

Sommaire

1	Résumé	3
2	INTRODUCTION	4
2.1	Historique	4
2.2	Algues, fleurs d'eau de cyanobactéries	4
2.2.1	Eutrophisation	5
2.2.2	Les fleurs d'eau ou « algal bloom »	5
3	Matériel et méthode.....	5
3.1	Opérateurs et dates de prélèvement	5
3.2	Zone d'étude	6
3.3	Prélèvements des algues.....	8
3.4	Mesure des paramètres microbiologique et physico-chimiques de l'eau.....	8
3.4.1	Instrument portatif	8
3.4.2	Laboratoire d'analyses des eaux et d'environnement	9
3.4.3	Critères de qualité	9
3.5	Identification	10
4	Résultats.....	11
4.1	Analyses physico-chimiques	11
4.2	Identifications des échantillons d'algues prélevés	13
4.2.1	Creek de la Baie Nord.....	13
4.2.2	Rivière du Carénage	15
4.2.3	Rivière des Lacs.....	18
5	Discussion	19
5.1	Diversité taxonomique	19
5.2	Développement d'algues.....	20
5.2.1	Facteurs favorisant l'eutrophisation	20
5.2.1.1	Éléments nutritifs.....	20
5.2.1.2	Facteurs physiques	22
5.2.2	Conséquences de l'eutrophisation	22
5.2.2.1	Effets directs	22
5.2.2.2	Effets indirects.....	22

5.3	Conséquences de la prolifération des algues	23
5.3.1	Conséquence sur les paramètres physico chimique de l'eau	23
5.3.2	Conséquences pour les plantes.....	23
5.3.3	Conséquences pour la faune piscicole	24
5.3.4	Conséquences pour les bactéries.....	24
5.4	Problèmes associés à ces algues.....	25
5.5	Origine de la pollution	25
5.5.1	Dans le Creek de la Baie Nord.....	25
5.5.2	Dans la Carénage et la rivière des Lacs	26
5.6	Pollution d'origine fécale	26
5.7	Conclusions et Recommandations	27
6	Bibliographies	29
7	Annexe	31
7.1	Résultats des analyses des échantillons d'eau prélevés dans le Creek de la Baie Nord, La Carénage et la rivière des Lacs et réalisés par le laboratoire de la Calédonienne des eaux.....	31

Liste des tableaux

Tableau 1: Positions GPS IGN 72 de chacune des zones de prélèvement.	7
Tableau 2: Résultats des analyses des échantillons d'eau de surface prélevés dans le Creek de la Baie Nord, la rivière Carénage et la rivière des Lacs le 8 octobre 2009.....	11
Tableau 3: Inventaire des principales origines ponctuelles et diffuses du phosphore (d'après Dorioz, dans C.O.R.P.E.N., 1998).....	21

Liste des Cartes

Carte 1: Carte des zones de prélèvements d'algues réalisés dans chacune des rivières (08/10/09).	7
---	---

Liste des photos

Planche Photo 1: Algues prélevées au Creek de la Baie Nord le 08/10/09.....	15
Planche Photo 2: Algues prélevées dans la Rivière Carénage le 08/10/09	17
Planche Photo 3: Algues prélevées dans la Rivière des Lacs le 08/10/09.....	19

1 Résumé

Le 8 octobre 2009, un prélèvement d'algues a été réalisé dans trois cours d'eau du Grand Sud de la Nouvelle-Calédonie (le Creek de la Baie Nord, la rivière de Carénage et la rivière des Lacs). Au cours de cette étude, 5 types d'algues ont pu être identifiés (soit 2 dans le Creek de la Baie Nord, 2 dans la rivière Carénage, et 1 dans la Rivière des Lacs) avec le concours de Phil Novis (phycologiste) de l'Institut de Recherche Allan Herbarium - Landcare Research (P.O. Box 40, Lincoln 7640, New Zealand). Les espèces sont différentes d'une rivière à l'autre. Ces algues, à l'exception de la cyanobactérie *Phormidium* observé dans la rivière des Lacs, sont inoffensives pour l'écosystème. Cependant, leur prolifération peut provoquer une eutrophisation du milieu.

Le Creek de la Baie Nord ressort de l'étude comme la rivière présentant un état avancé d'eutrophisation malgré l'absence de phosphore et d'azote dans l'eau (éléments responsables du phénomène d'eutrophisation). L'apport de ces éléments nutritifs, dont l'origine est probablement due à des rejets de l'Usine dans cette rivière (Station d'épuration et Prony Energies), semble être ponctuel.

Les algues prélevées dans **la rivière Carénage** sont des algues filamenteuses. Elles sont plus localisées que dans le Creek de la Baie Nord. Le phénomène d'eutrophisation apparaît moins important dans cette rivière. Cependant la présence de phosphore, de nitrates ainsi que de coliformes fécaux révèle une pollution non négligeable dont l'origine semble la fréquentation comme lieu de baignade.

La rivière des Lacs ressort de l'étude comme la rivière la moins touchée par la prolifération d'algue et l'eutrophisation. En effet, seules quelques mattes de la cyanobactérie *Phormidium* ont été observées et les paramètres physico-chimiques révèlent un cours d'eau peu impacté. Néanmoins la présence de coliformes fécaux indique tout de même une pollution d'origine humaine ou animale qui reste à identifier. Une surveillance toute particulière est à réaliser sur la cyanobactérie présente dans cette rivière car, pouvant être toxique (suivant l'espèce), sa prolifération soudaine pourrait causer de graves problèmes pour l'écosystème et l'homme.

2 INTRODUCTION

2.1 Historique

Une exploitation minière de nickel à large échelle est en phase de construction dans la plaine et sur le plateau de Goro du Grand Sud de la Nouvelle-Calédonie. Son procédé d'extraction est celui de la lixiviation acide. L'usine pilote de Vale Inco (ex Goro-Nickel) a été construite à partir de 1998, puis mise en fonctionnement fin 1999. La construction de l'usine commerciale, amorcée en 2002 puis suspendue, a redémarré en 2005. La fin du chantier ainsi que l'entrée en production sont prévues courant 2010. Le début de la production à pleine capacité de nickel et cobalt est planifié pour 2013 (<http://www.valeinco.nc/pages/propos/historique.htm>).

Depuis plus de 10 ans, dans une zone jusqu'à la vierge, ce site en construction a nécessité l'emploi d'un nombre important de personnes (3000 à 5000), représente une industrialisation de plus en plus active, ainsi que la mise en place d'un grand nombre d'infrastructures de constructions liés à ce projet.

Les aménagements clés de la ressource en eau nécessaires au développement et au maintien de ces activités économiques dans un secteur urbanisé ont entraîné des modifications tant au niveau du lit de la rivière qu'au niveau de la qualité des eaux du Creek de la Baie Nord :

- un accident d'effondrement d'une colline, entraînant un engorgement du cours inférieur et de l'embouchure, ainsi qu'une turbidité plus élevée,
- l'accident du à une fuite d'acide H_2SO_4 , provoquant une mortalité massive ponctuelle.
- des effluents temporaires de la station d'assainissement et de l'usine Prony Energie, provoquant des perturbations du à des pollutions organiques.

Il en résulte de ces divers impacts plus ou moins temporaires une dégradation de la qualité de l'eau principalement celle du Creek de la Baie Nord.

2.2 Algues, fleurs d'eau de cyanobactéries

Depuis le début de la période d'étiage, des tâches de périphyton (algues qui recouvrent des roches) sont apparues dans plusieurs cours d'eau. Vale Inco a demandé la réalisation d'une étude pour identifier et analyser ces algues et cyanobactéries ainsi que décrire l'état trophique de trois cours d'eau, dont un sous l'influence du projet (Creek de la Baie Nord) et deux autres situés en dehors de la zone (la rivière du Carénage et la Madeleine).

2.2.1 Eutrophisation

La présence d'algues peut indiquer un état d'eutrophisation. Celui-ci apparaît généralement dans les cours d'eau en réponse à des variations des apports en éléments nutritifs, tant ponctuels que diffus. Parallèlement, le régime hydraulique (circulation plus ou moins marquée) est plus faible et la température de l'eau plus élevée que la moyenne annuelle. Le phénomène d'eutrophisation est donc accentué en période d'étiage. Les éléments nutritifs, principalement le **phosphore et l'azote**, contrôlent la croissance des végétaux par leurs concentrations et leurs rapports respectifs. En eaux douces, le phosphore est généralement l'élément clé de l'eutrophisation. Il convient donc d'analyser les propriétés physico-chimiques de l'eau et notamment les fluctuations des teneurs de phosphore, des nitrites et nitrates durant un cycle annuel. Le but étant d'essayer de vérifier un éventuel taux anormalement élevé de ces matières nutritives pouvant être la cause de l'apparition d'algues. S'il s'avérait que l'origine serait les rejets de la station d'assainissement ou/ et de Prony Energie, le traitement du phosphore serait le levier principal pour élaborer des moyens d'intervention susceptibles de ralentir le processus de dynamique de développement d'algues et d'accélération du phénomène d'eutrophisation.

2.2.2 Les fleurs d'eau ou « algal bloom »

Des facteurs-clés tels que les nutriments (azote, phosphore), la lumière, l'écoulement et les sédiments influencent également la croissance des cyanobactéries. Les fleurs d'eau de cyanobactéries en milieu aquatique s'accroissent depuis quelques années, elles sévissent à plusieurs endroits dans le monde. Probablement, plusieurs plans d'eau en Nouvelle-Calédonie étaient touchés auparavant sans que quelqu'un ait reconnu le phénomène. Les fleurs d'eau de cyanobactéries ont plusieurs impacts négatifs. Elles perturbent l'équilibre écologique des milieux aquatiques et détériorent leur apparence. Enfin, ces fleurs d'eau peuvent présenter un risque pour la santé publique en raison de leur potentiel irritant, allergène ou toxique. Des prélèvements des films algaux verts sur les blocs et rochers ont été de ce fait réalisés pour rechercher la présence éventuelle de cyanobactéries.

3 Matériel et méthode

3.1 Opérateurs et dates de prélèvement

L'échantillonnage des algues dans 3 stations a été réalisé le même jour, jeudi 8 octobre 2009, par 2 hydrobiologistes (Pöllabauer Christine et Alliod Romain) du bureau d'étude ERBIO.

