



HAL
open science

**Programme d'Etude et de Recherche 2012-2015 -
Diatomées des rivières de Nouvelle-Calédonie :
Conception d'un atlas taxinomique et d'un indice de
bio-évaluation de la qualité écologique des cours d'eau à
partir des diatomées benthiques. Rapport de fin de
Phase 2 (Nov. 2014)**

J. Marquié, E. Lefrançois, Y. Dominique, Sébastien Boutry, Michel Coste,
François Delmas

► **To cite this version:**

J. Marquié, E. Lefrançois, Y. Dominique, Sébastien Boutry, Michel Coste, et al.. Programme d'Etude et de Recherche 2012-2015 - Diatomées des rivières de Nouvelle-Calédonie : Conception d'un atlas taxinomique et d'un indice de bio-évaluation de la qualité écologique des cours d'eau à partir des diatomées benthiques. Rapport de fin de Phase 2 (Nov. 2014). [Rapport de recherche] irstea. 2014, pp.123. hal-02605983

HAL Id: hal-02605983

<https://hal.inrae.fr/hal-02605983v1>

Submitted on 16 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Province Nord



Programme d'étude et de recherche 2012 - 2015

Diatomées des rivières de Nouvelle-Calédonie: Conception d'un atlas taxinomique et d'un indice de bio-évaluation de la qualité écologique des cours d'eau à partir des diatomées benthiques

Rapport de fin de Phase 2

Novembre 2014



Co-auteurs :

Julien Marquié & Estelle Lefrançois (*), Yannick Dominique (),
Sébastien Boutry, Michel Coste & François Delmas (***)**

- (*) Asconit Consultants,
- (**) Bioeko
- (***) Irstea



Principaux contacts:		
Asconit Consultants	Julien Marquié	mailto:julien.marquie@asconit.com
	Estelle Lefrançois	mailto:estelle.lefrancois@asconit.com
IRSTEA	François Delmas	mailto:francois.delmas@irstea.fr
	Sébastien Boutry	mailto:sebastien.boutry@irstea.fr
	Michel Coste	mailto:michel.coste@irstea.fr
BioeKo	Yannick Dominique	mailto:ydominique@bioeko.nc
Observatoire de l'environnement	Adrien Bertaud	mailto:adrien.bernaud@oeil.nc
DAVAR	Typhaine Quéré	mailto:typhaine.quere@gouv.nc

Référence pour la citation du présent rapport :

Marquié, J. & Lefrançois, E., Dominique, Y., Boutry, S., Coste, M. & Delmas, F. (2014) - Programme d'étude et de recherche 2012 – 2015. Diatomées des rivières de Nouvelle-Calédonie : Conception d'un atlas taxinomique et d'un indice de bio-évaluation de la qualité écologique des cours d'eau à partir des diatomées benthiques. Rapport de fin de Phase 2 (Novembre 2014). *Asconit Eds*, 123 p.

Sommaire

I	Introduction	1
II	Matériels et méthodes	2
II.1	Choix des stations de prélèvement.....	2
II.1.1	Difficultés rencontrées.....	3
II.1.2	Nomenclature du code des prélèvements	3
II.2	Prélèvements de terrain	4
II.2.1	Mesures <i>in situ</i> et prélèvements d'eau	4
II.2.2	Le prélèvement des diatomées	5
II.3	Identification des diatomées	6
II.3.1	Traitement des échantillons.....	6
II.3.2	Observations et inventaires des diatomées	6
	Mesures de laboratoire.....	7
II.4	Les descripteurs d'altération anthropique	7
II.5	Les descripteurs de la géo-hydrochimie naturelle.....	9
II.6	Analyses des données	10
II.6.1	Données abiotiques.....	10
II.6.2	Données biotiques	10
III	Résultats	11
III.1	Prélèvements de terrain	11
III.1.1	Echantillonnage de la flore diatomique	11
III.1.2	Analyses des paramètres physico-chimiques <i>in situ</i>	16
III.2	Analyses des paramètres physico-chimiques de laboratoire	19
III.2.1	Analyse en Composantes Principales des données de physico-chimie.....	19
III.2.2	Classification hiérarchique des stations.....	24
III.2.3	La minéralisation	27
III.3	Résultats floristiques	29
III.3.1	Effort de comptage	29
III.3.2	Caractéristiques générales.....	31
III.3.3	Répartition par grands groupes taxinomiques	31
III.3.4	Analyse floristique	32
III.3.4.1	Richesses taxonomiques	32
III.3.4.2	Diversité et équitabilité	33
III.3.5	Analyse multivariée	36
IV	Conclusions.....	37
V	Les prochaines étapes	38

Liste des figures

Figure 1: Récupération du biofilm à l'aide d'une brosse à dents.	6
Figure 2: Illustration du balayage par transects au microscope et illustration d'un champ de l'objectif du microscope.	7
Figure 3: Carte de localisation des stations et campagne de prélèvements.	12
Figure 4 : Boxplots des paramètres in situ relevés lors des 4 campagnes de prélèvement, en bleu le nombre n de valeurs prises en compte. Les valeurs atypiques (outliers) ont été nettoyées.	17
Figure 5: Eboulis des valeurs propres pour le choix du nombre d'axes à retenir grâce au critère du coude, illustré en tirets verts et le pourcentage de variance correspondant.	19
Figure 6: ACP des valeurs de physico-chimie sur les axes 1 et 2 et les axes 3 et 4.	20
Figure 7: Projection des stations dans le plan de l'ACP, sur les axes 1 et 2 et les axes 3 et 4. Les patatoïdes regroupent des stations similaires dans le plan de leur représentation, les flèches illustrent le « shift » dans la physico-chimie de stations amont et aval.	22
Figure 8: Cluster dendrogramme des stations d'après leurs caractéristiques physico-chimiques.	25
Figure 9: Faciès minéraux selon le diagramme de Piper.	27
Figure 10: Faciès minéral global des stations de prélèvement dans le diagramme de Piper.	28
Figure 11: Graphique de la richesse taxonomique en fonction de la pression de comptage sur 140 inventaires effectués.	29
Figure 12: Courbes d'épuisement, à partir de 30 stations des campagnes 1 et 2.	30
Figure 13: Répartition des taxons par famille dans les 3 premières campagnes.	31
Figure 14: Boxplot de la richesse spécifique des 3 premières campagnes de prélèvement en fonction des HER, le chiffre en bleu indique le nombre n de prélèvements étudiées, les outliers ont été nettoyés.	32
Figure 15: Boxplot de la richesse spécifique des 3 premières campagnes de prélèvement en fonction du substrat, volcanosédimentaires ou ultramafique, le chiffre en bleu indique le nombre n de stations étudiées.	33
Figure 16: Boxplots de diversité et d'équitabilité, selon les HER et la géologie. Les outliers ont été nettoyés.	34
Figure 17: Graphique de d'analyse des similarités et dissimilarités entre taxons et projection des inventaires dans le nuage de point. Les patatoïdes représentent des groupes de stations exprimant une typologie particulière. En noir, le nom des inventaires, en rouge, le code taxon.	36

Liste des tableaux

Tableau 1: Réseaux de prélèvement et laboratoires d'analyses correspondant.....	7
Tableau 2: Dates et données globales des 4 campagnes de prélèvement.	16
Tableau 3: Pourcentage de nouveaux taxons de l'inventaire apparaissant de 100 en 100 au cours du comptage, à partir de 30 stations des campagnes 1 et 2.	30

Bibliographie 1	39
------------------------------	----

Annexes

Annexe 1: Méthodologies et limites de quantification proposées par les laboratoires.	2
Annexe 2: Tableau récapitulatif des prélèvements biologiques et en eau effectués lors des 4 campagnes et des inventaires effectués à ce jour.	3
Annexe 3: Coordonnées GPS des stations.....	6
Annexe 4: Dates d'échantillonnage des stations des 4 campagnes de prélèvements diatomiques.....	9
Annexe 5 : Valeurs de physico-chimie utilisées pour les analyses ACP.	15
Annexe 6 : Matrice de corrélation de Pearson des variables environnementales.....	17
Annexe 7: Valeurs de physico-chimie utilisées pour le diagramme de Piper.....	18
Annexe 8: Inventaires floristiques des 3 premières campagnes réalisés à ce jour.....	19
Annexe 9: Nombre de taxons, indice de diversité et équitabilité.	20
Annexe 10: Valeurs des boxplots de diversité et d'équitabilité.	24

Avant-propos

La situation particulière de la Nouvelle-Calédonie, « hotspot » de biodiversité (Myers et al., 2000) et parmi les premières réserves mondiales de gisements nickélicifères (Mainguet, 2012), soumet ce "Caillou" à peine grand comme 2 fois la Corse, au défi de concilier exploitation des richesses minières et préservation de la richesse biologique.

L'extraction du minerai en carrières à ciel ouvert implique le décapage de la végétation et des horizons supérieurs du sol afin d'atteindre les couches d'intérêt. Outre l'aspect inesthétique de ces paysages dénudés, c'est toute la dynamique du bassin versant qui est bouleversée. Le sol ainsi dénudé est soumis à une lixiviation et à une érosion accélérées, les eaux de ruissellement charrient davantage de matériaux, modifiant la composition en éléments minéraux des cours d'eau en aval. Ce phénomène entraîne également des modifications physiques du cours d'eau. C'est en effet toute la dynamique sédimentaire qui est amplifiée. En tête de bassin et tant que la pente du cours d'eau permet le maintien de courants assez importants, on assiste au dépôt des éléments les plus grossiers. Ces dépôts ou engravements entraînent par endroit une surélévation du fond du lit mineur, modifiant profondément l'hydro-géomorphologie du cours d'eau. Plus en aval, avec l'atténuation de la pente et le ralentissement de la masse d'eau, une sédimentation des matériaux les plus fins se produit et provoque le colmatage des différents habitats du lit mineur.

D'autre part, la perte du couvert végétal et des sols et de ses capacités d'infiltration et de rétention empêchent la recharge de la nappe phréatique sous-jacente, donc ses capacités de soutien des débits d'étiage en saison sèche. Ce dernier point est fondamental à la pérennité de populations micro-endémiques inféodées à la vie aquatique. Aujourd'hui, le confinement des déblais en « verses à stériles latéritiques »¹, l'allègement des moyens de transport et de prospection, la revégétalisation et la mise en œuvre de plan de gestion des eaux intégrant des barrières de protection (drains, bassin de décantation,...) s'appliquent à renverser la tendance.

Mais d'autres menaces pèsent à l'échelle de la Grande-Terre et sont également à l'origine de l'érosion accélérée des sols. En effet, la disparition du couvert végétal liée aux feux de brousse intentionnels ou non ou à l'action des cerfs (*Cervus timorensis rusa*) et des cochons sauvages (*Sus scrofa*), espèces envahissantes, entraînent aujourd'hui une dégradation des sols susceptibles de générer les mêmes effets que l'exploitation minière.

L'urbanisation croissante, illustrée par exemple par le développement de la zone du Grand Nouméa en province Sud ou encore la zone VKP (Voh, Koné, Pouembout) en Province Nord, menace à son tour l'intégrité des cours d'eau. Ces cours d'eau sont déjà fragilisés par la pollution diffuse des effluents domestiques des villages peu pourvus en réseau d'assainissement ou par les effluents agricoles chargés en engrais et pesticides.

Fort de ce constat, les différentes collectivités calédoniennes ont récemment fait évoluer leurs politiques environnementales afin de mettre en place un développement économique durable. Avec l'entrée en vigueur en 2009 des différents Codes Provinciaux de l'Environnement, ainsi que du Code Minier Territorial, prescrivant pour tout projet d'aménagement, d'infrastructures industrielles, linaires, d'exploitation des ressources

¹ Terrains constitués des déblais liés à l'exploitation du minerai, aménagés en terrasses horizontales étagées et soutenues par des murets de blocs rocheux.

minérales (mines et carrières), l'obligation de qualifier, quantifier et suivre leurs impacts potentiels sur l'environnement et donc sur la ressource en eau, tant les opérateurs que les gestionnaires ont aujourd'hui besoin de disposer d'un panel d'outils pertinents et opérationnels d'évaluation de « l'état de santé » des masses d'eau.

La gestion intégrée de la ressource en eau passe par le développement d'outils de gouvernance permettant de poser le cadre juridique et institutionnel de mise en œuvre des politiques de l'eau. Cette gestion nécessite également l'existence d'indicateurs robustes d'état de la qualité écologique des cours d'eau. En effet, ces indicateurs sont des outils de diagnostic indispensables permettant d'identifier les problèmes existant sur la qualité de l'eau (nature et localisation). Ils permettent alors d'orienter et de prioriser les actions à mener dans le cadre des stratégies ou politiques publiques déployées. En effet, leur suivi temporel permet de renseigner les commanditaires, organismes de tutelle, citoyens et autres usagers de la ressource en eau sur l'efficacité et l'efficience des actions engagées. Ces stratégies/politiques sectorielles s'inscrivent elles-mêmes dans des projets de plus grandes envergures (Stratégie Nationale pour la Biodiversité, Schéma de développement durable du territoire calédonien, Stratégie régionale pour la Biodiversité du PROE²). Ces outils de diagnostic deviennent de fait des outils de reporting de l'atteinte ou non des objectifs fixés par celles-ci.

