

Nos Domaines d'intervention

- Diagnostic, aménagement et gestion des rivières et des plans d'eau
- Inventaires faunistiques des cours et plan d'eau par pêche électrique, filet maillant et nasses, plongée en bouteilles, etc.
- Indice d'intégrité biotique de poissons, IBNC
- Inventaire de la ripisylve
- Amélioration et diversification de l'habitat



ÉTUDES ET RECHERCHES
BIOLOGIQUES
TEL. /FAX : 27-50-07
erbio-pm@lagoon.nc
20, rue du Général Mangin
98800 Nouméa

Inventaire des espèces invasives du Lac en Huit, du Grand Lac et du Lac en Y

Rapport final

Nouméa, le 25/02/2009

1	Introduction	10
2	Zone d'étude	13
3	Matériels et méthodes.....	15
3.1	Prospection et bathymétrie des zones d'étude.....	15
3.2	Stratégie d'échantillonnage.....	18
3.2.1	Echantillonnage des poissons à l'aide de filets maillants dans les zones de pleine eau (>0.8m).....	18
3.2.1.1	Plan d'échantillonnage.....	19
3.2.1.2	Effort d'échantillonnage	19
	Nombre de filets maillant	19
3.2.1.3	Sélection aléatoire des échantillons.....	20
3.2.1.4	Matériel utilisé.....	21
3.2.1.5	Emplacements théoriques des filets maillants	21
	Lac en 8	21
	Grand Lac	22
	Lac en Y.....	23
3.2.2	Echantillonnage des poissons à l'aide de la pêche électrique.....	24
3.2.2.1	Principe	24
3.2.2.2	Plan d'échantillonnage.....	24
3.2.2.3	Effort d'échantillonnage	25
3.2.2.4	Matériel utilisé.....	25
3.2.2.5	Emplacements théoriques des stations de pêche électrique.....	26
	Lac en 8	26
	Grand Lac	27
	Lac en Y.....	28
3.2.3	Echantillonnage à l'aide de nasses	29
3.2.3.1	Principe	29
3.2.3.2	Plan d'échantillonnage.....	29
3.2.3.3	Effort d'échantillonnage	29
3.2.4	Echantillonnage par observation visuelle	29
3.2.4.1	Principe	29
3.2.4.2	Plan et effort d'échantillonnage.....	30
3.2.5	Nomenclature des stations	30
3.2.6	Période d'échantillonnage	30
3.3	Stations réalisées au cours de l'étude	32
3.3.1	Filets maillants.....	32
3.3.1.1	Lac en 8	32

3.3.1.2	Grand Lac	33
3.3.1.3	Lac en Y	34
3.3.1.4	Dates, heures et positions GPS des stations de pêche aux filets maillants	34
3.3.2	Pêche électrique	36
3.3.2.1	Lac en 8	37
3.3.2.2	Grand Lac	38
3.3.2.3	Lac en Y	39
3.3.2.4	Dates, heures et positions GPS des stations de pêche électrique	40
3.3.3	Nasses	40
3.3.3.1	Lac en 8	41
3.3.3.2	Grand Lac	42
3.3.3.3	Lac en Y	43
3.3.3.4	Dates, heures et positions GPS des stations de pêche avec les nasses	44
3.3.4	Observations visuelles	45
3.3.4.1	Lac en 8	46
3.3.4.2	Grand Lac	47
3.3.4.3	Lac en Y	48
3.3.4.4	Dates, heures et positions GPS des stations d'observation de nuit et des stations de plongée	48
3.4	Mesures des paramètres physico-chimiques de l'eau et caractéristiques mésologiques	49
3.4.1	Caractéristiques physico-chimiques de l'eau	49
3.4.1.1	Instrument portatif	49
3.4.1.2	Mallette de tests (Test Lab JBL)	49
3.4.2	Caractéristiques mésologiques des stations	50
4	Identification, phase de laboratoire, traitement des données	51
4.1	Traitements des espèces capturées	51
4.2	Biométrie	51
4.2.1	Longueur totale	51
4.2.2	Poids	51
4.2.3	Sexe	52
4.3	Identification	52
4.4	Conditionnement et conservation des échantillons	52
4.5	Traitements statistiques et interprétations des données sur les populations	53
4.5.1	Composition	53
4.5.2	Abondance	53
5	Résultats	55

5.1	Les études antérieures et données existantes	55
5.2	Diagnose écologiques des lacs	55
5.2.1	Caractéristiques morphométriques.....	55
5.2.2	Hydrologie.....	56
5.2.3	Bathymétrie.....	56
5.2.3.1	Lac en 8	57
5.2.3.2	Grand Lac	58
5.2.3.3	Lac en Y.....	59
5.2.4	Analyses physico-chimiques.....	60
5.2.4.1	GH et KH.....	60
5.2.4.2	NH ₄ /NH ₃ , NO ₃ , NO ₂ , PO ₄ , Fe	60
5.2.4.3	pH	61
5.2.4.4	Température	62
5.2.4.5	Oxygène dissous	62
5.3	Inventaires piscicoles.....	62
5.3.1	Pêches filets	62
5.3.1.1	Effectifs et biomasses de poissons obtenus lors des pêches de jour.....	62
	Effectifs de poissons par lac et station / de jour.....	62
	Biomasses de poissons par lac et station / de jour.....	64
5.3.1.2	Effectifs et biomasses obtenus lors des pêches de nuit	65
	Effectifs de poissons par lac et station / nuit.....	65
	Biomasse de poissons par lac et station / nuit.....	67
5.3.1.3	Captures et Biomasses par unité d'effort (CPUE et BPUE).....	68
5.3.2	Pêches électriques	68
5.4	Inventaire de crevettes.....	69
5.4.1	Effectifs de crevettes	69
5.4.2	Densité de crevettes	70
5.4.3	Biomasses de crevettes.....	70
5.5	Recherche de tortues de Floride.....	72
5.5.1	Pêches nasses	72
5.5.1.1	Effectif.....	73
5.5.1.2	Biomasse	73
5.6	Observations visuelles	74
5.6.1	De jour	74
5.6.2	De nuit	75
6	Discussion.....	75
6.1	Espèces introduites et invasives présentes dans la zone d'étude.....	75

6.1.1	Quelques caractéristiques du Tilapia <i>Oreochromis mossambicus</i>	76
6.1.1.1	Origine d' <i>Oreochromis mossambicus</i>	76
6.1.1.2	Description.....	77
6.1.1.3	Régime alimentaire.....	77
6.1.2	Reproduction.....	78
6.1.3	Effectifs, densités, et biomasses dans les lacs d'étude.....	79
6.1.4	Croissance d' <i>Oreochromis mossambicus</i> dans la zone d'étude.....	79
6.1.4.1	Établissement des relations poids-longueurs des individus capturées sur l'ensemble de la zone d'étude.....	79
6.2	Espèces endémiques ou autochtones présentes.....	81
6.2.1	<i>Nesogalaxias neocaledonicus</i>	81
6.2.2	<i>Anguilla marmorata</i>	82
6.2.3	Quelques caractéristiques du <i>Nesogalaxias neocaledonicus</i>	82
6.2.3.1	Description.....	82
6.2.3.2	Biologie.....	82
6.2.3.3	Distribution.....	82
6.2.4	Quelques caractéristiques d' <i>Anguilla marmorata</i>	83
6.2.4.1	Description.....	83
6.2.4.2	Biologie.....	83
6.2.4.3	Distribution.....	83
6.3	Interactions entre le tilapia et le <i>Nesogalaxias</i>	83
6.3.1	Définitions.....	83
6.3.2	Ethologies alimentaires.....	84
6.3.3	Répartition écologique.....	84
6.4	Faune carcinologique.....	85
6.5	Particularité du Lac en Y.....	86
6.6	Intérêt des différentes techniques d'inventaire.....	87
7	Recommandations.....	89
7.1	Données hydrologiques.....	89
7.1.1	Temps de renouvellement.....	89
7.2	Relevés de la qualité des eaux.....	89
7.2.1	Stratification estivale.....	89
7.2.2	Transparence disque de secchi.....	89
7.2.3	Biomasse planctonique.....	89
7.2.4	Le relevé bactériologique.....	90
7.3	Informations sur le tilapia dans la zone d'étude.....	90
7.4	Etude de l'espèce endémique, le <i>Nesogalaxias neocaledonicus</i>	91

7.5	Éradication des espèces introduites	91
8	Conclusion	93
8.1	Conserver avant tout l'unique biodiversité	93
8.2	Contrôler la stabilité de la qualité physico-chimique	93
8.3	Etudier et restaurer les berges.....	93
8.4	Communiquer sur les valeurs patrimoniales et les dangers des espèces introduites	
	94	
9	Bibliographie	95

Liste des tableaux

Tableau 1 : Périmètres et superficies des lacs d'étude.....	14
Tableau 2 : Nombre d'efforts requis, avec des filets maillants benthiques pour permettre la détection de modifications de 50 % entre les campagnes d'échantillonnage, en fonction de la superficie et de la profondeur maximale du lac, d'après la norme AFNOR NF EN 14757.....	20
Tableau 3 : Nombre de filets nécessaires pour chacun des lacs d'étude d'après la norme AFNOR NF EN 14757	20
Tableau 4: Dates, heures et coordonnées GPS des stations de pêche aux filets maillants réalisées au cours de l'étude dans le Lac en 8, le Grand Lac.....	35
Tableau 5 : Dates, heures et coordonnées GPS des stations de pêche aux filets maillants réalisées au cours de l'étude dans le Lac en Y.....	36
Tableau 6: Dates, heures et coordonnées GPS des tronçons de pêche électrique réalisés au cours de l'étude dans le Lac en 8, le Grand Lac et le Lac en Y.	40
Tableau 7: Dates, heures et coordonnées GPS des stations de pêche avec nasse réalisées au cours de l'étude dans le Lac en 8.....	44
Tableau 8 : Dates, heures et coordonnées GPS des stations de pêche avec nasses réalisées au cours de l'étude dans le Grand Lac et le Lac en Y.....	45
Tableau 9: Liste des ouvrages utilisés pour la détermination des poissons	52
Tableau 10: Données morphométriques du Lac en 8, Grand Lac et Lac en Y.	55
Tableau 11: Analyses physico-chimiques de l'eau de surface des 3 lacs.....	60
Tableau 12: Capture (CPUE) et biomasse (BPUE) par unité d'effort obtenues avec les filets maillants dans chacun des lacs d'étude lors de la campagne de décembre 2008.....	68
Tableau 13: Effectifs et biomasses des crevettes capturées à l'aide de la pêche électrique (PE) (décembre 2008).....	68
Tableau 14: Densité de crevettes capturées à l'aide de la PE (décembre 2008).....	70
Tableau 15: Biomasse par Unité d'Effort (B.U.E.) par lac des différentes espèces de crevettes capturées à l'aide de la pêche électrique sur l'ensemble de la zone d'étude lors de la campagne sur la plaine des lacs de décembre 2008.	72
Tableau 16: Effectif des <i>Oreochromis mossambicus</i> capturés à l'aide des nasses lors de la campagne sur la plaine des lacs de décembre 2008.....	73
Tableau 17: Biomasse (g) des <i>Oreochromis mossambicus</i> capturés à l'aide des nasses lors de la campagne sur la plaine des lacs de décembre 2008.	73
Tableau 18: Relations taille- poids du tilapia <i>Oreochromis mossambicus</i>	81
Tableau 19 : Taux de chlorophylle α /lac.....	90

Liste des figures

Figure 1 : Zone d'étude de la campagne sur les espèces invasives présentes dans la plaine des lacs (Lac en 8, Grand Lac, Lac en Y).....	14
Figure 2: Transects et points de sondes réalisés au cours de l'étude afin d'établir la bathymétrie dans le Lac en 8.	16
Figure 3: Transects et points de sondes réalisés au cours de l'étude afin d'établir la bathymétrie dans le Grand Lac.	17
Figure 4: Transects et points de sondes réalisés au cours de l'étude afin d'établir la bathymétrie dans le Lac en Y.....	18
Figure 5 : Emplacements théoriques des filets maillants prédéfinis pour l'étude du Lac en Huit.....	21
Figure 6 : Emplacements théoriques des filets maillants prédéfinis pour l'étude du Grand Lac.....	22
Figure 7 : Emplacements théoriques des filets maillants prédéfinis pour l'étude du Lac en Y.	23
Figure 8 : Emplacements théoriques des tronçons de pêches électriques prédéfinis pour l'étude du Lac en Huit.....	26
Figure 9 : Emplacements théoriques des tronçons de pêches électriques prédéfinis pour l'étude du Grand Lac.	27
Figure 10 : Emplacements théoriques des tronçons de pêches électriques prédéfinis pour l'étude du Lac en Y.....	28
Figure 11 : Tortue de Floride.....	29
Figure 12: Stations de pêche par filets maillants réalisées au cours de l'étude dans le lac en 8.	32
Figure 13: Stations de pêche par filets maillants réalisées au cours de l'étude dans le Grand Lac.....	33
Figure 14: Stations de pêche par filets maillants réalisées au cours de l'étude dans le lac en Y.....	34
Figure 15: Tronçons de pêche électrique réalisés au cours de l'étude dans le lac en 8.....	37
Figure 16: Tronçons de pêche électrique réalisés au cours de l'étude dans le Grand Lac....	38
Figure 17: Tronçons de pêche électrique réalisés au cours de l'étude dans le lac en Y.....	39
Figure 18: Stations de pêche avec nasse réalisées au cours de l'étude dans le lac en 8.	41
Figure 19: Stations de pêche avec nasse réalisées au cours de l'étude dans le Grand Lac.	42
Figure 20: Stations de pêche avec nasse réalisées au cours de l'étude dans le lac en Y.	43
Figure 21: Zone prospectée en bordure du Lac en 8 le 15/12/08 à 20h20 (A: début; B: fin).	46
Figure 22: Zone d'observation prospectée en bordure Grand Lac le 19/12/08 à 21h15 (A:début; B:fin).	47

Figure 23: Plongées d'observation réalisées de jour (20/12/08 à 9h10) et de nuit (20/12/08 à 21h30) dans le Lac en Y (A: début; B: fin).	48
Figure 24 : Produit anesthésiant : l'Eugénol.	51
Figure 25 : Biométrie : mesure de la longueur totale (jusqu'au bout de la caudale)	51
Figure 26: Bathymétrie (en mètre) du Lac en 8 réalisée lors de la prospection du 26 et 27 novembre 2008.	57
Figure 27: Bathymétrie (en mètre) du Grand Lac réalisée lors de la prospection du 26 et 27 novembre 2008.	58
Figure 28: Bathymétrie (en mètre) du Lac en Y réalisée lors de la prospection du 26 et 27 novembre 2008.	59
Figure 29: Origine de l'acidité de lacs	61
Figure 30: Effectif des <i>Oreochromis mossambicus</i> capturés de jour à l'aide des filets maillants dans le Lac en 8, le Grand Lac et le Lac en Y lors de la campagne de décembre 2008.	63
Figure 31: Effectif des stations de pêche où <i>Oreochromis mossambicus</i> a été capturés de jour à l'aide des filets maillants dans le Lac en 8, le Grand Lac et le Lac en Y lors de la campagne de décembre 2008.	63
Figure 32: Biomasse (en g) des <i>Oreochromis mossambicus</i> capturés de jour à l'aide des filets maillants dans le Lac en 8, le Grand Lac et le Lac en Y lors de la campagne de décembre 2008.	64
Figure 33: Biomasse (en g) par stations de pêche des <i>Oreochromis mossambicus</i> capturés de jour à l'aide des filets maillants dans le Lac en 8, le Grand Lac et le Lac en Y lors de la campagne de décembre 2008.	65
Figure 34 : Effectifs des captures lors des pêches de nuits (Déc. 2008)	65
Figure 35 : Effectif / station de poissons capturés lors des pêches de nuits (Déc. 2008)	66
Figure 36 : Biomasses (en g) de poissons capturés par filet par lac / de nuit	67
Figure 37 : Biomasses (en g) de poissons capturés par filet par station / de nuit	67
Figure 38: Effectifs / espèce de crevettes capturée par PE (Décembre 2008)	69
Figure 39: Effectifs par lac des différentes espèces de crevettes capturées à l'aide de la pêche électrique sur l'ensemble de la zone d'étude lors de la campagne sur la plaine des lacs de décembre 2008.	70
Figure 40: Biomasse des espèces de crevettes capturées à l'aide de la pêche électrique sur l'ensemble de la zone d'étude lors de la campagne sur la plaine des lacs de décembre 2008.	71
Figure 41: Biomasse par lac des différentes espèces de crevettes capturées à l'aide de la pêche électrique sur l'ensemble de la zone d'étude lors de la campagne sur la plaine des lacs de décembre 2008.	72

Figure 42 : Bancs de tilapias juvéniles dans le Lac en Y (décembre 2008).....	74
Figure 43 : Courbe exponentielle taille- poids du tilapia <i>Oreochromis mossambicus</i>	79
Figure 44 : Courbe exponentielle taille- poids du tilapia mâle <i>Oreochromis mossambicus</i> ...	80
Figure 45 : Courbe exponentielle taille- poids du tilapia femelle <i>Oreochromis mossambicus</i>	80
Figure 46 : Résumé des catégories de la liste rouge 2006	82

Liste des Annexes

ANNEXE 1 : Liste des captures	97
-------------------------------------	----

1 Introduction

En 1971, les représentants de 18 pays se sont réunis dans la ville de Ramsar, en Iran, pour signer la convention sur les zones humides, plus généralement connues sous le nom de « convention de Ramsar ». Aujourd'hui, 38 ans plus tard, ce traité regroupe 123 pays membres pour 1042 sites inscrits sur la liste des zones humides d'importance internationale.

La convention de Ramsar donne une définition large des « zones humides ». Ce sont des « étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante, courante, douce, saumâtre ou salée, y compris les étendues d'eau marine dont la profondeur à marée basse n'excède pas 6 mètres ». En résumé, la convention s'intéresse à la gestion de tous les écosystèmes aquatiques en dehors des eaux marines profondes.

Le texte de la Convention énonce 5 obligations principales pour les signataires :

- Inscrire et promouvoir la conservation d'au moins un site Ramsar,
- Formuler et appliquer des plans d'utilisation rationnelle de toutes les zones humides situées sur leur territoire,
- Établir des zones de conservation et promouvoir la formation en matière de recherche et de gestion des zones humides,
- Coopérer au niveau international en ce qui concerne les zones humides et l'aide au développement pour les projets concernant les zones humides,
- Contribuer au budget de la Convention.

Toutefois, il convient de rappeler que la Nouvelle-Calédonie dispose d'une certaine indépendance au niveau des compétences en matière de législation. Ainsi pour que la législation métropolitaine soit applicable sur le territoire, elle doit être préalablement votée par le Congrès qui en est l'organe législatif.

En l'occurrence, la convention de RAMSAR certes applicables en France métropolitaine n'a pas jusqu'à présent fait l'objet de vote et n'est donc pas ratifiée par la Nouvelle-Calédonie.

A ce jour et hormis les réserves marines au sens strict du terme, certaines zones humides sont d'ores et déjà mises en protection par application de la délibération n°108 du 9 mai 1980 :

- 200 ha de mangroves situées sur la réserve de faune de l'îlot Leprédour.
- Les marais de la Rivière Blanche à l'intérieur de la réserve de faune de la Haute Yaté (environ 700 ha).

- Une partie des marais de la Plaine des Lacs à la Madeleine (Réserve spéciale de flore de la madeleine, superficie de 400 ha).

L'exploitation minière de nickel à large échelle, Goro-Nickel 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 acide¹. L'usine pilote de 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 pour 2009. Le début de la production à pleine capacité de nickel et cobalt est planifié pour 2013 (<http://www.valeinco.nc/pages/propos/historique.htm>).

L'emprise du projet est vaste et touche plusieurs biotopes. Cependant les zones humides de la Plaine des lacs n'en font pas partie. Dans son plan de conservation de la biodiversité Goro-Nickel / Vale Inco contribue néanmoins à étudier le grand Lac, le Lac en Huit ainsi que le Lac en Y. Ces lacs hébergent une biodiversité riche et unique sur le territoire et dans le monde (exemple : le poisson *Nesogalaxias neocaledonicus*, le mollusque *Heterocylus petiti*, les crevettes du genre *Paratya*, les libellules du genre *Synthemis*, etc.).

Dans l'optique de préserver cette zone et en vue d'une classification RAMSAR par les autorités locales, Vale Inco a commandé, à notre bureau d'étude ERBIO, une étude sur 3 lacs: Lac en 8, Grand Lac et Lac en Y.

L'objectif principal de l'étude a été de réaliser l'inventaire faunistiques des espèces introduites dans la plaine des lacs (Lac en 8, Grand Lac et Lac en Y).

Il faut préciser que les introductions d'espèces constituent l'un des problèmes écologiques les plus préoccupants de ce début du 21^e siècle (UICN)². En effet, elles sont souvent irréversibles à l'échelle humaine et, contrairement à d'autres impacts de l'homme, le phénomène est encore actuellement en phase d'accélération³. Par ailleurs, outre un impact écologique considérable, les introductions d'espèces peuvent être extrêmement coûteuses

¹ Opération qui consiste à lixivier de la pulpe de minerai avec de l'acide sulfurique à haute pression et température, pour en extraire un ou plusieurs constituants solubles comme le nickel.

² Une espèce invasive ou espèce envahissante est une espèce vivante exotique qui devient un agent de perturbation nuisible à la biodiversité autochtone des écosystèmes naturels ou semi naturels parmi lesquels elle s'est établie. Les phénomènes d'invasion biologique sont aujourd'hui considérés par l'ONU comme une des grandes causes de régression de la biodiversité, avec la pollution, la fragmentation écologique des écosystèmes et l'ensemble constitué par la chasse, la pêche et la surexploitation de certaines espèces (*Source : <http://fr.wikipedia.org>*).

³ D'après la Liste rouge de l'UICN, les espèces introduites envahissantes constituent la 3^eme menace pesant sur les espèces à l'échelle mondiale. En outre-mer, les invasions biologiques représentent l'une des principales causes d'érosion de la biodiversité, avec des conséquences importantes sur les plans économique et sanitaire (*Source : <http://www.uicn.fr/especes-envahissantes-d-outre-mer.html>*)

d'un point de vue économique. Ce dernier point est largement ignoré des gestionnaires, des hommes politiques et des journalistes, qui ont tendance à privilégier des impacts à court terme, donc moins graves, mais plus spectaculaires. Les écosystèmes insulaires sont réputés pour leur grande vulnérabilité aux perturbations de toute nature, et particulièrement aux introductions d'espèces animales et végétales (MOUTOU, 1983 ; SIMBERLOFF, 1995)

La Nouvelle-Calédonie n'a pas échappé à ce fléau et de vastes espaces naturels de l'île sont aujourd'hui dominés ou pénétrés par des espèces exogènes, les unes introduites volontairement, les autres accidentellement (GARGOMINY et al, 1996).

Dans la zone d'étude, on a signalé la présence de trois espèces introduites pouvant représenter un danger pour la faune extraordinaire de ces zones humides : il s'agit :

- du tilapia *Oreochromis mossambicus* (Peters, 1852),
- du Black-Bass *Micropterus salmoides* (Lacepède 1802) et
- de la tortue de Floride *Trachemys scripta* (Schoepff, 1792).

Plusieurs espèces de tilapias ont été introduites à partir de 1950 dans de nombreuses îles du Pacifique, ils étaient destinés à fournir des ressources alimentaires ou sportives (L.C. Devambe) ¹. En octobre 1955, 40 Tilapias (*O. mossambicus*), en provenance du Bureau des Pêches des Philippines (L.C. Devambe, Chargé des Pêches à la Commission du Pacifique Sud) ont donc été introduits par M. Van Pel (de la CPS) dans des étangs ou des bassins du centre agricole de Port Lageurre, en Nouvelle Calédonie, en vue de leur élevage. Ils auraient ensuite colonisés les eaux douces. Cette espèce s'est acclimatée en Nouvelle-Calédonie mais elle est très fortement concurrencée par *Sarotherodon occidentalis* (Keith, 2005) ². La présence de cette dernière, très bien acclimatée et largement répandue en Nouvelle-Calédonie, est une énigme. Son aire d'origine est en effet très localisée en Afrique et l'espèce n'a jamais fait l'objet d'élevage commercial. Elle a probablement été introduite par hasard et en même temps qu'*O. mossambicus*, où des individus auraient pu être mélangés au départ de l'Afrique.

L'achigan à grande bouche ou black bass, a été introduit en Nouvelle-Calédonie pour le développement de la pêche sportive (Chauvet C. 1999) :

Dix-neuf spécimens de black-bass (*Micropterus salmoides*) provenant d'Hawaï furent introduits en 1960 dans le lac de Yaté, un lac oligotrophe. Trente deux ans plus tard, une expérience de marquage portant sur 201 black-bass a été suivie pendant 5 ans. Le taux de recapture a été de 19,9%. Les effectifs annuels moyens de cette population sont estimés à 27 500 individus, soit 7 ind. /ha, dont 45,8% survivent annuellement. Chaque année, environ 1 400 poissons sont pêchés tandis que plus de 13 500 disparaissent de façon naturelle. Le modèle de croissance de ce poisson établi pour ce lac traduit une croissance importante comparée à celle qui a été décrite dans d'autres régions du monde.

¹ L.C. DEVAMBEZ SPB14_4_Devambe VF[1].pdf : Le Tilapia dans le Pacifique Sud

² Source: <http://www.issg.org>

Il représente une menace majeure pour des espèces endémiques comme les invertébrés ou encore le poisson *Nesogalaxias neocaledonicus*, vivant dans une aire de distribution inférieure à 100km², dans deux lacs (Lac en Huit, grand Lac) et rivières du Sud (Madeleine, Rivière bleue, rivière Blanche), vestige de l'ancienne faune du Gondwana et aujourd'hui en danger critique d'extinction selon les critères de l'UICN¹.

A l'heure actuelle, la dissémination de ce prédateur en Nouvelle-Calédonie est réalisée par certains pêcheurs qui l'introduisent dans les plans d'eau stagnants sur tout le territoire² et mettent en danger les espèces aquatiques endémiques.

2 Zone d'étude

La zone d'étude se situe dans la zone marécageuse de la "plaine des lacs" au Sud de la Grande Terre. La Plaine des Lacs tire son nom du nombre important de lacs dans cette zone et forme un écosystème caractéristique et unique sur le territoire.

3 lacs ont été retenus à l'étude (Figure 1):

- Le Lac en 8,
- Le Grand lac,
- le Lac en Y.

Le périmètre et la superficie de chacun des lacs ont pu être déterminés à l'aide de photos aériennes (Tableau 1).

¹ **EN DANGER CRITIQUE D'EXTINCTION (CR)** : Un taxon est dit En danger critique d'extinction lorsque les meilleures données disponibles indiquent qu'il remplit l'un des critères A à E correspondant à la catégorie En danger critique d'extinction (voir section V) et, en conséquence, qu'il est confronté à un risque extrêmement élevé d'extinction à l'état sauvage. Les *Nesogalaxias neocaledonicus* est concerné par le Critère B. « Répartition géographique, qu'il s'agisse de B1 (zone d'occurrence) OU B2 (zone d'occupation) OU des deux: **1. Zone d'occurrence estimée inférieure à 100 km² et estimations indiquant au moins deux des possibilités a) à c) suivantes: a) Population gravement fragmentée ou présente dans une seule localité. c) Fluctuations extrêmes de l'un des éléments suivants: i) zone d'occurrence et ii) zone d'occupation.**

² Etude sur l'écrevisse réalisée par notre bureau d'étude Études et recherches biologiques dans le cadre de l'étude de la Faune ichthyologique et carcinologique de Nouvelle-Calédonie (ERBIO, 1999: rapport final de l'inventaire faunistique des cours d'eau de la Province Sud / [ERBIO, Études et recherches biologiques ; pour la Direction des ressources naturelles, Province Sud]. 183 pp - ISBN 2-9509343-9-0.



Figure 1 : Zone d'étude de la campagne sur les espèces invasives présentes dans la plaine des lacs (Lac en 8, Grand Lac, Lac en Y).

Tableau 1 : Périmètres et superficies des lacs d'étude.

Lac	Périmètre (km)	Superficie	
		km ²	ha
Lac en 8	6,542	1,354	135,4
Grand Lac	5,950	1,766	176,6
Lac en Y	3,027	0,166	16,6

3 Matériels et méthodes

L'étude s'est déroulée du 15 au 21/12/2008 (le début de l'étude le 3, puis le 8 décembre 2008 a du être reporté après quelques incidents techniques). Les opérateurs ont été Engelmann Arnaud, Pöllabauer Christine, Chabre Paul et Alliod Romain.

3 types de pêche ont été réalisés au cours de cette étude. :

- La pêche aux filets expérimentaux en pleine eau du lac (zones >0.8m de profondeur),
- la pêche électrique en bordure (<0.8m) du lac,
- à titre expérimentale la pêche à l'aide de nasses.

Les trois types d'engins de pêche ont été utilisés afin d'obtenir une image représentative des populations présentes dans la zone d'étude et de minimiser le biais lié à la sélectivité de chaque engin de pêche. Ces trois méthodes, basées sur une stratégie d'échantillonnage prédéfini, sont complémentaires et adaptées aux milieux et à l'espèce prospectée. En effet, la pêche électrique est mieux adaptée en bordure du fait de la faible profondeur alors que les filets sont mieux adaptés en pleine eau car les hauteurs d'eau sont plus importantes. Les nasses ont été utilisées tout particulièrement à identifier la présence éventuelle de tortues de Floride (suivant les recommandations de la directrice du Parc Michel Corbasson, Mme A. Lorenzo). En complémentarité, des observations visuelles directes et/ou en plongée ont été réalisées au cours de l'étude.

Afin de mettre en place la stratégie d'échantillonnage concernant la pose des filets et de la pêche électrique, une prospection de la zone d'étude a été réalisée préalablement à l'étude.

3.1 Prospection et bathymétrie des zones d'étude

La norme AFNOR (NF EN 14757 de novembre 2005) utilisée pour les pêches stipulent que si le lac est échantillonné pour la première fois, il convient de procéder à une répartition aléatoire des emplacements des zones de pêche dans le lac. Pour cela, il est nécessaire au préalable de connaître les zones propices (profondeurs) suivant la technique de pêche employée.

Comme aucune donnée relative à la profondeur des lacs n'était disponible, une prospection (campagne d'échosondage et de reconnaissance) a donc été réalisée pour avoir un état général de la bathymétrie des lacs et par la même occasion de découvrir la zone d'étude. La prospection s'est effectuée durant deux jours, le 26 et 27 novembre 2008. La bathymétrie de chaque lac a été réalisée à l'aide d'un échosondeur à main Speedtech Instruments (Depthmate portable sounder; champs de mesure: 0.6 à 80m). Elle a été mise en œuvre en amenant le bateau sur des transects et des points de sondes prédéterminés (Lac en Huit Figure 2, Grand Lac Figure 3, La en Y Figure 4). Pour le Lac en 8 et le Grand Lac, les transects ainsi que les points de sonde ont été espacés de 200 m environ. Pour le Lac en Y,

ils ont été espacés de 100 m voir 50 m par endroits. Des transects et des points supplémentaires ont été réalisés suivant la topographie rencontrée.

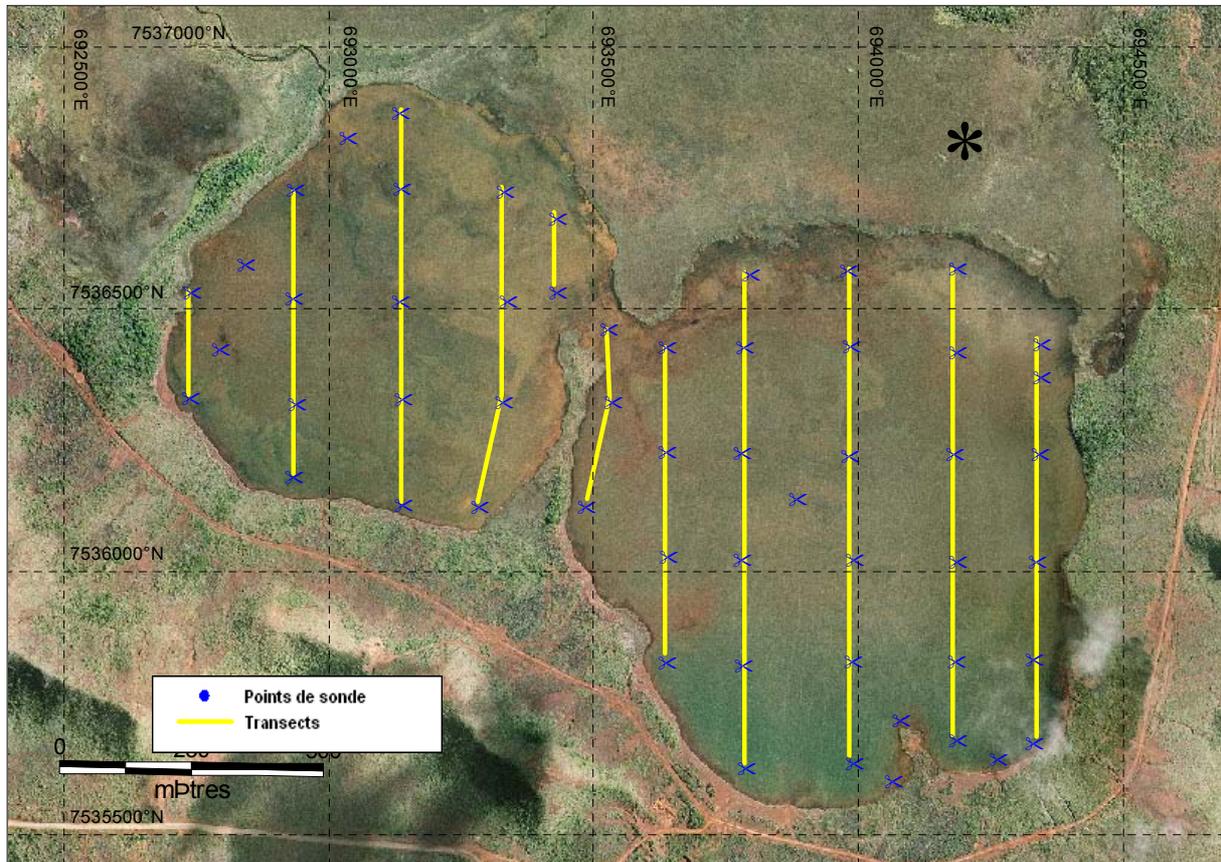


Figure 2: Transects et points de sondes réalisés au cours de l'étude afin d'établir la bathymétrie dans le Lac en 8.

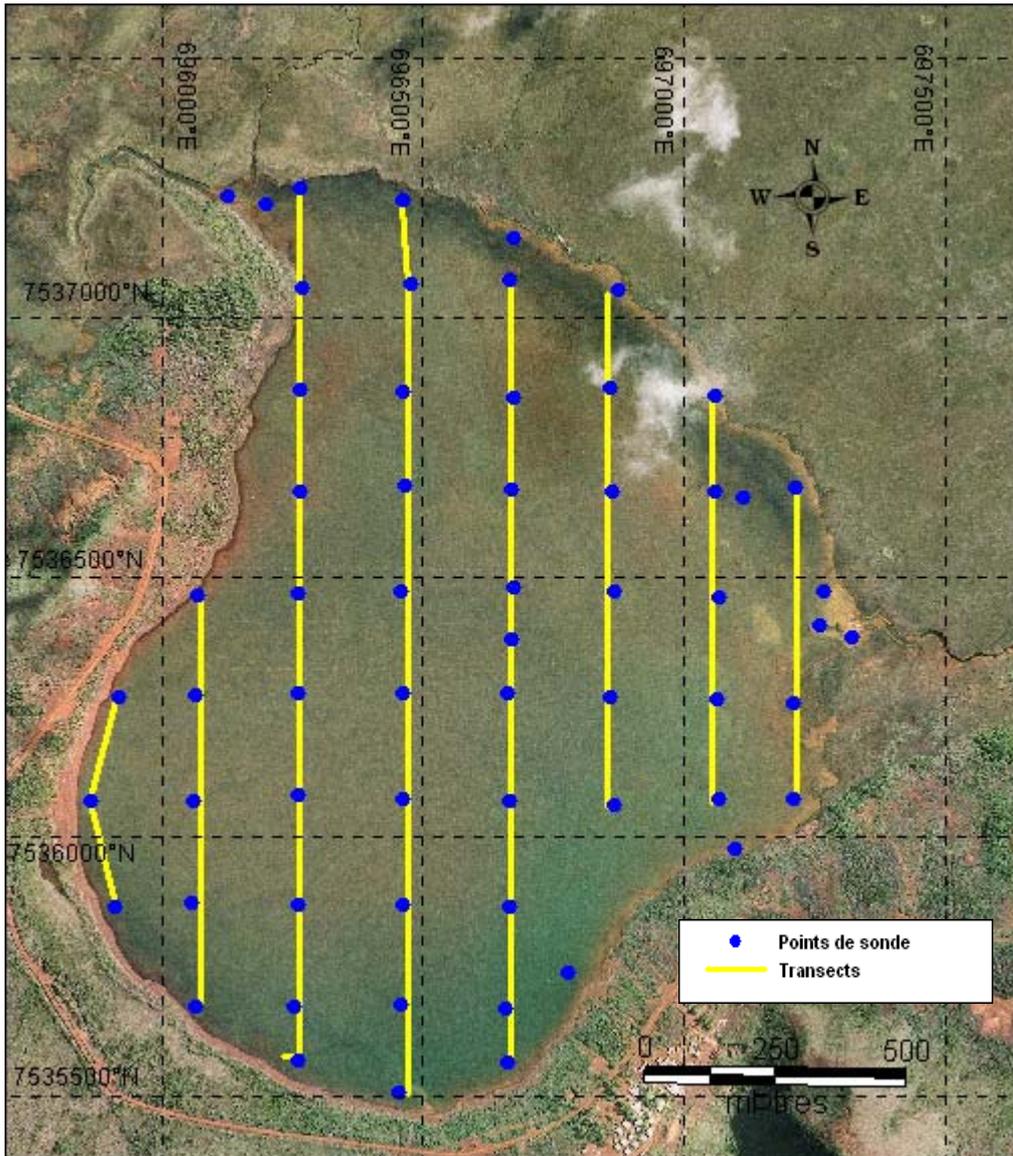


Figure 3: Transects et points de sondes réalisés au cours de l'étude afin d'établir la bathymétrie dans le Grand Lac.