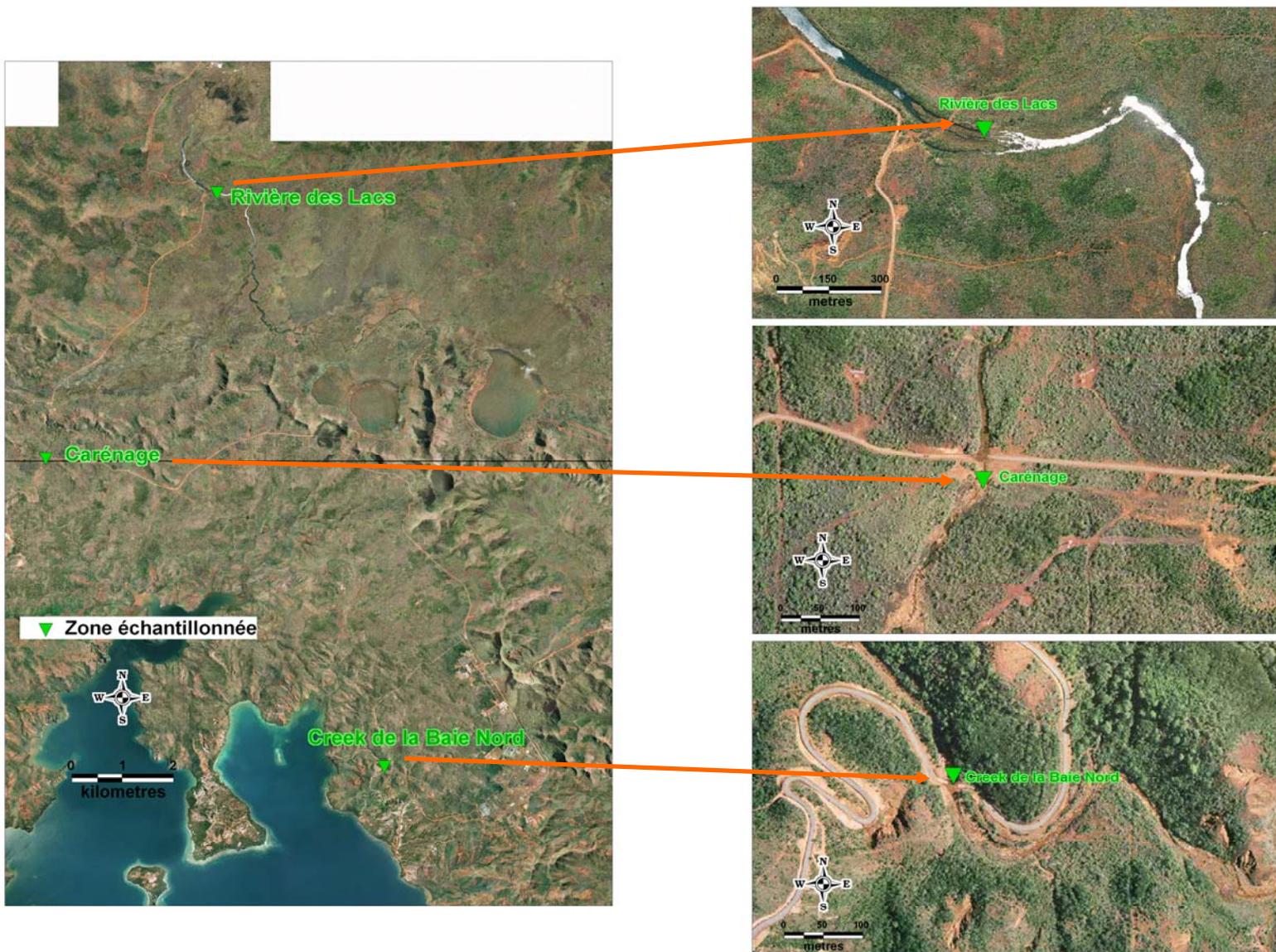
3.2 Zone d'étude

3 rivières ont été échantillonnées:

- la rivière du Carénage,
- la Rivière des Lacs
- le Creek de la Baie Nord.

Les zones de prélèvement ont été définies par le client avant la phase terrain. En effet, elles nous ont été communiquées, au préalable, suite à des constats d'efflorescences algales rapportés au client.

Les zones de prélèvements sont représentées sur la carte 1 ci-dessous. Elles ont été approchées au plus près en voiture 4*4 puis à pied.



Carte 1: Carte des zones de prélèvements d'algues réalisés dans chacune des rivières (08/10/09).

Les coordonnées GPS des zones de prélèvement sont données dans le tableau 1 ci-dessous.

Tableau 1: Positions GPS IGN 72 de chacune des zones de prélèvement.

Rivière	Coordonnées GPS (IGN 72)	
	x	y
Creek de la Baie Nord	694 142	7 528 764
Carénage	687 469	7 535 035
Rivière des Lacs	690 833	7 540 459

Pour la rivière du Carénage et du Creek de la Baie Nord, les zones d'échantillonnage sont situées juste au niveau d'un radier facilitant l'accès et l'échantillonnage. Pour la Carénage, la

zone d'échantillonnage a nécessité un trajet d'accès à pied d'environ 300m à partir de la route.

3.3 Prélèvements des algues

Les algues ont été prélevées à l'aide d'une brosse et d'une lame de scalpel à usage unique en raclant le substrat. Les algues ont ensuite été placées dans des bocaux stériles différenciés afin de les analyser et les identifier ultérieurement.

La sensibilité des algues ou leur résistance à la pollution varient selon les espèces ce qui rend leur étude intéressante pour évaluer la qualité de l'eau et des sédiments. Les algues (et plus particulièrement les macrophytes) sont de bons marqueurs de la quantité de nutriments (azote, phosphore, etc.) présents et de certaines caractéristiques morphologiques du milieu.

3.4 Mesure des paramètres microbiologique et physico-chimiques de l'eau

La température, le taux d'oxygène, les phosphates, les nitrites et nitrates ont une grande influence sur les développements algaux. La connaissance des paramètres physico-chimiques au sein de la zone d'étude permet de déterminer la qualité de l'eau et d'être prise en compte dans la recherche des causes d'apparition d'algues.

Les composantes physico-chimiques de l'eau ont été mesurées in situ à l'aide d'un instrument portatif [mallette de terrain Consort C535, norme ISO 9001/2000].

3.4.1 Instrument portatif

Les sondes sont calibrées avant leur utilisation dans une solution standard. Avec cet appareil cinq paramètres de qualité d'eau peuvent être mesurés directement en surface de la rivière ou sur un échantillon d'eau prélevé en surface.

- La conductivité, précision à 0,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour des valeurs de conductivité de 0 à 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.
- Le pH, précision à 0,01 unités de pH (plage de mesure allant de 0 à 14).
- Le taux d'oxygène dissous, précision à 0,05 mg/l, pour des concentrations variant de 0 à 20 mg/l.
- La température, précision de 0,1 $^{\circ}\text{C}$ pour des valeurs comprises entre 0 et 100 $^{\circ}\text{C}$.

3.4.2 Laboratoire d'analyses des eaux et d'environnement

En plus des analyses in situ, des échantillons d'eau ont été prélevés dans chacune des rivières d'étude à l'aide de bocaux stériles. Ils ont été placés dans une glacière et emmenés le jour même au laboratoire d'analyses de la Calédonienne des Eaux (CDE). Les analyses plus complexes permettent de connaître les paramètres bactériologiques et physico-chimiques afin de détecter d'éventuels paramètres indésirables.

La liste des paramètres mesurés est la suivante:

- Paramètres bactériologiques:
 - Coliformes thermotolérants
 - Coliformes totaux
 - Streptocoques fécaux
- Paramètres physico-chimiques
 - Calcium
 - Chlorures
 - Conductivité
 - Carbonates
 - Hydrogénocarbonates
 - Potassium
 - Magnésium
 - Sodium
 - pH
 - Sulfates
 - Titre alcalimétrique complet
- Paramètres indésirables
 - Ammonium
 - Nitrites
 - Nitrates
 - Phosphore
- Paramètres chimiques
 - Demande chimique en oxygène

3.4.3 Critères de qualité

Il existe plusieurs sortes des critères de qualité des eaux de surfaces :

- **Critères de qualité des eaux de surface destinées à l'approvisionnement en eau potable** : selon les recommandations, une eau potable ne doit contenir certaines substances chimiques qu'en quantité limitée : il s'agit en particulier de substances qualifiées d'indésirables ou de toxiques, comme les nitrates et les phosphates, les métaux lourds, ou encore les hydrocarbures et les pesticides, pour lesquelles des " concentrations maximales admissibles " ont été définies.
- **Critères de qualité des eaux de surface destinées à des fins récréatives telles que la baignade** : deux catégories d'indicateurs sont utilisés pour mesurer la qualité

des eaux de baignade : des paramètres microbiologiques et des paramètres physico-chimiques. Il n'y a pas des critères d'eau de baignade définis en Nouvelle-Calédonie.

- **Critères de qualité des eaux de surface pour la protection de la vie aquatique d'eau douce** : les recommandations pour la qualité de l'eau en vue de la protection de la vie aquatique contribuent à protéger toutes les espèces végétales et animales qui vivent dans les cours d'eau en établissant des niveaux acceptables de substances ou des conditions qui influent sur la qualité de l'eau, comme les produits chimiques toxiques, la température et l'acidité. Les recommandations sont fondées sur des données de toxicité sur les espèces végétales et animales les plus sensibles et servent de repères scientifiques pour la protection de la totalité des espèces aquatiques. Aucun critère n'est défini pour protéger la vie aquatique en Nouvelle-Calédonie.

3.5 Identification

Les différents échantillons d'algues ont été photographiés sous un stéréomicroscope dans notre laboratoire. Ensuite les photos ont été envoyées aux spécialiste Phil Novis (phycologiste) de l'Institut de Recherche Allan Herbarium - Landcare Research (P.O. Box 40, Lincoln 7640, New Zealand

ph +64 3 321 9760, fax +64 3 321 9998; courriel: NovisP@landcareresearch.co.nz ou ShieldsD@landcareresearch.co.nz.

4 Résultats

4.1 Analyses physico-chimiques

Les résultats des analyses des échantillons d'eau de surface réalisées sur le terrain à l'aide de la sonde consort C535 et par le laboratoire d'analyses des eaux et d'environnement de la Calédonienne des Eaux sont donnés dans le Tableau 2 ci-dessous. Les rapports d'analyses de la Calédonienne des Eaux sont donnés en Annexe.