Actuellement, en Nouvelle-Calédonie, l'état écologique des rivières est contrôlé grâce à l'étude de l'abondance des poissons et des invertébrés. Néanmoins, seuls les invertébrés benthiques ont fait l'objet d'études ayant abouti à la mise en place d'un bioindicateur validé de la qualité écologique des masses d'eau de surface : l'Indice Biotique de Nouvelle-Calédonie (IBNC) (Mary, 1999). A partir des travaux menés sur cet indice spécifiquement dédié à la caractérisation des altérations organiques, un second indice plus spécifiquement dédié aux altérations « minérales » est en cours de développement (IBS - Indice BioSédimentaire). D'autre part, précisons également qu'à ce jour aucun bioindicateur pertinent du degré d'exposition des biocénoses aquatiques aux éléments traces métalliques (ETM), anciennement appelés "métaux lourds", n'existe pour les milieux dulçaquicoles calédoniens. Les diatomées benthiques, en raison de leur capacité bioaccumulatrice et de leur sédentarité peut permettre d'affecter la charge métallique dosée au sein de ces modèles à la station où ils ont été collectés (Morin, 2007, Thi Thuy, 2009).

Face à ce manque d'indicateurs et dans la lignée des conclusions émises à l'issue des Ateliers thématiques « eau douce », tenus en avril 2010³, l'Observatoire de l'Environnement en Nouvelle-Calédonie (OEIL) et le CNRT-Nickel et son Environnement ont décidé de lancer un programme de Recherche et Développement ayant pour objectif la mise en place d'un nouvel indicateur, complémentaire à l'IBNC/IBS et basé sur l'étude des diatomées benthiques. D'autres partenaires pourront venir appuyer et compléter le financement de ce programme, à l'instar de la DAVAR⁴, impliquée dans la seconde phase de l'étude. Ce projet prévoit 4 phases, la première, de 8 mois, est la phase d'étude de faisabilité. Elle correspond à la synthèse de données existantes et l'acquisition de données de terrain, comprenant une campagne de prélèvement des diatomées et leur inventaire préliminaire. La seconde phase, de 21 mois, comprend 3 autres campagnes de prélèvements, l'illustration et la description

² Programme Régional Océanien de l'Environnement

³ Organisé par l'Observatoire de l'environnement en Nouvelle-Calédonie (OEIL)

⁴ Direction des Affaires Vétérinaires, Alimentaires et Rurales

des taxons. La troisième phase, de 12 mois, est consacrée à l'analyse biomathématique des données afin d'établir les profils écologiques des espèces et la conception de l'indice, ainsi qu'à la rédaction du rapport final. La quatrième phase, d'un mois, est dédiée à la présentation des livrables. Un guide d'identification des principaux taxons présents en Nouvelle-Calédonie sera remis, la forme de ce guide restant encore à définir avec les maîtres d'ouvrage. Alors, un Indice Diatomique pour la Nouvelle-Calédonie (IDNC), toujours perfectible au fur et à mesure de son utilisation à l'instar de l'indice métropolitain, pourra être utilisé. Cette dernière phase comprend aussi l'accompagnement des acteurs locaux pour l'utilisation de l'indice par leur formation sous forme d'ateliers théoriques (présentation de la méthode et de l'indice) et pratiques (prélèvements *in situ*). Des réunions au cours de chaque phase sont prévues entre les membres du comité de pilotage de thèse, bailleurs de fonds du projet et coordinateurs scientifiques.

Cet indicateur biologique doit permettre (cf. expérience métropolitaine et réalisations réussies à la Réunion et aux Antilles) de mesurer l'état de santé des écosystèmes aquatiques de type cours d'eau et d'estimer les changements d'état sous l'effet de perturbations.

I Introduction

L'entrée en vigueur en 2009 des différents **Codes Provinciaux de l'Environnement**, ainsi que du **Code Minier Territorial**, prescrit pour tout projet d'aménagement, d'infrastructures industrielles, de linaires, d'exploitation des ressources minérales (mines et carrières), l'obligation de qualifier, quantifier et suivre leurs impacts potentiels sur l'environnement et donc sur la ressource en eau. Tant les opérateurs que les gestionnaires ont aujourd'hui besoin de disposer d'un panel d'outils pertinents et opérationnels d'évaluation de « l'état de santé » des masses d'eau. L'atelier « eau douce » organisé par l'OEIL en 2010 qui réunissait l'ensemble des acteurs traitant des milieux dulçaquicoles de la Nouvelle-Calédonie, l'une des actions phares identifiées retenue, a été la **mise en place d'un indice « diatomées »**. Le Gouvernement, le CNRT et l'OEIL, ont initié cette action en octobre 2012 sous la forme d'une étude de faisabilité, première étape d'un programme scientifique de 3,5 ans, faisant par ailleurs l'objet d'un travail de thèse.

Suite à la validation de l'étude de faisabilité, la seconde phase, de 21 mois, consistant en l'acquisition de données de terrain, a été initiée en juillet 2013. Le présent rapport a pour objectif de rendre compte de l'état d'avancement du projet, à l'issue de l'ensemble des prélèvements et des analyses exploratoires des données déjà acquises.

Le projet vise à **apporter un outil complémentaire** des techniques actuellement disponibles (prélèvements physico-chimiques ponctuels, IBNC, IBS, suivis d'abondance des poissons) et parfois insuffisantes ou inadaptées pour le diagnostic de l'état écologique des masses d'eau de surface calédoniennes. Cet outil s'inspirera fortement des outils « diatomées » existant en métropole et adaptés récemment avec succès dans les différents DOM (Réunion et Caraïbes). *In fine*, il s'agit de développer un indice diatomique opérationnel pour les rivières de Nouvelle-Calédonie accompagné de son guide taxinomique (amélioration des connaissances sur la biodiversité calédoniennes).

Les **diatomées** sont des **microorganismes unicellulaires** (solitaires ou coloniales) **phototrophes** (micro-algues). Leur caractéristique principale est leur **paroi extracellulaire de silice**, appelée le **frustule**, constitué de 2 valves emboîtées telles une "boîte à camembert", de **formes et d'ornementations variées**. Leur description spécifique est basée sur ces caractéristiques morphologiques.

Les diatomées colonisent la plupart des milieux aquatiques, **aussi bien en milieu marin qu'en eau douce** et vivent à l'état **planctonique** (dans la colonne d'eau) ou **benthique** c'est-à-dire fixées sur différents types de substrats. Ce sont ces dernières que l'on utilise pour la mise en œuvre des indices diatomiques des cours d'eau. En effet, la sédentarité de cet indicateur biologique permet l'**intégration des paramètres physico-chimiques** sur le lieu même du relevé.

Les principaux avantages des diatomées comme **bio-indicateurs** sont :

- une **répartition importante** dans toutes les rivières,
- un **échantillonnage rapide et « facile »**, en partie lié au grand nombre de cellules/unité de surface

- un cycle cellulaire rapide et par voie de conséquence une **réaction rapide aux perturbations** (on considère que les diatomées sont indicatrices des conditions de milieu des 2 mois précédents le prélèvement),
- une relative insensibilité à l'hydromorphologie, une **plus grande sensibilité à la chimie** du milieu, en particulier le pH, la conductivité, l'azote et le phosphore,
- une technique de **comptage au microscope** « rapide » et fidèle,
- les **besoins écologiques** des diatomées peuvent être connus facilement,
- des **préparations permanentes facilitant ainsi le stockage** des échantillons.

Les diatomées présentent néanmoins 2 inconvénients :

- elles ne permettent pas systématiquement de diagnostiquer les pollutions toxiques aiguës car la méthode d'analyse ne permet pas de distinguer les cellules mortes des cellules vivantes. Le prélèvement en zone lotique limite la dérive et le dépôt de valves mortes, mais dans le cas d'une mortalité totale ou partielle les cellules ne seront pas éliminées aussitôt. Le squelette siliceux peut rester en place un temps alors indéterminé avant d'être éliminé,
- l'acquisition des connaissances taxinomiques nécessaires à la réalisation d'inventaires fiables est longue et fastidieuse, d'autant plus que la taxonomie est en perpétuelle évolution.

II Matériels et méthodes

II.1 Choix des stations de prélèvement

Afin de prendre en considération la variabilité naturelle et les gradients d'altération, le choix des stations s'est appuyé d'une part sur les différentes hydroécorigions (HER) de la Grande Terre (Asconit, Biotop, 2011), qui sont définies comme de vastes ensembles relativement homogènes en termes de géologie, relief et climat (Wasson et *al.*, 2004). La Grande Terre est ainsi découpée en 6 HER notées de B à G (l'HER A correspond aux îles Loyauté). Ce choix s'est déterminé d'autre part sur une sélection de stations dont le type et le degré d'altération sont connus de façon certaine ou probable.

Forts de l'expérience acquise lors de la conception de l'indice diatomique à la Réunion (IDR) et en Guadeloupe-Martinique (IDA), il est important d'obtenir des données tant physico-chimiques que biologiques relatives à des situations très peu impactées (que l'on définira comme « références »), modérément impactées et très polluées. La qualité des gradients représentés est essentielle pour la définition du profil des espèces vis-à-vis des altérations et pour la qualité finale de l'outil indiciel produit.

Les impacts considérés sont essentiellement d'origine domestique, agricole et minière. Ces impacts rassemblent donc les pollutions organiques et/ou minérales et/ou toxiques avec des effets délétères plus ou moins avérés.

Il est très difficile de cerner de manière spécifique un type de pollution, les pollutions étant généralement mixtes ; l'agriculture enrichit les milieux par des apports minéraux via les engrais et génère aussi des contaminations toxiques par les pesticides utilisés.

Cependant, la stratégie adoptée dans le choix des stations tente d'obtenir des informations sur la réponse des communautés diatomiques à un type de pollution aussi spécifique que possible.

La bioindication à l'aide des diatomées benthiques est jusqu'ici limitée au milieu dulçaquicole. Les eaux saumâtres rencontrées lors de la prospection des sites d'échantillonnage ne peuvent être considérées comme de potentiels lieux de détection d'altération en réseau de surveillance. Néanmoins, des sites ont été prélevés afin de définir les espèces caractéristiques de ces milieux saumâtres, et ainsi de pouvoir, ultérieurement, identifier les stations qui sortiraient des conditions d'application de l'indice.

Le choix des stations s'appuie également sur le réseau de surveillance des 5 bassins versants (Dumbéa, La Foa, Néra, Koné, Pouembout) mis en place par la DAVAR, afin de bénéficier du suivi des paramètres physico-chimiques préexistants. Ces 5 bassins versants ont leur partie basse qui appartient à l'HER B, situé sur la côte ouest, la plus densément peuplée. Les têtes des 4 derniers bassins versants susmentionnés appartiennent à l'HER G reposant principalement sur les unités métamorphiques de la chaîne centrale, alors que le bassin de la Dumbéa s'écoule sur sa partie haute sur l'unité ultramafique de l'HER E.

Les réseaux de surveillance des exploitants miniers ont aussi été pris en considération dans le choix du positionnement des stations d'une part pour bénéficier de données préexistantes et d'autre part pour intégrer les pollutions induites par l'exploitation minière

II.1.1 Difficultés rencontrées

Une des difficultés est de discriminer la part de l'altération anthropique et naturelle, comme l'érosion des sols due au décapage minier ou au lessivage naturel, renforcé par la disparition du couvert végétal par les feux, les cochons sauvages et le broutage par les cerfs.

Que ce soit les stations de référence ou impactées, il est possible que les classes de qualité attribuées *a priori* (référence, altération domestique et/ou agricole, impact de la mine) soient imparfaites. Les résultats des mesures physico-chimiques permettront de redéfinir les stations *a posteriori*.

II.1.2 Nomenclature du code des prélèvements

Les codes des prélèvements sont attribués de manière à répondre aux exigences de lecture des données statistiques et à la standardisation des informations. Un numéro d'ordre à 5 caractères est utilisé.

Un code de 3 lettres et 2 chiffres a été attribué pour chacun des prélèvements, la nomenclature est détaillée ci-dessous:

	Nom du cours d'eau (3 lettres)	Station de prélèvement	N° de campagne
exemple	KAO	2	2
signification	KAO: Rivière des Kaoris	2: Station aval	2:Campagne 2

Le nom du cours d'eau en 3 lettres reprend généralement les 3 premières lettres du nom du cours d'eau, mais il y a de nombreuses exceptions:

- 2 cours d'eau possèdent les 3 mêmes premières lettres, la Wanebwayo et la Wano, alors respectivement notés WAN et WAO,
- s'il s'agit d'un bras du cours d'eau principal, comme la Dumbéa branche Nord notée DMN, ou la Taléa branche Sud, notée TLS,
- s'il s'agit d'un affluent anonyme sur les cartes d'un cours d'eau baptisé, alors le code commence par la lettre A (pour affluent), et est suivi de 2 lettres nommant le cours d'eau récepteur, comme l'affluent de la Dothio, nommé ADO,
- si le cours d'eau n'a pas de nom et se jette dans un cours d'eau tout aussi anonyme sur les cartes, le cas se pose parfois sur mines, alors le nom donné se base sur le nom de la station préexistante du minier, comme la station sur la mine de Kopeto, nommée EGL,
- sur carte, le cours d'eau est nommé seulement dans sa partie aval, pour connaître l'affectation du cours d'eau plus en amont au niveau du tronçon échantillonné, la méthode de rang de Strahler a été utilisée. Ainsi, les stations KAA sont définies comme appartenant au Mwe Kara Awj,

Le premier chiffre qui suit le nom correspond à la situation de la station le long du cours d'eau. Par défaut, le chiffre 1 est utilisé quand il y a une seule station sur le cours d'eau. Quand il existe plusieurs stations sur le cours d'eau alors la numérotation est croissante de l'amont vers l'aval. Lors des campagnes de prélèvement suivantes la première, si une station a été positionnée plus en amont que la station la plus amont de la campagne précédente, alors elle est notée 0 pour sa position sur la rivière sinon elle est notée 9 ou 8, etc... Il n'y a pas eu de problème de chevauchement des numéros lors de l'étude. Le second numéro est celui du numéro de campagne.

