une demande d'autorisation dédiée.

¹ [Nomenclature des opérations soumises à autorisation ou à déclaration en application des articles L. 214-1 à L. 214-3 du code de l'environnement | AIDA](#)

2. Caractéristiques du barrage d'E Cotule

Les informations présentées dans ce paragraphe sont principalement issues de la dernière actualisation de l'Etude De Dangers (EDD) de l'ouvrage réalisée en 2016² et du récent rapport de Visite Technique Approfondie (VTA) établi le 28 mai 2025 relatif à la visite effectuée le 5 novembre 2024³.

2.1 Caractéristiques générales de la retenue

Le barrage d'E Cotule (6.985 hm³), situé en Balagne sur le Fiume di Reginu, a été construit au début des années 1980, afin d'assurer l'alimentation en eau potable et agricole de cette micro-région.

La cote de retenue normale (RN) de l'ouvrage est fixée à 112.84 NGF, tandis que la cote minimale d'exploitation (CME) est établie à 95.00 NGF. Le volume d'eau situé en deçà de cette cote minimale est estimé à 0.12 hm³ ⁴.



Figure 1 : Photo aérienne du plan d'eau du barrage d'E Cotule

² Tractebel 2016, P.005586_RP45_rev3_EDD Codole

³ ISL 2025, N° : 21F-097-RM-93

⁴ Source : SEMANTICS TS

2.2 Ouvrage d'évacuation des crues

L'évacuateur de crues (EVC) du barrage d'E Cotule, situé en rive gauche de l'ouvrage, se compose de deux seuils déversants rectilignes de faible hauteur.

Le seuil principal, positionné à proximité immédiate du barrage, est calé à la cote 112.84 NGF. Le seuil secondaire est plus élevé de 10 cm au-dessus du seuil principal. Ils débouchent dans un chenal naturel relié à un coursier bétonné en aval (Figure 2).

Jusqu'en 2022, les deux seuils étaient séparés par un merlon rocheux, qui a été arasé dans le cadre d'une première tranche de travaux de mise en conformité du dispositif d'évacuation des crues. Depuis cette intervention, le niveau d'arasement du merlon étant inférieur à celui des seuils, ces derniers ne jouent plus de rôle dans le réglage du niveau de la retenue normale.



Figure 2 : Photo aérienne de l'EVC du barrage d'E Cotule

2.3 Description des équipements hydromécaniques

Le barrage est équipé d'un ensemble de vannes et conduites assurant la régulation et la sécurité hydraulique :

- V0 : Vanne de garde de la prise d'eau DN 800 mm – Commande manuelle
- V3 : Vanne de prise DN 800 mm
- V4 : Vanne de prise hydromobil
- V5 : Vanne de vidange fourreau DN 500 mm – Commande manuelle
- V6 : Vanne de garde de la vidange DN 1500 mm – Commande hydraulique
- V7 : Vanne de réglage de la vidange DN 1500 mm – Commande électrique
- V9 : Vanne de départ du réseau Eau Brute DN 800 mm – Commande électrique
- V10 : Vanne de garde du débit réservé DN 200mm – Commande manuelle
- V11 : Vanne de réglage débit réservé DN 200mm – Commande manuelle
- Vupep : Vanne départ UPEP – Commande électrique

Le schéma ci-après illustre la configuration des différents circuits et vannes de l'ouvrage.

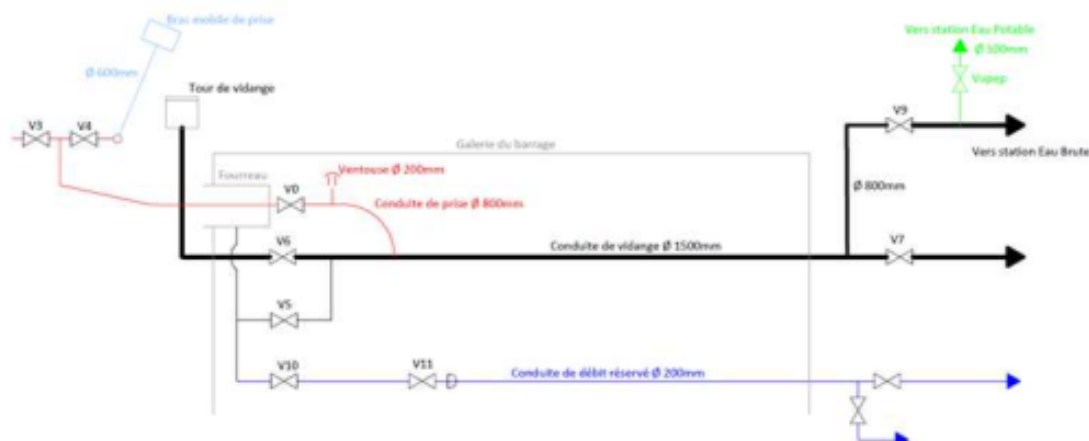


Figure 3 : Schéma de synthèse de la vannerie du barrage d'E Cotule

2.4 Ouvrage de prise d'eau

L'ouvrage de prise d'eau du barrage d'E Cotule a été modernisé en 2004 dans le but d'améliorer la qualité de l'eau prélevée, en fonction des profils analytiques réalisés. Ainsi, l'ancienne tour de prise a été remplacée par un dispositif de prise flottante de type mât oscillant immergé, permettant un ajustement de la profondeur de prélèvement.

Le bras du mât est constitué d'une conduite de diamètre 600 mm, raccordée à une conduite en 800 mm. Cette conduite principale en 800 mm comporte une vanne papillon (V0), à commande manuelle, installée dans le fourreau traversant le barrage.

En parallèle, une conduite en acier 1 500 mm, enrobée de béton et située sous le radier de la galerie centrale, assure la vidange mais présente également une connexion avec la conduite principale de prise en 800 mm. Elle est équipée d'une vanne de garde (V6) dans la chambre des vannes amont. Le réglage du débit rejeté dans le milieu naturel s'effectue au niveau de V7, plus en aval. Un piquage sur cette conduite permet l'alimentation de la station de pompage d'eau brute et de l'usine de traitement située à l'aval du barrage.

2.5 Ouvrage de vidange

L'ouvrage de vidange du barrage d'E Cotule est constitué d'une tour immergée, d'une hauteur de 6.5 m, dont le seuil circulaire est calé à la cote 95 m NGF. Cette tour est surmontée d'une crépine de 3 m de diamètre pour 1.5 m de hauteur.

L'ensemble est raccordé à la conduite en acier de diamètre 1 500 mm, enrobée de béton et localisée sous le radier de la galerie centrale.

Cette conduite unique assure à la fois les fonctions de prise d'eau et de vidange.

D'un point de vue hydraulique, le dispositif permet la restitution d'un débit garanti de 6 m³/s jusqu'à la CME (95 NGF) via la prise de vidange (calcul effectué sur la base d'un débit disponible de 12 m³/s à pleine charge et pleine ouverture).

De la CME (95 NGF) à la génératrice supérieure du fourreau (90.52 NGF) figurant dans la photo ci-dessous, le volume du culot sera évacué gravitairement sous 0.5 m³/s, par l'ouverture de VS, vanne de vidange du fourreau en DN 500 mm.

Le volume résiduel, situé en dessous de la génératrice supérieure du fourreau, de l'ordre de 1 000 m³⁵ devra être évacué par pompage, le débit de 0.5 m³/s n'étant plus garanti en mode gravitaire au regard de la perte de charge singulière à l'entonnement.

En fonction des opérations à programmer pouvant impliquer l'indisponibilité de certains équipements, le pompage pourra refouler soit dans la prise de vidange, soit dans le chenal naturel menant au coursier de l'EVC. Les caractéristiques des pompes mobilisées, et notamment leur hauteur manométrique, seront déterminées en conséquence.



Figure 4 : Tour de prise et crépine de vidange – Galerie et fourreau 1 500 mm

⁵ Source : SEMANTICS TS

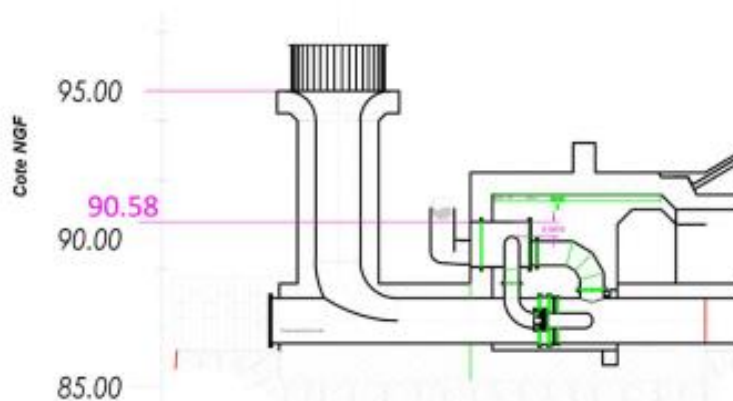


Figure 5 : Schéma du dispositif de vidange et de la chambre des vannes amont



Figure 6 : Ouvrage de restitution

Par ailleurs, il est précisé que dans le cas d'une vidange d'urgence non programmée, les prescriptions du CFBR sont vérifiées, y compris en intégrant la réhausse de la RN de l'ouvrage (114.50 NGF). Le temps de vidange total est d'environ 10 jours et le temps de vidange jusqu'à demi-charge est de moins de 5 jours⁶.

⁶ Source : note technique interne SI AES 2025 PS 04 révision 1

2.6 Possibilité de limitation du remplissage à la RN actuelle

Dans le cadre des travaux de sécurisation de l'EVC du barrage d'E Cotule, la cote de retenue normale du plan d'eau fera l'objet d'une réhausse de 1.70 m par la construction d'un seuil labyrinthe en béton armé. Ce nouvel ouvrage, de type PKWeir, s'inscrit dans la continuité des aménagements réalisés en 2022, notamment l'arasement du merlon rocheux.

Le projet prévoit également le recalibrage et le renforcement du coursier de l'évacuateur, afin d'améliorer la capacité d'évacuation et la résistance de l'ouvrage aux crues.

Un élément clé de ce dispositif est l'intégration d'une passe batardable en partie centrale du nouveau seuil. Cette passe, d'une section de 1.0 m de large sur 1.7 m de haut, permettra d'abaisser temporairement la cote de retenue à la cote actuelle de la RN, contre 114.40 NGF en position fermée. Elle offre ainsi une flexibilité opérationnelle.

Ce dispositif est particulièrement utile dans le cadre d'une vidange programmée, car il permet de limiter le remplissage de la retenue lors de la phase de reconstitution du stock, en maintenant le niveau à la RN actuelle. Cela permet, en fin de saison d'irrigation, de réduire le volume d'eau à restituer au milieu naturel.

En période de reconstitution des stocks, les seuls volumes restitués au milieu sont les entrants naturels, au laminage près.

Les figures ci-dessous issues du dossier PRO établi par le bureau d'études ISL illustrent ce dispositif.

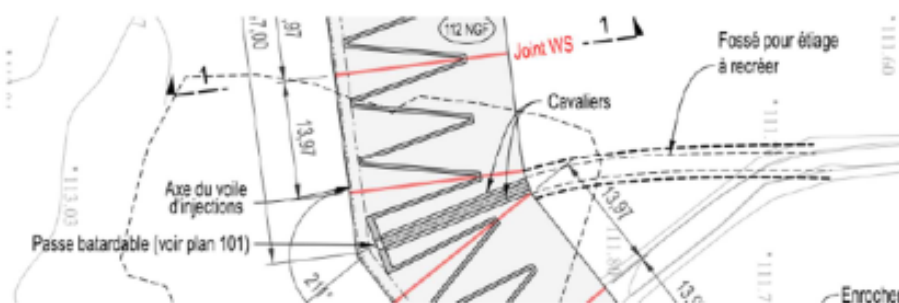


Figure 7 : Localisation de la passe batardable

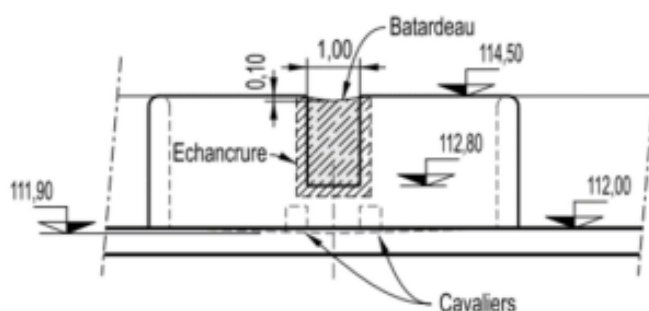


Figure 8 : Elévation amont de la passe batardable

3. Méthodologie générale

Le déroulement des opérations s'articulera autour de **trois étapes** successives :

- **Mise en assec** : Période d'évacuation du reliquat de fin de saison, dans le respect des contraintes environnementales, décomposée en une phase de restitution (jusqu'à la Cote Minimale d'Exploitation du barrage) et une phase de vidange (culot de l'ouvrage) ;
- **Maintien de l'assec** : Durée nécessaire à l'intervention technique ;
- **Remplissage** : Séquence de reconstitution d'un volume cible à une date visée.

La méthodologie proposée repose sur la construction de deux scénarii représentatifs, intégrant :

- Une **durée d'assec fixée**, correspondant aux besoins d'intervention ;
- Les **dates de début et de fin d'opération de mise en assec** nécessitant la mise à l'arrêt de la production et déterminées à partir de données d'exploitation historiques ;
- Les **dates de début et de fin de reconstitution du stock**, déterminées à partir de données d'exploitation historiques mais en tenant également compte d'un contexte hydrologique donné ;
- Le **volume à restituer** évalué à partir des reliquats de fin de saison observés ;
- Le **volume à reconstituer** estimé à partir des besoins de stockage connus pour la saison suivante ;
- Le **volume à vidanger** relatif au culot de l'ouvrage, dans le respect des contraintes environnementales.

