

Perciformes	Polycentridae	<i>Polycentrus schomburgkii</i>	x			-	LC	
	Cichlidae	<i>Cichlasoma bimaculatum</i>				x	LC	
		<i>Cichlasoma amazonarum</i>				?	NT	
		<i>Crenicichla saxatilis</i>				x	omnivore	LC
		<i>Heros efasciatus</i>				x	-	DD
Siluriformes	Heptapteridae	<i>Rhamdia quelen</i>				x	piscivore	LC
		SUB-TOTAL	13	7	9			
		TOTAL	22					

La station Cabassou aval comptabilise 7 espèces. Les espèces de cette station sont principalement en Préoccupation mineure selon la liste rouge UICN, sauf *Serrapinnus littoris*, présentée précédemment. Ici, les espèces, dont le régime trophique est connu, sont invertivores et deux sont plus particulièrement invertivores terrestres, c'est à dire qu'elles consomment des invertébrés exogènes (*Copella carsevennensis* et *Pyrrhulina filamentosa*). Les 40% restant des espèces échantillonnées ont un régime inconnu.

Enfin, la station Lac dispose de cinq espèces non échantillonnées dans les stations précédentes, leur présence étant certainement due à la différence de faciès (paramètres *in situ*, habitats). L'intégralité des espèces, présentes dans le plan d'eau, sont en Préoccupation mineure selon la liste rouge UICN, sauf *Heros efasciatus* pour lequel son statut est « Données insuffisantes ». Un tiers des espèces n'a pas de guildes trophiques associées. Pour le reste, les régimes alimentaires sont assez variés : omnivore (deux espèces), piscivore (une espèce), invertivore (deux espèces) et herbivore (une espèce). Cela témoigne d'une diversité de ressources et certainement, d'une variété des microhabitats.

4.2.2.3 Mercurie

Pour étudier la contamination mercurielle des poissons, un échantillon de chair a été prélevé sur certains poissons capturés au niveau des stations Cabassou amont et Cabassou aval selon les possibilités et espèces présentes sur ces différentes stations. Ces poissons sont principalement, en abondance et en diversité, invertivores, mais une espèce est piscivore (un individu) et une autre est omnivore (cinq individus) (Tableau 13).

Tableau 13 : Concentration moyenne en mercure en fonction des stations et des espèces échantillonnées (en gras : valeur supérieure à 0,5 ppm)

Famille	Espèce	Mesures de mercure (ppm Poids Frais)			Gilde alimentaire
		Cabassou amont	Cabassou aval	Criquot aval	
Characidae	<i>Astyanax bimaculatus</i> (LC)			0,237±0,065 (N=5)	Omnivore
	<i>Pristella maxillaris</i> (NE)			0,527±0,106 (N=9)	Invertivore
Erythrinidae	<i>Hoplerethrinus unitaeniatus</i> (NE)	0,154			Prédateur
Lebiasinidae	<i>Copella carsevennensis</i> (LC)	0,200±0,140 (N=9)	0,052±0,025 (N=13)		Invertivore
Poeciliidae	<i>Micropoecilia cf. picta</i> (NE)		0,095±0,028 (N=12)		Invertivore
	Nombre d'individus analysés	10	25	14	
	Nombre d'espèces analysées	2	2	2	

La totalité des échantillons dépasse la norme NQE (0,02ppm) et plusieurs poissons de la station Criquot aval dépassent la norme OMS (0,5ppm). Les résultats sont abordés par station ci-dessous. Les concentrations en mercure des individus prélevés au niveau de la station

Cabassou amont sont présentées dans le Tableau 14. Tous les poissons sont en-dessous de la norme OMS.

Au niveau des guildes alimentaires, les invertivores sont majoritaires pour cette analyse. Deux classes de tailles peuvent être définies : un groupe compris entre 36 et 33 cm et un groupe compris entre 28 et 26 mm. Le premier groupe est composé d'individus dont le poids peut doubler par rapport à l'autre classe. Cependant, même si les concentrations maximales sont observées dans le premier groupe, les concentrations sont assez variables d'un individu à l'autre. L'unique prédateur analysé est bien plus grand et pèse environ 200 fois plus que les individus invertivores, toutefois sa concentration mercurielle est équivalente à la concentration moyenne des invertivores.

Tableau 14 : Caractéristiques (taille, poids et régime trophique) et contamination mercurielle des poissons échantillonnés au niveau de la station Cabassou amont

Genre	Espèce	Taille (en mm)	Poids (en g)	Régime trophique	Hg (en ppm)
Copella	<i>carsevennensis</i>	36	0,5	Invertivore	0,358
Copella	<i>carsevennensis</i>	33	0,5	Invertivore	0,435
Copella	<i>carsevennensis</i>	35	0,4	Invertivore	0,062
Copella	<i>carsevennensis</i>	28	0,3	Invertivore	0,283
Copella	<i>carsevennensis</i>	27	0,2	Invertivore	0,062
Copella	<i>carsevennensis</i>	27	0,3	Invertivore	0,173
Copella	<i>carsevennensis</i>	28	0,3	Invertivore	0,261
Copella	<i>carsevennensis</i>	26	0,2	Invertivore	0,086
Copella	<i>carsevennensis</i>	26	0,2	Invertivore	0,079
Hoplerythrinus	<i>unitaeniatus</i>	198	190,6	Prédateur	0,154

Les concentrations en mercure des individus prélevés au niveau de la station Cabassou aval sont présentées dans le Tableau 15. A nouveau, aucun individu ne dépasse la limite fixée par l'OMS.

En termes de guildes alimentaires, les invertivores ont exclusivement été utilisés pour cette analyse. Les deux espèces échantillonnées sont respectivement composées d'individus de taille et de poids équivalents. Entre les deux espèces, les poids sont homogènes bien que les *C. carsevennensis* sont globalement plus grands. Les concentrations mercurielles sont faibles et en dessous des valeurs trouvées pour la station Cabassou amont.

Tableau 15 : Caractéristiques (taille, poids et régime trophique) et contamination mercurielle des poissons échantillonnés au niveau de la station Cabassou aval

Genre	Espèce	Taille (en mm)	Poids (en g)	Régime trophique	Hg (en ppm)
Copella	<i>carsevennensis</i>	30	0,3	Invertivore	0,000
Copella	<i>carsevennensis</i>	27	0,2	Invertivore	0,027
Copella	<i>carsevennensis</i>	25	0,2	Invertivore	0,082
Copella	<i>carsevennensis</i>	26	0,2	Invertivore	0,079
Copella	<i>carsevennensis</i>	25	0,2	Invertivore	0,036
Copella	<i>carsevennensis</i>	27	0,2	Invertivore	0,069
Copella	<i>carsevennensis</i>	27	0,2	Invertivore	0,044
Copella	<i>carsevennensis</i>	31	0,3	Invertivore	0,065
Copella	<i>carsevennensis</i>	27	0,2	Invertivore	0,042

Copella	<i>carsevennensis</i>	30	0,3	Invertivore	0,084
Copella	<i>carsevennensis</i>	34	0,4	Invertivore	0,036
Copella	<i>carsevennensis</i>	32	0,3	Invertivore	0,065
Copella	<i>carsevennensis</i>	36	0,4	Invertivore	0,042
Micropoecilia	<i>cf. picta</i>	25	0,3	Invertivore	0,058
Micropoecilia	<i>cf. picta</i>	18	0,1	Invertivore	0,108
Micropoecilia	<i>cf. picta</i>	23	0,2	Invertivore	0,057
Micropoecilia	<i>cf. picta</i>	24	0,3	Invertivore	0,051
Micropoecilia	<i>cf. picta</i>	25	0,3	Invertivore	0,057
Micropoecilia	<i>cf. picta</i>	18	0,1	Invertivore	0,064
Micropoecilia	<i>cf. picta</i>	24	0,3	Invertivore	0,078
Micropoecilia	<i>cf. picta</i>	18	0,1	Invertivore	0,109
Micropoecilia	<i>cf. picta</i>	26	0,3	Invertivore	0,080
Micropoecilia	<i>cf. picta</i>	21	0,2	Invertivore	0,094
Micropoecilia	<i>cf. picta</i>	19	0,1	Invertivore	0,143
Micropoecilia	<i>cf. picta</i>	22	0,2	Invertivore	0,095

4.2.3 Discussion

4.2.3.1 Poissons

L'échantillonnage de l'ichtyofaune a permis de mettre en évidence une diversité taxonomique entre les stations, d'autant plus entre les communautés des stations lotiques et celle du lac de la Madeleine. Les bénéfices en termes d'oxygénation que pourraient apporter la vidange du lac au niveau des stations de la crique Cabassou pourrait être contrasté par l'élévation de la température de l'eau

Les poissons échantillonnés présentent globalement un statut de conservation peu préoccupant. Seule la présence confirmée de *Serrapinnus littoris*, au statut Vulnérable, au niveau des stations de la crique Cabassou impose une certaine attention lors de la vidange.

4.2.3.2 Mercure

Le nombre d'individus et les espèces échantillonnées pour évaluer les contaminations mercurielles de chaque localisation varient entre les stations : la comparaison entre les stations est donc à réaliser avec prudence.

Toutefois, le groupe trophique des invertivores est présent dans l'échantillonnage de chaque station, avec un nombre et une gamme de poids homogènes entre les stations. Avec toute la prudence due au manque de connaissances, les conclusions suivantes peuvent être émises : les individus de l'espèce *C. carsevennensis* de la crique Cabassou amont semblent plus contaminés que ceux de la station Cabassou aval.

De manière générale, dans cette étude, les poissons invertivores ont une concentration en mercure supérieure aux espèces piscivores et omnivores. Normalement, la bioaccumulation, c'est à dire l'accumulation du mercure au fil de la chaîne trophique, aboutit à une contamination plus importante chez les niveaux trophiques élevés. Ce phénomène n'est pas révélé via l'unique piscivore prélevé. La contamination plus importante des invertivores aquatiques tend à suggérer que la contamination mercurielle serait induite par la ressource alimentaire, ici les invertébrés aquatiques potentiellement eux-mêmes chargés en mercure.

