

Nos domaines d'intervention:



➤ Diagnostic, aménagement et gestion des rivières



➤ inventaires ichtyologiques des cours d'eau par pêche électrique

➤ Indice d'intégrité biotique poisson (IIBP), IBNC



➤ Hydraulique fluviale (laugeage, courantologie, profondimétrie,...)



➤ Amélioration et diversification de l'habitat (passe à poissons, bras de contournement, ...)

➤ Inventaire de la ripisylve

Suivi des macro-invertébrés dans la zone d'activités de Vale NC –

Rapport annuel 2015

Milieux lenticques

Rapport du 20 janvier 2015

HUET Clémence

Sommaire

1	Introduction	4
2	Suivi des milieux lenticques	5
2.1	Zone d'étude	5
2.2	Plan d'échantillonnage	6
2.3	Stratégie d'échantillonnage utilisée pour les macroinvertébrés en milieu lentique	7
2.3.1	Caractérisation des stations	7
2.3.2	Mesures des paramètres physico-chimiques de l'eau	7
2.3.3	Méthode d'échantillonnage des macroinvertébrés	8
2.4	Traitement réalisé sur les échantillons	9
3	Analyse des données des campagnes de 2015	10
3.1	Données physico-chimiques.....	10
3.1.1	Température.....	10
3.1.2	pH.....	11
3.1.3	Oxygène dissous	12
3.1.4	Conductivité.....	12
3.1.5	Turbidité	13
3.2	Données biologiques	15
3.2.1	Densité.....	15
3.2.2	Richesse et composition taxonomique	16
3.2.3	Indices de diversité et de structure	18
3.2.4	Indice EPT	20
4	Discussion	21
4.1	Kadji	21
4.2	Lac Robert.....	22
4.3	Xere Wapo	24
5	Conclusion.....	25
6	Bibliographie	26
7	Annexes	28
7.1	Annexe I : Ensemble des données physico-chimiques mesurées sur les stations de suivi en milieu lentique en 2015	28
7.2	Annexe II : Ensemble des données biologiques relevées sur les stations de suivi en milieu lentique en 2015	29
7.3	Annexe III : Liste faunistique des stations de suivi pour les 2 campagnes d'échantillonnage de l'année 2015	30

Cartes

Carte 1 : Localisation des stations de suivi macroinvertébrés en milieux lenti-ques dans la zone d'influence de Vale Nouvelle-Calédonie.	5
Carte 2 : Localisation de la station de suivi en milieu lentique du bassin versant de la Kadji.	21
Carte 3 : Localisation des 2 stations positionnées au niveau du Lac Robert.	22
Carte 4 : Localisation des 2 stations de suivi positionnées sur la doline Xérè Wapo.	24

Tableaux

Tableau 1: Description détaillée des stations de suivi en milieu lentique.	5
Tableau 2 : Planning d'échantillonnage des milieux lenti-ques.	6
Tableau 3 : Calendrier des stations échantillonnées durant l'année 2015.	6

Photos

Photo 1 : Malette de terrain HACH HQ40D	7
Photo 2 : Photomètre	7

Figures

Figure 1 : Température relevée sur les stations de suivi entre mai 2012 et septembre 2015.	10
Figure 2 : pH relevé sur les stations de suivi entre mai 2012 et septembre 2015.	11
Figure 3 : Mesures d'oxygène dissous relevées sur les stations de suivi entre mai 2012 et septembre 2015.	12
Figure 4 : Conductivité mesurée sur les stations de suivi entre mai 2012 et septembre 2015.	13
Figure 5 : Turbidité mesurée sur les stations de suivi en mars et septembre 2015.	14
Figure 6 : Densité en macroinvertébrés récoltés sur les stations de suivi entre mai 2012 et septembre 2015.	15
Figure 7 : Richesse taxonomique rencontrée sur les stations de suivi entre mai 2012 et septembre 2015. .	16
Figure 8 : Abondance relative en insectes diptères Chironomidae sur les stations de suivi en mars et en septembre 2015.	17
Figure 9 : Abondance relative en insectes trichoptères sur les stations de suivi en mars et en septembre 2015.	17
Figure 10 : Indice de Shannon calculé sur les stations de suivi entre mai 2012 et septembre 2015.	19
Figure 11 : Indice de Pielou calculé sur les stations de suivi entre mai 2012 et septembre 2015.	19
Figure 12 : Indice Ephémères, Trichoptères et Plécoptères calculé sur les stations de suivi entre mai 2012 et septembre 2015.	20

1 INTRODUCTION

Dans le cadre de son programme de suivi environnemental, la société VALE Nouvelle-Calédonie doit réaliser le suivi de la qualité biologique (macrofaune benthique) des eaux de surface présentes dans la zone influencée par son activité industrielle et minière.

Les suivis sont réalisés conformément à :

- ✓ l'arrêté n° 890-2007/PS du 12 juillet 2007 autorisant la société Goro Nickel SAS à exploiter les utilités de la centrale électrique au charbon sises sur les lots n° 59 et n° 49, section Prony-Port Boisé, au lieu-dit « Goro », commune du Mont-Dore.
- ✓ l'arrêté n° 1467-2008/PS du 9 octobre 2008 autorisant la société Goro Nickel SAS à l'exploitation d'une usine de traitement de minerai de nickel et de cobalt sise « Baie Nord » - commune du Mont-Dore, d'une usine de préparation du minerai et d'un centre de maintenance de la mine sis « Kwé Nord » - commune de Yaté.
- ✓ l'arrêté n°11479-2009/PS du 13 novembre 2009 modifié par l'arrêté n°85-2011/ARR/DENV du 17 janvier 2011 autorisant la société Vale Nouvelle-Calédonie à exploiter deux installations de traitement et d'épuration des eaux résiduaires domestiques ou assimilées, dénommées STEP5 et STEP6, issues de la base-vie et de l'usine commerciale sises Baie Nord, sur le territoire de la commune du Mont-Dore.
- ✓ la Convention Biodiversité.
- ✓ des mesures compensatoires.

Dans le périmètre concerné, deux types de milieux ont été identifiés : les cours d'eau (milieux lotiques) et les dolines permanentes et temporaires (milieux lentiques).

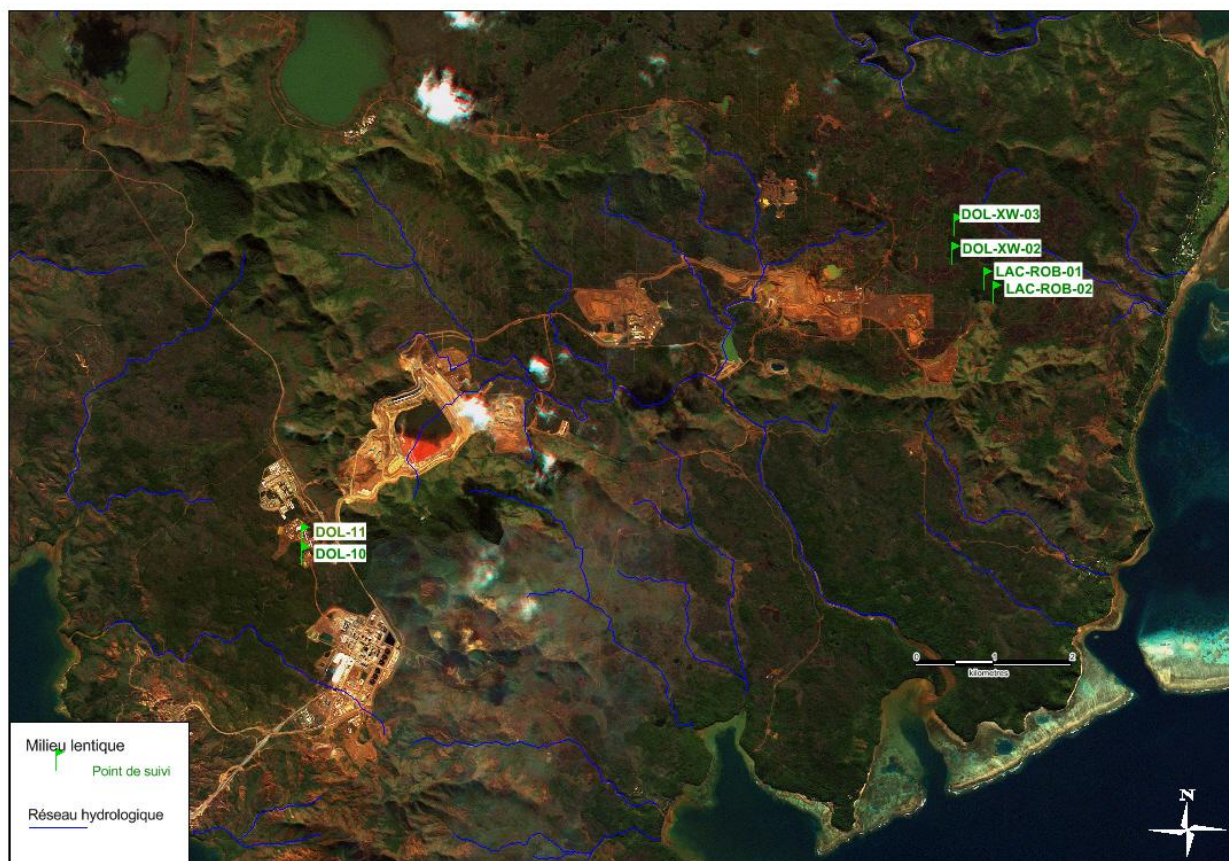
L'objectif de la mission confiée à ERBIO est de réaliser le suivi de la macrofaune benthique dans la zone d'influence des activités de Vale Nouvelle-Calédonie afin d'évaluer la qualité biologique des milieux aquatiques, sur la période 2014 – 2017, et d'améliorer les connaissances actuelles sur les zones humides et les cours d'eau du Grand Sud.

Ce document présente l'ensemble des résultats des inventaires réalisés lors des 2 campagnes de suivi de la faune macrobenthique, en milieux lentiques, durant l'année 2015.

2 SUIVI DES MILIEUX LENTIQUES

2.1 ZONE D'ETUDE

Le suivi de la qualité biologique des eaux de surface par l'échantillonnage de la faune macrobenthique comprend un total de 6 stations en milieux lentiques (Carte 1). Ces points de suivi sont situés dans la zone d'influence des activités de Vale Nouvelle-Calédonie.



Carte 1 : Localisation des stations de suivi macroinvertébrés en milieux lentiques dans la zone d'influence de Vale Nouvelle-Calédonie.

Les caractéristiques de chacune de ces stations - coordonnées, bassin versant et activités associées - sont détaillées dans le Tableau 1 ci-dessous.

Tableau 1: Description détaillée des stations de suivi en milieu lentique.

Stations	X RGNC	Y RGNC	Bassin versant	Activités associées
DOL-10	493401.6	208591.2	Creek Baie Nord	Station d'épuration
DOL-11	493403.9	208841.2	Kadji	Station d'épuration
DOL-XW-02	501732.0	212433.0	Wajana	Mine
DOL-XW-03	501769.0	212802.0	Wajana	Mine
LAC-ROB-01	502152	212112	Wajana	Mine
LAC-ROB-02	502266	211943	Wajana	Mine

2.2 PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE

Le plan d'échantillonnage annuel des stations de suivi macroinvertébrés en milieu lentique est présenté dans le Tableau 2. Sur une année, 2 campagnes sont menées sur ce type de milieu. La campagne 5 à réaliser entre mars et juin concerne les 6 stations tandis que la campagne 6 ne comprend que 4 stations, localisées sur Xère Wapo et Lac Robert.

Tableau 2 : Planning d'échantillonnage des milieux lenticques.

Stations	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier (n+1)
LAC-ROB-01			Campagne 5 à réaliser entre mars et juin				Campagne 6 à réaliser entre juillet et décembre						
LAC-ROB-02													
DOL-XW-02													
DOL-XW-03													
DOL-10													
DOL-11													

La première campagne de suivi en milieu lentique a eu lieu entre le 31 mars et le 1^{er} avril 2015. La campagne 6 s'est déroulée, quant à elle, du 22 au 23 septembre.

Une station n'a toutefois pas pu être échantillonnée (Tableau 3). En cause, des conditions hydrologiques particulières sur cette station pendant la ou les période(s) d'échantillonnage concernée(s).

Tableau 3 : Calendrier des stations échantillonnées durant l'année 2015.

Stations	Campagnes			
	Mars 2015	Juillet 2015	Septembre 2015	Octobre 2015
DOL-10	A sec	A sec	A sec	A sec
DOL-11	X	-	-	-
DOL-XW-02	X	-	X	-
DOL-XW-03	X	-	X	-
LAC-ROB-01	X	-	X	-
LAC-ROB-02	X	-	X	-

X : Stations échantillonnées

La station DOL-10 était à sec lors de la campagne 5 qui s'est déroulée en mars. Une autre visite sur ce point de suivi a été effectuée lors de la 2^{ème} campagne en septembre ainsi que lors des campagnes en milieu lotique de juillet et d'octobre afin de vérifier si celui-ci pouvait être échantillonné à une autre période de l'année. Toutefois, DOL-10 était à chaque fois à sec.