Les deux scénarii suivants sont élaborés pour encadrer les conditions envisageables :

- **Scénario médian** : basé sur des conditions hydrologiques médianes (satisfaites 1 année/2), permet d'**optimiser le débit de vidange** en fonction des contraintes d'exploitation.
- **Scénario critique** : fondé sur des hypothèses défavorables, vise à sécuriser l'opération en anticipant les aléas hydrologiques.

4. Paramètres d'entrée

4.1 Durée de l'assec

La durée de l'assec nécessaire aux opérations d'inspection ou de maintenance entrant dans le cadre du présent protocole est fixée à 8 jours.

4.2 Reliquat à évacuer

Les reliquats disponibles obtenus en fin de saison d'irrigation ces 15 dernières années (de 2010 à 2024) sont présentés dans le graphique suivant, avec, pour chaque année, le n° de semaine correspondant à l'observation.

Le reliquat maximum de 4.59 hm³ est observé en 2010, à la mi-octobre (semaine 42). Cette situation, représentant le scénario le plus contraignant en matière de vidange, sera retenue pour l'analyse du cas critique. Elle correspond à une saison estivale particulièrement humide, avec des besoins en eau plus faibles qu'à l'accoutumée, conduisant à un volume résiduel important qu'il conviendra d'évacuer en fin de saison.

Aussi, la valeur médiane de l'échantillon de 3.51 hm³ observée en semaine 43, soit la 3^e semaine du mois d'octobre, constituera la donnée d'entrée du scénario médian de cette analyse.

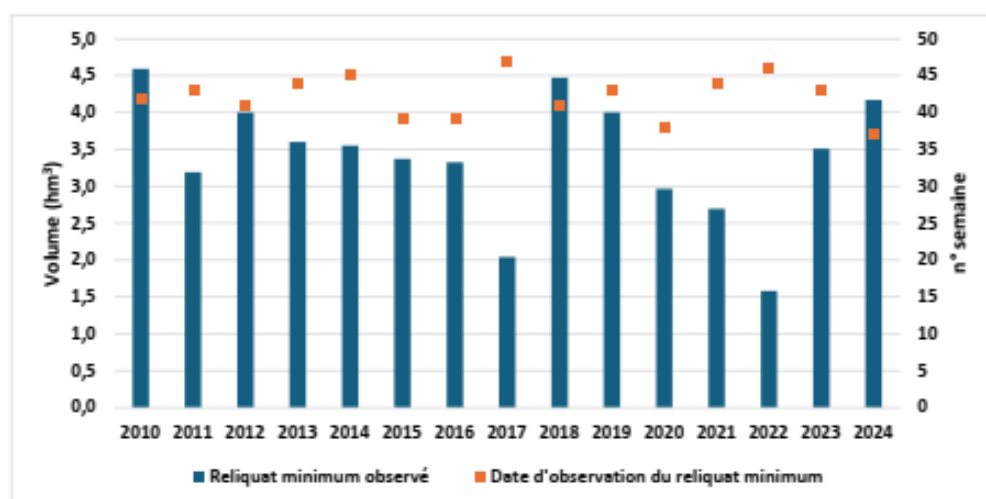


Figure 9 : Reliquats observés en fin de saison au niveau du barrage d'E Cotule

4.3 Date de début de mise en assec

La mise en assec ne pourra débuter qu'après l'arrêt des moyens de production, ce qui nécessitera la mobilisation de ressources de substitution.

Concernant le réseau d'eau potable, cette substitution pourra être assurée à partir du réservoir de Salvi, d'une capacité de 40 000 m³.

Pour le réseau d'eau brute, l'alimentation des abonnés pourra être réalisée à partir de la prise de la Figarella, à compter du 1^{er} octobre, conformément à l'arrêté préfectoral du 17 septembre 2009 encadrant l'exploitation de cet ouvrage. Cette possibilité reste toutefois conditionnée à la disponibilité de la ressource, le débit réservé entre le 1^{er} octobre et le 31 mai étant fixé à 95.8 L/s.

Une approche sécuritaire vis-à-vis de la ressource Figarella, nous amène à considérer une date de début de mise en assec au 1^{er} novembre pour les deux scénarii.

4.4 Stock cible à reconstituer pour la saison n+1 à une date visée

Le volume minimum, nécessaire et suffisant, qu'il convient d'avoir reconstitué avant le début de la saison estivale suivante est déterminé à partir de l'étude de la dégradation quantitative du stock du barrage d'E Cotule, ces 15 dernières années.

Les facteurs pris en compte sont : les apports naturels, les consommations, les fuites, les pertes, l'évaporation ainsi que le débit réservé.

Le graphique ci-dessous présente l'abaissement du stock constaté et la date de début de mobilisation de l'ouvrage pour chacune des saisons d'irrigation, de 2010 à 2024.

Le cas le plus défavorable est observé en 2017, année de sécheresse de référence, avec une dégradation quantitative du stock maximale atteignant 4.4 hm³ et un début de mobilisation précoce, en semaine 15, soit la 2^e semaine du mois d'avril.

Aussi bien dans le cas du scénario médian que dans le scénario critique, le stock visé sera de 4.7 hm³ correspondant à cette dégradation de stock maximale connue augmentée d'une marge de 0.3 hm³ de façon à intégrer les volumes situés en dessous de la limite d'exploitation du barrage.

La date visée pour la reconstitution de ce stock cible est la semaine 15 (observation 2017) pour le scénario critique et la semaine 20 (médiane de la série de donnée) pour le scénario médian.

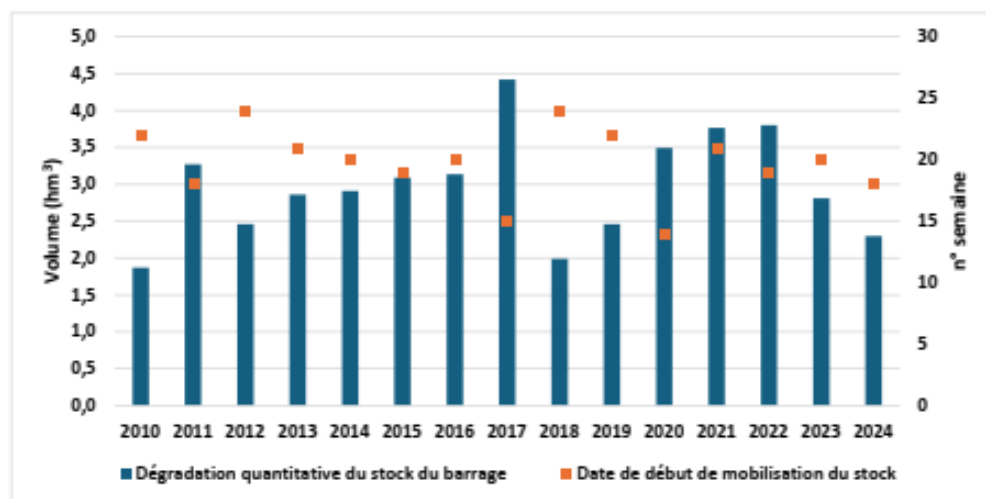


Figure 10 : Dégradation quantitative du stock du barrage d'E Cotule et date de début de mobilisation du stock

4.5 Hydrologie au droit du barrage

L'estimation de l'hydrologie du Reginu (débits moyens mensuels et statistiques) au droit du barrage d'E Cotule est issue de la note technique n° SI AES 2025 CP 05 V2 Justification du besoin de stockage supplémentaire au niveau du barrage d'E Cotule.

Le remplissage du barrage d'E Cotule s'effectue en période hivernale à partir des apports hydrologiques du Fiume di Reginu et ses deux affluents principaux, le Pianu et l'Aldinu.

La surface du bassin versant drainée au droit du barrage est de 42.6 km².

Depuis le mois de septembre 2018, l'OEHC assure le suivi quantitatif de la ressource en eau sur ce bassin versant au niveau de la station hydrométrique du Reginu à U Filicetu. La superficie jaugée en ce point est de 14.2 km².



Figure 11 : Localisation de la station hydrométrique du Reginu à U Filicetu au sein du bassin versant en amont du barrage d'E Cotule

La ressource en eau au droit du barrage est reconstituée à partir de la transposition des données de la station hydrométrique d'U Filicetu (2018-2025).

On admet la relation suivante :

$$Q_{E\ Cotule} = Q_{Station\ hydro} \left(\frac{S_{BV\ E\ Cotule}}{S_{BV\ Station\ hydro}} \right)^{0.6}$$

Avec :

$Q_{E\ Cotule}$: Débit au droit du barrage d'E Cotule (m³/s)

$Q_{Station\ hydro}$: Débit à la station hydrométrique du Reginu à U Filicetu (m³/s)

$S_{BV\ E\ Cotule}$: Surface du bassin versant du barrage d'E Cotule (km²)

$S_{BV\ Station\ hydro}$: Surface du bassin versant à la station du Reginu à U Filicetu (km²)

L'hétérogénéité altimétrique constatée entre les deux bassins versants considérés conduit fort logiquement à des productivités différentes.

Ce constat est intégré au calcul avec l'application d'un exposant 0.6 (coefficient de Myer) au rapport des superficies des bassins versants.

Compte tenu de l'écart relatif entre la superficie des deux bassins versants considérés ($\frac{S_{BV \text{ E Cotule}}}{S_{BV \text{ Station hydro}}} \neq 1$), il existe une certaine sensibilité à la variation de ce coefficient.

Aussi, la valeur retenue (0.6) est plutôt sécuritaire, mais conduit à des résultats réalistes.

Le débit moyen interannuel calculé au barrage est de 300 L/s, soit un débit spécifique de 7 L/s/km². La ventilation mensuelle obtenue est donnée dans la figure ci-dessous.

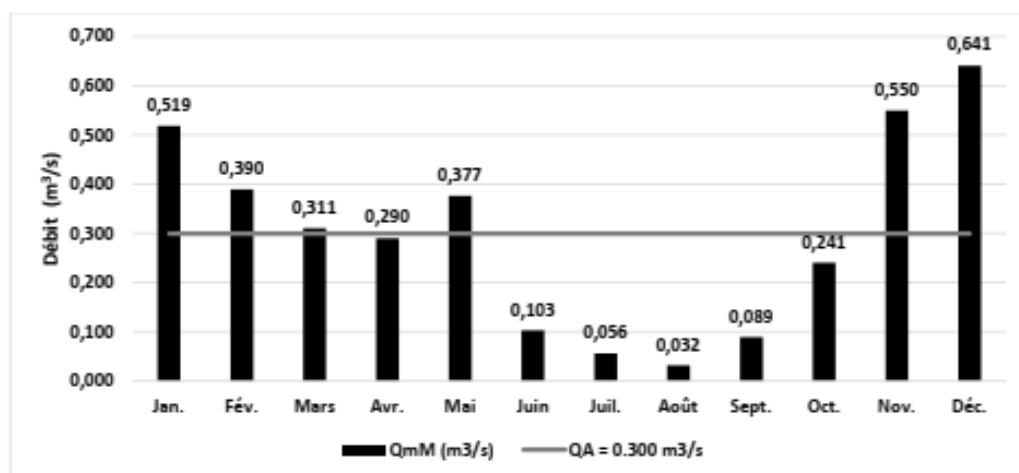


Figure 12 : Hydrologie reconstituée au droit du barrage d'E Cotule à partir des données mesurées à la station hydrométrique du Reginu à U Filicetu

Les débits moyens mensuels et statistiques associés à différentes périodes de retour considérées sont approchés à partir d'une loi log-normale et présentés dans le tableau suivant.

Débit (m³/s)	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
QmM 20 S	0.079	0.061	0.054	0.059	0.099	0.019	0.004	0.005	0.009	0.009	0.118	0.266
QmM 10 S	0.111	0.085	0.075	0.079	0.127	0.026	0.006	0.007	0.013	0.016	0.155	0.315
QmM 5 S	0.167	0.129	0.111	0.112	0.172	0.038	0.010	0.011	0.022	0.031	0.217	0.388
QmM 2	0.367	0.284	0.234	0.218	0.304	0.078	0.028	0.023	0.055	0.113	0.411	0.577
QmM 5 H	0.806	0.626	0.493	0.425	0.539	0.160	0.080	0.050	0.138	0.410	0.779	0.858
QmM 10 H	1.217	0.946	0.729	0.602	0.727	0.232	0.138	0.075	0.225	0.802	1.088	1.056
QmM 20 H	1.709	1.330	1.006	0.804	0.931	0.317	0.217	0.105	0.336	1.397	1.434	1.254
QmM (2018-2025)	0.519	0.390	0.311	0.290	0.377	0.103	0.056	0.032	0.089	0.241	0.550	0.641

4.6 Débits de mise en assec

4.6.1 Débit de restitution

Pour rappel, le volume à restituer s'élève à :

- 3.39 hm³ (3.51 hm³ au-dessus de la CME – 0.12 hm³ du culot) dans le scénario médian ;
- 4.47 hm³ (4.59 hm³ au-dessus de la CME – 0.12 hm³ du culot) dans le scénario critique.

Sur la base de l'étude des débits entrants à barrage plein de 2018 à 2025, la restitution maximale est fixée à 6 m³/s. En effet, un tel niveau de déversement est couramment observé au niveau du barrage et n'engendrerait aucun impact sur le milieu naturel.

Une étude statistique de la série de données disponible permet de conclure qu'un tel débit n'excède pas une période de retour biennale.