II.2 Prélèvements de terrain

II.2.1 Mesures *in situ* et prélèvements d'eau

Les relevés de température, de conductivité, de concentration en oxygène dissous et de pourcentage en oxygène dissous, sont systématiquement effectués lors du prélèvement biologique à l'aide de sondes transportables, système Hydrolab Quanta.

Les échantillons sont conservés en glacières à 4 °C environ. Ils sont stockés dans une seule et même bouteille PET à bouchon pour tous les paramètres traités par un même laboratoire, tant que le volume est suffisant pour l'ensemble des analyses. La filtration des échantillons est réalisée par les laboratoires lors de la réception des échantillons.

Les prélèvements se font en respectant quelques consignes importantes:

- rincer 2 à 3 fois la bouteille (si elle ne contient pas de conservateur!),
- prélever dans la veine d'eau principale, hors d'une zone de remous, en amont de l'opérateur (et de tout autre perturbation passagère), au milieu de la colonne d'eau sur la station,
- remplir complètement la bouteille en évitant de piéger une bulle d'air,
- étiqueter l'échantillon pour identification.

II.2.2 Le prélèvement des diatomées

La méthode de prélèvement s'inspire de la norme IBD (NF T 90-354) de décembre 2007 dont certaines recommandations sont rappelées ci-dessous. Ces préconisations visent à donner une bonne représentativité de la flore diatomique à l'échelle du tronçon évalué.

Les caractéristiques de la station de prélèvement (aspect de l'eau, régime hydraulique...) et du prélèvement en lui-même (type de substrat, hauteur d'eau au niveau du prélèvement, type de fixateur...) sont consignées sur une fiche station et complétées par un schéma et une série de photos.

De manière générale, les prélèvements ont été réalisés selon la norme:

- ✓ à l'étiage, en zone lotique,
- ✓ sur substrat dur naturel stable, immergé en permanence ou depuis 4 semaines au moins,
- ✓ dans la zone de courant principal,
- ✓ en zone éclairée et euphotique,
- ✓ un seul échantillon est réalisé par station pour un seul type de support, pierres et galets dans la grande majorité.
- ✓ une surface minimale de 100 cm², correspondant à au moins 5 pierres, doit être échantillonnée. La pression d'échantillonnage doit être augmentée lorsque les quantités de biofilm sont faibles (cours d'eau très oligotrophes, notamment sur substrats ultramafiques),
- ✓ L'échantillon récolté est immédiatement fixé au formol neutralisé (à 35%) pour un volume d'environ 10% celui de l'échantillon (soit 7 à 10 ml).

Par rapport à la métropole, **la surface échantillonnée dans les conditions locales doit être plus élevée que celle préconisée dans la norme** en raison de la relativement faible abondance du biofilm dans certains cas (substrats ultramafiques et eaux ultraoligotrophes).

La quantité de fixateur peut être augmentée en cas de présence de matière organique importante dans l'échantillon au moment du prélèvement.

Le prélèvement s'effectue à l'aide d'une brosse à dents neuve. La face supérieure du substrat est frottée au-dessus d'une bassine, comme illustré par la **Figure 1**, préalablement rincée énergiquement dans l'eau de la rivière afin de la débarrasser d'un maximum de contamination diatomique exogène. La récolte sous forme de "jus" est récupérée dans un pilulier double capsules neuf. Il est étiqueté avec le nom de la station, la date et l'heure de prélèvement. L'échantillon est fixé au formol. La bassine est de nouveau rincée. La station est ensuite décrite en renseignant la fiche station, le point GPS est enregistré et des photos sont prises.



Figure 1: Récupération du biofilm à l'aide d'une brosse à dents.

II.3 Identification des diatomées

II.3.1 Traitement des échantillons

Le traitement est effectué conformément à la norme NF T 90-354 de décembre 2007. L'identification des diatomées étant basée sur l'examen microscopique du frustule siliceux, les échantillons sont traités à l'eau oxygénée H_2O_2 bouillante (30 %) afin d'éliminer la matière organique contenue dans l'échantillon et l'intérieur des cellules de diatomées (le protoplasme) et à l'acide chlorhydrique (élimination des carbonates). Les culots obtenus sont ensuite rincés par 4 cycles de lavage/décantation à l'eau distillée pour enlever toute trace d'acide et d'eau oxygénée. Après déshydratation, une partie du culot est montée entre lame et lamelle dans une résine réfringente, le Naphrax (Northern Biological Supplies Ltd, Angleterre - Indice de réfraction = 1,74).

II.3.2 Observations et inventaires des diatomées

Les valves sont comptées et déterminées au niveau spécifique ou infraspécifique, en microscopie photonique au grossissement $\times 1000$ (microscope Olympus BX53). Le microscope est équipé du contraste interférentiel différentiel (DIC), cette technique d'éclairage permet une meilleure visualisation des petites espèces et des détails des ornements. Le microscope est équipé d'un appareil photographique (Canon EOS 550D) permettant la prise de vue des champs observés à l'aide du logiciel EOS Utility.

Les photographies sont ensuite traitées à l'aide du logiciel de retouche Adobe Photoshop Elements 8.0 afin d'isoler les valves d'intérêt et de réaliser des planches, facilitant la détermination des taxons. Les mesures effectuées sur les valves, longueur, largeur, nombre de stries sont réalisées à l'aide du logiciel d'analyses d'images ImageJ, préalablement étalonné grâce à une lame micrométrique qui porte un segment de 1mm, le micromètre objet, divisé en 100 parties égales. Ainsi, 2 traits consécutifs sont séparés par 10 μm .

L'identification des diatomées peut être soumise à un biais de l'opérateur pour des formes proches, ainsi qu'à l'attribution de noms différents pour le même taxon en raison de l'existence d'homonymie dans la base de données. Afin de réduire ces écarts, une intercalibration régulière a lieu entre les 3 opérateurs de cette étude, M. Julien Marquié, M. Michel Coste (spécialiste international des diatomées) et Mme. Florence Peres (expert diatomées) aujourd'hui remplacée par Mme Estelle Lefrançois (expert diatomées). L'intercalibration s'effectue grâce à la circulation des planches des diatomées

photographiées entre opérateurs lors des inventaires et peut être confirmées sur le matériel, les opérateurs disposant chacun des échantillons prélevés.

Un comptage par champs (balayage par transects et figuration d'un champ, **Figure 2**) est effectué sur 400 valves minimum afin de dresser un inventaire taxinomique. Les résultats sont exprimés par l'abondance relative (en ‰) de chaque taxon.

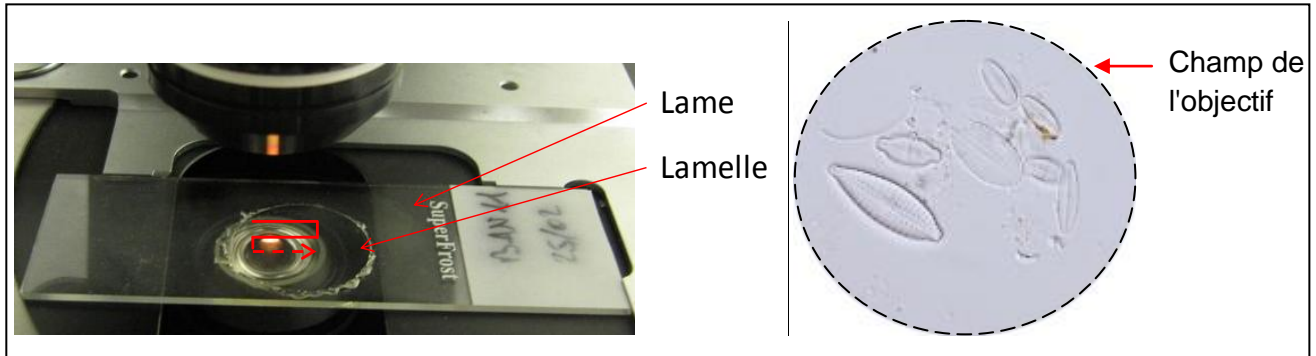


Figure 2: Illustration du balayage par transects au microscope et illustration d'un champ de l'objectif du microscope.

Mesures de laboratoire

Les analyses physico-chimiques ont été réalisées par 5 laboratoires différents selon le réseau auquel la station prélevée appartient, ces données sont compilées dans le Tableau 1. Les méthodes d'analyse et les limites de quantification de chaque laboratoire et pour chaque paramètre sont résumées en Annexe 1.

Tableau 1: Réseaux de prélèvement et laboratoires d'analyses correspondant.

Réseau d'appartenance de la station	Laboratoire d'analyse
Asconit/BioeKo	Laboratoire des moyens analytiques de l'IRD Noumea et CDE
DAVAR	CDE ou LAB'EAU
SLN	CDE
KNS	Aquanord
Vale NC	Vale NC ou CDE ou LAB'EAU

II.4 Les descripteurs d'altération anthropique

Ces paramètres peuvent varier naturellement mais l'action de l'homme a une grande incidence sur leur évolution en termes d'amplitude et de vitesse de changement de concentrations.

Ammonium: l'azote réduit soluble se retrouve sous 2 formes: l'ion ammonium (NH_4^+) et la forme non dissociée, en milieu basique, l'ammoniaque (NH_3). Cette dernière forme est peu soluble et se retrouve alors à l'état gazeux (l'ammoniac), toxique pour les poissons par diffusion à travers les membranes. De plus, la dégradation de l'ammonium en nitrates en milieu oxydant abaisse la concentration en O_2 du milieu. L'ammonium, issu des phénomènes d'ammonification (dégradation) de la matière organique (aval d'élevages ou

de STEP⁵) ou de lixiviation d'engrais ammoniaqués, est un témoin d'altération anthropique.

Nitrates: c'est la forme azotée issue de la minéralisation des matières organiques fermentescibles. Ses concentrations sont naturellement faibles en l'absence d'activité humaine, néanmoins très variable selon la saison et l'origine des eaux (Nisbet et Verneaux, 1970). Les principales sources de contamination des eaux de surface sont la lixiviation des engrais azotés et les effluents domestiques. Les diatomées répondent à ce paramètre en complément avec les orthophosphates, et entrent dans 7 classes en fonction de leurs caractéristiques trophiques (Van Dam et al., 1994).

Nitrites: forme transitoire entre NH_4^+ et NO_3^- lors du phénomène de nitrification, c'est un indicateur de l'intensité de minéralisation des matières organiques fermentescibles. Très toxique pour les poissons, il est normalement en concentration peu élevée.

Azote Kjeldahl (AKJ): il désigne la totalité de l'azote organique contenu dans une eau, incrémenté de l'azote ammoniacal (NTK = N organique + N ammoniacal). Des valeurs élevées témoignent de rejets organiques excessifs, d'anaérobiose du milieu ou encore de présence de matières toxiques, ces 2 derniers phénomènes bloquant les processus d'oxydation de la matière organique.

Azote (N) total dissous: c'est l'ensemble de l'azote organique (nitrates et nitrites) et minéral, ce dernier incluant l'azote ammoniacal.

Phosphore Total Dissous: il comprend les molécules de phosphates minéraux (orthophosphates et polyphosphates) et les phosphates organiques.

Orthophosphates (H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} , PO_4^{2-}): ce sont des sels minéraux de l'acide phosphorique (H_3PO_4), ils sont issus de la dégradation des phosphates par les bactéries. En l'absence d'anthropisation, les concentrations sont très faibles et liées à la biogéochimie du sol. Généralement, en concentrations limitantes, ils sont très vite assimilés par les végétaux, ils peuvent donc passer inaperçus alors que le milieu est eutrophisé. La source principale de rejet est liée aux effluents domestiques (détergents, eaux usées), aux eaux usées d'élevage et à la lixiviation (moins forte que pour les nitrates) des engrais phosphatés. En complément avec les nitrates (Van Dam et al., 1994), les diatomées répondent de façon très sensible à ce paramètre qui revêt une importance déterminante dans le processus d'eutrophisation des cours d'eau et des plans d'eau.

DBO5 (mg(O₂)/l): la Demande Biologique en Oxygène, mesure la quantité d'oxygène consommée durant une incubation de 5 jours à 20 °C par les micro-organismes pour oxyder la matière organique. C'est donc une estimation de la quantité de matière organique biodégradable. Ce paramètre est souvent révélateur d'une altération anthropique par l'enrichissement du milieu en matières organiques. Les diatomées répondent aux différentes concentrations en matière organique, et sont réparties en 5 classes selon leur affinité à la matière organique (Van Dam et al., 1994).

⁵ STation d'EPuration

DCO (mg(O₂)/l): la Demande Chimique en Oxygène mesure la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder la matière organique contenue dans un échantillon, y compris la plus réfractaire, c'est-à-dire, non biodégradable. Cela consiste en une oxydation chimique de l'échantillon. C'est donc une mesure de la matière organique totale : biodégradable (valeur de DBO5) et non biodégradable.

MES (mg/l): les Matières En Suspension comprennent les matières minérales et organiques qui ne se solubilisent pas dans l'eau. Influencées par le régime hydraulique, ces concentrations varient avec les saisons. Elles peuvent rendre compte d'une altération liée à l'érosion d'origine anthropique.

II.5 Les descripteurs de la géo-hydrochimie naturelle

Ces paramètres, essentiellement liés aux conditions naturelles environnantes, peuvent toutefois s'avérer des marqueurs de dégradation anthropique pour des teneurs ou des variations hors normes.

Calcium: issu du lessivage des roches (composition des roches sédimentaires rencontrées), sa concentration est variable selon la nature du terrain traversé, sa concentration est faible sur terrain ultramafique.

Magnésium: de la même origine que le calcium, sa concentration est très forte sur substrat ultramafique.

Dureté totale: c'est un indicateur de la teneur en ions calcium et magnésium. En Nouvelle-Calédonie, le rapport calcium sur magnésium est très faible sur sol ultramafique.