2.3 STRATEGIE D'ÉCHANTILLONNAGE UTILISÉE POUR LES MACROINVERTEBRES EN MILIEU LENTIQUE

2.3.1 CARACTERISATION DES STATIONS

La connaissance de l'identité du milieu et de la dynamique des composants du milieu explique la présence ou l'absence de certaines espèces animales et des facteurs qui conditionnent leur développement. Il est nécessaire d'avoir une bonne connaissance de la variabilité spatio-temporelle des paramètres caractérisant un biotope pour étudier les incidences d'une éventuelle pollution des eaux sur les peuplements de macroinvertébrés benthiques.

Avant de débiter les prélèvements, le positionnement de chaque station a été identifié à l'aide des coordonnées GPS et des informations notifiées lors des campagnes de suivi précédentes. Le périmètre de la station est fonction du périmètre en eau le jour de l'échantillonnage. Concernant les milieux à superficie en eau importante, notamment le lac Robert et Xérè Wapo, la longueur de la station sera au minimum de 30 mètres par 100 mètres.

Une fois les limites de la station identifiées, les caractéristiques physiques suivantes ont été relevées (selon la fiche terrain du Guide méthodologique d'application de l'IBNC et l'IBS ; Mary et Archaimbault, 2012) :

- Coordonnées GPS, altitude et localisation exacte sur carte,
- Date et heure du prélèvement,
- Description de l'environnement général (berges, nature géologique dominante, source d'interférence, ...),
- Conditions d'observation (hydrologie, météo, particularités, ...),
- Mesures in-situ de la physico-chimie de la station,
- Description de la station (longueur, largeur de la partie en eau, les profondeurs maximales et minimales, l'ensoleillement, description de la berge, du fond du lit et du recouvrement en latérites),
- Identification des substrats existants dans la station (et choix des habitats prospectés)
- Caractéristiques des prélèvements unitaires réalisés.

2.3.2 MESURES DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES DE L'EAU

Les composantes physico-chimiques de l'eau (pH, conductivité, oxygène dissous, température et turbidité) sont mesurées in situ, à chaque station. Ces mesures sont réalisées à l'aide :

- d'un instrument portable, l'appareil numérique de mesure multiple HACH HQ40D, qui permet de mesurer à la fois la température, le pH, l'oxygène dissous (en mg/L et en %) ainsi que la conductivité (Photo 1),
- d'un photomètre de terrain, l'enregistreur multiparamétrique YSI 9500, qui mesure, affiche et enregistre 150 types d'analyses physicochimiques de l'eau, dont la turbidité (Photo 2).



Photo 1 : Malette de terrain HACH HQ40D



Photo 2 : Photomètre YSI 9500

2.3.3 METHODE D'ÉCHANTILLONNAGE DES MACROINVERTEBRES

Actuellement, aucune méthodologie standardisée et validée n'est applicable pour les milieux lenticques en Nouvelle-Calédonie. Il est important de rappeler que l'Indice Biotique de Nouvelle-Calédonie (IBNC) et l'Indice BioSédimentaire (IBS) ont été élaborés pour un type d'écosystème aquatique spécifique : les cours d'eau calédoniens. De ce fait, ils ne sont pas adaptés aux milieux stagnants du type doline.

Dans l'attente d'un indice adapté à ces milieux, une procédure d'échantillonnage standard combinant diverses techniques a été proposée afin d'inventorier le maximum d'individus potentiellement présents dans les plans d'eau étudiés.

Lors des précédents suivis en milieu lentique, l'ensemble des 5 prélèvements effectués par les prestataires étaient réalisés à l'aide d'un filet Surber (AquaTerra, 2013). Cette méthode permet de récolter la faune du substrat et celle vivant dans la végétation du fond. C'est donc une méthode sélective et peu représentative de la faune, notamment pélagique (coléoptère, hétéroptère, etc.), vivant dans ces milieux stagnants.

Dans l'optique d'obtenir un échantillon représentatif de la biodiversité des communautés de macroinvertébrés, il convient d'utiliser des méthodes et des outils complémentaires.

En termes de richesse inventoriée, d'après Robertson et Piwowar (1985), la méthode de prélèvement la plus efficace se révèle être la méthode du dipnet, comparativement à l'utilisation de filet de faune en dérive ou encore de substrat artificiel.

En Nouvelle-Calédonie, lors de l'inventaire de 6 zones humides situées dans la zone d'influence de VALE Nouvelle-Calédonie (ERBIO, 2010), plusieurs méthodes avaient alors été utilisées :

- Les prélèvements par Surber,
- l'échantillonnage de transects en plongée et à l'aide d'un filet de faune en dérive,
- les prélèvements par épuisette en bordure ou en plongée (dipnetting),
- et la benne d'Ekman.

Cet inventaire a mis en évidence que les techniques de prélèvement par filet Surber et par dipnetting (prélèvement par épuisette en bordure ou en plongée) étaient les plus efficaces pour l'échantillonnage de la faune parmi les quatre méthodologies alors utilisées. En effet, ces deux méthodes sont complémentaires, le Surber permet d'inventorier les espèces benthiques vivant essentiellement à la surface et dans le sédiment et le dipnetting permet de prélever la faune pélagique rencontrée en surface ou dans la masse d'eau (plongée).

En fonction des recommandations du client et de la littérature, nous avons donc favorisé l'utilisation de diverses méthodes de prélèvements complémentaires afin d'obtenir une image la plus complète possible de la faune présente aux stations lors des campagnes d'échantillonnage. Nous avons choisi de mettre en place le protocole d'échantillonnage suivant :

- 3 prélèvements effectués à l'aide d'un filet Surber sur les habitats considérés comme les plus biogènes selon l'ordre d'habitabilité défini dans le guide méthodologique et technique de l'IBNC et l'IBS (Mary et Archambault, 2012). En milieu lentique, il est nécessaire de créer un courant avec sa main pour entrainer les organismes dans le filet.
- 1 prélèvement réalisé selon un transect aléatoire de 1m X 5m (5m²) où l'ensemble des individus observés est échantillonné sur le benthos et dans la masse d'eau. Selon la profondeur, le prélèvement peut être réalisé à l'aide de masque et tuba.
- 1 prélèvement réalisé à l'aide d'un petit filet de maille 250 µm (dipnetting) en plongée. L'opérateur nage aléatoirement pendant une durée de 10 mn et récupère la faune observée (notamment pélagique). La durée du prélèvement en « dipnetting » a été évaluée en fonction de la superficie de la station et de contraintes temporelles d'échantillonnage. Cette méthode a été précédemment employée dans différentes études de dolines et a prouvé son efficacité. Elle est complémentaire au filet Surber car elle permet de récolter des organismes en pleine eau, caractéristiques des milieux

lenticues.

Les échantillons sont ensuite conditionnés séparément, fixés à l'alcool à 90° et dotés d'un triple étiquetage. Le nom de la station, la date d'échantillonnage, le numéro de l'échantillon et le substrat prospecté sont notés sur le flacon, sur le couvercle et sur une étiquette submersible, placée à l'intérieur du flacon.

2.4 TRAITEMENT REALISE SUR LES ECHANTILLONS

Le traitement des échantillons de macroinvertébrés benthiques se déroule selon le guide méthodologique de réalisation de l'IBNC/IBS (Mary et Archambault, 2012). Les macroinvertébrés sont déterminés à l'aide de clés d'identification, sous loupe binoculaire et microscope (montage sous lamelle) :

- Davis & Christidis, 1997. A guide to wetland invertebrates of Southwestern Australia.
- Gooderham & Tsyrlin, 2002. A guide to freshwater macroinvertebrates of Temperate Australia, the waterbug book.
- Haynes, 2001. Freshwater snails of the tropical Pacific Islands.
- Madden, 2010. Key to genera of larvae of Australian Chironomidae (Diptera).
- Mary, 2000. Guide d'identification des macroinvertébrés benthiques des cours d'eau.
- Peters & *al.*, 1978. The Leptophlebiidae: Atalophlebiinae of New Caledonia (Ephemeroptera). Part I: Introduction and systematics.
- Peters & Peters, 1981. The Leptophlebiidae: Atalophlebiinae of New Caledonia (Ephemeroptera). Part III: Systematics.
- Peters & *al.*, 1990. The Leptophlebiidae: Atalophlebiinae of New Caledonia (Ephemeroptera). Part V: Systematics.
- Peters & *al.*, 1994. The Leptophlebiidae: Atalophlebiinae of New Caledonia (Ephemeroptera). Part VI: Systematics.
- Peters & Peters, 2000. The Leptophlebiidae: Atalophlebiinae of New Caledonia (Ephemeroptera). Part VII: Systematics.

3 ANALYSE DES DONNEES DES CAMPAGNES DE 2015

Cette partie du rapport présente les résultats des inventaires réalisés lors des 2 campagnes de 2015 sur les milieux lenticques.

Sont à la fois synthétisées les données relatives à la physico-chimie (température, pH, oxygène, conductivité, turbidité) relevées sur chaque station de suivi et à chaque campagne ainsi que les données biologiques de peuplement (densité, richesse, abondance en différents groupes faunistiques, indices de diversité). L'évolution de chacun de ces paramètres entre les 2 campagnes est présentée sous forme de graphique. Les données historiques accumulées depuis le début du suivi de ces stations, en mai 2012, y figurent également.

3.1 DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES

Les paramètres physico-chimiques de l'eau (pH, conductivité, oxygène dissous, température et turbidité) sont mesurés in situ, sur chaque station, avant le début des prélèvements de benthos. Les résultats des analyses physico-chimiques témoignent donc de la composition de l'eau au moment de l'échantillonnage (Mary et Archambault, 2012) et apportent ainsi une information importante sur l'état de santé du milieu.

L'ensemble des données physico-chimiques relevées lors des 2 campagnes de 2015 sont détaillées dans l'Annexe I : Ensemble des données physico-chimiques mesurées sur les stations de suivi en milieu lenticque en 2015.

3.1.1 TEMPERATURE

La Figure 1 présente les résultats relatifs à la température mesurée sur les stations de suivi en milieu lenticque lors des 2 campagnes d'échantillonnage de 2015 ainsi que depuis le début du suivi de ces stations.

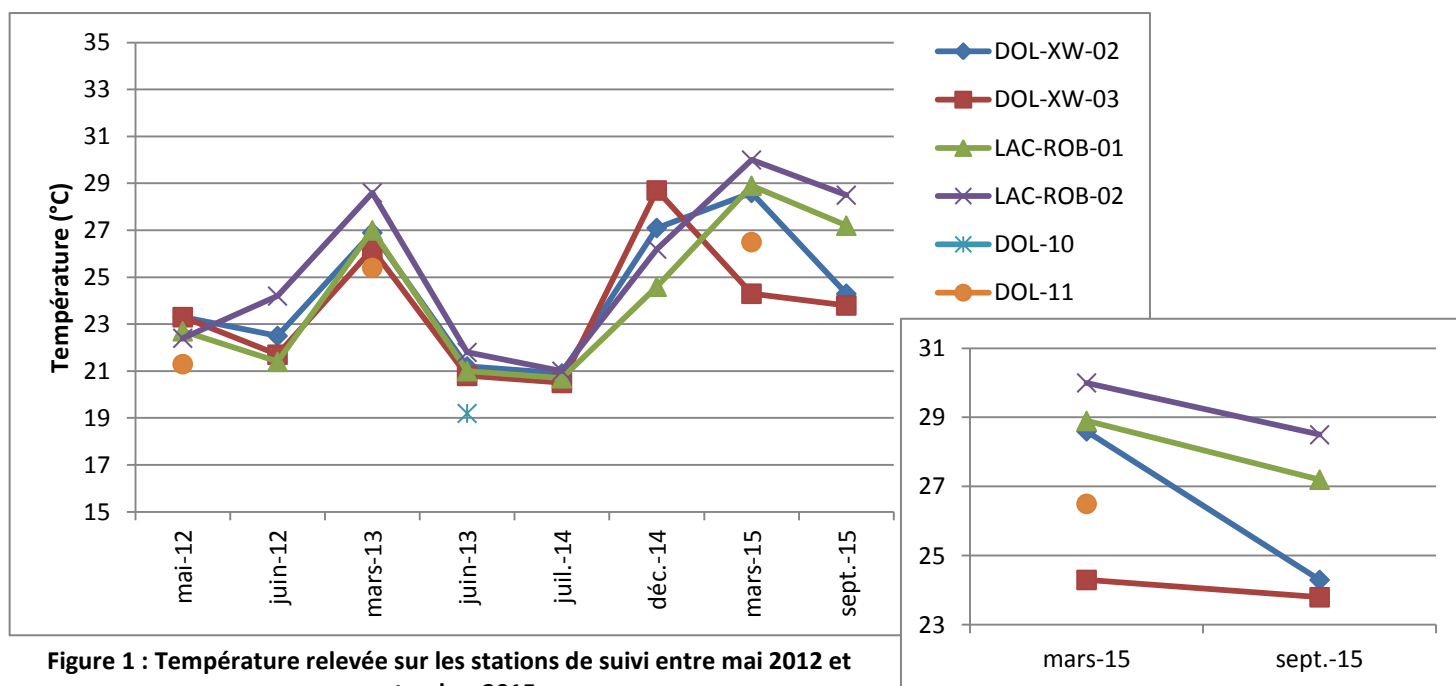


Figure 1 : Température relevée sur les stations de suivi entre mai 2012 et septembre 2015.