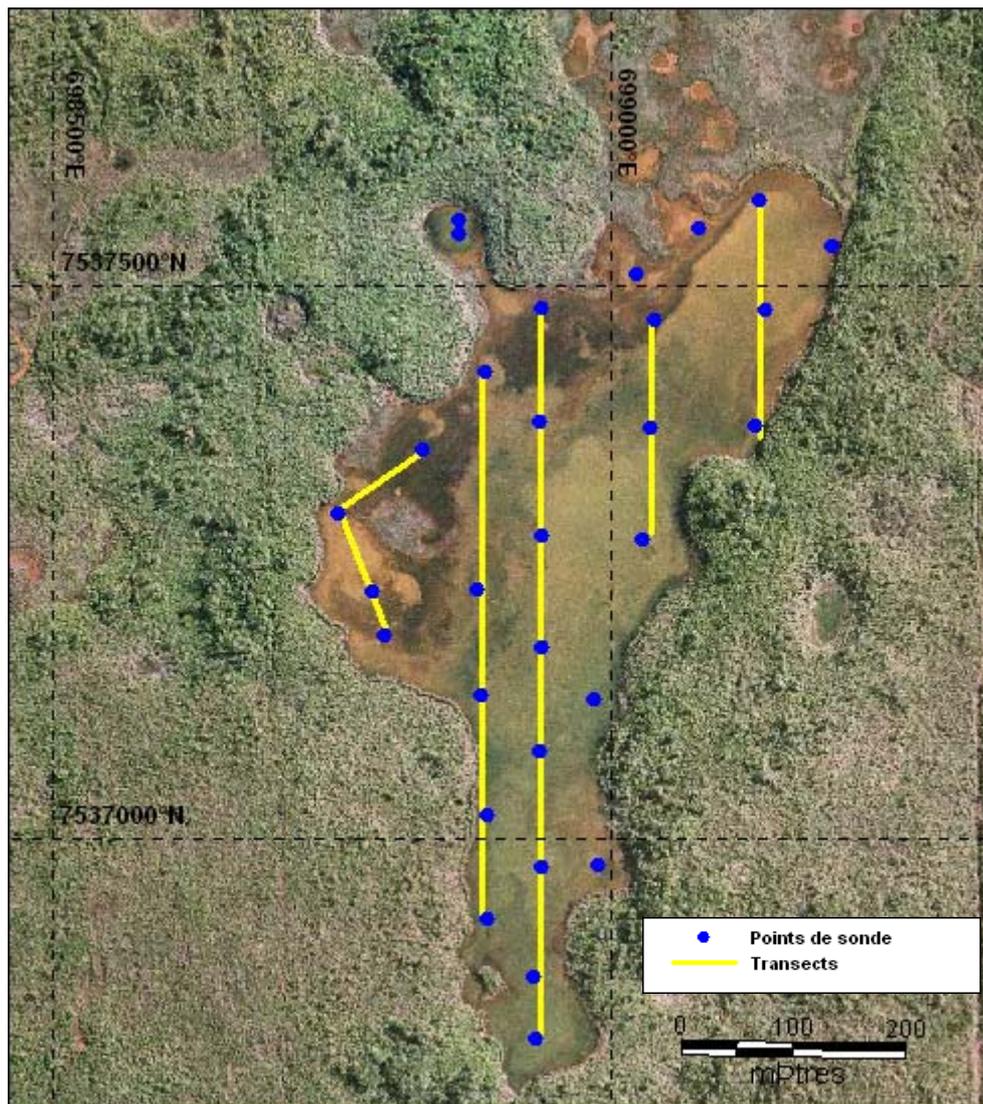


Figure 4: Transects et points de sondes réalisés au cours de l'étude afin d'établir la bathymétrie dans le Lac en Y.

A partir de cette prospection, la carte bathymétrique et la morphologie de chacun des lacs ont pu être réalisées.

Il est important de préciser que la stratégie d'échantillonnage a été établie en partie grâce à cette campagne bathymétrique.

3.2 Stratégie d'échantillonnage

3.2.1 Echantillonnage des poissons à l'aide de filets maillants dans les zones de pleine eau (>0.8m)

Notre stratégie d'échantillonnage est basée d'après la norme de l'Association Française de Normalisation (AFNOR) NF EN 14757 de novembre 2005. Cette norme européenne est la seconde norme développée pour l'évaluation de la composition, de l'abondance et de la

diversité des poissons dans les rivières, les lacs et les eaux côtières. Cette méthode, normalisée pour l'échantillonnage des poissons dans les lacs, utilise des filets maillants multimailles.

3.2.1.1 Plan d'échantillonnage

Les poissons ne sont pas répartis de manière aléatoire dans un lac. Pour le plan d'échantillonnage, il faut prendre en compte l'hétérogénéité des répartitions verticale et horizontale lié aux espèces, l'ontogénie des poissons et l'habitat. Dans notre cas la faible profondeur du lac permet de considérer uniquement la composante horizontale. Il existe probablement une variabilité interannuelle, et la température ainsi que la saison peuvent introduire une variabilité intra-annuelle mais ces variables seront effectives seulement après une succession de campagne sur ce site apportant des informations complémentaires spécifiques aux lacs et permettant ainsi d'affiner la stratégie d'échantillonnage.

Pour faire face à cette répartition irrégulière, une méthode d'échantillonnage aléatoire sur quadrillage a été employée. Les lacs ont été découpés selon une grille de maillage 100m par 100m soit 1ha. Chaque filet doit être posé de manière à représenter un échantillon indépendant du peuplement piscicole. En répartissant au hasard l'emplacement de chaque filet au sein de chaque zone du quadrillage et en choisissant au hasard l'angle du filet par rapport à la berge, il est possible d'obtenir un échantillon indépendant de poissons au sein de chaque zone. La sélection aléatoire des lieux de poses des filets a été effectuée avant la pêche à l'aide d'une carte de la zone d'étude à laquelle la grille a été appliquée. Cette sélection est basée à partir de l'effort d'échantillonnage requis d'après la norme AFNOR.

3.2.1.2 Effort d'échantillonnage

Nombre de filets maillant

D'après la norme, lorsque l'échantillonnage vise (1) à quantifier l'abondance relative ou la biomasse de différentes espèces de poissons et (2) à comparer les différences au cours du temps et entre plusieurs lacs, la variance de l'estimation de la moyenne doit être quantifiée. Tous les poissons doivent avoir la même probabilité d'être pris dans un filet maillant, et de ce fait, un échantillonnage représentatif doit être mis en œuvre. Le nombre de filets maillants utilisés lors de chaque séance d'échantillonnage est déterminé par le nombre minimal d'efforts nécessaires pour attraper toutes les espèces de poissons capturables et par la précision requise pour la valeur moyenne. Le nombre d'efforts nécessaires pour attraper toutes les espèces de poissons capturables est généralement inférieur au nombre d'efforts requis (nombre de filets) pour assurer une précision acceptable de l'estimation.

L'exigence minimale habituellement requise pour les séries temporelles consiste à détecter une différence de 50 % entre les campagnes d'échantillonnage au niveau de l'abondance

relative des poissons les plus abondants. La quantité de filets requise est déterminée par la précision désirée, et par la superficie et la profondeur maximale du lac. Plus la précision désirée est élevée, et plus le lac est étendu et profond, plus le nombre de filets devra être important. Le Tableau 3 indique le nombre de filets requis d'après la norme AFNOR pour parvenir à une précision permettant de déterminer statistiquement une différence de 50 % entre les campagnes d'échantillonnage.

Tableau 2 : Nombre d'efforts requis, avec des filets maillants benthiques pour permettre la détection de modifications de 50 % entre les campagnes d'échantillonnage, en fonction de la superficie et de la profondeur maximale du lac, d'après la norme AFNOR NF EN 14757.

Profondeur (m)	Superficie du lac (ha)					
	≤20	21à50	51 à 100	101 à 250	251 à 1 000	1 001 à 5000
0 à 5,9	8	8	16	16	24	24
6 à 11,9	8	16	24	24	32	32
12 à 19,9	16	16	24	32	40	40
20 à 34,9	16	24	32	40	48	56
35 à 49,9	16	32	32	40	48	56
50 à 74,9			40	40	56	64
≥ 75					56	64

D'après ce tableau, le nombre de filets maillants nécessaire pour chacun des lacs a pu être déterminé en fonction de la superficie et de la profondeur des lacs (Tableau 3). Le nombre de filets définit le nombre de stations à réaliser soit 16 pour le Lac en 8 et le Grand lac et 8 pour le Lac en Y.

Tableau 3 : Nombre de filets nécessaires pour chacun des lacs d'étude d'après la norme AFNOR NF EN 14757

Lac	Superficie (ha)	Profondeur maximale (m)	Nombre de filets nécessaires d'après la norme AFNOR NF EN 14757
Lac en 8	135,4	2.44	16
Grand Lac	176,6	2.80	16
Lac en Y	16,6	1.98	8

3.2.1.3 Sélection aléatoire des échantillons

La mise en place du quadrillage de maillage 100x100m s'est effectuée sur les zones du lac avec des profondeurs supérieures à 0,8m environ. Un nombre de cadres, spécifiques à chacun des lacs, a donc été obtenu:

- 103 pour le lac en 8 (Figure 5);
- 172 pour le Grand Lac (Figure 6),
- et 15 pour le Lac en Y (Figure 7).

A partir de ce nombre, quelques cadres, correspondant aux filets exigés par la norme, ont été sélectionnés à l'aide d'un générateur aléatoire. Chacun de ces cadres a été à nouveau divisé en 4 sous-cadres parmi lesquels un seul a été retenu aléatoirement afin de placer le filet. L'orientation du filet a aussi été choisie aléatoirement.

3.2.1.4 Matériel utilisé

Deux filets expérimentaux mesurant 45 m de long et 1,7 m de haut pour une superficie de 76,5m² ont été utilisés. Ils sont composés de six nappes de mailles différentes (la taille de la maille se mesure en diagonale d'une maille étirée soit 22, 33, 50, 63, 72 et 102 mm) et sont munies de flotteurs (ralingue supérieure) et d'une ligne plombée (ralingue inférieure).

3.2.1.5 Emplacements théoriques des filets maillants

Lac en 8

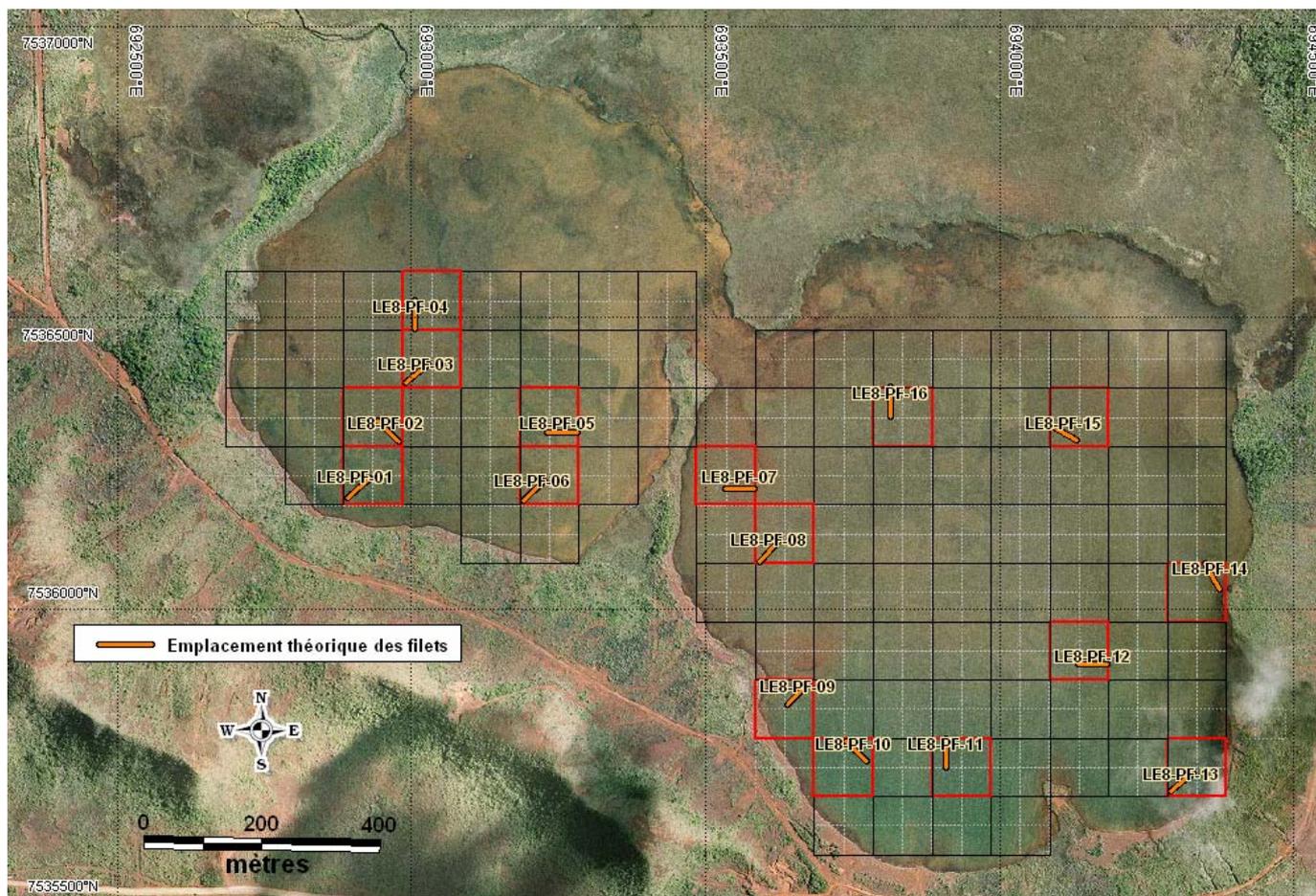


Figure 5 : Emplacements théoriques des filets maillants prédéfinis pour l'étude du Lac en Huit.

Grand Lac

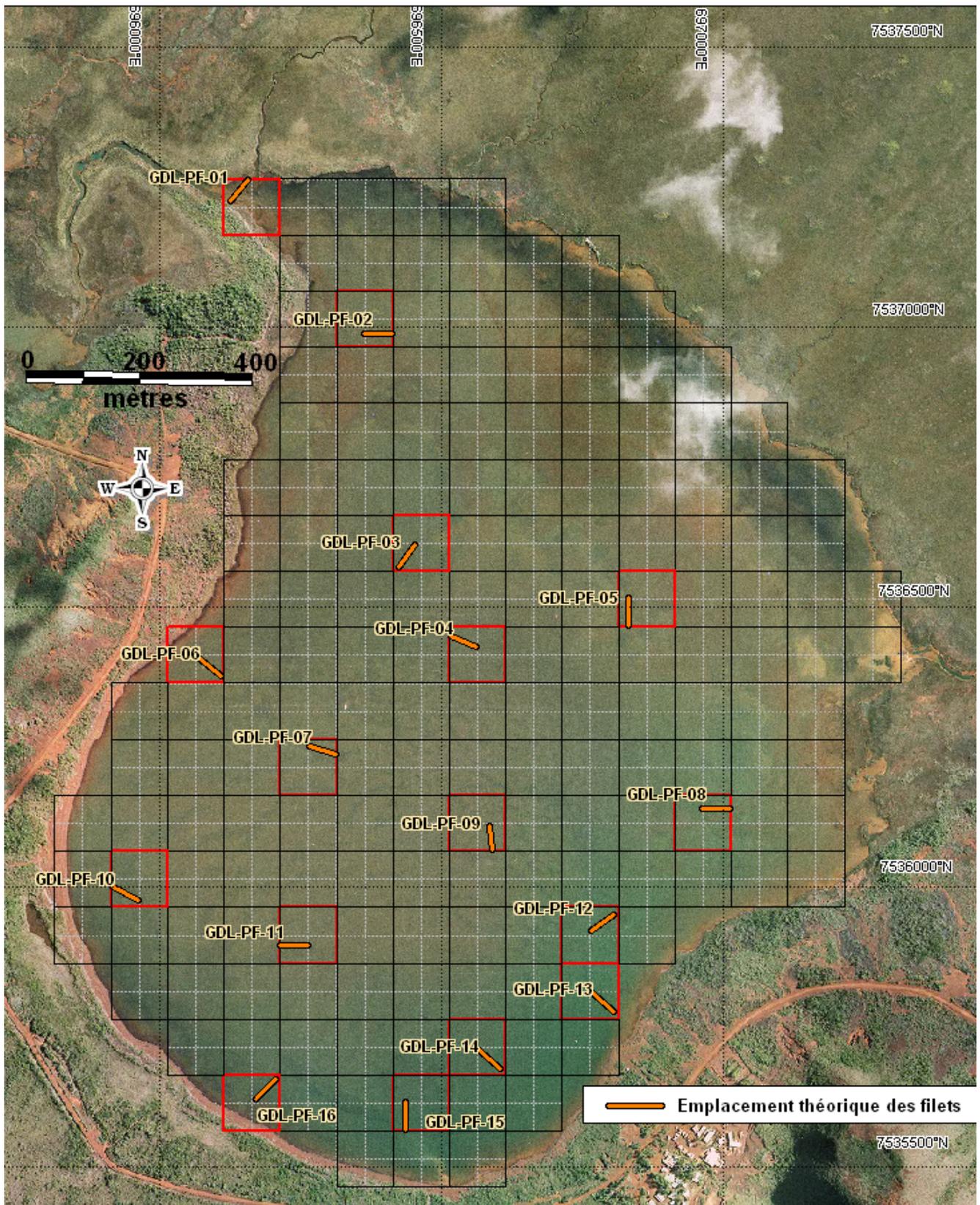


Figure 6 : Emplacements théoriques des filets maillants prédéfinis pour l'étude du Grand Lac.

Lac en Y

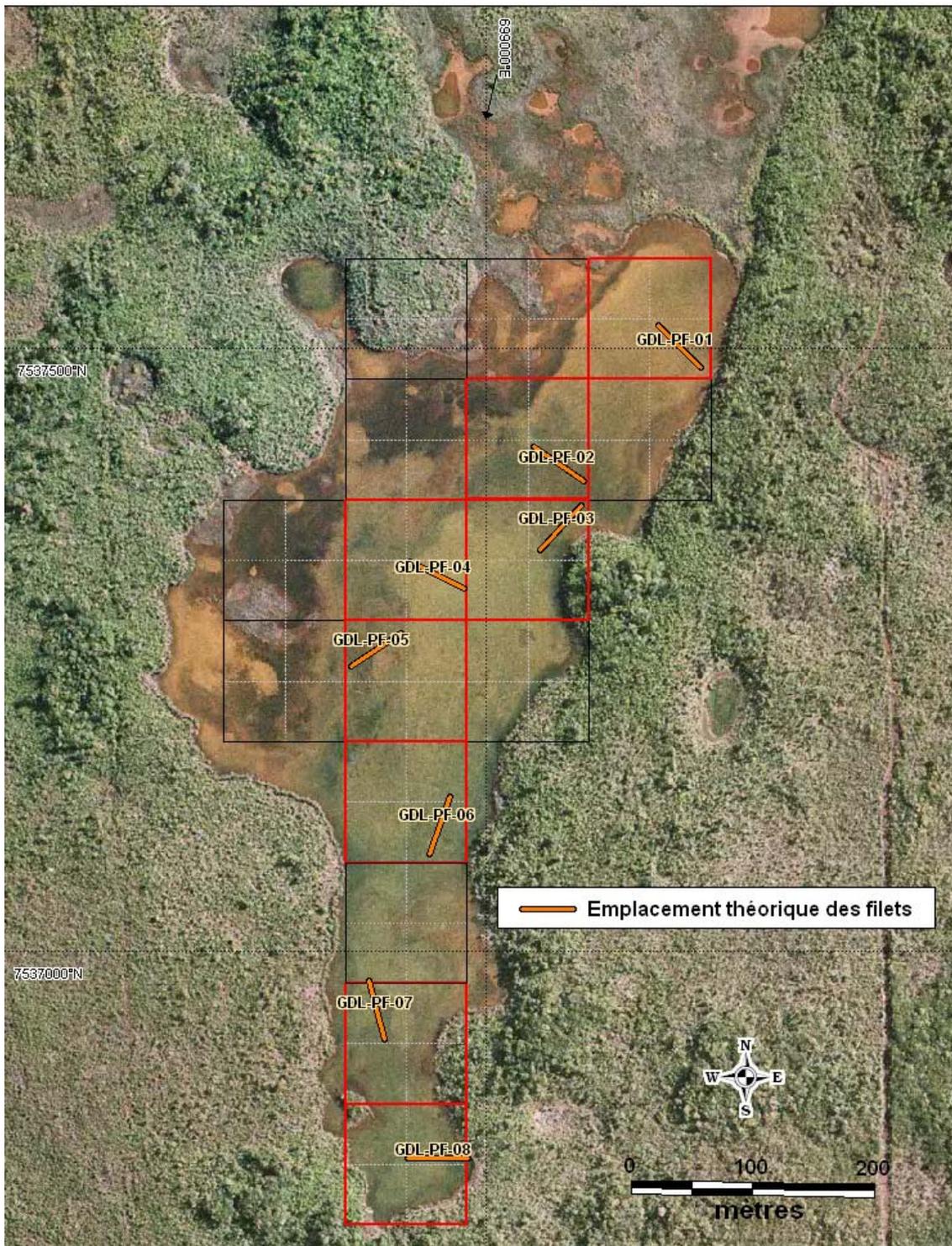


Figure 7 : Emplacements théoriques des filets maillants prédéfinis pour l'étude du Lac en Y.

3.2.2 Echantillonnage des poissons à l'aide de la pêche électrique

3.2.2.1 Principe

Ce moyen de pêche est adapté aux eaux peu profondes et claires (inférieures à 1m). On estime qu'il s'agit d'une méthode qui permet de capturer 20-30% des espèces présentes sur un tronçon de 50m d'un petit cours d'eau (Hortle & Pearson, 1990).

Notre propre retour d'expérience sur le territoire permet d'obtenir des valeurs plus proches de 50% sur un premier passage. Il s'agit pourtant de la méthode la plus efficace si l'on excepte l'utilisation de la roténone, une méthode d'empoisonnement qui risque de déséquilibrer le stock total de poissons et cause ainsi des dégâts importants (CATALA, 1950 ; PORCHER, 1998).

Cette méthode n'est pas adaptée aux très petits spécimens (de taille inférieure à 5 mm environ).

L'électricité est fournie par un appareil portable du type *HT-2000 Battery Backpack Electrofisher Halltech* qui émet de 50 à 950 volts à 30 ampères pour une puissance de 2 kilowatts. Le courant est réglé en fonction de la conductivité de l'eau. L'anode est plongée vers l'avant, puis ramenée progressivement vers la surface. Dans un rayon d'environ de 2 à 5 mètres (selon la conductivité de l'eau), le poisson est pris dans un champ électrique, subit une nage inhibée, puis une nage forcée vers l'anode jusqu'au moment où une brève tétanie l'immobilise. Le poisson est alors pris à l'épuisette et déposé dans une bassine. Il s'agit d'un moyen de pêche non polluant pour lequel le poisson n'est aucunement blessé.

Ce type d'appareil de pêche électrique est adapté au cours d'eau que l'on peut entièrement prospecter à pied, d'une faible profondeur (moins d'un mètre de hauteur d'eau), à faible turbidité et à tout type de courant. Il nécessite l'aide de deux personnes par appareil de pêche munies d'épuisettes pour attraper la macrofaune attirée dans le champ électrique.

La pêche électrique atteint cependant ses limites si la conductivité de l'eau est supérieure à 700 μ Siemens ou si la turbidité de l'eau est élevée (visibilité réduite).

- Avantages : efficace pour les poissons benthiques, adaptée aux petites rivières à courants variables, et de tout type de granulométrie ; les poissons capturés sont en bon état.
- Inconvénients : peu adaptée aux poissons pélagiques, aux nageurs rapides (mugilidés, kuhlidés, cichlidés,...).

3.2.2.2 Plan d'échantillonnage

Seule la bordure des lacs a été prospectée avec ce moyen de pêche. Un tronçon de 100m tous les kilomètres environ a été retenu. Pour chacun des lacs, un tronçon a été choisi aléatoirement et a servi d'origine pour l'élaboration de la stratégie d'échantillonnage. A partir de celui-ci, les autres tronçons ont suivi tous les kilomètres.

3.2.2.3 Effort d'échantillonnage

- Lac en Huit: Avec un périmètre de 6,542 km, 7 tronçons de 100m en bordure ont été retenus pour ce lac (Figure 8),
- Grand Lac: Avec un périmètre de 5,950 km, 6 tronçons ont été retenus (Figure 9).
- Lac en Y: Son périmètre de 3 km a permis de placer en bordure 3 stations de pêche électrique (Figure 10).

3.2.2.4 Matériel utilisé

Deux types d'appareils de pêche électriques sont disponibles : le type WFC911 de ELECTRACATCH International, il peut émettre un courant d'une puissance de 300 watts et de 400 volts et le type HT-2000 Battery Backpack Electrofisher Halltech qui émet de 50 à 950 volts à 30 ampères pour une puissance de 2 kilowatts. Ils sont utilisés par des personnes expérimentés en respectant scrupuleusement les normes de sécurité (porteurs d'une attestation de formation aux premiers secours AFPS, équipés de cuissards ou waders isolants, de lunettes polarisantes, etc.).

Les appareils répondent aux normes de sécurité. En effet, ils possèdent:

- Un interrupteur sur l'anode qui coupe automatiquement le courant quand on relâche la pression,
- Un voyant lumineux qui signale le champ électrique,
- Des dispositions pour défaire rapidement les bretelles en cas de chute ou d'accident.

3.2.2.5 Emplacements théoriques des stations de pêche électrique

Lac en 8

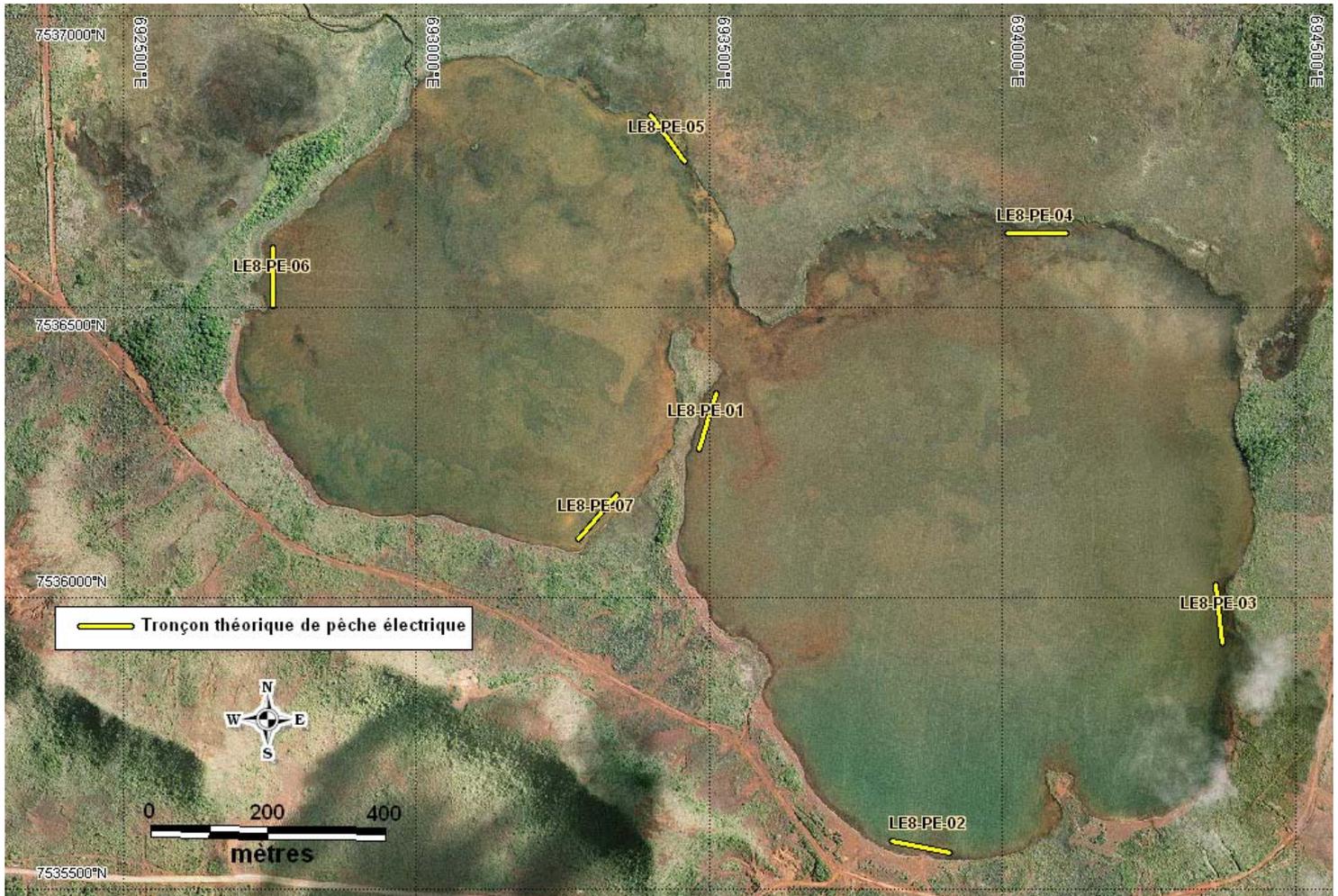


Figure 8 : Emplacements théoriques des tronçons de pêches électriques prédéfinis pour l'étude du Lac en Huit.

Grand Lac

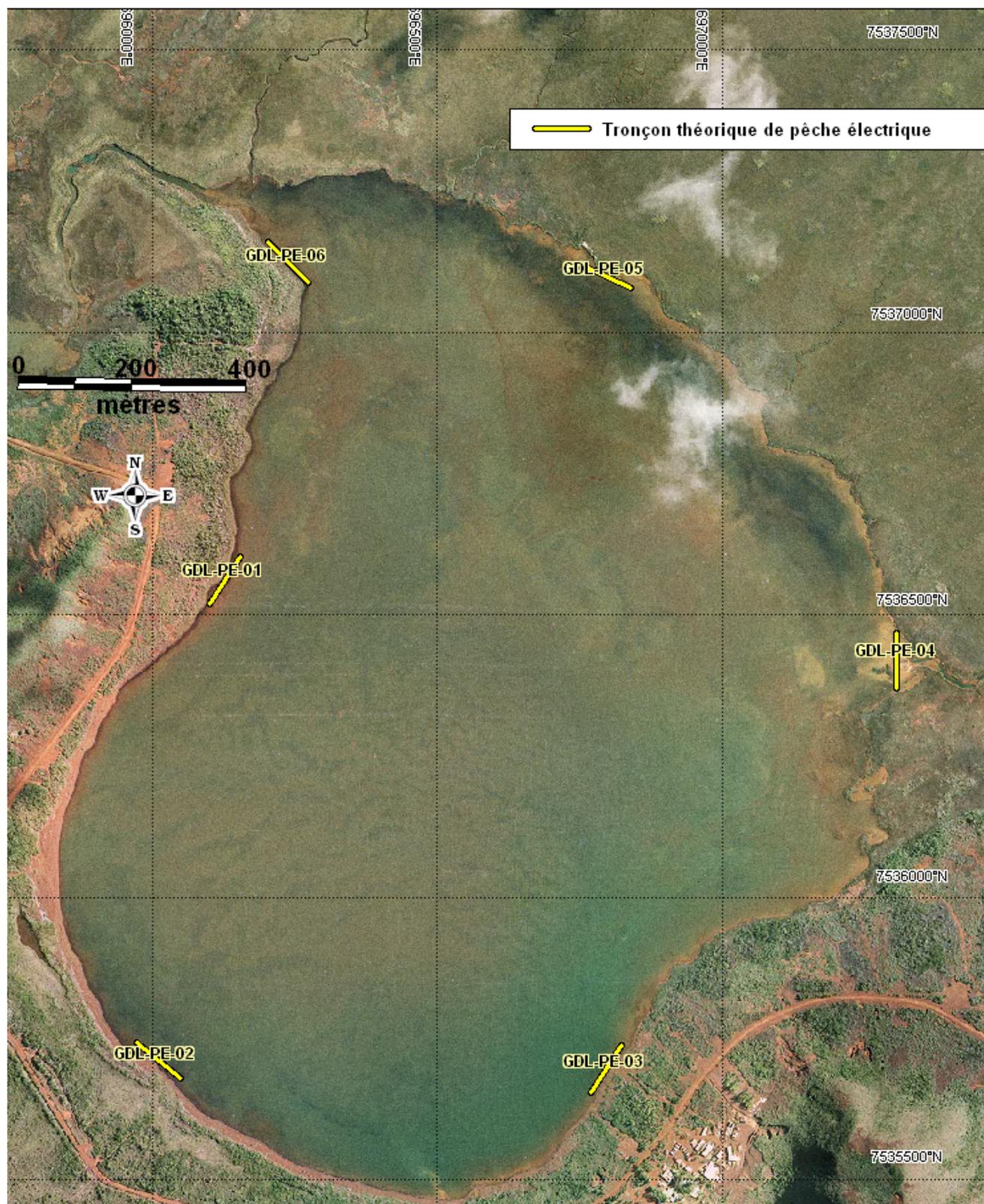


Figure 9 : Emplacements théoriques des tronçons de pêches électriques prédéfinis pour l'étude du Grand Lac.

Lac en Y

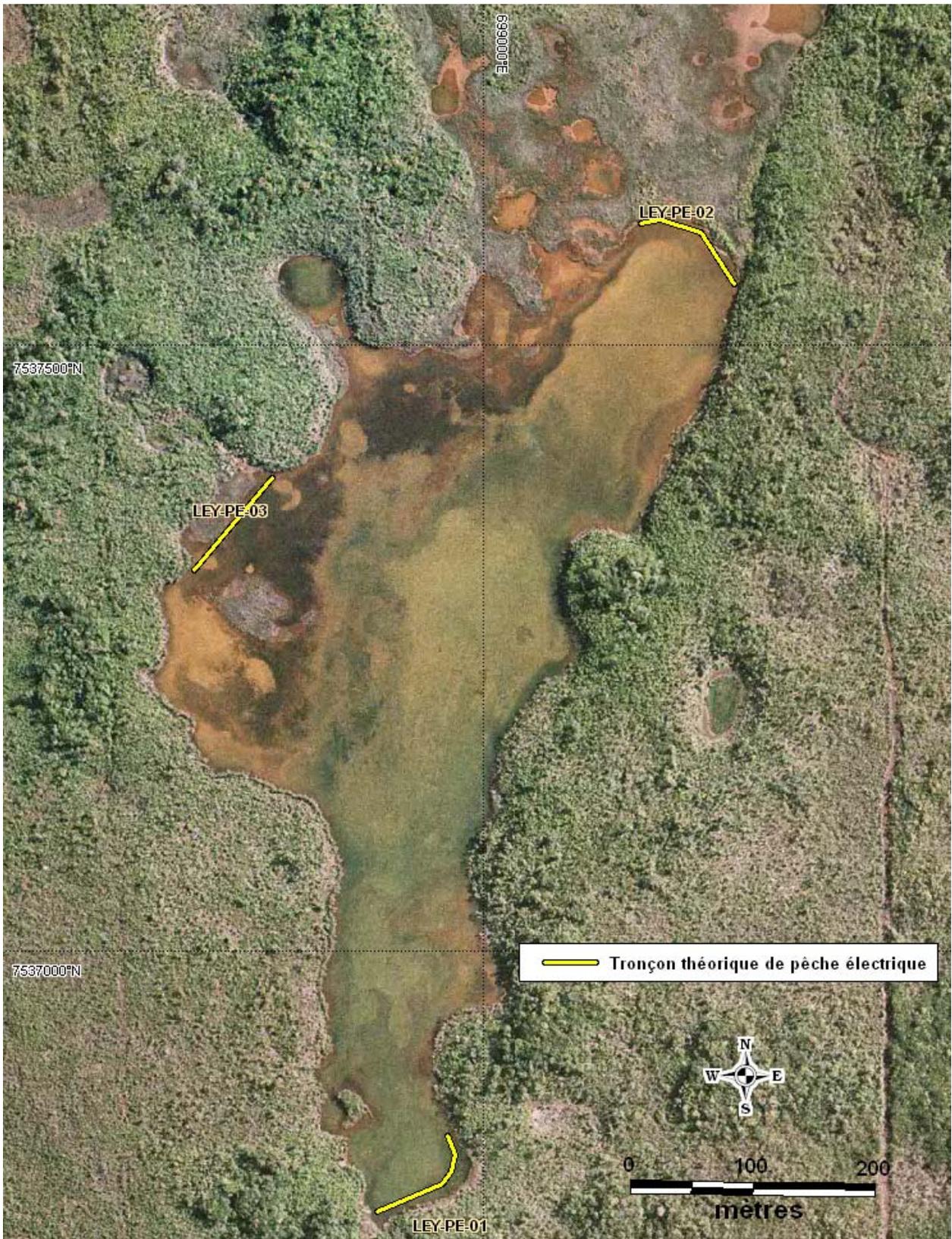


Figure 10 : Emplacements théoriques des tronçons de pêches électriques prédéfinis pour l'étude du Lac en Y.