Chlorures et sodium: descripteurs des influences halines à proximité du littoral. Une forte concentration peut aussi indiquer une pollution par des eaux usées domestiques (sels régénérant des détergents) ou d'usages industriels.

Sulfates: ils caractérisent une nature géologique régionale des terrains traversés par le cours d'eau ou certains effluents anthropiques. Issus de l'oxydation de sulfures présents dans les sols/roches/sédiments, présents naturellement dans certains vertisols⁶ calédoniens (Podwojewsky, 1988). En quantité importante, ils marquent une intrusion marine.

Potassium: sa source principale est l'altération météoritique des roches contenant du potassium, comme le feldspath. Il peut aussi provenir du lessivage des sols amendés par des engrais. Sa teneur est relativement élevée en mer par rapport aux eaux de rivières.

Aluminium, Chrome, Cobalt, Fer, Nickel: ces éléments se trouvent en solution ou complexés. Leur biodisponibilité varie en fonction du pH de l'eau. Les teneurs en chrome, cobalt et nickel sont relativement importantes sur sols ultramafiques.

⁶ sols riches en argile de type smectite, anciennement appelés «argile noire tropicale»

Silicium: le silicium se trouve sous forme H_4SiO_4 , c'est une molécule dissoute neutre. Sa solubilité dépend du pH en milieu basique. Les eaux des nappes et leur écoulement en surface sont concentrées en silicium. Les sols ultramafiques sont très pauvres en silicium qui entre dans la composition de la paroi des diatomées. Cependant il n'a pas été trouvé à ce jour dans la littérature de concentrations limitantes en Nouvelle-Calédonie par les précédentes recherches (Moser et *al.*, 1999).

Titre Alcalimétrique Complet: le TAC (ou alcalinité totale) dose les carbonates, les bicarbonates et les hydroxydes. Il peut être rapporté au dosage des carbonates et hydrogénocarbonates ($H_2CO_3^*$ et HCO_3^-), ces derniers étant largement majoritaires. Ils représentent surtout les sites les plus carbonatés. Le TAC est un bon indicateur de conditions chimiques naturelles représentant bien le gradient entre des eaux peu minéralisées et acides et des eaux géochimiquement très minéralisées et plutôt basiques. Il peut aussi, dans les très fortes valeurs, représenter une forte altération anthropique alcalinisante (rejets basiques de certaines STEP, d'industries chimiques et agro-alimentaires...).

II.6 Analyses des données

II.6.1 Données abiotiques

L'analyse en composantes principales (ACP) du jeu de données abiotiques permet de déterminer la contribution des variables aux axes de l'ACP et constitue donc une analyse exploratoire des données de physico-chimie récoltées afin de révéler des corrélations entre les différents paramètres analysés. De plus, une classification hiérarchique utilisant la méthode de Ward a été utilisée afin de regrouper statistiquement des stations entre elles selon leurs caractéristiques physico-chimiques de manière plus fine que ne le fait l'ACP. Cette dernière reste néanmoins nécessaire pour mieux cerner les paramètres discriminants de la classification hiérarchique. Ces analyses ont été effectuées à l'aide du logiciel R. Le faciès chimique de la minéralisation de l'ensemble des échantillons d'eau ont été représentés dans un diagramme de Piper. Il est composé de deux triangles permettant de représenter le faciès cationique et le faciès anionique et d'un losange synthétisant le faciès global. Il a été construit à l'aide du logiciel Diagrammes.

II.6.2 Données biotiques

Les inventaires floristiques sont entrés dans le logiciel OMNIDIA version 5.3, qui est une base de données permettant de calculer directement les valeurs de richesse taxonomique (nombre de taxons), d'indice de diversité (Shannon & Weaver) et d'équitabilité de l'échantillonnage.

La richesse taxonomique correspond au nombre de taxons rencontrés lors de l'inventaire. La richesse augmente donc d'une unité quand on rajoute un taxon, que cette espèce soit proche des précédentes ou originale. La diversité étudiée ici utilise l'indice de Shannon et Weaver (1949). Il est proportionnel à l'abondance mais il permet également d'apprécier la structure du peuplement, ses valeurs vont de 0 à 5. Un indice de diversité élevé correspond à des conditions de milieu favorables (stabilité des conditions environnementales) permettant l'installation d'un peuplement équilibré, plutôt riche en espèces, mais où aucune espèce ne domine fortement les autres. L'équitabilité calculée à partir de l'indice de diversité de Shannon, permet de s'affranchir de l'influence de l'abondance spécifique et donc d'apprécier

plus particulièrement l'équilibre des espèces au sein d'un peuplement. La valeur d'équitabilité maximale théorique est égale à 1. Elle correspond à un peuplement très diversifié, qui occuperait toutes les niches écologiques disponibles dans un environnement donné.

L'analyse statistique des flores présentées ici consiste en une analyse multivariée (AMV) de type Nonmetric Multidimensional Scaling (Kruskal, 1964, a et b). L'objectif est de décrire les données en réduisant le nombre de dimensions permettant une représentation graphique. Cette méthode est souvent appliquée aux gros jeux de données. Cette méthode descriptive a été mise en œuvre dans le but de mettre en relation les taxons rencontrés et les stations échantillonnées. On peut ainsi isoler visuellement des groupes de stations selon leurs caractéristiques floristiques.

III Résultats

Les résultats des analyses physico-chimiques de laboratoire énoncés ici concerneront les analyses effectuées par le réseau Asconit-BioeKo des campagnes 1 à 4 dans l'attente des résultats d'analyses des autres partenaires. Ces résultats sont attendus pour la fin de l'année. Les données d'inventaires floristiques concerneront les 3 premières campagnes, la lecture des lames de la 4^e campagne s'effectuera suite à la finalisation de l'atlas afin d'éviter les biais de lecture inter-opérateurs et pour le même opérateur. De plus certaines lames des 3 premières campagnes n'ont pas encore été lues (14 en tout), soit en raison de difficultés liées au montage de la lame (peu de matériel et/ou beaucoup de latérite) soit en raison de difficultés taxonomiques nécessitant un atlas plus abouti. L'ensemble des informations concernant les prélèvements et la lecture des lames est disponible en Annexe 2. Les résultats exposés ici sont donc issus des analyses préliminaires mais néanmoins instructives.

III.1 Prélèvements de terrain

III.1.1 Echantillonnage de la flore diatomique

La **Figure 3** représente la carte de localisation des stations et indique si elles ont fait l'objet d'un prélèvement en fonction des campagnes. Les coordonnées des stations sont disponibles en Annexe 3.