La température varie entre les 2 campagnes de suivi de 2015 (Figure 1). Celle-ci apparaît globalement plus élevée lors de la campagne de mars, allant de 24,3°C sur la station DOL-XW-03 à un maximum de 30°C mesuré sur la station LAC-ROB-02. En septembre, la température baisse de manière plus ou moins importante sur chacune des stations. Ces résultats sont en cohérence avec la saisonnalité, la première campagne ayant été réalisée en saison chaude, celle-ci s'étalant de mi-novembre à mi-avril, et la deuxième, en période de transition entre la saison fraîche et la saison chaude (de mi-septembre à mi-novembre).

La différence de température est également visible chaque année, depuis 2012, entre les 2 campagnes de suivi. La température de l'eau apparaît nettement plus élevée en mars 2013 et décembre 2014, périodes de campagne situées en saison chaude, comparativement aux campagnes de juin 2013 et juillet 2014 effectuées en saison fraîche (Figure 1). La différence de température est moins marquée entre les 2 campagnes de l'année 2012, ces 2 suivis ayant été réalisés à seulement 1 mois d'intervalle, en début de saison fraîche.

3.1.2 PH

Les données de pH relevées sur les stations de suivi entre 2012 et 2015 sont représentées sur la Figure 2 suivante.

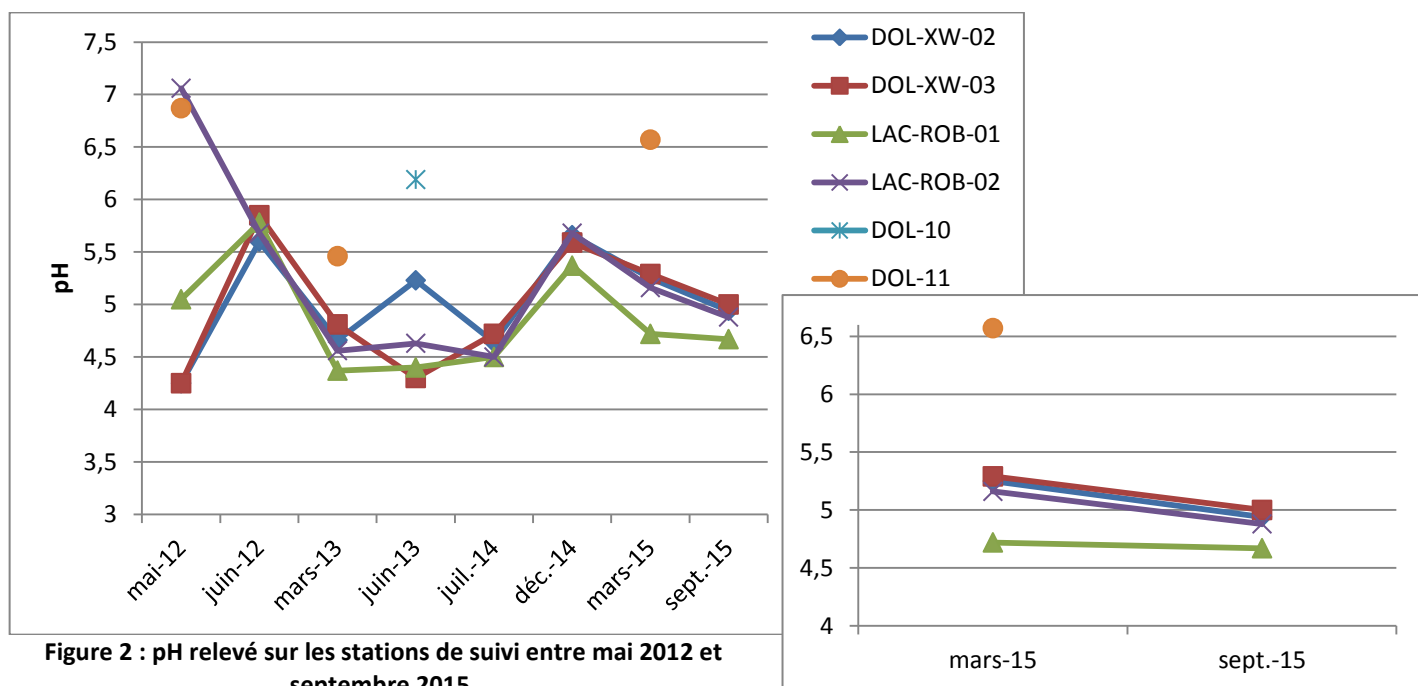


Figure 2 : pH relevé sur les stations de suivi entre mai 2012 et septembre 2015.

Les valeurs de pH varient elles aussi entre les 2 campagnes de l'année 2015. Tout comme la température, elles diminuent entre mars et septembre, quelque soit la station (Figure 2).

Les mesures de pH obtenues sur les stations en milieu lentique sont globalement faibles, celles-ci indiquant toutes un pH acide. D'après les données antérieures sur ces points de suivi (Figure 2 - AquaTerra, 2013; 2014 ; ERBIO, 2015), il semble que ces valeurs basses de pH soient habituelles dans ce type de milieu (*Possible explication : Présence de matière organique végétale qui se décompose dans un milieu à vitesse de courant nulle entraînant une acidification de l'eau*).

3.1.3 OXYGENE DISSOUS

Le taux d'oxygène dissous dans l'eau est mesuré en milligrammes d'oxygène par litre d'eau et en pourcentage de saturation. Le pourcentage de saturation exprime la quantité d'oxygène présente dans l'eau par rapport à la quantité totale d'oxygène que l'eau peut contenir à une température donnée. Cette valeur est une mesure permettant de comparer plus facilement les données entre les différents sites ou à différentes dates.

La Figure 3 qui suit présente les données relatives à l'oxygène dissous (en %) récoltées sur les stations de suivi lors des 2 campagnes de mars et septembre 2015, et entre 2012 et 2015.

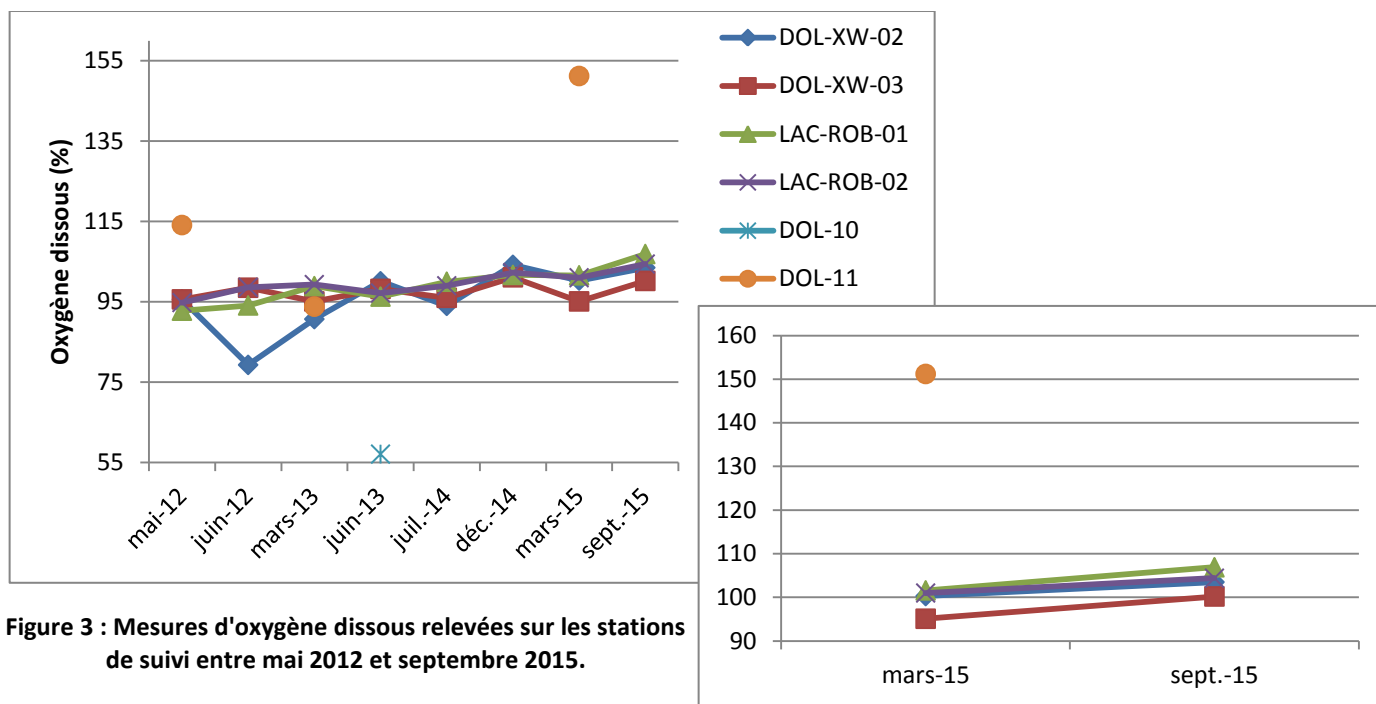


Figure 3 : Mesures d'oxygène dissous relevées sur les stations de suivi entre mai 2012 et septembre 2015.

La saturation en oxygène augmente entre la première et la deuxième campagne de 2015 pour les stations localisées sur Xérè Wapo et le Lac Robert. Toutefois, ces mesures indiquent que les eaux des dolines sont correctement oxygénées. Seule la mesure obtenue sur la station DOL-11 en mars apparaît élevée (151,2% de saturation en O_2 ; Figure 3), indiquant une eau sursaturée.

Entre mai 2012 et septembre 2015, la saturation en oxygène s'étend de 90,7% (DOL-XW-02 en mars 2013) à 106,9% (LAC-ROB-01 en septembre 2015), traduisant une oxygénation correcte de ces milieux. Seules quelques valeurs se détachent (DOL-11 en mai 2012 et mars 2015, DOL-XW-02 en juin 2012, DOL-10 en juin 2013). Pour plus de précisions, se référer aux rapports antérieurs (AquaTerra, 2013 ; 2014).

3.1.4 CONDUCTIVITE

La conductivité est une mesure de la capacité de l'eau à conduire un courant électrique et est donc, de manière indirecte, une mesure de la teneur de l'eau en ions. Ce paramètre permet ainsi d'évaluer le degré de minéralisation des milieux étudiés. Les valeurs de conductivité d'un lac ou d'un milieu lentique sont généralement stables et dépendent essentiellement de la nature géologique du bassin versant.

Les données de conductivité relevées sur les 5 stations en milieu lentique en 2015 sont représentées sur la Figure 4. Les données historiques sur les points de suivi situés dans ce type de milieu y figurent également.

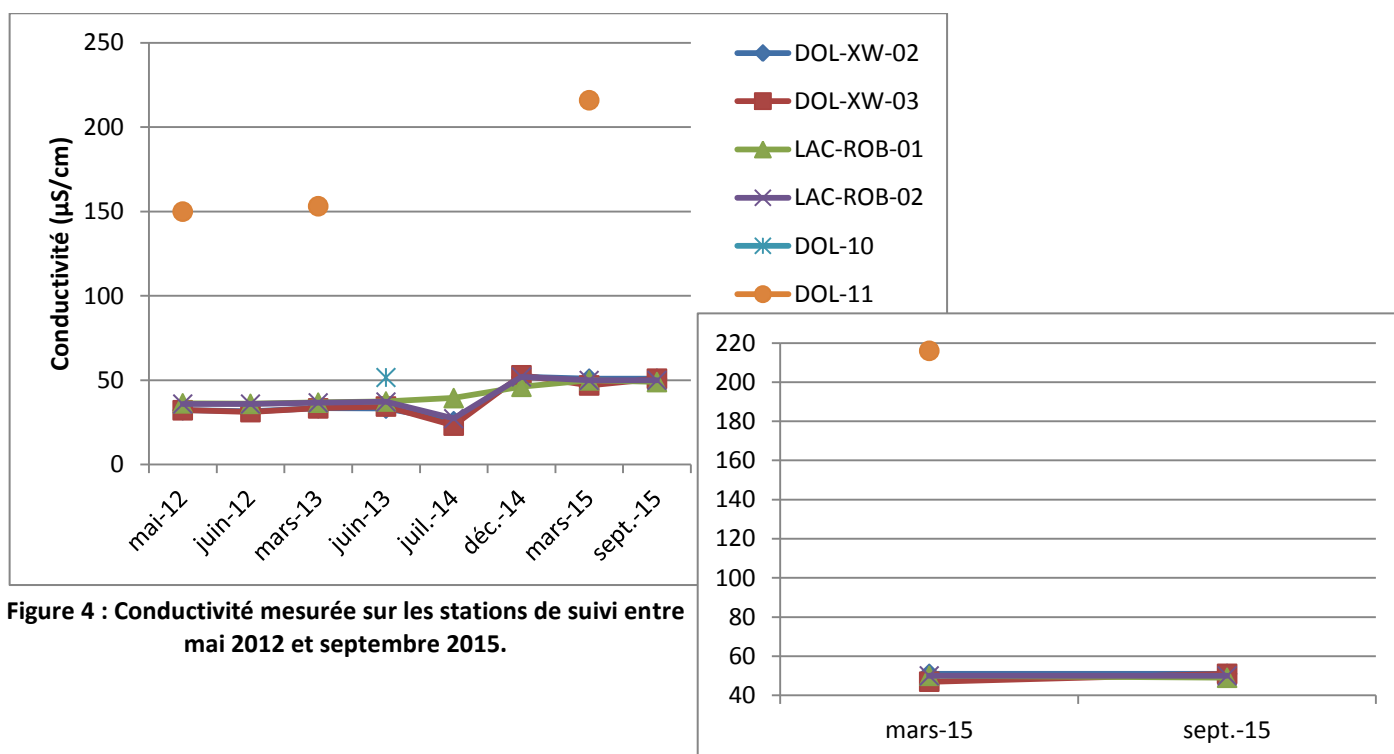


Figure 4 : Conductivité mesurée sur les stations de suivi entre mai 2012 et septembre 2015.