3.2.3 Echantillonnage à l'aide de nasses

3.2.3.1 Principe

Une nasse est un dispositif destiné à la capture d'animaux (le plus souvent de poissons). Les nasses utilisées se composaient d'un filet et d'une armature formant une sorte de cage, avec



une ouverture en forme d'entonnoir à chacune des extrémités. L'animal que l'on veut attraper est attiré par un appât placé à l'intérieur de la nasse. Pour entrer, il trouve facilement l'ouverture car il y est guidé par l'entonnoir, mais une fois à l'intérieur, il lui est très difficile de retrouver la sortie.

Figure 11 : Tortue de Floride

Cette technique de pêche a été utilisée en complémentarité des autres méthodes et tout particulièrement dans le but d'attraper d'éventuelles tortues de Floride.

3.2.3.2 Plan d'échantillonnage

Les stations, prises au hasard, ont ciblé essentiellement les habitats favorables à la tortue de Floride soit des zones peu profondes, avec de la végétation et des rochers émergés. En effet, ces tortues, très opportunistes, s'adaptent à bien des milieux aquatiques mais préfèrent toutefois les eaux tranquilles au fond vaseux, à la végétation abondante et pourvues d'endroits pour s'insoler. C'est une tortue essentiellement aquatique, en eau douce, qui s'aventure rarement à terre. Mais dès qu'il fait chaud elle aime prendre le soleil en surface ou se perchée sur un rocher. Aucune stratégie d'échantillonnage n'avait été mise au point préalablement à l'étude. Elles ont été posées au grès des pêches filets et électriques

3.2.3.3 Effort d'échantillonnage

11 nasses ont été utilisées. Elles ont été amenées sur les sites d'intérêt en bateau. Les temps de pose ont varié en fonction du temps disponible entre les pêches filets et électrique. Dans la majorité des cas elles ont été laissées plus de 20h en place.

3.2.4 Echantillonnage par observation visuelle

3.2.4.1 Principe

Cette méthode est couramment utilisée lors d'inventaires faunistiques et floristiques. Dans notre cas, elle est complémentaire aux pêches. Elle permet de compléter les données et d'identifier des espèces difficilement inventoriées par les techniques de pêches employées. En effet, la Cistude d'Europe (tortue de Floride), ectotherme, passe plusieurs heures par jour au soleil sur des berges, troncs, végétations émergentes (Cadi et Joly 2000). Elle est donc facilement observable. Outre cette émergence régulière, elle ne sort de l'eau que pour

pondre ou changer de zones humides. En cas de modification du milieu aquatique, elle est également capable d'effectuer des déplacements terrestres importants.

3.2.4.2 Plan et effort d'échantillonnage

Au cours de cette étude, des observations visuelles ont été réalisées:

- Au cours des déplacements sur chacune des stations de pêches (filets, électriques et nasses),
- De nuit en bordure de chaque lac avec des lampes étanches et phares de plongée,
- En plongée palme-masque-tuba de jour et de nuit dans le lac en Y. La plongée de jour a été réalisée du fait de l'impossibilité de réaliser une pêche électrique dans toute la partie Sud de ce lac.

3.2.5 Nomenclature des stations

La nomenclature des stations a été établie en prenant l'abréviation du nom du lac (GDL pour Grand Lac, LE8 pour Lac en 8 et LEY pour Lac en Y) suivi du type de pêche (PF: pêche filet, PE: pêche électrique, NA: Nasse) et d'un numéro, soit la nomenclature suivante pour les filets dans le Grand Lac: GDL-PF-01; GDL-PF-02,

3.2.6 Période d'échantillonnage

Le résultat de l'échantillonnage des poissons à l'aide d'engins passifs est fortement influencé par la température de l'eau, le cycle biologique et la période de frai des différentes espèces. La période d'échantillonnage doit donc être choisie de telle façon que chaque espèce ne soit pas surreprésentée ou sous-représentée lors de la pêche.

Ceci signifie que la période de prélèvement optimale peut différer selon les pays et les régions. Afin de réduire les variations d'une année sur l'autre du fait des différences d'activité des espèces, la période d'échantillonnage devrait être définie pour chaque lac ou région de façon à obtenir des données comparables d'une année à l'autre ou d'un lac à l'autre. Selon les normes européennes, la période d'échantillonnage la plus favorable pour la pêche électrique se trouve à la fin de la période de croissance de la nouvelle recrue, quand les juvéniles sont suffisamment grands pour être capturés par électricité. Le Guide sur la Prise en compte des milieux naturels dans les études d'impact (DIREN, Direction régionale de l'environnement de Midi-Pyrénées, 2002) et la norme NF EN14011 stipulent une période favorable de printemps en automne.

En ce qui concerne la pose des filets, il convient de choisir d'après la norme une date permettant de garantir que les pics d'activité de chaque espèce de poisson seront pris en compte. Il convient également de prévoir une période assez courte pour que les poissons ne se décomposent pas ou ne soient pas blessés par des prédateurs lorsqu'ils sont pris dans les filets. Il est par conséquent recommandé de poser les filets avant le crépuscule et de les

relever après l'aurore. Pour éviter de calculer l'abondance en fonction du temps de pose des filets, il est recommandé de prévoir une période de pêche standard de 12 h. Pour cela, il faut poser les filets le soir entre 6 h et 8 h et les relever le matin entre 6 h et 8 h.

Dans les lacs à productivité élevée, abritant des peuplements piscicoles importants, il peut s'avérer nécessaire d'écourter le temps de pose des filets. Les filets (ou tout au moins certains panneaux de maille) peuvent en effet se trouver saturés de poissons, ce qui a des répercussions sur le résultat de l'échantillonnage. La saturation peut commencer à biaiser le résultat de la pêche lorsque la quantité de poissons capturés excède 0,12 kg de poissons par m² pour une dimension de maille de 19 mm, ou 0,34 kg par m² pour une dimension de maille de 70 mm. En supposant une répartition aléatoire des poissons sur toutes les dimensions de mailles, cela signifie que la saturation dans un filet maillant multimailles peut commencer à affecter le résultat de l'échantillonnage lorsque la quantité de poissons capturés atteint environ 6 kg. Dans de tels cas, il est recommandé de calculer la capture par unité d'effort (CPUE) en fonction du temps de pêche.

Les variations annuelles de la ceinture anticyclonique subtropicale au Sud et de la zone de Convergence Intertropicale (ZCIT) au Nord déterminent 4 saisons en Nouvelle-Calédonie (Atlas de Nouvelle-Calédonie, 1992):

De mi-novembre à mi-avril, c'est la **saison chaude**, l'époque des dépressions tropicales et cyclones.

La période de mi-avril à mi-mai, est **une saison de transition**, pluviosité et température décroissent progressivement.

De la mi-mai à la mi-septembre, c'est la **saison fraîche**. La ZCIT est dans l'hémisphère nord. Des perturbations d'origine polaire traversent la Mer de Tasman et atteignent souvent le Territoire, y provoquant des précipitations parfois importantes. A cette même époque, la température passe par son minimum annuel.

De la mi-septembre à mi-novembre, c'est le **printemps austral**. La température augmente sensiblement, c'est aussi l'époque la moins pluvieuse de l'année (période d'étiage).

Dans les rivières chaudes comme celles de Nouvelle-Calédonie, les campagnes de pêche sont généralement réalisées en période d'étiage de mi-septembre à mi-novembre (printemps austral).

Au cours de cette étude, la phase terrain a été effectuée en pleine saison chaude (début décembre).

3.3 Stations réalisées au cours de l'étude

3.3.1 Filets maillants

Les deux filets ont été posés simultanément. Dans la plupart des cas, 3 poses de jour, soit 6 stations, ont été réalisées. Les filets ont été laissés en place durant une période de 4h environ. Sur l'ensemble de l'étude 40 stations de jour ont été réalisées, soit 16 dans le Lac en 8, 16 dans le Grand Lac et 8 dans le Lac en Y. A des fins expérimentales, des pêches de nuit ont pu être réalisées, en supplément des pêches de jour. Après la dernière levée de la journée, les deux filets ont été placés au hasard et laissés toute la nuit jusqu'au lendemain matin, soit durant une période d'environ 10h. 3 poses de nuit ont été effectuées pour le Grand Lac (soit 6 stations), 2 pour le Lac en 8 (4 stations) et 1 pour le Lac en Y (2 stations), soit un total de 12 stations. Les différentes stations de pêche par filet maillant réalisées au cours de l'étude sont représentées sur les figures Figure 12, Figure 13, Figure 14. Les dates heures et coordonnées GPS sont données dans les Tableau 4 et Tableau 5.

3.3.1.1 Lac en 8

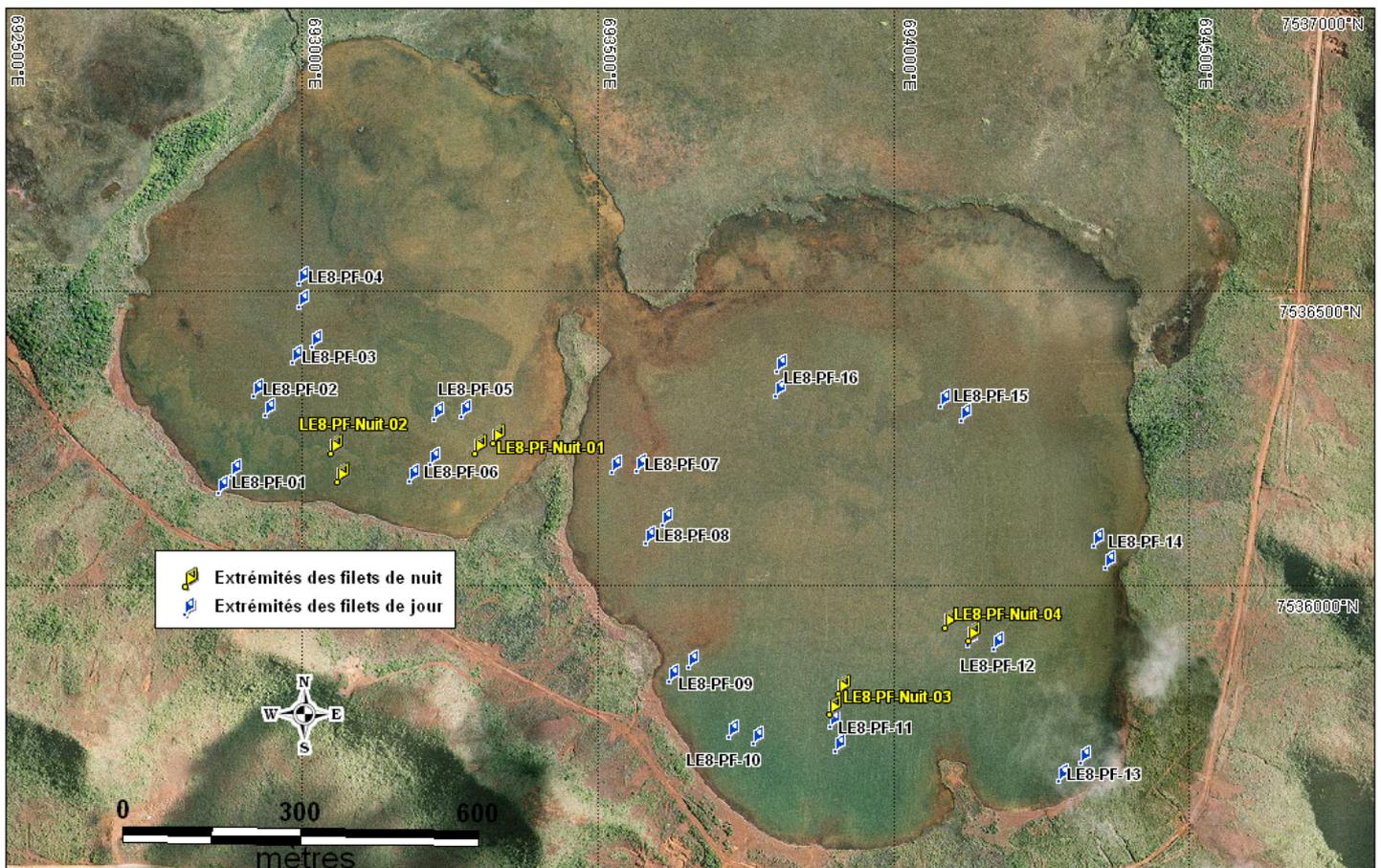


Figure 12: Stations de pêche par filets maillants réalisées au cours de l'étude dans le lac en 8.

3.3.1.2 Grand Lac

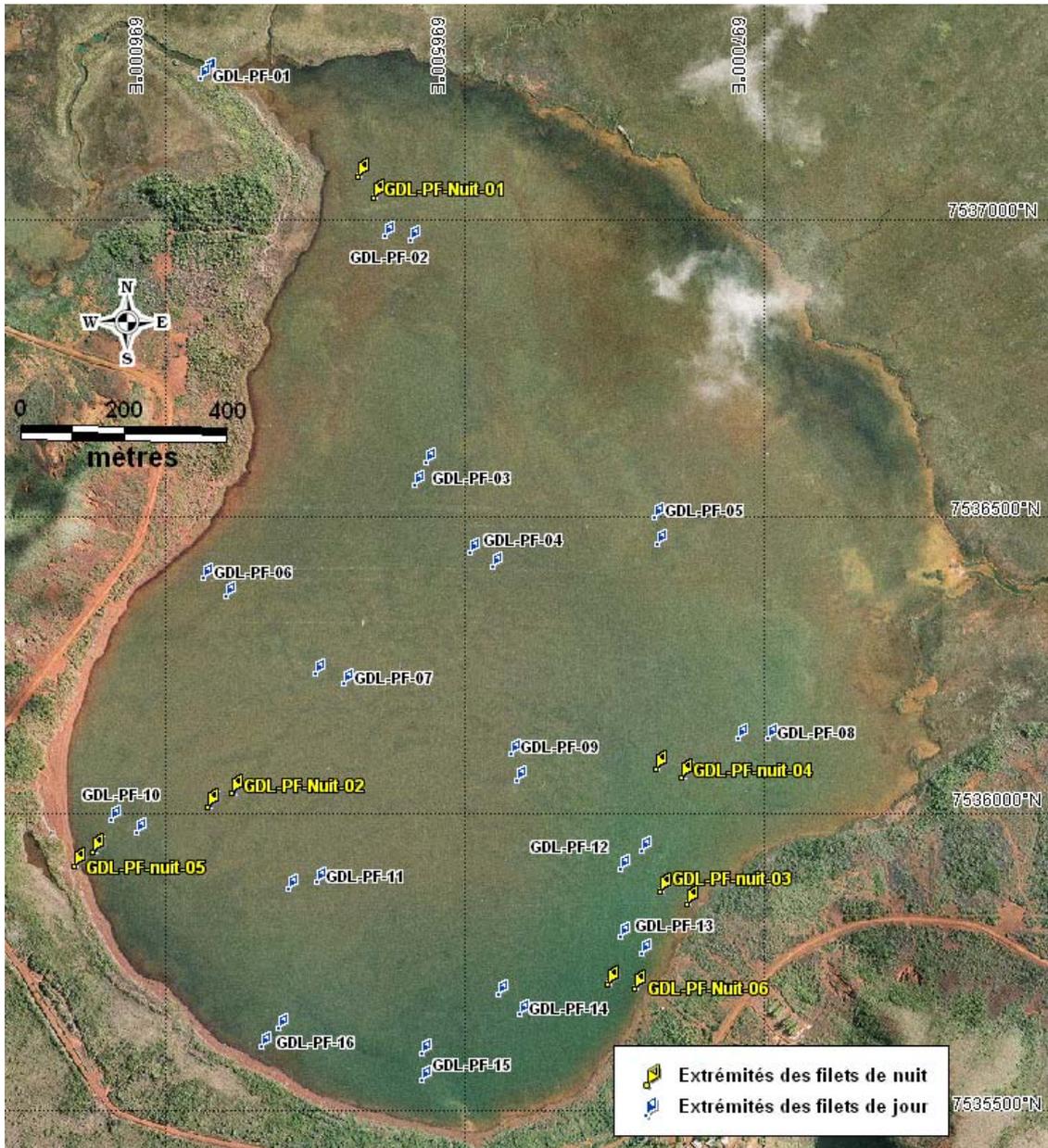


Figure 13: Stations de pêche par filets maillants réalisées au cours de l'étude dans le Grand Lac.

3.3.1.3 Lac en Y

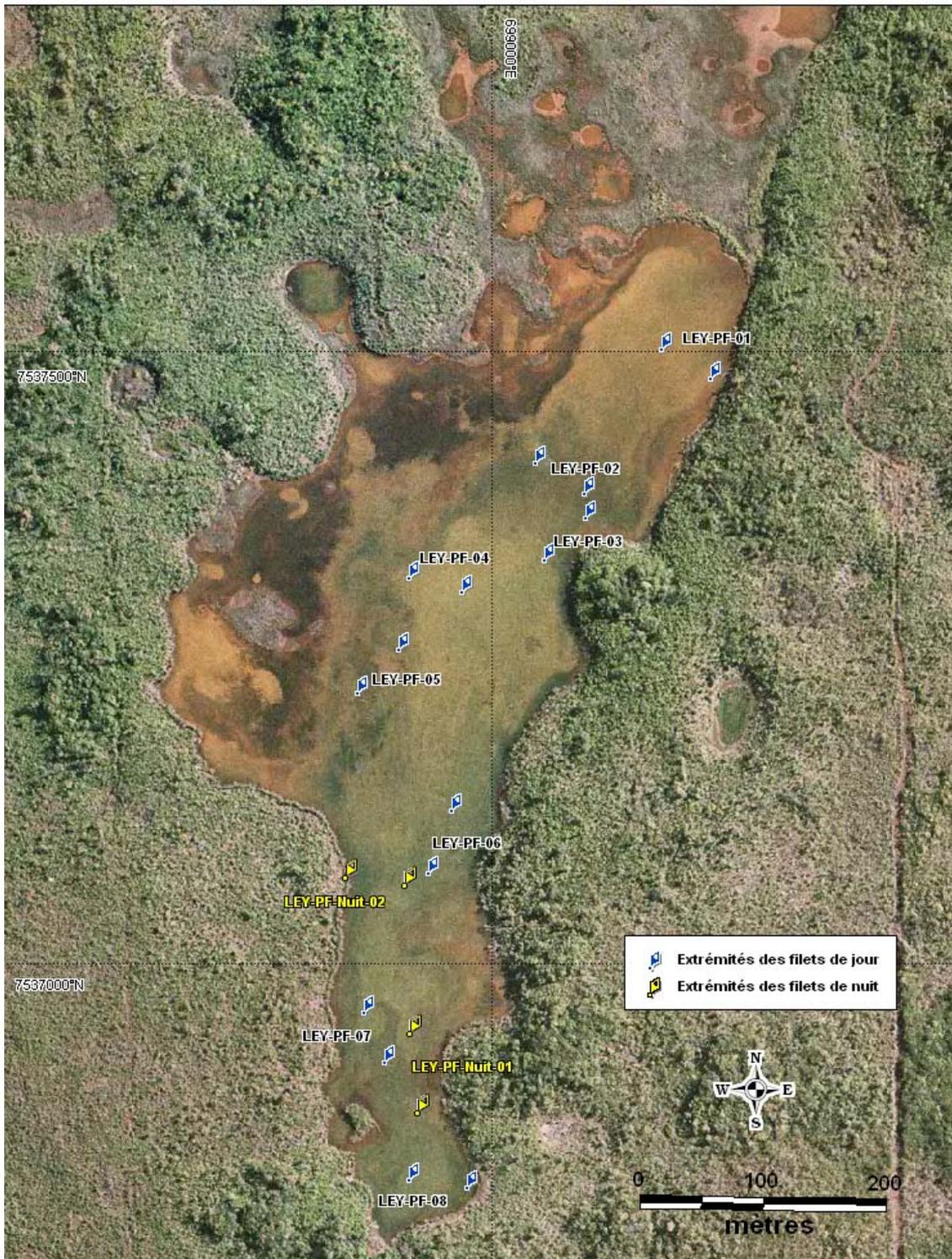


Figure 14: Stations de pêche par filets maillants réalisées au cours de l'étude dans le lac en Y.

3.3.1.4 Dates, heures et positions GPS des stations de pêche aux filets maillants

Tableau 4: Dates, heures et coordonnées GPS des stations de pêche aux filets maillants réalisées au cours de l'étude dans le Lac en 8, le Grand Lac

Lac	Date	Code Station	Heure de pose	Heure de levée	Temps de pose	Coordonnées (IGN 72)			
						Début		Fin	
						x	y	x	y
Lac en 8	03/12/2008	LE8-PF-01	13:00	17:13	04:13	692 892	7 536 200	692 870	7 536 171
		LE8-PF-02	13:15	17:25	04:10	692 931	7 536 334	692 951	7 536 302
	08/12/2008	LE8-PF-09	14:09	18:20	04:25	693 666	7 535 874	693 632	7 535 850
		LE8-PF-10	14:25	18:28	04:21	693 734	7 535 756	693 775	7 535 745
	15/12/2008	LE8-PF-03	11:57	16:22	03:48	692 995	7 536 391	693 028	7 536 418
		LE8-PF-04	12:09	16:30	03:38	693 008	7 536 526	693 006	7 536 487
		LE8-PF-05	16:47	20:35	04:31	693 236	7 536 295	693 282	7 536 300
		LE8-PF-06	17:02	20:40	04:21	693 194	7 536 191	693 229	7 536 218
	16/12/2008	LE8-PF-Nuit-01	20:51	09:30 (16/12/08)	04:11	693 335	7 536 255	693 303	7 536 238
		LE8-PF-Nuit-02	21:18	09:40 (16/12/08)	04:03	693 071	7 536 190	693 060	7 536 238
		LE8-PF-07	9:59	14:30	03:49	693 578	7 536 208	693 536	7 536 205
		LE8-PF-08	10:10	14:31	03:48	693 593	7 536 085	693 621	7 536 116
		LE8-PF-11	15:37	19:26	04:00	693 904	7 535 774	693 913	7 535 732
		LE8-PF-12	15:42	19:30	03:56	694 182	7 535 905	694 137	7 535 911
	17/12/2008	LE8-PF-Nuit-03	19:36	06:50 (17/12/08)	04:23	693 903	7 535 794	693 918	7 535 831
		LE8-PF-Nuit-04	19:49	06:55 (17/12/08)	04:30	694 137	7 535 921	694 097	7 535 943
LE8-PF-13		7:10	11:10	12:39	694 291	7 535 681	694 327	7 535 711	
LE8-PF-14		7:19	11:15	12:22	694 349	7 536 081	694 370	7 536 043	
17/12/2008	LE8-PF-15	11:22	15:45	11:14	694 091	7 536 318	694 126	7 536 294	
	LE8-PF-16	11:30	16:00	11:06	693 815	7 536 377	693 812	7 536 336	
	17/12/2008	GDL-PF-Nuit-01	17:46	07:50 (18/12/08)	03:50	696 361	7 537 053	696 334	7 537 088
		GDL-PF-Nuit-02	18:02	08:00 (18/12/08)	03:38	696 126	7 536 048	696 086	7 536 026
18/12/2008	GDL-PF-01	8:10	12:00	03:36	696 070	7 537 250	695 739	7 536 925	
	GDL-PF-02	8:27	12:05	03:36	696 421	7 536 979	696 378	7 536 986	
	GDL-PF-03	12:09	15:45	04:56	696 446	7 536 605	696 426	7 536 566	
	GDL-PF-04	12:14	15:50	04:55	696 520	7 536 452	696 558	7 536 430	
	GDL-PF-13	15:57	19:35	03:53	696 770	7 535 805	696 805	7 535 778	
	GDL-PF-12	16:01	19:40	03:57	696 807	7 535 951	696 770	7 535 919	
	GDL-PF-nuit-03	19:45	7:26 (19/12/08)	04:40	696 884	7 535 863	696 839	7 535 884	
GDL-PF-nuit-04	19:54	7:30 (19/12/08)	04:35	696 876	7 536 075	696 832	7 536 089		
19/12/2008	GDL-PF-05	7:34	12:30	04:06	696 828	7 536 513	696 831	7 536 467	
	GDL-PF-06	7:42	12:37	03:39	696 075	7 536 409	696 111	7 536 380	
	GDL-PF-08	12:41	16:38	03:38	697 016	7 536 139	696 967	7 536 141	
	GDL-PF-07	12:48	16:41	03:59	696 309	7 536 232	696 260	7 536 249	
	GDL-PF-09	16:45	21:25	04:40	696 588	7 536 115	696 597	7 536 069	
	GDL-PF-10	16:53	21:28	04:37	695 919	7 536 002	695 962	7 535 981	
	GDL-PF-nuit-05	21:30	07:16	14:04	695 862	7 535 927	695 895	7 535 951	
GDL-PF-Nuit-06	21:46	07:20	13:58	696 751	7 535 727	696 796	7 535 721		
20/12/2008	GDL-PF-11	7:33	11:39	11:41	696 264	7 535 898	696 216	7 535 886	
	GDL-PF-14	7:46	11:45	11:36	696 602	7 535 676	696 566	7 535 710	
	GDL-PF-15	11:55	16:35	09:46	696 438	7 535 565	696 439	7 535 610	
	GDL-PF-16	12:09	16:46	09:34	696 172	7 535 621	696 200	7 535 652	

Tableau 5 : Dates, heures et coordonnées GPS des stations de pêche aux filets maillants réalisées au cours de l'étude dans le Lac en Y

Lac	Date	Code Station	Heure de pose	Heure de levée	Temps de pose	Coordonnées (IGN 72)			
						Début		Fin	
						x	y	x	y
Lac en Y	20/12/2008	LEY-PF-08	17:04	21:00	03:47	698 985	7 536 823	698 938	7 536 829
		LEY-PF-07	17:12	21:03	03:43	698 918	7 536 926	698 902	7 536 966
		LEY-PF-Nuit-01	21:06	07:14	03:53	698 944	7 536 885	698 938	7 536 950
		LEY-PF-Nuit-02	21:14	07:18	03:52	698 887	7 537 077	698 934	7 537 071
	21/12/2008	LEY-PF-01	7:21	11:08	04:03	699 183	7 537 485	699 143	7 537 509
		LEY-PF-02	7:27	11:10	04:01	699 041	7 537 416	699 080	7 537 391
		LEY-PF-03	11:12	15:05	03:51	699 048	7 537 336	699 081	7 537 371
		LEY-PF-04	11:18	15:10	03:56	698 938	7 537 322	698 981	7 537 310
		LEY-PF-05	15:16	19:19	10:08	698 896	7 537 228	698 930	7 537 263
		LEY-PF-06	15:23	19:24	10:04	698 954	7 537 080	698 973	7 537 131

3.3.2 Pêche électrique

Sur l'ensemble de l'étude 16 tronçons ont été prospectés, soit 8 dans le Lac en 8, 7 dans le Grand Lac et 2 dans le Lac en Y (Figure 15, Figure 16, Figure 17). Le tronçon LE8-PE-01 n'a pas pu être échantillonné à cause de la profondeur trop importante sur toute la bordure Sud du Lac en Y. Une plongée a donc été réalisée à la place.

3.3.2.1 Lac en 8

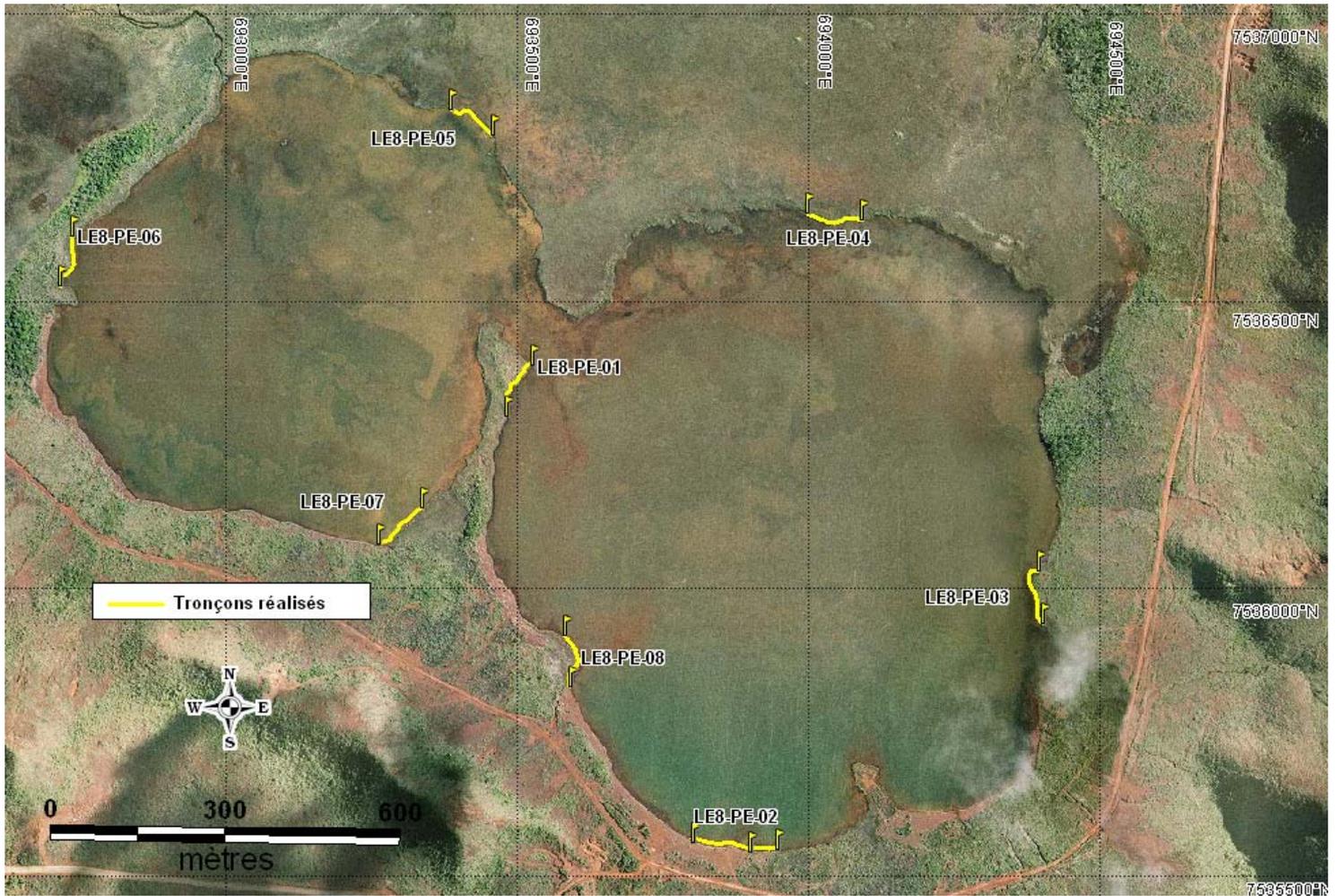


Figure 15: Tronçons de pêche électrique réalisés au cours de l'étude dans le lac en 8.

3.3.2.2 Grand Lac

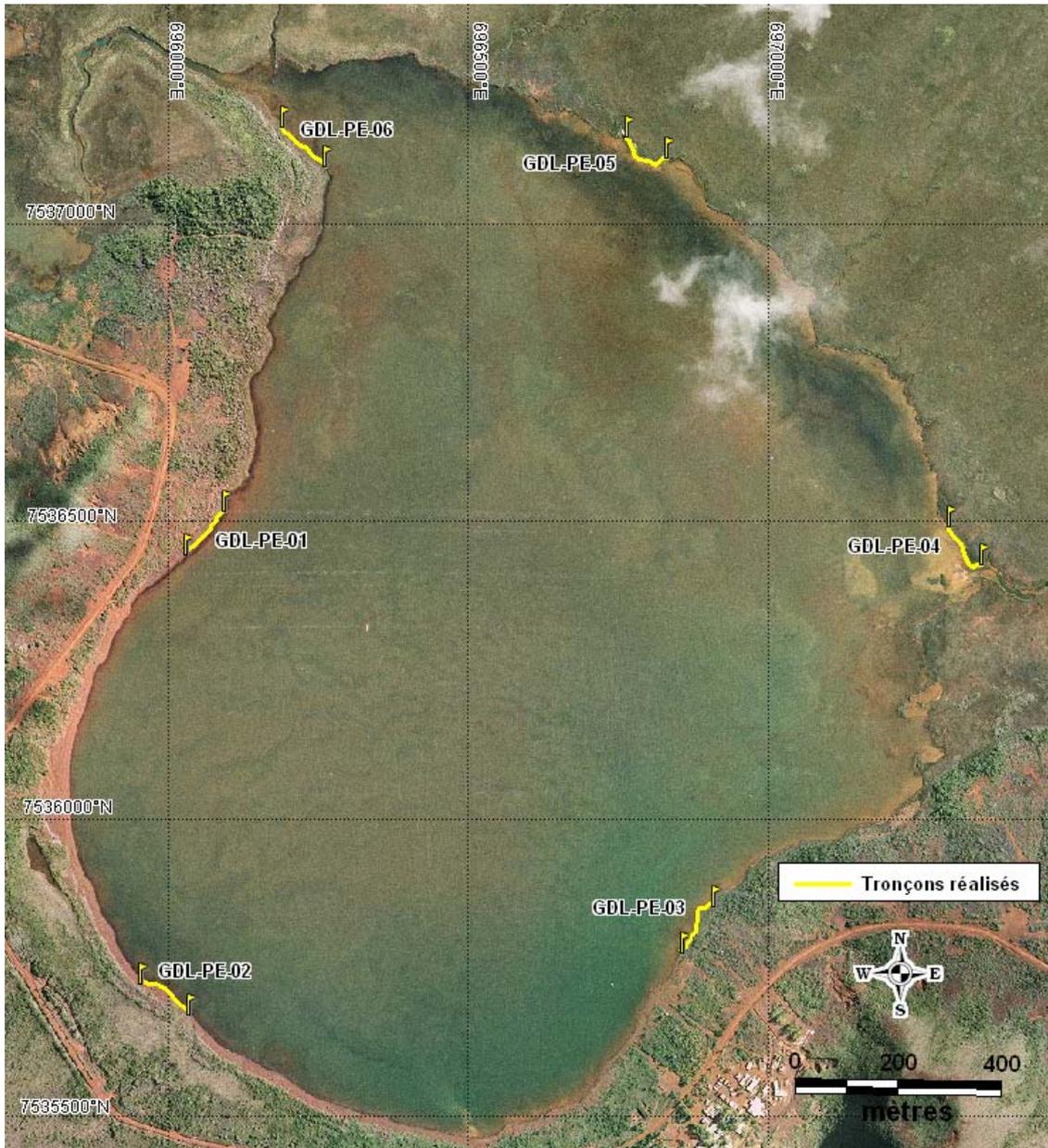


Figure 16: Tronçons de pêche électrique réalisés au cours de l'étude dans le Grand Lac.