4.6.2 Débit de vidange

Le volume à vidanger est de 0.12 hm³.

Comme indiqué précédemment, le milieu naturel en aval du barrage reçoit régulièrement des débits de l'ordre de 6 m³/s.

Toutefois, au regard de la qualité des eaux situées au niveau du culot de l'ouvrage, il est décidé de limiter l'abaissement du stock à 0.5 m³/s lors de la phase de vidange, et ce, afin de réduire les impacts environnementaux.

5. Etude de deux scénarii encadrants et calendrier prévisionnel

5.1 Scénario médian

Le volume cible à atteindre en amont de la saison estivale n+1 est fixé à 4.7 hm³ (cas le plus défavorable de dégradation de stock observé en 2010 à 4.4 hm³ auquel est ajoutée une marge de 0.3 hm³ correspondant au volume non exploitable en fond d'ouvrage).

Dans le cas d'un scénario médian, il conviendrait d'atteindre ce niveau de stock en semaine 20, soit à la mi-mai (date médiane de début de mobilisation du stock du barrage).

Le tableau ci-dessous indique la date de début de reconstitution du stock nécessaire pour obtenir ce volume à la date souhaitée, en fonction du débit moyen sur la période. Le temps de retour de ce débit sur ladite période de reconstitution de stock est calculé par ajustement statistique à une loi de Galton à partir des données de débit moyen reconstituées au barrage de 2018 à 2025 (n = 7).

Débit de remplissage (m ³ /s)	Débit de remplissage - Débit réservé (m ³ /s)	Temps pour reconstituer 4.7 hm ³ (j)	Date de début de reconstitution pour atteindre 4.7 hm ³ en semaine 20	Temps de retour du débit sur la période de reconstitution considérée
0.3	0.27	201	25-oct.	16 S
0.35	0.32	170	26-nov.	4 S
0.4	0.37	147	18-déc.	2
0.45	0.42	130	5-janv.	3 H
0.5	0.47	116	19-janv.	6 H

L'intervalle de débit moyen de remplissage admis dans un cas médian à tendance légèrement sèche serait de 320 à 370 L/s impliquant un début de remplissage entre le 26 novembre et le 18 décembre pour obtenir le stock visé de 4.7 hm³ en semaine 20 (mi-mai).

Avec une durée d'assec de 8 jours, la vidange doit s'achever, dans ce cas, le 17 novembre.

Le début de mise en assec étant programmé au 1^{er} novembre dans ce cas médian, le temps de vidange obtenu est de 16 jours.

Ainsi, avec un volume à vidanger de 3.51 hm³ dans le cas médian, les débits de vidange peuvent être ventilés comme suit :

- 13 jours à 3.4 m³/s = 3 m³/s (3.51 – 0.12 = 3.39 hm³ sur 13 jours) + 0.4 m³/s de débit entrant en novembre, dans le cas d'une année médiane ;
- 3 jours à 0.5 m³/s (0.12 hm³ situés sous la CME).

Dans ces conditions, l'assec se produit autour de la 3^e semaine du mois de novembre (du 18 au 25 novembre) et le remplissage reprend le 26 novembre.

Avec un débit moyen de remplissage de 320 L/s jusqu'à la mi-mai, correspondant à une année quadriennale sèche, le volume cible de 4.7 hm³ est reconstitué dans les temps (mi-mai).

Ce scénario n'étant garanti qu'une année sur 2, il convient d'étudier un scénario critique, plus restrictif.

5.2 Scénario critique

Dans le cas d'un scénario critique, le volume à vidanger est fixé à hauteur du maximum connu de la chronique, soit 4.59 hm³ (observation 2010). La restitution de ce volume pourrait être initiée le 1^{er} novembre, date à laquelle des moyens de substitution de la ressource sont disponibles au regard du nécessaire arrêt de la production.

La restitution de la tranche d'eau située au-dessus de la CME (4.47 hm³ = 4.59 – 0.12 correspondant au volume du culot opérée sous un débit majoré à 6 m³/s nécessite 10 jours.

En tenant compte des entrants sur cette période (780 L/s dans le cas d'un mois de novembre quinquennal humide induisant 0.7 hm³ supplémentaires à évacuer sur la durée de vidange), ce temps est majoré de 3 jours.

La vidange des 0.12 hm³ relatifs au culot de l'ouvrage nécessite 3 jours, sous 0.5 m³/s.

La durée totale de mise en assec serait, dans ce cas, de 16 jours.

Une initiation des opérations de restitution le 1^{er} novembre conduirait donc à une finalisation de la mise en assec le 16 novembre.

En tenant compte des 8 jours d'assec du 17 au 25 novembre, le remplissage de la retenue pourra s'initier le 26 novembre.

Les données hydrologiques relevées de 2018 à 2025, reconstituées au barrage, permettent un ajustement à une loi de Galton des débits moyens observés sur la période de remplissage de l'ouvrage, à savoir du 26 novembre au 12 avril (semaine 15), soit 137 jours. Les débits moyens statistique sur cette période sont ainsi déterminés et les volumes de remplissage correspondants déduits.

Dans le cas d'un scénario critique, le volume cible à atteindre pour le début de la saison estival n+1 reste de 4.7 hm³ (dégradation maximale de stock observée en 2010, 4.4 hm³ augmentée d'une marge de 0.3 hm³ correspondant au volume situé sous la limite exploitable).

Période de retour (ans)	Débit de remplissage (m ³ /s)	Débit de remplissage - Débit réservé (m ³ /s)	Volume de remplissage du 26/11 au 12/04 (hm ³)	Déficit par rapport au volume cible de 4.7 hm ³ (hm ³)
20 S	0.246	0.216	2.57	2.13
10 S	0.279	0.249	2.97	1.73
5 S	0.325	0.295	3.52	1.18
2	0.437	0.407	4.85	-

Si en année médiane, les seuls apports propres du bassin versant du barrage suffisent à atteindre et même un peu dépasser (de 0.15 hm³) le stock cible (4.7 hm³) en semaine 15, les déficits de remplissage constatés dans le cas d'une recharge hydrologique sèche nous incitent à envisager la sollicitation de la ressource Figarella, sur cette période de remplissage restreinte à 137 jours :

Période de retour (ans)	Déficit par rapport au volume cible de 4.7 hm ³ (hm ³)	Débit moyen à mobiliser depuis la Figarella sur 137 j pour combler le déficit (m ³ /s)
20 S	2.13	0.180
10 S	1.73	0.146
5 S	1.18	0.100

En année sèche, les débits à transférer depuis le bassin versant de la Figarella pour atteindre les 4.7 hm³ en semaine 15 pourraient rester compatibles avec la ressource en eau disponible et la capacité de transfert du réseau, tant que la recharge n'excède pas une période de retour décennale sèche (soit un maximum de 150 L/s à transférer, en moyenne, lors de la phase de remplissage).

Au-delà de ce seuil, l'atteinte du stock cible (4.7 hm³) à la date visée n'est plus garantie si la restitution ne démarre pas avant le 1^{er} novembre.

Dans le cas d'une année critique, caractérisée par un reliquat important à évacuer en raison d'une période estivale précédente humide, cette hypothèse de démarrage anticipé devient tout à fait recevable.

Cela conduit à définir et rechercher une date d'objectif de fin de mise en l'assec qui permettrait d'atteindre le stock visé dans tous les scénarios hydrologiques, y compris les plus défavorables au sens de la vidange (période estivale humide suivie d'une recharge sèche).

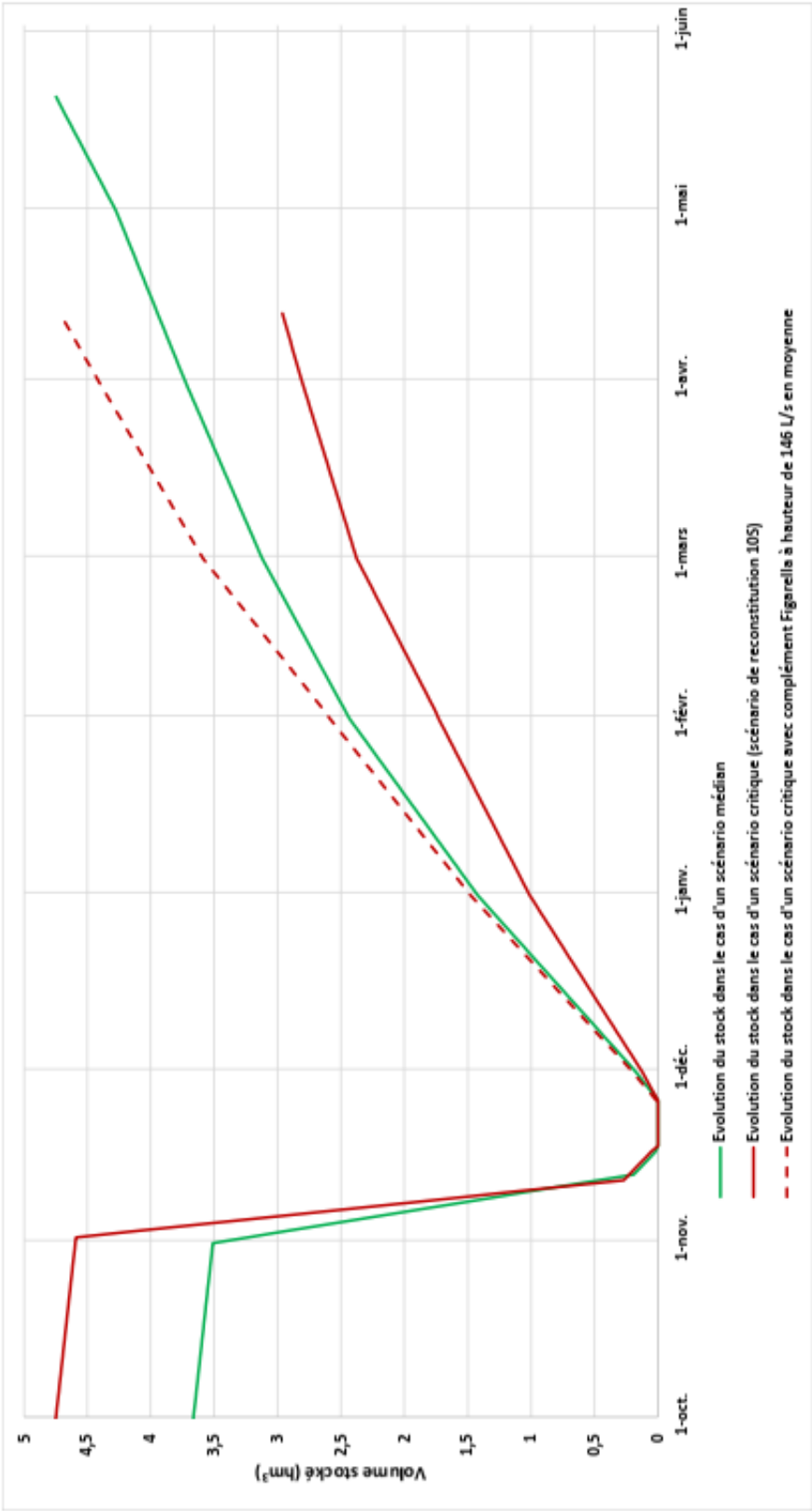


Figure 13 : Evolution du stock du barrage d'E Cotule (vidange et reconstitution de stock) dans le cas d'un scénario médian, critique et avec le complément apporté par la Figarella

5.3 Date d'objectif de fin de mise en assec

Dans le cas de conditions initiales défavorables, notamment en présence d'un reliquat important à restituer en fin de saison, il est recommandé d'anticiper les opérations de mise en assec dès le courant du mois d'octobre.

Une arrière-saison humide permettrait, en effet, de mobiliser la ressource de substitution depuis le bassin versant de la Figarella, a priori disponible dans ce contexte, pour compenser la mise à l'arrêt de la production au niveau du barrage d'E Cotule.

La date d'objectif de fin de mise en assec est ainsi déterminée de manière à garantir l'atteinte du stock cible de 4.7 hm^3 à la date visée (semaine 15), permettant de faire face à une saison estivale type 2017 l'année $n+1$, y compris dans les conditions les plus défavorables au sens de la vidange (période estivale humide suivie d'une recharge hivernale vicennale sèche).

S'agissant de la reconstitution du stock du barrage d'E Cotule, les résultats suivants sont obtenus par itération :

- Période de remplissage : du 9 novembre au 12 avril ;
- Recharge hydrologique vicennale sèche au niveau du bassin versant du Reginu, soit un débit entrant de 267 L/s , en moyenne, sur la période considérée, auquel il convient de retrancher 30 L/s de débit réservé ;
- Débit moyen transféré depuis la Figarella jusqu'au barrage d'E Cotule, pendant la durée de la reconstitution du stock de l'ordre de 110 L/s , dans une logique sécuritaire intégrant le contexte hivernal plutôt sec ;

Dans ces conditions, le stock cible serait atteint à la date visée.

En tenant compte des 8 jours d'assec fixés (du 1^{er} au 8 novembre), la mise en assec de la retenue doit être achevée le 31 octobre.

L'évacuation du reliquat critique observé en 2010 (4.47 hm^3) s'effectue comme suit :

- 13 jours de restitution (sous $6 \text{ m}^3/\text{s}$) ;
- 3 jours de vidange (sous $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$).

Ainsi, un démarrage des opérations le 15 octobre permet de sécuriser la reconstitution du stock requis, même dans le scénario le plus défavorable combinant un été humide (type 2010) et une recharge hivernale vicennale sèche. Ce calendrier garantit la satisfaction des besoins en eau de la Balagna en saison estivale $n+1$, y compris dans le cas d'une année de sécheresse extrême comme 2017.