La conductivité relevée sur les stations de suivi ne varie pas ou très peu entre les 2 campagnes de mesure en 2015, s'échelonnant entre 47 et 51 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Cette gamme de valeurs est relativement faible. Toutefois, lors des précédentes campagnes, les stations situées en milieu lentique présentaient également des valeurs de conductivité basses (Figure 4), traduisant ainsi des eaux faiblement minéralisées dans ce type d'écosystème.

Seules les mesures de conductivité obtenues sur la station DOL-11 au cours des 3 campagnes de suivi dont elle a fait l'objet se détachent des autres valeurs. En effet, ces mesures s'élèvent à 150 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en mai 2012, à 153,2 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en mars 2013 et jusqu'à 216 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en mars 2015 (Figure 4). Cette station apparaît donc moyennement minéralisée voire fortement minéralisée lors de la première campagne de 2015.

3.1.5 TURBIDITE

La turbidité est la mesure de l'aspect plus ou moins trouble de l'eau. Elle est causée par diverses matières particulaires ou colloïdales composées de limon, d'argile, de composés organiques et inorganiques ainsi que du plancton et d'autres microorganismes. Les sources de matières particulaires peuvent être d'origine naturelle ou anthropique (US EPA, 1999).

Les pollutions d'origine mécanique, liées au transport de matières en suspension, telles que celles observées sur les terrains miniers participent à l'augmentation de la turbidité.

Les valeurs de turbidité relevées sur les points de suivi en 2014 et 2015 sont présentées dans la Figure 5 ci-dessous.

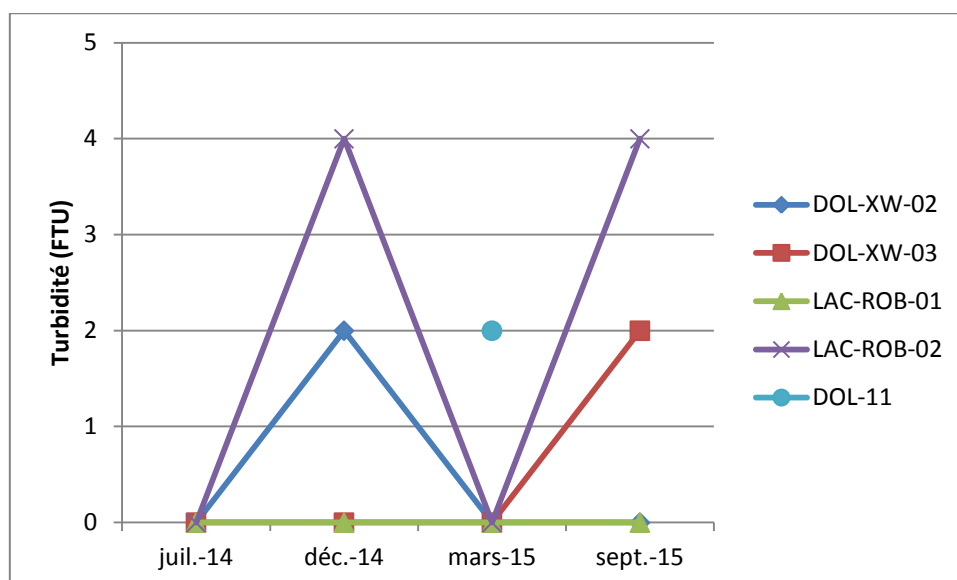


Figure 5 : Turbidité mesurée sur les stations de suivi entre 2014 et 2015.

La turbidité apparaît faible sur ces stations quelque soit la campagne. Les valeurs de turbidité obtenues varient de 0 à 4 indiquant une eau limpide à légèrement trouble. De même pour les autres années (2012, 2013). Les données antérieures à 2014 n'apparaissent pas graphiquement, celles-ci ayant été mesurées en NTU et non en FTU. Toutefois, ces 2 unités sont numériquement identiques.

Néanmoins, d'après les observations faites sur certaines des stations, l'eau devenait rapidement trouble lors de l'échantillonnage (stations DOL-XW-03 et LAC-ROB-01 notamment).

3.2 DONNEES BIOLOGIQUES

Les données relatives à la faune macrobenthique recensée sur les stations de suivi sont interprétées en termes de densité, de richesse taxonomique, de proportion en certains groupes faunistiques et à l'aide d'indices de diversité. Aucun indice biologique ne peut être calculé pour ce type d'écosystème. Dans l'attente d'un indice spécifique, cette méthode permet d'avoir des éléments de suivi spatio-temporels fiables et de comparaison dans les milieux stagnants et permet d'estimer l'état de santé de ces milieux vis-à-vis des communautés aquatiques présentes.

L'ensemble des données biologiques sont compilées dans l'*Annexe II : Ensemble des données biologiques relevées sur les stations de suivi en milieu lentique en 2015*.

3.2.1 DENSITE

La Figure 6 ci-dessous présente l'évolution de la densité (nombre d'individus/m²) sur les 6 stations de suivi étudiées depuis 2012.

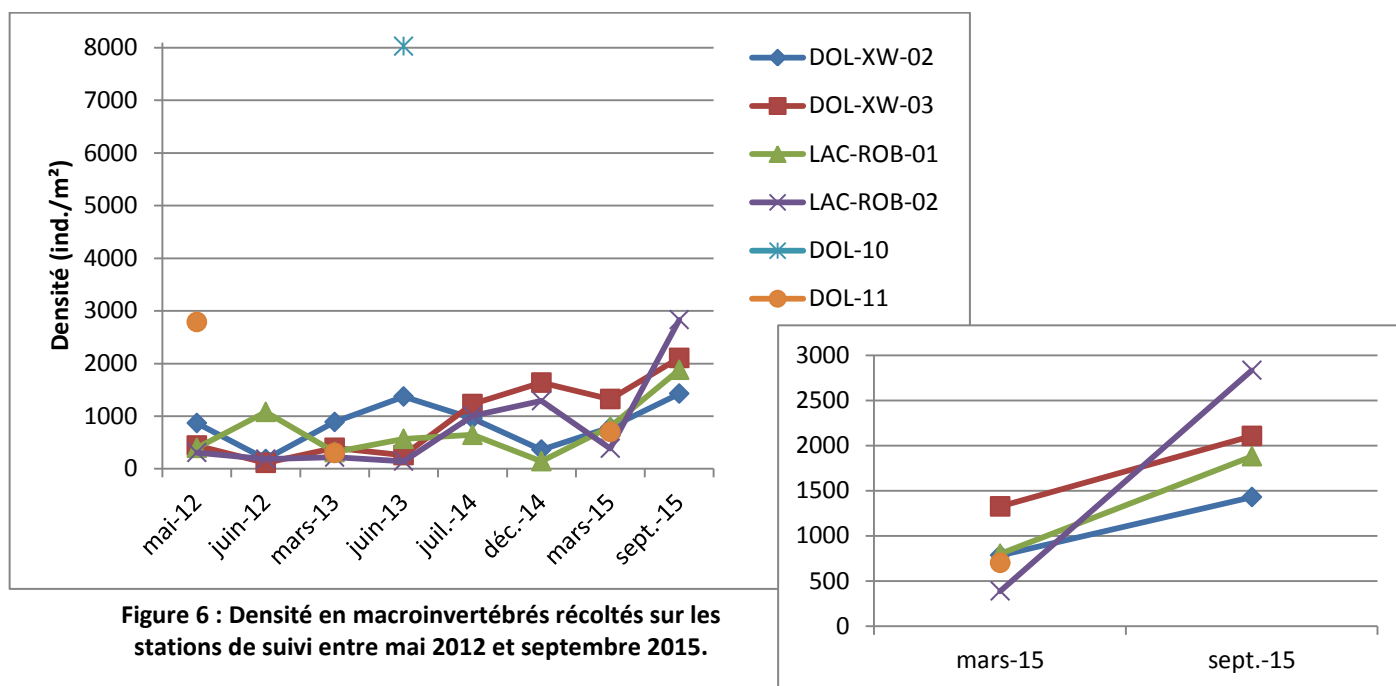


Figure 6 : Densité en macroinvertébrés récoltés sur les stations de suivi entre mai 2012 et septembre 2015.

La densité en macroinvertébrés varie entre les 5 stations échantillonnées en 2015. Les résultats de la campagne de mars indiquent que la densité est la plus élevée sur la station DOL-XW-03 avec 1324 individus/m². Viennent ensuite les stations LAC-ROB-01 (800 ind./m²), DOL-XW-02 (784 ind./m²) et DOL-11 (700 ind./m²). La densité est plus faible pour la station LAC-ROB-02 avec 388 ind./m². A l'inverse, en septembre, la densité est la plus importante sur la station LAC-ROB-02 avec 2832 ind./m². Les autres stations présentent des densités plus faibles mais tout de même assez élevées. La densité varie donc entre les 2 campagnes, celle-ci étant globalement plus forte en septembre.

Les valeurs de densité rencontrées sur chacune des stations de Xérè Wapo et du Lac Robert en septembre 2015 sont les plus élevées depuis le début de leur suivi en mai 2012 (Figure 6).

A noter qu'une seule donnée de densité a pu être obtenue pour la station DOL-10. En effet, celle-ci n'a été échantillonnée qu'une seule fois, en juin 2013. La densité apparaît très importante, de l'ordre de 8028 ind./m² (AquaTerra, 2014). Cette donnée constitue la plus élevée parmi toutes celles rencontrées entre 2012 et 2015 sur les 6 stations en milieu lentique.

3.2.2 RICHESSE ET COMPOSITION TAXONOMIQUE

Pour chaque échantillon de benthos, les organismes extraits sont identifiés jusqu'à l'embranchement, la classe, la famille, le genre ou l'espèce selon le guide méthodologique et technique de réalisation de l'IBNC/IBS (Mary et Archambault, 2012). Les macroinvertébrés n'étant pas déterminés au même niveau, on parle donc de « taxon ».

Les données relatives au nombre de taxons rencontrés dans les échantillons de benthos pour chaque station, et pour chaque campagne de suivi, sont exposées dans la Figure 7.

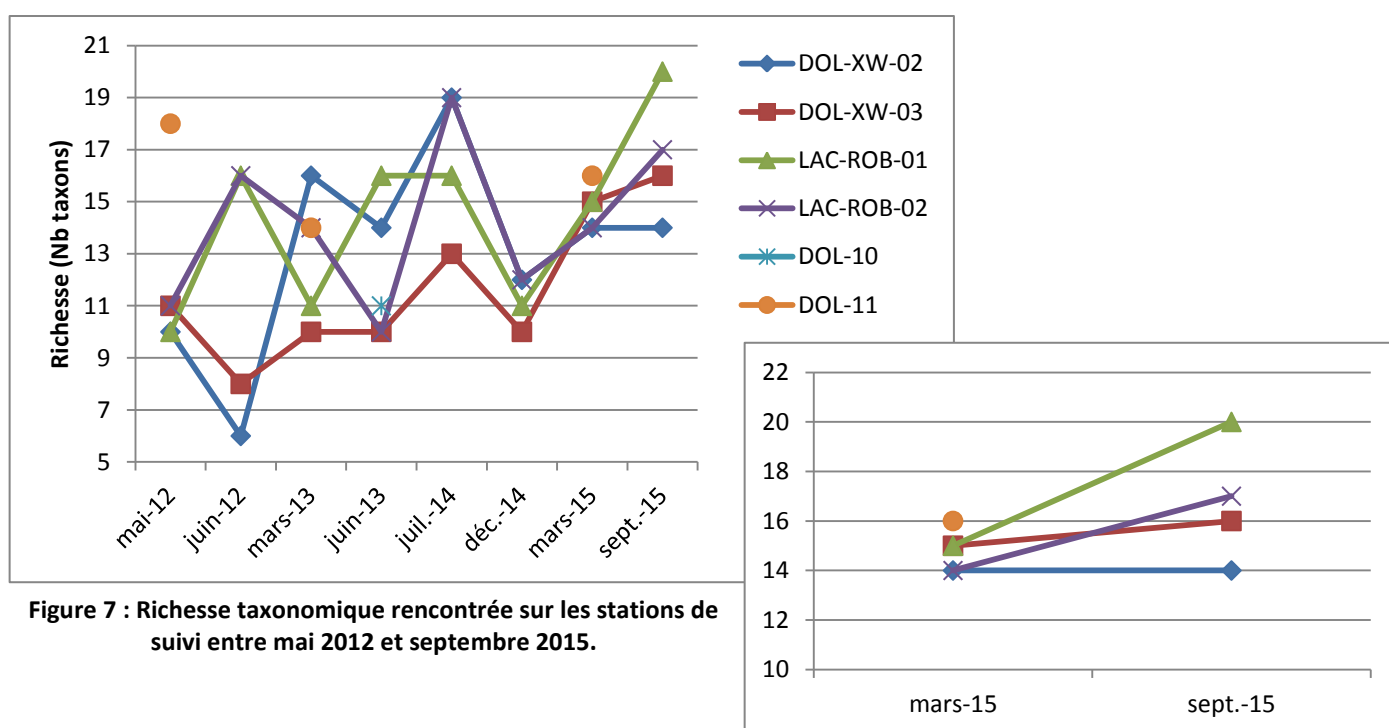


Figure 7 : Richesse taxonomique rencontrée sur les stations de suivi entre mai 2012 et septembre 2015.