3.3.2.3 Lac en Y

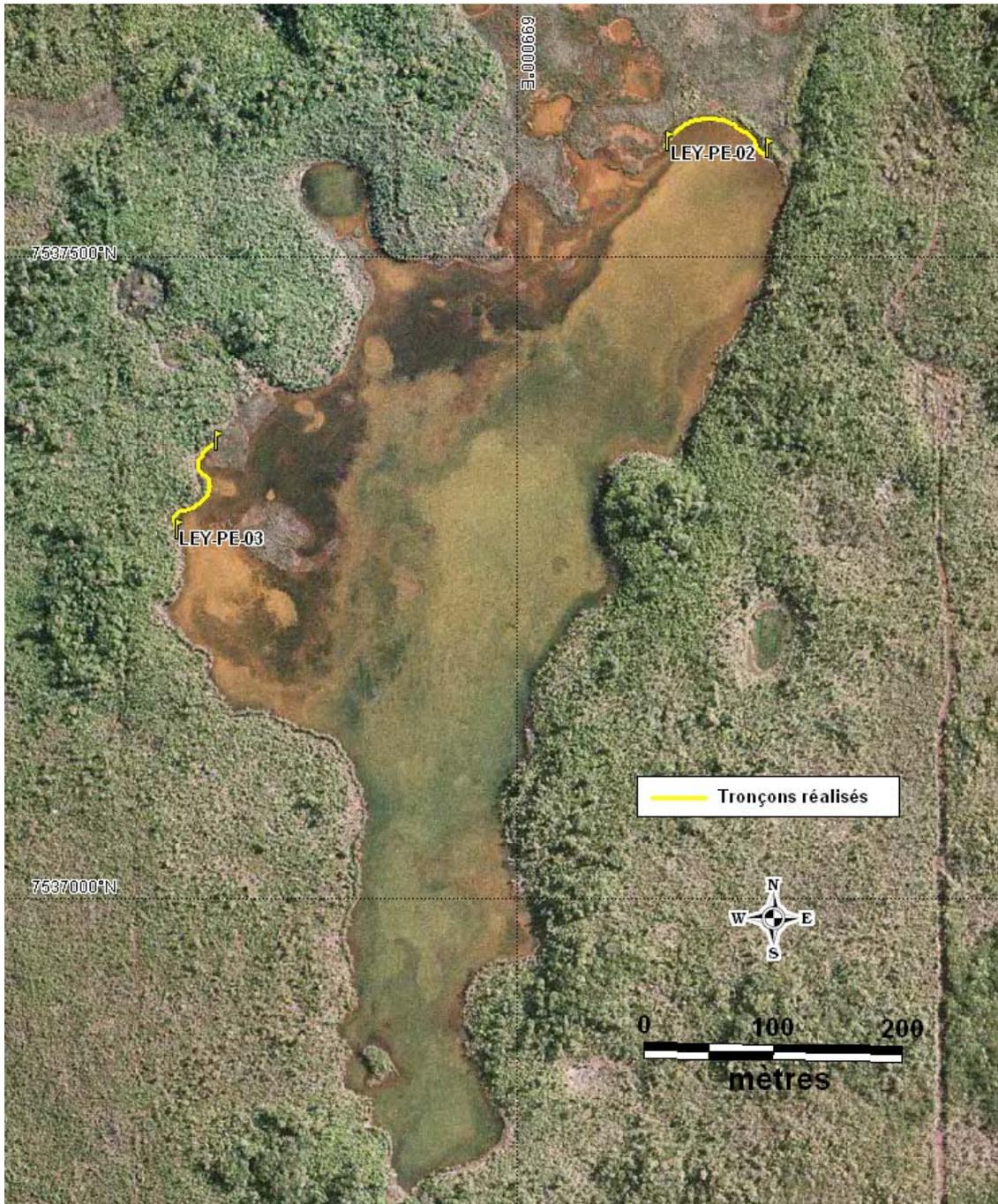


Figure 17: Tronçons de pêche électrique réalisés au cours de l'étude dans le lac en Y.

3.3.2.4 Dates, heures et positions GPS des stations de pêche électrique

Tableau 6: Dates, heures et coordonnées GPS des tronçons de pêche électrique réalisés au cours de l'étude dans le Lac en 8, le Grand Lac et le Lac en Y.

Lac	Date	Code Station	Heure	Coordonnées GPS (IGN 72)			
				Début		Fin	
				x	y	x	y
Lac en 8	03/12/2008	LE8-PE-02	15:00	693 805	7 535 560	693 903	7 535 543
	08/12/2008	LE8-PE-08	16:20	693 593	7 535 830	693 584	7 535 920
	16/12/2008	LE8-PE-01	12:12	693 528	7 536 388	693 484	7 536 301
	16/12/2008	LE8-PE-03	15:59	694 397	7 536 031	694 404	7 535 941
	16/12/2008	LE8-PE-04	17:33	694 001	7 536 654	694 094	7 536 641
	17/12/2008	LE8-PE-07	9:14	693 265	7 536 079	693 338	7 536 141
	17/12/2008	LE8-PE-05	13:24	693 388	7 536 834	693 460	7 536 788
	17/12/2008	LE8-PE-06	14:30	692 738	7 536 614	692 718	7 536 527
Grand Lac	18/12/2008	GDL-PE-01	14:57	696 094	7 536 518	696 031	7 536 445
	18/12/2008	GDL-PE-05	10:59	696 832	7 537 112	696 766	7 537 147
	18/12/2008	GDL-PE-06	14:01	696 264	7 537 098	696 192	7 537 164
	19/12/2008	GDL-PE-04	11:25	697 304	7 536 491	697 358	7 536 428
	19/12/2008	GDL-PE-02	14:20	696 035	7 535 671	695 955	7 535 724
	19/12/2008	GDL-PE-03	15:24	696 860	7 535 775	696 911	7 535 854
Lac en Y	21/12/2008	LEY-PE-02	7:39	699 118	7 537 583	699 195	7 537 578
	21/12/2008	LEY-PE-03	8:21	698 738	7 537 281	698 768	7 537 350

Au cours des pêches électriques, la superficie d'échantillonnage a été de 2500m² pour le Lac en 8, 1800m² pour le Grand Lac et 500m² pour le Lac en Y.

3.3.3 Nasses

Sur l'ensemble de l'étude, 69 stations ont été prospectées à l'aide de cette technique de pêche, soit 32 dans le lac en 8, 26 dans le Grand Lac et 11 dans le Lac en Y (Figure 18, Figure 19, Figure 20).

3.3.3.1 Lac en 8

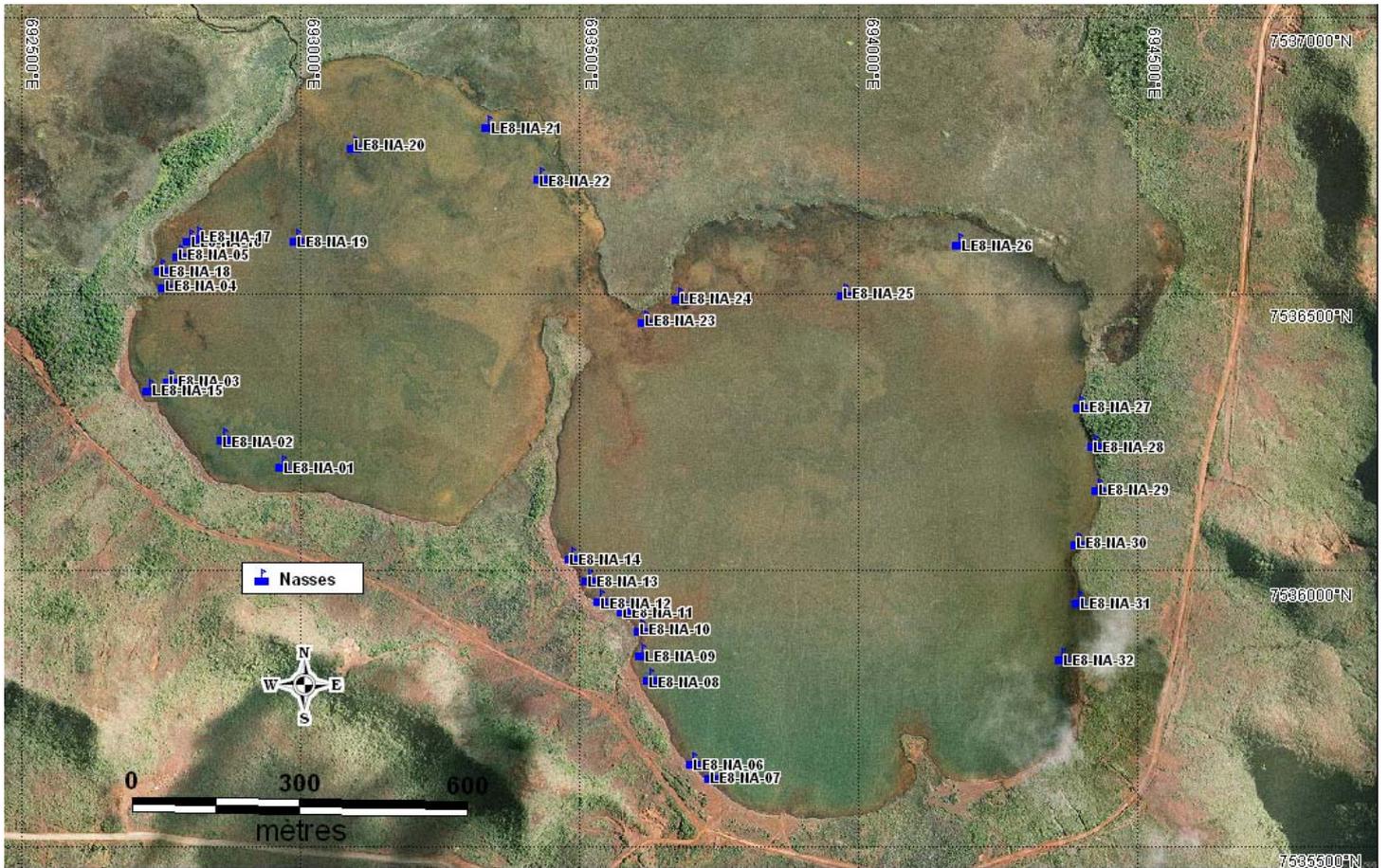


Figure 18: Stations de pêche avec nasse réalisées au cours de l'étude dans le lac en 8.

3.3.3.2 Grand Lac



Figure 19: Stations de pêche avec nasse réalisées au cours de l'étude dans le Grand Lac.

3.3.3.3 Lac en Y

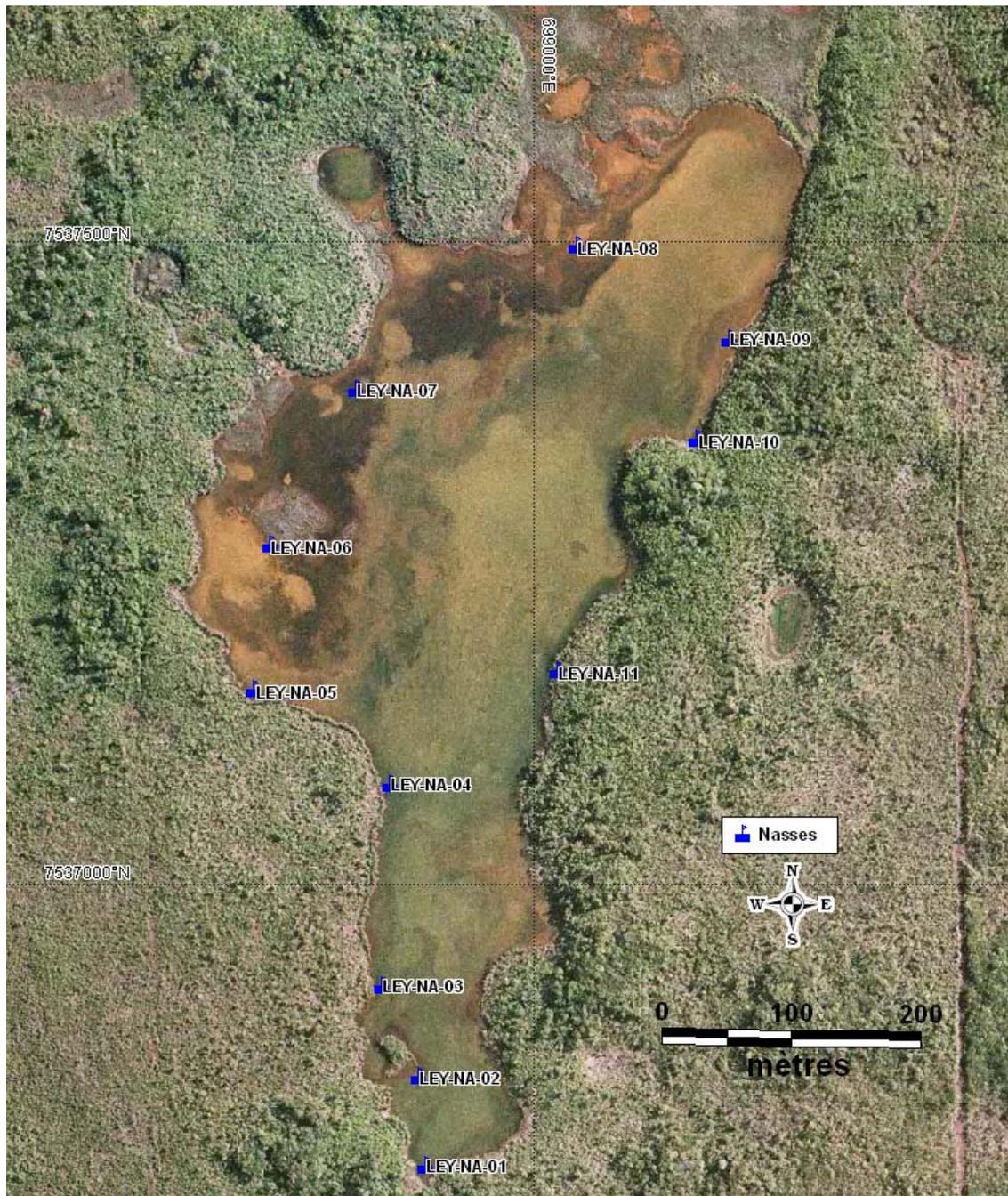


Figure 20: Stations de pêche avec nasse réalisées au cours de l'étude dans le lac en Y.

3.3.3.4 Dates, heures et positions GPS des stations de pêche avec les nasses

Tableau 7: Dates, heures et coordonnées GPS des stations de pêche avec nasse réalisées au cours de l'étude dans le Lac en 8

Lac	Date de capture	Code Station	Heure de pose	Heure de levée	Coordonnées (IGN 72)		Remarques
					x	y	
Lac en 8	03/12/2008	LE8-NA-01	12:31:32	15/12/08 12h00	692 968	7 536 192	Pain comme appâts
		LE8-NA-02	12:32:41	15/12/08 12h01	692 863	7 536 240	
		LE8-NA-03	12:34:11	15/12/08 12h02	692 766	7 536 346	
		LE8-NA-04	12:36:41	15/12/08 12h03	692 757	7 536 517	
		LE8-NA-05	12:38:57	15/12/08 12h04	692 783	7 536 572	
		LE8-NA-06	16:19:22	18h00	693 703	7 535 655	
	08/12/2008	LE8-NA-07	16:21:11	18h00	693 736	7 535 628	
		LE8-NA-08	14:40:03	18h00	693 626	7 535 806	
		LE8-NA-09	14:41:48	18h00	693 612	7 535 851	
		LE8-NA-10	14:43:33	18h00	693 610	7 535 895	
		LE8-NA-11	14:44:58	18h00	693 578	7 535 931	
		LE8-NA-12	14:46:31	18h00	693 537	7 535 948	
		LE8-NA-13	14:47:35	18h00	693 516	7 535 986	
		LE8-NA-14	14:48:46	18h00	693 485	7 536 025	
	15/12/2008	LE8-NA-01		17h30 puis reposé jusqu'au lendemain 10h30	692 968	7 536 192	Pain au départ comme appât puis Tilapia
		LE8-NA-02			692 863	7 536 240	Pain au départ comme appât puis Tilapia
		LE8-NA-15	12:22:13	10h30 (16/12/08)	692 730	7 536 329	Pain au départ comme appât puis Tilapia
		LE8-NA-04		17h30 puis reposé jusqu'au lendemain 10h30 avec du tilapia comme appât	692 757	7 536 517	Pain au départ comme appât puis Tilapia
		LE8-NA-05			692 783	7 536 572	Pain au départ comme appât puis Tilapia
		LE8-NA-16	12:36:10	10h30 (16/12/08)	692 801	7 536 600	Tilapia
		LE8-NA-17	12:38:12		692 816	7 536 606	Tilapia
		LE8-NA-18	12:42:20		692 750	7 536 547	Tilapia
		LE8-NA-19	12:50:29		692 992	7 536 600	Tilapia
		LE8-NA-20	12:57:12		693 095	7 536 768	Tilapia
		LE8-NA-21	13:06:03		693 337	7 536 805	Tilapia
		LE8-NA-22	13:08:33		693 429	7 536 712	Pain comme appât uniquement
	16/12/2008	LE8-NA-23	11:09:14	15h (17/12/08)	693 616	7 536 454	Dans la suite de l'étude seul du Tilapia a été mis dans les nasses
		LE8-NA-24	11:12:53		693 678	7 536 496	
		LE8-NA-25	11:23:33		693 973	7 536 503	
		LE8-NA-26	11:35:57		694 179	7 536 594	
		LE8-NA-27	11:43:15		694 396	7 536 298	
		LE8-NA-28	11:45:44		694 422	7 536 228	
LE8-NA-29		11:47:09	694 428		7 536 150		
LE8-NA-30		11:48:46	694 391		7 536 052		
LE8-NA-31		11:50:10	694 394		7 535 947		
LE8-NA-32		11:52:08	694 363		7 535 844		

Tableau 8 : Dates, heures et coordonnées GPS des stations de pêche avec nasses réalisées au cours de l'étude dans le Grand Lac et le Lac en Y.

Lac	Date de capture	Code Station	Heure de pose	Heure de levée	Coordonnées (IGN 72)		Remarques	
Grand Lac	17/12/2008	GDL-NA-01	17:18:21	8h30 (18/12/08) retiré	696 345	7 535 508		
		GDL-NA-02	17:20:37	8h30 (18/12/08) retiré	696 177	7 535 583		
		GDL-NA-03	17:22:58	8h30 (18/12/08) retiré	696 001	7 535 729		
		GDL-NA-04	17:25:26	8h30 (18/12/08) retiré	695 883	7 535 884		
		GDL-NA-05	17:28:37	9h (18/12/08) Rien (vérifiées puis remise au même endroit jusqu'au 19/12/08 9h-9h20)	695 902	7 536 261		
		GDL-NA-06	17:30:59		696 074	7 536 471		
		GDL-NA-07	17:33:10		696 150	7 536 578		
		GDL-NA-08	17:35:05		696 151	7 536 738		
		GDL-NA-09	17:36:43		696 190	7 536 856		
		GDL-NA-10	17:38:17		696 260	7 536 972		
		GDL-NA-11	17:42:10		696 255	7 537 118		
	18/12/2008	GDL-NA-12	09:57:47		9h-9h20 (19/12/08)	696 319	7 537 272	
		GDL-NA-13	10:03:31			696 448	7 537 257	
		GDL-NA-14	10:12:27			696 557	7 537 228	
		GDL-NA-15	10:24:22	696 693		7 537 173		
	19/12/2008	GDL-NA-16	09:40:37	16h20 (20/12/08)	696 838	7 537 105		
		GDL-NA-17	09:54:53		697 075	7 536 884		
		GDL-NA-18	10:05:24		697 247	7 536 670		
		GDL-NA-19	10:13:10		697 305	7 536 483		
		GDL-NA-20	11:43:06		697 203	7 536 179		
		GDL-NA-21	11:46:35		697 193	7 536 008		
		GDL-NA-22	11:52:02		696 993	7 535 949		
		GDL-NA-23	11:55:06		696 869	7 535 806		
		GDL-NA-24	11:57:34		696 779	7 535 671		
		GDL-NA-25	11:59:14		696 723	7 535 593		
		GDL-NA-26	12:01:03		696 565	7 535 495		
Lac en Y	20/12/2008	LEY-NA-01	17:17:45	15h30 (21/12/08)	698 915	7 536 781	Ouverte et plus de poisson lors de la levée	
		LEY-NA-02	17:19:20		698 910	7 536 851	Ouverte et complètement tordue, sac sectionné	
		LEY-NA-03	17:21:03		698 882	7 536 921		
		LEY-NA-04	17:23:12		698 888	7 537 078		
		LEY-NA-05	17:25:44		698 783	7 537 151		
		LEY-NA-06	17:28:54		698 795	7 537 264		
		LEY-NA-07	17:34:06		698 862	7 537 385		
		LEY-NA-08	17:40:36		699 032	7 537 496	Ouverte et tordue lors de la levée	
		LEY-NA-09	17:54:41		699 150	7 537 424		
		LEY-NA-10	17:57:12		699 125	7 537 346		
		LEY-NA-11	18:02:38		699 017	7 537 166		

3.3.4 Observations visuelles

Les observations visuelles ont été réalisées quotidiennement lors des déplacements. En supplément, 3 observations de nuit ont été opérées au cours de l'étude. Parmi celles-ci, deux se sont effectuées directement du bord, dont une dans le Lac en 8 (Figure 21) et une dans le Grand Lac (Figure 22). La 3^{ième} a été opérée en plongée dans le Lac en Y (Figure 23). Une

plongée de jour a aussi été réalisée dans le Lac en Y afin de remplacer la station de pêche électrique LEY-PE-01.

3.3.4.1 Lac en 8

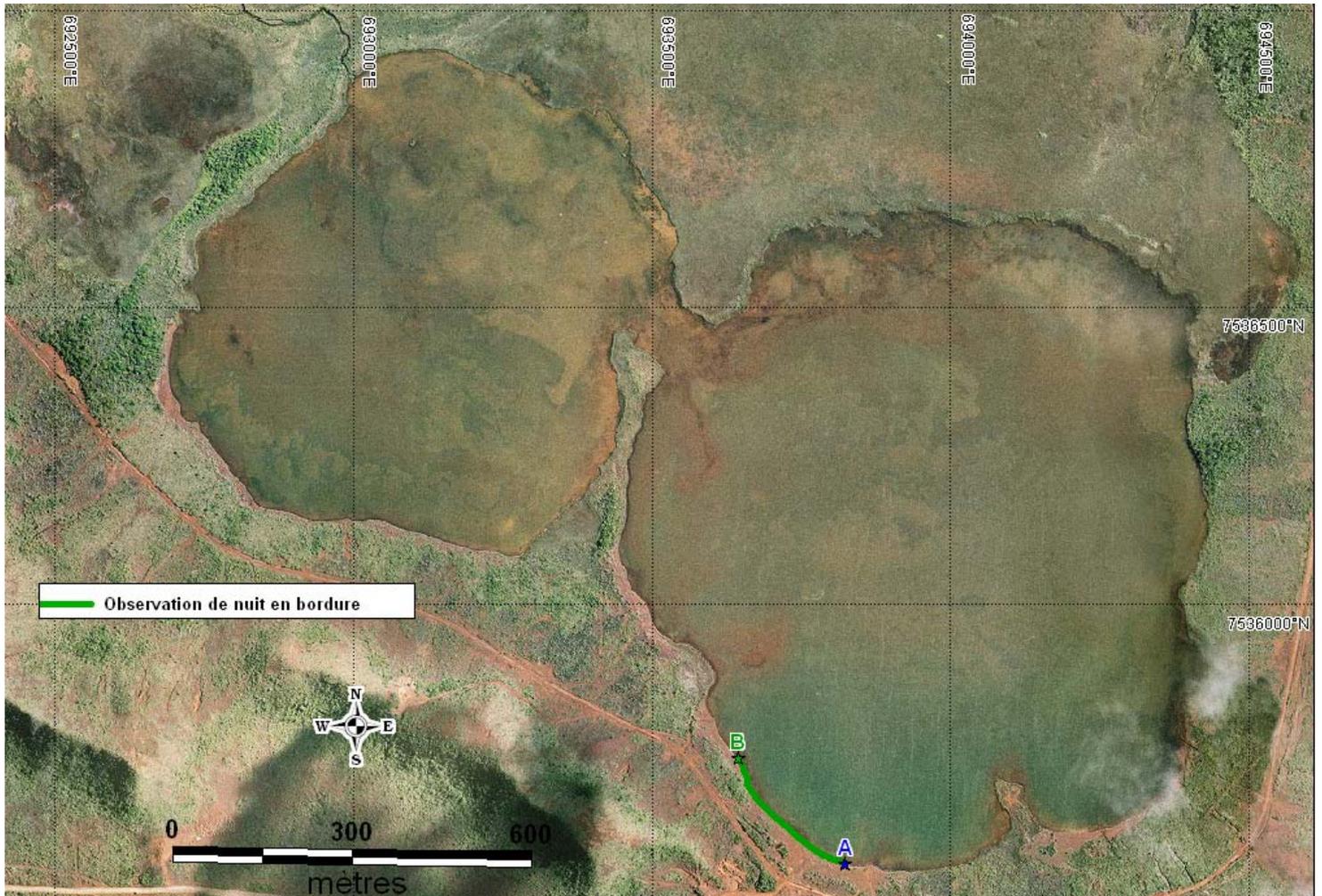


Figure 21: Zone prospectée en bordure du Lac en 8 le 15/12/08 à 20h20 (A: début; B: fin).

3.3.4.2 Grand Lac

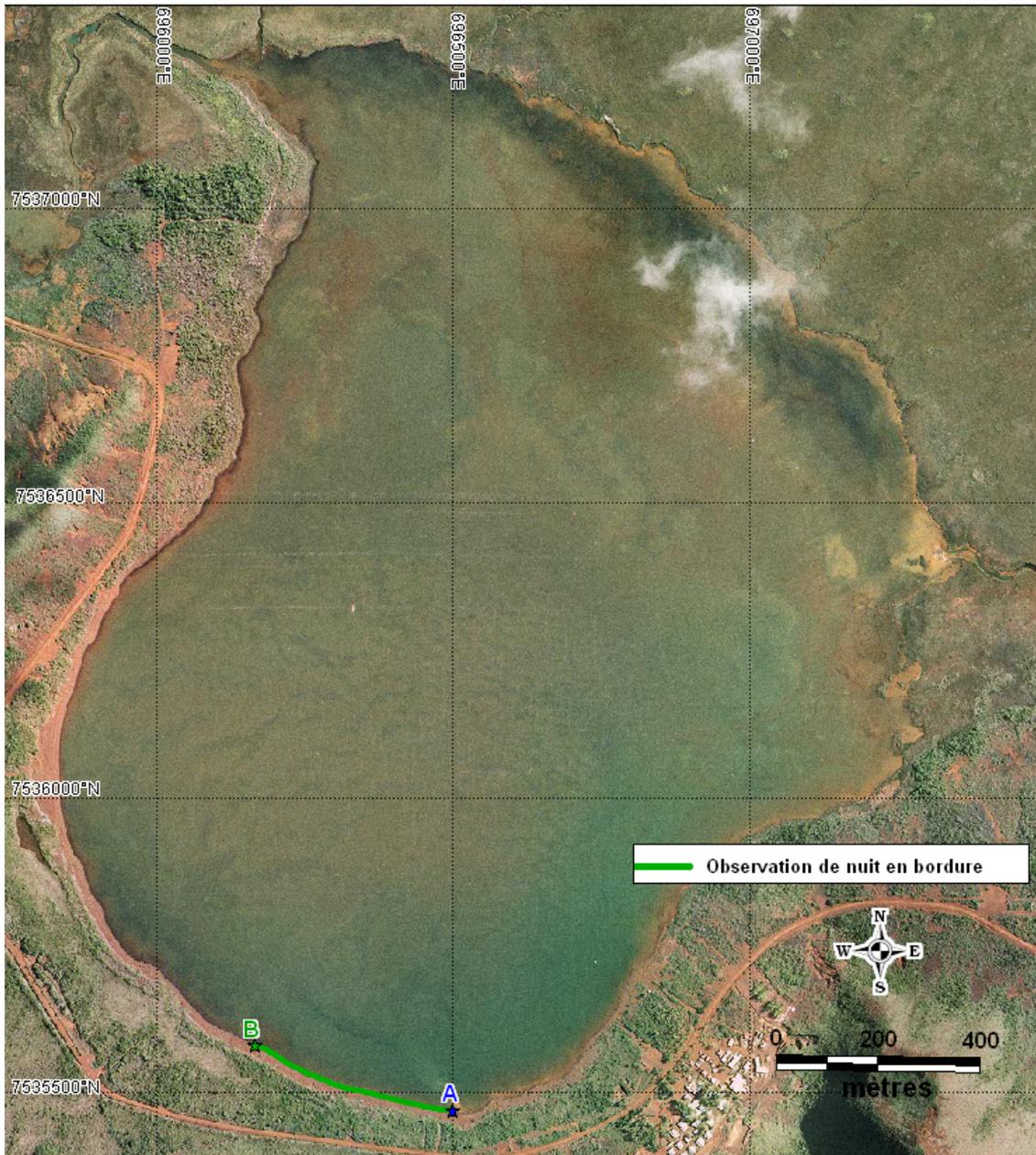


Figure 22: Zone d'observation prospectée en bordure Grand Lac le 19/12/08 à 21h15 (A: début; B: fin).

3.3.4.3 Lac en Y

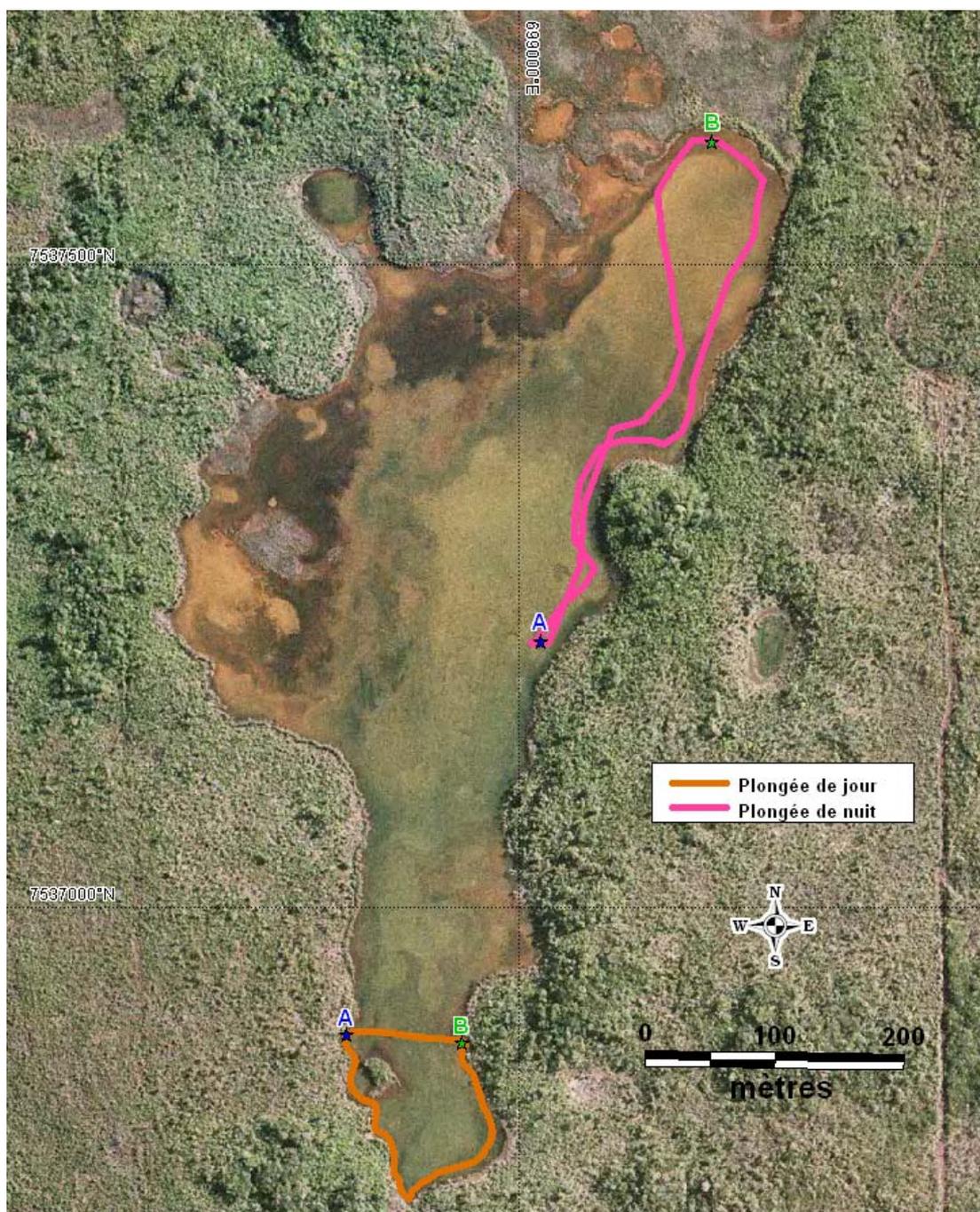


Figure 23: Plongées d'observation réalisées de jour (20/12/08 à 9h10) et de nuit (20/12/08 à 21h30) dans le Lac en Y (A: début; B: fin).

3.3.4.4 Dates, heures et positions GPS des stations d'observation de nuit et des stations de plongée

Lac	Type d'observation	Date	Heure	Coordonnées GPS (IGN 72)			
				A		B	
				x	y	x	y
Lac en 8	Observation du bord de nuit	15/12/08	20h20	693823	7535562	693643	7535739
Grand lac	Observation du bord de nuit	19/12/08	21h15	696500	7535469	696165	7535581
Lac en Y	Observation en plongée de jour	20/12/08	9h10	698 867	7536901	698956	7536894
	Observation en plongée de nuit	20/12/08	21h30	699018	7537207	699149	7537596

3.4 Mesures des paramètres physico-chimiques de l'eau et caractéristiques mésologiques

Ces paramètres ont une grande influence sur l'état de l'écosystème. La connaissance de ces paramètres au sein de la zone d'étude permet de donner un état actuel plus général de l'écosystème et d'être prise en compte dans l'interprétation des inventaires faunistiques.

3.4.1 Caractéristiques physico-chimiques de l'eau

Préalablement aux prélèvements faunistiques, 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) et d'une mallette de Test Nitrate, Nitrite, Phosphate, Fer...

3.4.1.1 Instrument portatif

Les sondes ont été calibrées chaque jour avant son utilisation dans une solution standard. Normalement cinq paramètres de qualité d'eau peuvent être mesurés à l'aide de cet instrument:

- 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 °C pour des valeurs comprises entre 0 et 100 °C.
- La turbidité, la précision est de 1 UNT, la plage de mesure variant de 0 à 1000 UNT.

Cependant les sondes pH, conductivité et turbidité étaient défectueuses. Seul la température et le taux d'oxygène dissous ont pu être mesurés sur un échantillon d'eau prélevé en surface à l'aide de cet instrument.

3.4.1.2 Mallette de tests (Test Lab JBL)

Cette batterie de tests (Test Lab de chez JBL, Photo 1) permet une analyse sûre de tous les sels importants en milieu d'eau douce. Les tests sont destinés aux aquariums d'eau douce et d'eau de mer, aux bassins.



Photo 1 : Mallette de tests Test Lab de chez JBL

Les réactifs, les éprouvettes et les échelles de couleurs permettent d'obtenir des résultats précis sur les valeurs suivantes : pH de 3 à 10 et de 6 à 7.6, dureté totale, dureté carbonatée, ammonium/ammoniaque, nitrite, nitrate, fer, phosphate et CO₂. Cette mallette est livrée avec un mode d'emploi détaillé. Les phosphates sont dans les lacs le principal facteur d'eutrophisation des eaux douces à long terme. Le lac Valencia est un très bon exemple. Les nitrates sont la seconde cause importante, et elles interviennent souvent ensemble ; dans les eaux douces, mais aussi dans les eaux saumâtres et salées fermées ou peu renouvelées.

3.4.2 Caractéristiques mésologiques des stations

Pour chacun des lacs les caractéristiques suivantes ont été déterminées :

- la largeur maximale, longueur maximale et superficie du lac (par cartographie aérienne),
- Les rivières et lacs en relation pouvant influencer la répartition géographique des populations

Pour chaque station et segment, les caractéristiques suivantes ont été déterminées :

- la position GPS,
- la longueur du tronçon ou de la zone échantillonnée mesurée à l'aide d'un décimètre,
- le substrat géologique,
- la profondeur.

4 Identification, phase de laboratoire, traitement des données

4.1 Traitements des espèces capturées

Les espèces sensibles et endémiques capturées ont été conservés dans un bac oxygéné. Pour éviter tout stress lié à la manipulation, les animaux ont été anesthésiés par l'eugénole (l'huile de clou de girofle). L'état de léthargie dure quelques minutes, le temps nécessaire pour effectuer les mesures biométriques, les photographier, et les identifier. Ensuite ils ont été transférés dans un bassin de réveil, puis remis dans une partie abritée du lac.

Au contraire, toutes les espèces introduites et invasives capturées ont été éradiquées.



Figure 24 : Produit anesthésiant : l'Eugénole

4.2 Biométrie

4.2.1 Longueur totale

Pour toutes les espèces de poissons capturées, la longueur totale, mesurée de la bouche à l'extrémité de la queue (Figure 25) a été établie à l'aide de règles à poissons précises au millimètre près et d'un pied à coulisse précis au dixième de millimètre. Pour des raisons d'homogénéité des données, la longueur totale sera donnée en cm. Pour les crustacés, celle-ci s'entend de l'extrémité du rostre à l'extrémité du telson pour les crevettes et comprend la largeur du céphalothorax pour les crabes. Cependant aucune mesure de taille des crustacés n'a été effectuée car les individus capturés étaient trop petit.