Tableau 2: Résultats des analyses des échantillons d'eau de surface prélevés dans le Creek de la Baie Nord, la rivière Carénage et la rivière des Lacs le 8 octobre 2009.

	Rivière		Rivière des Lacs	Rivière Carénage	Creek de la Baie Nord	
	Coordonnées GPS (IGN 72) des zones de prélèvement		X = 694148 Y=7528745	X = 694002 Y=7528948	X = 694560 Y=7528636	
	Date de l'échantillonnage		08/10/2009	08/10/2009	08/10/2009	
Mesure sur le terrain avec la sonde Consort C535	Heure de mesure		12h25	10h30	11h15	
	Température surface (° C)		24,1	26,9	26,6	
	Taux d'oxygène dissous	(mg/l)	11,45	9,5	12,5	
		(%O2)	140,5	129	156,5	
	Conductivité	µS/cm	63,3	103	134,4	
	Turbidité	NTU	Eau claire	Eau turbide	Eau très turbide, verte	
	pH		7,49	8,19	9,11 ⁽¹⁾	
Mesure en Laboratoire par la Calédonienne des eaux	Paramètres bactériologiques	Coliformes thermotolérants	N/100ml	80	400 ⁽¹⁾	200 ⁽¹⁾
		Coliformes totaux	N/100ml	120	600 ⁽¹⁾	800 ⁽¹⁾
		Streptocoques fécaux	N/100ml	50	20	82
	Paramètres physico-chimiques	Calcium	mg/l	0,5	3,4	2,6
		Chlorures	mg/l	8,8	9,8	13,6
		Conductivité	µS/cm	67	101,1	127,5
		Carbonates	mg/l	<0,1	<0,1	<0,1
		Hydrogénocarbonates	mg/l	24,4	52,4	50,5
		Potassium	mg/l	0,15	1,65	0,4
		Magnésium	mg/l	5,52	9,20	10,75
		Sodium	mg/l	4,32	5,15	7,40
		pH		7,22	6,67	7,38
		Sulfates	mg/l	1,7	2,5	6,7
		Titre alcalimétrique complet	°F	2,0	4,3	4,2
	Demande chimique en oxygène	mg/l	5	65	10	
	Paramètres indésirables	Ammonium	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01
		Nitrites	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01
		Nitrates	mg/l	<0,1	0,1	<0,1
		Phosphore	mg/l	<0,1	0,5 ⁽²⁾	<0,1

Le **Creek de la Baie Nord** possède les valeurs les plus élevées pour les paramètres microbiologiques (les coliformes totaux et streptocoques fécaux), qui se situent au dessus des valeurs guide des eaux de baignades en France. Le taux de chlorure, la conductivité, les teneurs en magnésium, sodium, et sulfate sont également les plus élevées des trois rivières étudiées mais restent faibles par rapport aux normes de l'eau potable (de Nouvelle-Calédonie et/ ou de France). D'autres paramètres chimiques indésirables (ammonium, nitrites, nitrates et phosphore) sont en dessous de la limite détectable.

La rivière Carénage possède les valeurs les plus élevées de nitrates et de phosphore, mais également des paramètres suivant: coliformes thermotolérants, le calcium, les hydrogénocarbonates, le potassium, le titre alcalimétrique en oxygène.

Pour ce qui est de **la Rivière des Lacs**, elle possède les valeurs les plus faibles de l'étude pour chacun des paramètres défavorables mesurés (limite du seuil détectable) à l'exception des streptocoques fécaux qui la place, pour ce paramètre, en 2^{ième} position.

Cette dernière ressort donc comme le cours d'eau le plus pure étudiée avec cependant la présence de coliformes fécaux, totaux et de streptocoques fécaux. La situation de cette station en aval d'un terrain de camping (« NETCHA ») pourrait expliquer ces paramètres qui affectent la qualité de l'eau.

Note : Les valeurs de pH de la rivière Carénage et le Creek de la Baie Nord obtenues in-situ (directement sur le terrain) avec la sonde Consort C535 sont supérieures à celles

(1) L'exigence française en matière de qualité d'eau de baignade

Les paramètres microbiologiques analysés sont les **coliformes totaux, les coliformes thermotolérants et les streptocoques fécaux**. L'exigence française en matière de qualité d'eau de baignade définit des valeurs « guide » (en CFU/ 100ml) :

→ Coliformes totaux : 500

→ Coliformes thermorésistants : 100

→ streptocoques fécaux : 100

Des valeurs élevées indiquent une contamination d'origine fécale et donc la possibilité que des germes pathogènes soient présents dans l'eau. En cas d'échantillon non conforme, la zone est considérée comme impropre à la baignade.

Les valeurs obligatoires de pH se situent entre 6 et 9.

Source : JO de la Rep. française 1981. Décret n°81-324 du 7 avril 1981.

(2) Les « paramètres indésirables » sont les nutriments principaux (éléments nécessaires à la croissance des plantes ; principalement le phosphore et l'azote)

(<http://www.cnrs.fr>). Les phosphates constituent l'essentiel de la nourriture des algues. La valeur limite de la teneur d'un bassin en phosphates est voisine de 0,03 mg/l, et la moindre augmentation peut déclencher une poussée d'algues (<http://www.lavaris-lake.de>).

Sources : - *Territoire de la NC & Dépendances, Service de Santé et de l'hygiène publique, 1979. Arrêté N°79-153/SGCG du 3 avril 1979 portant définition des normes de potabilité des eaux de boisson.*
- *JO de la République française, 1989. Décret n° 89-3 du 3 janvier 1989 relatif aux eaux destinées à la consommation humaine à l'exclusion des eaux minérales naturelles (JO du 4 janvier 1989). Annexe I-1 Limites de qualité des eaux destinées à la consommation humaine.*

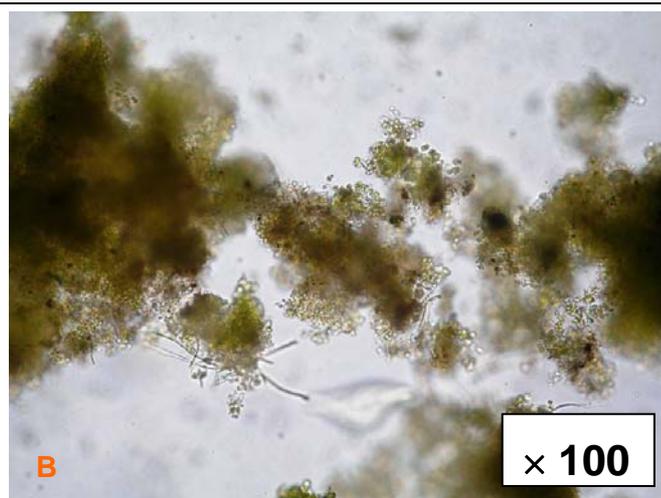
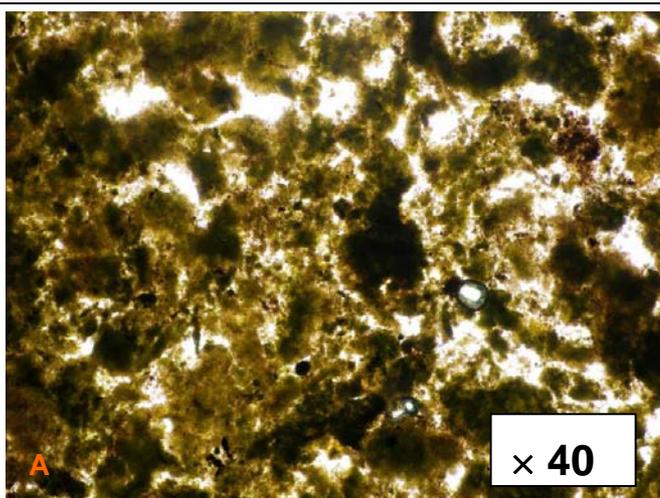
obtenues par le laboratoire de la Calédonienne des eaux. En effet, on remarque qu'in-situ le pH de l'eau est basique alors qu'en laboratoire le pH ressort proche de la neutralité. D'après le Laboratoire d'analyse, la Calédonienne des Eaux, les valeurs in-situ mesurées avec la sonde de terrain (appareil calibré et révisé, norme ISO 9001) se rapprocheraient plus de la réalité car, les mesures ont été effectuées directement dans le cours d'eau. L'analyse au laboratoire a eu lieu plus de 6h plus tard, ce qui pourrait entraîner une modification du pH. De plus, après vérification de mesures antérieures réalisées peu de temps auparavant par nos soins et par la Calédonienne des Eaux, le pH du Creek de la Baie Nord était basique (entre 8,2 et 8,7). Ceci confirmerait que le pH de cette rivière est légèrement basique.

4.2 Identifications des échantillons d'algues prélevés

4.2.1 Creek de la Baie Nord

Les algues prélevées au Creek de la Baie Nord (Planche Photo 1) sont des algues vertes unicellulaires (embranchement Viridiplantae, sous-embranchement Chlorophyta) de la classe des Trebouxiophycés, l'espèce a été identifiée comme *cf. Chlorella vulgaris* (Planche Photo 1: A-F). Il existe beaucoup d'espèces similaires, et uniquement l'étude de la séquence ADN permettrait une identification fine au niveau de l'espèce. Il n'est pas exclu que l'espèce puisse appartenir à la classe des Chlorophycées.