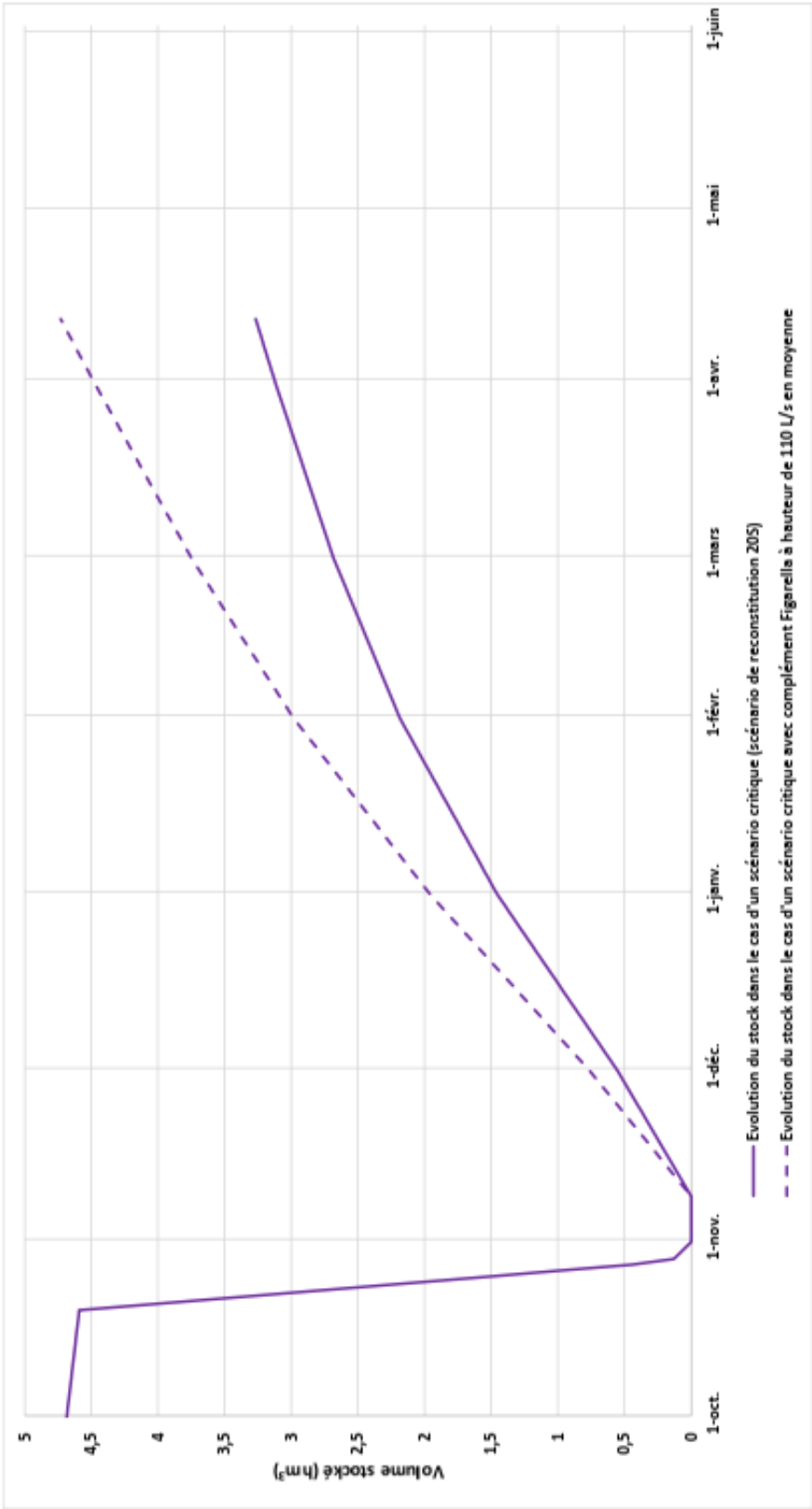


Figure 14 : Scénario de reconstitution du stock cible à la date visée dans les conditions les plus défavorables au sens de la vidange, en intégrant une mise en assec anticipée (fin de la vidange au 31 octobre)

6. Eléments conclusifs

6.1 Synthèse des résultats obtenus dans les différents scénarii étudiés

Ce protocole vise à encadrer une vidange programmée du barrage d'E Cotule, tout en assurant la sécurité de l'ouvrage, la continuité du service et la préservation du milieu naturel.

L'analyse menée dans le cadre du présent protocole permet de définir les conditions optimales de mise en assec, en tenant compte des contraintes hydrologiques, hydrauliques, environnementales et opérationnelles propres à l'ouvrage. Elle repose sur l'étude de deux scénarii encadrants, médian et critique, construits à partir de données historiques et de modélisations hydrologiques.

Dans les deux cas, un début des opérations de mise en assec est d'abord envisagé au 1^{er} novembre, selon une approche sécuritaire vis-à-vis de la ressource Figarella, mobilisée comme ressource de substitution en raison de l'arrêt nécessaire de la production au niveau du barrage.

Dans ces conditions, la présente étude démontre que la reconstitution du volume cible de 4.7 hm³ à la date visée est assurée par les seuls apports propres du bassin versant du Reginu dans un scénario médian à humide. En revanche, dans un contexte hydrologique plus contraint, un remplissage complémentaire depuis la Figarella est indispensable.

Aussi, la mobilisation anticipée de la Figarella comme ressource de substitution au barrage d'E Cotule constitue un levier essentiel. Dès lors que cette ressource est disponible et permet de couvrir l'ensemble des besoins du réseau d'eau brute, la production du barrage doit être arrêtée sans attendre (à partir du 1^{er} octobre, sous réserve de disponibilité). Cette substitution permet d'initier en amont les opérations de mise en assec et le gain de temps peut alors être réinvesti dans la phase de remplissage.

Si la fin de mise en assec est atteinte le 31 octobre au plus tard, alors la reconstitution du stock cible à la date visée sera vérifiée, garantissant la satisfaction des besoins en eau de la saison n+1 y compris en cas de sécheresse historique type 2017. Dans ce cas également, un complément de remplissage depuis la Figarella devra impérativement être anticipé.

Dans le cas où les contraintes d'exploitation ne permettent pas un démarrage anticipé des opérations au cours du mois d'octobre, une mise en assec du 1^{er} au 16 novembre, avec un début de remplissage le 26 novembre, garantirait l'atteinte du stock cible à la date visée en scénario critique, jusqu'à une phase de remplissage décennale sèche sur le bassin versant du Reginu, tout en intégrant les apports complémentaires de la Figarella.

Cette dernière configuration qui cumulerait une indisponibilité de la Figarella jusqu'au 01/11 en dépit d'une période estivale humide type 2010 (impliquant un reliquat à évacuer majoré), suivie d'une saison hivernale décennale sèche, et d'un été historiquement sec type 2017 (exigeant le stock cible en semaine 15) constitue un cadre très sécuritaire.

Enfin, ces résultats intègrent l'autorisation d'un débit de restitution de 6 m³/s et d'un débit de vidange de 0.5 m³/s.

6.2 Recommandations

Sur le plan opérationnel, plusieurs recommandations sont formulées compte tenu des incertitudes pesant sur le scénario hydrologique à venir (aussi bien concernant la période de recharge que la saison estivale suivante) :

- **Démarrer les opérations de vidange le plus tôt possible afin de gagner du temps pour la reconstitution du stock :**
 - Solliciter la Figarella sans attendre, à partir du 1^{er} octobre, dès que sa disponibilité est confirmée et permet l'alimentation intégrale du réseau ;
 - Mettre à l'arrêt la production au niveau du site d'E Cotule ;
 - Mettre en œuvre un dispositif de pompage à vitesse variable (30 L/s) pour booster la Figarella sur l'étage Haut Service ;
- **Optimiser la reconstitution du stock de l'ouvrage avec une mobilisation de la ressource Figarella en complément, dès le début de la phase de remplissage :**
 - Afin d'optimiser le débit transféré, le retour des eaux s'effectuera par la conduite en 500 mm du Moyen Service ;
 - Le dispositif de pompage à vitesse variable de réalimentation de l'étage Haut Service sera également mobilisé ;

Ces recommandations visent à sécuriser l'opération de vidange tout en garantissant la disponibilité de la ressource pour la saison suivante, quelles que soient les conditions hydrologiques rencontrées.

9.3 NOTE SI AES 2025 PS 04 REVISION 1 – ESTIMATION DES TEMPS D'UNE VIDANGE EN SITUATION D'URGENCE



Bastia, le 28/03/2025

Service Ingénierie
Serviziu Ingenieria

Affaire suivie par / *Cartulare curatu da* : Philippe SERRA
Courriel / *Indirizzu elettronicu* : p.serra@oehc.corsica

Note technique n° SI AES 2025 PS 04 Révision 1

Barrage d'E Cotule

**Estimation des temps de vidange en intégrant la rehausse de la cote
de retenue normale à 114,50 NGF**

I.	PREAMBULE :	2
II.	DETERMINATION DE LA COTE NGF CORRESPONDANT A UNE DEMI-CHARGE HYDRAULIQUE SUR L'OUVRAGE.	2
A.	I.1 METHODE DE CALCUL.....	2
B.	I.2 CALCUL DES POUSSEES - DETERMINATION DE LA COTE DE DEMI-CHARGE HYDRAULIQUE.....	4
III.	DEBIT VIDANGE LIMITE :	4
IV.	ESTIMATION DES TEMPS DE VIDANGE :	4
A.	III.1 METHODE ET DONNEES D'ENTREE :	4
B.	III.2 RESULTATS DU CALCUL :	5
V.	CONCLUSION :	7

I. Préambule :

L'objectif de la présente note est de vérifier les temps de vidange de la retenue du barrage d'E Cotule à l'issue de l'augmentation de la cote de retenue normale de l'ouvrage à 114,50 NGF, et ce vis-à-vis des recommandations CFBR suivantes :

- Abaissement du plan d'eau à la cote de demi poussée hydraulique en moins de 8 jours ;
- Vidange totale de la retenue en moins de 21 jours.

La présente note comporte le calcul de la cote de demi-poussée, ainsi que les résultats relatifs aux temps de vidange.

II. Détermination de la cote NGF correspondant à une demi-charge hydraulique sur l'ouvrage.

A. I.1 Méthode de calcul

Il s'agit de déterminer la cote à laquelle la poussée hydraulique est égale à la moitié de la poussée hydraulique générée par un plan d'eau à RN.

Cette cote est dimensionnante pour les dispositifs de vidange, car elle doit pouvoir être obtenue à partir d'un barrage plein en moins de huit jours.

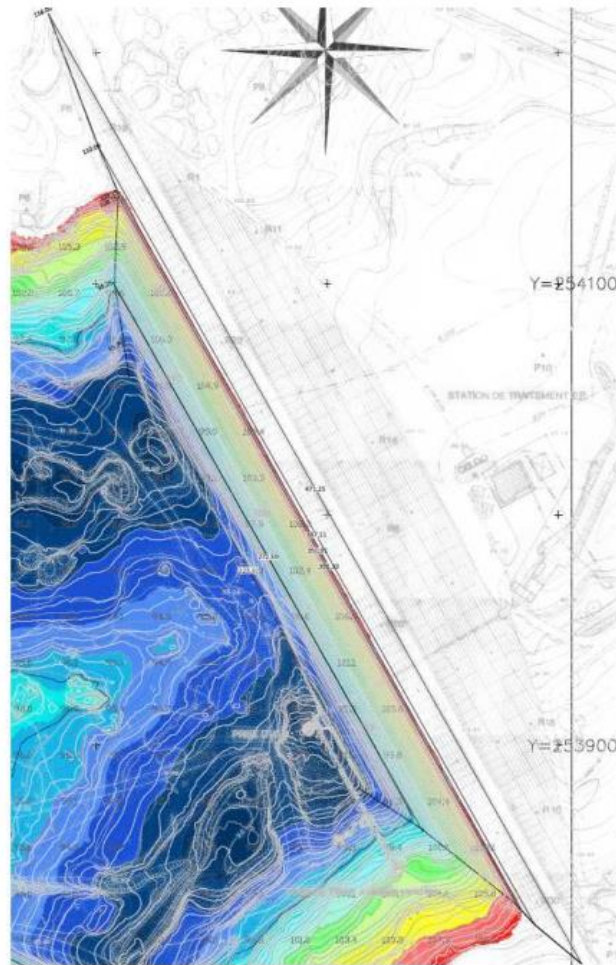
La méthode utilisée pour calculer cette cote est décrite ci-dessous.

En premier lieu, le barrage est considéré comme plan.

La largeur au miroir du masque amont du barrage est estimée par interpolations linéaires selon les données suivantes :

Cote NGF	88 (*)	93.75	108.75	109.25	110	116
Largeur (m)	176 (*)	224	351	355	387	471

Ces valeurs résultent de relevés issus du plan topographique suivant de l'amont du barrage, hors (*) issue de la mesure du barrage à la cote TN sur le masque aval.



Il est ensuite procédé à un calcul par tranche pour calculer la poussée sur l'ouvrage :

La force de poussée notée F est estimée, en calculant dF pour chaque tranche d'eau, comme suit :

$$dF = f(h, H_{\text{pleau}}) * dh \quad \text{avec } H_{\text{pleau}} \text{ fixe.}$$

$$dF = \rho * g * (H_{\text{pleau}} - h) * \text{Largeur}(h) * dh$$

Les grandeurs obtenues sont ensuite additionnées par tranche d'eau, à partir de la cote H_0 cote du point le plus bas de l'ouvrage à être soumis à une poussée hydraulique.