La richesse taxonomique entre les stations et entre les campagnes de 2015 varie de 14 à 20 taxons (Figure 7). Si pour DOL-XW-02, celle-ci reste identique (14 taxons), pour les autres stations, la richesse augmente entre mars et septembre. Le nombre de taxons passe de 15 à 16 sur DOL-XW-03, de 14 à 17 sur LAC-ROB-02 et enfin de 15 à 20 taxons sur la station LAC-ROB-01. La station DOL-11 comptabilise, quant à elle, 16 taxons en mars. Globalement, la richesse taxonomique apparaît moyenne sur les stations en milieu lentique en 2015.

Pour les stations LAC-ROB-01 et DOL-XW-03, la richesse taxonomique apparaît comme étant la plus importante lors du dernier suivi de 2015, comparativement aux valeurs obtenues depuis mai 2012 (Figure 7).

Outre la richesse, il est important de connaître la composition du peuplement macrobenthique rencontré sur chacune des stations afin d'évaluer au mieux la diversité présente.

Certains groupes faunistiques sont utilisés comme indicateurs de la qualité de l'eau. Par exemple, les diptères de la famille des Chironomidae sont reconnus comme étant tolérants à une large gamme de perturbations, et en particulier aux pollutions de type sédimentaire (Gooderham et Tsyrlin, 2002 ; Mary et Archambault, 2012).

La Figure 8 ci-dessous présente l'abondance relative en Chironomidae retrouvée sur les différentes stations

de suivi en 2015.

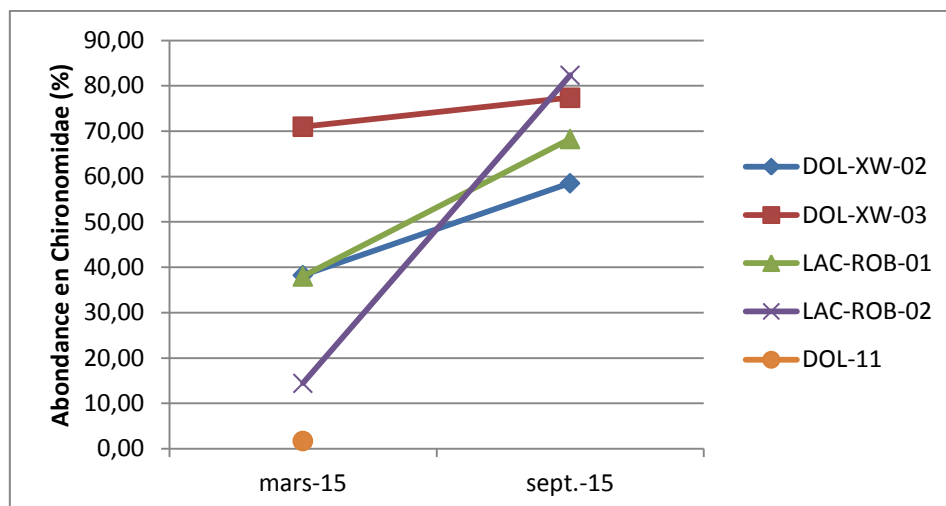


Figure 8 : Abondance relative en insectes diptères Chironomidae sur les stations de suivi en mars et en septembre 2015.

Les diptères de la famille des Chironomidae peuvent représenter une part importante de la faune macrobenthique selon les stations et les campagnes. Lors de la première campagne de 2015, ces diptères sont en assez faible quantité sur la station LAC-ROB-02 (14,43% de l'abondance totale). Ils représentent un peu plus d'un tiers des macroinvertébrés recensés sur les stations LAC-ROB-01 et DOL-XW-02 (respectivement 38,00 et 38,27%) tandis qu'ils regroupent quasiment les 3/4 des individus sur DOL-XW-03 (soit 71% de l'abondance totale). L'abondance en diptères de la famille des Chironomidae est très faible sur la station DOL-11 (seulement 1,72%). Celle-ci accroît entre mars et septembre pour les stations situées sur Xérè Wapo et Lac Robert.

A l'inverse des Chironomidae, de nombreux taxons des groupes des éphéméroptères et des trichoptères sont qualifiés de polluosensibles (Mary et Archaimbault, 2012). Aucun éphémère n'ayant été rencontré sur les stations échantillonnées au cours des 2 campagnes de suivi de 2015, la Figure 9 ne présente donc que l'abondance relative en trichoptères.

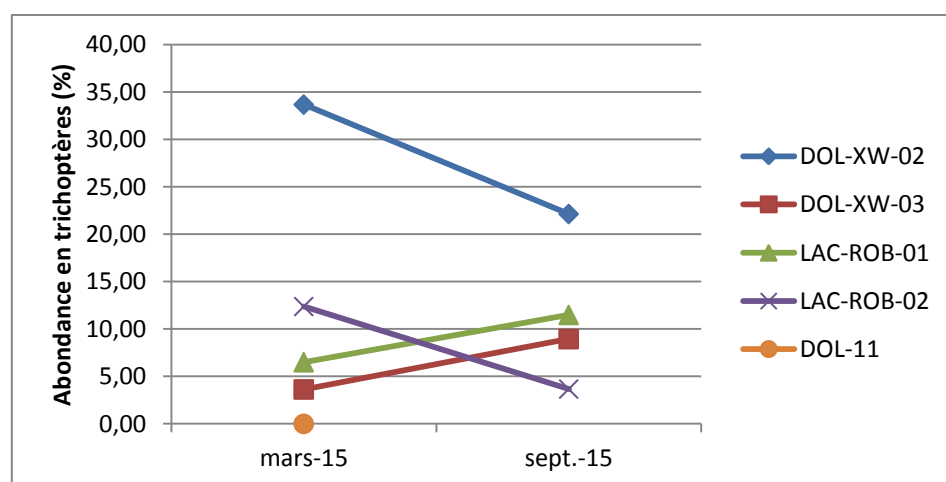


Figure 9 : Abondance relative en insectes trichoptères sur les stations de suivi en mars et en septembre 2015.

Globalement, l'abondance en trichoptères relevée sur les 5 points de suivi échantillonnés en 2015 est assez faible. Celle-ci est comprise entre 3,63 et 12,37% pour les 2 stations du Lac Robert et DOL-XW-03, toutes campagnes confondues (Figure 9). La proportion en trichoptères est nulle pour la station DOL-11 en mars.

Seule la station au sud-ouest de Xérè Wapo montre des résultats un peu plus élevés, les trichoptères représentant jusqu'à 1/3 des individus récoltés sur cette station en mars 2015 (soit exactement 33,67% de l'abondance totale).

Si la proportion en trichoptères augmente entre mars et septembre pour les stations LAC-ROB-01 et DOL-XW-03, celle-ci diminue pour les 2 autres stations.

3.2.3 INDICES DE DIVERSITE ET DE STRUCTURE

L'indice de Shannon est un des indices les plus connus et des plus utilisés pour quantifier la diversité d'un milieu. Cet indice, noté H' , est calculé par la formule :

$$H' = - \sum \left(\frac{N_i}{N} \times \log_2 \left(\frac{N_i}{N} \right) \right)$$

Avec N_i : nombre d'individus d'une espèce donnée i et N : nombre total d'individus (toutes espèces confondues). H' est exprimé en bits.

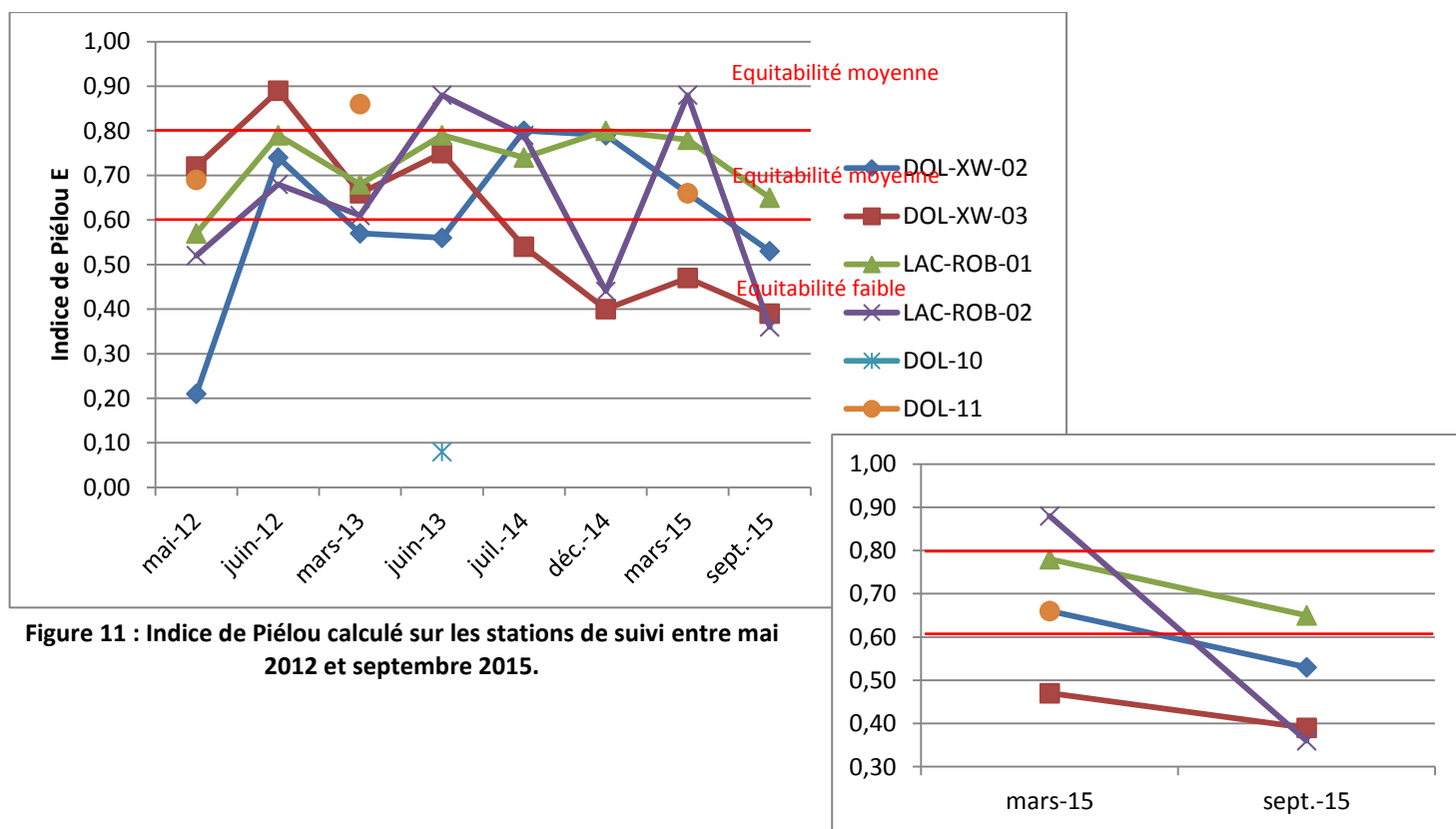
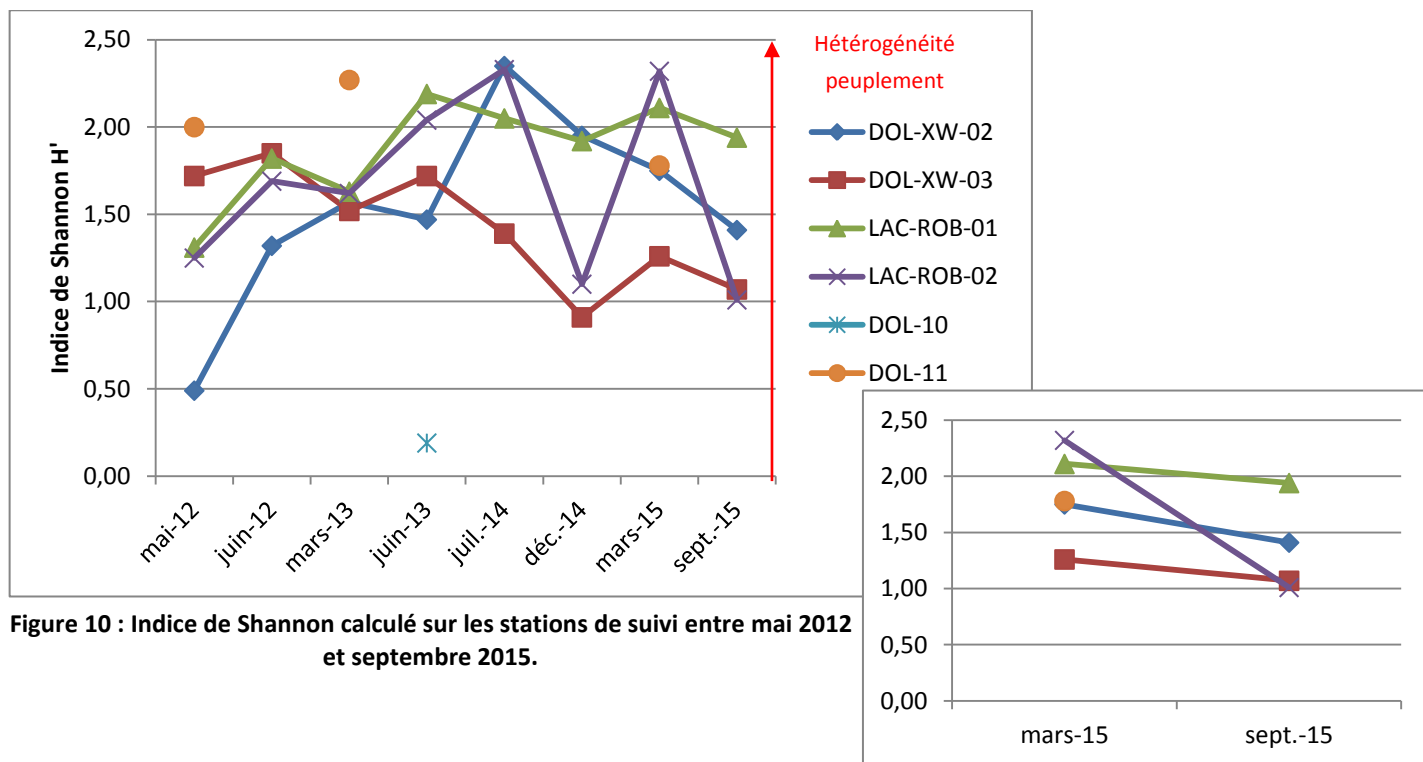
H' se fonde sur le nombre d'espèces/taxons et la régularité de leur distribution de fréquence. L'indice est minimal ($H'=0$) lorsque tous les individus du peuplement étudié appartiennent à une seule et même espèce. H' est également minimal si, dans un peuplement, chaque espèce n'est représentée que par un seul individu, excepté une espèce qui est représentée par tous les autres individus du peuplement. L'indice est maximal quand tous les individus sont répartis de façon égale sur toutes les espèces ou tous les taxons (Frontier, 1983).