Une deuxième espèce –appartenant à la classe des Chlorophycées et à la famille des Chaetophoracés en forme de filament appartient au genre *Stigeoclonium sp.* (Planche Photo 2: H-I), également un groupe de la famille des Chlorophycés,



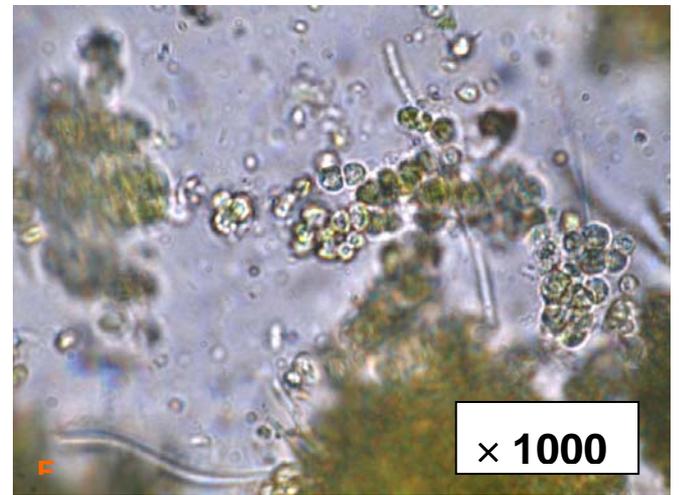
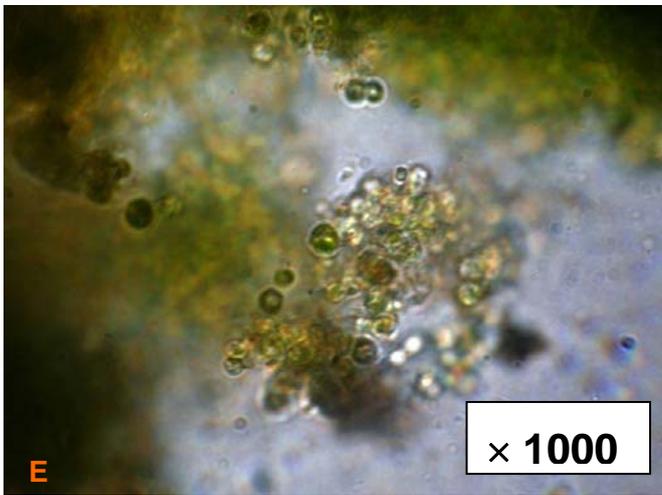
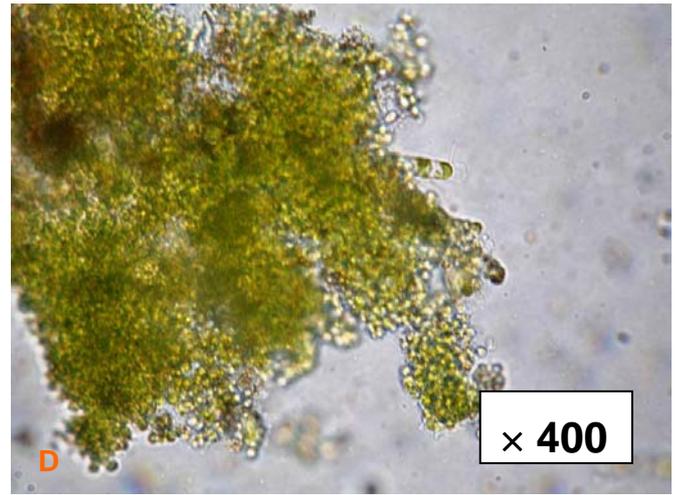
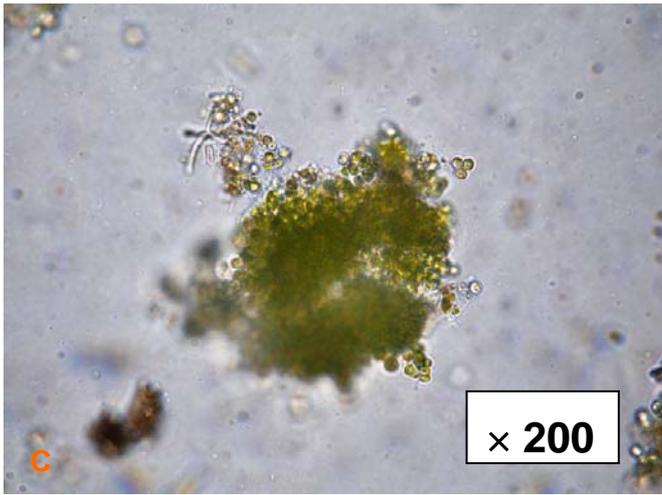
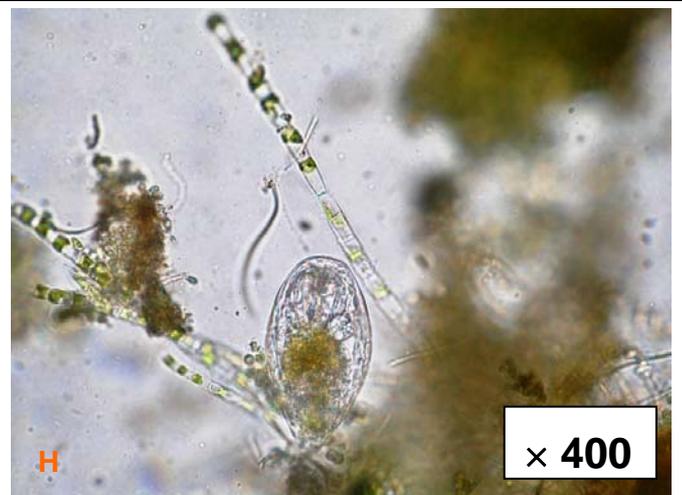


Planche Photo 1: Algues vertes unicellulaires du Creek de la Baie Nord (08/10/09)

A- F : Chlorophycés : *Chlorella vulgaris*



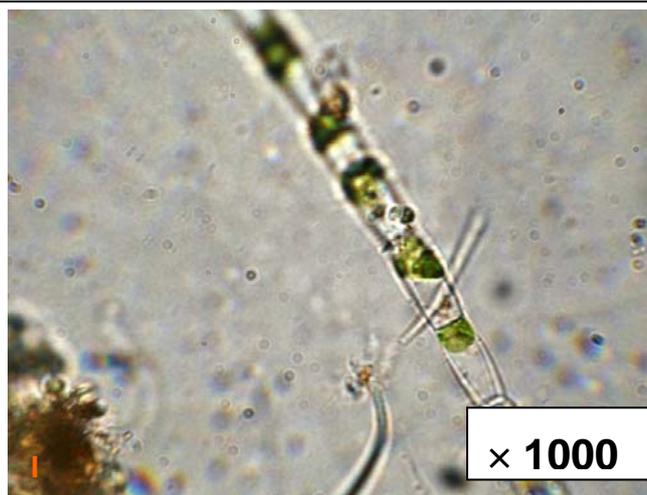


Planche Photo 2: Algues vertes en formes de filament du Creek de la Baie Nord le 08/10/09

G-I: Chlorophycés: *Stigeoclonium sp.*

4.2.2 Rivière du Carénage

Ces algues vertes filamenteuses (Planche Photo 3) dépourvues de flagelles appartiennent au sous-embranchement des Streptophyta (embranchement Viridiplantae¹ ou algues vertes). La présence d'une paire de chloroplastes étoilés avec un pyrénioïde, et d'un noyau se trouvant entre ces 2 plastes, ont permis de les identifier comme appartenant au genre *Zygnema*. Il appartient à la famille des Zygnemataceae (classe des Zygnematophyceae, ordre des Zygnematales). Le genre Zygnéma comporte quelques 120 espèces. Leur détermination nécessite la présence des zygospores² qui n'ont pas été observés.

Il est possible que ce soit un autre genre semblable de la même famille, *Zygnemopsis*, pour l'identifier précisément, il faudrait du matériel fertile (John *et al.*, 2002³; Brook & Johnson 2002⁴).

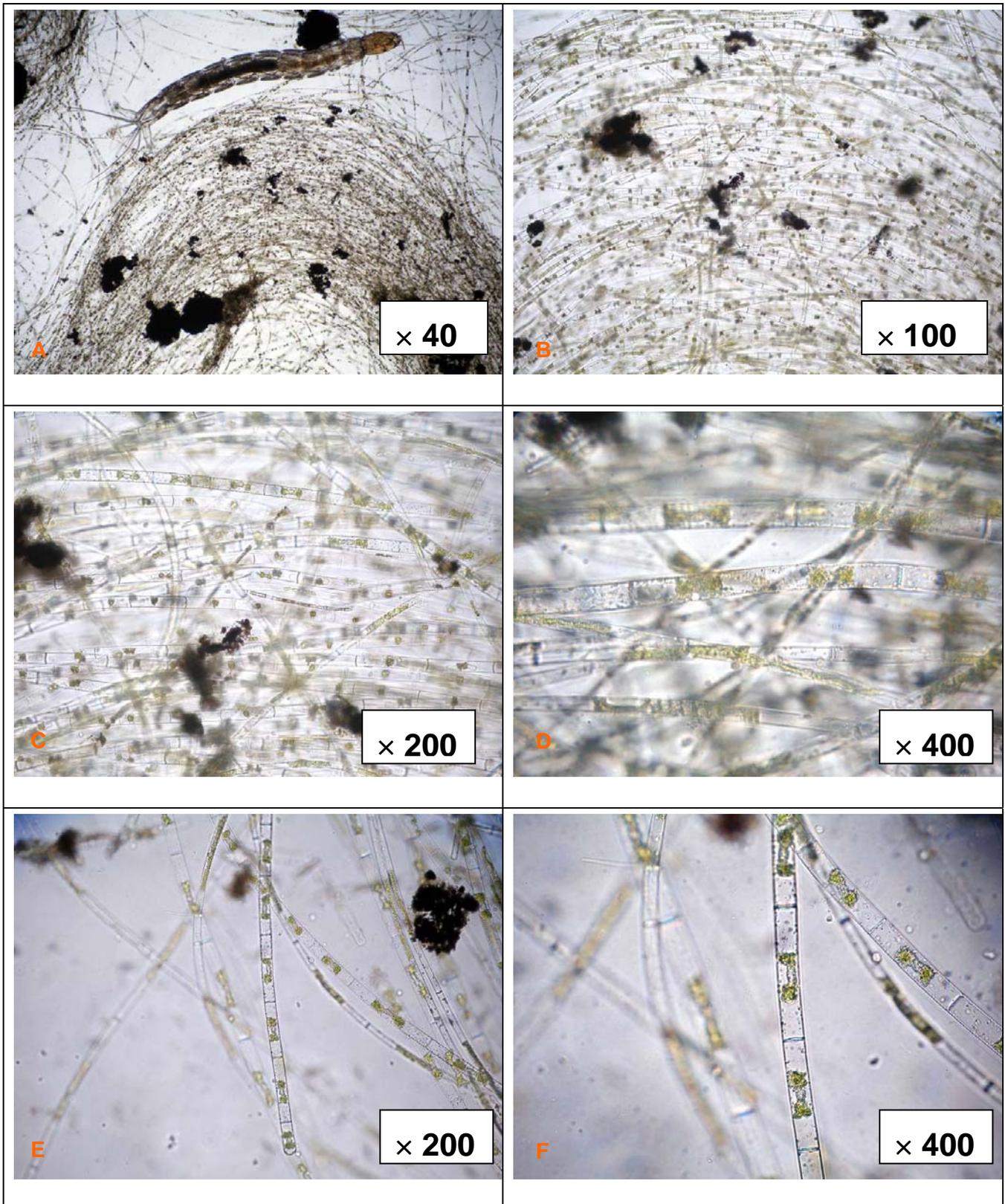
¹ Les Chlorophytes sont un groupe d'algues vertes très vaste et hétérogène de plus de 7000 espèces. Unicellulaires (flagellées ou non), coloniales, filamenteuses, benthiques et fixées ou planctoniques).