4.3 **MACROFAUNE BENTHIQUE**

4.3.1 **Méthodes**

4.3.1.1 **Prélèvements (Protocole PEZADA)**

Le Protocole d'Echantillonnage des Zones Amont ou Difficiles d'Accès DCE (PEZADA DCE) est un protocole basé sur la méthodologie IBGN XP T 90-333, puis NF T 90-333 dès sa mise en application, adapté au contexte guyanais. Initialement développé par le laboratoire HYDRECO (Guillemet et Manchon, 2007), ce protocole a été revu et corrigé par J.C Wasson (CEMAGREF) dans l'optique de le rendre DCE-compatible. Il s'applique aux cours d'eau dont la totalité ou la quasi-totalité des habitats présents dans le lit mouillé peuvent être prospectés en période de basses eaux, à pied ou au moyen d'embarcations légères. Ce type d'habitats correspond à l'hydro-écorégion du bouclier guyanais, ou hydro-écorégion 52, qui est composée de la pénéplaine et des reliefs.

Dans un premier temps, l'opérateur détermine le pourcentage de recouvrement des substrats présents dans la station. La somme des pourcentages doit atteindre 100%. Cette première étape associée à l'habitabilité de chaque substrat permet de définir le plan d'échantillonnage (les substrats à échantillonner et le nombre de prélèvements à effectuer par substrat). Puis, à l'intérieur de la station, l'opérateur réalise :

- un groupe de 8 prélèvements élémentaires au filet Surber (500 µm) suivant l'ordre d'habitabilité et la représentativité des substrats organiques ;
- un groupe de 4 prélèvements élémentaires au filet Surber (500 µm) suivant l'ordre d'habitabilité et la représentativité des substrats minéraux.

L'échantillonnage est réalisé selon les consignes suivantes :

- le nombre maximal de prélèvements pour un substrat organique donné est de quatre, et pour un substrat minéral donné, de deux, même si la couverture du substrat dépasse les 50% ;
- quand plusieurs prélèvements sont effectués sur un même substrat, varier les localisations selon les différentes classes de courant en priorisant la plus forte ;
- en cas d'égalité d'occurrence de substrats, l'habitabilité la plus élevée est privilégiée ;
- si un substrat présente un pourcentage de recouvrement inférieur à 10%, un prélèvement de substrat dominant est retiré et le marginal est prélevé.

4.3.1.2 **Tri et détermination**

Au laboratoire, chaque échantillon est traité indépendamment : l'échantillon est vidé au-dessus de deux tamis successifs de 2 mm et 500 µm de vide de mailles. Le tri et l'identification des macroinvertébrés sont réalisés sous loupe binoculaire (x40), avec l'aide de nombreux ouvrages de détermination autant spécialistes du contexte guyanais que généralistes pour les espèces à grande valence écologique (Scibona, 1999 ; Depuy & Thomas, 2001 ; Heckman, 2003, 2006, 2008 ; Courtney & Merritt, 2008 ; Ferrington *et al.*, 2008 ; Tennessen, 2008 ; White & Roughley, 2008 ; Wiggins & Currie, 2008 ; Massemin *et al.*, 2009 ; Tachet *et al.*, 2010). Le niveau de détermination est la famille, pour la plupart des invertébrés ; seuls les Epheméroptères sont déterminés au genre (Orth *et al.*, 2001).

Cette étape permet d'aboutir à une liste faunistique qui comptabilise les taxa identifiés et leur abondance.

4.3.2 Résultats

4.3.2.1 Méthode d'interprétation

L'étude des communautés de la macrofaune benthique est réalisée par le biais de métriques telles que l'abondance et la richesse taxonomique. Puis l'indice de Shannon-Wiener et la contribution relative des taxa dominants permettent d'aborder une approche communautaire.

De plus, le Score Moyen des Ephéméroptères Guyanais (SMEG) est calculé. C'est un indice biotique qui permet de déterminer directement la qualité du milieu à partir de critères de présence-absence des genres d'Ephéméroptères bio-indicateurs de qualité ou, au contraire, de pollution des eaux. Toutefois, en raison du manque de connaissances fondamentales à leur sujet, leur utilisation comme bio-indicateurs doit se faire avec prudence. Ainsi, chaque Unité Opérationnelle (U.O.), au nombre de 43 dont 42 genres, est affectée d'une valeur comprise entre 1 et 5 selon sa polluosensibilité. L'indice est calculé à partir d'une échelle de cotation arbitraire variant de 1 à 5 (Tableau 16).

Le SMEG se calcule de la manière suivante :

- établissement d'un Score Total résultant de la somme des Scores Individuels des UO répertoriées à la station considérée ;
- calcul d'un Score Moyen, obtenu à partir du Score Total, divisé par le nombre d'UO ;
- addition d'un "apport diversité", chaque taxon comptant pour 0,1 point ;
- détermination de la classe d'intégrité du cours d'eau en fonction de la note obtenue. L'échelle de cotation a été mise à jour en 2014 (Clavier *et al.*).

Ces trois étapes peuvent être résumées par la formule suivante :

$$SMEG = (somme\ des\ scores\ U.O. / nombre\ d'U.O.) + (0,1 \times nombre\ d'U.O.)$$

Enfin, un test de robustesse peut être appliqué. Ce test consiste à éliminer l'unité opérationnelle la plus polluosensible considérant qu'il s'agit d'un événement fortuit (ensemencement exogène) et à recalculer la note indiciaire à partir du jeu de données ainsi obtenu. Si l'écart entre les deux notes est important, il est probable que le SMEG soit surestimé.

Tableau 16 : Classe d'intégrité des cours d'eau guyanais selon l'indice SMEG

Nombre d'U.O.	SMEG	Communauté d'Ephémères	Classe	Qualité de l'eau	Etat du cours d'eau
Au moins 4	≥ 4,1	Naturelle ou presque naturelle	I	TRES BONNE	Criques de faible largeur ou petites rivières sans impact anthropique notable
Au moins 4	3,08 - 4,09	Peu altérée	II	BONNE	Rivière faiblement impactées ou stations suffisamment éloignées des impacts pour une récupération importante
Au moins 4	2,05 - 3,07	Assez altérée	III	MOYENNE	Influences anthropiques durables mais d'intensité moyenne
Au moins 3	1,03 - 2,04	Fortement altérée	IV	MEDIOCRE	Rivières exposées à des impacts anthropiques aigus et soutenus ou à conditions naturelles défavorables (oxygénation, matière organique)
Au moins 1	≤ 1,02	Détruite ; survie des U.O. de catégorie 1	V	MAUVAISE	Pollutions importantes ; fort déficit en O ₂ et/ou substratum très modifié

Enfin, l'Indice Biologique Macroinvertébrés de Guyane (IBMG) a été créé pour évaluer la qualité écologique des PME (Petites Masses d'Eau - cours d'eau = profondeur < 1m ; largeur < 10m ; exempté de marnage de Guyane) (Dedieu *et al.*, 2015). L'IBMG est composé de six métriques : deux métriques basées sur la richesse taxonomique (Estimateur de Chao1, le nombre de familles de coléoptères), deux métriques d'abondance (Log.Elmidae, %

d'Ephéméroptères et de Trichoptères), une métrique fonctionnelle (% collecteurs) et un indice de diversité (l'indice de Shannon).

Au préalable, il convient de déterminer l'appartenance des stations à l'hydroécocorégion de rang 1 de la plaine littorale (HER51 - Coast dans le Tableau 16) ou du bouclier guyanais (HER 52, Shield dans le Tableau 6). L'IBMG se calcule ensuite en trois étapes successives :

- Après avoir calculé chacune des six métriques, la valeur de chaque métrique est convertie en EQR en étant normalisée en fonction de l'Hydro-écocorégion :
- le calcul des écarts aux conditions de référence (EQR) par Hydroécocorégion (bornage de 0 à 1) :

NB : Si la valeur normalisée est supérieure à la meilleure valeur, la valeur d'EQR est fixée à 1. Inversement, si la valeur est inférieure à la pire valeur, la valeur d'EQR est fixée à 0.

- la note de l'IBMG correspond à la moyenne pondérée des six métriques (EQRs) calculée en utilisant les poids (DE) indiqués dans le Tableau 16 :

La valeur ainsi obtenue est confrontée à une échelle de cotation afin de déterminer la classe de qualité de la station (Tableau 17).

Tableau 17 : Les différents seuils de classe de qualité de l'indice IBMG

CLASSES DE QUALITÉ	Notes
TRES BONNE	0,68 - 1
BONNE	0,51 - 0,68
MOYENNE	0,42 - 0,51
MEDIOCRE	0,36 - 0,42
MAUVAISE	0 - 0,36

4.3.2.2 Analyse

Lors de la campagne d'échantillonnage, la réalisation complète du Protocole d'Echantillonnage des Zones Amont ou Difficiles d'Accès (PEZADA) a été compromise par la disponibilité des habitats à échantillonner. En effet, pour les deux stations situées sur la crique Cabassou, les habitats disponibles pour l'échantillonnage se résument à des herbacées aquatiques ou des macrophytes. Le PEZADA stipule qu'au sein des habitats organiques, un substrat ne peut être échantillonné plus de quatre fois. Au niveau de ces deux stations, seulement quatre échantillons ont pu être réalisés dans le substrat organique et l'absence de substrat minéral n'a pas permis de compléter ces premiers échantillons.

Dans ce contexte, le calcul d'indice, comme l'IBMG, n'est pas réalisable de manière conforme au vu de l'incomplétude des échantillonnages.

4.3.2.2.1 Caractéristiques générales de la macrofaune benthique

Les graphiques ci-dessous prennent en compte les données de la station criquot aval qui avait été échantillonnée lors de la campagne de 2019 mais les résultats ne sont pas à prendre en compte pour la présente étude.

Au total, 71 individus (pour les stations Cabassou amont et Cabassou aval) répartis en 23 taxa ont été récoltés au cours de la campagne d'échantillonnage. Certains taxa n'ont pu être déterminés jusqu'au niveau taxonomique familial : soit les connaissances ne permettaient pas une identification plus aboutie, soit les individus n'avaient pas atteint le stade de maturité nécessaire, ou étaient trop dégradés pour observer les critères de classification.

Les effectifs recensés pour les deux stations sont très faibles, allant de 12 individus à 59 individus (Figure 14). Ces effectifs sont évidemment influencés par l'effort d'échantillonnage faible mais ils restent néanmoins inférieurs à des petits cours d'eau échantillonnés dans le cadre de la DCE (Bouvier *et al.*, 2018). La DCE Bio 2017 présentait des effectifs compris entre 283 et 856 pour les petites masses d'eau, tout réseau confondu.