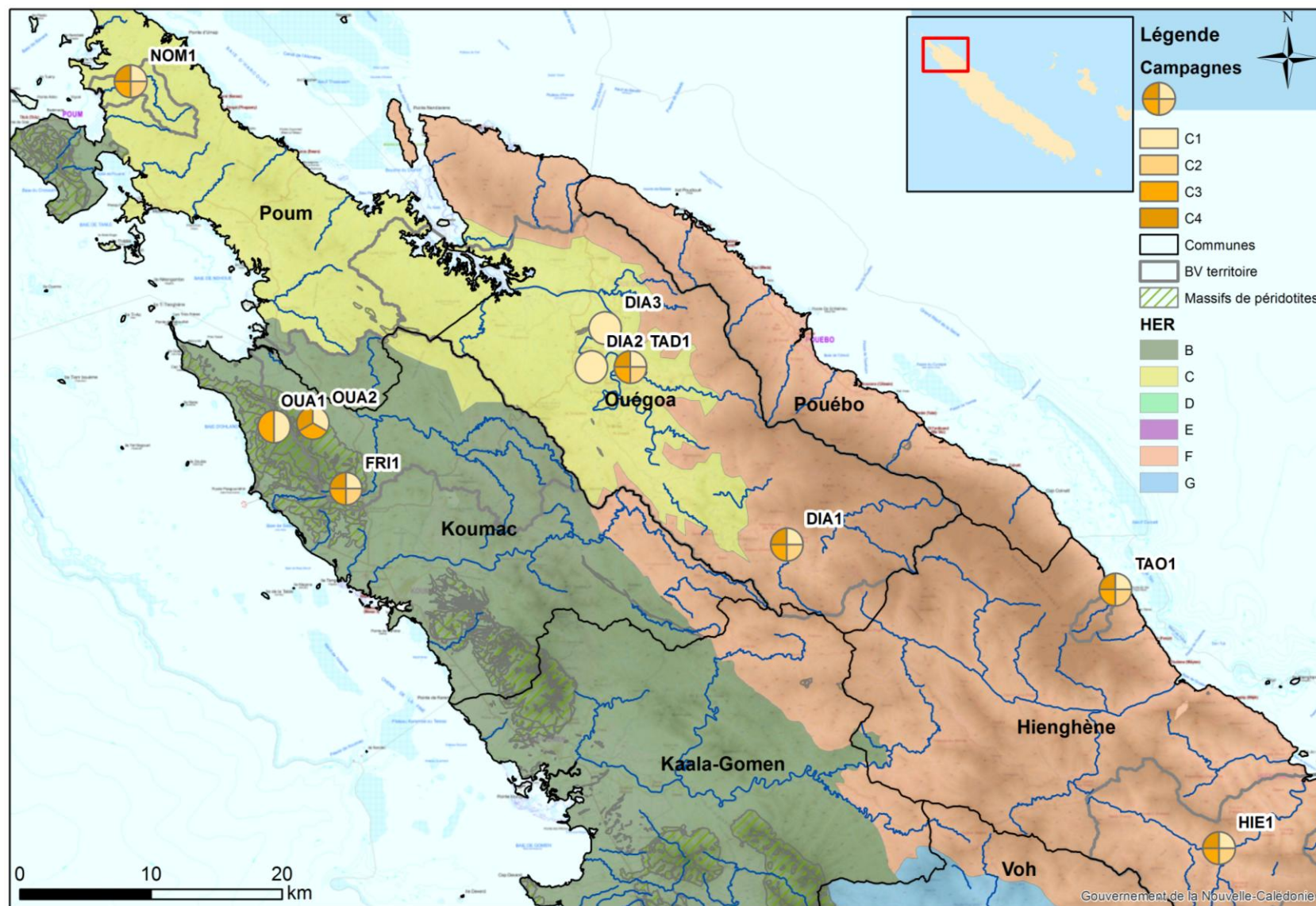
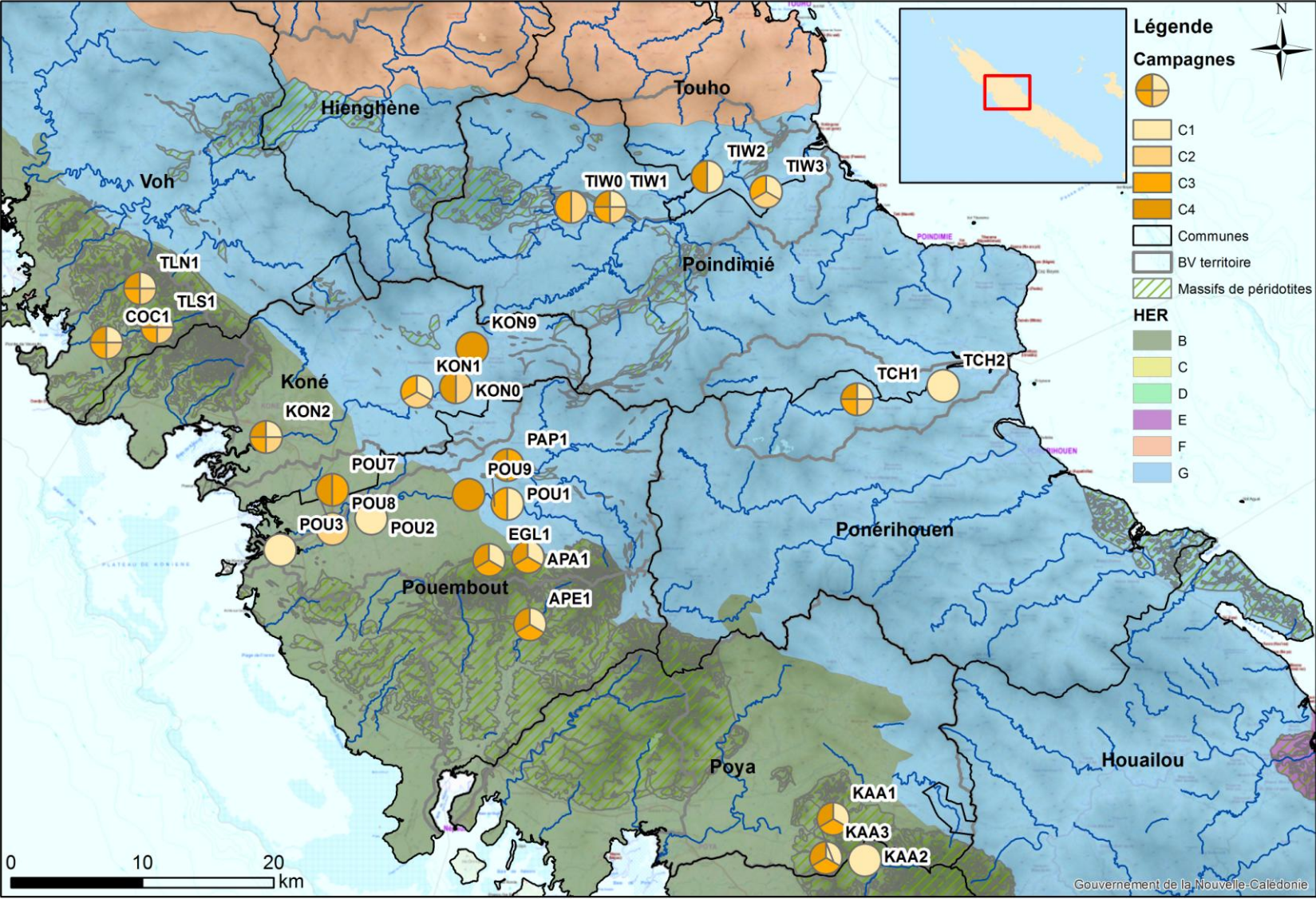
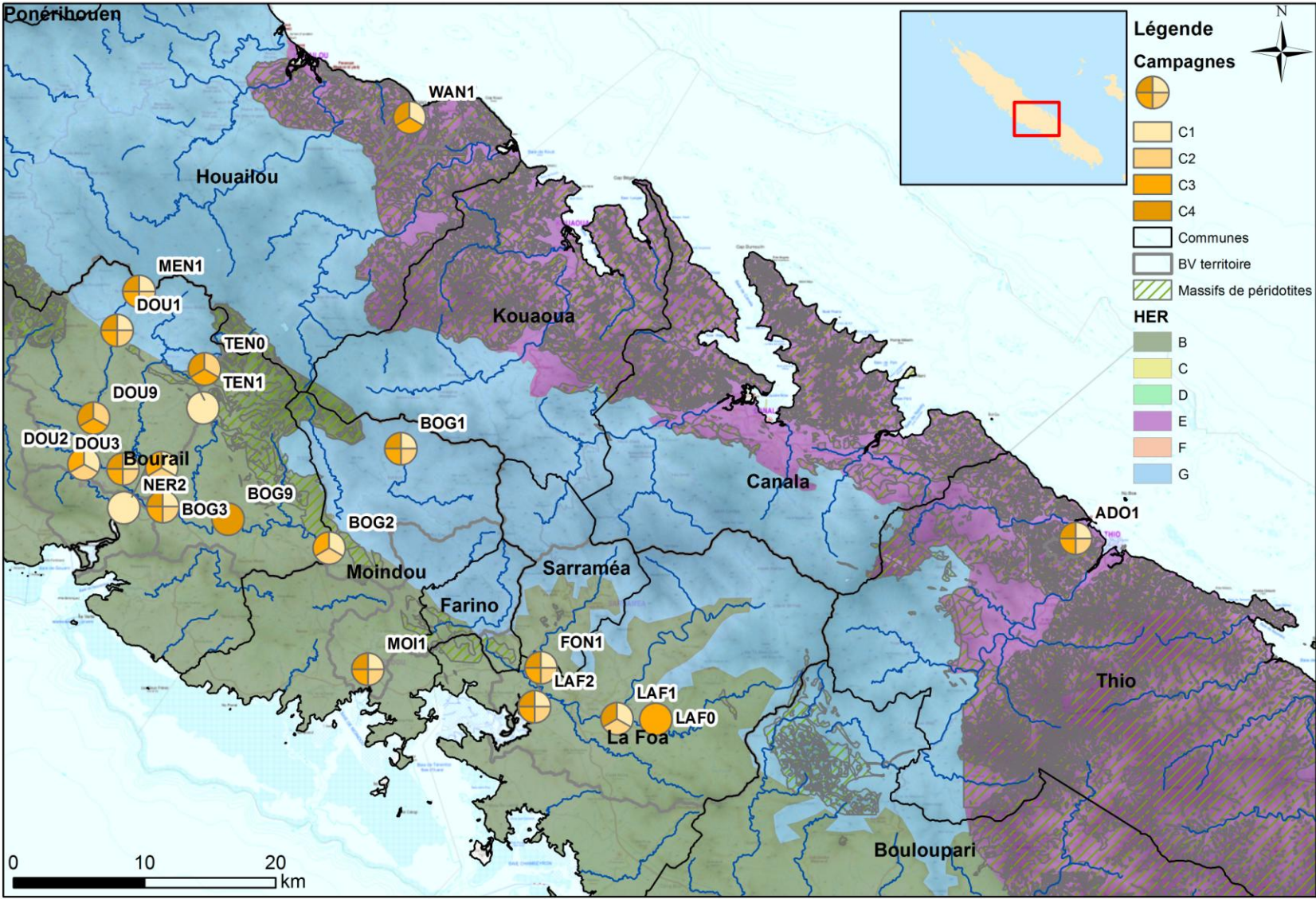
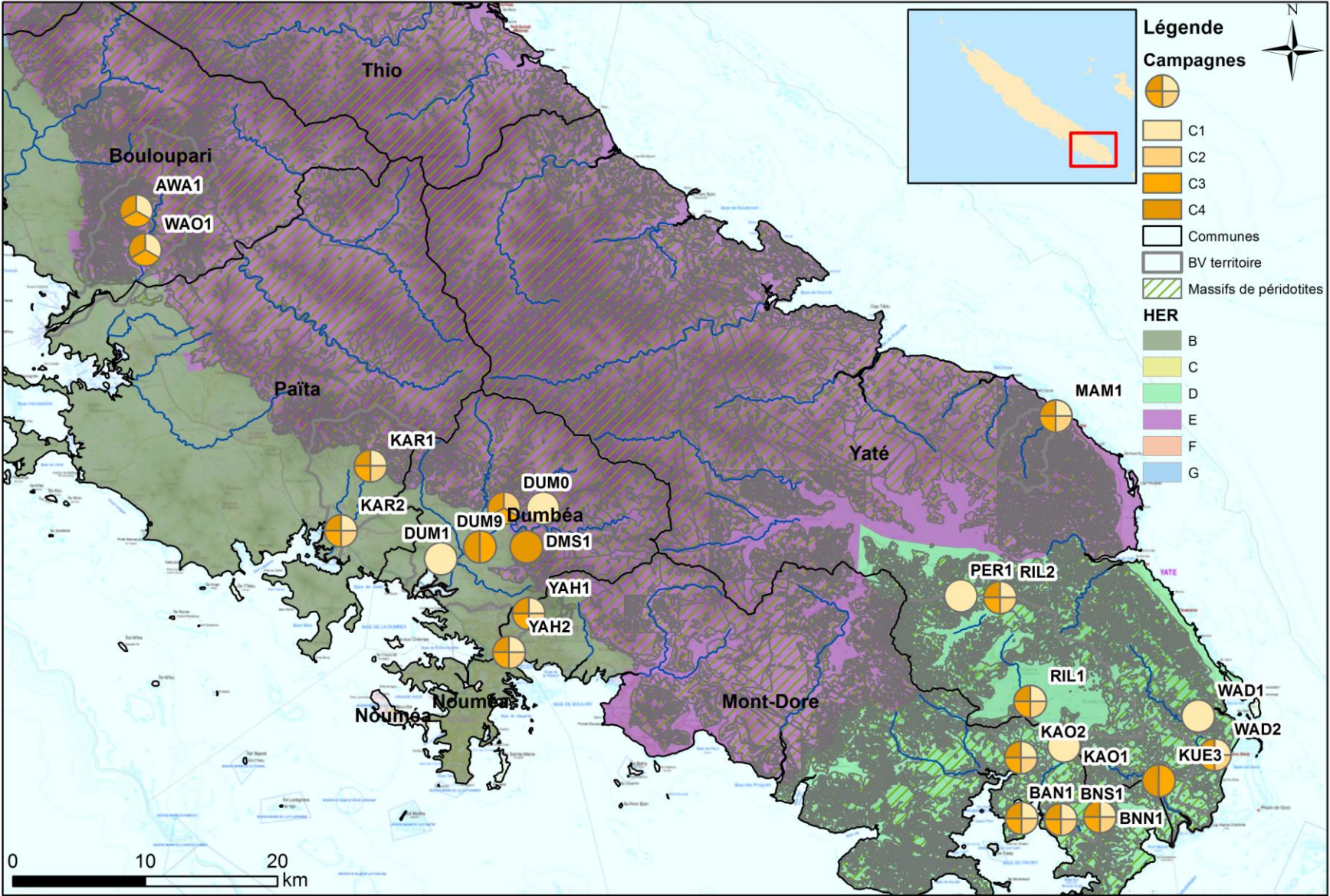


Figure 3: Carte de localisation des stations et campagne de prélèvements.







Le Tableau 2 résume les principales informations concernant les 223 prélèvements effectués **lors des 4 campagnes d'échantillonnage**. Le tableau en Annexe 4 détaille les dates d'échantillonnage des stations.

Tableau 2: Dates et données globales des 4 campagnes de prélèvement.

Campagne	Dates	Nombre de cours d'eau échantillonnés	Nombre de prélèvements effectués	Province		Représentation des HER					
				Nord	Sud	B	C	D	E	F	G
1	Du 20/10/12 au 19/12/12	41	64	28	36	31	4	10	6	3	10
2	Du 12/06/13 au 12/08/13	32	45	17	28	22	2	7	2	3	9
3	Du 10/09/13 au 08/12/13	41	58	22	34	30	2	8	5	3	8
4	Du 27/04/14 au 17/06/14	41	56	24	33	28	2	8	6	3	8
Nombre Total de stations		43	79	35	44	42	4	11	7	3	12

La relative hétérogénéité des campagnes reflète la nécessité d'adapter le terrain selon les conditions climatiques, l'accès aux sites et les moyens humains. Les différentes HER ont été échantillonnées proportionnellement à leur surface et à la densité humaine des territoires.

III.1.2 Analyses des paramètres physico-chimiques *in situ*

Les résultats des paramètres *in situ* sont représentés en **Figure 4**. Comme le pourcentage de saturation en O₂ dissout est calculé en fonction de la concentration mesurée en O₂ (en mg/l) et de la température mesurée, il rend ainsi mieux compte de la réelle oxygénation du milieu. C'est ce paramètre qui sera analysé plutôt que la concentration. Les valeurs atypiques ont été nettoyées par soucis de lisibilité.

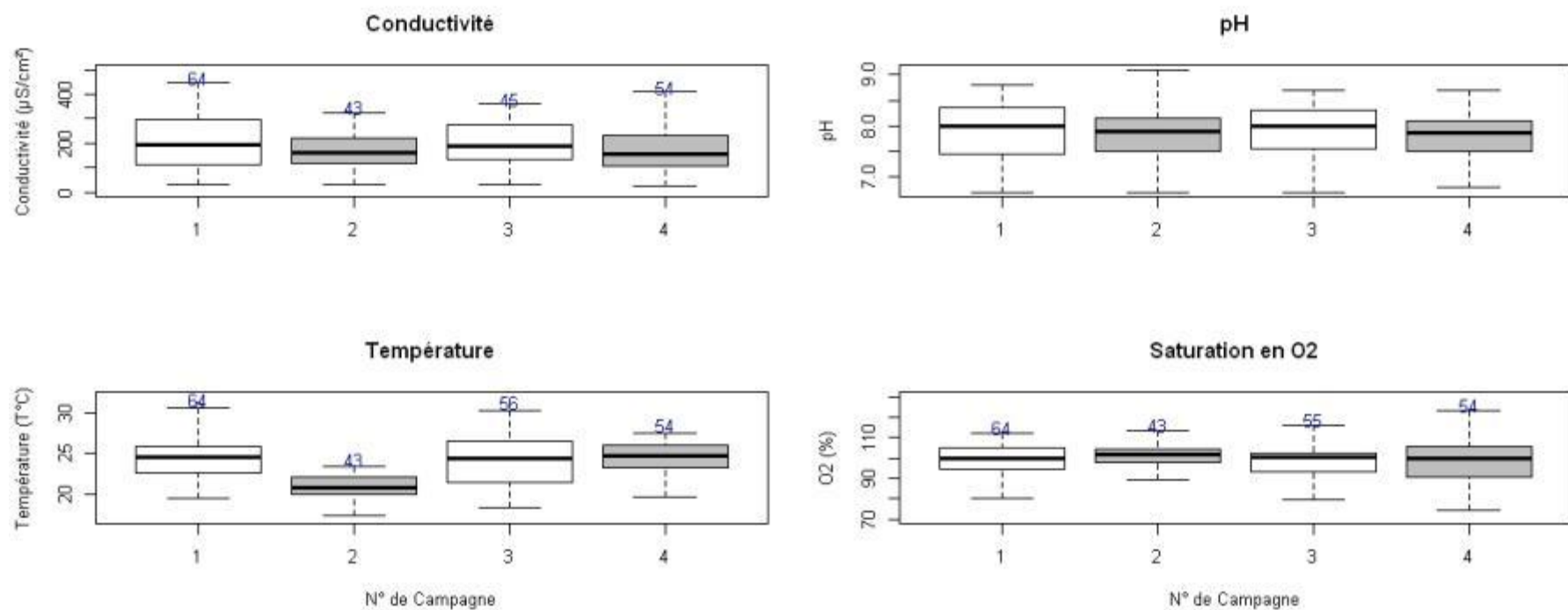


Figure 4 : Boxplots des paramètres in situ relevés lors des 4 campagnes de prélèvement, en bleu le nombre n de valeurs prises en compte. Les valeurs atypiques (outliers) ont été nettoyées.

Le graphique de la conductivité permet d'observer des valeurs assez bien regroupées autour de la médiane à 200 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ pour l'ensemble des campagnes. Néanmoins, une tendance à une conductivité plus faible lors des campagnes 2 et 4, en saison humide, peut être expliquée par des eaux moins concentrées en minéraux, car diluées par les pluies.

Pour les 4 campagnes, les valeurs de pH se regroupent autour de la valeur 8 et la dispersion des valeurs inférieures restent pour la plupart au dessus de 7. Il s'agit donc en majorité d'eaux basiques. A l'instar de la conductivité, l'observation d'une légère baisse des valeurs de pH lors des campagnes 2 et 4 peut traduire des eaux diluées par les pluies.