Généralement, la valeur de H' se situe entre 0,5 (très faible diversité) et 4,5/5 (communautés les plus diversifiées ; Mary et Archaimbault, 2012).

Appelé également indice d'équirépartition (Blondel, 1979), l'indice de Piélou accompagne généralement l'Indice de Shannon. Il représente le rapport de la diversité H' à l'indice maximal théorique dans le peuplement ($H' \text{ max}$). Cet indice varie de 0 à 1. Il est maximal quand les espèces/taxons ont des abondances identiques dans le peuplement et est minimal quand une seule espèce ou un seul taxon domine tout le peuplement. Insensible à la richesse spécifique, cet indice est très utile pour comparer les dominances potentielles entre stations ou entre dates d'échantillonnage.

Lorsque les 2 indices ont des valeurs faibles, alors le milieu étudié est dit homogène et spécialisé. Au contraire, lorsque ces valeurs sont élevées, le milieu est relativement diversifié (Djégo *et al.*, 2012).

Les Figure 10 et Figure 11 suivantes présentent les résultats de l'indice de Shannon et de l'indice de Piélou obtenus sur les stations de suivi en milieu lentique.



Les résultats de l'indice de Shannon indiquent que les peuplements macrobenthiques rencontrés en 2015 sur les stations étaient faiblement à moyennement diversifiés (Figure 10). Les valeurs de cet indice ont tendance à diminuer entre mars (0,47 à 0,88) et septembre (0,36 à 0,65). L'indice de Pielou est très variable entre les stations et les suivis mais diminue globalement lui aussi entre les 2 campagnes. La station LAC-ROB-02 présente une équitabilité élevée en mars ($E=0,88$; Figure 11) – les individus étant bien répartis

entre les différents taxons recensés – tandis qu'en septembre, l'indice chute à 0,36. Il en est de même pour la station DOL-XW-03, quelque soit la campagne (0,47 et 0,39). Les stations LAC-ROB-01, DOL-11 et DOL-XW-02 présentent des valeurs d'équitabilité moyenne ($0,60 < E < 0,80$), à l'exception de DOL-XW-02 en septembre ($E=0,53$).

Les données relatives à ces 2 indices de diversité entre 2012 et 2015 traduisent des stations globalement faiblement à moyennement diversifiées ($H' < 2,50$; Figure 10) ainsi qu'une équitabilité faible à moyenne ($E < 0,80$; Figure 11). Les indices de Shannon et de Pielou étaient particulièrement faibles sur la station DOL-10 lors de la campagne de juin 2013 ($H'=0,19$ et $E=0,08$).

3.2.4 INDICE EPT

L'indice EPT correspond à la somme des taxons appartenant aux ordres d'insectes des éphéméroptères, plécoptères et trichoptères. Comme expliqué précédemment, de nombreux taxons polluosensibles appartiennent à ces groupes. Aucun plécoptère n'ayant été recensé en Nouvelle-Calédonie, cet indice correspond seulement au nombre de taxons d'éphéméroptères et de trichoptères.

La Figure 12 présente les résultats de l'indice EPT obtenus sur les stations en milieu lentique depuis 2012.

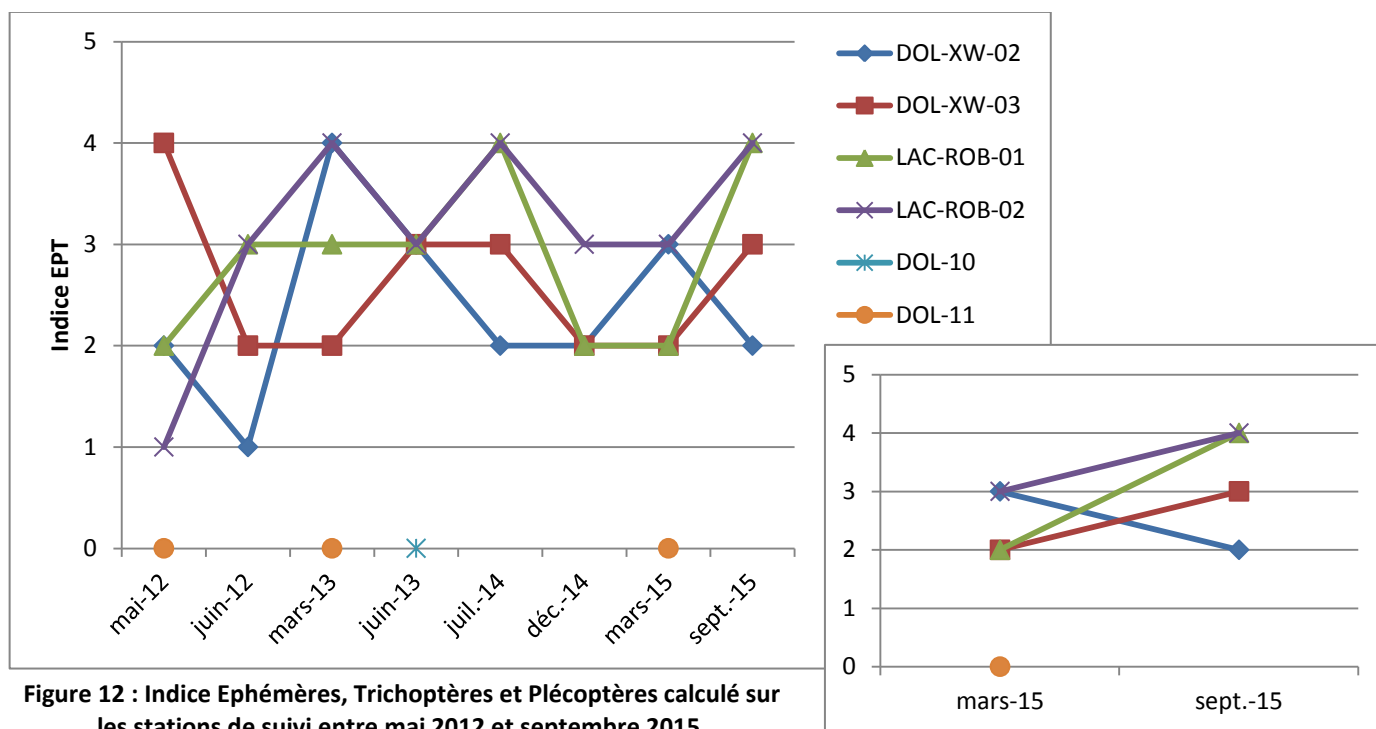


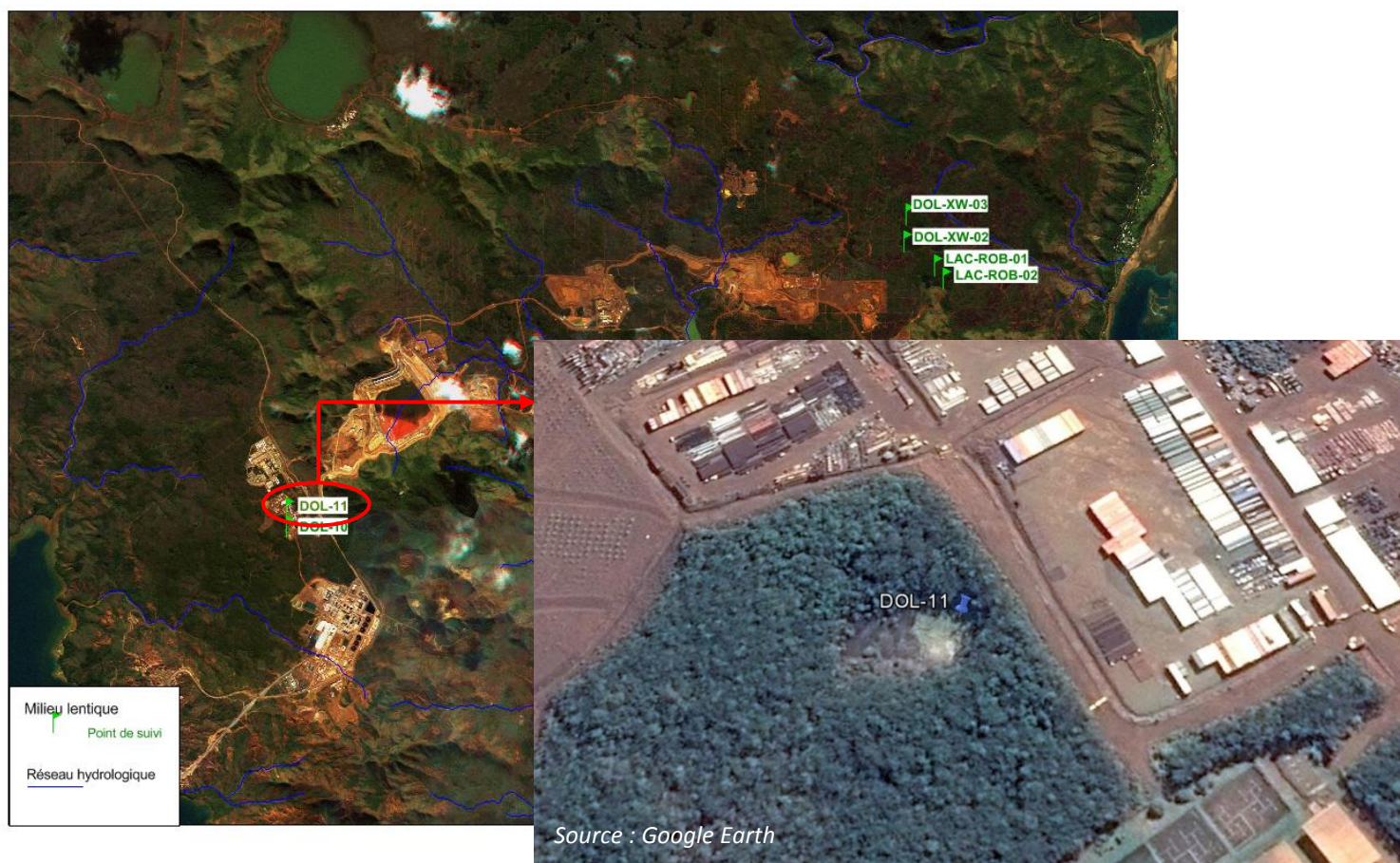
Figure 12 : Indice Ephémères, Trichoptères et Plécoptères calculé sur les stations de suivi entre mai 2012 et septembre 2015.