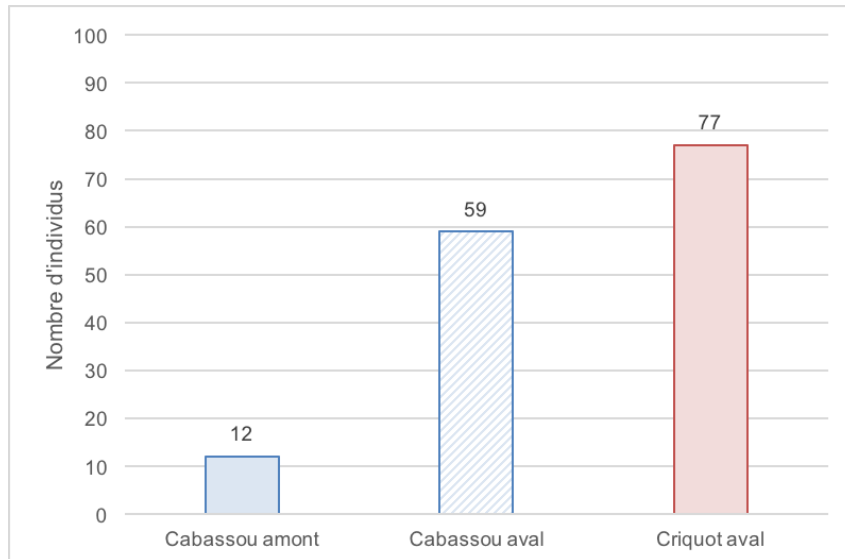


Figure 14 : Nombre d'individus par station (Les données de la station criquot aval ne sont pas à prendre en compte dans le présent graphique)

Concernant la richesse taxonomique, elle reste également basse pour l'ensemble des stations, entre 4 et 16 taxa (Figure 15). Cette métrique est moins influencée par l'effort d'échantillonnage que l'abondance et elle reste très faible, à nouveau en-dessous des diversités observées lors de la DCE (entre 17 et 41 taxa dans les petits cours d'eau lors de la campagne 2017). Néanmoins la station Cabassou aval se rapproche de ces valeurs.

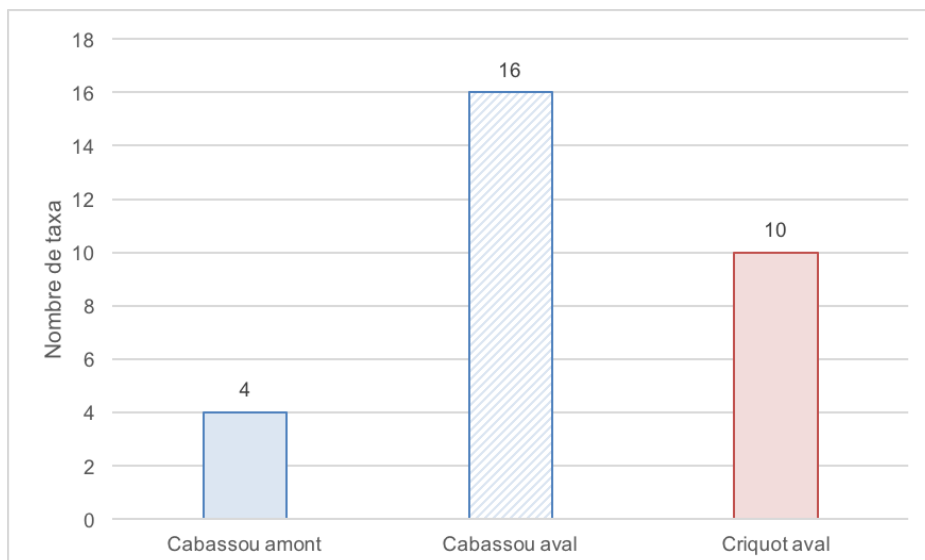


Figure 15 : Nombre de taxa par station (Les données de la station criquot aval ne sont pas à prendre en compte dans le présent graphique)

4.3.2.2.3 Structure des populations d'invertébrés aquatiques

L'indice de Shannon (Tableau 18) est associé à la contribution au peuplement global des quatre taxa dominant qui est indiquée par la Figure 16.

Les valeurs d'indice de Shannon mettent en évidence une communauté déséquilibrée et peu diversifiée pour la station Cabassou amont, et des communautés plus diversifiées pour les autres stations.

Tableau 18 : Valeur de l'indice de Shannon (H) par station

Station	H	E
Cabassou amont	0,98	0,67
Cabassou aval	2,37	0,67

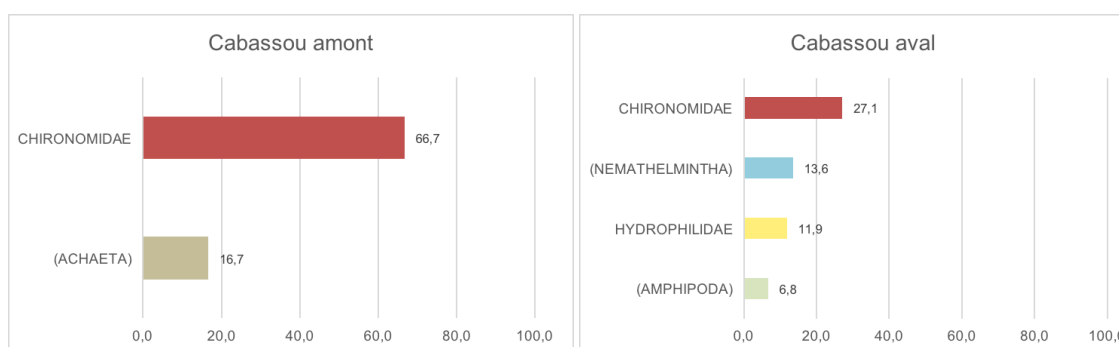


Figure 16 : Contributions relatives des quatre taxa dominant par station

Globalement, les stations étudiées présentent des communautés variées entre elles. De plus, les stations sont caractérisées par de très faibles abondances. Pour cela, les dominances présentées sont très relatives car elles peuvent être associées à de très faibles abondances, notamment pour la station Cabassou amont (8 individus maximum) :

- Au niveau de la station Cabassou, le taxon le plus échantillonné est la famille des Chironomidae (Diptères), puis des Achètes (sangsues). Les deux autres taxa identifiés ne sont représentés que par un unique individu : les Némathelminthes (vers plats) et un Noteridae (Coléoptère).
- La station Cabassou est dominée par les Chironomidae (Diptères), puis les Némathelminthes (vers plats). La famille des Hydrophilidae (Coléoptères) et les Amphipodes sont retrouvés dans les quatre taxa les plus fréquents (les abondances de ces taxa varient de 11 à 4 individus). Il n'a pas de dominance marquée par un taxon.

4.3.2.3 Analyse de la qualité biologique des stations

4.3.2.3.1 Score Moyen des Éphéméroptères guyanais (SMEG)

Cet indice couramment calculé se base sur la présence des genres d'Ephéméroptères échantillonnés au sein d'une station. Or, l'échantillonnage des milieux aquatiques en vue de la vidange du lac de la Madeleine n'ont pas permis la capture d'individus de cet ordre.

4.3.2.3.2 Indice biologique des macro-invertébrés de Guyane (IBMG)

L'IBMG est un indice prenant en compte l'ensemble du peuplement échantillonné au sein de chaque station et applicable uniquement sur les Petites Masses d'Eau échantillonnées *via* le Protocole d'Echantillonnage des Zones Amont ou Difficiles d'Accès (PEZADA).

Toutefois, les protocoles d'échantillonnage incomplets pour l'ensemble des stations biaisent les résultats obtenus par son calcul. En l'état, l'ensemble des stations sont considérées en mauvais état écologique selon la faune benthique invertébrée :

- Cabassou amont : IBMG = 0,19
- Cabassou aval : IBMG = 0,32

4.3.3 Discussion

L'échantillonnage de la macrofaune benthique a été compromis par l'absence de diversité d'habitats à prospector. L'effort d'échantillonnage biaise ainsi les observations que l'on peut en tirer mais permet toutefois de dresser un premier état des lieux sur ce compartiment biologique.

Les échantillonnages confirment que l'homogénéité des habitats induit des communautés peu diversifiées et ici, peu riches en abondance, ce qui met en évidence une faible abondance de ressource alimentaire. De plus, les taxa prélevés sont principalement tolérants en termes de conditions abiotiques et aucun taxa polluosensible tels que les Ephéméroptères n'ont été prélevés. Cet état de fait n'a d'ailleurs pas permis le calcul de l'indice SMEG.

Enfin, le calcul arbitraire de l'IBMG corrobore ces premiers constats : en l'état, les deux stations sont considérées en mauvais état selon la macrofaune benthique.

4.4 DEBITMETRIE

4.4.1 Méthode

Les mesures de débit, les profils bathymétriques et les profils d'écoulement ont été réalisés par l'intermédiaire d'un profileur acoustique Doppler ADCP (aDcp, pour ang. acoustic Doppler current profiler) RiverSurveyor M9 de Sontek. Le RiverSurveyor mesure la vitesse de l'eau grâce à un effet physique appelé « effet Doppler » ; si une source acoustique se déplace par rapport à un récepteur, la fréquence du son entendue par le récepteur est décalée par rapport à la fréquence d'émission. Appliqué à un courantomètre, on obtient :

$$Fd = (2 F0V/C)$$

Avec Fd = Fréquence de réception (décalée)

F0 = Fréquence d'émission

V = Vitesse relative entre la source et le récepteur (mouvement qui modifie la distance entre les deux ; V positif signifie que la distance augmente)

C = Célérité du son

A l'heure actuelle, les mesures par ADCP sont de plus en plus pratiquées, notamment par les organismes français ayant en charge le suivi du débit des rivières (DREAL, CNR, EDF, IRD, VNF, etc.). L'accord du débit obtenu par ADCP à des mesures classiques au courantomètre est inférieur à 5 %, quel que soit le débit, la marque et le type de l'appareil (Mueller 2002, Terek 2004, Pierrefeu 2004).