² Zygospore = lors du cycle de reproduction une espèce d'algue devient fertile en fabriquant des spores. Ces zygospores sont produits par soudure ou conjugaison de deux filaments voisins, ils sont capables de nager à l'aide de leurs 2 flagelles latéraux et vont se fixer pour germer et donner un gamétophyte.

³ John DM Whitton BA & Brook JA (2002). The Freshwater Algal Flora of the British Isles. First edition, Cambridge: Cambridge University Press.

⁴ Brook, A.J. & Johnson, L.R. (2002). Order Zygnematales. In: *The Freshwater Algal Flora of the British Isles. An identification guide to freshwater and terrestrial algae*. (John, D.M., Whitton, B.A. & Brook, A.J. Eds), pp. 479-593. Cambridge: Cambridge University Press.

On note aussi la présence de *Mougeotia* sp. (long chloroplaste semblable à un ruban), un autre genre de la famille des Zygnemataceae. L'identification² à l'espèce nécessite également du matériel fertile.



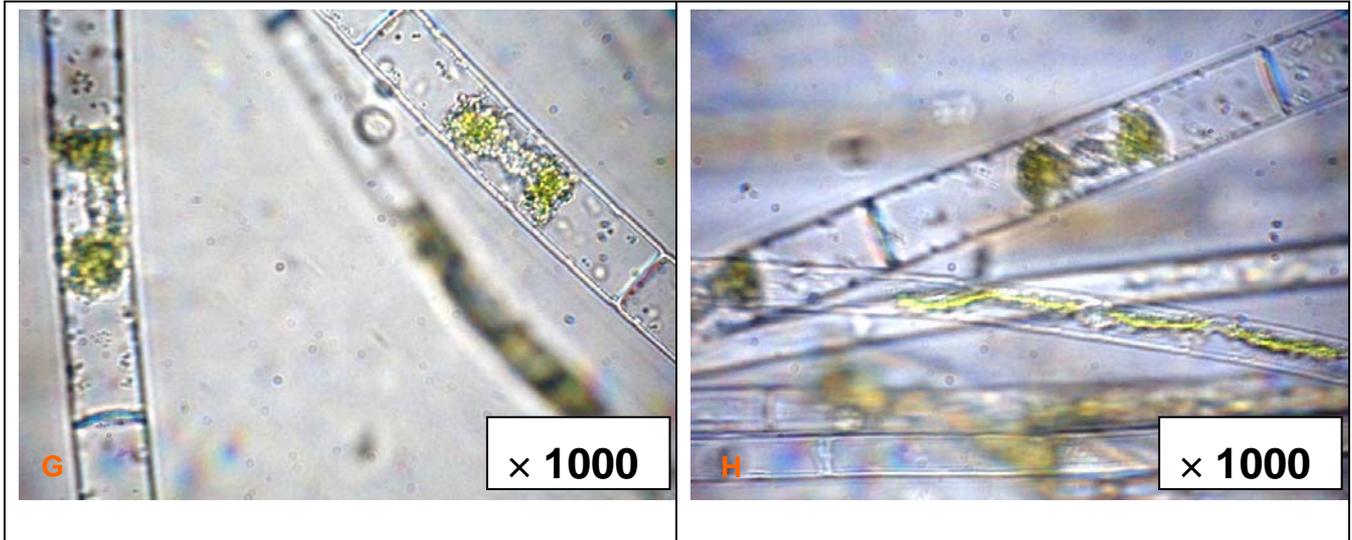


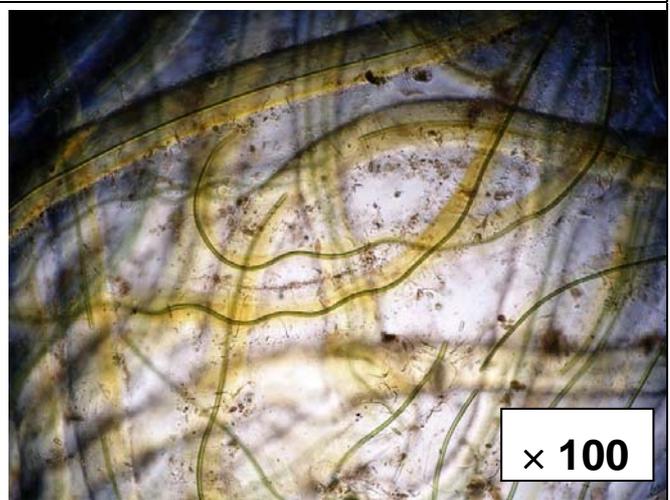
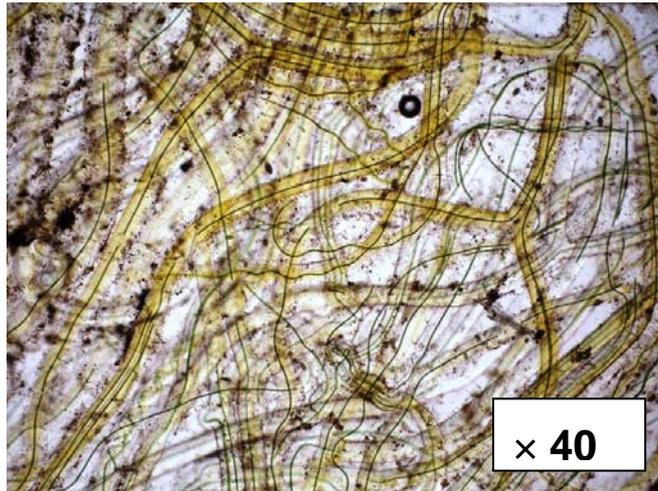
Planche Photo 3: Algues prélevées dans la Rivière Carénage le 08/10/09

A-G: Zygnema sp. (ou Zygnemopsis)

H: Mougeotia sp.

4.2.3 Rivière des Lacs

Les algues prélevées dans cette rivière (Planche Photo 4) appartiennent à la classe des Cyanobactéries¹. Elles se présentaient en mattes. La présence de filaments non ramifiés et sans hétérocystes (cellules fixatrices d'azote) souligne qu'elles appartiennent à l'ordre des *Oscillatoriales*. Les *Oscillatoriales* sont constituées de cellules de petites tailles associées à un filament. La présence d'une *calypstre* (membrane épaissie à la cellule apicale) laisse penser que ces algues sont du genre *Phormidium* sp.



¹ Les Cyanobactéries ou algues bleues, sont les bactéries photosynthétiques unicellulaires ou formant des filaments pluricellulaires, de couleur vert bleuâtre, dont les représentants colonisent presque tous les milieux.

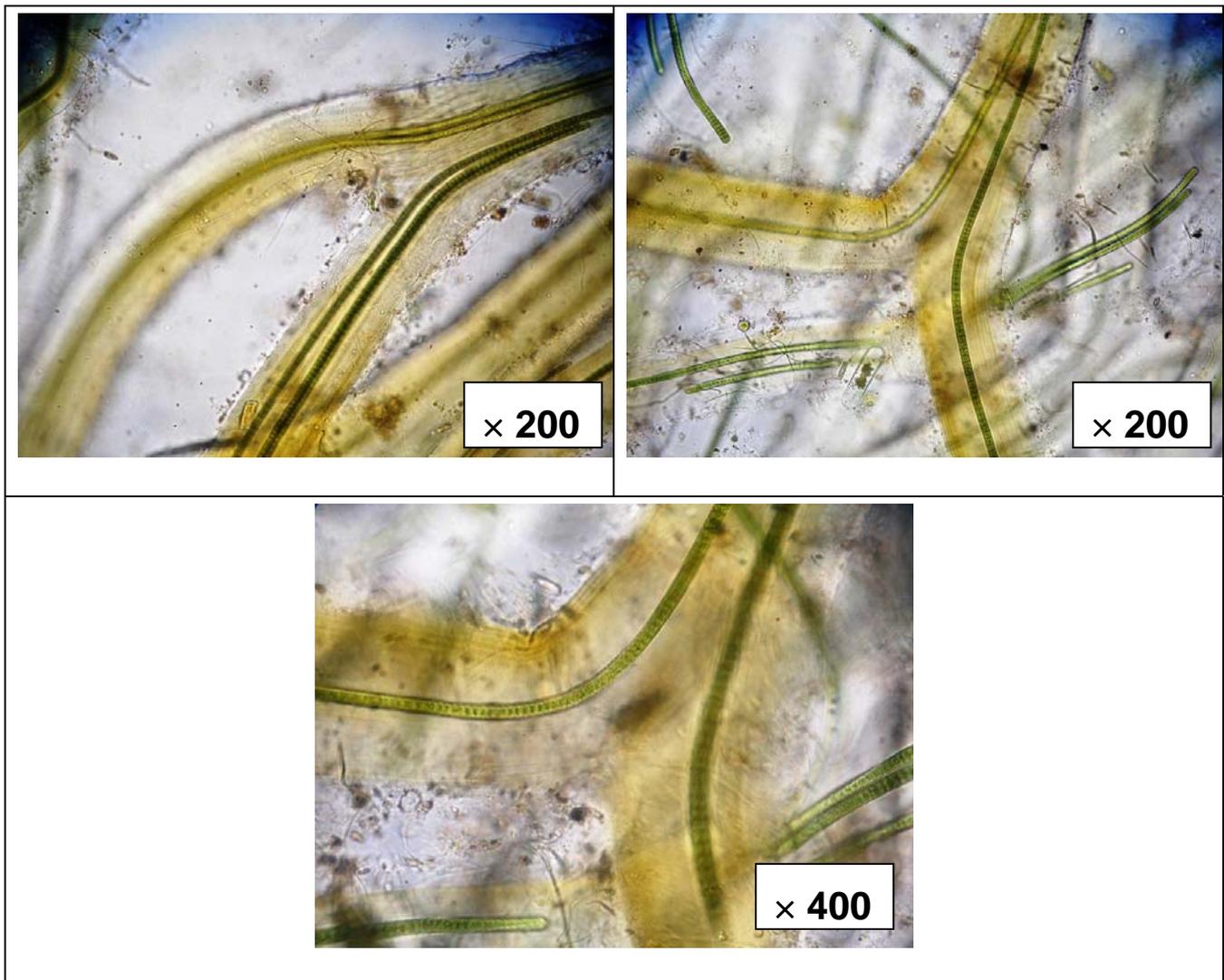


Planche Photo 4: Algues prélevées dans la Rivière des Lacs le 08/10/09

5 Discussion

5.1 Diversité taxonomique

Dans chaque cours d'eau, les espèces prélevées et identifiées ont été distinctes, appartenant à des genres différents. En effet, quatre espèces d'algues et une espèce de cyanobactérie ont été collectées et identifiées :