Les valeurs de températures se situent en majorité autour de 25°C pour les campagnes 1, 3 et 4 avec une amplitude d'une dizaine de degrés, de 20 à 30°C environ, lors des saisons sèches, et de l'ordre de 5°C lors des saisons humides. Cela peut être dû au pouvoir tampon des eaux de pluie, uniformisant les températures de l'amont vers l'aval. On note une baisse des températures lors de la campagne 2, qui sont de l'ordre de 21°C. Cela peut être dû au fait que les prélèvements ont eu lieu en fin de saison humide, au cœur de la saison fraîche, alors que ceux effectués lors de la campagne 4 ont eu lieu en début de saison humide, lorsque les températures commencent seulement à rafraîchir (Météo France, b, 2013).

Les valeurs de saturation en O_2 dissous sont regroupées autour de 100%, la plupart des eaux sont donc à saturation. Pour les campagnes 1 et 3 on obtient des profils de valeurs très similaires avec une dispersion des valeurs extrêmes allant de 80 à 115%. Les campagnes de saison humide ont des profils plus hétérogènes. Les valeurs de la campagne 2 ont un profil concentré autour de $100\% \pm 10\%$. Les valeurs de la campagne 4 sont plus dispersées que ce soit au niveau des valeurs extrêmes comprises entre 75 et 125%, ainsi que des quartiles autour de la médiane, aux alentours de 95 à 105%.

Hormis pour le paramètre de la température, lors de la campagne 2 où l'on peut noter une baisse sensible de la température de l'ordre de 4°C, ce qui reste assez faible, les valeurs des paramètres mesurées restent relativement constantes. D'après les résultats obtenus, on peut conclure que **les eaux échantillonnées sont en majorité modérément à assez fortement minéralisée, à pH basique, et à saturation en oxygène dissous, pour des températures de l'ordre de 25°C en moyenne.**

III.2 Analyses des paramètres physico-chimiques de laboratoire

III.2.1 Analyse en Composantes Principales des données de physico-chimie

L'analyse des données a été effectuée à partir des résultats de laboratoire de l'IRD pour lesquels la matrice de données est la plus complète (prélèvements effectués par Asconit/Bioeko). L'ensemble de ces résultats est disponible en **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** L'analyse en composante principale (ACP) nécessite une matrice de jeu de données complet. En cas de valeur manquante c'est toute la ligne qui n'est pas prise en compte, ici, l'analyse a porté sur 98 échantillons, 37 issus de la campagne 1, 28 de la campagne 2, 17 de la campagne 3 et 16 de la campagne 4.

La **Figure 5** ci-dessous, illustre ce que l'on appelle l'éboulis des valeurs propres. Ce graphique permet de sélectionner le nombre d'axes à retenir pour la projection dans l'ACP d'après le décrochement (coude) du diagramme en barres. Le nombre d'axes est sélectionné avant ce décrochement dans le but d'obtenir le maximum d'inertie conservée avec le minimum de facteurs. De plus, le graphique de pourcentage de variance permet d'estimer l'inertie totale représentée par les axes.

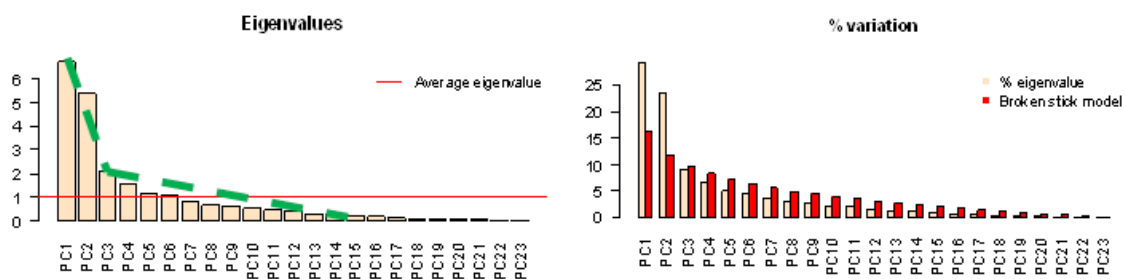


Figure 5: Eboulis des valeurs propres pour le choix du nombre d'axes à retenir grâce au critère du coude, illustré en tirets verts et le pourcentage de variance correspondant.

D'après la **Figure 5**, on observe une chute importante à partir du 3^e axe (de 10 à 15% de l'inertie). On retient donc 2 axes qui représentent près de 55% de l'inertie totale (on explique 55% de l'information du tableau de physico-chimie). Cette projection est donc informative et robuste.

La **Figure 6** de l'ACP explore la contribution des variables sur les 2 premiers axes, et sur les axes 3 et 4 (représentant près de 15% de l'inertie) dans le but d'expliquer le comportement de variables dont les vecteurs sont peu informatifs dans la projection des 2 premiers axes. La matrice de corrélation des variables est disponible en Annexe 7. Le cercle en rouge est le cercle des contributions équilibrées. Les variables sont représentées par des vecteurs, on étudie alors leur contribution à la formation des axes d'après leur taille et leur proximité par rapport aux axes. Les variables dont le vecteur dépasse le cercle peuvent être interprétées avec confiance dans le plan considéré. De manière générale, plus le vecteur est grand (en valeur absolue) et proche de l'axe, plus il contribue à sa formation.

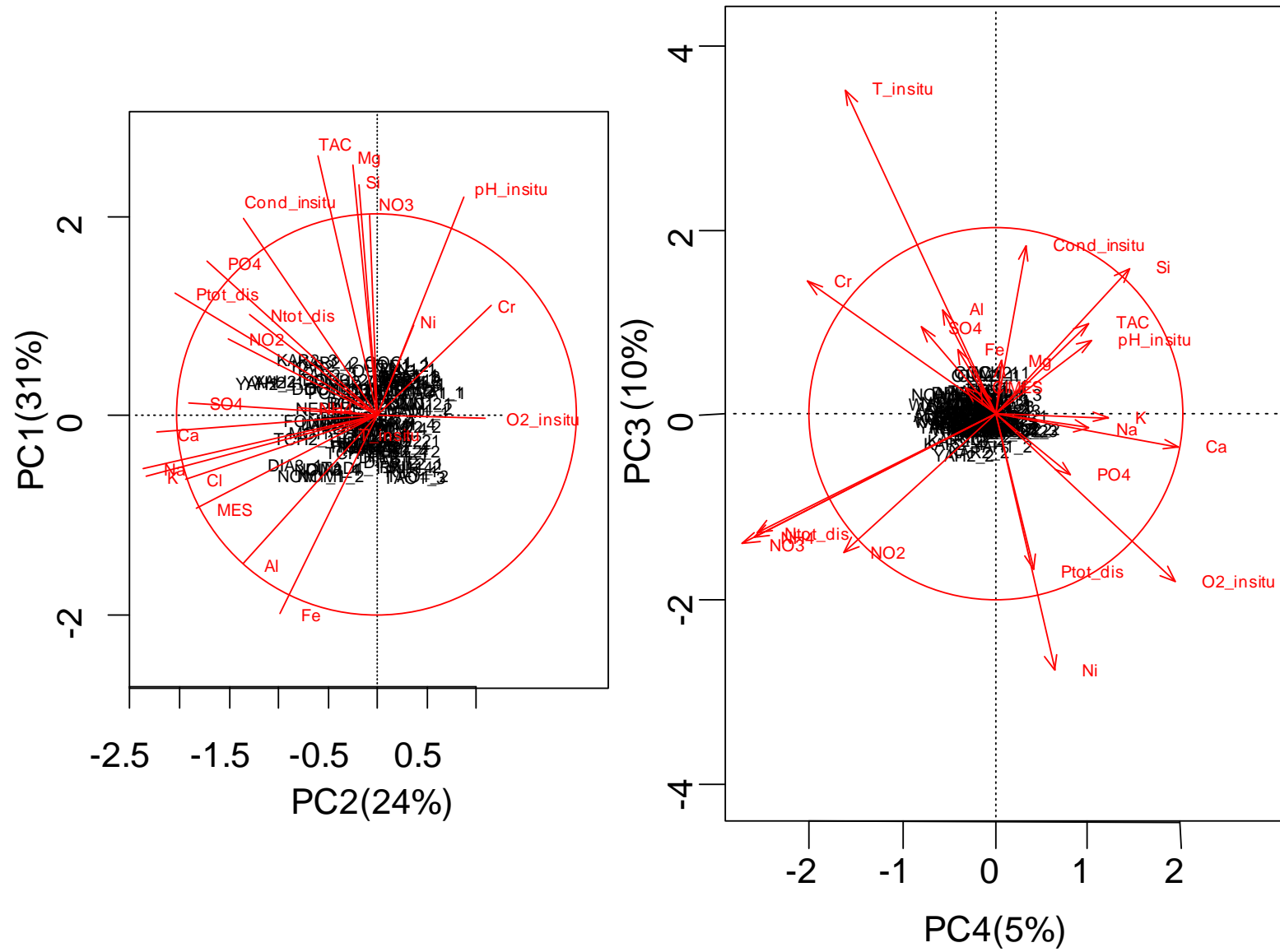


Figure 6: ACP des valeurs de physico-chimie sur les axes 1 et 2 et les axes 3 et 4.

D'après la **Figure 6**, on peut observer que l'axe 1 est principalement supporté par les sulfates (SO₄), le calcium (Ca), le potassium (K), le sodium (Na) les chlorures (Cl) et dans une moindre mesure les matières en suspension (MES). De même l'O₂ dissous contribue à cet axe 1 mais s'oppose aux variables précédemment citées. L'axe 2 est supporté par les variables magnésium (Mg), silicium (Si), Titre Alcalimétrique Complet (TAC) et des nitrates (NO₃). Dans une moindre mesure mais dans le même sens et dans 2 cadrans différents on trouve aussi la conductivité *in situ*, le pH *in situ* et le Ni. Les phosphates (PO₄) et le phosphore total dissous (P_{tot_dis}) ainsi que les nitrites (NO₂) et l'azote total dissous (N_{tot_dis}) sont corrélés et contribuent aux axes 1 et 2. Ces variables possèdent des vecteurs de tailles similaires 2 à 2, phosphates et phosphore ayant les vecteurs les plus longs. L'aluminium (Al) et le fer (Fe) contribuent également à la définition de l'axe 2 mais s'opposent aux autres variables précédemment décrites. La projection des variables dans le plan des axes 3 et 4 permet de compléter ces informations. Le nickel et la température définissent nettement l'axe 4 et sont diamétralement opposés. Les variables azotées (surtout Nitrites, N_{tot} dissous, NH₄) sont corrélées et contribuent essentiellement à l'axe 3 mais aussi à l'axe 4.

De ces observations, on retire que l'axe 2 illustre la concentration des eaux en minéraux tels que le magnésium, la silice et les carbonates (à travers la mesure du TAC). Le pH et le TAC sont corrélés car ils ont en commun d'estimer une teneur en ions H⁺. Le pH mesure l'intensité à absorber des protons tandis que le TAC renseigne sur le pouvoir tampon du milieu. Le TAC permet aussi l'estimation du résultat de l'altération des minéraux des roches. Comme le TAC est lié au silicium et au magnésium, on peut donc dire que l'information relative à la physico-chimie des eaux portées par l'axe 2 renvoie à l'intensité du lessivage de roches silicatées et magnésiennes, comme les roches des massifs ultramafiques. La périclase, constituée principalement d'olivine et de pyroxènes, pauvre en aluminium, libère sous l'action hydraulique, ses silicates et ses ions magnésium tout en retenant sur place le fer qui ne passe pas en solution. Ceci explique que les vecteurs silicates et magnésium s'opposent aux vecteurs Aluminium et Fer. La conductivité décrite ici, est à la fois tirée par les minéraux issus du lessivage des roches et par les minéraux liés à une influence haline, portés par l'axe 1 qui est donc l'axe de la minéralisation sous influence haline. De plus, comme les nutriments en fortes concentrations augmentent aussi la conductivité du milieu, il est logique que le vecteur de conductivité adopte sensiblement le même angle et le même sens que ces derniers.

La **Figure 7** illustre la projection des stations dans l'espace de l'ACP défini par les variables physico-chimiques. Elle illustre ainsi les caractéristiques physico-chimiques générales des stations et leurs affinités entre elles.