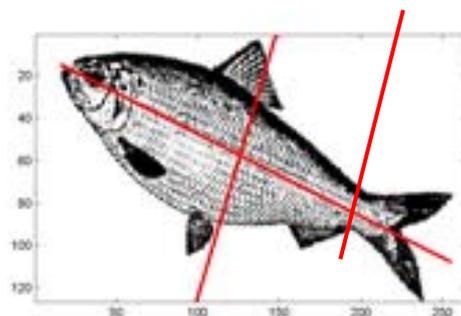


Figure 25 : Biométrie : mesure de la longueur totale (jusqu'au bout de la caudale)

4.2.2 Poids

Les poids de chaque poisson ont été mesurés individuellement. Ils ont été déterminés avec une balance électronique portable (MM-600) précise à 0,1 g et d'une capacité de 0,1 à 600g.

Pour les poissons excédant ce poids, une balance à crochet d'une capacité de 6 kg et d'une précision de 50 g a été utilisée. Dans le cas des crustacés, une pesée globale par espèce et par lot a été effectuée car leur poids individuel excédait très rarement 0,1 g.

4.2.3 Sexe

L'identification du sexe a été réalisée lorsque le dimorphisme sexuel était apparent sur l'animal vivant. Cette identification dépend en grande partie principalement de l'espèce et également de l'état de maturité sexuelle des individus. Si toutefois un individu meurt lors des manipulations, il a été conservé au congélateur, puis disséqué pour déterminer le sexe.

4.3 Identification

Les individus prélevés dans le lac ont été identifiés directement sur le terrain par un spécialiste. Dans le cas où l'identification n'était pas possible, les individus ont été transportés dans un laboratoire spécialement aménagé pour l'étude où des ouvrages destinés à la détermination des espèces (Tableau 9: Liste des ouvrages utilisés pour la détermination des poissons) et du matériel d'identification plus précis (comme des microscopes) étaient présents.

Année	Auteur	Titre	Editions
1915	WEBER M., De BEAUFORT,	Les Poissons d'eau douce de la Nouvelle-Calédonie	Nova Caledonia Zool., F. Sarasin et J. Roux
1984	NELSON Joseph S.	Fishes of the World	2 nd ed., ISBN 0-471-86475-7
1988	Mc DOWALL R.M.	Diadromy in fishes: Migrations between Freshwater and Marine Environments	ISBN 0-88192-114-9, Timber Press, University Press, Cambridge
1991	Dr. Gerald R. Allen	Field guide to the Freshwater Fishes of New Guinea	ISBN 9980-85-304-2, Christensen Resarch Inst., P.O.Box 305
1997	THOMSON, J.M.	The Mugilidae of the World	Mem. Of the Queensland Museum, Vol. 41, Part 3
1999	PÖLLBAUER C.	Faune ichtyologique et carcinologique de Nouvelle-Calédonie	DRN, Province Sud
2000	LABOUTE P., GRANDPERRIN René	Poissons de Nouvelle-Calédonie	Ed. C. Ledru
2001	ERBIO	Inventaire de la Faune Ichtyologique d'Eau douce et Caractérisation initiale du milieu	Mandat Bio-2 et 12b, Projet Koniambo, Etude Env. de Base
2002	G.R. Allen, S.H. Midgley, M. Allen	Field guide to the Freshwater Fishes of Australia	Western Australian Museum, ISBN 0 7307 5486 3
2003	MARQUET G., KEITH P. et E.VIGNEUX	Atlas des Poissons et des Crustacés d'eau douce de Nouvelle-Calédonie	ISBN 2-85653-552-6, Publications scientifiques du M.N.H.N.
2004	PUSEY B., KENNARD M. & ARTHINGTON A.	Freshwater Fishes of North-Eastern Australia	CSIRO Publishing, ISBN 0 643 06966 6

Tableau 9: Liste des ouvrages utilisés pour la détermination des poissons

4.4 Conditionnement et conservation des échantillons

Dans des cas précis, des échantillons représentatifs de poissons et de crevettes peuvent être prélevés et conservés pour des analyses ultérieures (otolithométrie, analyses de métaux lourds dans la chair, etc.). Certains spécimens d'intérêt particulier ont été gardés comme référence dans les collections du laboratoire, leur conservation s'est effectuée alors dans un de l'alcool éthylique dénaturé à 90%.

4.5 Traitements statistiques et interprétations des données sur les populations

4.5.1 Composition

La composition spécifique dépend de la zoogéographie des espèces, qui est le résultat d'événements géologiques et climatiques passés. Elle dépend également, dans une large mesure, des conséquences écologiques du régime hydrologique. Les facteurs contraignants (conductivité élevée, déficit en oxygène, assèchement périodique, pollutions minérales ou organiques) conduisent à ce qu'une faune devienne peu diversifiée et, dans des conditions extrêmes, seules quelques espèces adaptées parviennent à subsister.

Les communautés de poissons et crustacés inventoriées sont globalement définies par leur composition taxonomique, leur densité et leur biomasse (Thollot, 1996). **Un peuplement est donc caractérisé par sa richesse spécifique et sa diversité.**

Pour caractériser les peuplements (ichtyologiques), trois indices sont employés couramment :

1. **La richesse spécifique d'un peuplement S** est le nombre d'espèces récoltées.
2. **L'indice de Shannon H'** (exprimé en bit) permet de différencier des peuplements qui comporteraient un même nombre d'espèces mais avec des fréquences relatives très différentes :

$H' = -\sum p_i \log_2 p_i$, où p_i est la fréquence relative de l'espèce i dans le peuplement. Cet indice de diversité spécifique varie à la fois en fonction du nombre d'espèces présentes et en fonction de l'abondance relative des diverses espèces.

3. Afin de distinguer la part de l'abondance relative des différentes espèces, **l'indice d'équitabilité E** était calculé : $E = H' / H_{max}$ dans lequel H_{max} est la diversité maximale d'un peuplement de même richesse spécifique, diversité atteinte lorsque toutes les espèces ont la même abondance, c'est-à-dire ($H_{max} = \log_2 S$), soit $E = H' / \log_2 S$. E varie de 0 (une espèce représentant la totalité des captures) à 1 (équi-répartition des espèces). Les valeurs de l'équitabilité renseignent donc sur l'homogénéité des captures et l'équilibre du peuplement. Il est généralement admis que des valeurs inférieures à 0,80 traduisent un état de non-stabilité du peuplement (Daget, 1979).

4.5.2 Abondance

Les données sur les poissons et les crustacés ont compilées par section d'échantillonnage, par station et pour l'ensemble du lac, à l'aide de tableaux et de graphiques indiquant :

- le nombre absolu d'individus capturés par espèce et global;
- les densités et biomasses
- la biomasse par unité d'effort totale et par espèce.

5 Résultats

5.1 Les études antérieures et données existantes

5.2 Diagnose écologiques des lacs

5.2.1 Caractéristiques morphométriques

Les données du périmètre ou de la profondeur moyenne sont des données morphométriques simples qui renseignent grandement sur l'évolution passée et future d'un lac. Le Tableau 10 rassemble les caractéristiques morphométriques mesurées sur les lacs.

Lors de la campagne bathymétrique du 26 et 27 novembre 2008, les profondeurs maximales mesurées du Lac en 8, Grand Lac et Lac en Y étaient respectivement de 2.44, 2.80 et 1.98 m. Les cartes bathymétriques des lacs sont données dans le paragraphe suivant. Cependant, il est important de signaler que, lors des inventaires du 15 au 21 décembre 2008, le niveau d'eau dans les lacs avait diminué de 25 cm en 18 jours soit une perte en eau de 1.4 cm par jour. Le volume en eau perdu a été de 0.34 millions de m³ pour le Lac en 8, 0.44 pour le Grand Lac et 0.04 pour le Lac en Y soit respectivement 19.8, 14.5 et 21.6% du volume total

L'indice de développement des rives est le rapport du périmètre du lac sur le périmètre d'un lac de forme circulaire ayant la même superficie ($P / 2 \pi S$ avec P: périmètre et S: superficie). La forme largement irrégulière du Lac en Y fait grimper l'indice de développement des rives à une valeur moyennement élevée (2.9). Cette particularité a pour conséquence qu'un plus grand nombre de résidences peut théoriquement occuper la rive comparativement à un plan d'eau circulaire de même superficie (un indice de 1 représente une forme circulaire). Il est donc davantage vulnérable à la qualité de son aménagement riverain.

Tableau 10: Données morphométriques du Lac en 8, Grand Lac et Lac en Y.

Lac	Périmètre (km)	Superficie		Longueur max (km)	Largeur max (km)	Altitude (m)	Profondeur moyenne (m)	Profondeur max	Volume moyen (en millions de m ³)	indice de développement des rives	Temps de renouvellement	Marnage max
		km ²	ha									
Lac en 8	6,542	1,354	135,4	1.85	1.12	250	1.26	2.44	1.71	0,77	Inconnu	Inconnu
Grand Lac	5,950	1,766	176,6	1.84	1.36	260	1.73	2.80	3.06	0,54	Inconnu	Inconnu
Lac en Y	3,027	0,166	16,6	0.88	0.33	280	1.16	1.98	0.19	2,90	Inconnu	Inconnu

5.2.2 Hydrologie

Une notion essentielle dans l'étude de l'hydrologie des lacs est celle du bassin versant. Cette aire est délimitée par l'ensemble des sommets où se partage l'écoulement des eaux vers la cuvette du lac, c'est à dire l'ensemble du territoire qui recueille les eaux de précipitations et les dirige vers le lac. Cette subdivision naturelle du territoire permet de délimiter physiquement le domaine des interactions, des interférences et des utilisations qui peuvent modifier la ressource d'eau en différents points du bassin et éventuellement celle du lac.

Le temps de renouvellement correspond au temps nécessaire pour que toute l'eau d'un lac soit renouvelée. C'est un bon indicateur de la santé d'un lac. Un temps de cinq années s'avère long pour que la totalité du volume d'eau du lac soit évacuée et remplacée par une quantité équivalente. Un temps de renouvellement long permet une plus grande sédimentation des particules et des nutriments, particulièrement du phosphore (Pourriot et Meybeck, 1995). Un grand lac qui reçoit peu d'eau annuellement sera, par exemple, comme certains lacs au Québec, très sensible aux apports en sels de déglacage.

Le temps de renouvellement (jour) d'un lac dépend essentiellement de son bassin versant. Pour le calculer il est nécessaire de connaître le module annuel (m^3/an) du lac estimé à partir du débit spécifique moyen annuel ($l/sec/km^2$).

Les temps de renouvellement des lacs d'étude n'ont pas pu être déterminés car leur module annuel n'est pas connu.

5.2.3 Bathymétrie

La prospection du 26 et 27 novembre 2008 a permis d'établir les cartes bathymétriques ci-dessous (Figure 26, Figure 27, Figure 28).

5.2.3.2 Grand Lac

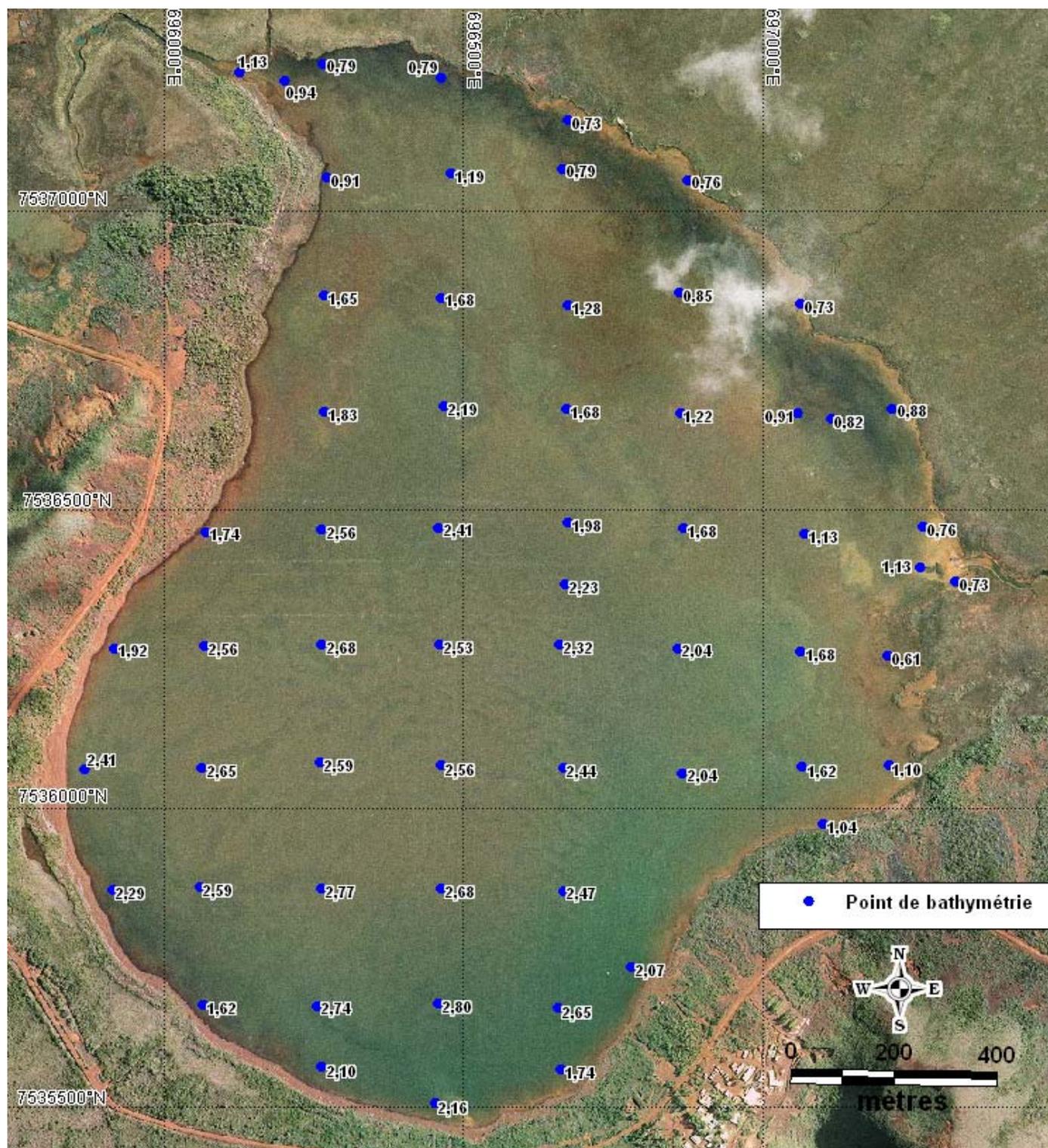


Figure 27: Bathymétrie (en mètre) du Grand Lac réalisée lors de la prospection du 26 et 27 novembre 2008.

Le Grand lac (Figure 27) est dominé par des zones de profondeur supérieures à 2 m avec un maximum enregistré à 2,80m. Les zones de faibles profondeurs (<1m) sont faibles comparé à la superficie du lac et sont observées essentiellement sur une bande de 200m à l'Est et au Nord Est du lac. Sa profondeur moyenne était de 1,73m au moment de l'étude.

5.2.3.3 Lac en Y

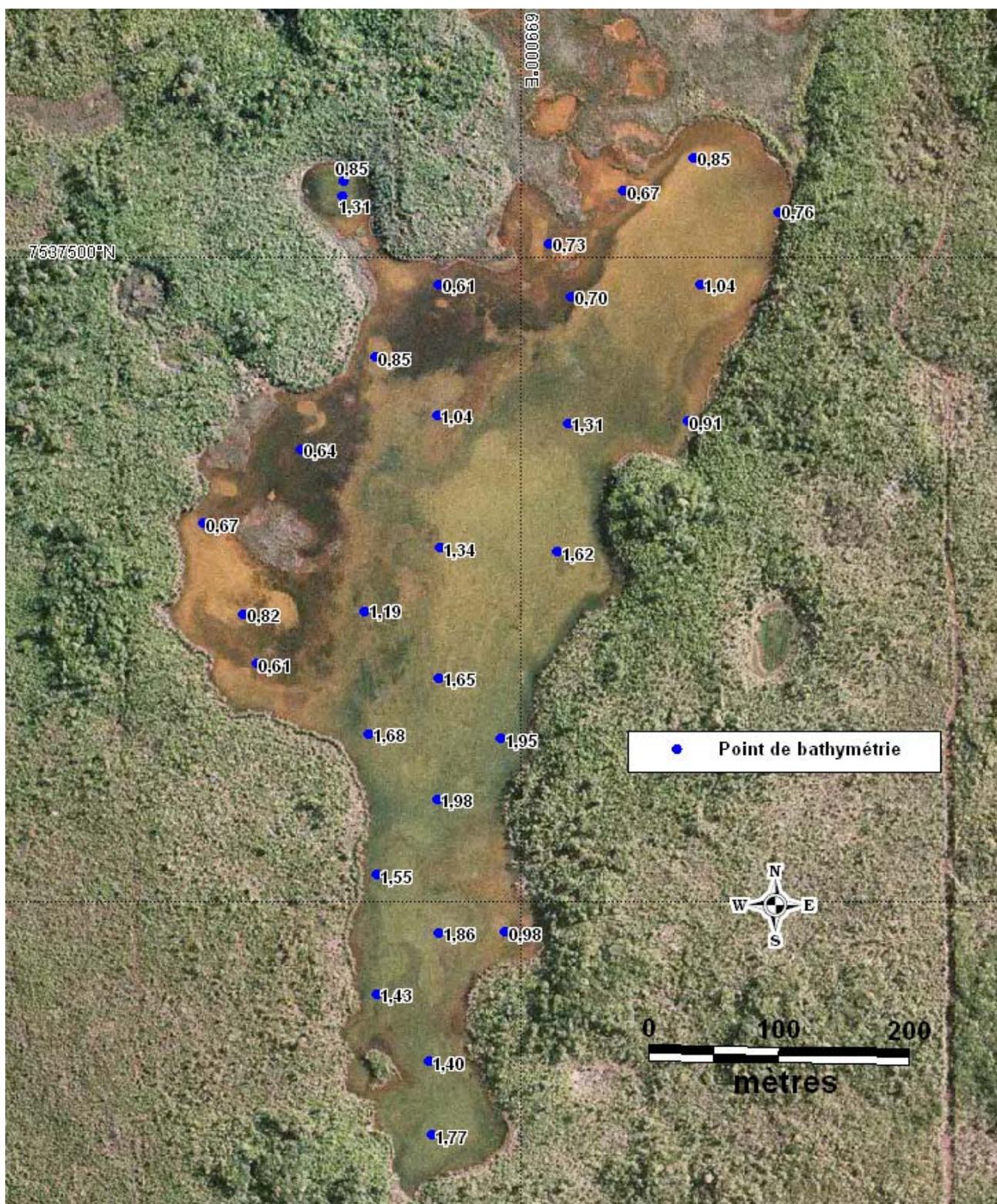


Figure 28: Bathymétrie (en mètre) du Lac en Y réalisée lors de la prospection du 26 et 27 novembre 2008.

Le Lac en Y possède une large partie où les profondeurs sont supérieures à 1m avec un maximum enregistré à 1.98 m. Les faibles profondeurs (<1m) sont observées uniquement

sur une bande de 100-150m de large au Nord et à l'Ouest du lac. Sa profondeur moyenne calculée était de 1,16m.

Le substrat dominant est essentiellement sablo-vaseux dans le Lac en 8 et le Grand Lac avec par endroit des zones de blocs rocheux en bordure. Le Lac en Y possède un substrat sableux recouvert d'algues et d'herbes endémiques du genre Eriocaulon avec une bordure composée en majorité de roche.

Les faibles profondeurs des lacs ne procurent pas un important volume d'eau.

5.2.4 Analyses physico-chimiques

Les résultats des analyses physico-chimiques sont rassemblés dans le Tableau 11.

Tableau 11: Analyses physico-chimiques de l'eau de surface des 3 lacs

ELEMENT PHYSICO-CHIMIQUE	Lac en 8	Grand Lac	Lac en Y
	16/12/2008	19/12/2008	20/12/2008
GH (en degré)	1	1	1
KH (en degré)	1	1	1
NH₄/NH₃ en mg/l	0	0	0
NO₂ en mg/l	0	0	0
NO₃ en mg/l	0	0	0
PO₄ en mg/l	0,25à0, 5	0,25à0,5	0
Fe en mg/l	0	0	0
Cu en mg/l	0	0	0
pH	7	7	5
Conductivité (µS/cm)	n.d.	n.d.	n.d.
Température (°C)	28,6 (vers 12)	29,3 (à 12h)	28 (à 15h)
Oxygène dissous (mg/l)	8,4	8,3	9.2
Oxygène dissous (% de saturation)	101,3	102,5	112.5

5.2.4.1 GH et KH

Pour information, le GH représente la concentration en sels de calcium et en magnésium et le KH donne la mesure du bicarbonate qui agit comme un tampon du pH.

Dans les 3 lacs d'étude, la dureté totale (GH) et la dureté carbonatée (KH) ont une valeur égale à 1°. Ces deux paramètres sont à l'équilibre et signifient que le pH est très stable. L'eau de ces lacs est qualifiée de très douces car la valeur de GH est en dessous de 2°.

5.2.4.2 NH₄/NH₃, NO₃, NO₂, PO₄, Fe

La présence d'ammonium/ammoniaque NH₄/NH₃, de nitrate, de nitrite, de fer et de cuivre n'a pas été détectée par nos moyens de mesures dans les lacs d'étude. Néanmoins, du phosphate a été détecté dans le Lac en 8 et le Grand Lac.

5.2.4.3 pH

Le Grand Lac et le Lac en 8 ont un pH neutre (=7) alors que le Lac en Y possède un pH acide (=5).

Le pH s'exprime selon une échelle logarithmique de 0 à 14 unités. Une eau « neutre » possède un pH de 7 unités. Un pH inférieur à 7 indique que l'eau est acide alors qu'un pH supérieur à cette valeur indique qu'il s'agit d'une eau alcaline. La baisse d'une unité de pH implique que l'acidité est multipliée par un facteur 10. Ainsi une eau de pH 6 est dix fois plus acide qu'une eau de pH 7; une eau de pH 5 est 100 fois plus acide qu'une eau de pH 7. De ce fait le Lac en Y est 100 fois plus acide que le Lac en 8 et le Grand Lac. Il se classe parmi la catégorie des lacs acides (pH ≤ 5,5).

Remarque: L'acidité d'un lac peut être d'origine naturelle ou humaine. Le terme « lac acidifié » est utilisé dans ce dernier cas. Cette acidification est généralement survenue au cours des 40 à 100 dernières années. Par contraste, les lacs naturellement acides le sont depuis des millénaires. Pour certains, c'est la présence d'acides humiques lessivés des sols forestiers qui rend l'eau acide; ces lacs sont de couleur rougeâtre. Pour d'autres, c'est la géologie qui est responsable de l'acidité des eaux; on les reconnaît aisément à leur belle coloration turquoise. Un lac acidifié par l'homme se démarque des lacs naturellement acides par sa grande limpidité. La plupart sont des tourbières acides ou des lacs riches en matières humiques. Les lacs acides d'origine géologique sont plus rares. Certains de ces lacs peuvent afficher des pH aussi faibles que 3 unités.

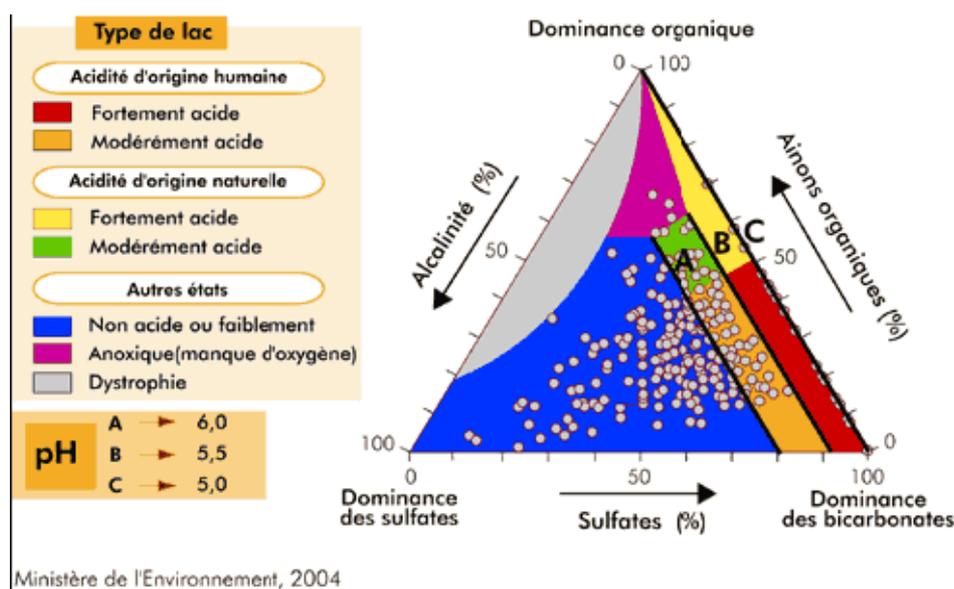


Figure 29: Origine de l'acidité de lacs

5.2.4.4 Température

Les températures en surface de l'eau étaient, aux heures de mesures, entre 28 et 29°C. La faible hauteur d'eau des lacs fait que les températures de l'eau reflètent celles de l'air ambiant et peuvent être élevées.

5.2.4.5 Oxygène dissous

La concentration d'oxygène dissous dans un lac varie en fonction de la température de l'eau, de l'altitude, de la profondeur du lac, de l'heure de la journée, de la concentration de la matière organique et des nutriments dans le lac ainsi que de la quantité de plantes aquatiques, d'algues et de bactéries présentes dans le lac.

Au retour de la belle saison, la production photosynthétique devient très forte dans les lacs grâce à la richesse des eaux en éléments fertilisants, mais limitée à une faible épaisseur à cause de la turbidité des eaux qui s'oppose à la pénétration de la lumière. Dans la zone des 0-10m l'oxygène est produit plus rapidement qu'il n'est transféré d'une part vers les couches profondes, d'autre part vers l'atmosphère. Ceci explique les teneurs en oxygène entre 8,3 et 9.2 mg/l en surface des lacs d'étude et, compte tenu de la température sub-superficielle de 29°C, un degré de saturation de 101,3 à 112.5. Les taux d'oxygène dissous ressortent similaires dans le Grand Lac et le Lac en 8 (Tableau 11). Le taux est plus élevé dans le Lac en Y du fait, essentiellement, de l'importante végétation aquatique. L'heure plus tardive de l'analyse pourrait également avoir joué un rôle.

5.3 Inventaires piscicoles

L'intégralité des données est rassemblée en annexe 1.

5.3.1 Pêches filets

Avec ce moyen de pêche, seul l'espèce *Oreochromis mossambicus* (tilapia) a été répertoriée. En comptabilisant le total des pêches filets de jours et de nuit, 116 individus ont été capturés sur l'ensemble de l'étude, soit une biomasse totale de 11,5 kg.

5.3.1.1 Effectifs et biomasses de poissons obtenus lors des pêches de jour

Effectifs de poissons par lac et station / de jour

Les pêches de jour ont permis la capture de 71 tilapias, soit par ordre décroissant: 43 dans le Lac en 8, 22 dans le Grand Lac et 6 dans le Lac en Y. Les captures dans le Grand Lac sont 2 fois moins importantes que dans le Lac en 8. Les captures dans le Lac en Y ont été les plus faibles. Elles ont été 7 fois moins importantes comparées au Lac en 8 et 3,5 fois

moins comparées au Grand Lac. D'après les résultats, on remarque que cette espèce introduite et invasive est présente dans les 3 lacs d'étude (Figure 30).

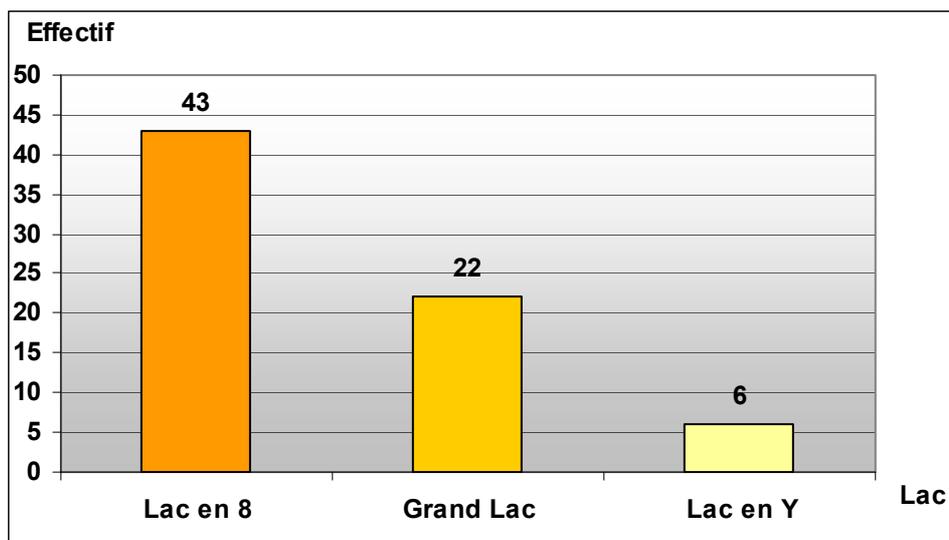


Figure 30: Effectif des *Oreochromis mossambicus* capturés de jour à l'aide des filets maillants dans le Lac en 8, le Grand Lac et le Lac en Y lors de la campagne de décembre 2008.

Les captures de jour par station de pêche filet et par lac sont données dans la figure 32 ci-dessous.

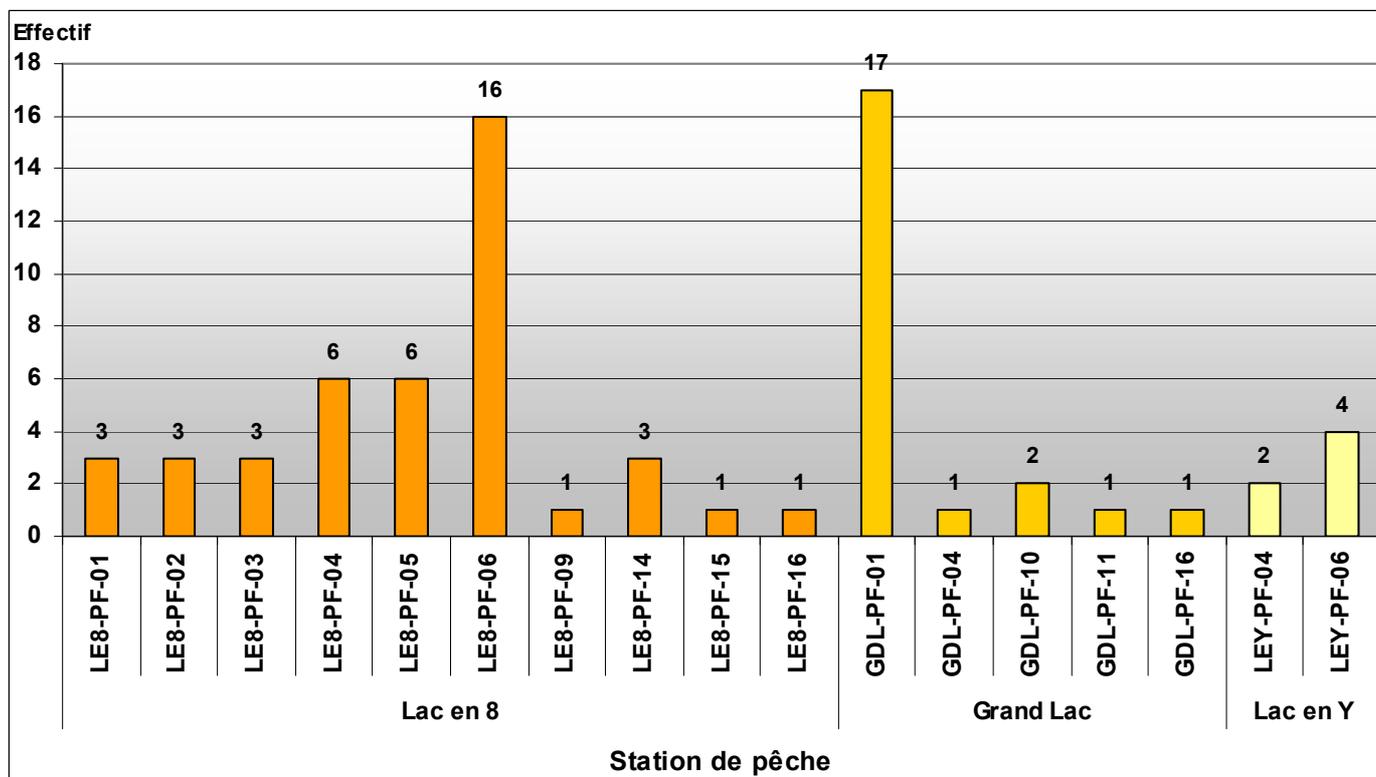


Figure 31: Effectif des stations de pêche où *Oreochromis mossambicus* a été capturés de jour à l'aide des filets maillants dans le Lac en 8, le Grand Lac et le Lac en Y lors de la campagne de décembre 2008.

Le nombre de capture le plus important a été obtenu dans le filet GDL-PF-01 avec 17 individus suivi de très près par LE8-PF-06 avec 16 individus.

Comme on peut le remarquer, à l'exception du Lac en 8, peu de stations filets ont permis d'attraper des individus. En effet, dans le Lac en 8, sur 16 filets posés, 10 ont permis la capture d'individus (soit 62,5%) alors que dans le Grand Lac et le Lac en Y, seulement 5/16 et 2/10 respectivement (soit 31,5 et 20%), ont permis la capture d'individus.

Biomasses de poissons par lac et station / de jour

La biomasse totale des individus capturés de jour dans chacun des lacs est donnée dans la figure 33.

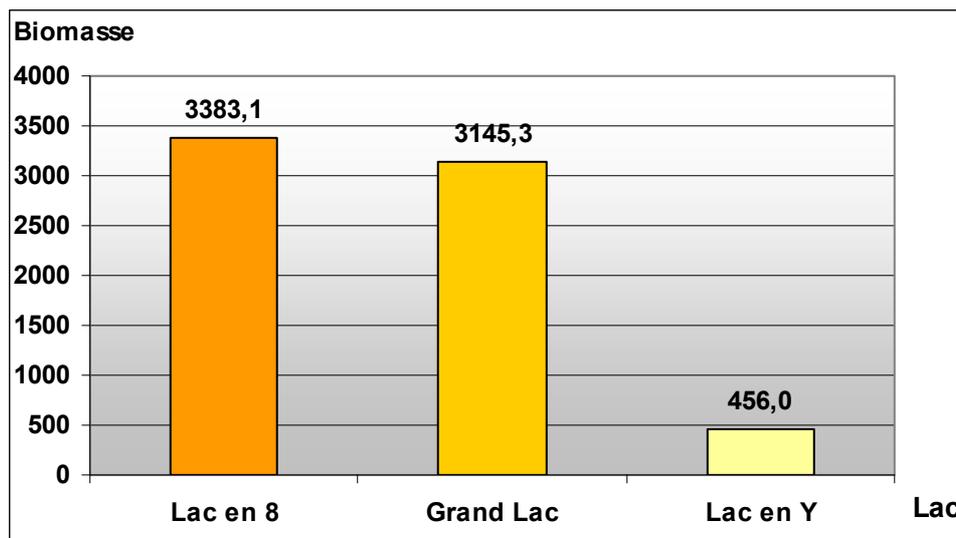


Figure 32: Biomasse (en g) des *Oreochromis mossambicus* capturés de jour à l'aide des filets maillants dans le Lac en 8, le Grand Lac et le Lac en Y lors de la campagne de décembre 2008.

On remarque que la biomasse totale des captures dans le grand lac est quasiment similaire à celle du Lac en 8, soit respectivement 3,4 et 3,1kg, alors que les captures y ont été deux fois moins importantes. Si on ramène la biomasse, par individus capturés, on remarque alors qu'elle est bien plus importante, soit 143,0 g/ individu pour le Grand Lac contre seulement 78,7 g/ individu pour le Lac en 8. Ceci s'explique par la capture de plus gros individus dans le Grand Lac.

Comparativement, la biomasse du Lac en Y apparaît faible avec 456,0g. Cependant ramenée par individus capturés, elle est de 76 g/ individu (proche des 78,7 g/ individu du Lac en 8). L'essentielle de cette biomasse vient de la capture d'un individu de très grande taille (le plus gros de l'étude avec une longueur totale de 28,4 cm pour 421,9g).

La station de pêche avec la plus forte biomasse se situe dans le Grand Lac (GDL-PF-01) avec 2,41 kg (Figure 34). Cette biomasse s'explique par la capture de plusieurs gros individus probablement en raison de l'emplacement du filet. En effet, la station se trouve à l'entrée de la communication entre le Lac en 8 et un plan d'eau en amont. Les gros individus

effectueraient des circulations entre les bassins. La station LE8-PF-06 vient en deuxième position avec 987,7 g suivi de la station LE8-PF-05 avec 791,2.