- 2 espèces d'algues dans le Creek de la Baie Nord (*Chlorella vulgaris* et *Stigeoclonium sp.*),
- 2 autres dans la rivière Carénage (*Zygnema sp. ou Zygnemopsis*; *Mougeotia sp.*),
- ainsi qu'une espèce de cyanobactérie dans la rivière des Lacs (cyanobactérie *Phormidium sp.*).

L'efflorescence algale était très visible dans le Creek de la Baie Nord. En effet, sur l'ensemble du Creek, les algues vertes unicellulaires libres étaient présentes en abondance dans l'eau expliquant la turbidité élevée de l'eau (eau verte). Ces mêmes algues étaient aussi présentes sur de grandes surfaces et sur les roches sous forme encroûtante. Elles ont été identifiées comme étant des algues vertes unicellulaires. Une deuxième espèce abondante à structure filamenteuse a aussi été identifiée dans ce creek.

Les algues collectées dans les deux autres rivières sont uniquement des algues vertes et des cyanobactéries filamenteuses. Contrairement au Creek de la Baie Nord, elles étaient très localisées et en faible abondance.

5.2 Développement d'algues

Le développement des algues et des végétaux dans les milieux aquatiques est un phénomène naturel, ils peuvent croître tant qu'ils trouvent les éléments nutritifs dont ils ont besoin dans le milieu et tant que les conditions physiques sont favorables.

En situation normale, ce développement est freiné par la limitation du milieu en éléments nutritifs. De ces éléments, appelés facteurs limitants, le phosphore et l'azote sont parmi les plus importants. Les activités humaines peuvent parfois créer un enrichissement local des eaux en provoquant un afflux de ces éléments nutritifs, qui ne sont alors plus limitants. Il en résulte un développement massif d'algues vertes, entraînant le phénomène d'eutrophisation, qui connaît une augmentation spectaculaire depuis la fin des années 1970 dans le monde entier.

Ce phénomène peut être amplifié par l'enrichissement du milieu en d'autres éléments nutritifs chimiques et minéraux (le phosphore, le carbone, ou la silice, les oligo-éléments, etc.) et un certain nombre de paramètres physiques (température élevée, éclaircissement, salinité et dureté du milieu, faible vitesse de courant et de profondeur de l'eau).

5.2.1 Facteurs favorisant l'eutrophisation

5.2.1.1 Éléments nutritifs

Les éléments nutritifs, principalement **le phosphore et l'azote**, contrôlent la croissance des végétaux par leurs concentrations et leurs rapports respectifs. Le phosphore est le facteur limitant de la prolifération algale et végétale en eaux douces naturelles. Il est donc généralement l'élément clé de l'eutrophisation.

En plus de leur origine domestique ou industrielle, les sources anthropiques de phosphore peuvent avoir un caractère diffus ou ponctuel. Tous les secteurs génèrent à la fois des sources ponctuelles et diffuses de phosphore, comme le montre le tableau suivant (cf tableau 3):

Type d'activité et origine	Phosphore provenant de	
	Sources ponctuelles	Sources diffuses
	Il est transmis indépendamment des périodes de ruissellement, au rythme des activités humaines. Il est généralement émis par un tuyau à l'exception des sources agricoles.	Il passe par, dans ou sur le sol et il est transféré lors des périodes pluvieuses.
Villes et villages (domestique)	Assainissement collectif Assainissement individuel	Ruissellement urbain Dépôts d'ordures Marécages drainés ou remblayés
Industrie	Rejet direct	Ruissellement urbain
Agriculture	Stockage dans les bâtiments (fumier, lisier, ensilage) Nettoyage des locaux Rejets directs des élevages	Stockage « au champ » Sols cultivés et prairies Routes et chemins
Zones « naturelles »		Bruit de fond géochimique

Tableau 3: Inventaire des principales origines ponctuelles et diffuses du phosphore (d'après Dorioz, dans C.O.R.P.E.N., 1998)

Le phosphore n'est pas toxique intrinsèquement pour la faune et la flore terrestres et aquatiques. Par contre, l'eutrophisation est la conséquence directe majeure d'un excès de phosphore dans le milieu et ses effets sont très préoccupants à de nombreux niveaux.

A moindre mesure, **les nitrates** peuvent aussi être responsables du phénomène d'eutrophisation. Les principales sources de concentrations excessives de nitrate dans les rivières et les cours d'eau peuvent être le drainage provenant des stations d'épuration ou de fosses septiques ou le mauvais fonctionnement des réseaux d'égout, le ruissellement d'engrais à partir des sites plantés ou des aménagements paysagers.

Dans les eaux douces, ces nitrates perturbent les organismes et provoquent la prolifération d'algues et de cyanobactéries, ce qui affecte les populations des écosystèmes et donc leur biodiversité. Lorsque les cyanobactéries qui prolifèrent sont toxiques, ce sont la flore, la faune, et parfois l'homme qui risquent d'être empoisonnés.

Les résultats d'analyse révèlent que seulement la rivière Carénage possède des valeurs de nitrates et phosphore supérieures à la limite détectable. Dans le Creek de la Baie Nord, où la prolifération d'algue a été la plus importante, les valeurs des paramètres indésirables sont en dessous du seuil détectable. L'apport d'éléments nutritifs (phosphore, nitrates) peut cependant apparaître et disparaître ponctuellement.

5.2.1.2 Facteurs physiques

Outre l'apport de nutriments, le confinement des masses d'eau (temps de renouvellement ou temps de séjour) et l'hydrodynamisme sont les premiers facteurs physiques de l'eutrophisation. Puis viennent l'intensité lumineuse, la stratification thermique des eaux stagnantes et la température de l'eau. Cela explique le caractère saisonnier du phénomène d'eutrophisation.

Les phénomènes de prolifération d'algues observés sont apparus au début de période d'été, période où les températures de l'eau peuvent varier et augmenter très rapidement et où les niveaux d'eau sont les plus bas. La température de l'eau lors des analyses oscillait entre 24 et 27°C.

5.2.2 Conséquences de l'eutrophisation

Les conséquences de l'eutrophisation s'expriment à plusieurs niveaux, les premiers niveaux ayant des conséquences sur les suivants.

5.2.2.1 Effets directs

Les principaux effets directs de la présence de nutriments en quantité importante dans le milieu aquatique sont :

- Prolifération d'algues pouvant parfois produire des toxines (notamment cyanobactéries) ;
- Consommation de l'oxygène dissous ;
- Variation du pH de l'eau ;
- Diminution de la transparence de l'eau ;
- Dégradation et déstructuration d'habitats.

Tous ces effets ont des conséquences importantes sur l'écosystème et la vie aquatique, ainsi que sur les activités humaines liées au milieu. Ces effets sont notables essentiellement dans le Creek de la Baie Nord.

5.2.2.2 Effets indirects

Paradoxalement, l'eutrophisation entraîne une baisse de la diversité biologique. Quand les conditions physico-chimiques du milieu sont modifiées, certaines espèces se développent au détriment d'autres. L'auto-ombrage consécutif de la turbidité de l'eau limite la photosynthèse dans les couches profondes, donc le développement d'algues de fond et d'herbes aquatiques. En s'intensifiant, l'auto-ombrage s'accompagne d'une évolution des

espèces algales, les plus exigeantes en matière d'éclaircissement cédant la place aux moins exigeantes appartenant à la classe des Cyanobactéries.

La faune piscicole est perturbée par ces variations des conditions physico-chimiques (diminution du taux d'oxygène, température élevée, ...) et la modification de ses habitats (un sol couvert d'algues filamenteuses à la place d'un fond sablonneux ou rocheux). Les espèces sensibles (la plupart des endémiques ayant un mode de vie benthique) se raréfient et disparaissent (*Protogobius attiti*, *Sicyopterus sarasini*, *Schismatogobius fuligimentus*, etc.).

5.3 Conséquences de la prolifération des algues

La prolifération des algues peut donc dégrader les habitats et perturber l'équilibre biologique et la physico chimie de l'écosystème, mettant en péril la faune et la flore aquatique.

5.3.1 Conséquence sur les paramètres physico-chimiques de l'eau

Une prolifération d'algues filamenteuses ou microscopiques (eau verte) est souvent responsable d'une modification de certains paramètres physico-chimiques de l'eau comme une augmentation ou une baisse du pH. Un pH trop élevé résulte de l'absorption en masse du CO₂ par les algues faisant ainsi monter le pH. Dans le Creek de la Baie Nord, ces modifications sont bien visibles.

Les plantes ont besoin de gaz carbonique (CO₂) pour réaliser la photosynthèse. Un taux d'acidité trop élevé (pH) peut entraîner un manque de gaz carbonique libre dans l'eau et, ainsi, freiner la photosynthèse chez les plantes. Les algues ont besoin de CO₂ mais peuvent également réaliser la photosynthèse mieux que les plantes à l'aide de bicarbonate (HCO₃⁻), encore présent en quantité suffisante dans l'eau au pH élevé.

Les floraisons d'algues entraînent ensuite une désoxygénation de la masse d'eau pouvant menacer la faune et la flore aquatique (Source : Water resources Management Practicum 2000 Biology).