On procède en premier lieu au calcul de la poussée totale à retenue normale avec un pas de calcul de 2.5 cm.

Dans un deuxième temps on détermine par la même méthode de calcul la hauteur de plan d'eau générant la demi-poussée hydraulique.

Ces valeurs sont déterminées à l'aide d'un solveur sur logiciel type « Excel ».

B. I.2 Calcul des poussées - Détermination de la cote de demi-charge hydraulique

La cote basse à laquelle on applique la poussée est prise comme égale à la cote du terrain naturel à l'aval immédiat de l'ouvrage soit 88 NGF, ce qui est une hypothèse sécuritaire si l'on met en regard cette cote avec la courbe hauteur - volume du barrage qui débute à la cote 94 (Source EDD 2015 – document « P.005586_RP45_rev3_EDD Codole »)

Pour diminuer de 50% la poussée hydraulique sur l'ouvrage, l'application numérique conduit à une cote de 107,55 NGF.

III. Débit vidangé limite :

Le débit maximum de vidange est donné par le document « EDD « P.005586_RP45_rev3_EDD Codole » ; à savoir 12 m³/s à RN actuelle (112,84 NGF)

De manière sécuritaire également, on considérera que le débit maximum restera égal à la cote 114,50 NGF soit 12 m³/s, ce qui déterminera les conditions initiales du calcul de vidange du barrage ainsi que la loi hauteur / débit de vidange.

La restitution sera considérée à la cote 87.50 NGF.

IV. Estimation des temps de vidange :

A. III.1 Méthode et données d'entrée :

La méthode utilisée consiste en l'utilisation d'un code de laminage de crue basé sur la méthode RK4 en utilisant en paramètres d'entrée un hydrogramme nul et en intégrant une loi de vidange de type :

$$Q = \alpha * (H_{\text{pleau}} - H_{\text{restitution}})^{0.5}$$

Le coefficient α est obtenu comme suit :

Le débit de vidange est fixé à 12 m³/s pour un plan d'eau à la cote 114.50 NGF.

La restitution se situe à la cote 87.50 NGF

debit vidange de fond à RN	12
restitution	87,5
RN	114,5
Hactivation	94,001

La courbe hauteur surface utilisée est la suivante, elle est construite à partir de la courbe $V=f(H)$ fournie dans l'étude de danger précitée :

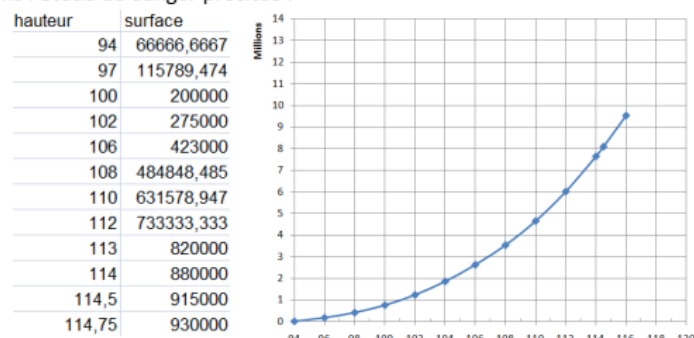


Figure 1 : Tableau des couples hauteur/surface utilisés par le code de laminage et courbe volume=f(H) reconstruite

B. III.2 Résultats du calcul :

1. II.2.1 Calcul avec la géométrie de l'ouvrage relevée sur plans :

La courbe de vidange du barrage a l'aspect suivant :

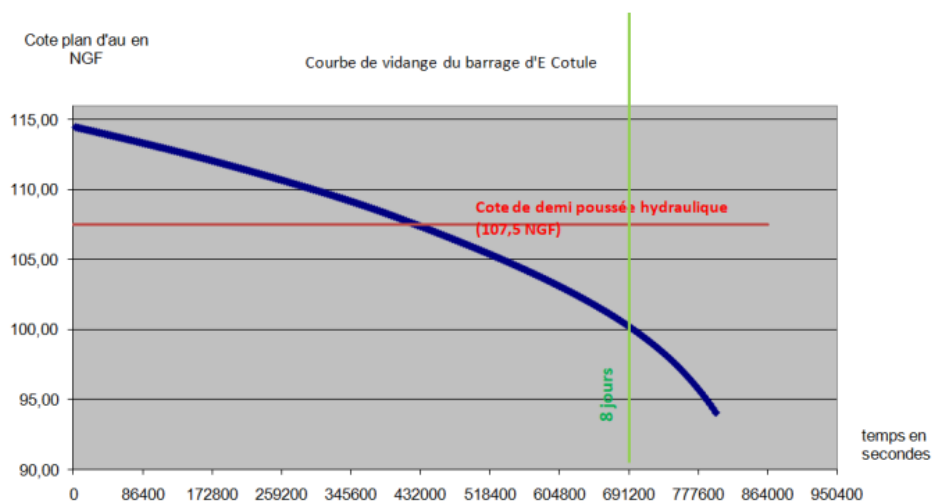


Figure 2 : Evolution de la hauteur du plan d'eau lors d'une vidange avec réglage du débit à 12 m3/s pour une cote de plan d'eau initiale de 114.50 NGF

La cote de demi-charge est atteinte en un peu moins de 5 jours.

La vidange de l'ensemble de l'ouvrage s'effectue quant à elle en une dizaine de jours.

2. II.2.2 Influence de la géométrie de l'ouvrage sur le calcul (sensibilité) :

Il s'agira de calculer le cas extrême dans notre configuration (barrage poids), avec une largeur du masque amont qui ne varierait pas avec la hauteur dans l'ouvrage.

Dans cette configuration très hypothétique, le calcul de la cote de demi-poussée $H_{1/2}$ pour un ouvrage dont le parement est rectangulaire s'écrirait :

$$H_{1/2} = H_{base} + \frac{H_{RN} - H_{base}}{\sqrt{2}}$$

Ce calcul conduit à une « pseudo-cote de demi-poussée » de 106.7 NGF inférieure de 90 cm à la cote calculée précédemment.

Pour autant le calcul de vidange du barrage conduit à un temps égal à 460 800 secondes soit 5 jours 1/3 pour atteindre cette cote, soit environ 8 heures supplémentaires par rapport au calcul de base, et, en tout état de cause dans un délai très inférieur à 8 jours.

V. Conclusion :

- RN : 114.50 NGF
- Cote de demi-poussée hydraulique (intégrant la géométrie de l'ouvrage) : 107.50 NGF
- Temps de vidange sous 12 m³/s : **environ 10 jours**
- Temps de vidange jusqu'à demi-charge : **moins de 5 jours.**

Les temps de vidange sont très inférieurs et donc conformes aux prescriptions d'usage.

9.4 CONVENTION AVEC FEDERATION DE LA PECHE

Une convention amiable a été signé en décembre 2015 entre l’O.E.H.C et la Fédération de la Pêche de la Corse.

Cette convention mentionne notamment :

- Les ouvrages à considérer dont fait partie le barrage de Codole :

ARTICLE I. DESIGNATION

D’une manière générale, le bailleur loue au preneur le droit de pêche, de passage et de réaliser toutes actions nécessaires à la gestion et à la protection du patrimoine halieutique sur les plans d’eau dont il est gestionnaire :

- Les retenues collinaires de Teppe Rosse, Bacciana, Alzitone, Peri et Padula
- Les barrages de Codole, Figari, l’Ospédale, l’Alesani et l’Ortolo

Toutes formes de pêche autres que la pêche à la ligne ou au lancer pratiquées des abords immédiats des plans d’eau ou la pêche d’un bateau à fond plat ou en *float tube*¹ sont formellement interdites. De plus sur les plans d’eau servant à l’alimentation en eau potable et faisant l’objet d’arrêtés préfectoraux avec des servitudes d’utilité publique, l’utilisation d’un bateau (à rame/à pédale/à moteur) ou d’un float tube est **exclue**.

- Les obligations des deux parties dans le cadre d’une vidange :

SOUS SECTION (02) VIDANGE DES RETENUES COLLINAIRES OU BARRAGES

Dans le cadre réglementaire d’un examen technique complet où une vidange complète des ouvrages (barrages ou retenues collinaires) est demandée par les services de l’Etat ou techniquement indispensable, l’O.E.H.C dans la mesure où cette vidange est prévue, donc sans caractère d’urgence, s’engage à en avertir au moins trois mois à l’avance le preneur qui pourra alors procéder, après concertation avec l’O.E.H.C, à une ou plusieurs pêches de sauvegarde. Ces actions seront à la charge du preneur ainsi que celles de conservation des espèces à sauvegarder. De plus, les espèces conservées, en vue d’un repeuplement du plan d’eau devront être des espèces autochtones conformément à la Sous section (05).

Ce délai de trois mois écoulé, l’O.E.H.C pourra réaliser la vidange sans être tenu pour responsable des éventuels dommages occasionnés aux poissons du fait des modalités d’abaissement du plan d’eau.

- La conservation du patrimoine halieutique et de ré-empoissonnement :

SOUS SECTION (05) CONSERVATION DU PATRIMOINE HALIEUTIQUE ET RE-EMPOISSONNEMENT.

Le preneur prendra toutes les dispositions nécessaires à la bonne conservation du patrimoine halieutique autochtone.

Sous réserve des dispositions des articles L 432-10, L 432-11 et L 432-12 du Code de l'Environnement, des règlements pris pour leur application, et des prévisions du plan de gestion dont il est fait état dans la Section 2.02 Sous section (03) Sous section (02), **l'introduction de tout poisson dans les plans d'eau devra être expressément autorisée par l'O.E.H.C. conformément au SDAGE du bassin de Corse en cours de validité.**

Il est réservé pour le preneur, la possibilité de faire procéder à ses frais et en concertation avec l'O.E.H.C, à des pêches exceptionnelles à caractères scientifique, de sauvegarde pour les espèces autochtones ou d'éradication pour les espèces invasives ou allochtones dans le respect des arrêtés préfectoraux.

Les espèces autochtones vivant en eau douce dans les plans d'eau naturels ou artificiels ont été recensées ci-après :

Type d'espèce	Nom commun	Nom latin	Statut
Duçaquicoles	Truite macrostigma	Salmo trutta macrostigma	Protégée
	Truite fario méditerranéenne	Salmo trutta souche méditerranéenne	
	Blennie fluviatile	Blennius fluviatilis	Protégée
	Epinoche	Gasterosteus aculeatus	Rare
Amphibiotique et thalassotoque	Anguille	Anguilla anguilla	Vulnérable
Amphibiotique et potamotoque	Alose feinte	Alosa fallax	Vulnérable, protégée

- La capture de certaines espèces :

SOUS SECTION (06) CAPTURES.

Le bailleur pourra désigner parmi les espèces susceptibles de provoquer des déséquilibres biologiques, notamment les espèces invasives celles que le preneur ou ses délégués auront l'obligation de détruire, et fixera les conditions de cette destruction.

Par ailleurs, si l'O.E.H.C constate que l'état sanitaire des populations de poissons ou que la présence d'espèces provoquant des déséquilibres biologiques est de nature à porter préjudice au peuplement piscicole, il pourra demander au preneur, de pratiquer, dans un délai déterminé et dans le respect de la réglementation en vigueur, des pêches exceptionnelles.

Si le preneur souhaite capturer des poissons à des fins de reproduction ou de repeuplement, dans le respect de la réglementation en vigueur notamment du SDAGE du bassin de Corse, il devra préalablement à toute démarche administrative avoir obtenu l'accord exprès de l'O.E.H.C.

- La définition de zone de pêche pour éviter notamment les risques liés à l'exploitation de nos ouvrages ;

ARTICLE III. EXERCICE DU DROIT DE PECHE

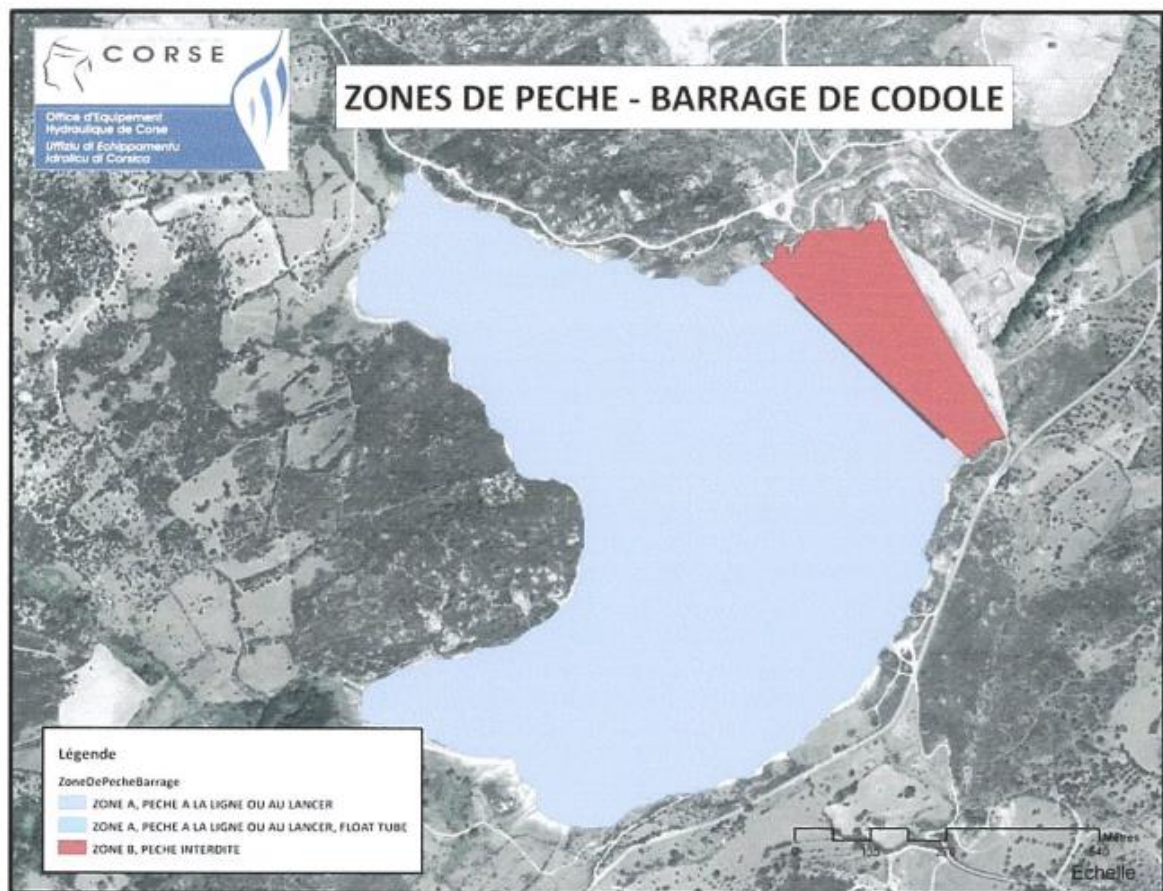
Le droit de pêche du présent bail concerne dix ouvrages, à savoir :

- En région Sud-est, les barrages de l'Ospédale et Figari
- Dans le Sartenais, le barrage de l'Ortolo
- En plaine orientale, les retenues collinaires de Teppe Rosse, Bacciana, d'Alzitone, de Peri et le barrage de l'Alesani
- Dans le Nebbio, la retenue de Padula
- En Balagne, le barrage de Codole.