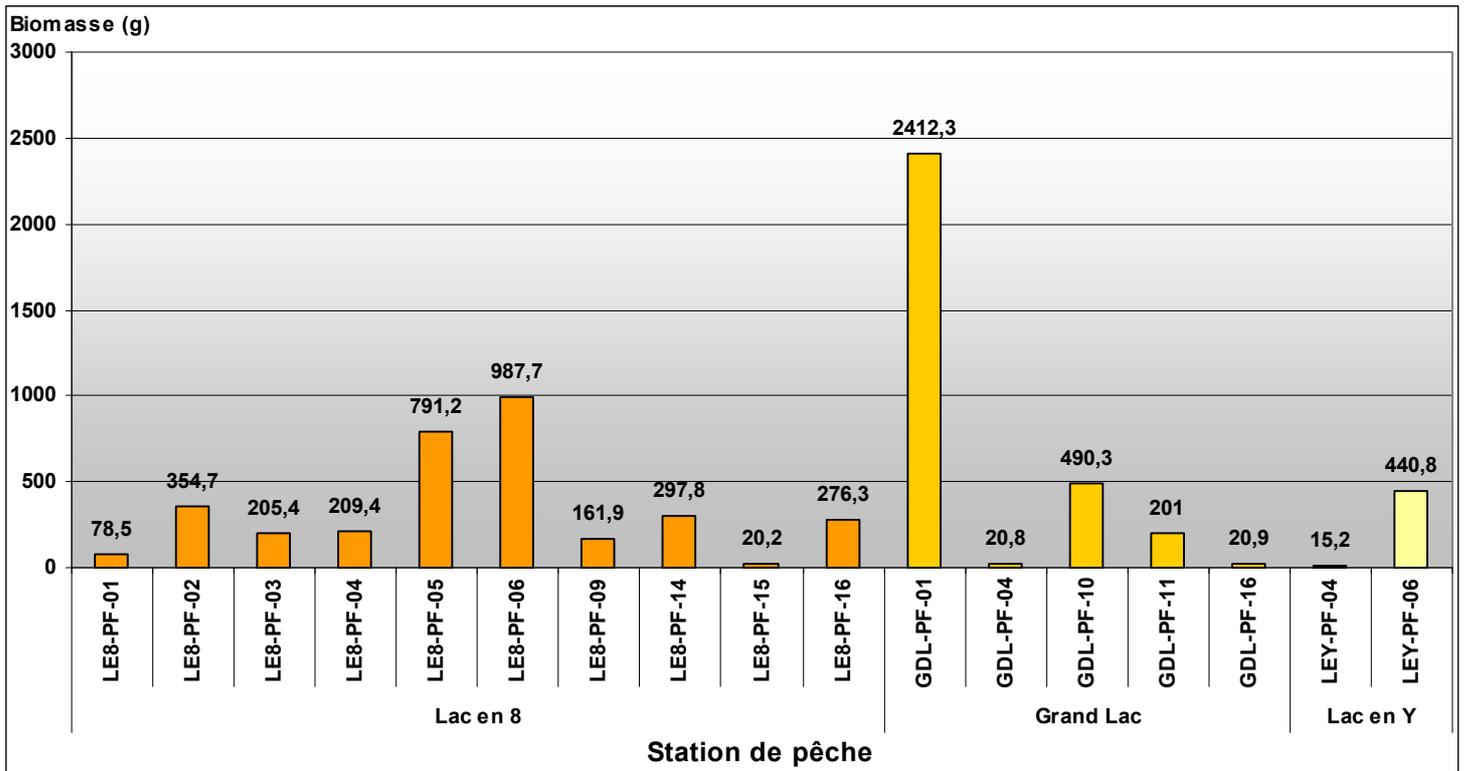


Figure 33: Biomasse (en g) par stations de pêche des *Oreochromis mossambicus* capturés de jour à l'aide des filets maillants dans le Lac en 8, le Grand Lac et le Lac en Y lors de la campagne de décembre 2008

5.3.1.2 Effectifs et biomasses obtenus lors des pêches de nuit

Effectifs de poissons par lac et station / nuit

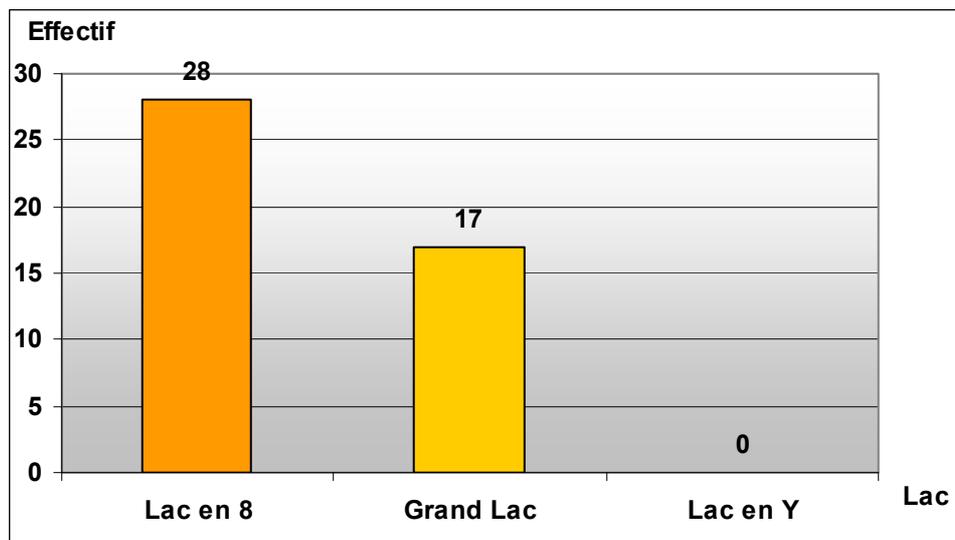


Figure 34 : Effectifs des captures lors des pêches de nuits (Déc. 2008)

Le nombre de capture le plus important a été obtenu dans le filet LE8-PF-Nuit-02 avec 24 individus capturés, suivi de GDL-PF-01 avec 17 individus et de LE8-PF-06 avec 16 individus. Comme on peut le voir (Figure 35), les captures ont été faibles voir totalement absentes dans beaucoup de filets. En effet, dans le Lac en 8, sur 20 filets posés, 18 ont permis la capture d'individus. Dans le Grand Lac et le Lac en Y, respectivement, seulement 9/22 et 2/10 ont permis la capture d'individus.

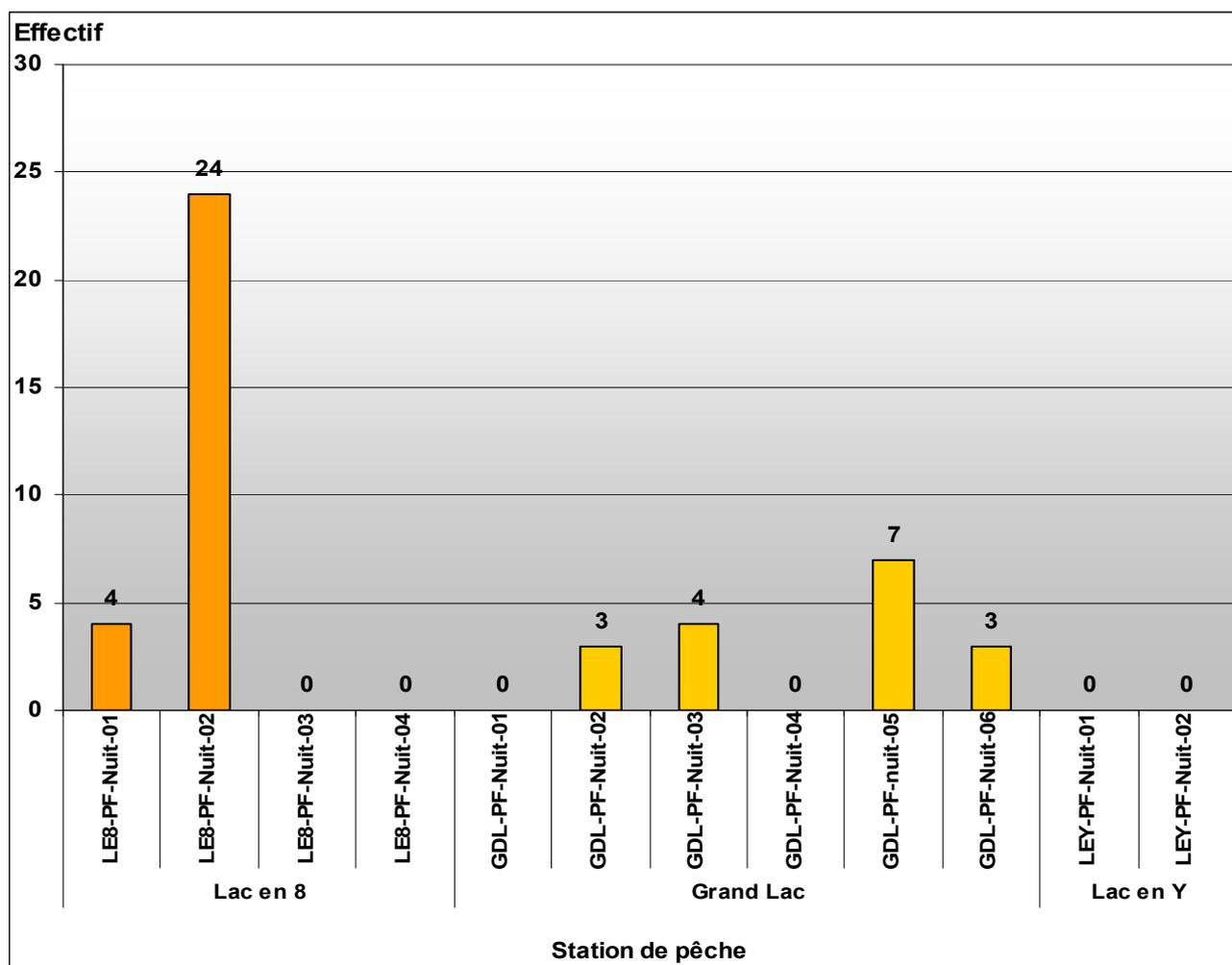


Figure 35 : Effectif / station de poissons capturés lors des pêches de nuits (Déc. 2008)

Biomasse de poissons par lac et station / nuit

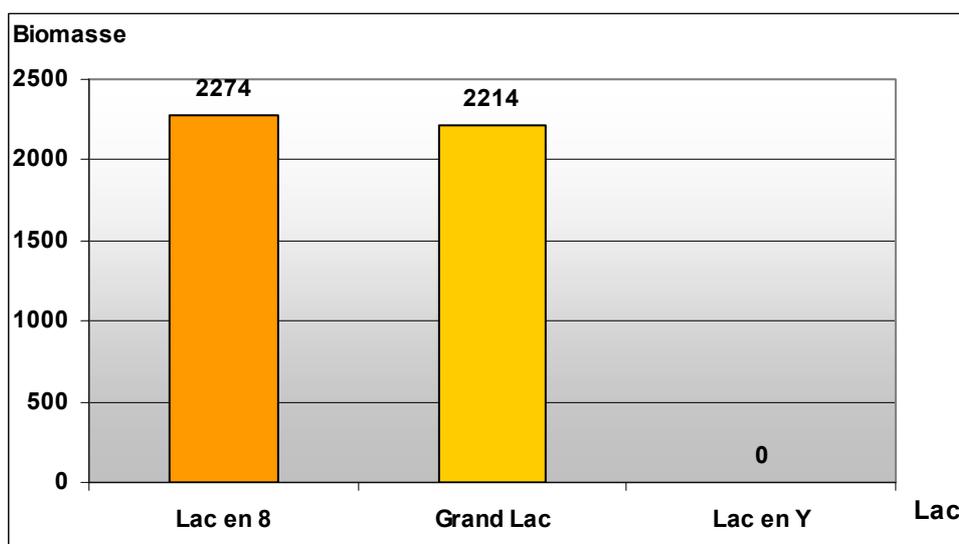


Figure 36 : Biomasses (en g) de poissons capturés par filet par lac / de nuit

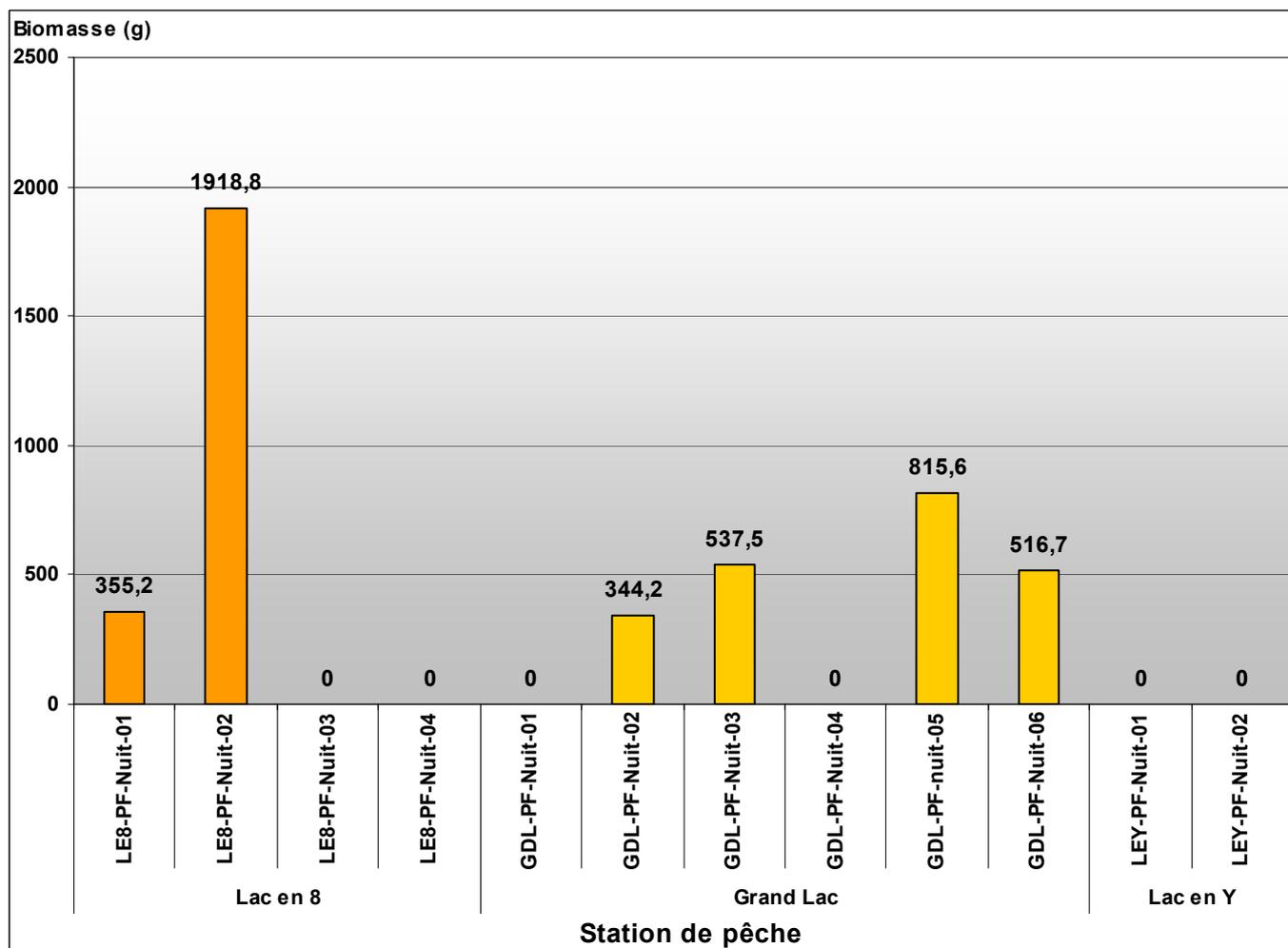


Figure 37 : Biomasses (en g) de poissons capturés par filet par station / de nuit

5.3.1.3 Captures et Biomasses par unité d'effort (CPUE et BPUE)

Les captures et les biomasses par unité d'effort (CPUE et BPUE) obtenus de jour et de nuit dans chaque lac sont présentées dans le tableau 12.

Tableau 12: Capture (CPUE) et biomasse (BPUE) par unité d'effort obtenues avec les filets maillants dans chacun des lacs d'étude lors de la campagne de décembre 2008.

Lac	Jour/Nuit	Nbre de station de pêche	Temps de pose total	Effectif	Biomasse (g)	CPUE (ind/12h/ filet)	BPUE (g/12h/ filet)
Lac en 8	Jour	16	66,1	43	3383,1	0,5	38,4
	Nuit	4	47,4	28	2274,0	1,8	144,1
Grand Lac	Jour	16	66,3	22	3145,3	0,2	35,6
	Nuit	6	70,7	17	2214,0	0,5	62,7
Lac en Y	Jour	8	31,1	6	456,0	0,3	22,0
	Nuit	2	20,2	0	0,0	0,0	0,0
Total		52	301,7	116	11472,4	0,1	8,8

La CPUE et la BPUE les plus importantes ont été obtenues dans le Lac en 8 (soit respectivement 0,8 individus capturés/jour/filet et 59,8 g/jour/filet). Les captures par unité d'effort sont similaires entre le Grand Lac et le Lac en Y, soit 0,3 ind/j/filet. Cependant la biomasse par unité d'effort est deux fois plus importante dans le Grand Lac avec 42,7 g/j/filet contre 21,3 dans le Lac en Y.

5.3.2 Pêches électriques

Sur l'ensemble de l'étude, seulement 2 poissons, de l'espèce *Nesogalaxias neocaledonicus*, ont été capturés avec ce moyen de pêche. Ils ont été capturés dans deux stations du Lac en 8 (LE8-PE-08 et LE8-PE-07). En terme de taille et de poids ces deux individus sont similaire, soit respectivement 5,2cm pour 0,8g et 5,01cm pour 0,7g.

Cependant au cours de cette étude, des crevettes de la famille des Atyidae ont été pêchées en grand nombre. Les biomasses et les effectifs des individus capturés sont donnés dans le tableau 13 ci-dessous.

Tableau 13: Effectifs et biomasses des crevettes capturées à l'aide de la pêche électrique (PE) (décembre 2008).

Famille	Espèce	Lac en 8		Grand Lac		Lac en Y		Total	
		E*	B*	E	B	E	B	E	B
Atyidae	<i>Caridina nilotica</i>	583	25,1	411	25,0	0	0,0	994	50,1
	<i>Caridina sp.</i>	0	0,0	1	0,0	0	0,0	1	0,0
	<i>Paratya caledonica</i>	1608	53,1	610	22,4	0	0,0	2218	75,5
Total		2191	78,2	1022	47,4	0	0,0	3213	125,6

* : E=Effectif et B= Biomasse en g

5.4 Inventaire de crevettes

5.4.1 Effectifs de crevettes

Sur l'ensemble de l'étude, 3213 crevettes ont été capturées. Parmi celles-ci, 2 espèces communes au lac en 8 et au Grand Lac (*Paratya caledonica* et *Caridina nilotica*) ont été identifiées. Cependant, un individu, nommé *Caridina sp.*, n'a pas pu être identifié et pourrait être une 3^{ième} espèce. L'espèce capturée en plus grand nombre est *Paratya caledonica* avec 2218 individus. L'espèce *Caridina nilotica* compte environ 2 fois moins d'individus, soit 994 captures.

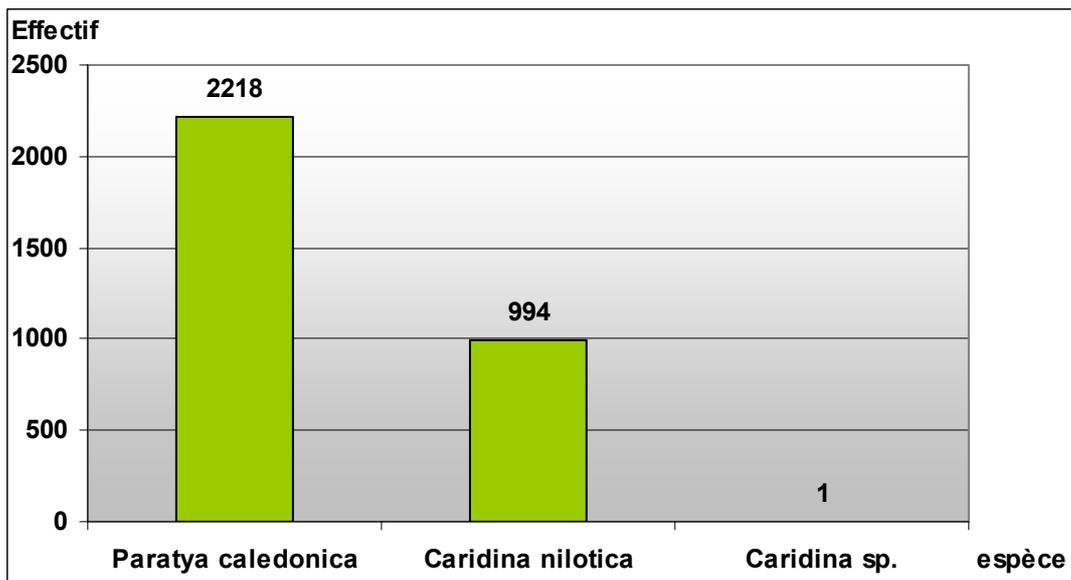


Figure 38: Effectifs / espèce de crevettes capturée par PE (Décembre 2008)

Le Lac en 8 possède le nombre de captures le plus importantes. Au total, 2191 crevettes ont été pêchées dans ce lac. Dans le Grand lac, on dénombre 1022 captures soit deux fois moins. Il est important de souligner que dans le Lac en Y aucune crevette n'a été capturée.

En terme d'effectif par espèce et par lac, 1608 *Paratya caledonica* et 583 *Caridina nilotica* ont été pêchées dans le Lac en 8, contre seulement 610 *Paratya caledonica* et 411 *Caridina nilotica* dans le Grand Lac. L'espèce *Paratya caledonica* ressort, en terme d'effectif, dominante sur *Caridina nilotica*.

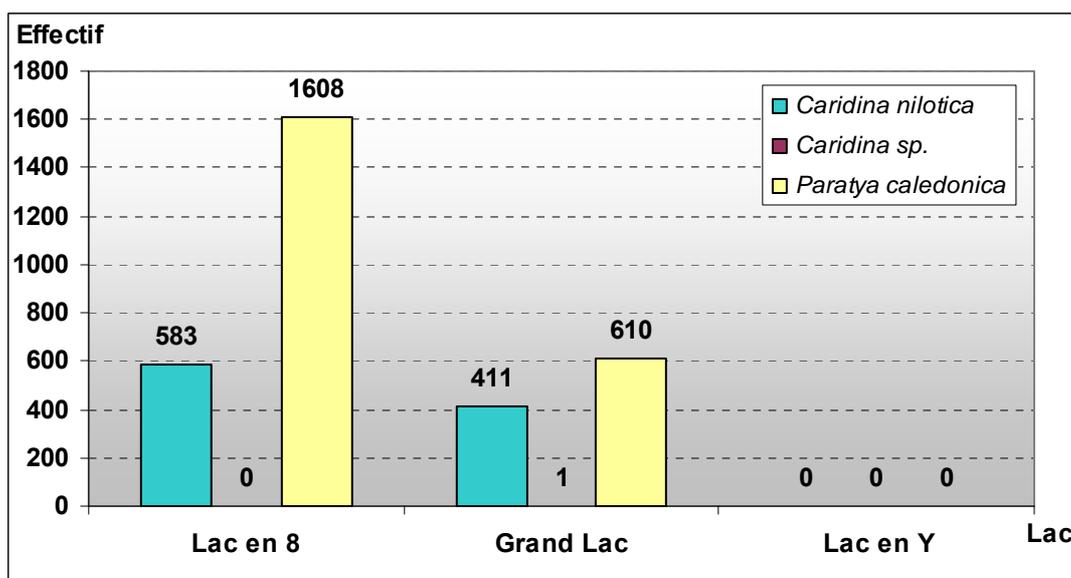


Figure 39: Effectifs par lac des différentes espèces de crevettes capturées à l'aide de la pêche électrique sur l'ensemble de la zone d'étude lors de la campagne sur la plaine des lacs de décembre 2008.

5.4.2 Densité de crevettes

Sur l'ensemble de l'étude, la densité des captures totales s'élève à 6491 individus par hectares. La densité des captures totales par espèce s'élève à 4481 ind/ha pour *Paratya caledonica* contre 2008 ind/ha pour *Caridina nilotica*.

La densité totale par lac et par espèce est donnée dans le tableau 14.

Tableau 14: Densité de crevettes capturées à l'aide de la PE (décembre 2008)

	Lac en 8	Grand Lac	Lac en Y
<i>Caridina nilotica</i>	2286	2283	0
<i>Caridina sp.</i>	0	6	0
<i>Paratya caledonica</i>	6306	3389	0
Densité totale	9738	5678	0

Le lac en 8 possède la plus forte densité avec 9738 ind/ha. Le grand lac vient en deuxième position avec 5678 ind/ha.

En termes de densité par lac et par espèce, l'espèce *Paratya caledonica* présente une densité de 6306 ind/ha dans le Lac en 8, et de 3389 ind/ha, soit 2 fois moins, dans le Grand Lac. Les densités de l'espèce *Caridina nilotica*, bien plus faible que *P. caledonica*, sont similaires entre le Lac en 8 et le Grand Lac, soit respectivement 2286 et 2283 ind/m².

Si l'espèce non identifiée *Caridina sp.* est bien une espèce différente des deux autres, sa densité s'élèverait à 6 ind/m² dans le Grand Lac.

5.4.3 Biomasses de crevettes

La biomasse totale de l'ensemble des individus capturés s'élève à 125,6g. Cette faible biomasse, comparée à l'effectif important, s'explique par la petite taille des espèces capturées. L'espèce *Paratya caledonica* possède la biomasse la plus importante de l'étude

avec 75,5 g (Figure 37). Les captures de *Caridina nilotica* ont une biomasse plus faible (50,1g). Ramené par individus capturés, la biomasse de *Paratya caledonica* sur l'ensemble de l'étude est contrairement plus faible (0,034g/ind) que celle de *Caridina nilotica* (0,05g/ind). Ceci s'explique du fait que *P. caledonica* est une espèce morphologiquement plus petite et que beaucoup de juvéniles ont été attrapés comparé à *C. nilotica* où la majorité était des adultes.

La biomasse de l'individu *Caridina sp.* n'a pas pu être déterminée car elle était à la limite de précision de la balance (inférieur à 0,1). D'où les biomasses égales à 0 dans la suite du rapport.

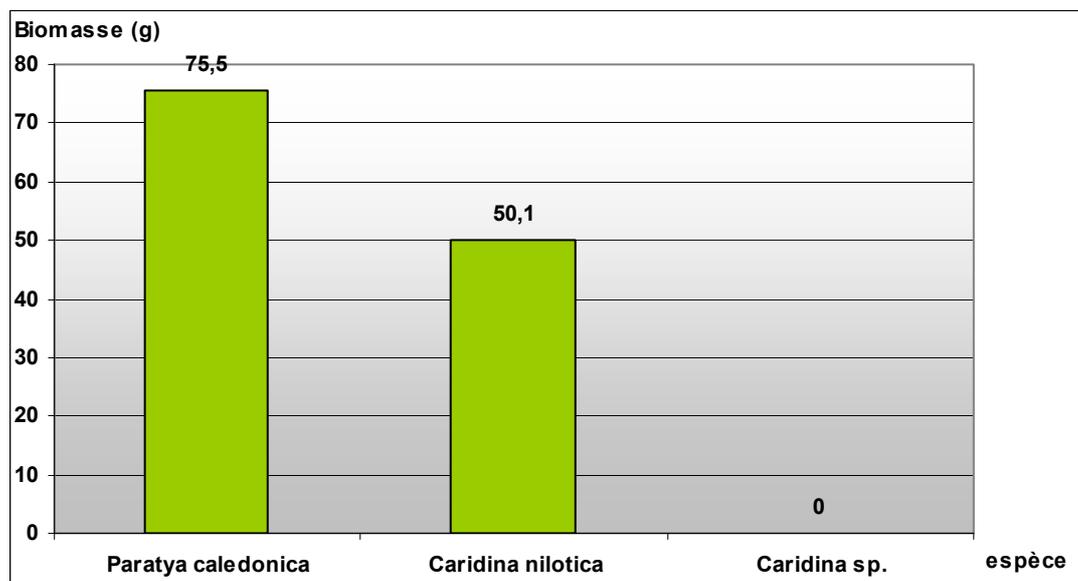


Figure 40: Biomasse des espèces de crevettes capturées à l'aide de la pêche électrique sur l'ensemble de la zone d'étude lors de la campagne sur la plaine des lacs de décembre 2008.

La biomasse totale de crevettes capturées dans le Lac en 8 est de 78,2g contre 47,4g dans le Grand Lac. Cette biomasse bien plus forte dans le Lac en 8 est du spécifiquement à l'espèce *P. caledonica* (53,1g).

Comparée à *P. caledonica*, la biomasse de *Caridina nilotica* est plus faible dans le Lac en 8 avec 25,1 et similaire dans le Grand lac avec 25,0g. On note qu'entre les deux Lacs, la biomasse de *C. nilotica* est semblable alors que les effectifs sont plus importants dans le Lac en 8. Ceci s'expliquerait par une proportion de gros individus capturés plus importante dans le Grand Lac.

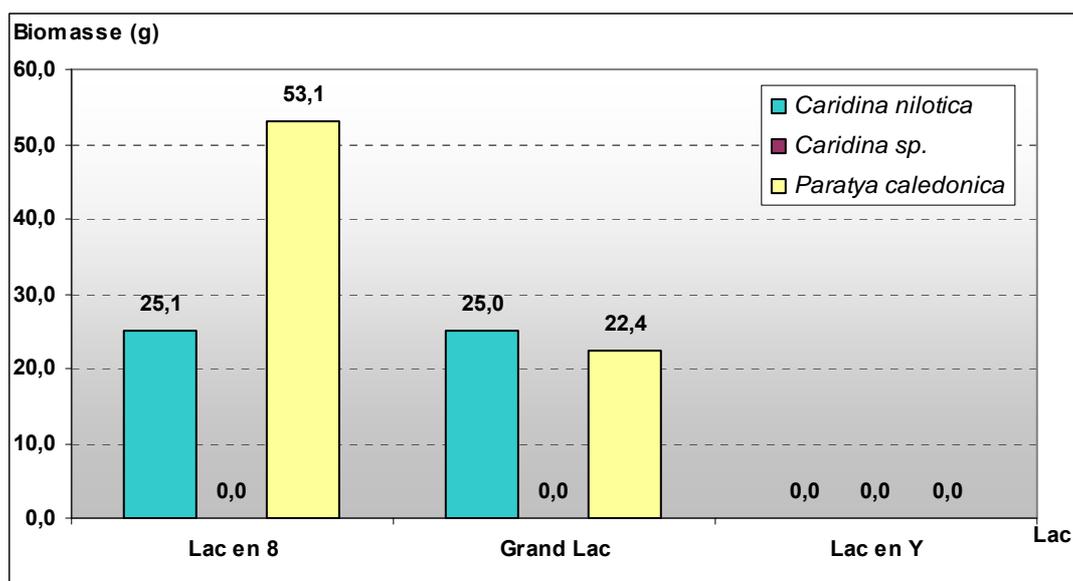


Figure 41: Biomasse par lac des différentes espèces de crevettes capturées à l'aide de la pêche électrique sur l'ensemble de la zone d'étude lors de la campagne sur la plaine des lacs de décembre 2008.

Sur l'ensemble de l'étude, la BUE totale des crevettes est de 0,03 g/m² soit 300,0g par hectare.

Le Lac en 8 a la BUE la plus forte de l'étude avec 306,7g/ha (Tableau 15). Cette valeur est essentiellement due à la capture de *Paratya caledonica* en grand nombre dans ce lac. Sa BUE représente 208,2g/ha.

Dans le Grand Lac, la BUE totale représente 263,3g/ha. Les BUE entre *C. nilotica* et *P. caledonica* sont à peu près similaires, soit respectivement 138,9 et 124,4g/ha.

Tableau 15: Biomasse par Unité d'Effort (B.U.E.) par lac des différentes espèces de crevettes capturées à l'aide de la pêche électrique sur l'ensemble de la zone d'étude lors de la campagne sur la plaine des lacs de décembre 2008.

	Lac en 8	Grand Lac	Lac en Y
<i>Caridina nilotica</i>	98,4	138,9	0,0
<i>Caridina sp.</i>	0,0	0,0	0,0
<i>Paratya caledonica</i>	208,2	124,4	0,0
BUE totale/lac	306,7	263,3	0,0

5.5 Recherche de tortues de Floride

5.5.1 Pêches nasses

Sur l'ensemble des nasses posées (69 stations), aucune n'a permis de capturer des tortues ; dans 8 nasses, des tilapias ont été capturés :

- 2 nasses dans le Lac en 8: LE8-NA-04; LE8-NA-22
- 2 dans le grand lac: GDL-NA-01; GDL-NA-13

- 4 dans le Lac en Y: LEY-NA-05; LEY-NA-06; LEY-NA-07; LEY-NA-09.

5.5.1.1 Effectif

Au total, 29 Tilapias juvéniles ont été capturés, soit 37 dans le Lac en 8, 8 dans le Grand Lac et 6 dans le Lac en Y (Tableau 16). Aucune autre espèce n'a été attrapée avec cette technique de pêche. Il est important de signaler que dans le Lac en Y, 3 nasses (LEY-NA-01; LEY-NA-02; LEY-NA-08) ont été retrouvées ouvertes et tordues. Cet acte est certainement dû à une ou plusieurs anguilles présentes dans le lac. En effet, une grosse anguille a été observée lors de la plongée de nuit.

Tableau 16: Effectif des *Oreochromis mossambicus* capturés à l'aide des nasses lors de la campagne sur la plaine des lacs de décembre 2008.

Lac	Code Station	Effectif	Effectif total / lac
Lac en 8	LE8-NA-04	6	37
	LE8-NA-22	31	
Grand Lac	GDL-NA-01	1	8
	GDL-NA-13	7	
Lac en Y	LEY-NA-05	1	6
	LEY-NA-06	1	
	LEY-NA-07	2	
	LEY-NA-09	2	
Total			51

5.5.1.2 Biomasse

La biomasse totale des individus capturés à l'aide des nasses est de 552,8g, soit plus spécifiquement 425,8g dans le Lac en 8, 90,3g dans le Grand Lac et 36,0g dans le Lac en Y (Tableau 17). L'essentiel de cette biomasse provient de la station LE8-NA-22 (386,3g) où 31 poissons avaient été capturés.

Tableau 17: Biomasse (g) des *Oreochromis mossambicus* capturés à l'aide des nasses lors de la campagne sur la plaine des lacs de décembre 2008.

Lac	Code Station	Biomasse (g)	Biomasse totale (g)/ lac
Lac en 8	LE8-NA-04	39,5	425,8
	LE8-NA-22	386,3	
Grand Lac	GDL-NA-01	5,1	90,3
	GDL-NA-13	85,2	
Lac en Y	LEY-NA-05	5,0	36,7
	LEY-NA-06	7,0	
	LEY-NA-07	13,8	
	LEY-NA-09	10,9	
Total			552,8

5.6 Observations visuelles

5.6.1 De jour

Au cours des plongés en apnée, seulement des tilapias ont été observés (juvéniles et adultes). Beaucoup d'adultes ont été observés dans des zones de faible profondeur (50-60 cm) à proximité de leur nid. Ils étaient très territoriaux face à leurs congénères ce qui nous amène à dire qu'ils étaient en pleine période de reproduction-nidification.

Lors de la plongée de jour effectuée dans le Lac en Y, des bancs de tilapias juvéniles en nombre très important ont été observés. Quelques adultes de taille moyenne (environ 13 cm) ont été observés dont un couple en pleine parade. Seulement 2 individus de grande taille (20-22 cm environ) ont aussi été notés.