5.3.2 Conséquences pour les plantes

Le plus grand inconvénient de la prolifération des algues se situe au niveau du manque de lumière et d'oxygène. Tant les algues flottantes, qui verdissent l'eau et la rendent complètement imperméable à la lumière, que les algues filamenteuses, qui se développent en filets épais autour des plantes oxygénantes, empêchent tellement la lumière de passer que la croissance des plantes aquatiques s'en trouve gravement menacée. Les plantes oxygénantes peuvent dépérir totalement, si bien que les algues disposent de la rivière pour elles seules et continuent à proliférer jusqu'à ce qu'il ne reste plus qu'elles et de l'eau. En

effet, dans le Creek de la baie Nord et la Carénage, où les proliférations apparaissent les plus importantes, aucune autre espèce de plante aquatique n'a été observée alors que dans la rivière des Lacs d'autres plantes aquatiques étaient présentes.

La prolifération des algues signifie également une consommation massive de substances nutritives et de minéraux, ce qui peut faire baisser la dureté de l'eau et provoquer l'accumulation de mucus sur les plantes. Le gaz carbonique vient également à manquer parce que les algues l'utilisent pour la photosynthèse.

5.3.3 Conséquences pour la faune piscicole

Pendant la journée, la plupart des algues produisent de l'oxygène grâce à la photosynthèse. Par conséquent, lorsque les algues prolifèrent, elles produisent beaucoup d'oxygène, souvent en telle quantité que l'eau s'en trouve sursaturée. Une sursaturation de plus de 120% (ce qui signifie que l'eau contient 20% d'oxygène en plus que si elle était chimiquement stable) peut entraîner une irritation et du stress chez les poissons. D'après les résultats du pourcentage d'oxygène dissous, les trois rivières étaient lors des mesures en sursaturation en oxygène.

Étant donné que les algues consomment de l'oxygène pendant la nuit, leur présence massive peut entraîner un manque d'oxygène et faire fuir ou périr les poissons. Comme les algues consomment de l'oxygène pendant toute la nuit, la teneur en oxygène de l'eau est souvent à son point le plus bas avant le lever du soleil et, par conséquent, c'est à ce moment que le milieu est le plus défavorable.

De plus, beaucoup d'espèces benthiques (famille de Gobidés, les éléotridés ou encore les Rhyacichthydés) s'enfouissent en cas de danger en une fraction de seconde dans le substrat meuble ou se nourrissent de micro-organismes des espaces interstitielles et de diatomées formant un film sur les roches. La prolifération d'algues formant un couvert végétal, modifie non seulement leur habitat mais prive également ces poissons des fonctions vitales tel que le prélèvement de nourriture ou la fuite et le camouflage (les masses d'algues les empêchent de s'enterrer). La conséquence est un appauvrissement du nombre d'espèces qui migrent vers des habitats moins dégradés ou vers d'autres cours d'eau.

5.3.4 Conséquences pour les bactéries

La production excessive d'oxygène par les algues pendant la journée peut conduire à des teneurs en oxygène nuisibles pour les bactéries dénitrifiantes. Ces bactéries supportent peu ou pas du tout l'oxygène. L'endommagement de ces bactéries peut provoquer une accumulation du nitrate, ce qui ne fait que stimuler la prolifération des algues.

Comme les algues consomment le gaz carbonique libre et le bicarbonate de l'eau, la capacité de tampon de l'eau est fortement diminuée, ce qui provoque des variations importantes du pH de l'eau qui, à leur tour, freinent l'action des bactéries nitrifiantes et dénitrifiantes qui ont toutes besoin d'un pH bien précis. Ainsi, la transformation de l'ammoniac peut être menacée et il peut s'en suivre, en association avec un pH élevé, une intoxication des poissons.

5.4 Problèmes associés à ces algues

Les problèmes liés aux efflorescences sont multiples et peuvent aller de l'asphyxie causée par la consommation excessive d'oxygène par les microorganismes décomposeurs à des problèmes d'ordre esthétique dans des aires récréatives quand il y a formation d'écumes vertes malodorantes.

En cas de production d'eau potable, les efflorescences peuvent aussi amener à une augmentation considérable des coûts de traitement d'eau pour en éliminer la couleur et les odeurs, ou à cause de l'obstruction des filtres dans les stations de pompage.

Lorsque les efflorescences sont dominées par des espèces de cyanobactéries, d'autres problèmes liés à leur potentialité toxique peuvent apparaître.

La seule espèce qui pourrait être une préoccupation sérieuse dans les rivières d'étude est la cyanobactérie (*Phormidium* sp.) trouvé dans la rivière de Lacs. En effet, elle est connue pour produire des toxines (neurotoxines, hépatotoxines), bien que le genre *Phormidium* soit généralement moins responsable que d'autres genres. Il serait intéressant de réaliser des analyses d'eau plus poussées (recherche de toxines) par un laboratoire approprié.

5.5 Origine de la pollution

5.5.1 Dans le Creek de la Baie Nord

D'une manière générale, l'essentiel des nutriments, en particulier l'azote, provient des eaux usées mal retraitées.

Dans le creek de la Baie Nord, les sources de pollution responsables de la prolifération des algues sont localisées et proviendraient essentiellement des effluents temporaires de la station d'assainissement et de celles de l'usine Prony Energie. La décomposition de la matière organique produit l'azote (protéines, urée et acides nucléiques). Les pluies violentes entraînant une surcharge hydraulique peuvent également être à l'origine de déversement de rejets polluants par les STEP.

5.5.2 Dans la Carénage et la rivière des Lacs

Dans la rivière Carénage et la rivière des Lacs, les sources de pollution semblent résulter de la fréquentation de ces sites comme lieu de baignade et de pique-nique. Dans la rivière de Carénage, cette hypothèse pourrait être confirmée par le taux élevé de coliformes thermotolérants et de coliformes totaux, ainsi que les taux de phosphates les plus élevés (on observe régulièrement en amont des restes de pique-niques et de savon). Dans la rivière des Lacs, des streptocoques fécaux ont été relevés.

Aucun autre déversement de polluants n'est observable en amont des stations de prélèvements.

Il sera difficile de contrôler ce type de pollution (non localisée) car on ne peut en retrouver les auteurs (source: <http://www.lenntech.fr/faq-pollution-eau.htm#ixzz0cG1oT6WM>).

5.6 Pollution d'origine fécale

La présence de coliformes totaux dans l'eau indique principalement une pollution d'excréments d'humains ou d'animaux (cerfs, cochons,..). La concentration maximale dans l'eau de consommation acceptable est de 0 UFC/100mL¹, soit moins d'une unité formant colonie (ou moins d'une colonie par 100ml). La présence de coliformes fécaux met en évidence une pollution d'origine fécale, humaine ou animale et la présence possible de pathogènes entériques. D'après les résultats d'analyses bactériologiques, les 3 rivières d'étude présentent des coliformes fécaux.

L'intérêt de la détection des coliformes fécaux, ou thermotolérants, à titre d'organismes indicateurs, réside dans le fait que leur survie dans l'environnement est généralement équivalente à celle des bactéries pathogènes et que leur densité est généralement proportionnelle au degré de pollution produite par les matières fécales (CEAEQ, 2000). La durée de survie peut être évaluée entre 65 et 85h (Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie, 2007, n°29, 71-79.). Dans le Creek de la Baie Nord cette pollution apparaît très importante. En effet, les concentrations en coliformes totaux et Streptocoques fécaux sont élevées (les plus fortes de l'étude). L'origine de cette pollution est très certainement liée à la station d'épuration de la base vie.

Comme indiqué ci-dessus, la Carénage affiche également une pollution importante d'origine fécale.

¹ UFC / 100 ml est l'unité de dénombrement de colonie de germes par 100ml d'eau

Dans la rivière des Lacs, les valeurs des paramètres bactériologiques sont les plus faibles des 3 rivières étudiées. Néanmoins la présence de coliformes fécaux et totaux met là aussi en évidence une pollution d'origine fécale dans cette rivière.

Pour information, le règlement sur la qualité de l'eau potable de la Nouvelle-Calédonie, les recommandations canadiennes pour la qualité de l'eau potable (Gouvernement du Québec, 2001), (Santé Canada, 2001) ainsi que les lignes directrices de l'Organisation mondiale de la Santé (OMS, 2000) précisent qu'aucun coliforme fécal ne doit être présent dans un échantillon d'eau potable.

Aucun règlement ni aucune recommandation n'existent en Nouvelle-Calédonie définissant la qualité des eaux de baignade.

5.7 Conclusions et Recommandations

L'apparition d'algues a été observée dans plusieurs cours d'eau du Grand Sud (rivière de Carénage, rivières des Lacs, Creek de la Baie Nord), dont un situé dans la zone du projet VALE INCO (Creek de la Baie Nord). Les espèces d'algues identifiées étaient différentes dans chacun de ces cours d'eau. Les propriétés physico-chimiques de l'eau ont été analysées et révèlent une pollution microbiologique dans chacune des stations échantillonnées. Les éléments nutritifs qui peuvent entraîner une prolifération d'algues (phosphates, nitrites, nitrates) ont été faiblement présents au moment de l'étude, ils se situent généralement en dessous de la limite détectable. Seule la rivière de Carénage montrait un taux de phosphore de 0,5mg/l.

D'après cette étude, il serait donc intéressant de:

- surveiller le taux de phosphates, de nitrites et de nitrates dans les cours où un développement d'algues est observé,
- surveiller la faune et un éventuel appauvrissement de la biodiversité,
- envisager comment prévenir, diminuer ou éliminer ces éléments nutritifs,
- rechercher, contrôler et limiter les sources potentielles de contamination et de pollution,
- interdire à la baignade les sites affectés par une pollution microbiologique (la présence de la bactérie E. coli indique un risque accru de la présence possible d'autres pathogènes nocifs),
- éviter la consommation de poissons ou d'autres espèces aquatiques provenant de zones affectées ;
- afficher que l'eau affectée est impropre à la consommation.

6 Bibliographies

AWWA (1990) Water quality and treatment. American Water Works Association, 4e édition, 1194 p.

Barthe, C., J. Perron et J.M.R. Perron (1998) Guide d'interprétation des paramètres microbiologiques d'intérêt dans le domaine de l'eau potable. Document de travail (version préliminaire), ministère de l'Environnement du Québec, 155 p. + annexes.