Le RiverSurveyor M9 possède neuf faisceaux acoustiques ; deux jeux de quatre faisceaux de 3,0 MHz et 1,0 MHz pour la mesure de vitesse pour l'établissement du profil, et un faisceau vertical de 0,5 MHz pour la mesure de profondeur. La gamme de mesure s'étend de 2 cm à 40 m, et jusqu'à 80 m pour le calcul du débit. Il est conçu pour fonctionner en mode stationnaire ou mobile fixé sur un hydroboard (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Il est de plus

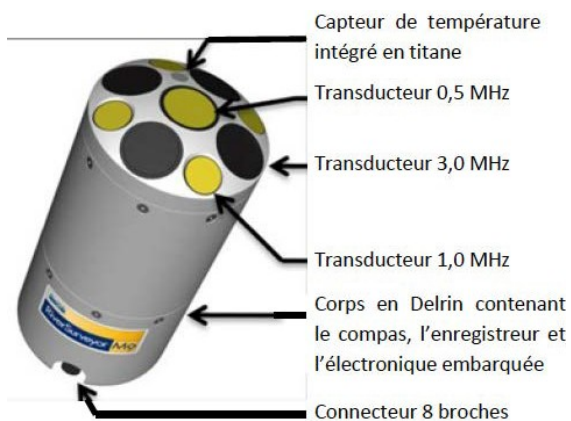


Figure 17 : Illustration du Riversurveyor M9 Sontek

couplé à un GPS. Les mesures sont réalisées selon les préconisations de la norme ISO/TS 24154 :2005. Le profileur acoustique est monté sur un hydroboard et tiré depuis la berge à vitesse réduite (idéalement, la vitesse de déplacement de l'hydroboard ne doit pas dépasser la vitesse de l'eau) depuis la rive droite jusqu'à la rive gauche et vice versa. 10 séries de mesures ou transects sont réalisées.

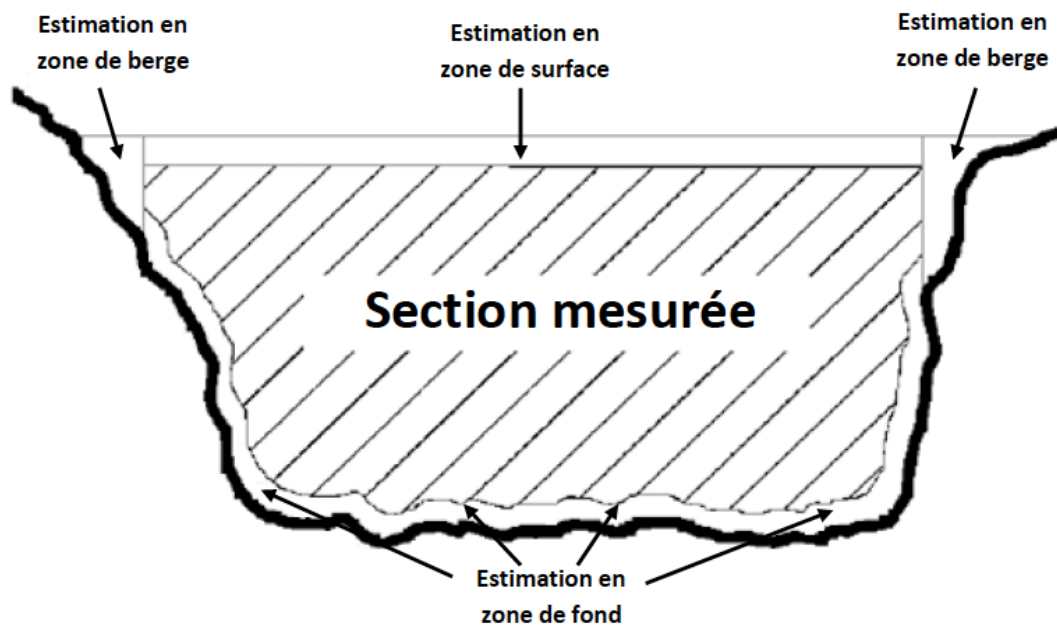
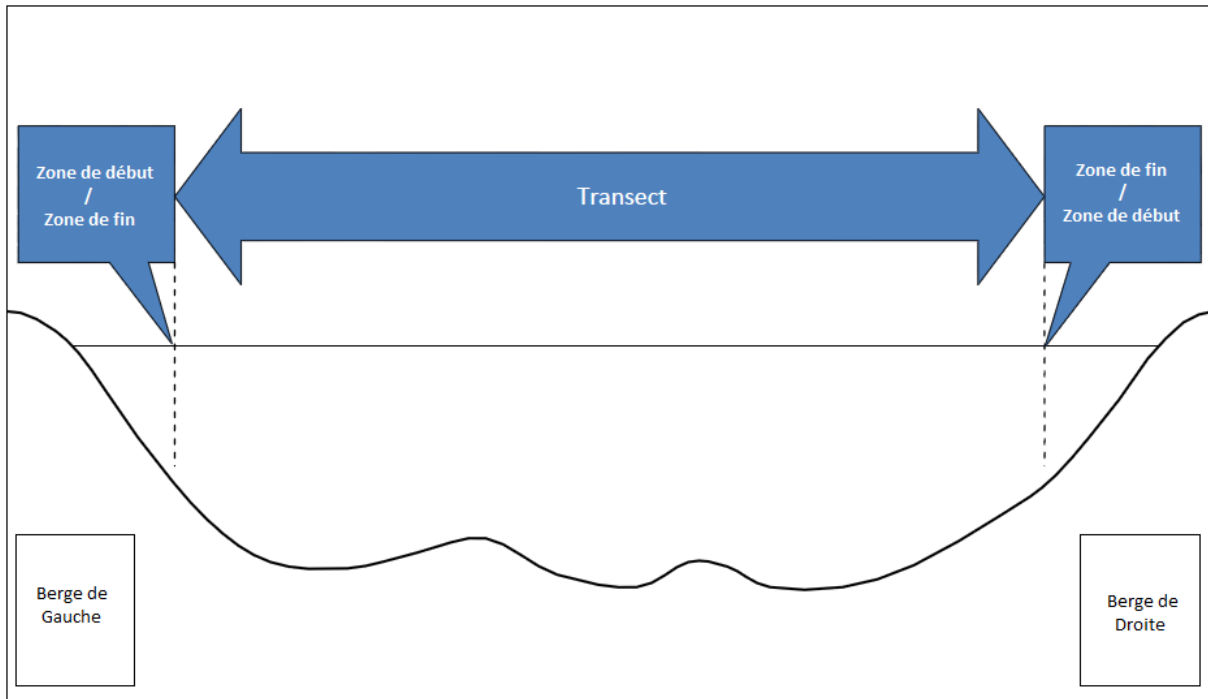


Figure 18 : Illustrations du principe de mesure du Riversurveyor M9 Sontek

4.4.2 Résultats

Le débit mesuré est estimé à $0,624 \text{ m}^3/\text{s}$ (soit 624 L/s) (Figure 19). Le profil des vitesses de courant en fonction de la profondeur est présenté par la (Figure 20).

Les conditions de mesure n'ont été pas réunies pour réaliser une mesure au niveau de la station Cabassou Amont, à cause la densité de végétation aquatique rendant impossible la prospection avec la sonde Sontek M9.

Au vu de la mesure débitométrique réalisée au niveau de la station Cabassou Aval, le régime hydraulique constaté sur site le jour de la mesure semble *a priori* correspondre à un début de saison des pluies (le criquot semble pouvoir recevoir un débit encore plus important lors de la grande saison des pluies).

Cette mesure permet ainsi de considérer ce débit comme un débit faible pouvant être utilisé comme référence pour la vidange du lac de la madeleine.

Résumé de Mesure																	Date de mesure : vendredi 21 juin 2019	
Informations sur le Site								Informations sur la Mesure										
Nom du Site				cabassou aval				Opérateurs				JF/SLR						
Numéro de Station								Embarcation / Moteur										
Localisation								Numéro de Mesure										
Informations sur le Système				Réglages Système						Unités								
Type de système		RS-M9		Enfoncement du Capteur (m)		0,10		Distance		m								
Numéro de série		5597		Salinité (ppt)		0,0		Vitesse		m/s								
Version du Firmware		4.10		Déclinaison Magnétique (degrés)		-18,3		Surface		m2								
Version de RiverSurveyor Live		3.9.50						Débit		m3/s								
								Température		°C								
Réglages du Calcul de Débit								Résultats de Débit										
Méthode de Suivi		Référence : Suivi de fond		Méthode Berge de Gauche		Berge Inclinée		Largeur (m)		5,527								
Méthode de Profondeur		Profondeur Faisceau Vert.		Méthode Berge de Droite		Berge Inclinée		Section (m2)		6,193								
Système de Coordonnées		Coordonnées ENU		Type d'ajustement en Haut		Coeff. ajustable		Vitesse Moyenne (m/s)		0,101								
				Type d'ajustement du Fond		Coeff. ajustable		Débit total (m3/s)		0,624								
				Début Hauteur à l'échelle (m)		0,00		Profondeur Maximale Mesurée		1,667								
				Fin Hauteur à l'échelle (m)		0,00		Vitesse maximale mesurée		1,271								
Résultats de Mesure																		
N° Tr	Heure		Distance			Vit. moy.		Débit							%			
#	Heure	Durée	Temp.	Trajet	Corrig.	Largeur	Surface	Bateau	Eau	Gauche	Droite	Haut	Médian	Fond	Total	LCTotal	Mesuré	
2 B	10:06:18	0:01:53	26,6	6,62	5,28	6,179	6,643	0,059	0,093	0,00	0,00	0,07	0,44	0,12	0,620	--	69,2	
7 B	10:18:51	0:02:17	26,4	6,64	4,52	5,418	5,924	0,048	0,110	0,01	0,00	0,09	0,44	0,11	0,652	--	67,9	
9 B	10:24:18	0:01:06	26,3	8,03	4,60	5,501	6,420	0,122	0,096	0,00	0,00	0,09	0,39	0,13	0,613	--	62,9	
10 B	10:26:38	0:01:09	26,3	6,23	5,02	5,921	6,453	0,090	0,096	0,00	0,00	0,07	0,42	0,13	0,619	--	66,6	
15 B	10:37:28	0:00:52	26,3	4,39	3,71	4,614	5,524	0,084	0,111	0,00	0,00	0,08	0,47	0,07	0,613	--	75,4	
		Moyenne	26,4	6,38	4,63	5,527	6,193	0,081	0,101	0,00	0,00	0,08	0,43	0,11	0,624	0,000	68,4	
		Déviat. std	0,1	1,17	0,53	0,534	0,410	0,026	0,008	0,00	0,00	0,01	0,03	0,02	0,014	0,000	4,1	
		Ecart Type	0,0	0,183	0,115	0,097	0,066	0,319	0,076	1,068	-0,735	0,114	0,059	0,184	0,023	0,000	0,060	
Durée d'utilisation : 0:07:17																		
Tr2=20190621100550r.rivr ; Tr7=20190621101909r.rivr ; Tr9=20190621102442r.rivr ; Tr10=20190621102703r.rivr ; Tr15=20190621103747r.rivr ;																		
Commentaires																		
Tr2=20190621100550r.rivr - ; Tr7=20190621101909r.rivr - ; Tr9=20190621102442r.rivr - ; Tr10=20190621102703r.rivr - ; Tr15=20190621103747r.rivr - ;																		
Etalonnage du Compas																		
Etalonnage terminé																		
Erreur de cap: 0.44 deg																		
Ampleur moyenne: 5350.59																		
Tangage: -10/40																		
Roulis: -30/20																		
Test du Système																		
Test Système : VALIDE																		
Les paramètres et réglages marqués avec un * ne sont pas les mêmes pour tous les fichiers																		
Rapport généré via SonTek RiverSurveyor Live v3.9.50																		