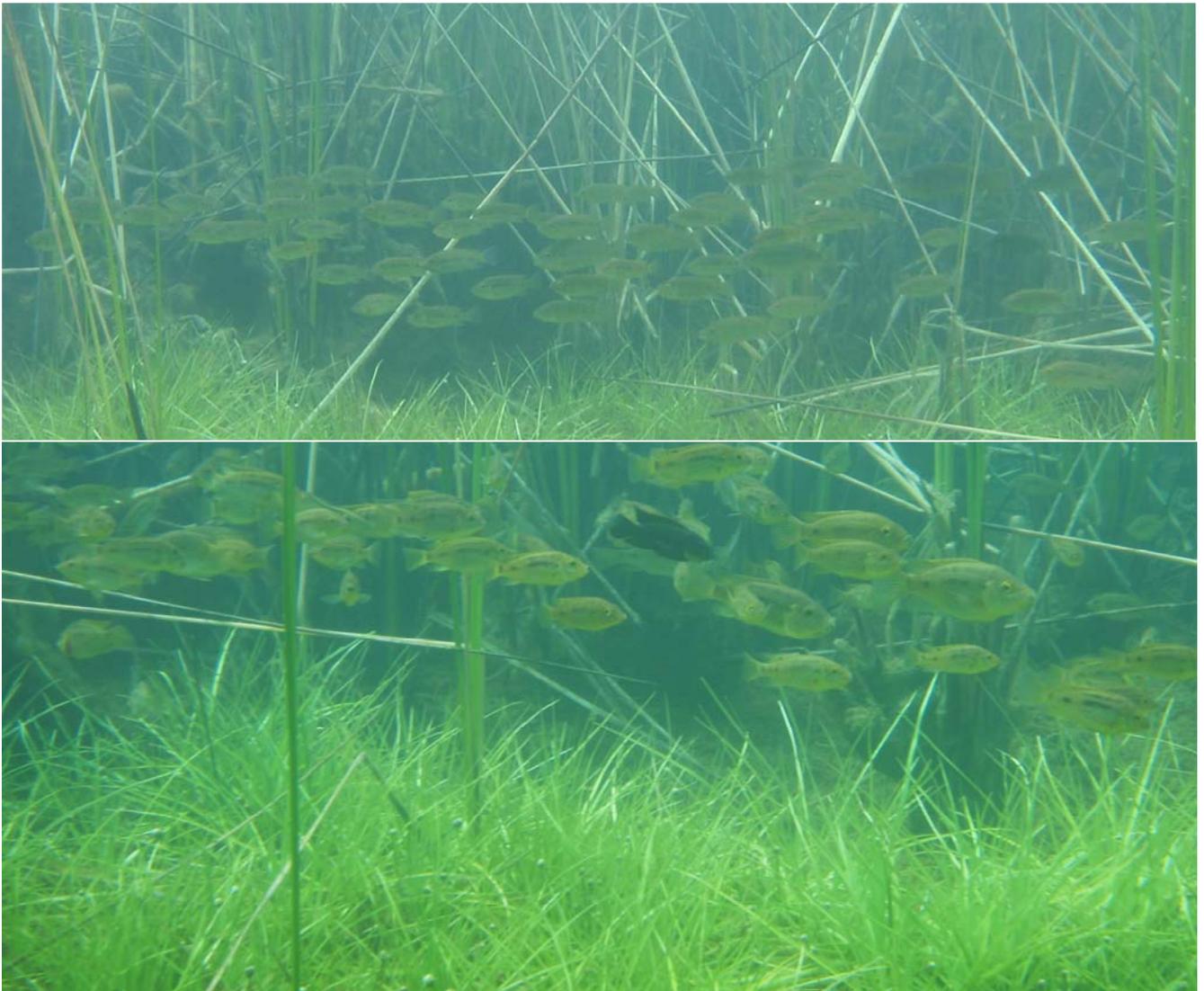


Figure 42 : Bancs de tilapias juvéniles dans le Lac en Y (décembre 2008)

5.6.2 De nuit

Lors des observations de nuit en bordure, contrairement aux pêches électriques, un nombre important de *Nesogalaxias neocaledonicus* a été observé dans le Lac en 8 et le Grand Lac. Ils étaient présents à la fois sur substrat sableux et substrat rocheux. Les individus étaient assez farouches.

Dans le Lac en 8, la zone prospectée s'est étendue sur une longueur de 260m (avec environ 160m de substrat sableux et 100m de substrat rocheux) et sur une largeur de 2m, soit une superficie de 520m². La densité des *Nesogalaxias neocaledonicus* était d'environ 5 individus par m² sur le substrat sableux. Elle paraissait cependant moins importante sur substrat rocheux (environ 2 individus/m²). Sur cette zone couverte la densité était donc d'environ 3,8 individus/m² soit un effectif de 1976 individus/ 520m².

Dans le Grand Lac la zone couverte fait 360m de long sur 2m de large, soit une superficie prospectée de 720m². Cette zone était constituée uniquement d'un substrat sableux avec quelques roches éparses. La densité des *Nesogalaxias neocaledonicus* était d'environ 2 individus/m² sur les 160 premiers mètres. Ensuite de nombreux tilapias juvéniles (dormants) étaient présents et plus aucun *Nesogalaxias neocaledonicus* n'a été observé. Ces constatations amènent à un effectif total de 320 *Nesogalaxias neocaledonicus* observés/ 720m², soit une densité moyenne de 0,44 individus /m².

La plongée de nuit réalisée dans le Lac en Y a été essentiellement réalisée afin d'observer la présence éventuelle de *Nesogalaxias* dans ce lac. La zone Nord a été plus spécialement prospectée car elle ressemble fortement aux zones où cette espèce avait été observée auparavant dans le Lac en 8 et le Grand Lac (bordure sableuse avec une légère pente). Au cours de cette prospection seulement de nombreux tilapias (en train de dormir au fond) et une grosse anguille (*Anguilla marmorata* de 90-100 cm) ont été observés. L'espèce *Nesogalaxias neocaledonicus* ne semble pas être présente dans ce lac.

6 Discussion

6.1 Espèces introduites et invasives présentes dans la zone d'étude

Toutes pêches confondues, une seule espèce introduite, le tilapia *Oreochromis mossambicus*, a été répertoriée lors de l'étude. Cette espèce est présente dans tous les 3 lacs étudiés (Lac en 8, Grand Lac et Lac en Y). Aucun Black-bass, ni aucune tortue de Floride n'ont été capturés au moment de l'étude.

Selon Marquet (Marquet et al., 2003), le Black-bass serait largement répandu dans le Lac de Yaté et le Lac en 8, mettant en danger les populations de Nesogalaxias. Si en effet le risque persiste, que le black bass puisse apparaître (par migration ou par introduction), il semble cependant actuellement en très faible densité ou absente des plans d'eau étudiés.

Aucune observation ni aucun moyen de pêche n'ont permis de capturer des tortues de Floride. Cependant, il se pourrait qu'elle soit tout de même présente : En effet, la période d'échantillonnage s'est déroulée en période estivale avec des températures de l'eau avoisinant les 30°C. Dans le biotope d'origine des tortues de Floride, la température reste constante (entre 25-28°C) toute l'année. Des températures trop élevées (au dessus de 28°) augmentent considérablement le métabolisme et causent l'estivation, très fréquente chez cette espèce. De ce fait, il se pourrait qu'au cours de l'étude ci-présente la tortue n'a pu être observée car elle estivait.

6.1.1 Quelques caractéristiques du Tilapia *Oreochromis mossambicus*

Tilapia est un genre, de la famille des cichlidés, comprenant environ 40 espèces originaires de la zone éthiopienne. Avec les espèces du genre *Oreochromis*, elles constituent le groupe de poissons nommés tilapias (nom vernaculaire). Les plus grands spécimens de tilapia mesurent 61 cm et pèsent 5,5 kg.

Certaines espèces de tilapia ont été introduites dans certains plans d'eau douce car elles présentent des caractéristiques intéressantes pour le type d'élevage :

- un régime alimentaire polyvalent (planctonophage, végétarien ou omnivore) ;
- un indice de conversion alimentaire et une croissance généralement élevés ;
- une grande résistance au manque d'oxygène, mais pas de respiration aérienne;
- une reproduction rapide et facile ;
- un faible degré de parasitisme, ce qui diminue les pertes causées par une baisse dans le taux de croissance et par la mortalité ;
- une chair de bonne qualité et de prix abordable ;
- une tolérance aux eaux à température relativement élevée.

La production actuelle de Tilapia est de 1,5 million de T, essentiellement en Chine et Philippines.

En Nouvelle-Calédonie il a été introduit à l'origine pour lutter contre les moustiques.

6.1.1.1 Origine d'*Oreochromis mossambicus*

Le tilapia du Mozambique (*Oreochromis mossambicus*) est un Tilapia du genre *Oreochromis* devenu invasif. Il est originaire du lac Malawi, et de toute l'Afrique. Il a été introduit pour

l'apport en protéines dans de nombreux pays de la zone intertropicale (avec plus ou moins de réussite, et beaucoup de destructions et disparitions d'espèces autochtones, essentiellement à Madagascar).

6.1.1.2 Description

Les mâles mesure en moyenne 30cm et les femelles 20cm. Les individus de cette espèce possèdent un liseré rouge à la dorsale et à la caudale chez les 2 sexes. Le corps est gris clair à noir foncé suivant le sexe ou le stress, et ils ont la gorge blanche. Le dimorphisme sexuel est visible: Males noirs avec un bec de canard plus ou moins prononcé, la gorge blanche et un beau liseré rouge sur la dorsale et la caudale. Femelles grisâtres et plus petites.

C'est une espèce très résistante. Leur espérance de vie est de 12 ans. Il est très territorial et agressif.

6.1.1.3 Régime alimentaire

D'après la synthèse établie pas l'ORSTOM en 1988 "Biology and ecology of African freshwater fishes" ¹ *Oreochromis mossambicus* est **un microphage filtreur** qui consomme essentiellement du phytoplancton et des micro-détritus divers. Il peut se comporter en filtreur de pleine eau, mais il peut aussi se nourrir aux dépens de la pellicule détritique du fond riche en algues sédimentées. Il semble que les algues les mieux retenues par le filtre branchiospinal soient les Cyanophycées filamenteuses, cependant toutes les algues présentes dans le milieu peuvent être plus ou moins consommées selon les critères de taille, de forme, ou de leur adhérence plus ou moins grande vis-à-vis du mucus qui couvre les branchiospines. Dans son milieu, *Oreochromis mossambicus* se nourrit de différents types de nourriture selon sa localité géographique, suivant l'habitat et la niche écologique qu'il peuple (Source : wikipedia) : Il creuse et dévore les plantes (Source <http://www.aquabase.org>) , somme toute, il affiche un comportement alimentaire opportuniste ; les juvéniles sont en majorité omnivores, tandis que les adultes se nourrissent en majorité de détritus (source <http://www.issg.org>). Selon une autre source, il mange tout ce qu'il trouve, y compris les petits poissons (<http://cichlid1.free.fr/fiches/fiches.poissons/o.mossambicus1.html>). Ainsi, chez *Oreochromis mossambicus*, de Silva et al. (1984) et Maitipe et de Silva (1985) ont observé des régimes alimentaires totalement différents suivant les milieux dans lesquels se trouve le poisson. Entièrement carnivore dans certains petits barrages, il est totalement herbivore ou exclusivement détritivore dans d'autres ².

¹ C. Lévêque, M.N. Brutton, G.W. SSentongo, 1988, Biology and ecology of African freshwater fishes, ORSTOM Collection TRAVAUX ET DOCUMENTS n°216, 508p.

² http://aquatrop.cirad.fr/encyclopedie/especes_d_interet_aquacole/tilapia/

6.1.2 Reproduction

Le tilapia atteint sa maturité sexuelle très précocement (vers six mois et un poids qui peut être inférieur à 40g). La femelle se reproduit à fréquence très élevée : chaque cycle reproductif dure 1 à 1,5 mois, une femelle tilapia peut ainsi se reproduire jusqu'à 10 fois par an (CIRAD, 2002 : Mémento de l'agronome : La pisciculture et les élevages non conventionnels). Les Tilapias ont la particularité, comme la plupart des poissons de la famille des Cichlidae d'incuber les œufs dans leur bouche. A la période de reproduction, le mâle creuse une dépression (nid) dans le sol et y passe la majorité de son temps à harpeler les femelles de passages pour tenter une reproduction (Source : <http://www.aquabase.org>). La femelle dépose alors ses œufs dedans.

Fécondée par le mâle, la ponte est ensuite reprise par la femelle qui la couve dans sa bouche jusqu'à l'éclosion. Les alevins s'y réfugient au moindre danger, jusqu'à ce qu'ils deviennent plus indépendants. La femelle prend 300 -1800 œufs en bouche (www.fishbase.org). Les œufs sont incubés 3 à 5 jours. Les alevins restent dans la bouche de la femelle encore 10 à 15 jours de plus (Source : http://www.gcca.net/fom/Oreochromis_mossambicus.htm).

Lors de l'étude, de nombreux nids avec des mâles ont été observés essentiellement en eau peu profonde à proximité de la végétation. Des couples en train de parader ont été observés. Une activité de reproduction semble donc avoir lieu.

L'efficacité de la reproduction des tilapias, a des conséquences paradoxales: d'un côté cette aptitude qui permet une reproduction facile et rapide dans divers milieux tropicaux et subtropicaux explique l'intérêt accordé à ces espèces en pisciculture; d'un autre côté, elle est une source de problèmes car la prolifération des juvéniles en pisciculture, lorsqu'elle n'est pas contrôlée, et les compétitions alimentaires en résultant, conduisent à la production de populations de poissons de petites tailles, de faible valeur commerciale.

La période de reproduction varie en fonction des régions par exemple certains *Oreochromis* se reproduisent toute l'année dans les lacs équatoriaux (Lowe-McConnell, 1958), alors que dans des régions distantes de l'équateur, la même espèce présente une saison de reproduction bien définie durant les mois les plus chauds et les plus ensoleillés (Lowe-McConnell, 1958; Babiker et Ibrahim, 1979). Dans certains cas la reproduction apparaît liée à la saison des pluies (Aronson, 1957; Lowe-McConnell, 1958 et 1959; Hyder, 1969 et 1970a; Marshall, 1979). Tous les facteurs présentant une évolution saisonnière sont donc susceptibles de jouer un rôle notamment la température et la photopériode.

D'après ces remarques, Il serait intéressant de connaître la période totale de reproduction dans les lacs d'étude.

6.1.3 Effectifs, densités, et biomasses dans les lacs d'étude

6.1.4 Croissance d'*Oreochromis mossambicus* dans la zone d'étude

6.1.4.1 Établissement des relations poids-longueurs des individus capturées sur l'ensemble de la zone d'étude

La relation taille/poids a été étudiée sur les 167 individus capturés. La relation entre la longueur totale des poissons et leur poids a été établie pour l'ensemble des individus (Figure 43) et indépendamment pour les mâles (Figure 44) et les femelles (Figure 45). Parmi les individus capturés, on compte 76 mâles, 77 femelles et 14 juvéniles indéterminés.

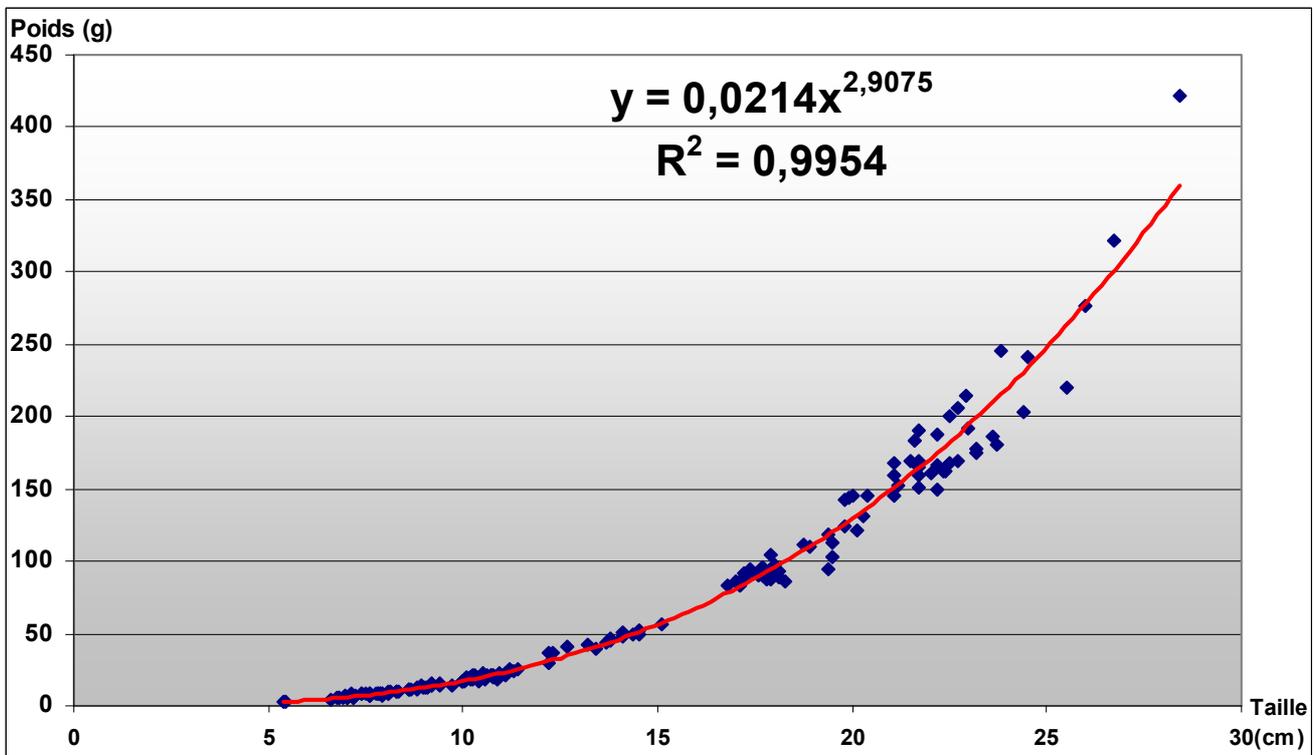


Figure 43 : Courbe exponentielle taille- poids du tilapia *Oreochromis mossambicus* (Mâles et femelles confondus)

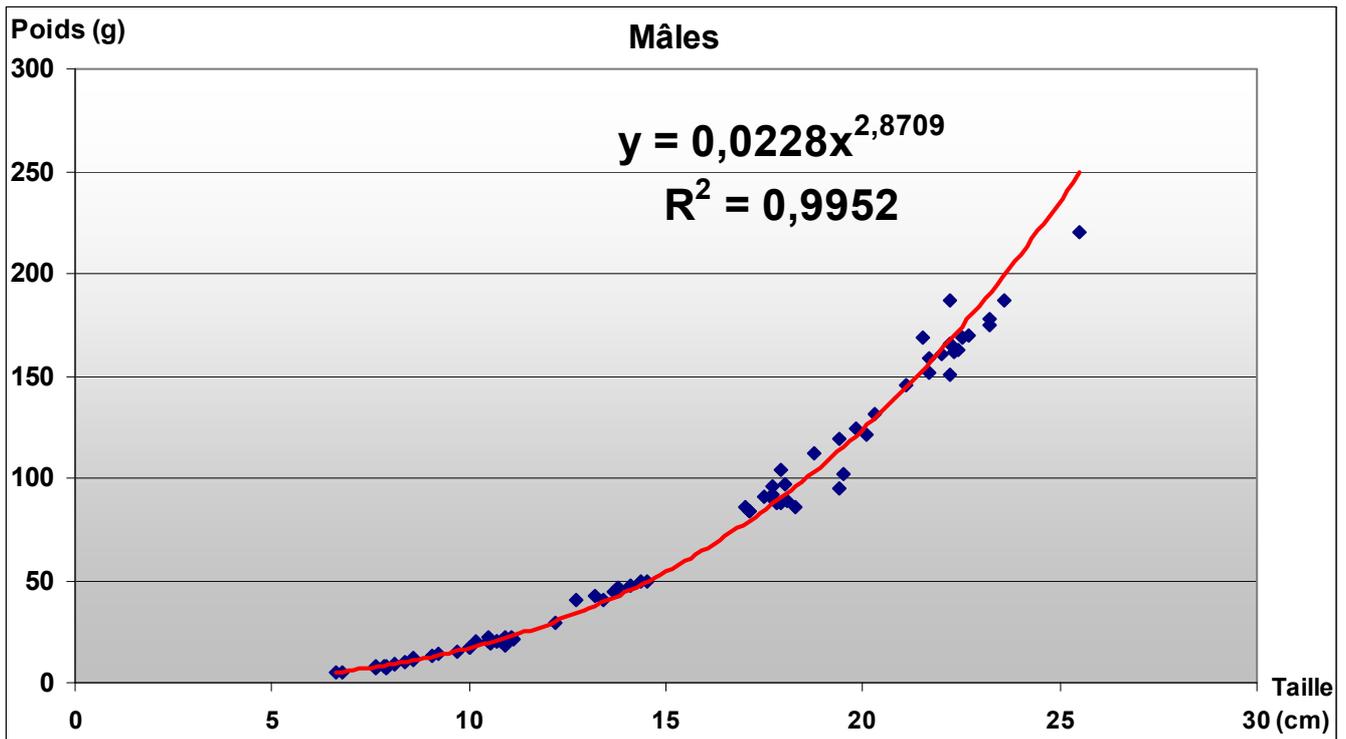


Figure 44 : Courbe exponentielle taille- poids du tilapia mâle *Oreochromis mossambicus*

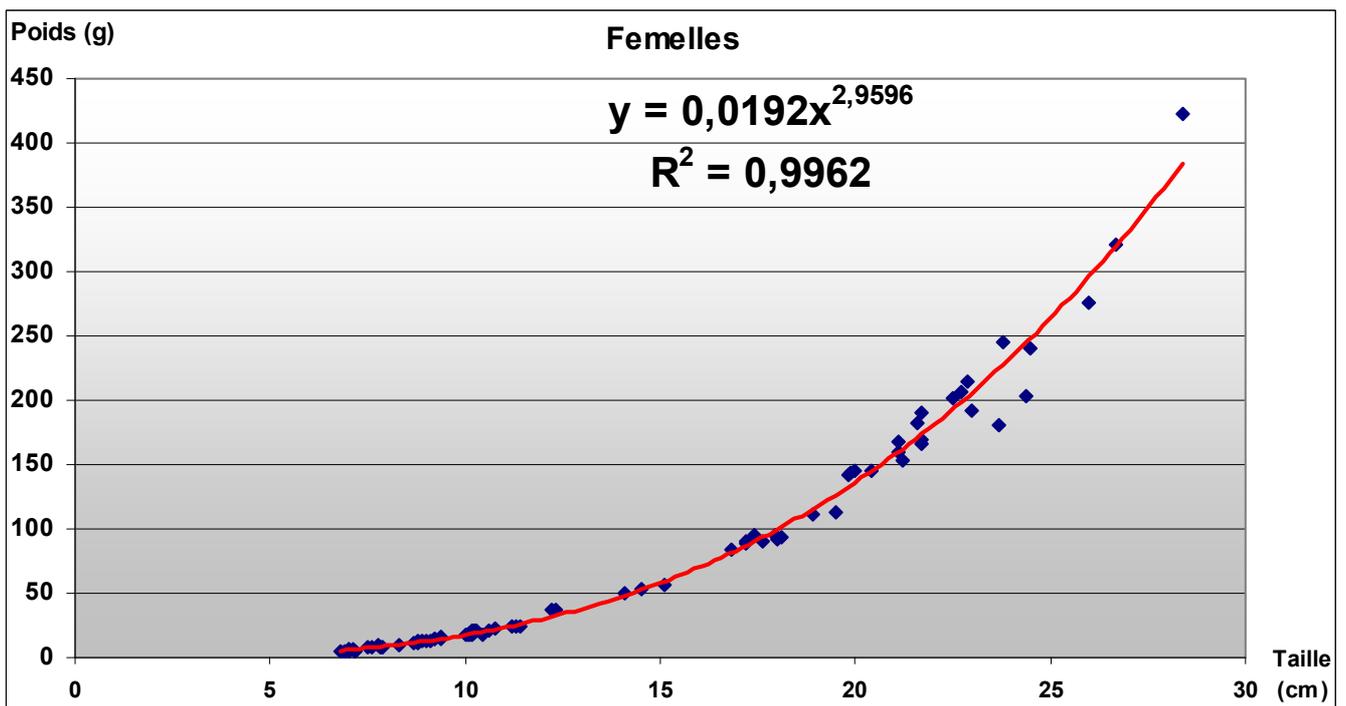


Figure 45 : Courbe exponentielle taille- poids du tilapia femelle *Oreochromis mossambicus*

On s'aperçoit que cette relation, établie par régression linéaire, est de type exponentiel dans les trois cas de figure. Elle est représentée par la relation (Le Cren, 1951) :

$$P_t = a L_t^b \text{ où}$$

P_t = poids total du poisson en g ; L_t = longueur totale du poisson en cm ; a et b sont des facteurs caractéristiques du milieu et de l'espèce. La valeur de la relation établie est donnée

par le paramètre R^2 qui varie de 0 (pas de relation) à 1 (relation parfaite). Dans notre cas les valeurs de R^2 sont très proches de 1.

Le Tableau 18 donne les équations et les différents facteurs obtenus:

Tableau 18: Relations taille- poids du tilapia *Oreochromis mossambicus*

R² = coefficient de corrélation, a et b = facteurs de milieux et de l'espèce

Relation Taille-Poids	Equation	R ²	a	b
Individus totaux	$Pt=0.0214*Lt^{2,9085}$	0,9954	0,0214	2,9085
Mâles	$Pt=0,0228*Lt^{2,8709}$	0,9952	0,0228	2,8709
Femelles	$Pt=0,0192*Lt^{2,9596}$	0,9962	0,0192	2,9596

Le coefficient b varie entre 2 et 4, mais il est souvent proche de 3. Il exprime la forme relative du corps d'un poisson. Lorsqu'il est égal à 3, la croissance est dite isométrique. Lorsqu'il s'en éloigne, ou du moins est différent de 3, la croissance est allométrique, le poisson est respectivement plus lourd ou moins lourd que sa taille. Un coefficient b supérieur à 3 indique une meilleure croissance en poids qu'en longueur et inversement (Micha, 1973 ; Ricker, 1980). Lors des pontes par exemple les poissons ont généralement un $b > 3$. Autrement dit la valeur de b est affectée par la nourriture disponible et/ou le stade de reproduction.

D'après le Tableau 18, les valeurs de b (< 3) révèlent que la croissance en longueur des populations de tilapias de la zone d'étude est supérieure à la croissance en poids. Il se pourrait donc que l'offre en nourriture limiterait la croissance du fait d'une population en nombre grandissante par rapport aux ressources alimentaires disponibles dans le milieu. On remarque tout de même un épaissement plus important chez les femelles que chez les mâles.

6.2 Espèces endémiques ou autochtones présentes

Une espèce endémique (*Nesogalaxias neocaledonicus*) et une espèce autochtone (*Anguilla marmorata*) sont présentes dans la zone d'étude.

6.2.1 *Nesogalaxias neocaledonicus*

Lors de notre étude, le *Nesogalaxias neocaledonicus* a été pêché en très faible nombre et uniquement dans le Lac en huit. Cependant d'après les observations réalisées de nuit cette espèce est présente en nombre non négligeable dans le Lac en 8 et le Grand Lac (Ceci a également été signalé par Marquet et al, 2003). Cette espèce semble cependant totalement absente dans le Lac en Y.

6.2.2 *Anguilla marmorata*

L'espèce autochtone *Anguilla marmorata* n'a été observée qu'une seule fois dans la zone d'étude, lors d'une plongée de nuit, dans le Lac en Y. Dans ce lac, plusieurs nasses ont été forcées et ouvertes. On peut émettre l'hypothèse que plusieurs anguilles seraient présentes.

6.2.3 Quelques caractéristiques du *Nesogalaxias neocaledonicus*

Le *Nesogalaxias neocaledonicus* appartient à la famille des Galaxiidae. Cette famille est caractérisée par l'absence de dents maxillaires, vomériennes et palatines. La ligne latérale est présente. Il existe 8 genres et une quarantaine d'espèces dans le monde.

6.2.3.1 Description

Le corps de cette espèce est allongé, cylindrique et légèrement comprimé. La tête est grande et déprimée, avec un museau arrondi, non proéminent, un peu plus large que long. Le corps est brun clair à gris argenté, mais un peu plus foncé sur le dos et le dessus de la tête. Le ventre est plus clair. Sa taille peut aller jusqu'à 75mm (40 à 50mm en moyenne).

6.2.3.2 Biologie

D'après Marquet et al., 2003, cette espèce préfère les eaux fraîches et les fonds rocheux présentant des crevasses et des fissures. Selon nos propres observations, *N. neocaledonicus* vit en banc dans les zones profondes sous les racines près des rives de la Rivière bleue, mais également dans les rapides et cascades (Rivière Bleue, Madeleine, Rivière Blanche). La nuit, ils se déplacent plus souvent seul (Madeleine, Lac en Huit). Sur le bord du Lac en Huit et du Grand Lac, il est plus facile à observer de nuit que de jour (il s'agit d'une espèce nocturne), nageant en pleine eau et le long du bord. C'est une espèce plutôt carnassière qui se nourrit de petits crustacés (Atyidae), voir d'insectes aquatiques. Actuellement, l'espèce devrait figurer dans la catégorie « en danger critique d'extinction » (CR), uniquement par son aire de répartition inférieure à 100km² et sa population fractionnée (selon les critères de l'UICN : www.redlist.org). La présence du Black-Bass et du tilapia dans son aire d'occurrence aggrave le danger d'extinction qui pèse sur le *Nesogalaxias*.

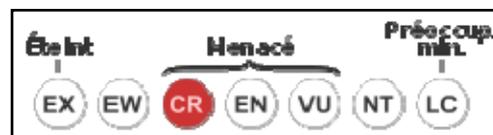


Figure 46 : Résumé des catégories de la liste rouge 2006
CR = Espèce en danger critique d'extinction

6.2.3.3 Distribution

Cette espèce, endémique de Nouvelle Calédonie, est connue uniquement de la région de la plaine des Lacs en Province Sud (Lac en 8, La rivière Bleue, la Rivière Blanche, la Madeleine, Grand Lac) située à 250m d'altitude. Les autres membres de cette famille

fréquentent les eaux douces froides australes (Nouvelle-Zélande, Australie, Afrique du Sud et Amérique du Sud).

6.2.4 Quelques caractéristiques d'*Anguilla marmorata*

L'*Anguilla marmorata* appartient à la famille des Anguillidae. Cette famille a des nageoires pectorales bien développées, une ligne latérale complète et de petites écailles cycloïdes. La mâchoire inférieure est plus longue que la mâchoire supérieure. Les espèces sont réparties en deux groupes distincts: le groupe Atlantique et le groupe Indo-Pacifique. Il n'existe qu'un seul genre avec 15 espèces.

6.2.4.1 Description

L'anguille marbrée a un corps allongé et serpentiforme. Les nageoires dorsale et anale confluent avec la nageoire caudale; les nageoires pectorales sont bien développées; les nageoires pelviennes sont absentes. L'espèce a été dénommée *marmorata* (de *marmor*, marbre) car le dos, chez l'adulte, est marbré de brun-noir sur un fond gris-jaune; cette pigmentation peut toutefois s'estomper. Le ventre est blanc. Au stade de la migration vers la mer, les femelles sont plus grandes que les mâles. Elles atteignent souvent 1,5m de long pour un poids de 3,5 à 9 kg. Les mâles ne mesurent que 40 à 70 cm de long.

6.2.4.2 Biologie

Elle vit dans les eaux courantes depuis les estuaires jusqu'au cours supérieur, mais aussi dans les eaux stagnantes. Elle se nourrit la nuit. Son régime alimentaire est de type opportuniste: elle consomme des crustacés (crevettes de creeks essentiellement) et des poissons (lochons) mais aussi des larves d'insectes aquatiques. C'est une espèce dite catadrome (migre en mer pour se reproduire). L'aire de ponte est encore hypothétique, située à l'est de Tahiti (Marquet et al, 2003).

6.2.4.3 Distribution

A. marmorata est présente dans toute la zone Indo-Pacifique. On la trouve aussi bien en Afrique, en Inde, au Japon ainsi que dans la majorité des îles du Pacifique Sud.

6.3 Interactions entre le tilapia et le *Nesogalaxias*

6.3.1 Définitions

Dans un environnement stable, deux espèces utilisant des ressources identiques, ne peuvent continuer à coexister. L'espèce la plus compétitive élimine l'autre. Les espèces doivent différer dans l'utilisation de leurs ressources pour que la coexistence soit possible.

Deux espèces sympatriques ne peuvent pas avoir la même niche écologique:

- Niche potentielle (=fondamentale) - Utilisée quand les compétiteurs sont absents

- Niche effective (=réelle) - Compétiteurs présents

La niche effective est réduite par rapport à la niche potentielle. La compétition joue un rôle très important en écologie des communautés.

6.3.2 Ethologies alimentaires

La plupart des poissons présentent un rythme d'alimentation déterminé. On observe ainsi que le tilapia a une activité essentiellement diurne, une activité moindre au cours des périodes crépusculaires, le *Nesogalaxias* du Lac en Huit et du Grand Lac semble strictement nocturne. L'existence de ces rythmes d'activité induit celle de populations actives distinctes, l'une diurne, l'autre nocturne, qui se relaient selon le rythme nycthéméral. Le changement de population semble s'effectuer au cours des périodes crépusculaires selon un ordre établi dépendant du niveau de l'intensité lumineuse.

Les espèces diurnes, les tilapias, sont herbivores, omnivores, ou détritivore, occasionnellement carnivores. Les juvéniles semblent avoir le même régime alimentaire que les *Nesogalaxias* (insectes et crustacés). Les espèces nocturnes –dont le *Nesogalaxias*- (tel que leurs cousins marins) sont toutes carnivores.

Une analyse stomacale a été effectuée (à titre d'essai) sur un (seul) tilapia adulte : les intestins contenaient des algues brunes, du débris et de la vase, des restes de feuilles, des mandibules de larves de libellules, des antennes de coléoptères aquatiques, des mollusques et quelques œufs (il n'est pas exclu qu'il provenait du tilapia même).

Le tilapia et le *Nesogalaxias* occupent donc le même biotope, mais pas forcément la même niche écologique. Leur rythme nycthéméral n'est pas le même, et leurs modes d'alimentation bien qu'adaptés aux facteurs environnementales, se chevauchent.

6.3.3 Répartition écologique

Le tilapia préfère les sols meubles, couvert de vase et de végétation aquatique, son habitat et son nid sont souvent éloigné du bord, et se situent plutôt vers le milieu du lac. Les *Nesogalaxias* vivent plutôt dans les espaces interstitielles de roches et de blocs en bordures de lacs (là où vivent également les crustacés dont ils se nourrissent). Sous l'influence de l'espèce introduite (le tilapia), les *Nesogalaxias* affichent un comportement plus farouche que ceux de la rivière Bleue ou ceux de la Madeleine. Dès l'apparition de tilapias, le *Nesogalaxias* disparaît. Ceci mettrait en avant une pression liée au tilapia (lié à sa prédation ou simplement à sa forte présence et sa territorialité).

En milieu continental, les espèces introduites constituent la seconde cause de disparition d'espèces (après la perte de l'habitat), et même la première cause si l'on considère les

milieux insulaires (Bright, 1998¹). Quand l'espèce introduite s'installe dans une niche écologique vacante, ou peu occupée comme s'est le cas dans les lacs d'étude, elle peut bouleverser le fonctionnement des écosystèmes indigènes en rentrant en compétition.

Le tilapia a été introduit dans une zone où une seule espèce de poisson était présente à l'origine, limitant ainsi la compétition interspécifique et facilitant considérablement son introduction et sa prolifération dans la zone.

De plus, un seul tilapia peut se reproduire jusqu'à 10 fois par an, avec 300 à 1800 œufs par ponte il atteindra facilement une longueur de 30 à 40cm, pour un poids de 500 – 1000g, tandis que l'espèce indigène mesure 7,5 à 10cm maximum pour quelques grammes.

Le *Nesogalaxias* n'est aucunement adapté à un tel envahisseur et le tilapia sera rapidement de plus en plus envahissant. En effet, les espèces introduites réduisent dans la plupart des cas la niche effective des espèces indigènes. De plus, lorsque les ressources seront limitantes à cause de ses effectifs grandissants, le tilapia, omnivore, pourrait se rabattre essentiellement, sur le *Nesogalaxias*, et entraîner inévitablement la disparition de cette ancienne espèce endémique.

Il peut aussi y avoir des effets autres (ou bien combinés) de cette introduction sur le *Nesogalaxias*. En effet, les espèces invasives comme le Tilapia, tendent à pulluler et peuvent modifier l'habitat par eutrophisation car elles sont très résistantes et particulièrement à de faible concentration en O₂. Si rien n'est fait, ces espèces peuvent donc devenir transformatrices de l'écosystème par eutrophisation, entraîner la disparition des *Nesogalaxias*, ainsi qu'un vieillissement prématuré des lacs.

Pour le moment, l'impact réel et la compétition pour les ressources sont difficiles à évaluer, le *Nesogalaxias* n'ayant jamais fait l'objet d'étude, aucune taille de population n'est donc connue. Il est de ce fait difficile d'évaluer l'évolution (déclin ou stabilité ?) de l'espèce endémique. Il faudrait de ce fait rapidement obtenir des données quantitatives concernant la population du *Nesogalaxias* et réaliser en parallèle des analyses stomacales de 100 à 300 tilapias.