Au regard des risques liés à l'exploitation des ouvrages précités, notamment ceux liés aux prélèvements et aux aménagements présentant un risque de chute (digue, évacuateur de crues...), des zones ont été délimitées :

- Zone A dans lesquelles la pêche³ est autorisée
- Zone B dans lesquelles la pêche, sous toute ses formes, est interdite

Des cartes de chaque plan d'eau, avec la délimitation des zones A et B sont rassemblées en annexe.



- L'interdiction de la navigation de toute forme sur les plans d'eau, d'eau potable :

SECTION 3.02 RETENUE COLLINAIRE DE PADULA ET BARRAGES DE FIGARI ET DE CODOLE

Les plans d'eau de Padula, Figari et Codole servent à l'alimentation en eau potable et à ce titre font l'objet de périmètres de protection mis en place pour protéger la ressource en eau. **Dans ce cadre réglementaire, le canotage et la baignade y sont interdits.**

De plus, sur ces trois plans d'eau, **le droit de pêche est limité uniquement à la pêche à ligne depuis la rive sans utilisation d'un bateau quel qu'en soit le type, ou d'un float tube.**

La pêche en groupe ou les manifestations du type « fête de la pêche » doivent faire l'objet d'une demande écrite à l'O.E.H.C, définissant les modalités (nombre de personnes, lieux, objectifs, restauration, gestion des déchets...), au moins un mois avant la date envisagée pour l'événement.

9.5 DESCRIPTION SIMPLIFIÉE DU PHÉNOMÈNE DE RELARGAGE EN FOND DE PLAN D'EAU

Le relargage est le phénomène de libération d'éléments dissous par les sédiments en conditions anoxiques, entraînant une augmentation de la conductivité et un risque de dégradation de la qualité de l'eau.

1. Phénomène de Stratification thermique avec une séparation en 3 strates :

- Épilimnion : surface, bien oxygénée.
- Métalimnion : thermocline, zone de transition.
- Hypolimnion : fond, isolé, sans brassage.

La consommation de l'oxygène s'effectue par dégradation de la matière organique ce qui provoque une anoxie.

En conditions réductrices, les sédiments relargue plusieurs éléments par libération d'ions dans l'eau.

2. Paramètres relargués

Les éléments relargués sont les suivants

- Fer (Fe^{2+})
- Manganèse (Mn^{2+})
- Ammonium (NH_4^+)
- Phosphates (PO_4^{3-})
- Sulfures (H_2S) (si anoxie sévère)

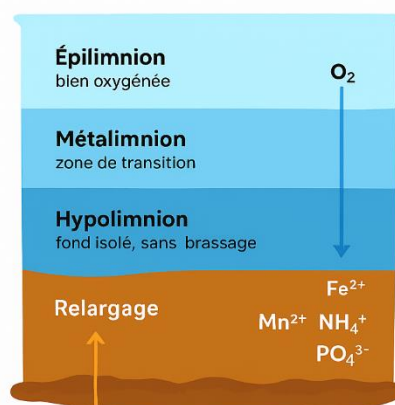
3. Conséquences

- Augmentation de la conductivité de l'hypolimnion (ions dissous provenant des sédiments).
- Risque d'eutrophisation : phosphates relargués qui sont des nutriments pour les algues.
- Turbidité et coloration : (Fe/Mn oxydés lors du brassage automnal).
- Dégradation de la qualité de l'eau potable (métaux, ammonium, goût/odeur).

4. Indicateurs de suivi du phénomène

- Oxygène dissous (O_2) → chute rapide en hypolimnion.
- Conductivité → augmentation progressive en fond de plan d'eau.
- Fer et manganèse dissous → traceurs du relargage.
- Ammonium (NH_4^+) et phosphates (PO_4^{3-}) → impact direct sur la qualité et l'eutrophisation.

Relargage au fond des plans d'eau stratifiés



1. Phénomène

- Stratification
- Consommation d'oxygène par dégradation de la matière organique
- Conditions réductrice à anoxie

2. Conséquences

- Augmentation de la conductivité et enorganiée en hypolimnion
- Risque d'eutrophisation

2. Substances relarguées

- Fer (Fe^{2+})
- Manganèse (Mn^{2+})
- Ammonium (NH_4^+)
- Phosphates (PO_4^{3-})

4. Indicateurs de suivi

- Oxygène dissous (O_2) rapide chute en la zone
- Conductivité anproressive alerte à l'ancge
- Fer et manganèse dissous Leomaine sors de paroman

9.6 DONNEES D'AMMONIUM ET DE TEMPERATURE EN FONCTION DES COTES DU PLAN D'EAU

Trimestre 1 ^{er}	Moyenne de Température	Moyenne d'Ammonium
89	9,5011365	0,016666667
90	9,758293154	0,016666667
91	9,617692786	0,041666667
92	9,515705941	0,045454545
93	9,536292944	0,056666667
94	9,543895611	0,053333333
95	9,577048889	0,046666667
96	9,585430111	0,0425
97	9,597334389	0,0425
98	9,608714667	0,044166667
99	9,629643889	0,043333333
100	9,645549278	0,0425
101	9,681945667	0,043333333
102	9,746684361	0,0425
103	9,813241333	0,041666667
104	9,839109	0,041666667
105	9,957232889	0,041666667
106	10,07236311	0,041666667
107	10,12631333	0,041666667
108	10,19875994	0,041666667
109	10,59272333	0,040909091
110	10,58629985	0,038888889
111	10,61054115	0,038888889
112	10,570554	0,035714286

2 ^{ème} Trimestre	Moyenne de Température	Moyenne d'Ammonium
90	14,4166	0,16
91	14,4787037	0,263333333
92	14,44953846	0,371756757
93	14,52554054	0,3125
94	14,55378378	0,294772727
95	14,62717949	0,278695652
96	14,63883117	0,25
97	14,66987013	0,232340426
98	14,71883117	0,194468085
99	14,80657895	0,197391304
100	14,97493506	0,165957447
101	15,13974026	0,143191489
102	15,44171053	0,111702128
103	16,27844156	0,090851064

104	16,94210526	0,07893617
105	17,78103896	0,066170213
106	18,63441558	0,062340426
107	19,32038961	0,063191489
108	19,80792208	0,060425532
109	20,24142857	0,06106383
110	20,61619718	0,063111111
111	20,83777778	0,067142857
112	20,81844444	0,085

3^{ème} Trimestre	Moyenne de Température	Moyenne d'Ammonium
90	20,87839513	0,037179487
91	20,73338755	0,137790489
92	20,73439078	0,150276124
93	20,85754593	0,135555556
94	20,79371598	0,136195652
95	20,88580796	0,12826087
96	20,9891583	0,123555556
97	20,99660076	0,109354839
98	21,11957856	0,12989011
99	21,11485857	0,099569892
100	21,33074772	0,098355556
101	21,89854823	0,078461538
102	23,06383105	0,057934783
103	24,00799795	0,043555556
104	24,44044429	0,043956044
105	24,72530512	0,040549451
106	25,03593186	0,037701149
107	25,30432274	0,041139241
108	25,53059107	0,039701493
109	25,72511084	0,041851852
110	26,10741239	0,04125
111	25,97806738	0,046875
112	25,655	0,05

4^{ème} Trimestre	Moyenne de Température	Moyenne d'Ammonium
89	19,06875	
90	17,10616448	0,065
91	17,14954906	0,173461538
92	16,74155397	0,133714286
93	16,42721318	0,116097561
94	16,47670082	0,113095238
95	16,4887977	0,117948718
96	16,54425602	0,109534884
97	16,51211075	0,1135
98	16,52228169	0,109761905
99	16,53501517	0,11325
100	16,54301369	0,110238095
101	16,56199778	0,111707317
102	16,59552788	0,107142857
103	16,66473958	0,106829268
104	16,47877033	0,108611111
105	16,59342367	0,109375
106	16,62368793	0,122413793
107	16,45184903	0,151
108	15,02791426	0,208333333
109	13,83804038	0,04375
110	13,199751	0,04
111	13,69739229	0,05
112	14,48947833	0,05
(vide)	17,68631666	0,081030928

9.7 CALCUL DE LA CLASSIFICATION DE L'ETAT ECOLOGIQUE DU PLAN D'EAU VIS A VIS DE L'AMMONIUM

L'analyse est réalisée en fonction de l'annexe 10 - l'état écologique des plans d'eau (paramètres physico chimiques généraux) du Guide technique « relatif à l'évaluation de l'état des eaux de surface continentale » daté de décembre 2023.

Les éléments ci-après ont été repris afin de définir en fonction de la profondeur, les limites de classe d'état pour le plan d'eau de Codole :

Éléments de qualité physico-chimique : concentration en nutriments et transparence

Le tableau ci-dessous indique les valeurs des limites de classe pour les paramètres des éléments physico-chimiques concentration en nutriments et transparence pour les plans d'eau. Les limites de classes pour ces paramètres varient en fonction de la profondeur moyenne théorique (métrique définie comme étant égale à la division du volume par la surface) des plans d'eau. Pour les plans d'eau soumis à de fortes variations de niveau d'eau, la profondeur moyenne théorique du plan d'eau est établie en référence à la cote moyenne du plan d'eau ou à la cote normale d'exploitation. Les méthodes utilisées pour déterminer les limites de classes sont précisées dans le document suivant :

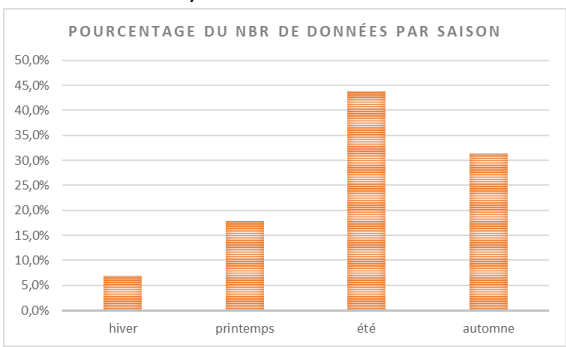
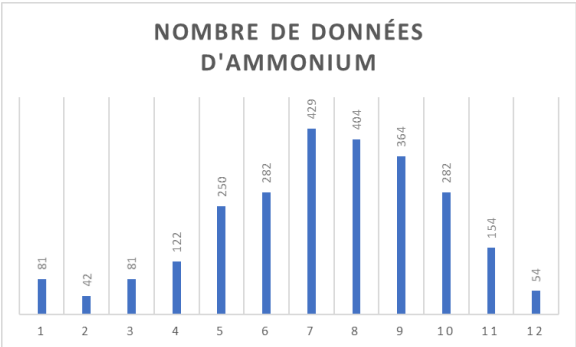
Danis, P.-A. & V. Roubeix (2014) : Physico-chimie soutenant la biologie des plans d'eau nationaux : Principes et méthodes de définition des valeurs-seuils & Amélioration des connaissances par la télédétection. Rapport d'avancement. Convention Onema/Irstea 2013. 82 p.