L'indice EPT apparaît très faible en 2015, allant de 2 à 4 sur Xère Wapo et le Lac Robert (Figure 12). En mars, l'indice EPT est égal à 3 pour LAC-ROB-02 et DOL-XW-02 et à 2 pour LAC-ROB-01 et DOL-XW-03. L'indice est nul pour la station DOL-11. En septembre, cet indice a tendance à augmenter, excepté pour la station DOL-XW-02 où le nombre de taxons EPT diminue ($EPT=2$). Néanmoins, aucun éphéméroptère n'ayant été recensé sur ces stations, l'indice EPT correspond uniquement au nombre de taxons de trichoptères.

Entre mai 2012 et septembre 2015, l'indice EPT est globalement très faible, celui-ci variant de 0 (stations DOL-11 et DOL-10) à 4.

4 DISCUSSION

4.1 KADJI



Carte 2 : Localisation de la station de suivi en milieu lentique du bassin versant de la Kadji.

Le bassin versant de Kadji comprend une station en milieu lentique appelée DOL-11. Cette station est située dans la zone d'activités de Vale (

Carte 2), celle-ci étant proche d'une station d'épuration.

DOL-11 a pu être échantillonnée une fois durant l'année 2015, lors de la campagne 5 qui a lieu en mars.

La densité obtenue sur la station en mars est moyenne (de l'ordre de 700 ind./m²) tout comme la richesse taxonomique (16 taxons comptabilisés au total). Les indices de diversité indiquent que le peuplement de macroinvertébrés présents sur la station est faiblement diversifié et moyennement équilibré. Aucun éphéméroptère ni trichoptère n'a été recensé en mars 2015, l'abondance relative ainsi que l'indice EPT sont donc nuls. L'abondance en diptères de la famille des Chironomidae est très faible (seulement 1,72% de l'abondance totale). La macrofaune rencontrée sur DOL-11 était essentiellement représentée par les groupes des Hémiptères (Notonectidae, Veliidae, ...), des Odonates (notamment les Libellulidae) et les Ostracodes.

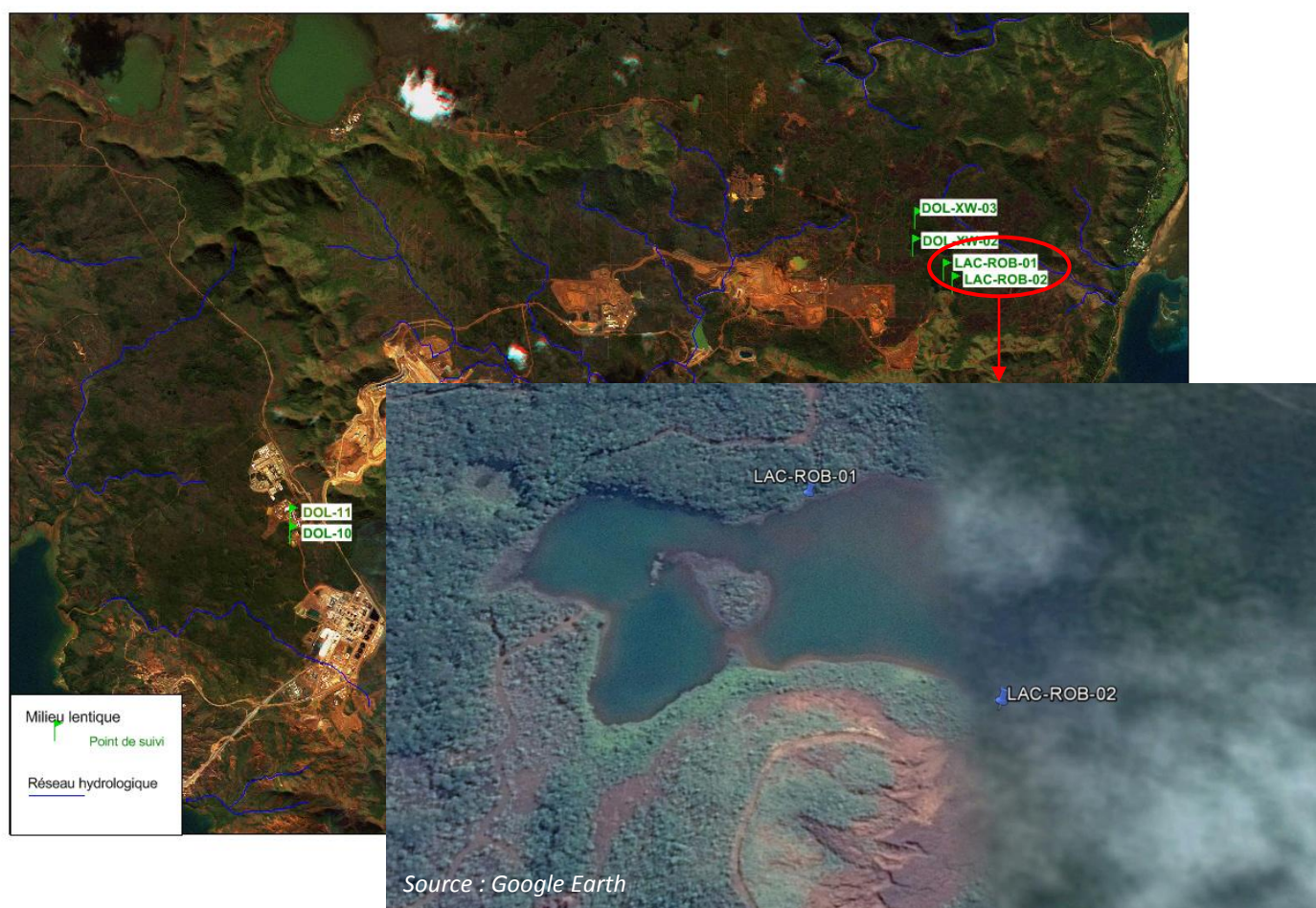
Cette station a également fait l'objet d'un suivi en mai 2012 et en juin 2013. La densité relevée en mai 2012 est assez importante (2788 ind./m²) comparativement à celle obtenue en juin 2013 (300 ind./m²), qui est faible, ainsi que par rapport au résultat moyen de mars 2015. Le nombre de taxons évolue dans le même sens, celui-ci étant plus élevé en 2012 (18 taxons) qu'en 2013 (14 taxons) et 2015 (16 taxons). La richesse taxonomique entre 2012 et 2015 est globalement moyenne. La composition faunistique sur cette station

est particulière, aucun éphéméroptère ni trichoptère n'étant jamais présent (indice EPT nul sur les 3 campagnes).

Les paramètres physico-chimiques relevés sur la station DOL-11 lors des 3 échantillonnages (2012, 2013, 2015) se distinguent des résultats obtenus sur les autres stations en milieu lentique. Comparativement aux stations situées sur Xère Wapo, le Lac Robert ou la station DOL-10 qui présentent une conductivité assez faible ($< 55 \mu\text{S/cm}$), DOL-11 montre une conductivité plus élevée ($\geq 150 \mu\text{S/cm}$). A noter que la station est sous influence d'une station d'épuration. Il a également été observé la présence importante d'algues vertes sur la station en mars 2015, la prolifération d'algues étant généralement causée par de fortes concentrations en éléments nutritifs. De plus, par le processus de photosynthèse, ces algues participent à la libération, en journée, d'oxygène dans l'eau ce qui pourrait expliquer en grande partie la sur-saturation en oxygène sur DOL-11 (jusqu'à 151,2% de saturation en O_2). Dans ce type de milieu (eau stagnante), la photosynthèse est le phénomène le plus influent sur la teneur en oxygène dissous (Hade, 2002).

Ce point de suivi est donc à suivre de près en termes de qualité physico-chimique.

4.2 LAC ROBERT



Carte 3 : Localisation des 2 stations positionnées au niveau du Lac Robert.

Le Lac Robert comprend 2 stations de suivi de la faune macrobenthique : LAC-ROB-01 au nord et LAC-ROB-02 au sud-est du lac (

Carte 3). Celles-ci sont situées dans la zone d'activités de Vale Nouvelle-Calédonie et peuvent donc subir d'éventuels impacts liés aux activités minières.

Ces points de suivi ont été échantillonnés deux fois durant l'année 2015, lors de la campagne 5 de mars et de la campagne 6 de septembre.

La densité varie entre les 2 stations et les 2 campagnes réalisées en 2015. La densité est beaucoup plus importante sur LAC-ROB-01 que sur LAC-ROB-02 en mars tandis qu'en septembre, celle-ci est la plus élevée sur la station au sud-est du lac. Toutefois, pour les 2 stations, la densité change au cours de l'année, cette dernière étant globalement plus importante en septembre qu'en mars. Le nombre d'individus sur LAC-ROB-01 a un peu plus que doublé alors que, sur LAC-ROB-02, la densité a été multipliée par 7 environ.

De même, le nombre de taxons recensés sur les stations du Lac Robert augmente entre la 1^{ère} et la 2^{ème} campagne, passant de 14 à 17 pour la station LAC-ROB-02 et de 15 à 20 pour LAC-ROB-01. Si la proportion de trichoptères diminue en septembre pour LAC-ROB-01 et augmente pour l'autre station tout en restant globalement assez faible, l'abondance relative en diptères de la famille des Chironomidae augmente de manière importante. Ces Chironomidae sont représentés essentiellement par un seul taxon, les Chironomini (cf. Annexe III : Liste faunistique des stations de suivi pour les 2 campagnes d'échantillonnage de l'année 201, qui concentre la majorité des individus (44,04% de l'abondance sur LAC-ROB-01 et 77,82% sur LAC-ROB-02 en septembre). On note ainsi une baisse des indices de diversité entre les 2 suivis, notamment pour la station LAC-ROB-02 traduisant un déséquilibre dans la structure du peuplement de macroinvertébrés présent sur la station (E passant de 0,88 à 0,36).

L'indice EPT est très faible sur les stations du Lac Robert, variant entre 2 et 4. La plupart des trichoptères présents sur les 2 stations sont endémiques des cours d'eau calédoniens (Ecnomidae, Leptoceridae *Symphitoneuria* et *Oecetis* sp.). Ce sont les seuls macroinvertébrés retrouvés sur les 2 stations dont l'aire de répartition est restreinte à la Nouvelle-Calédonie.

Les densités obtenues depuis le début des suivis en milieu lentique, en mai 2012, sur les 2 stations du Lac Robert ont été notées comme étant les plus élevées lors de la dernière campagne de suivi de 2015 avec des valeurs égales à 1880 ind./m² pour LAC-ROB-01 et 2832 ind./m² pour LAC-ROB-02. Il en est de même pour la richesse taxonomique sur la station LAC-ROB-01, celle-ci s'échelonnant de 10 en mai 2012 à un maximum de 20 taxons en septembre 2015. Le nombre de taxons rencontrés sur la 2^{ème} station varie de 10 à 19, traduisant une diversité taxonomique globalement moyenne sur le Lac Robert. L'indice EPT est stable entre 2012 et 2015, de 1 à 4 taxons, mais reste ainsi faible. L'équitabilité est la plus faible en septembre 2015 pour la station LAC-ROB-02 suite à une forte concentration de Chironomini.



Carte 4 : Localisation des 2 stations de suivi positionnées sur la doline Xère Wapo.

La doline Xère Wapo comprend 2 stations de suivi macroinvertébrés : une station DOL-XW-03 au nord et une autre DOL-XW-02 au sud-ouest (

Carte 4). Celles-ci sont situées dans la zone d'activités de Vale Nouvelle-Calédonie et peuvent donc subir d'éventuels impacts liés aux activités minières.

Ces points de suivi ont, eux aussi, été échantillonnés deux fois durant l'année 2015, lors de la campagne 5 de mars et de la campagne 6 de septembre.

La densité apparaît assez bonne sur les stations lors des 2 suivis de 2015. Celle-ci est globalement plus élevée sur la station au nord que sur celle au sud-ouest, que ce soit en mars ou en septembre. Toutefois, le nombre d'individus au m² augmente pour les 2 points de suivi entre la 1^{ère} et la 2^{ème} campagne. La richesse taxonomique, quant à elle, varie très peu entre les stations et les périodes d'échantillonnage, restant inchangée pour DOL-XW-02 entre mars et septembre (14 taxons) et passant seulement de 15 à 16 pour DOL-XW-03. La majorité des individus rencontrés sur DOL-XW-03 sont des diptères de la famille des Chironomidae et en grande partie du taxon des Chironomini (cf. Annexe III : Liste faunistique des stations de suivi pour les 2 campagnes d'échantillonnage de l'année 2015). Le nombre d'individus de ce taxon s'élève en septembre, d'où une augmentation de la densité. Ceci explique également les notes d'équitabilité obtenues (0,47 et 0,39), qui traduisent un déséquilibre au sein du peuplement de macroinvertébrés. Les individus récoltés sur la station DOL-XW-02 sont, eux, un peu mieux répartis au sein des différents taxons inventoriés. La proportion en trichoptères est un peu plus importante sur ce point de suivi, notamment en mars, celle-ci diminuant en septembre.