Figure 19 : Résumé de la mesure de débit grâce à une sonde Sontek M9 au niveau de la station Cabassou Aval, le 21 juin 2019

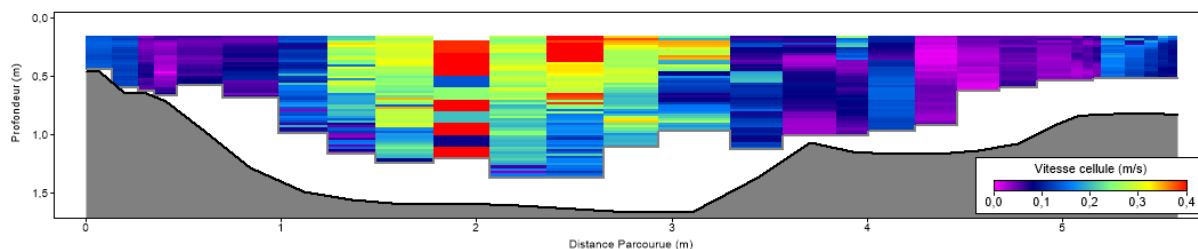


Figure 20 : Vitesse du courant en fonction de la profondeur le long du profil de la station Cabassou aval

5. RÉSULTATS DES ETUDES COMPLÉMENTAIRES DE 2020

5.1 HYDROGEOLOGIE

5.1.1 Méthode

Cette partie de l'étude porte sur une analyse bibliographique des données hydrogéologiques et géologiques existant sur la zone.

Le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) est l'organisme privilégié dans ces domaines.

En lien avec la Directive Cadre sur l'Eau (DCE), le BRGM assure en effet le suivi piézométrique et le suivi de l'état chimique des masses d'eau souterraines du bassin Guyane.

Pour cela, le BRGM assure le suivi d'un réseau piézométrique qui dispose en Guyane de 17 stations réparties sur le territoire et réalise un rapport de ce réseau de surveillance de l'état quantitatif des eaux souterraines du bassin Guyane.

Cette partie de l'étude a donc porté sur l'analyse de ce rapport et des données sur les eaux souterraines disponibles sur le site internet ades.eaufrance.fr

5.1.2 Résultats

Le réseau piézométrique du BRGM réunit des stations réparties sur l'ensemble du territoire dont l'une de ces stations est située à proximité de la carrière des Maringouins.

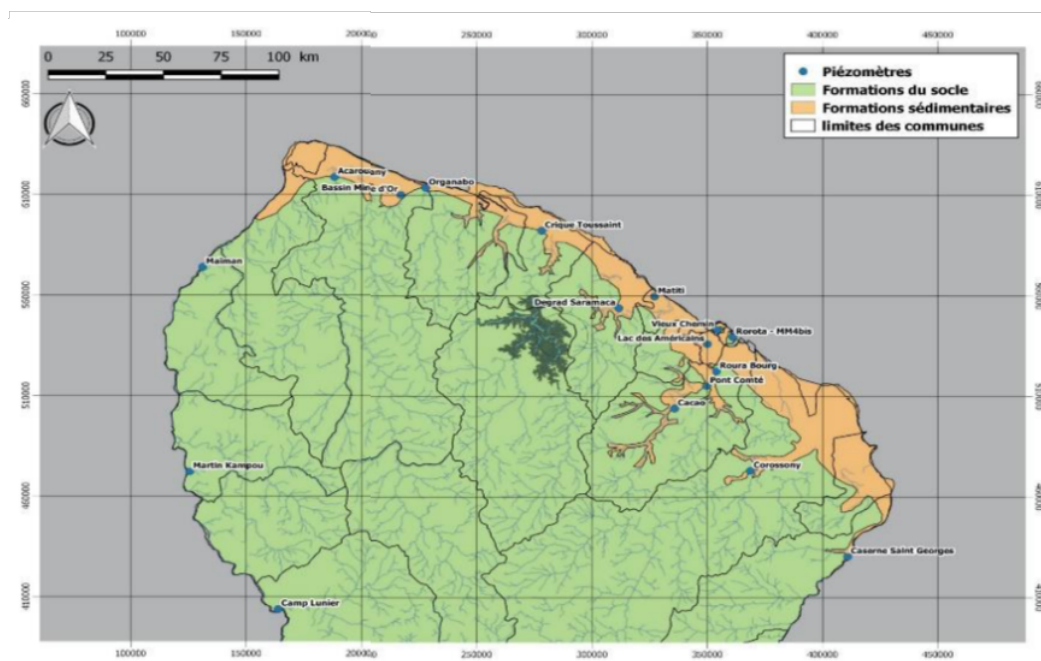


Figure 21 : Carte de répartition des stations par réseau sur le bassin Guyane (source : Rapport du BRGM)

Cette station est également visualisable sur le site ADES qui est le portail national d'accès aux données sur les eaux souterraines.

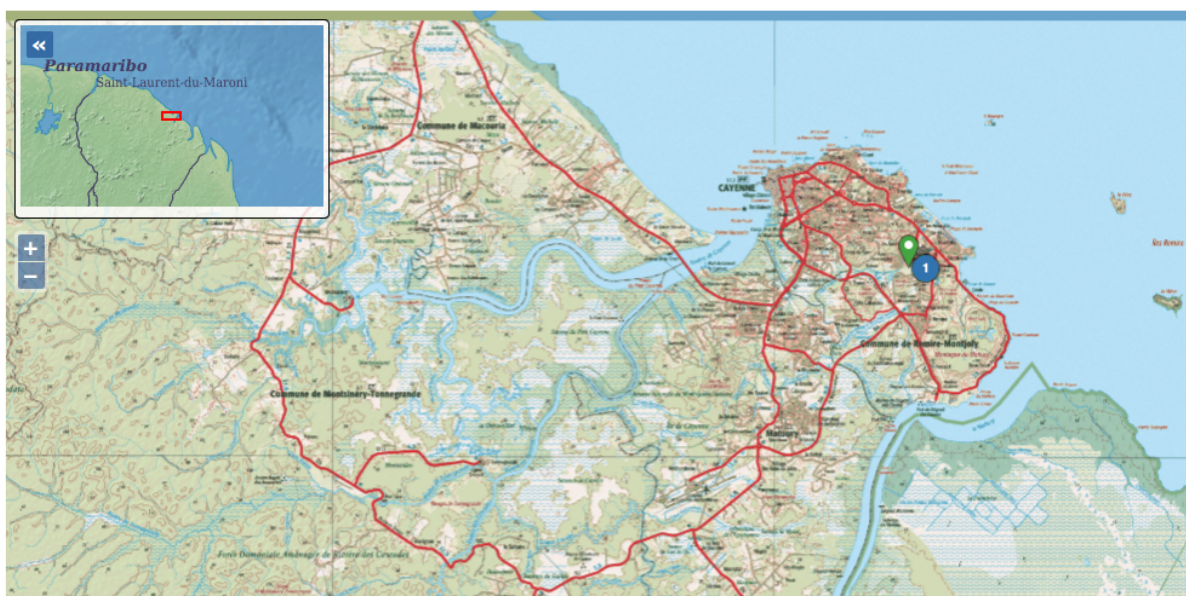


Figure 22 : Visualisation de la station de surveillance sur le territoire de l'île de Cayenne (point vert / source : site internet ades.eaufrance.fr)

Cependant, pour des raisons de sécurité nationale, l'accès à ces données ne permet pas d'obtenir la localisation géographique exacte de ces stations. Il n'est donc pas possible de connaître exactement l'emplacement de ce piézomètre par rapport à la carrière.

Néanmoins, cette station nommée "Vieux chemin" permet d'avoir des informations quant à la profondeur de la nappe et sur la qualité physico-chimique de l'eau souterraine.