Paramètres physico-chimiques des éléments nutriment et transparence et calculs des valeurs-seuils

Paramètres physico-chimiques	Unité	Limite	Paramètres de calcul				Calcul	
			a	b	c	d	Z _{moy} = profondeur moyenne théorique (m)	
Phoshore total (médiane ¹)	µg P.L ⁻¹	Très bon-Bon	44,174	-0,315	57,744	-0,324	minimum entre [a*Z _{moy} ^b] et [c*(Z _{moy} +1)^d]	
		Bon-f. moyen	61,714	-0,310	95,841	-0,267		
		f. moyen-f. médiocre	86,234	-0,306	159,92	-0,210		
		f. médiocre-f. mauvais	120,63	-0,302	268,66	-0,153		
Ammonium (valeur maximale)	µg NH ₄ .L ⁻¹	Très bon-Bon	223,58	-0,248	199,25	-0,223	maximum entre [a*Z _{moy} ^b] et [c*(Z _{moy} +1)^d]	
		Bon-f. moyen	290,91	-0,245	283,69	-0,185		
		f. moyen-f. médiocre	378,71	-0,241	404,53	-0,145		
		f. médiocre-f. mauvais	494,03	-0,238	578,19	-0,106		
Profondeur du disque de Secchi (médiane)	m	Très bon-Bon	1,1741	0,284	0,9989	0,277	maximum entre [a*Z _{moy} ^b] et [c*(Z _{moy} +1)^d]	
		Bon-f. moyen	0,8703	0,279	0,6492	0,228		
		f. moyen-f. médiocre	0,6447	0,275	0,4208	0,180		
		f. médiocre-f. mauvais	0,4766	0,271	0,2722	0,131		
							Z _{moy} ≤ 15	Z _{moy} > 15
Nitrates ² (valeur maximale)	µg NO ₃ .L ⁻¹	Très bon-Bon					2200	1200
		Bon-f. moyen					5300	2600
		f. moyen-f. médiocre					12600	5600
		f. médiocre-f. mauvais					30100	12100

¹ Pour le Phosphore total, le fait de prendre en compte la valeur médiane peut parfois conduire, selon les mesures disponibles, à des valeurs faibles et non déclassantes en contradiction avec la valeur de l'indice IPLAC. Dans ces cas, une expertise sur la distribution des valeurs de phosphore total est à réaliser et les valeurs-seuils de phosphore total calculées pourront être considérées à titre indicatives.

A noter que les calculs ci-après ont utilisé l'ensemble des données disponibles cotées sur le plan d'eau. Néanmoins ces données représentent majoritairement la période estivale (juin à septembre 58% des données) :



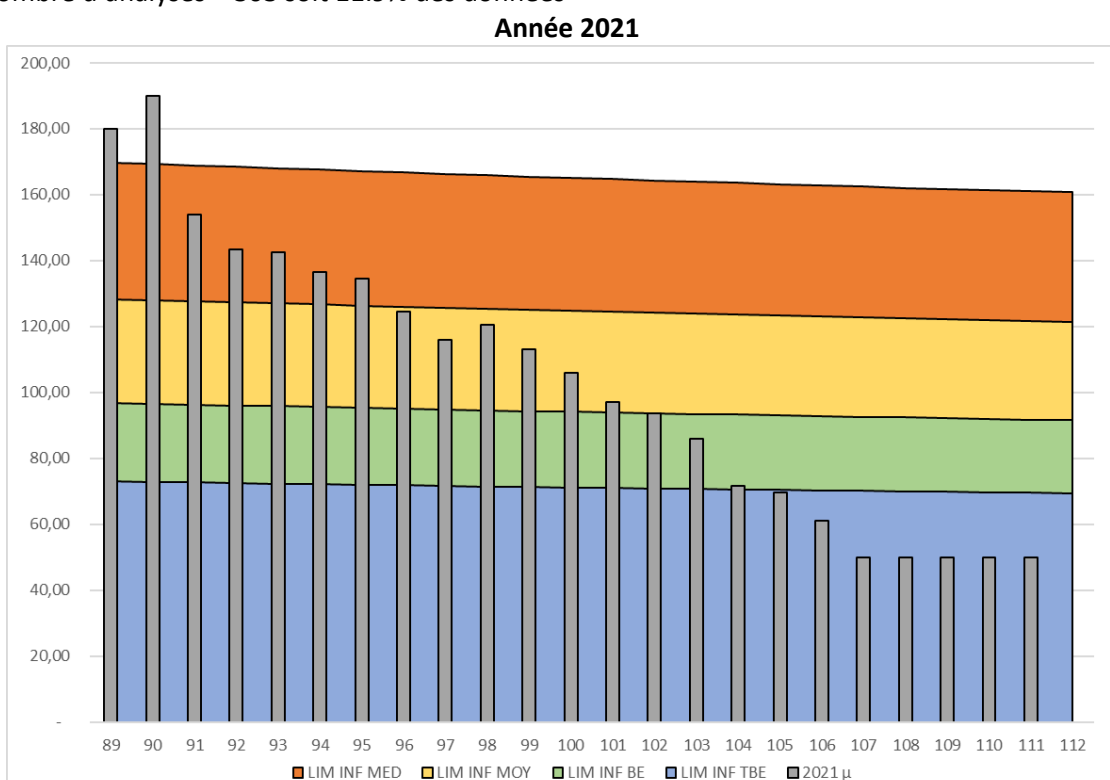
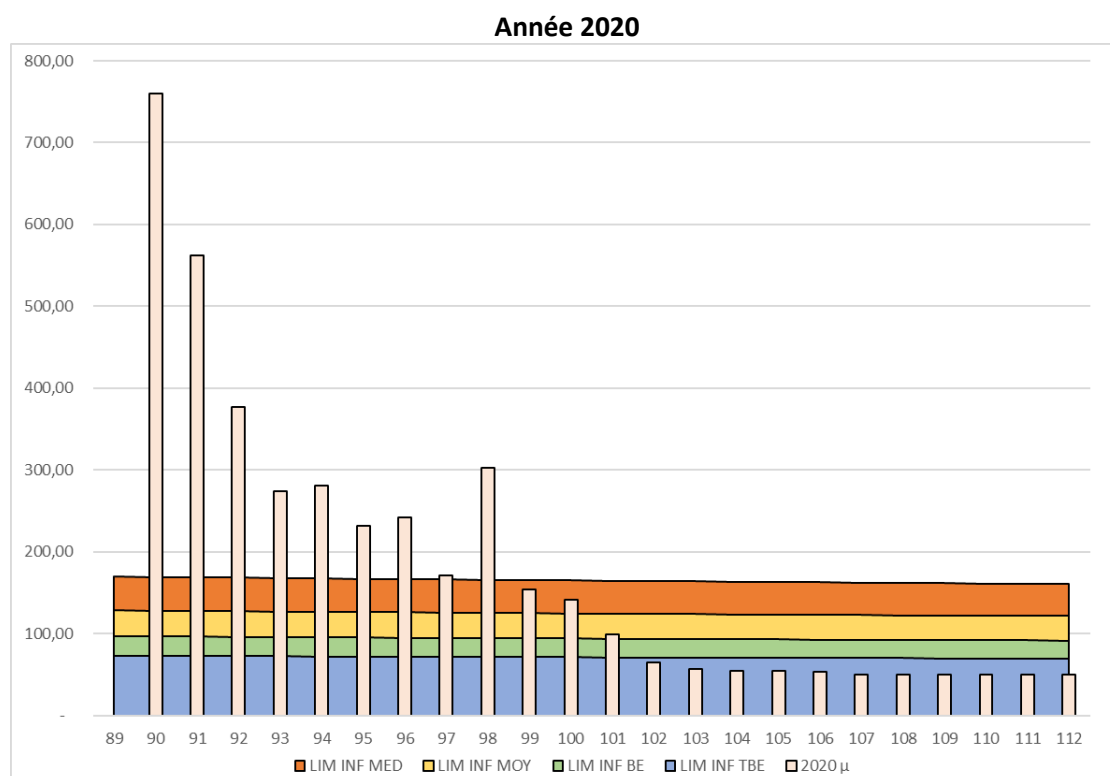
Le tableau ci-après reprend d'après les éléments ci-dessus pour chaque cote du plan d'eau les calculs des limites d'état :

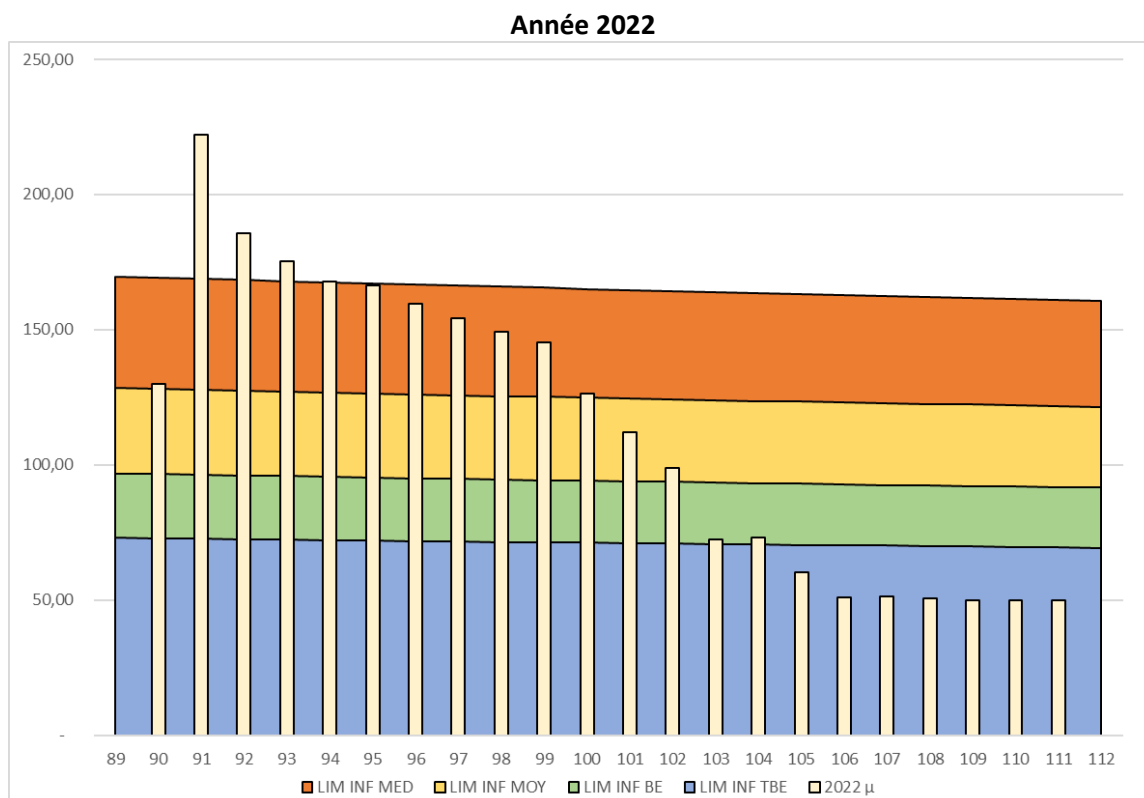
Z - profondeur	TBE	TBE min	LIM INF TBE	BE	BE bis	LIM INF BE	MOYEN	MOY bis	LIM INF MOY	MEDIOCRE	MED bis	L
a	223,58			290,91			378,71			494,03		
b	-0,248			-0,245			-0,241			-0,238		
c	199,25			283,69			404,53			578,19		
d	-0,223			-0,185			-0,145			-0,106		
88	73,65	73,23	73,23	97,13	123,65	97,13	128,73	211,00	128,73	170,20	359,28	1
89	73,45	73,05	73,05	96,86	123,40	96,86	128,38	210,66	128,38	169,75	358,86	1
90	73,25	72,87	72,87	96,60	123,15	96,60	128,04	210,32	128,04	169,29	358,44	1
91	73,05	72,69	72,69	96,34	122,90	96,34	127,70	209,99	127,70	168,85	358,02	1
92	72,85	72,51	72,51	96,08	122,65	96,08	127,36	209,66	127,36	168,41	357,61	1
93	72,65	72,34	72,34	95,83	122,41	95,83	127,03	209,34	127,03	167,98	357,21	1
94	72,46	72,17	72,17	95,57	122,17	95,57	126,70	209,02	126,70	167,55	356,81	1
95	72,27	72,00	72,00	95,33	121,93	95,33	126,38	208,70	126,38	167,13	356,41	1
96	72,08	71,84	71,84	95,08	121,70	95,08	126,06	208,39	126,06	166,71	356,02	1
97	71,90	71,67	71,67	94,84	121,47	94,84	125,75	208,08	125,75	166,30	355,63	1
98	71,71	71,51	71,51	94,60	121,24	94,60	125,44	207,77	125,44	165,90	355,25	1
99	71,53	71,35	71,35	94,37	121,02	94,37	125,13	207,47	125,13	165,50	354,87	1
100	71,36	71,19	71,19	94,14	120,79	94,14	124,83	207,17	124,83	165,10	354,50	1
101	71,18	71,04	71,04	93,91	120,57	93,91	124,53	206,87	124,53	164,71	354,13	1
102	71,01	70,88	70,88	93,68	120,36	93,68	124,23	206,58	124,23	164,33	353,76	1
103	70,84	70,73	70,73	93,46	120,14	93,46	123,94	206,29	123,94	163,94	353,40	1
104	70,67	70,58	70,58	93,24	119,93	93,24	123,65	206,01	123,65	163,57	353,04	1
105	70,50	70,43	70,43	93,02	119,72	93,02	123,37	205,72	123,37	163,20	352,69	1
106	70,33	70,28	70,28	92,80	119,51	92,80	123,09	205,44	123,09	162,83	352,34	1
107	70,17	70,14	70,14	92,59	119,31	92,59	122,81	205,17	122,81	162,47	351,99	1
108	70,01	69,99	69,99	92,38	119,10	92,38	122,53	204,89	122,53	162,11	351,64	1
109	69,85	69,85	69,85	92,17	118,90	92,17	122,26	204,62	122,26	161,75	351,30	1
110	69,69	69,71	69,69	91,96	118,70	91,96	121,99	204,35	121,99	161,40	350,97	1
111	69,53	69,57	69,53	91,76	118,51	91,76	121,73	204,09	121,73	161,05	350,63	1
112	69,38	69,43	69,38	91,56	118,31	91,56	121,46	203,82	121,46	160,71	350,30	1

Ces calculs ont permis de définir en fonction de la cote du plan d'eau et des données mensuelles moyennisées par an de 2020 à 2024, les états correspondants :