Bitton, G. (1999) Wastewater Microbiology. John Wiley & Sons, 578 p.

Brook, A.J. & Johnson, L.R. (2002). Order Zygnematales. In: The Freshwater Algal Flora of the British Isles. An identification guide to freshwater and terrestrial algae. (John, D.M., Whitton, B.A. & Brook, A.J. Eds), pp. 479-593. Cambridge: Cambridge University Press.

CEAEQ (2000) Recherche et dénombrement des coliformes fécaux; méthode par filtration sur membrane. Centre d'expertise en analyse environnementale, Gouvernement du Québec, 24 p.

Clesceri, L, AE Greenberg et AD Eaton, ed. (1998) Standard methods for the examination of water and wastewater. American

Gouvernement du Québec (2001) Règlement sur la qualité de l'eau potable. [<http://www.menv.gouv.qc.ca/eau/potable/brochure/index.htm>].

John DM Whitton BA & Brook JA (2002). The Freshwater Algal Flora of the British Isles. First edition, Cambridge: Cambridge University Press.

OMS (1994) Directives de qualité pour l'eau de boisson; volume 1 – recommandations. Organisation mondiale de la Santé, 2e édition, 202 p.

OMS (2000) Directives de qualité pour l'eau de boisson; volume 2 – critères d'hygiène et documentation à l'appui.

Organisation mondiale de la Santé, 2e édition, 1050 p. Accessible à : www.who.int/water_sanitation_health/GDWQ/Summary_tables/

Santé Canada (1991) La qualité bactériologique. Document de support aux « recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada ». Accessible à : www.hc-sc.gc.ca/ehp/dhm/dpc_eau_qualite/eauguide.htm

Santé Canada (2001). Résumé des recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada, 7 p. Document accessible en format PDF à : www.hc-sc.gc.ca/ehp/dhm/catalogue/dpc_pubs/sommaire.pdf

US EPA (2001) National primary drinking water standards. United States Environmental Protection Agency, document # EPA 816-F-01-007. Accessible à : www.epa.gov/safewater/mcl.html

7 Annexe

7.1 Résultats des analyses des échantillons d'eau prélevés dans le Creek de la Baie Nord, La Carénage et la rivière des Lacs et réalisés par le laboratoire de la Calédonienne des eaux.



Calédonienne des Eaux

SUEZ

LABORATOIRE D'ANALYSES DES EAUX ET D'ENVIRONNEMENT

Agréé par la Province Nord : Arrêté 64/96 du 20 août 1996.

Agréé par la Province des Iles : Arrêté n° 2002-479/PR du 12 septembre 2002.

Certifié ISO 9001-2000 - BV Certification.

RAPPORT D'ANALYSES

Nous vous prions de bien vouloir trouver ci-dessous les résultats des analyses demandées.

Demandeur	: Erbio/Bargier	Echantillon prélevé par	: Alliod R / Pollabauer C
N° d'enregistrement	: 0904629	Date de prélèvement	: 8/10/09
Nature du prélèvement	: AUTRE	Date d'arrivée au laboratoire	: 8/10/09
Lieu du prélèvement	: Carénage	Date début d'analyse	: 8/10/09
		Date fin d'analyse	: 1/12/09

	Valeurs mesurées	Unité mesure	Limite de détection	Référence méthode
PARAMETRES BACTERIOLOGIQUES				
Coliformes thermotolérants.....	400	N/100ml		NFISO93081
Coliformes totaux.....	600	N/100ml		NFISO93081
Streptocoques fécaux.....	20	N/100ml		NFISO78992
PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES				
Calcium.....	3,4	mg/l en Ca	0,1	NFISO7980
Chlorures.....	9,8	mg/l en Cl	0,1	NFIS103041
Conductivité.....	101,1	µS/cm	0,1	NFEN27868
Carbonates.....	< 0,1	mg/l CO3	0,1	CALCUL
Hydrogénocarbonates.....	52,4	mg/l en HCO3	0,1	CALCUL
Potassium.....	1,65	mg/l en K	0,05	NFT90020
Magnésium.....	9,20	mg/l en Mg	0,01	NFISO7980
Sodium.....	5,15	mg/l en Na	0,01	NFT90020
pH.....	6,67		0,01	NFT90008
Sulfates.....	2,5	mg/l en SO4	0,1	NFIS103041
Titre alcalimétrique complet.....	4,3	°F	0,1	NFISO9631
PARAMETRES INDÉSIRABLES				
Ammonium.....	< 0,01	mg/l en NH4	0,01	NFT90015
Nitrites.....	< 0,01	mg/l en NO2	0,01	NFIS103041
Nitrates.....	0,1	mg/l en NO3	0,1	NFIS103041
Phosphore.....	0,5	mg/l en P	0,1	NFEN1189
PARAMETRES CHIMIQUES				
Demande chimique en oxygène.....	65	mg/l en O2	5	NFT90101

COMMENTAIRES :

Flacon non stérile pour les analyses bactériologiques.

LABORATOIRE D'ANALYSES DES EAUX ET D'ENVIRONNEMENT

Agréé par la Province Nord : Arrêté 64/96 du 20 août 1996.

Agréé par la Province des Iles : Arrêté n° 2002-479/PR du 12 septembre 2002.

Certifié ISO 9001-2000 - BV Certification.

RAPPORT D'ANALYSES

Nous vous prions de bien vouloir trouver ci-dessous les résultats des analyses demandées.

Demandeur : **Erbio/Bargier**
N° d'enregistrement : **0904631**
Nature du prélèvement : **AUTRE**
Lieu du prélèvement : **Rivière Bleue de Prony**

Echantillon prélevé par : **Alliod R / Pollabauer C**
Date de prélèvement : **8/10/09**
Date d'arrivée au laboratoire : **8/10/09**
Date début d'analyse : **8/10/09**
Date fin d'analyse : **1/12/09**

	Valeurs mesurées	Unité mesure	Limite de détection	Référence méthode
PARAMETRES BACTERIOLOGIQUES				
Coliformes thermotolérants.....	80	N/100ml		NFISO93081
Coliformes totaux.....	120	N/100ml		NFISO93081
Streptocoques fécaux.....	50	N/100ml		NFISO78992
PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES				
Calcium.....	0,5	mg/l en Ca	0,1	NFISO7980
Chlorures.....	8,8	mg/l en Cl	0,1	NFIS103041
Conductivité.....	67,0	µS/cm	0,1	NFEN27888
Carbonates.....	<0,1	mg/l CO3	0,1	CALCUL
Hydrogénocarbonates.....	24,4	mg/l en HCO3	0,1	CALCUL
Potassium.....	0,15	mg/l en K	0,05	NFT90020
Magnésium.....	5,52	mg/l en Mg	0,01	NFISO7980
Sodium.....	4,32	mg/l en Na	0,01	NFT90020
pH.....	7,22		0,01	NFT90008
Sulfates.....	1,7	mg/l en SO4	0,1	NFIS103041
Titre alcalimétrique complet.....	2,0	°F	0,1	NFISO99631
PARAMETRES INDÉSIRABLES				
Ammonium.....	<0,01	mg/l en NH4	0,01	NFT90015
Nitrites.....	<0,01	mg/l en NO2	0,01	NFIS103041
Nitrates.....	<0,1	mg/l en NO3	0,1	NFIS103041
Phosphore.....	<0,1	mg/l en P	0,1	NFEN1189
PARAMETRES CHIMIQUES				
Demande chimique en oxygène.....	5	mg/l en O2	5	NFT90101

COMMENTAIRES :

Flacon non stérile pour les analyses bactériologiques.



**Calédonienne
des Eaux**

SUEZ

LABORATOIRE D'ANALYSES DES EAUX ET D'ENVIRONNEMENT

Agréé par la Province Nord : Arrêté 64/96 du 20 août 1996.

Agréé par la Province des Iles : Arrêté n° 2002-479/PR du 12 septembre 2002.

Certifié ISO 9001-2000 - BV Certification.

RAPPORT D'ANALYSES

Nous vous prions de bien vouloir trouver ci-dessous les résultats des analyses demandées.

Demandeur : **Erbio/Bargier**
N° d'enregistrement : **0904630**
Nature du prélèvement : **AUTRE**
Lieu du prélèvement : **Creek de la Baie Nord**

Echantillon prélevé par : **Alliod R / Pollabauer C**
Date de prélèvement : **8/10/09**
Date d'arrivée au laboratoire : **8/10/09**
Date début d'analyse : **8/10/09**
Date fin d'analyse : **1/12/09**

	Valeurs mesurées	Unité mesure	Limite de détection	Référence méthode
PARAMETRES BACTERIOLOGIQUES				
Coliformes thermotolérants.....	200	N/100ml		NFISO93081
Coliformes totaux.....	800	N/100ml		NFISO93081
Streptocoques fécaux.....	82	N/100ml		NFISO78992
PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES				
Calcium.....	2,6	mg/l en Ca	0,1	NFISO7980
Chlorures.....	13,6	mg/l en Cl	0,1	NFIS103041
Conductivité.....	127,5	µS/cm	0,1	NFEN27888
Carbonates.....	< 0,1	mg/l CO3	0,1	CALCUL
Hydrogénocarbonates.....	50,5	mg/l en HCO3	0,1	CALCUL
Potassium.....	0,40	mg/l en K	0,05	NFT90020
Magnésium.....	10,75	mg/l en Mg	0,01	NFISO7980
Sodium.....	7,40	mg/l en Na	0,01	NFT90020
pH.....	7,38		0,01	NFT90008
Sulfates.....	6,7	mg/l en SO4	0,1	NFIS103041
Titre alcalimétrique complet.....	4,2	°F	0,1	NFISO99631
PARAMETRES INDÉSIRABLES				
Ammonium.....	< 0,01	mg/l en NH4	0,01	NFT90015
Nitrites.....	< 0,01	mg/l en NO2	0,01	NFIS103041
Nitrates.....	< 0,1	mg/l en NO3	0,1	NFIS103041
Phosphore.....	< 0,1	mg/l en P	0,1	NFEN1189
PARAMETRES CHIMIQUES				
Demande chimique en oxygène.....	10	mg/l en O2	5	NFT90101

COMMENTAIRES :

Flacon non stérile pour les analyses bactériologiques.