6.4 Faune carcinologique

D'après les résultats, la famille des Atyidae est la seule famille de crevettes présente dans la zone d'étude. Elle est représentée par 3213 individus capturés lors des pêches électriques. D'après Marquet et al. 2003, les espèces de cette famille ont des allures de crevette, avec un

¹ BRIGHT C., 1998. Life out of bonds. Bioinvasion in a borderless world. Norton W.W. & Company publ., New York, London : 1-288.

corps allongé et comprimé latéralement. Les deux premiers péréiopodes P1 et P2 présentent des touffes de soies à l'extrémité de leurs doigts. Les adultes sont confinés presque exclusivement dans les eaux douces. Pour la très grande majorité d'entre eux, ils sont de petites tailles (tailles totales inférieures à 35 mm). Dans cette famille cinq genres sont présents en Nouvelle-Calédonie: Antecaridina, Atyoida, Atyopsis, Caridina et Paratya. Ce dernier genre est présent en Nouvelle-Calédonie avec 6 espèces (localisées surtout dans le Sud de la Grande Terre), alors qu'il n'est représenté que par une seule espèce dans les autres régions du Pacifique (Japon, Indonésie, Australie, Nouvelle-Zélande, Vietnam et Corée).

Dans la zone d'étude, les deux espèces *Paratya caledonica* et *Caridina nilotica*, représentant cette famille, avaient déjà été observées, lors d'études antérieures (Marquet et al. 2003) dans le Grand Lac et le Lac en Huit.

P. caledonica est l'espèce dominante sur l'ensemble de la zone d'étude. Il est important de noter que cette espèce est d'origine ancienne et endémique à la Calédonie. Son aire de répartition est surtout concentrée sur le Grand Sud. Il convient de préserver cette espèce d'éventuels impacts environnementaux. *Caridina nilotica* a aussi un intérêt car malgré qu'elle soit autochtone cette espèce est peu fréquente sur la Grande Terre. Elle a une répartition Indo-Pacifique de l'Afrique de l'Est à Madagascar jusqu'à Fidji, la Nouvelle-Calédonie, en passant par les Philippines et l'Indonésie.

En terme d'effectif, de densité, de biomasse et BUE, le Lac en 8 s'avère être le plus important de l'étude.

Aucune étude n'avait auparavant porté sur le Lac en Y. Il s'avère qu'aucune crevette ne soit présente dans ce lac. Ceci serait probablement dû au pH du Lac (très acide) qui empêcherait leur calcification et leur développement.

La faible biomasse des crevettes capturées sur l'ensemble de la zone d'étude, comparée à l'effectif important, s'explique par la petite taille, naturelle, des espèces capturées. La biomasse de *P. caledonica* est faible, corrélativement à leur effectif et comparée à *C. nilotica* car cette espèce est morphologiquement plus petite. De plus beaucoup de juvéniles de cette espèce ont été capturés.

6.5 Particularité du Lac en Y

Le pH dans le Lac en Y révèle que ce plan d'eau fait partie de la catégorie des lacs qualifié acide. L'acidification peut grandement appauvrir un plan d'eau, mais rarement au point d'éliminer toute vie. Certaines espèces de plantes (mousses et sphaignes), d'insectes aquatiques et de micro-organismes réussissent très bien à survivre dans un milieu fortement acide. D'après les observations réalisées dans ce lac, le Tilapia y est présent en très grande

densité. Dans ce type de Lac, il peut y avoir une compétition biologique qui peut favoriser certaines espèces résistantes et originellement absentes du plan d'eau.

Toutefois cette particularité physico-chimique du Lac en Y expliquerait l'absence totale de crevettes et peut être aussi celle du *Nesogalaxias*.

D'après les paramètres physicochimiques, la végétation aquatique, l'hydrologie et la configuration, la typologie de ce lac, correspond plus à celle d'une doline.

6.6 Intérêt des différentes techniques d'inventaire

Toutes les techniques de pêche et les observations ont été nécessaires et complémentaires à l'étude. Elles ont permis d'avoir le maximum de chance de répertorier l'ensemble des espèces animales introduites et envahissantes dans la zone d'étude.

En pêche commerciale, le principal avantage de la pêche aux filets maillants est sa sélectivité. En Effet, on ne capture que le poisson correspondant au maillage choisi. C'est un intérêt écologique réel car les juvéniles sont épargnés. Cependant cette technique, utilisé à des fins scientifiques, n'est pas adaptée aux inventaires quantitatif mais seulement qualitatif. En terme quantitatif seul les captures et les biomasses par unité d'effort (CPUE et BPUE) peuvent être estimées. Pour avoir un aspect quantitatif avec cette méthode, ceci est très difficiles et approximatif car seul l'établissement de modèles mathématiques complexe basés sur une multitude de paramètres liés à l'environnement, sur la technique de pêche, les différents maillages et l'espèce pêchée peuvent amener à ce résultat.

De plus, les filets maillants ne tiennent compte que des espèces de taille plus ou moins importante, effectuant des déplacements, et sont utilisés dans des zones spécifiques (pas adapté en bordure et zone peu profonde).

Cette complémentarité et l'utilité des différentes techniques d'inventaire peuvent être authentifiées par quelques exemples bien précis:

- Dans le Lac en Y, les 6 individus capturés par filet aurait pu amener à la conclusion que le *Tilapia* est peu présent dans la zone. Cependant des bancs très importants de juvéniles et d'adultes de taille moyenne ont été observés lors de la plongée de jour révélant une très forte pression de cette espèce introduite. Lors de la plongée de nuit, beaucoup d'individus ont été observés en train de dormir au fond ainsi qu'une anguille en activité.
- Les observations de nuit en bordure ont permis de voir l'abondance des *Nesogalaxias* dans le Grand Lac et le Lac en Y alors que si la pêche électrique aurait été uniquement prise en compte nous en serions venu à la conclusion que cette espèce est très rare dans la zone d'étude, voire en extinction.
- Les pêches électriques ont permis cependant de mettre en évidence la présence des crevettes. Elles ont pu être identifiées et quantifiées.

- Les nasses étaient sensées mettre en évidence la présence éventuelle de la tortue de Floride mais aucune n'a été attrapée probablement en raison de son absence dans la zone d'étude ou bien de son estivation possible.

7 Recommandations

7.1 Données hydrologiques

7.1.1 Temps de renouvellement

Pour avoir cette indication, il est nécessaire de connaître le module annuel des lacs. Ce dernier est estimé par les débits spécifiques moyens annuels. Il serait donc intéressant de procéder à une campagne de jaugeage afin de déterminer le temps de renouvellement des lacs.

7.2 Relevés de la qualité des eaux

7.2.1 Stratification estivale

Il serait intéressant de connaître si une stratification en termes de température et d'oxygène dissous a lieu dans les lacs d'étude. On pourrait évaluer et prévenir les risques d'eutrophisation des lacs.

7.2.2 Transparence disque de Secchi

La transparence au disque de Secchi est une des mesures les plus universelles utilisées en limnologie (sciences des lacs). Ce simple appareil intègre plusieurs facteurs que sont la turbidité, la couleur et la quantité d'algues planctoniques. Il est facile de reconduire ce test en fabriquant le disque selon les directives de la FAPEL (2003), le but étant d'établir une moyenne et de préciser les minimums atteints. Les valeurs seront identifiées dans une plage basée selon des critères spécifiques aux lacs calédoniens.

7.2.3 Biomasse planctonique

Le poids sec de seston représente une mesure de la productivité biologique du lac. En résumé, la méthode (décrite précédemment) se résume à filtrer un demi mètre cube d'eau pour en recueillir la partie animale du plancton, le zooplancton, lequel est plus grossier que le phytoplancton et trop peu mobile pour échapper au filet. Celui-ci peut également capturer des particules mortes ou autres, d'où le nom de seston, *i.e.* tout ce qui dérive.

La Chlorophylle α est un bon indicateur pour estimer l'état du lac selon l'index développé par Carlson, 1977¹ tel qu'exprimé dans le tableau ci-dessous.

¹ CARLSON, R. E., 1977. "A trophic index for lakes", *Limnology and Oceanography*, vol. 22, p. 361-369.

Tableau 19 : Taux de chlorophylle α /lac

<i>Age</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>
Jeune (oligotrophe)		2 $\mu\text{g/L}$
Moyen (mésotrophe)	2 $\mu\text{g/L}$	10 $\mu\text{g/L}$
Vieux (eutrophe)	10 $\mu\text{g/L}$	25 $\mu\text{g/L}$

7.2.4 Le relevé bactériologique

Une quantité élevée de micro-organismes dans l'eau d'un lac signale l'existence d'une contamination dont il faut trouver la source. Le niveau de la contamination est déterminé en dénombrant les coliformes totaux. Dans les eaux brutes, la quantité de coliformes constitue un indicateur de probabilité de la présence de bactéries pathogènes tels la leptospirose, et – dans d'autres pays-, la dysenterie et le choléra. Les résultats d'un relevé bactériologique doivent toujours être interprétés de façon très prudente, car ils peuvent varier selon les conditions ponctuelles de l'échantillonnage.

Il serait donc intéressant d'effectuer ces tests car une pression anthropique se fait ressentir aux alentours essentiellement du Grand Lac (rejets des eaux usagers de la station d'épuration du camp des géologues et de la pépinière, pompage de l'eau directement dans le lac,...)

7.3 Informations sur le tilapia dans la zone d'étude

Afin de limiter les impacts probables d'une espèce introduite, et afin de lutter et de réagir rapidement face à celle-ci (éradication, contrôle, confinement), il est important de connaître en détail la biologie de l'individu dans son milieu d'introduction. Suivant l'habitat rencontré une espèce introduite va pouvoir réagir différemment et s'adapter suivant les ressources disponibles pour devenir par la suite envahissante et peut être transformatrice de l'écosystème.

Il serait donc intéressant de savoir :

- si les populations présentes ne sont pas des hybrides entre *O. mossambicus* et *Sarotherodon occidentalis*. Une étude plus poussée sur les caractères morphologiques et génétiques permettrait de connaître la véritable identité de cette espèce et de connaître les déplacements et isolements géographiques probables des populations,
- La période de reproduction (toute l'année ou saisonnière) et les taux de fécondité dans la zone d'étude,
- Le régime alimentaire car il y a de forte chance que cette espèce soit déjà compétitrice en terme de ressources alimentaires (crevettes) ou prédatrice du

Nesogalaxias. Pour cela, seules des analyses stomacales permettraient d'affirmer ces hypothèses.

7.4 Étude de l'espèce endémique, le *Nesogalaxias neocaledonicus*

L'étude de *N. neocaledonicus* présente un grand intérêt de part le caractère endémique de cette espèce qui lui confère une grande valeur patrimoniale et de part sa raréfaction. Au niveau mondial.

Afin de mettre en place un plan de conservation de cette espèce dans la zone d'étude, il serait intéressant de connaître sa répartition de l'habitat (journalière et nocturne), son abondance réelle (données quantitatives) et ses caractéristiques biologiques (cycle et fréquence de reproduction). Notre bureau collabore à ce sujet avec deux chercheurs spécialistes des Galaxiidae, dont un d'une Université d'Australie et un autre de Nouvelle-Zélande (National Institute of Water & Atmospheric Research Search, NIWA) pour mettre au point la méthode la plus adaptée de capture sans menacer la population des Nesogalaxias.

7.5 Éradication des espèces introduites

L'introduction d'espèces est considérée comme l'un des grands problèmes environnementaux du XXIème siècle par les organismes internationaux. Les espèces introduites, comme les disparitions d'espèces, les urbanisations gagnées sur la mer et la pollution radioactive, se situent parmi les impacts les plus graves, en raison de leur quasi-**irréversibilité** à l'échelle humaine. On estime, à l'heure actuelle, que ce phénomène est responsable d'un tiers des pertes de la biodiversité mondiale. Les évaluations des coûts économiques et environnementaux des espèces introduites par le passé ont ainsi conduit certains pays à mettre en place une politique contraignante pour la maîtrise de ce phénomène. En revanche, en Europe, l'intégration dans les législations nationales des mesures préconisées dans les instruments internationaux reste exceptionnelle. En Nouvelle-Calédonie, elle est en cours d'élaboration.

Le tilapia est une espèce introduite devenu pleinement envahissante en Calédonie. Il prolifère dans de nombreux cours d'eau et plan d'eau de la grande terre. Il menace de disparition non seulement le poisson Nesogalaxias, mais également plusieurs espèces d'invertébrés inféodés uniquement au Lac en Huit et au Grand Lac.

La seule solution de conservation de la biodiversité dans la plaine des Lacs face à cette espèce introduite aurait été son éradication totale de la zone. Le PILN (Pacific Invasives Learning Network) a quelques expériences en matière d'éradication de tilapia. Il serait judicieux de les contacter pour obtenir des informations sur les méthodes, leur coût et leur efficacité.

Quelques méthodes de lutte contre le Tilapia, en vue de son éradication, ont déjà été testées dans certains pays comme par exemple:

- L'assèchement total des plans d'eau où l'espèce est présente
- Utilisation d'un hydrocarbure chloré Aldrex 40 (Aldrin a dilué 40 pour cent). C'est un poison de contact, largement utilisé comme un insecticide.
- Utilisation de la Rotenone.
- Insertion d'un courant électrique dans la voie navigable par une anode qui apporte l'espèce natale au sommet du ruisseau.

Cependant ces méthodes ne sont absolument pas respectueuses de l'environnement. De plus elles déciment toutes les espèces présentes, et demandent d'important moyen sans pour autant garantir sa totale disparition ou une nouvelle introduction.

Une fois qu'une espèce est introduite, puisqu'il n'est guère possible de l'éradiquer, il est donc nécessaire de la contrôler, c'est-à-dire d'en limiter l'expansion ou l'abondance dans des limites acceptables.

C'est ce qu'il conviendrait de faire dans le cas du Tilapia : l'empêcher de progresser dans des espaces à haute valeur patrimoniale, tels que le Parc National et le contenir dans les régions où il est fortement implanté, en surveillant les régions où il n'est pas encore présent.

Pour cela une stratégie de contrôle et de prévention doit être mise en place.

Il est clair que la prévention des introductions est essentielle. La France, en la matière, comparée aux autres grands pays développés, apparaît comme l'un des pays les plus laxistes. A vrai dire, sa législation est quasi-inexistante. Ce n'est donc pas un hasard si près de 50% des espèces marines introduites en Europe ont eu la France pour pays d'introduction (Ribera et Boudouresque, 1995¹); naturellement, une fois introduite (introduction primaire), une espèce ne respecte pas les frontières politiques, et la plupart de ces espèces se sont étendues à d'autres pays. Pourtant, s'il n'est pas possible d'éviter toutes les introductions, il apparaît qu'au moins 90% d'entre-elles pourraient être facilement évitées, sans contraintes excessives pour le public comme pour les usages économiques. Autant que l'on sache, l'Australie, la Nouvelle Zélande, le Canada et les Etats-Unis, dont les législations sont pourtant très strictes, ne sont pas perçus comme des « enfers réglementaires ».

¹ RIBERA M.A., BOUDOURESQUE C.F., 1995. Introduced marine plants, with special reference to macroalgae : mechanisms and impact. *Progress in phycological Research*, ROUND F.E., CHAPMAN D.J. édit., Biopress Ltd publ., UK , 11 : 187-268.

8 Conclusion

En guise de conclusion, nous proposons, les avenues suivantes comme le début d'un plan de conservation du Lac:

8.1 *Conserver avant tout l'unique biodiversité*

(poissons, crustacés, mollusques et autres invertébrés) :

Mesure d'urgence :

- Etudier le cycle biologique du Nesogalaxias et récolter des données quantitatives permettant suivre l'évolution du stock en collaboration avec des experts de Galaxiidae,
- Etude de croissance et de reproduction du Nesogalaxias en captivité (en aquarium),
- Inventorier la présence des autres invertébrés,
- Réaliser des analyses stomacales de tilapias.
- Prendre contact avec des spécialistes de la lutte contre les espèces invasives et élaborer un plan d'action pour diminuer l'impact et le taux d'invasion exponentiel du tilapia.
- Reconduire une campagne de pose de nasses pour vérifier une éventuelle présence de tortues de Floride.

8.2 *Contrôler la stabilité de la qualité physico-chimique*

- Interdire l'épandage d'engrais chimique dans l'encadrement forestier des lacs ou lié à la pépinière,
- Exhorter les riverains à utiliser du savon exempt de phosphate,
- Demander une étude d'impact à tous projets du bassin versant susceptibles de faire en sorte que la concentration en phosphore du lac ne dépasse le critère de 10 µg/L,
- Entreprendre un inventaire de la qualité de l'écoulement de surface associé au réseau routier dans le but de diminuer les apports de sédiments au lac,
- Suivre la qualité de l'eau par une analyse physico-chimique tous les 2 ou 3 ans incluant la mesure du phosphore au retournement printanier,
- Suivre la transparence de l'eau au moins 3 ou 4 fois par été (à l'aide d'un disque Secchi)

8.3 *Etudier et restaurer les berges*

- Faire la caractérisation des rives,

- Révégétaliser les rives qui sont en soi des éléments épurateurs des terrains bordant le lac.

8.4 Communiquer sur les valeurs patrimoniales et les dangers des espèces introduites

Par manque de connaissance ou ignorance, de nombreuses personnes nourrissent les tilapias pour qu'ils grandissent rapidement !

Quelques panneaux simples pourraient être mise en place pour avertir les visiteurs, les personnes de passages ou celles qui travailleraient à proximité des richesses naturelles et des dangers des espèces introduites.

9 Bibliographie

ARRIGNON, J., 1991. Aménagement piscicole des eaux douces (4e édition). Technique et Documentation Lavoisier, Paris. 631 p.

CHAUVET C., 1999. Résultats d'une expérience de marquage dans une population exploitée de *Micropterus salmoides* (Centrarchidae), 35 ans après son introduction en Nouvelle-Calédonie = Results of a tagging survey in an exploited population of *Micropterus salmoides* (Centrarchidae), 35 years after introducing in New Caledonia. *Cybiurn*, 1999, vol. 23, no4, pp. 401-412.

GARGOMINY O., BOUCHET PH., PASCAL M., JAFFRE T. & TOURNEUR J.-CH. , 1996. Conséquences des introductions d'espèces animales et végétales sur la biodiversité en Nouvelle-Calédonie. *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, Vol. 51.

DANLOUX J. ET LAGANIER R., 1991. Classification et quantification des phénomènes d'érosion, de transport et de sédimentation sur les bassins touchés par l'exploitation minière en Nouvelle-Calédonie *Hydrol. continent.*, vol. 6, no 1, 1991: 1528

DE SILVA, S.S., MJC. PERERA AND P. MAITIPE. 1984. The composition, nutritional status and digestibility of the diets of *Sarotherodon mossambicus* populations from nine man-made lakes in Sri Lanka. *Environ. Biol. Fish.* 11:206-219.

ERBIO, 2005. Ecosystèmes d'eau douce. Rapport de synthèse pour la Caractérisation de l'état initial. 85 p.

HOLTHUIS, 1969. Etudes hydrobiologiques en Nouvelle Calédonie (Mission 1965 du Premier Institut de Zoologie de l'Université de Vienne). The freshwater shrimps (Crustacea Decapoda, Natantia) of New Caledonia.

HORTLE, K.G. PEARSON R.G., 1990. Fauna of the Annan River system, Far North Queensland, with reference to the impact of tin mining. I. Fishes. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research* 41, 6. pp 677-694

MAITIPE, P. AND S.S. DE SILVA. 1985. Switches between zoophagy, phytophagy and detritivory of *Sarotherodon mossambicus* (Peters) populations in twelve man-made Sri Lankan lakes. *J. Fish Biol.* 26:49-61.

MALAVOI J. ET SOUCHON Y., 1989. Méthodologie de description et quantification des variables morphodynamiques d'un cours d'eau à fond caillouteux. *Rev. De Géog. De Lyon*, Vol. 64, N° 4, pp. 252 – 259.

MARQUET G., KEITH P. ET E. VIGNEUX, 2003. Atlas des poissons et des crustacés d'eau douce de Nouvelle-Calédonie. *Patrimoines Naturels*, 58 : 282P.

MOUTOU, E (1983). -Introductions dans les îles : l'exemple de l'île de la Réunion. *C. R. Soc. Biogéogc*, 59 (2) : 201-211.

SIMBERLOFF, D. (1995). -Why do introduced species appear to devastate islands more than mainland areas, *Pacific Science*, 49 (1) : 87-97.

SEBER G.A.F., 1982, *The Estimation of Animal Abundance and Related Parameters*.

ANNEXE 1 : Liste des captures

Lac	Date de capture	Type de pêche	Code Station	Nbre de poissons capturés	Espèce	Longueur (cm)	Masse (g)	Masse totale	Sexe (sans œufs/ œufs)	Anomalie		
Lac en 8	03/12/2008	Filet	LE8-PF-01	3	<i>Oreochromis mossambicus</i>	12,3	37,3		femelle			
					<i>Oreochromis mossambicus</i>	10,3	20,7		femelle			
					<i>Oreochromis mossambicus</i>	10,5	20,5		mâle			
			LE8-PF-02	3	<i>Oreochromis mossambicus</i>	17,2	88,8		femelle (gravide)			
					<i>Oreochromis mossambicus</i>	23,7	180,1		femelle (gravide)			
					<i>Oreochromis mossambicus</i>	17	85,8		mâle			
	08/12/2008	Filet	LE8-PF-09	1	<i>Oreochromis mossambicus</i>	22,34	161,9		mâle			
			LE8-PF-10	0								
	03/12/2008	Nasse	LE8-NA-01	0								
			LE8-NA-02	0								
			LE8-NA-03	0								
			LE8-NA-04	0								
			LE8-NA-05	0								
			LE8-NA-06	0								
	08/12/2008		LE8-NA-07	0								
			LE8-NA-08	0								
			LE8-NA-09	0								
			LE8-NA-10	0								
			LE8-NA-11	0								
			LE8-NA-12	0								
			LE8-NA-13	0								
			LE8-NA-14	0								
	15/12/2008	Filet	LE8-PF-03D	3	<i>Oreochromis mossambicus</i>	22,4	162,7		mâle			
<i>Oreochromis mossambicus</i>					12,22	37,2		femelle				
<i>Oreochromis mossambicus</i>					7,16	5,5		femelle				
LE8-PF-04			6	<i>Oreochromis mossambicus</i>	10,05	17,5		femelle				
				<i>Oreochromis mossambicus</i>	14,38	49,6		mâle				
				<i>Oreochromis mossambicus</i>	10,25	18,8		femelle				
				<i>Oreochromis mossambicus</i>	10,75	21,8		femelle				

					<i>Oreochromis mossambicus</i>	16,8	83,6		femelle
					<i>Oreochromis mossambicus</i>	10,1	18,1		femelle
			LE8-PF-05	6	<i>Oreochromis mossambicus</i>	17,6	90,1		femelle
					<i>Oreochromis mossambicus</i>	17,9	103,7		mâle
					<i>Oreochromis mossambicus</i>	20,3	131,7		mâle
					<i>Oreochromis mossambicus</i>	19,9	143,6		femelle
					<i>Oreochromis mossambicus</i>	21,7	169,3		femelle
					<i>Oreochromis mossambicus</i>	21,2	152,8		femelle
			LE8-PF-06	16	<i>Oreochromis mossambicus</i>	10	17		mâle
					<i>Oreochromis mossambicus</i>	10,72	20,6		mâle
					<i>Oreochromis mossambicus</i>	10,23	20,7		femelle
					<i>Oreochromis mossambicus</i>	10,94	22,6		mâle
					<i>Oreochromis mossambicus</i>	11,28	24,6		femelle
					<i>Oreochromis mossambicus</i>	11,19	24,7		femelle
					<i>Oreochromis mossambicus</i>	13,81	45,6		mâle
					<i>Oreochromis mossambicus</i>	14,12	47,7		mâle
					<i>Oreochromis mossambicus</i>	18	97,4		mâle
					<i>Oreochromis mossambicus</i>	17,1	83,7		mâle
					<i>Oreochromis mossambicus</i>	19,4	94,7		mâle
					<i>Oreochromis mossambicus</i>	17,95	95,5		femelle
					<i>Oreochromis mossambicus</i>	18,3	85,5		mâle
					<i>Oreochromis mossambicus</i>	19,4	119,1		mâle
					<i>Oreochromis mossambicus</i>	22,2	165,8		mâle
					<i>Oreochromis mossambicus</i>	10,52	22,5		mâle
			LE8-PF-Nuit-01	4	<i>Oreochromis mossambicus</i>	7,25	6,4		juvénile indéterminé
					<i>Oreochromis mossambicus</i>	13,8	46,9		mâle
					<i>Oreochromis mossambicus</i>	15,1	56,7		femelle
					<i>Oreochromis mossambicus</i>	23,8	245,2		femelle
			LE8-PF-Nuit-02	24	<i>Oreochromis mossambicus</i>	21,1	168,4		femelle
					<i>Oreochromis mossambicus</i>	17,2	91		femelle
					<i>Oreochromis mossambicus</i>	14,5	49,4		mâle
					<i>Oreochromis mossambicus</i>	17,9	87,7		mâle
					<i>Oreochromis mossambicus</i>	17,8	88		mâle

					<i>Oreochromis mossambicus</i>	13,7	44		mâle	
					<i>Oreochromis mossambicus</i>	14,5	52,5		femelle	
					<i>Oreochromis mossambicus</i>	13,4	40,1		mâle	
					<i>Oreochromis mossambicus</i>	10,56	18,7		mâle	
					<i>Oreochromis mossambicus</i>	10	17,1		femelle	
					<i>Oreochromis mossambicus</i>	10,7	20,5		mâle	
					<i>Oreochromis mossambicus</i>	23,6	186,5		mâle	
					<i>Oreochromis mossambicus</i>	18,1	88,4		mâle	
					<i>Oreochromis mossambicus</i>	19,5	102,3		mâle	
					<i>Oreochromis mossambicus</i>	24,4	203,5		femelle	
					<i>Oreochromis mossambicus</i>	22,5	168,2		mâle	
					<i>Oreochromis mossambicus</i>	18,9	110,6		femelle	
					<i>Oreochromis mossambicus</i>	17,4	94,4		femelle	
					<i>Oreochromis mossambicus</i>	20	145,7		femelle	
					<i>Oreochromis mossambicus</i>	13,2	42		mâle	
					<i>Oreochromis mossambicus</i>	12,7	40,9		mâle	
					<i>Oreochromis mossambicus</i>	10,5	20,7		mâle	
					<i>Oreochromis mossambicus</i>	10,4	19,7		juvénile indéterminé	
					<i>Oreochromis mossambicus</i>	10,2	18,5		femelle	
	15/12/2008	Nasse	LE8-NA-01	0						
			LE8-NA-02	0						
			LE8-NA-15	0						
			LE8-NA-04	6	<i>Oreochromis mossambicus</i>	7,76	9		femelle	
		<i>Oreochromis mossambicus</i>			6,96	6,7		juvénile indéterminé		
		<i>Oreochromis mossambicus</i>			7,14	8		juvénile indéterminé		
		<i>Oreochromis mossambicus</i>			8,14	10,2		juvénile indéterminé		
		<i>Oreochromis mossambicus</i>			5,44	3		juvénile indéterminé		
		<i>Oreochromis mossambicus</i>			5,39	2,6		juvénile indéterminé		
			LE8-NA-05	0						
			LE8-NA-16	0						
			LE8-NA-17	0						
			LE8-NA-18	0						
			LE8-NA-19	0						
			LE8-NA-20	0						

			LE8-NA-21	0						
			LE8-NA-22	31	<i>Oreochromis mossambicus</i>	12,2	29,6		mâle	
		<i>Oreochromis mossambicus</i>			10,1	19,1		femelle		
		<i>Oreochromis mossambicus</i>			10,2	20,4		femelle		
		<i>Oreochromis mossambicus</i>			9,4	14		femelle		
		<i>Oreochromis mossambicus</i>			9,2	14,8		femelle		
		<i>Oreochromis mossambicus</i>			8,8	12,7		femelle		
		<i>Oreochromis mossambicus</i>			9,2	15,1		femelle		
		<i>Oreochromis mossambicus</i>			8,6	11,8		mâle		
		<i>Oreochromis mossambicus</i>			7,4	8,2		juvénile indéterminé		
		<i>Oreochromis mossambicus</i>			8,3	10		juvénile indéterminé		
		<i>Oreochromis mossambicus</i>			9,2	14,4		mâle		
		<i>Oreochromis mossambicus</i>			8,9	13,5		femelle		
		<i>Oreochromis mossambicus</i>			10	16,9		mâle		
		<i>Oreochromis mossambicus</i>			9,4	15,8		femelle		
		<i>Oreochromis mossambicus</i>			9,1	13,1		femelle		
		<i>Oreochromis mossambicus</i>			8,6	10,8		mâle		
		<i>Oreochromis mossambicus</i>			7,5	8,5		femelle		
		<i>Oreochromis mossambicus</i>			8,8	11,3		femelle		
		<i>Oreochromis mossambicus</i>			7,4	8		juvénile indéterminé		
		<i>Oreochromis mossambicus</i>			8,1	8,9		mâle		
		<i>Oreochromis mossambicus</i>			7,9	8,2		femelle		
		<i>Oreochromis mossambicus</i>			9	12,2		femelle		
		<i>Oreochromis mossambicus</i>			8,1	9,1		juvénile indéterminé		
		<i>Oreochromis mossambicus</i>			7,9	8,1		femelle		
		<i>Oreochromis mossambicus</i>			8,1	9,5		mâle		
		<i>Oreochromis mossambicus</i>			7,8	8,8		femelle		
		<i>Oreochromis mossambicus</i>			7,8	7,8		juvénile indéterminé		
		<i>Oreochromis mossambicus</i>	7,6	7,2		juvénile indéterminé				
		<i>Oreochromis mossambicus</i>	10,2	20		mâle				
		<i>Oreochromis mossambicus</i>	8,3	9,9		femelle				
		<i>Oreochromis mossambicus</i>	7,6	8,6		femelle				
16/12/2008	Filet	LE8-PF-07								
16/12/2008		LE8-PF-08								

	16/12/2008		LE8-PF-11								
	16/12/2008		LE8-PF-12								
	16/12/2008		LE8-PF-Nuit-03								
	16/12/2008		LE8-PF-Nuit-04								
	16/12/2008	Nasse	LE8-NA-23								
	16/12/2008		LE8-NA-24								
	16/12/2008		LE8-NA-25								
	16/12/2008		LE8-NA-26								
	16/12/2008		LE8-NA-27								
	16/12/2008		LE8-NA-28								
	16/12/2008		LE8-NA-29								
	16/12/2008		LE8-NA-30								
	16/12/2008		LE8-NA-31								
	16/12/2008		LE8-NA-32								
Grand Lac	17/12/2008	Filet	LE8-PF-13								
			LE8-PF-14	<i>Oreochromis mossambicus</i>	17,7	89,7	mâle				
				<i>Oreochromis mossambicus</i>	17,7	96,1	mâle				
				<i>Oreochromis mossambicus</i>	18,75	112	mâle				
				<i>Oreochromis mossambicus</i>	10,8	20,2	mâle				
				<i>Oreochromis mossambicus</i>	26	276,3	femelle				
			GDL-PF-Nuit-01								
			GDL-PF-Nuit-02	<i>Oreochromis mossambicus</i>	17,5	91,3	mâle				
				<i>Oreochromis mossambicus</i>	21,1	160,1	femelle				
				<i>Oreochromis mossambicus</i>	18,1	92,8	femelle				
Nasse	GDL-NA-01	<i>Oreochromis mossambicus</i>	7,16	5,1	femelle						
	GDL-NA-02										
	GDL-NA-03										
	GDL-NA-04										
	GDL-NA-05										
	GDL-NA-06										
	GDL-NA-07										
GDL-NA-08											
GDL-NA-09											
GDL-NA-10											

		GDL-NA-11							
18/12/2008	Nasse	GDL-NA-12							
		GDL-NA-13	<i>Oreochromis mossambicus</i>	8,36	10		mâle		
			<i>Oreochromis mossambicus</i>	11,09	22,5		mâle		
			<i>Oreochromis mossambicus</i>	7	5,5		femelle		
			<i>Oreochromis mossambicus</i>	9,05	12,7		mâle		
			<i>Oreochromis mossambicus</i>	7,85	7,8		mâle		
			<i>Oreochromis mossambicus</i>	9,71	14,8		mâle		
			<i>Oreochromis mossambicus</i>	8,66	11,9		femelle		
	GDL-NA-14								
	GDL-NA-15								
	Filet	GDL-PF-01	<i>Oreochromis mossambicus</i>	22	160,2		mâle		
			<i>Oreochromis mossambicus</i>	19,8	124,7		mâle		
			<i>Oreochromis mossambicus</i>	22,7	206,4		femelle		
			<i>Oreochromis mossambicus</i>	21,7	190,9		femelle		
			<i>Oreochromis mossambicus</i>	24,5	241,1		femelle		
			<i>Oreochromis mossambicus</i>	22,9	213,9		femelle		
			<i>Oreochromis mossambicus</i>	21,6	182,9		femelle		
			<i>Oreochromis mossambicus</i>	19,8	142,2		femelle		
			<i>Oreochromis mossambicus</i>	18	91,9		femelle		
			<i>Oreochromis mossambicus</i>	22,2	165,5		mâle		
<i>Oreochromis mossambicus</i>			22,7	169,6		mâle			
<i>Oreochromis mossambicus</i>			21,7	151,5		mâle			
<i>Oreochromis mossambicus</i>			17,1	83,5		mâle			
<i>Oreochromis mossambicus</i>			20,1	121,7		mâle			
<i>Oreochromis mossambicus</i>			17,7	91,5		mâle			
<i>Oreochromis mossambicus</i>			14,1	50,1		femelle			
<i>Oreochromis mossambicus</i>			11,4	24,7		femelle			
GDL-PF-02									
GDL-PF-03									

19/12/2008	Nasse	GDL-PF-04		<i>Oreochromis mossambicus</i>	11,11	20,8		mâle		
		GDL-PF-13								
		GDL-PF-12								
		GDL-PF-nuit-03	4			<i>Oreochromis mossambicus</i>	25,5	219,8		mâle
						<i>Oreochromis mossambicus</i>	22,2	187		mâle
						<i>Oreochromis mossambicus</i>	19,5	112,4		femelle
					<i>Oreochromis mossambicus</i>	10,9	18,3		mâle	
	GDL-PF-nuit-04	0								
	Nasse	GDL-NA-16								
		GDL-NA-17								
		GDL-NA-18								
		GDL-NA-19								
		GDL-NA-20								
		GDL-NA-21								
		GDL-NA-22								
		GDL-NA-23								
		GDL-NA-24								
		GDL-NA-25								
		GDL-NA-26								
	Filet	GDL-PF-05								
		GDL-PF-06								
		GDL-PF-08								
		GDL-PF-07								
		GDL-PF-09								
		GDL-PF-10				<i>Oreochromis mossambicus</i>	21,5	168,8		mâle
						<i>Oreochromis mossambicus</i>	26,7	321,5		femelle
		GDL-PF-nuit-05				<i>Oreochromis mossambicus</i>	23,2	177,3		mâle
					<i>Oreochromis mossambicus</i>	21,7	158,9		mâle	
					<i>Oreochromis mossambicus</i>	21,1	145,6		mâle	
				<i>Oreochromis mossambicus</i>	21,7	165,5		femelle		
				<i>Oreochromis mossambicus</i>	20,4	145,8		femelle		
				<i>Oreochromis mossambicus</i>	10,42	17,6		femelle		
				<i>Oreochromis mossambicus</i>	6,62	4,9		mâle		
GDL-PF-Nuit-06			<i>Oreochromis mossambicus</i>	22,2	150,1		mâle			

Lac en Y	20/12/2008	Filet		<i>Oreochromis mossambicus</i>	23,2	174,8		mâle	
				<i>Oreochromis mossambicus</i>	23	191,8		femelle	
			GDL-PF-11	<i>Oreochromis mossambicus</i>	22,5	201		femelle	
			GDL-PF-14						
			GDL-PF-15						
			GDL-PF-16	<i>Oreochromis mossambicus</i>	10,62	20,9		femelle	
			LEY-PF-08						
			LEY-PF-07						
		LEY-PF-Nuit-01							
		LEY-PF-Nuit-02							
		LEY-NA-01							
		LEY-NA-02							
		LEY-NA-03							
		LEY-NA-04							
	LEY-NA-05	<i>Oreochromis mossambicus</i>	6,78	5		femelle			
	LEY-NA-06	<i>Oreochromis mossambicus</i>	7,9	7		mâle			
	LEY-NA-07	<i>Oreochromis mossambicus</i>	6,8	5,6		juvénile indéterminé			
		<i>Oreochromis mossambicus</i>	7,89	8,2		mâle			
	LEY-NA-08								
	LEY-NA-09	<i>Oreochromis mossambicus</i>	6,92	5,4		Femelle			
		<i>Oreochromis mossambicus</i>	6,79	5,5		mâle			
	LEY-NA-10								
	LEY-NA-11								
	21/12/2008	Filet	LEY-PF-01						
	LEY-PF-02								
	LEY-PF-03								
	LEY-PF-04		<i>Oreochromis mossambicus</i>	7,63	7,1		mâle		
	<i>Oreochromis mossambicus</i>		7,62	8,1		mâle			
LEY-PF-05									
LEY-PF-06	<i>Oreochromis mossambicus</i>		28,4	421,9					
	<i>Oreochromis mossambicus</i>		7,04	6,1					
	<i>Oreochromis mossambicus</i>	7,1	6,5						
	<i>Oreochromis mossambicus</i>	7	6,3						