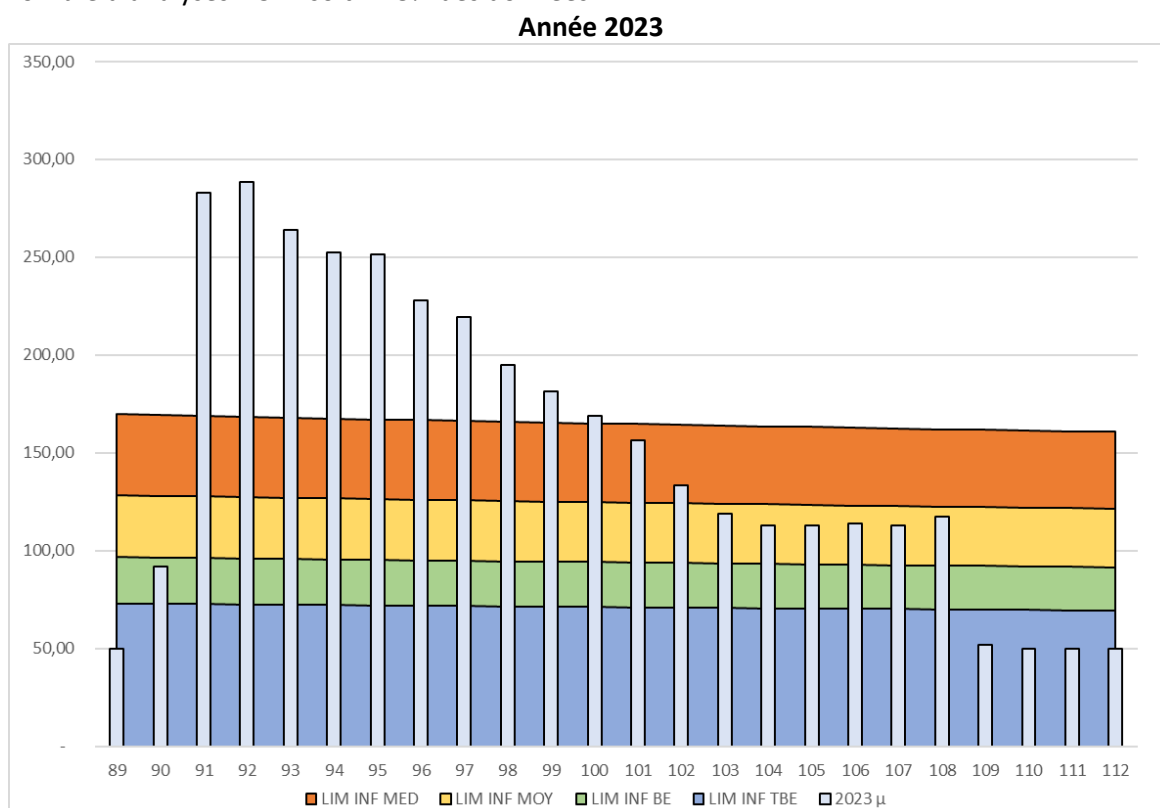
Cote	Moyenne ammonium de 2020 à 2024 µg/l	Etat de 2020 à 2024	Nombre de données d'Ammonium de 2020 à 2024	2020	Etat 2020	2021	Etat 2021	2022	Etat 2022	2023	Etat 2023	2024	Etat 2024
88													
89	2,38	TBE	1							50,00			
90	57,66	TBE	24	760,00	MAUV	180,00	MAUV	130,00	MED	91,67	BE	50,00	TBE
91	156,25	MED	79	562,50	MAUV	190,00	MAUV	222,07	MAUV	282,97	MAUV	171,88	MAUV
92	187,35	MAUV	118	376,67	MAUV	153,95	MED	185,67	MAUV	288,42	MAUV	374,19	MAUV
93	166,70	MED	125	274,29	MAUV	143,50	MED	175,31	MAUV	264,14	MAUV	362,00	MAUV
94	161,81	MED	132	280,71	MAUV	142,50	MED	167,81	MAUV	252,67	MAUV	316,25	MAUV
95	157,01	MED	133	231,33	MAUV	136,67	MED	166,47	MED	251,33	MAUV	313,67	MAUV
96	145,89	MED	134	242,50	MAUV	134,58	MED	159,68	MED	228,06	MAUV	268,44	MAUV
97	135,89	MED	135	170,59	MAUV	124,40	MOY	154,38	MED	219,35	MAUV	269,00	MAUV
98	135,79	MED	137	302,94	MAUV	116,00	MOY	149,38	MED	194,84	MAUV	216,56	MAUV
99	122,33	MOY	135	154,44	MED	120,40	MOY	145,16	MED	181,61	MAUV	240,00	MAUV
100	114,14	MOY	138	141,67	MED	113,20	MOY	126,31	MED	169,03	MAUV	215,94	MAUV
101	99,31	MOY	138	99,47	MOY	106,00	MOY	112,19	MOY	156,45	MED	186,77	MAUV
102	81,10	BE	138	65,29	TBE	97,20	BE	98,79	MOY	133,23	MED	142,50	MED
103	68,99	TBE	135	56,67	TBE	93,75	MOY	72,58	BE	119,03	MOY	121,29	MOY
104	65,33	TBE	131	54,12	TBE	86,00	BE	73,08	BE	112,90	MOY	110,94	MOY
105	59,44	TBE	127	55,00	TBE	71,67	BE	60,43	TBE	112,90	MOY	100,00	MOY
106	58,73	TBE	125	53,89	TBE	69,58	TBE	51,00	TBE	113,87	MOY	92,81	MOY
107	60,00	TBE	114	50,00	TBE	61,00	TBE	51,18	TBE	112,90	MOY	95,48	MOY
108	61,76	TBE	104	50,00	TBE	50,00	TBE	50,67	TBE	117,24	MOY	88,75	BE
109	49,41	TBE	92	50,00	TBE	50,00	TBE	50,00	TBE	51,67	TBE	88,39	BE
110	51,80	TBE	67	50,00	TBE	50,00	TBE	50,00	TBE	50,00	TBE	100,40	MOY
111	58,38	TBE	52	50,00	TBE	50,00	TBE	50,00	TBE	50,00	TBE	118,50	MOY
112	74,77	BE	31	50,00	TBE	50,00	TBE			50,00	TBE	174,29	MAUV

Les graphiques correspondants sont rassemblés ci-après :

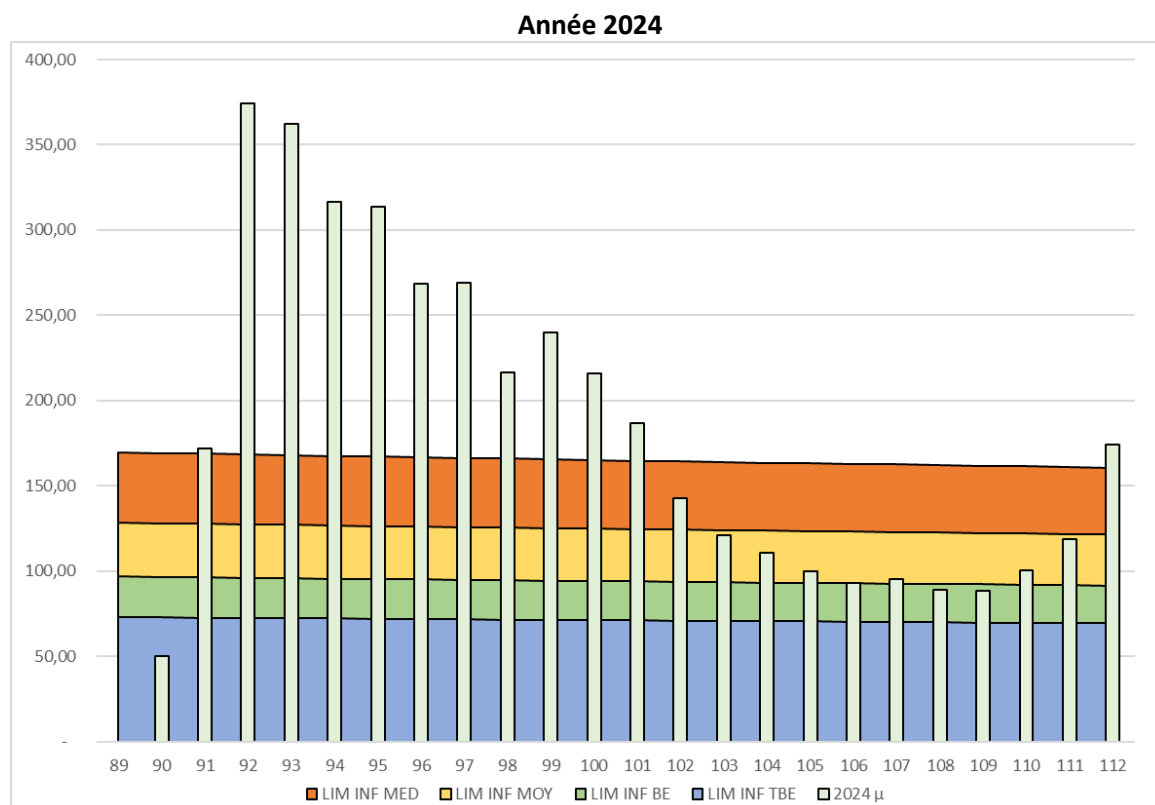




Nombre d'analyses = 542 soit 21.3% des données



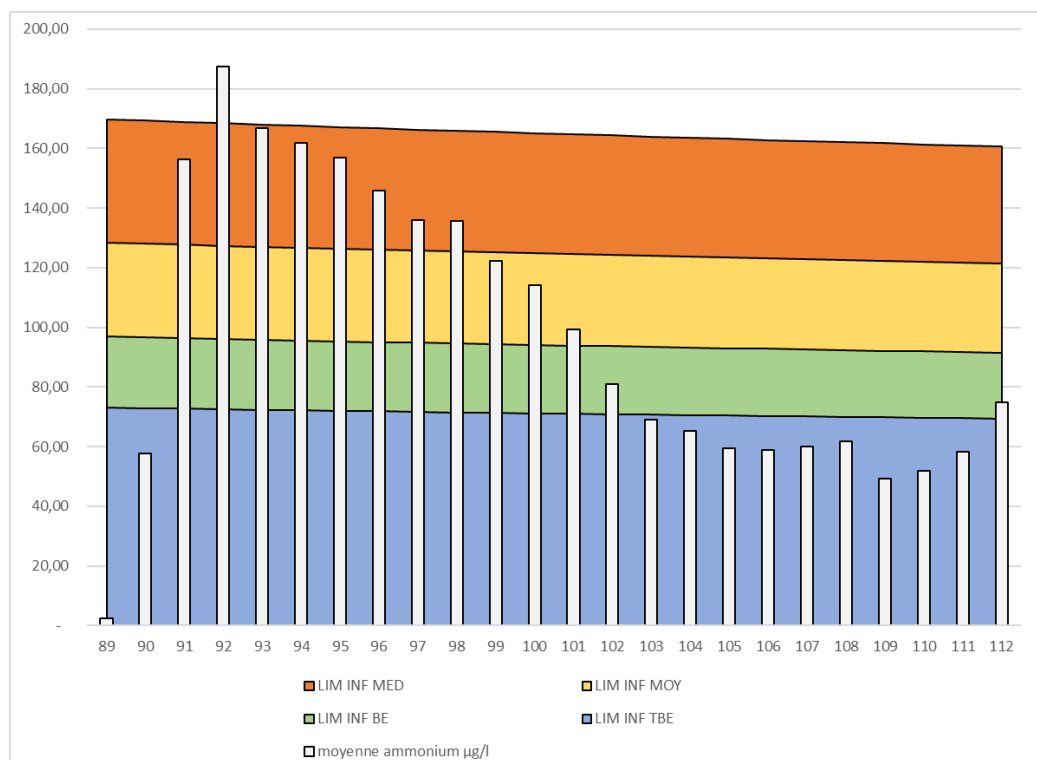
Nombre d'analyses = 607 soit 23.9% des données



Nombre d'analyses = 644 soit 25.3% des données

On note le dépassement des limites de bon état à partir de la cote 102 m NGF pour les années 2020, 2021 et 2022. Pour les années 2023 et 2024 pour toutes les cotes pratiquement exception faite de la cote 109 m NGF.

Ces calculs ont été réalisés en moyenne sur les cinq années, ce qui permet d'avoir un indice de confiance plus robuste (2545 analyses prise en compte) :



Le tableau ci-après rassemble les données d'état pour chaque cote, de la moyenne mensuelle des cinq années :

Cote	Moyenne Ammonium µg/l	Etat ⁷ écologique	Nombre de données du paramètre
89	2,38	TBE	1
90	57,66	TBE	24
91	156,25	MED	79
92	187,35	MAUV	118
93	166,70	MED	125
94	161,81	MED	132
95	157,01	MED	133
96	145,89	MED	134
97	135,89	MED	135
98	135,79	MED	137
99	122,33	MOY	135
100	114,14	MOY	138
101	99,31	MOY	138
102	81,10	BE	138
103	68,99	TBE	135
104	65,33	TBE	131
105	59,44	TBE	127
106	58,73	TBE	125
107	60,00	TBE	114
108	61,76	TBE	104
109	49,41	TBE	92
110	51,80	TBE	67
111	58,38	TBE	52
112	74,77	BE	31

Le plan d'eau atteint donc un très bon et bon état pour les cotes situées en partie haute de la tranche d'eau soit des cote 112 à 102 m NGF. A partir de la cote 101 m NGF, l'état est moyen puis passe rapidement à un état médiocre (cpte 98 m NGF).

L'indice de confiance pour les cotes 90 et 89 m NGF n'est pas suffisant pour être interprété.

⁷ Voir en annexe les limites de classes