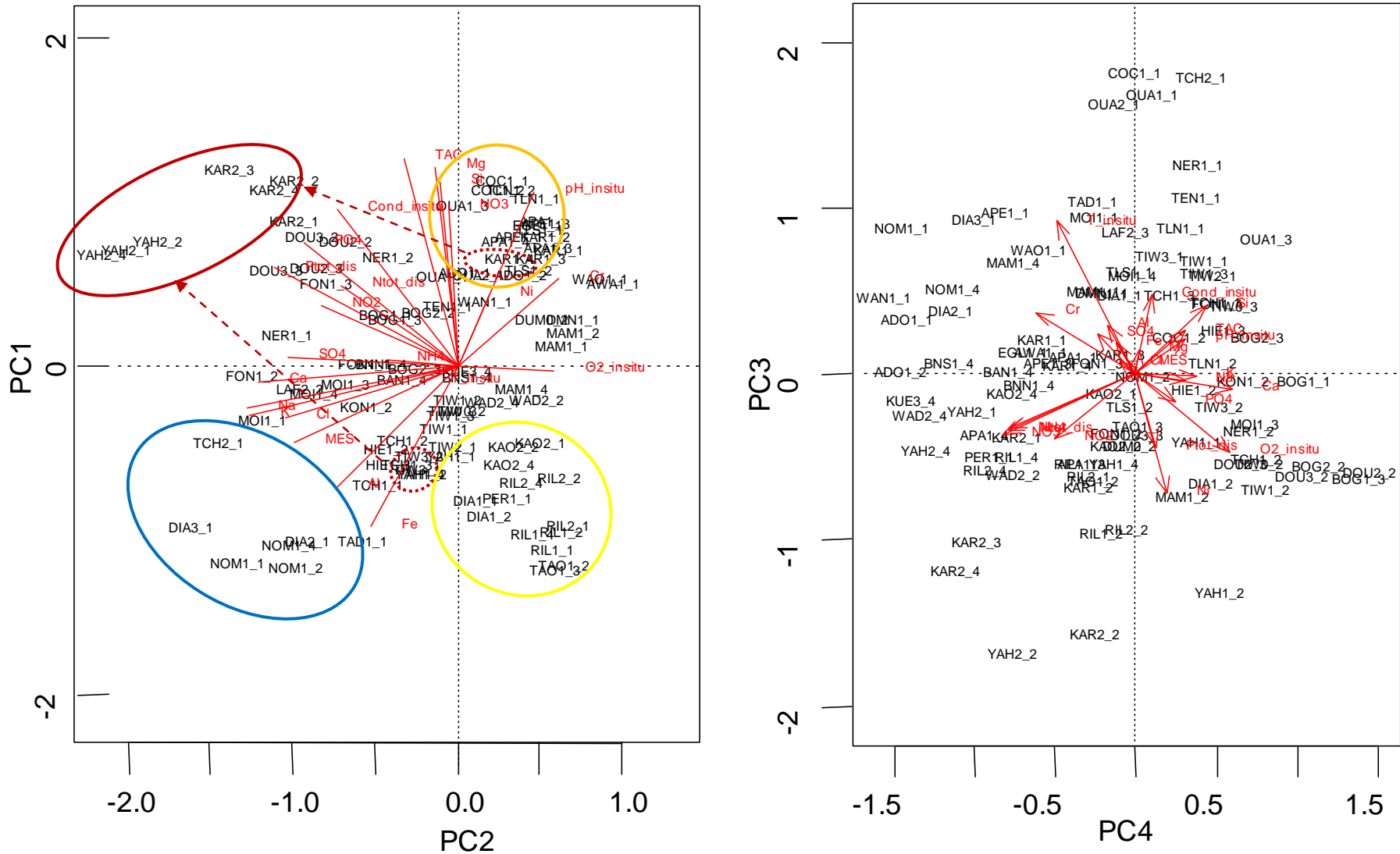


Figure 7: Projection des stations dans le plan de l'ACP, sur les axes 1 et 2 et les axes 3 et 4. Les patatoïdes regroupent des stations similaires dans le plan de leur représentation, les flèches illustrent le « shift » dans la physico-chimie de stations amont et aval.

La projection des stations décrites par la **Figure 7** caractérise le climat physico-chimique des différentes stations échantillonnées lors des 4 campagnes de suivi. Nous pouvons tout d'abord constater que pour chacune des stations, les 4 campagnes de prélèvements la caractérisant se projettent à proximité l'une de l'autre. Il ne semble donc pas exister de variations saisonnières majeures du climat physico-chimique des différentes masses d'eau. Le groupe orange, lié à l'axe 2 caractérise des stations de pieds de massifs ultramafiques. On retrouve au sein de ce groupe les stations les plus représentatives telles TLN1 et COC1, situées respectivement sur la rivière Coco et la Taléa branche Nord, sur le massif du Koniambo. Le groupe resserré est formé des stations du Kopeto, telles que APA1 et EGL1, situées sur un affluent de la Papainda. A l'opposé, le patatoïde bleu regroupe des stations sous influence haline telles que TCH2, DIA2, DIA3, et TAD1, respectivement situées à l'aval de la Tchamba et du Diahot, et sur la Tade, affluent du Diahot. La station NOM1, située sur la Nomac, sur la route de Poingam ne semblait pas être sous influence haline. Cependant sa place sur le plan de l'ACP laisse à penser qu'elle pourrait l'être peut-être via un biseau salé sous terrain. Cette dernière, à l'instar des stations situées sur le Diahot et la Tade est enrichie en éléments aluminium et fer. Cela peut être dû à l'influence géologique de l'unité du Diahot sur laquelle elles sont situées. Le patatoïde marron regroupent les stations YAH2 et KAR2, respectivement à l'aval de la Yahoué et de la Karikouié. Ces stations reçoivent des effluents d'origine domestique qui peuvent expliquer leur association aux fortes concentrations en éléments azotés et phosphatés. La station YAH2, située au niveau du pont des français, semble de plus soumise à une forte minéralisation. Les flèches associées à ce patatoïde illustrent le glissement dans la physico-chimie entre les stations amont et aval d'un même creek. De la station YAH1 vers la station YAH2 et de la station KAR1 vers la station KAR2. Ces 2 stations amont possèdent des climats physico-chimiques opposés, respectivement une influence volcano-sédimentaire pour YAH1 et ultramafique pour KAR1, tandis que les stations aval correspondantes partagent elles, des similarités importantes. A l'opposé, du patatoïde marron, le patatoïde jaune regroupe des stations à la fois pauvres en éléments issus de la matière organique et peu minéralisées. On retrouve ici, les stations KAO2, PER1, RIL1 et RIL2, respectivement situées sur la rivière des Kaoris, le creek Pernaud et la Rivière des Lacs, à l'amont et à l'aval. Ce sont donc toutes des stations appartenant à des rivières de l'HER D, Plaine du Grand Sud. Elles sont accompagnées par les stations TAO1 et DIA1, respectivement situées au niveau de la cascade de Tao et en tête de bassin du Diahot, ces rivières appartenant à l'HER F, Massif du Panié. Ce groupe jaune caractérise donc des eaux ultraoligotrophes.

La projection des stations dans le plan des axes 3 et 4 est représentée à titre informatif mais la trop faible inertie de ces 2 axes par rapport aux 2 premiers axes rend toute interprétation difficile.

En résumé, l'ACP permet de discriminer des groupes de stations selon leur physico-chimie, laquelle est liée à leur environnement. On a distingué ici 4 groupes de stations :

- **Les stations situées à l'aval des massifs ultramafiques,**
- **Les stations estuariennes,**
- **Les stations touchées par des effluents organiques intenses,**
- **Les stations de rivières ultraoligotrophes et très faiblement minéralisées.**

III.2.2 Classification hiérarchique des stations

La méthode de Ward utilisée ici et illustrée Figure 8, permet de regrouper statistiquement des stations entre elles selon leurs caractéristiques physico-chimiques de manière plus fine que ne le fait l'ACP, qui reste néanmoins nécessaire pour mieux cerner les paramètres discriminants de la classification hiérarchique.

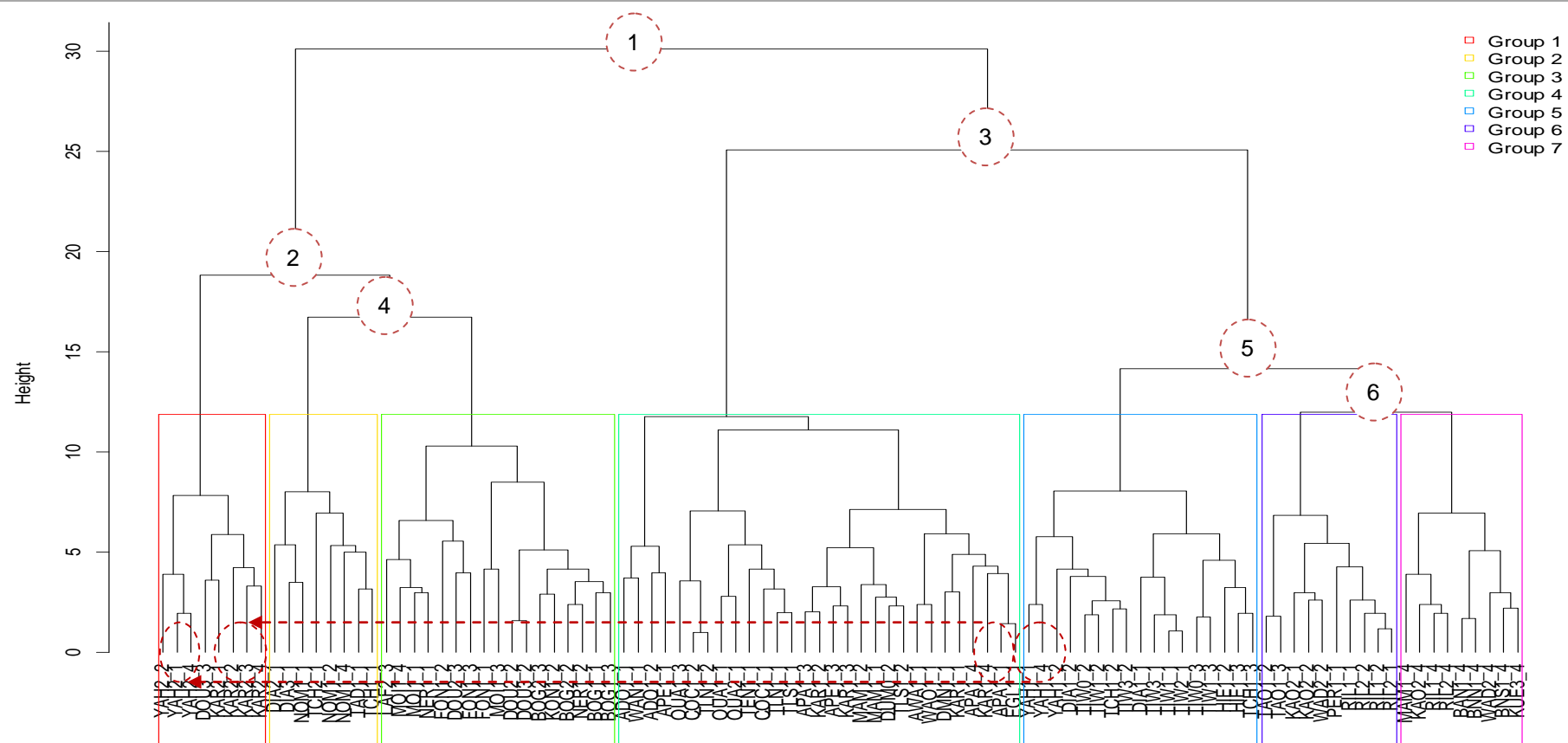


Figure 8: Cluster dendrogramme des stations d'après leurs caractéristiques physico-chimiques.

La **Figure 8** révèle des groupes de stations ayant des caractéristiques physico-chimiques similaires. La formation des groupes a nécessité 6 nœuds matérialisés sur le graphique.

Les remarques possibles à propos des nœuds de ces divisions sont les suivantes :

- Le nœud 1 différencie le groupe de gauche constitué uniquement des stations les plus minéralisées, et le groupe de droite comme des stations relativement pauvres en nutriments,
- Le nœud 2 discrimine le groupe rouge comme étant des stations connaissant un impact de pollution anthropique élevé, telle que la station YAH1 à l'aval de la STEP de la Yahoué,
- Le nœud 3 distingue le groupe vert foncé constitué uniquement de stations situées sur sol ultramafique, hormis les stations de l'HER D, les Plaines du Grand Sud,
- Le nœud 4 discrimine le groupe jaune, regroupant des stations du Nord du territoire, appartenant aux HER C et F, la plupart sous influence haline avérée ou suspectée. La station TCH1, en tête de bassin de la Tchamba, dans l'HER G semble ne pas avoir sa place ici. D'ailleurs seul le prélèvement, de la première campagne appartient à ce groupe. L'analyse des résultats de physico-chimie montre que sa teneur en chlorures est de 20,6 mg/l à la première campagne contre 7,6 et 6,5 mg/l respectivement pour les campagnes 2 et 3. Les résultats des autres paramètres ont des ordres de grandeur relativement homogènes. Il peut donc s'agir d'une valeur aberrante au niveau de l'analyse de laboratoire. Le groupe vert clair est composé de stations sous influence de l'unité géologique de la Boghen. C'est principalement le bassin versant de la Néra. On y trouve aussi les stations de la Moindou, et du bassin versant de La Foa, ainsi que plus singulièrement la station amont de la Kone.
- Le nœud 5 distingue en bleu des stations hors contexte ultramafique, principalement des stations de la côte Est situées sur la Tchamba et la Tiwaka et des stations sous l'influence du mont Panié, telles que celles situées sur le Diahot en tête de bassin et sur la Hienghène. Plus singulièrement, on retrouve ici la station en tête de bassin de la Yahoué, YAH1. Les 2 groupes de droite en violet et rose sont composés de stations où les eaux sont particulièrement pauvres. Exception faite de la station TAO1, elles appartiennent toutes au milieu ultramafique de l'HER D (hormis MAM1, proche géographiquement).
- Le nœud 6 distingue ici le groupe violet du groupe rose, ce dernier composé uniquement de stations de l'HER D et issues de la campagne 4. L'interprétation de ce nœud nécessite l'acquisition de données complémentaires.

La classification hiérarchique de Ward vient confirmer les résultats de l'ACP. **Ces résultats statistiques à partir de la physico-chimie des eaux de surface reflètent fidèlement la réalité de terrain à travers le fond géochimique naturel du territoire et de l'impact des effluents anthropiques. Le diagramme respecte aussi assez fidèlement la définition des hydroécორégions (HER) du territoire.** On peut remarquer, de la même manière que sur l'ACP, le glissement dans la physico-chimie des stations amont YAH1 et KAR1, appartenant respectivement au groupe bleu (stations hors contexte ultramafique) et au groupe vert foncé (stations situées exclusivement en contexte ultramafique) vers les stations

avals respectives YAH2 et KAR2, toutes deux situées dans le groupe des stations altérées par des effluents domestiques.

Ces résultats sont donc très rassurants quant à la pertinence du futur indice car ils soulignent que les analyses effectuées cernent le contexte géochimique naturel et les forçages anthropiques d'origine domestique.

III.2.3 La minéralisation

La **Figure 9** représente la projection des différents faciès minéraux dans le diagramme de Piper.