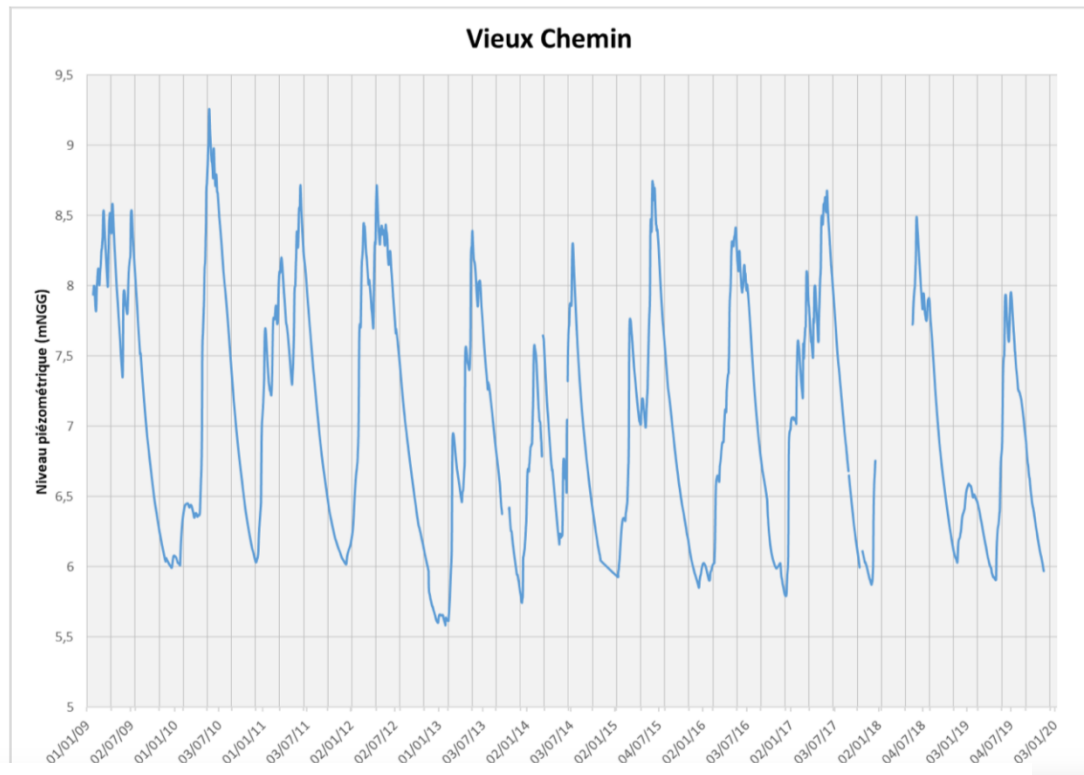


Figure 23 : : Chroniques piézométriques de la station "Vieux chemin" depuis 2009 (source : Rapport du BRGM)

On constate que la nappe est située entre 9 mètres et 5,5 mètres de profondeur.

Il est cependant important de noter que la profondeur de cette nappe souterraine n'est pas nécessairement représentative de la présence ou de l'absence de nappe au droit de la carrière de la Madeleine, ni de sa profondeur.

Il est à noter également que la fosse des Maringouins, située à proximité immédiate et actuellement en cours d'exploitation par la SCC CABASSOU a été creusée jusqu'à - 24 mètres. Aucun contact avec une éventuelle nappe souterraine n'a été constaté au cours de l'exploitation. Les eaux présentes sont issues des eaux météoriques et des eaux de ruissellement des carreaux d'exploitation.

Il est donc fort probable qu'il n'y ait pas de nappe souterraine au droit de la carrière, où que sa profondeur est plus importante que la profondeur prévue pour l'exploitation.

Il reste néanmoins nécessaire de prévoir un certain nombre de mesures à mettre en œuvre pour le cas où l'exploitation de la fosse amènerait à entrer en contact avec une nappe phréatique. Ces mesures sont présentées dans la partie 6: MESURES ENVIRONNEMENTALES.

5.2 CARACTERISATION DES VOLUMES ET DU CIRCUIT HYDRAULIQUE

L'étude s'est appuyée sur plusieurs visites de terrain (5, 19 et 20 août 2020) pour évaluer et analyser le circuit d'évacuation des eaux à partir du bassin de décantation de la carrière.

5.2.1 Situation initiale probable

Initialement, les eaux du bassin de décantation de la carrière (①) devaient être évacuées via un canal (②). Ce canal devait être connectée pour une petite partie (③) au canal de récupération des eaux de ruissellement de la décharge (④) située à proximité immédiate.

Le reste du canal (②) devait être dirigé via une zone de prieri (⑤) (aujourd'hui la zone d'habitation spontanée) vers un ouvrage hydraulique sous la route départementale n°3 (⑥). Cet ouvrage était ensuite relié à un canal (⑦) qui devait certainement être dirigé vers la crique Cabassou (⑧) via un ouvrage hydraulique (⑨) sous la piste d'accès à la zone d'exploitation de la société Eiffage (⑩).

NB : la zone d'habitations doit être considérée comme inexistante pour cette situation initiale.



Figure 24 : Circuit hydraulique initial probable (source Google Earth)

5.2.2 Bassin actuel

Le bassin est en deux parties identiques d'une surface de 855 m² et d'un volume de 1200 m³ (volume total du bassin de 2400 m³) séparés par une digue de 5 mètres de large sur 55 mètres de long. Cette digue est interrompue en son centre par la connexion hydraulique reliant les deux parties du bassin.

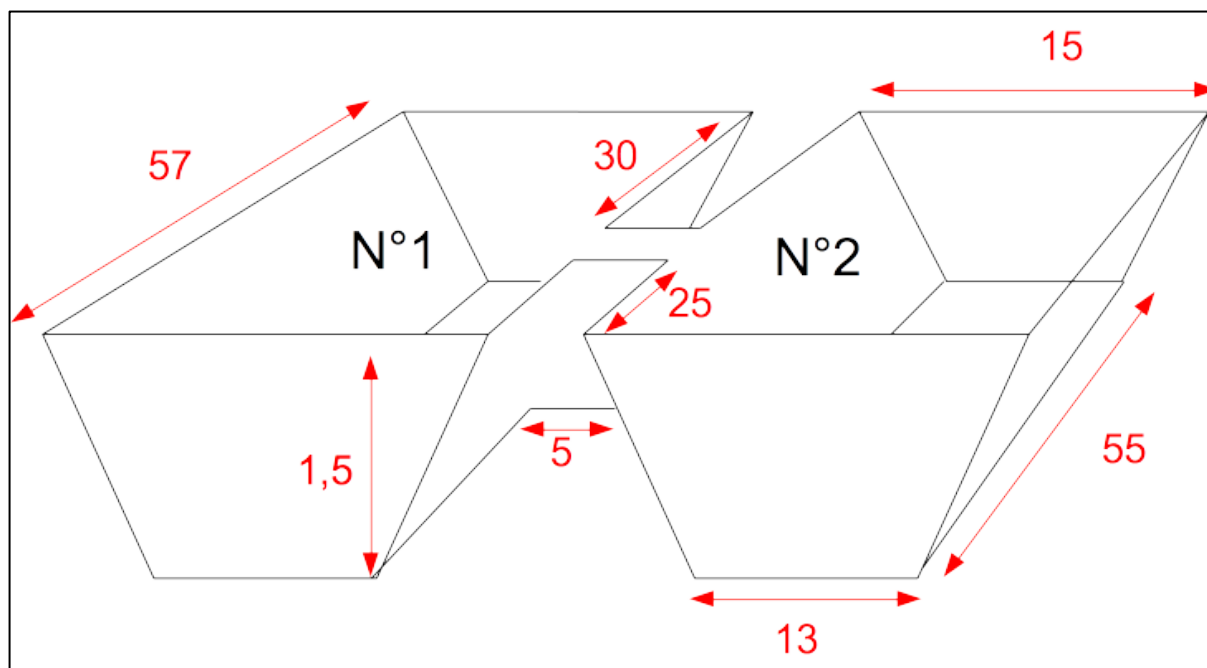


Figure 25 : Schéma de principe du bassin de décantation (mesures en mètres)

Le bassin n°2 est connecté à la buse exutoire et à la surverse, toutes deux connectées au canal d'évacuation des eaux vers le milieu naturel.

Le bassin est à ce jour encombré et non entretenu. Ses abords ne permettent pas ou peu de circuler. En effet, un entretien grossier a dû être réalisé par le maître d'ouvrage le 19 août 2020 pour pouvoir effectuer les mesures le 20 août 2020. Cet entretien est cependant insuffisant pour permettre son fonctionnement optimal à ce jour.

Un entretien d'envergure ainsi qu'un curage doit être envisagé rapidement pour assurer le fonctionnement efficace du bassin de décantation.

5.2.3 Circuit hydraulique post-bassin en l'état actuel

5.2.3.1 Exutoire du bassin

L'exutoire du bassin (①) est connecté à un canal (②) qui n'a pas pu être suivi sur toute sa longueur d'une part à cause de la végétation très dense (③) rendant impossible l'accès et d'autre part parce qu'une partie de ce canal est dans une zone d'habitation (④), *a priori*, spontanée (toutes les constructions ne sont pas visibles sur la carte satellite).

Le reste de ce canal semble être au même endroit qu'à l'initial (⑤) et l'eau suit le même circuit à travers l'ouvrage hydraulique sous la route départementale n°3 (⑥), le canal (⑦) qui vers la crique Cabassou (⑧) en transitant par l'ouvrage hydraulique (⑨) sous la piste d'accès à la zone d'exploitation de la société Eiffage (⑩).