L'indice EPT est très faible sur ces 2 stations, soit entre 2 et 3. Celui-ci n'est représenté que par des taxons de trichoptères – les Ecnomidae, les *Symphitoneuria sp.* et les *Oecetis sp.* (cf. Annexe III : Liste faunistique

des stations de suivi pour les 2 campagnes d'échantillonnage de l'année 201). Ces taxons sont tous les 3 endémiques des cours d'eau calédoniens et sont les seuls organismes endémiques retrouvés sur les stations de Xère Wapo.

D'après les données antérieures, les valeurs de densité obtenues sur les 2 stations de Xère Wapo ont été les plus élevées en septembre 2015, dernier suivi effectué depuis le début des campagnes en mai 2012 (1428 ind./m² pour DOL-XW-02 et 2104 ind./m² pour DOL-XW-03). La richesse taxonomique est globalement faible à moyenne. Le nombre minimal de taxons retrouvés sur les stations a été enregistré en juin 2012 (10 taxons sur DOL-XW-02 et 8 pour DOL-XW-03). Jusqu'à 19 taxons ont été comptabilisés sur la station au sud-ouest en juillet 2014. La richesse taxonomique est la plus élevée sur le point de suivi au nord en septembre 2015 (16 taxons). L'indice EPT est stable entre 2012 et 2015, entre 1 et 4, mais reste ainsi faible. L'indice d'équitabilité est en baisse pour la station DOL-XW-03 depuis 2014, avec un minimum de 0,39 lors de la 2^{ème} campagne de 2015, indiquant un peuplement assez homogène.

5 CONCLUSION

Les milieux échantillonnés dans cette étude sont des écosystèmes lenticques avec des caractéristiques hydrologiques et physico-chimiques bien spécifiques. Outre une vitesse de courant nulle, ces milieux présentent une physico-chimie particulière : conductivité faible (à l'exception de DOL-11) et pH acide.

Aucun éphéméroptère n'a été rencontré sur les 5 points de suivi au cours de 2 campagnes d'échantillonnage de 2015. Ce groupe faunistique comprend des organismes en grande majorité rhéophiles et/ou sensibles à la physico-chimie. Il en est de même pour certains des individus de l'ordre des trichoptères. Le faible hydrodynamisme ainsi que le pH bas retrouvés sur les stations peuvent donc expliquer leur faible abondance (trichoptères) voire leur absence (éphémères). Les éphéméroptères forment un des groupes les plus sensibles au pH acide (Earle et Callaghan, 1998). En revanche, des organismes limnophiles et/ou tolérants au pH bas sont présents en grand nombre. Les trichoptères retrouvés dans Xère Wapo et le Lac Robert fréquentent les milieux à courant faible voire nul (Ecnomidae, Leptoceridae).

Outre la vitesse de courant et le pH particuliers, les dépôts latéritiques étaient présents en grande quantité sur les stations étudiées, formant à certains endroits une couche épaisse de plusieurs millimètres voire centimètres. La grande majorité des individus retrouvés sur les 5 stations échantillonnées en 2015 sont tolérants aux milieux fortement perturbés/pollués, et en particulier aux pollutions d'ordre sédimentaire. La station DOL-11, quant à elle, montre des signes de pollution organique.

6 BIBLIOGRAPHIE

- AquaTerra (2013). Suivi des macro-invertébrés benthiques dans la région de Goro, Rapport Annuel 2012.
- AquaTerra (2014). Suivi des macro-invertébrés benthiques dans la région de Goro, Rapport Annuel 2013.
- Barron J.J., Ashton C., Geary L. (2006). The effects of temperature on pH measurement. 57th Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry. p. 7.
- Blondel, J. (1979). Biogéographie écologie (Paris).
- Davis, J.A., et Christidis, F. (1997). A Guide to Wetland Invertebrates of Southwestern Australia (Western Australian Museum for Urban Water Research Association of Australia, Water and Rivers Commission, Land and Water Resources Research and Development Corporation).
- Djogo, J., Gibigaye, M., Tente, B., et Sinsin, B. (2012). Analyses écologique et structurale de la forêt communautaire de Kaodji au Bénin. *Int J Biol Chem Sci* 6, 705–713.
- Earle, J., et Callaghan, T. (1998). Impacts of mine drainage on aquatic life, water uses, and man-made structures. In *Coal Mine Drainage Prediction and Pollution Prevention in Pennsylvania.*, pp. 1–10.
- ERBIO (2010). Inventaire de 6 zones humides.
- ERBIO (2015). Suivi des macro-invertébrés dans la zone d'activités de Vale NC. Rapport annuel 2014 Milieux lenticques.
- Frontier, S. (1983). L'échantillonnage de la diversité spécifique. In *Stratégie D'échantillonnage En Écologie*, (Paris (Coll. D'Écologie)), p. 494.
- Gooderham, J., et Tsyrlin, E. (2002). *The Waterbug Book: A Guide to the Freshwater Macroinvertebrates of Temperate Australia* (Csiro Publishing).
- Hade, A. (2002). *Nos lacs – les connaître pour mieux les protéger*. Éditions Fides, 360 p.
- Haynes, A. (2001). *Freshwater snails of the tropical Pacific Islands*.
- Madden, C.P. (2010). Key to genera larvae of Australian Chironomidae (Diptera). *Mus. Vic. Sci. Rep.* 1–31.
- Mary, N. (2000). *Guide pratique d'identification des macroinvertébrés benthiques des cours d'eau*. (Ministère de l'Environnement, Service de l'Eau (Paris), Province Nord et Province Sud de la Nouvelle Calédonie.).
- Mary, N., et Archaimbault, V. (2012). L'Indice Biotique de la Nouvelle Calédonie (IBNC). L'Indice Biosédimentaire (IBS). Guide méthodologique et technique. (DAVAR. Service de l'Eau et des Statistiques et Etudes Rurales, Pôle de l'Observatoire de la Ressource en Eau.).
- Peters, W.L., et Peters, J.G. (1981). The Leptophlebiidae : Atalophlebiinae of New Caledonia (Ephemeroptera). Part III- Systématics. *Rev. Hydrobiol. Trop.* 14, 233–243.
- Peters, W.L., et Peters, J.G. (2000). The Leptophlebiidae : Atalophlebiinae of New Caledonia (Ephemeroptera). Part VII- Systématics. *Ann. Limnol.* 36, 31–55.
- Peters, W.L., Peters, J.G., et Edmunds, G.F. (1978). *The Leptophlebiidae of New Caledonia (Ephemeroptera)*.

Part I : Introduction and systematics. Cah. - ORSTOM Sér. Hydrobiol. 7, 97–117.

Peters, W.L., Peters, J.G., et Edmunds, G.F. (1990). The Leptophlebiidae : Atalophlebiinae of New Caledonia (Ephemeroptera). Part V : Systematics. Rev. Hydrobiol. Trop. 7, 124–140.

Peters, W.L., Peters, J.G., et Edmunds, G.F. (1994). The Leptophlebiidae : Atalophlebiinae of New Caledonia (Ephemeroptera). Part VI : Systematics. Rev. Hydrobiol. Trop. 27, 97–105.

Roberston, D.J., et Piowar, K. (1985). Comparison of four samplers for evaluating macroinvertebrates of a Sandy Gulf Coast Plain stream. J. Freshw. Ecol. 3, 223–231.

US EPA (1999). Guidance manual for compliance with the interim enhanced surface water treatment rule : turbidity provisions.

7 ANNEXES

7.1 ANNEXE I : ENSEMBLE DES DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES MESUREES SUR LES STATIONS DE SUIVI EN MILIEU LENTIQUE EN 2015

BV	Stations	Température (°C)		pH		Conductivité (µS/cm)		Oxygène (mg/L)		Oxygène (%)		Turbidité (FTU)	
		mars-15	sept-15	mars-15	sept-15	mars-15	sept-15	mars-15	sept-15	mars-15	sept-15	mars-15	sept-15
Xere Wapo	DOL-XW-02	28,6	24,3	5,25	4,94	51	51	7,46	8,49	100,3	103,5	0	0
	DOL-XW-03	24,3	23,8	5,29	5	47	51	7,81	8,26	95,1	100,2	0	2
Lac Robert	LAC-ROB-01	28,9	27,2	4,72	4,67	50	49	7,67	8,32	101,6	106,9	0	0
	LAC-ROB-02	30	28,5	5,16	4,88	50	50	7,48	8,13	101	104,4	0	4
Creek Baie Nord	DOL-10												
Kadji	DOL-11	26,5		6,57		216		11,99		151,2		2	

A sec

7.2 ANNEXE II : ENSEMBLE DES DONNEES BIOLOGIQUES RELEVÉES SUR LES STATIONS DE SUIVI EN MILIEU LENTIQUE EN 2015

BV	Stations	DONNEES PEUPLEMENT											
		Nombre d'individus		Densité (ind./m²)		Diversité (Nb taxons)		Abondance en Chironomidae (%)		Abondance en EPT (%)		Nb taxons endémiques	
		mars-15	sept-15	mars-15	sept-15	mars-15	sept-15	mars-15	sept-15	mars-15	sept-15	mars-15	sept-15
Xere Wapo	DOL-XW-02	196	357	784	1428	14	14	38,27	58,54	33,67	22,13	3	2
	DOL-XW-03	331	526	1324	2104	15	16	71,00	77,38	3,63	8,94	2	3
Lac Robert	LAC-ROB-01	200	470	800	1880	15	20	38,00	68,30	6,50	11,49	2	3
	LAC-ROB-02	97	708	388	2832	14	17	14,43	82,34	12,37	3,67	3	3
Creek Baie Nord	DOL-10												
Kadji	DOL-11	175		700		16		1,72		0		1	

A sec

BV	Stations	INDICES DE DIVERSITE					
		Indice de Shannon		Indice de Piélou		Indice EPT	
		mars-15	sept-15	mars-15	sept-15	mars-15	sept-15
Xere Wapo	DOL-XW-02	1,75	1,41	0,66	0,53	3	2
	DOL-XW-03	1,26	1,07	0,47	0,39	2	3
Lac Robert	LAC-ROB-01	2,11	1,94	0,78	0,65	2	4
	LAC-ROB-02	2,32	1,01	0,88	0,36	3	4
Creek Baie Nord	DOL-10						
Kadji	DOL-11	1,78		0,66		0	

7.3 ANNEXE III : LISTE FAUNISTIQUE DES STATIONS DE SUIVI POUR LES 2 CAMPAGNES D'ÉCHANTILLONNAGE DE L'ANNÉE 2015

Embranchement	Classe / Sous-classe	Ordre	Famille	Genre / Espèce	Score IBNC	Score IBS	DOL-XW-02		DOL-XW-03		LAC-ROB-01		LAC-ROB-02		DOL-11
							mars-15	sept-15	mars-15	sept-15	mars-15	sept-15	mars-15	sept-15	
Annélides	Clitellates / Oligochètes		Naididae		3	2	2	1	2	4	7	8	2	1	
Mollusques	Gastéropodes	Basommatophores	Planorbidae	<i>Physastra sp.</i>	3		4	9			3	1		1	
		Néotaenioglosses	Hydrobiidae		5	4									5
Arthropodes	Arachnides	Hydracariens					11	9	1	12		5		3	
	Malacostracés	Amphipodes													
	Ostracodes											2			32
	Insectes aptérygotes	Collemboles			8	7									
	Insectes Ptérygotes	Odonates	Coenagrionidae				25	20	9	9	12	9	9	15	6
			Aeshnidae							1					3
			Libellulidae		5	3	1		3	1	3	3	4	4	62
		Hémiptères / Hétéroptères	Corixidae				2	4	32	5	27	4	8	4	
			Gerridae												2
			Hydrometridae	<i>Hydrometra sp.</i>											1
			Mesoveliidae	<i>Mesovelia sp.</i>											1
			Notonectidae				3	4	6	3	24	24	14	13	44
			Veliidae		7	6									12
		Diptères	Ceratopogonidae	Ceratopogoninae spp.	6	3	2	1	8	8	15		3		
				<i>Bezzia sp.</i>				3		5		23		3	
			Chironomidae	Chironomini ind.	4	4	72	206	230	403	71	207	11	551	
				Orthoclaadiinae	2	4			1		2	1			1
				Orthoclaadiinae	6	7									

				<i>Corynoneura sp.</i>											
				Tanypodinae	5		3	3	3	4	2	19	3	28	1
				Tanytarsini					1		1	94		4	1
				Culicidae											1
				Dolichopodidae											
				Empididae	8	6									
				Simuliidae		6									
				<i>Simulium spp.</i>											
		Trichoptères		<i>Ecnomidae</i>	8	4	3	3	1	4	11	26	10	6	
				<i>Hydropsychidae</i>											
				Hydroptilidae	5	3						6		1	
				Leptoceridae	6	6	3			3	2	2	1	3	
				<i>Oecetis sp.</i>											
				<i>Symphitoneuria sp.</i>	9	9	60	76	11	40		20	1	16	
		Coléoptères		Dytiscidae	8							1	1		
				Gyrinidae			5	17	18	16	14	2	11	6	
				Halipilidae											1
				Hydrophilidae	5	5									2
				Scirtidae		7		1	5	8	6	13	19	49	
Total individus							196	357	331	526	200	470	97	708	175