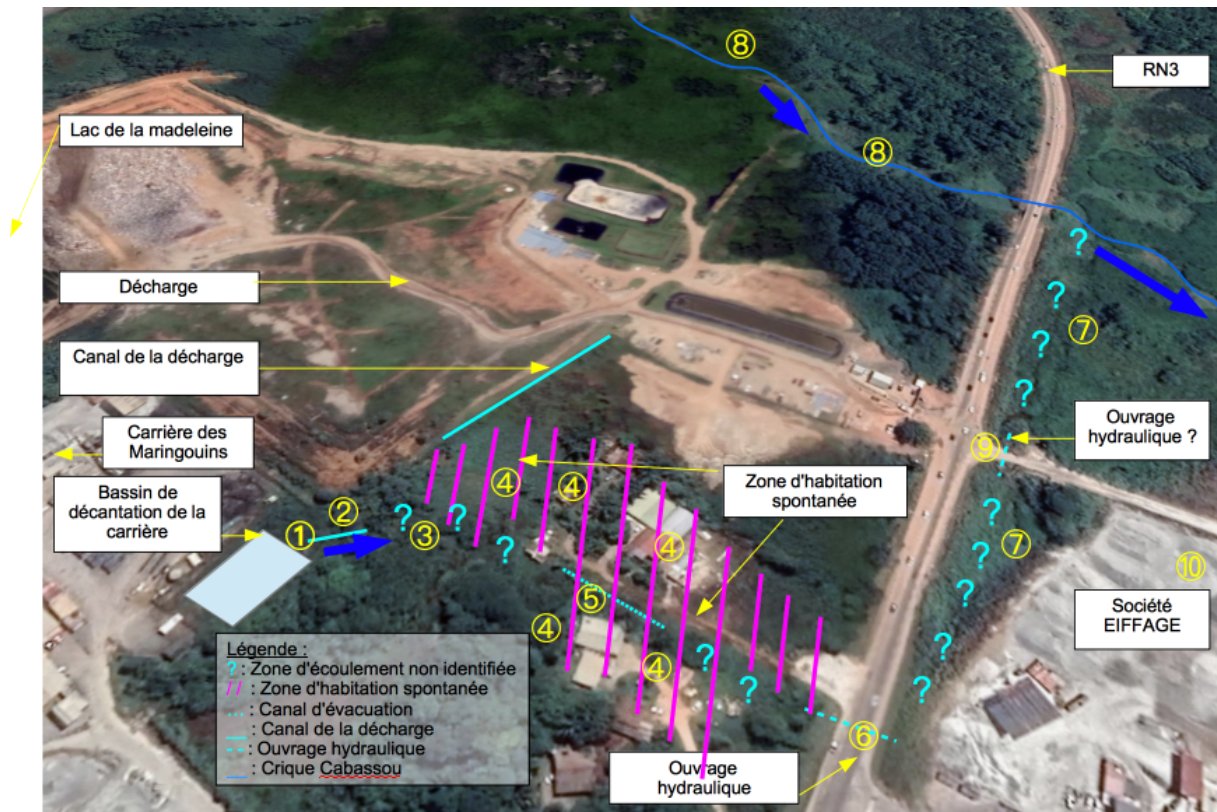


Figure 26 : Visualisation des zones reconnues lors des visites de terrain d'août 2020

5.2.3.2 Zone d'habitation spontanée et pripri

Cette zone d'habitation constitue le problème principal pour l'évacuation de l'eau.

En effet, les maisons (ou assimilées) ont été construites sur des remblais de gravats et de terre qui empiètent sur une partie du canal et sur une zone de pripri servant de zone d'expansion des crues lors d'épisodes pluvieux.

Plusieurs contacts ont été pris avec certaines personnes vivant sur la zone mais la prise d'information a été difficile. En effet, les personnes rencontrées ont été réticentes à la

communication considérant que nos équipes pouvait représenter des autorités ou autres organismes susceptibles d'interdire leur implantation.

Néanmoins, les informations recueillies ont tout de même permis d'identifier un problème réel d'inondation lors d'épisodes pluvieux. Il semblerait en effet que le pripri n'est plus en mesure de recueillir toutes les eaux provenant d'une part du canal de la carrière et d'autre part de la décharge située à proximité. Aussi une montée des eaux de plusieurs dizaines de centimètres semble impacter les habitants à chaque épisode pluvieux.

5.2.3.3 Depuis la décharge voisine

Par ailleurs, une partie de la visite s'est effectuée à partir de la décharge, avec l'accord de l'exploitant. Cette visite a permis de constater qu'un canal récupère une grande partie des eaux de ruissellement issues des zones de relief de la décharge.

Il a également été constaté un reliquat de canal qui devait servir de connexion entre le canal provenant du bassin de la carrière et le canal de récupération des eaux de ruissellement de la décharge. Ce reliquat est aujourd'hui complètement comblé par des gravats et autres déchets en tout genre. En tout état de cause, cette connexion ne devait pas servir à l'évacuation de la totalité des eaux de la carrière. En outre, le contact pris avec l'exploitant de la décharge a permis d'établir qu'effectivement une partie des eaux de la carrière était vraisemblablement dirigée vers ce canal mais que cela ne représentait pas de volumes très importants. Le retour de l'exploitant fait également mention de montée d'eau en période pluvieuse dans la zone où se trouve les habitations.

5.2.3.4 Conclusions

En résumé les visites de terrain ont permis d'identifier un certain nombre de problèmes qui confirment que l'évacuation des eaux à la sortie de la carrière n'est plus aussi effective qu'elle a pu l'être auparavant :

- Une partie du canal au niveau de la zone d'habitation est complètement comblée par divers remblais ;
- La connexion entre le canal provenant du bassin de la carrière et le canal de la décharge est également remblayé par une partie de la zone d'habitation. Cette partie du canal n'est plus visible et ne permet donc pas l'évacuation des eaux ;
- Les eaux issues de la carrière ne suivent plus véritablement de circuit prédéfini et amènent à une montée des eaux régulières dans la zone d'habitation. Cette accumulation d'eau est certainement liée aux remblais conséquents sur le pripri qui ont permis la construction des habitations ;
- L'ouvrage hydraulique sous la route est encore présent mais il semble partiellement obstrué au regard du faible écoulement. Un entretien, voire une réparation semble nécessaire ;
- L'ouvrage hydraulique sous la piste d'accès à la zone d'exploitation de la société Eiffage n'est plus visible ou inexistant. En ce sens, l'écoulement vers la crique Cabassou, exutoire finale, n'est plus possible. Il est nécessaire de prévoir une intervention à cet endroit pour constituer un nouveau circuit d'évacuation ;
- Les volumes et dimensions du canal et des ouvrages hydrauliques n'ont pas pu être effectués compte-tenu des éléments susmentionnés.

5.2.3.5 Mesures et recommandations

Au regard des éléments précédents, des travaux sont nécessaires afin de pouvoir établir un nouveau circuit hydraulique sur la zone.

Dans un premier temps, il convient de déterminer les parties du canal qui peuvent être réhabilitées. Le cas échéant, il sera ensuite nécessaire d'intervenir directement au droit de la zone d'habitation ou sur le pourtour du périmètre afin de créer un canal suffisamment conséquent pour que l'eau soit correctement évacuée. Ces travaux effectués, les inondations sur les zones d'habitation devraient par la même être réduites.

Il sera également nécessaire d'intervenir sur l'ouvrage hydraulique situé sous la route nationale 3 ainsi que sur celui de la piste d'accès à la zone d'exploitation de la société Eiffage.

Dans un dernier temps, la création d'un canal jusqu'à la crique pourrait également s'avérer nécessaire.

Les dimensions retenues pour les ouvrages hydrauliques seront des éléments déterminant dans la définition des volumes pouvant être évacués par le circuit hydraulique. En cas de nécessité, les fossés évacuateurs et canaux qui seront créés et/ou réhabilités, pourront être surdimensionnés pour servir de zone de stockage partielle et temporaire pour l'eau.

Ces éléments seront à considérer au regard du facteur limitant qu'est le débit mesuré de la crique exutoire. En d'autres termes, le débit de la crique fixe une valeur qu'il faudra respecter et ne pas dépasser pour le rejet à la sortie du bassin de décantation. Cette valeur est déterminée dans la partie ci-après.

5.2.4 Crique exutoire

Le volume de la crique Cabassou a été calculé lors de la mission réalisée en 2019.

Ce volume a été estimé à 0,624 m³/s (soit 624 L/s) (Figure 19).

Au vu de la mesure débitométrique réalisée au niveau de la station Cabassou Aval, le régime hydraulique constaté sur site le jour de la mesure semble *a priori* correspondre à un début de saison des pluies (le criquot semble pouvoir recevoir un débit encore plus important lors de la grande saison des pluies).

Cette mesure permet ainsi de considérer ce débit comme un débit faible pouvant être utilisé comme référence pour la vidange du lac de la madeleine.

Au regard des résultats débitométriques enregistrées le 21 juin 2019, un débit de vidange préconisé serait de **50 L/s** (environ un dixième du débit mesuré), ce qui n'impacterait pas de façon notable le débit naturel. Ce débit pourrait être augmenté à 150 L/s de mai à juin, lors des fortes pluies de Guyane.

6. MESURES ENVIRONNEMENTALES

Au regard des résultats obtenus en 2019 et du processus de vidange modifié, un ensemble de mesures d'évitement et de réduction, et le cas échéant de compensation seront également mises en œuvre afin que le processus de vidange et des travaux associés soient les moins impactant possible.

En outre, et conformément aux conclusions de la réunion d'avril 2020 avec les services instructeurs, de mesures de suivi sur les modalités de vidange et d'utilisation des eaux pour les besoins de l'exploitation seront également proposées.

Pour cela, les résultats des études de 2019 seront utilisés et mis à profit.

Une visite du site sous cet angle de vue sera également nécessaire, et tout particulièrement pour définir précisément l'emplacement des stations de suivi à mettre en œuvre.

6.1 TRAVAUX PREALABLES

Comme indiqué plus haut, des travaux doivent être réalisés afin de pouvoir établir un nouveau circuit hydraulique sur la zone.

Pour cela, il est nécessaire de :

- Assurer un entretien d'envergure des abords du bassin et de son exutoire direct ;
- Réaliser un curage du fond du bassin et un reprofilage des berges ;
- Réhabiliter les parties du canal qui peuvent l'être ;
- Intervenir au droit de la zone d'habitation pour (re)créer un canal qui permet une évacuation des eaux suffisante jusqu'à l'ouvrage hydraulique situé sous la route n°3 ;
- Rétablir l'écoulement de l'ouvrage hydraulique sous la route n°3 ;
- Rétablir l'ouvrage hydraulique sous la voie d'accès à la zone d'exploitation de la société Eiffage ;
- Redessiner un canal entre ces deux ouvrages hydrauliques ;
- Redessiner et créer un canal jusqu'à la crique Cabassou, exutoire final ;

Les dimensions retenues pour les ouvrages hydrauliques et les différents canaux seront des éléments déterminant dans la définition des volumes pouvant être évacués par le circuit hydraulique. En cas de nécessité, les fossés évacuateurs et canaux qui seront créés et/ou réhabilités, pourront être surdimensionnés pour servir de zone de stockage partielle et temporaire pour l'eau.

Ces éléments seront à considérer au regard du facteur limitant qu'est le débit de la crique exutoire.

6.2 MESURES D'EVITEMENT ET DE REDUCTION DES IMPACTS

6.2.1 Sauvegarde piscicole

La faune piscicole présente dans le lac évolue dans un écosystème clos. Le projet de vidange du lac va, de fait, modifier cet écosystème. Afin d'éviter tout dommage sur les individus, il convient de procéder à cette vidange selon un mode opératoire qui favorise la survie des poissons.

Le canal destiné à relier les fosses de la Madeleine et des Maringouins devra construit de manière à ce que la connexion avec le lac de la Madeleine soit la dernière étape.

En outre, la fosse des Maringouins devra faire l'objet d'une pêche finale avant la mise à sec. L'objet de cette pêche sera de capturer un maximum de poissons puis de les transférer directement vers le milieu récepteur. Cette opération devra être menée dans l'optique de sauvegarder les individus pêchés pendant toute la période de transfert.

Le protocole à suivre pourra être le suivant :

- Capture à la nasse ou à l'épuisette dans la mesure du possible ;
- Capture au filet en cas de besoin ;
- Les individus seront récupérés dans des bacs plastiques dans lesquels un certain nombre de mesures seront mises en place pour réduire la mortalité (oxygénation des bacs, protection du soleil,...) ;
- Les espèces seront déterminées dans la mesure du possible ;
- **Les espèces inconnues seront photographiées et clairement répertoriées ;**
- Une estimation finale des poissons capturés et relâchés sera réalisée au cours de la mission.

6.2.2 Contrôle débitométrique du rejet de la vidange

Au regard du volume du plan d'eau et des capacités de la crique exutoire, il est nécessaire de définir un volume maximal à ne pas dépasser lors du rejet dans la crique. Compte-tenu des éléments constatés et recommandés, le bassin ainsi que le circuit hydraulique à suivre jusqu'à la crique pourront être construits et/ou réhabilités de manière à servir de stockage temporaire. Ce volume est déterminé par les capacités débitométriques de la crique.

En tout état de cause, et au regard des résultats débitométriques mesurés lors de la campagne de 2019, le débit rejeté au droit de la crique ne devra pas excéder **50 L/s** afin de ne pas impacter le débit naturel de la crique. Ce débit pourrait être augmenté à 150 L/s de mai à juin, lors des fortes pluies de Guyane.

6.3 MESURES DE COMPENSATION DES IMPACTS

Les mesures d'évitement et de réduction possibles ont été envisagées et doivent permettre d'atténuer de manière conséquente les impacts sur l'eau et les milieux aquatiques.

A ce titre, aucune mesure de compensation n'apparaît nécessaire vis à vis des impacts résiduels sur l'eau et les milieux aquatiques.

Néanmoins, au regard des enjeux sur ce compartiment environnemental, il convient de mettre en place des mesures de suivi et d'accompagnement dont l'objectif sera d'assurer l'adéquation optimale des mesures d'atténuation au regard des impacts attendus, et le cas échéant, d'adapter ces mesures en fonction des difficultés ou inconvénients rencontrés.

6.4 MESURES DE SUIVI ET D'ACCOMPAGNEMENT

La qualité de l'eau au niveau du lac, du bassin et du point rejet doivent être contrôlés régulièrement afin de vérifier l'impact potentiel du rejet dans le milieu.

En outre, cet impact, pour être mesuré, doit être comparé par rapport à un point de repère en amont du point de rejet afin d'établir un comparatif avant/après le point de rejet. Ces stations sont sélectionnées selon leur représentativité et leur pertinence au regard des enjeux établis.

S'agissant de la qualité physico-chimique de l'eau, 4 stations géographiques différentes seront envisagées en poursuivant cette logique

- La **station Lac** doit permettre de connaître la qualité de l'eau initiale.
- La **station aval bassin** permet de connaître la qualité de l'eau après qu'elle ait traversé la zone d'exploitation.
- La **station Cabassou** aval permet d'évaluer l'effet de dilution dans la crique. Cependant cette station étant située à l'aval d'une connexion où les eaux noires de la décharge sont évacuées vers le milieu naturel pourrait montrer des résultats biaisés par cette arrivée d'eau.
- Aussi, la mise en place d'une **station Cabassou amont** permet de connaître la qualité de l'eau avant cette connexion. Les deux stations Cabassou amont et Aval bassin permettront d'établir l'impact de l'eau issue du bassin vers le milieu naturel et, le cas échéant, d'établir l'impact positif sur le rejet de la décharge.

S'agissant des invertébrés aquatiques et au regard des résultats de l'expertise menée en 2019, seules deux des stations seront prospectées pour ce compartiment de la macrofaune benthique.

Ces 2 stations seront :

- Cabassou amont ;

- Cabassou aval.

Ce choix est guidé par les écosystèmes rencontrés qui ne permettent pas d'avoir une bonne évaluation des biocénoses sur le plan d'eau et l'aval bassin au regard des méthodes existantes d'évaluation de la qualité de l'eau sur ce compartiment.



Figure 27 : Localisation des stations de suivi

6.4.1 Qualité de l'eau

Au regard des résultats des analyses menées en 2019, il n'est pas nécessaire de suivre la totalité des paramètres étudiés pour l'établissement de l'état initial compte-tenu du fait que plusieurs résultats se sont révélés négatifs.

Sur chaque station, seront évalués les paramètres suivants :

Paramètres	Lac	Aval Bassin	Cabassou amont	Cabassou aval
Conductivité à 25°C				<i>Analyses in situ</i>
Oxygène dissous				
pH				
Température de l'eau				
Turbidité				
Conductivité à 25°C				
Escherichia coli NPP				<i>Analyses en laboratoire</i>
Entérocoques intest. NPP				
Carbone Organique Total				
Demande Biochimique en Oxygène				
Matières En Suspension				
Demande Chimique en Oxygène				
Ammonium				
Azote Kjeldhal				
Nitrates				
Nitrites				
Orthophosphates				
Phosphore total				
Arsenic				
Cadmium				
Cuivre				
Mercure				
Nickel				
Plomb				
Zinc				

Les mesures in situ sur la station Lac devront être prises tous les mètres sur toute la colonne d'eau.

Les stations devront être suivies à minima deux fois par an, une fois par saison pendant toute la période de vidange et pendant une période de deux ans à compter de la fin de la vidange du lac.

Ces mesures devront malgré tout être effectuées lorsque la vidange est effective. Celle-ci pourra être réalisée en plusieurs mois compte-tenu du délai avant la mise en exploitation de la carrière de la Madeleine qui est estimé par le maître d'ouvrage à plusieurs années.

6.4.2 Suivi de la macrofaune benthique

Le protocole devra être mené selon le même que celui utilisé en 2019 afin de pouvoir établir des résultats comparatifs.

Les stations devront être suivies à minima deux fois par an, une fois par saison pendant toute la période de la vidange et pendant deux ans après la fin de la vidange afin d'observer la modification du milieu. En effet, la macrofaune benthique est un indicateur fiable de la dégradation ou de l'amélioration d'un milieu naturel. La période de vidange pourrait améliorer le milieu compte-tenu de la qualité de l'eau du lac au regard de celle de la crique Cabassou. A l'inverse, la fin de la vidange pourrait amener à une nouvelle dégradation du milieu. Le suivi de la macrofaune benthique doit permettre d'identifier et de mesurer ces modifications.

6.4.3 Mise en place de piézomètre de suivis

Dans le cas où des résurgences seraient constatés lors de la mise en exploitation de la fosse de la Madeleine, des piézomètres de suivis pourront être mis en place. Ceux-ci devront être disposés de manière à mesurer la profondeur de la lame d'eau de l'éventuelle nappe phréatique.

Ces piézomètres devront alors être équipés d'outils de mesure en continu pour déterminer la hauteur d'eau. Des analyses mensuelles devront être réalisées pour la qualité physico-chimiques de l'eau. Les paramètres à suivre devront être les paramètres à mesurer *in situ*.

7. CONCLUSION

L'étude complémentaire, objet du présent rapport, avait pour objectif de reprendre la caractérisation de l'état initial sous les volets physico-chimiques, et hydrobiologiques, de déterminer les enjeux hydrogéologiques liés à la présence ou l'absence de nappe souterraine, d'évaluer le volume maximal de rejet possible au point d'exutoire et de proposer des mesures environnementales pour la réduction des impacts et pour le suivi et l'accompagnement du projet.

Au regard de l'analyse bibliographique des données hydrogéologiques ainsi que de l'exploitation actuelle de la fosse des Maringouins, il ressort que la présence d'une nappe souterraine au droit de la fosse de la Madeleine n'est pas avérée. Néanmoins, des mesures pourront être prises afin de suivre les interactions avec une éventuelle nappe dans le cas où une résurgence serait découverte lors de l'exploitation de la fosse de la Madeleine.

Les visites de terrain ont permis de constater que le circuit hydraulique entre le bassin de la carrière et la crique est incomplet voire inopérant et ne permet plus de récupérer, stocker et évacuer les eaux issues de la carrière. Des travaux sont donc nécessaires pour permettre la vidange du lac. En effet, en l'état actuel de ce circuit, l'évacuation des eaux issues de la carrière est inopérante et provoque déjà pour tout ou parties les inondations de la zone d'habitation « spontanée » (due notamment au remblai du pipri à cet endroit). L'apport supplémentaire des volumes issus de la vidange aurait donc des effets non négligeables sur la zone d'habitation notamment et pourrait provoquer des inondations mettant en péril la sécurité des biens et personnes.

Au regard de ces enjeux débitométriques et de la limite d'acceptation de la crique Cabassou, il est préconisé que le débit de rejet au droit de la crique soit limité à 150 l/s de mai à juin et à 50 l/s le reste de l'année. Ce volume n'impacterait pas de façon notable le débit naturel de la crique Cabassou qui est l'exutoire final pour la vidange du lac de la Madeleine.

S'agissant des mesures ERC et des mesures de suivi et d'accompagnement, il est préconisé de suivre de manière biannuelle, 4 stations de mesures pour le suivi de la qualité physico-chimique de l'eau, incluant un suivi particulier de certains métaux.

Enfin, l'étude de la macrofaune benthique réalisée met en évidence des habitats peu biogènes et peu favorables à une communauté invertébrée abondante et variée. De plus, le calcul de l'IBMG en l'état (nombre d'échantillons non conforme) tend à confirmer ce postulat : les notes attribuent un mauvais état aux stations étudiées. Néanmoins, considérant que la qualité de l'eau du lac pouvant, à terme, amener à un impact positif sur la qualité de l'eau du milieu ambiant et donc sur les habitats potentiels, et considérant que la macrofaune benthique peut être un indice de cette amélioration de la qualité de l'habitat, il est recommandé de suivre deux stations pendant la période de vidange du lac ainsi qu'après la fin de la vidange afin d'observer un éventuel retour à un état dégradé du milieu.