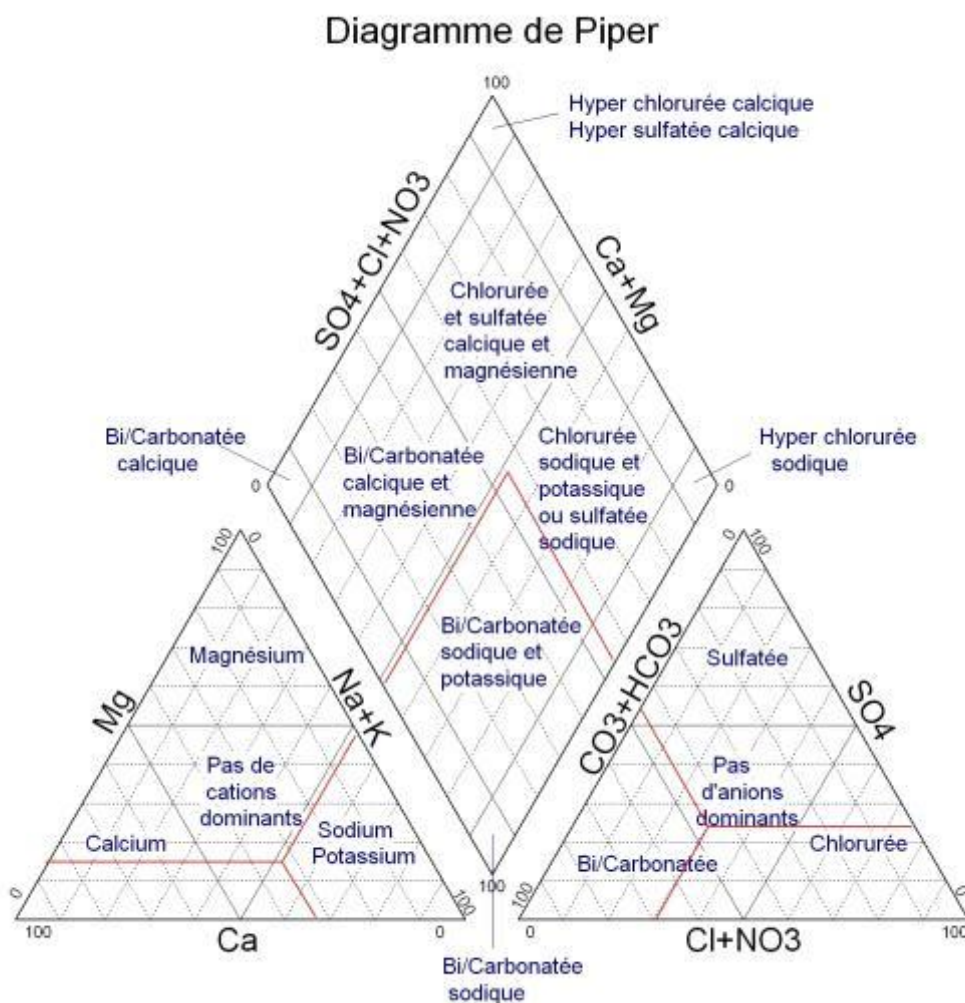


Figure 9: Faciès minéraux selon le diagramme de Piper.

HER B et G ont un rapport Ca/Mg plus important. Les stations ADO1 et WAN1 se détachent des stations de l'HER E en raison d'un enrichissement en anions.

Hormis les stations sous influence haline, les eaux appartiennent au faciès carbonaté magnésien. L'écart dans le sens d'un enrichissement en cations est dû à l'influence d'un substrat schisteux tel que celui rencontré sur l'unité de la Boghen ou du Diahot.

III.3 Résultats floristiques

III.3.1 Effort de comptage

L'effort de comptage minimum de 400 valves a été calqué sur l'indice métropolitain mais reste à définir pour la Nouvelle-Calédonie. Le graphique représentant la richesse spécifique en fonction du nombre total de valves comptées (**Figure 11**) permet simplement de vérifier que la richesse spécifique trouvée par relevé n'est pas limitée par la pression de comptage réalisée du moment qu'elle atteint ou dépasse 400 valves. En effet, le relevé à effectif compté le plus fort (plus de 700 valves) compte 21 taxons tandis que celui de plus de 80 taxons (84 taxons) a été trouvé avec à peine 500 valves comptées (496 exactement). Ces éléments collectés semblent donc illustrer qu'à partir de 400 à 500 individus, il ne se dégage pas de relation entre effectifs comptés et diversité spécifique du relevé.

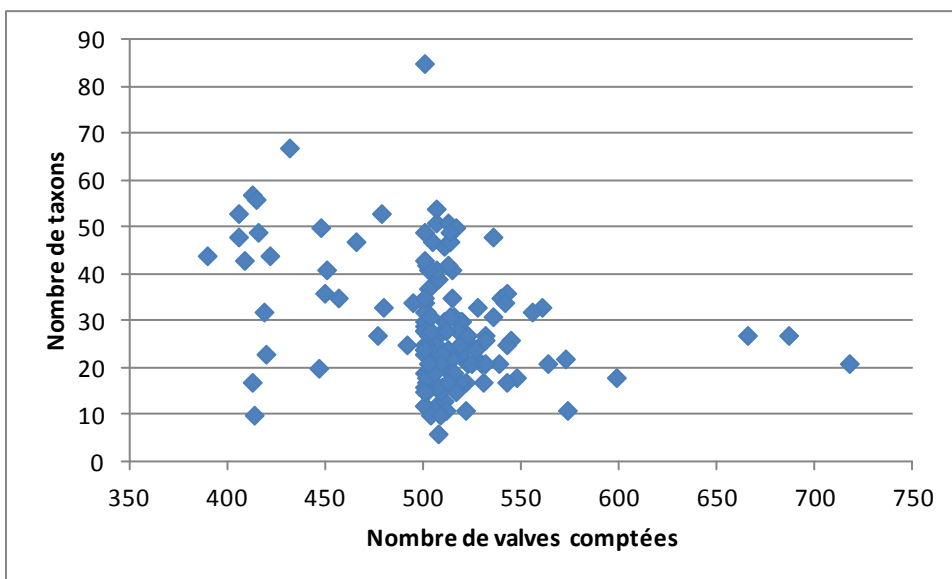


Figure 11: Graphique de la richesse taxonomique en fonction de la pression de comptage sur 140 inventaires effectués.

Afin d'établir définitivement la pression d'analyse à fournir, une courbe de tarissement a été élaborée, Figure 12. Il s'agit de compter 1000 valves et d'observer l'abondance relative des nouveaux taxons apparaissant au cours de l'inventaire.

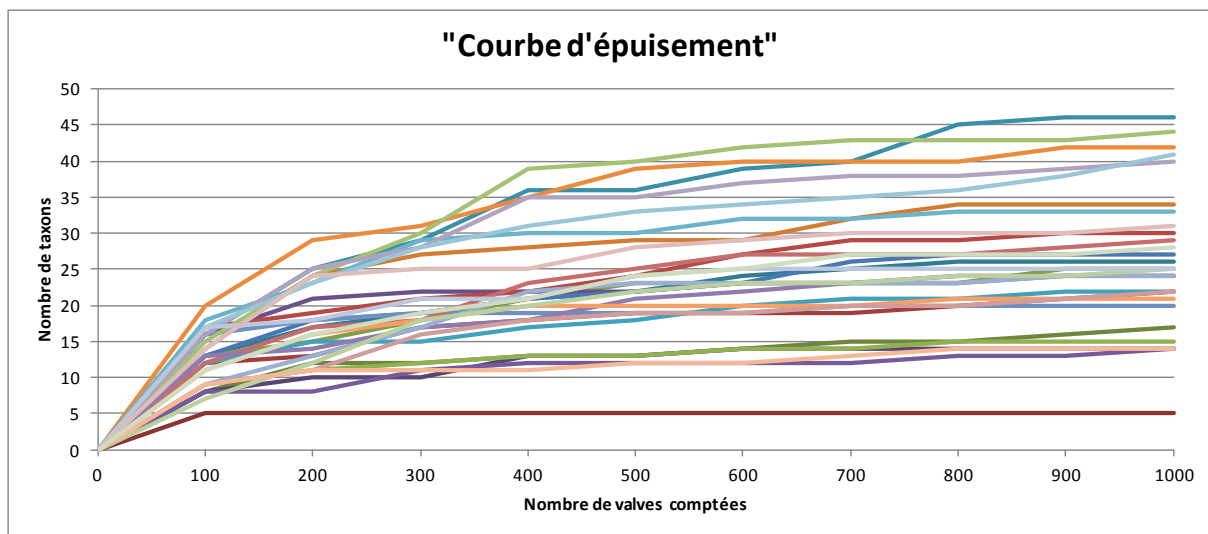


Figure 12: Courbes d'épuisement, à partir de 30 stations des campagnes 1 et 2.

On observe sur la **Figure 12** la formation d'un plateau à partir de 400 valves comptées, correspondant à la description des taxons majoritaires de l'inventaire dès ce nombre d'unités comptées.

Le Tableau 3 récapitule le pourcentage de nouveaux taxons de l'inventaire apparaissant de 100 en 100 au cours du comptage.

Tableau 3: Pourcentage de nouveaux taxons de l'inventaire apparaissant de 100 en 100 au cours du comptage, à partir de 30 stations des campagnes 1 et 2.

Nombre de valves comptées	Pourcentage de nouveaux taxons apparaissant dans l'inventaire par rapport au nombre total de taxons inventoriés			
	Minimum	Maximum	Moyenne	Médiane
100	28	100	52	51
200	0	32	15	15
300	0	24	9	8
400	0	21	8	7
500	0	13	4	4
600	0	10	4	4
700	0	11	3	2
800	0	11	2	0
900	0	8	2	0
1000	0	7	2	0

Si l'on considère aussi bien la moyenne que la médiane, à partir de 500 unités comptées par rapport à 400, il n'y a plus que 4% de nouveaux taxons comptabilisés, puis il en va de même pour 600 unités comptées. La limite de 500 unités comptabilisées semble donc être représentative de la diversité taxonomique d'un échantillon.

III.3.2 Caractéristiques générales

Les inventaires diatomiques des 3 premières campagnes (abondances en ‰) sont présentés en Annexe 8.

Au total, 612 taxons pour 88 genres différents répartis en 8 familles ont été inventoriés jusqu'ici. Ces chiffres sont seulement indicatifs car certains taxons, encodés provisoirement pourront être rattachés à un taxon connu, ou alors un même taxon pourra être séparé en 2 taxons distincts.

III.3.3 Répartition par grands groupes taxinomiques

Les groupes taxinomiques, parfois appelés « famille » par abus de langage, permettent une classification pratique des genres, sans toutefois représenter des familles au sens strict du terme, c'est-à-dire, des groupes monophylétiques.

A l'exception des Surirellacées (présentes mais avec un effectif inférieur à 0,5% du peuplement), tous les grands groupes sont représentés, **Figure 13**.

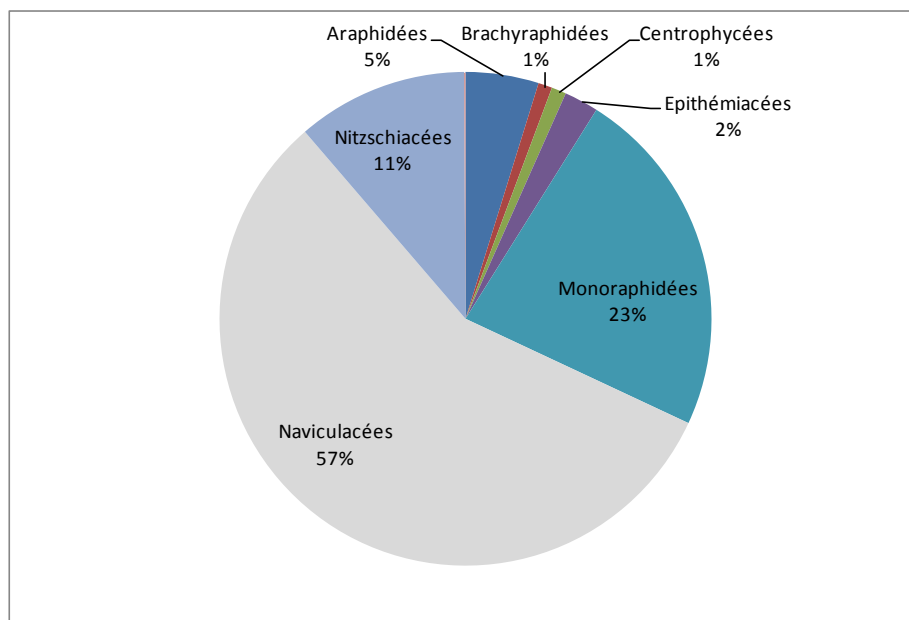


Figure 13: Répartition des taxons par famille dans les 3 premières campagnes.

Les Naviculacées sont largement majoritaires, avec 57% du peuplement puis viennent les Monoraphidées et les Nitzschiacées comptant respectivement pour 23% et 11% du peuplement. Les 4 autres familles représentées participent à 9% du peuplement, dont 5% représenté par les Araphidées, puis de manière plus anecdotique les Epithémiacées, les Brachyraphidées et les Centrophycées comptent respectivement pour 2%, 1% et 1% du peuplement.

Cela respecte assez fidèlement la richesse taxinomique de chacune des familles parmi les diatomées benthiques d'eau douce, quelque soit leur origine, les Naviculacées regroupant un très grand nombre de taxons.

III.3.4 Analyse floristique

Les valeurs de richesse taxinomique (nombre de taxons), de l'indice de diversité (Shannon & Weaver) et de l'équitabilité sont consignées en Annexe 9.

III.3.4.1 Richesses taxinomiques

La richesse spécifique a été étudiée en fonction des HER (**Figure 14**) et de l'influence du substrat, volcanosédimentaire ou ultramafique (**Figure 15**).

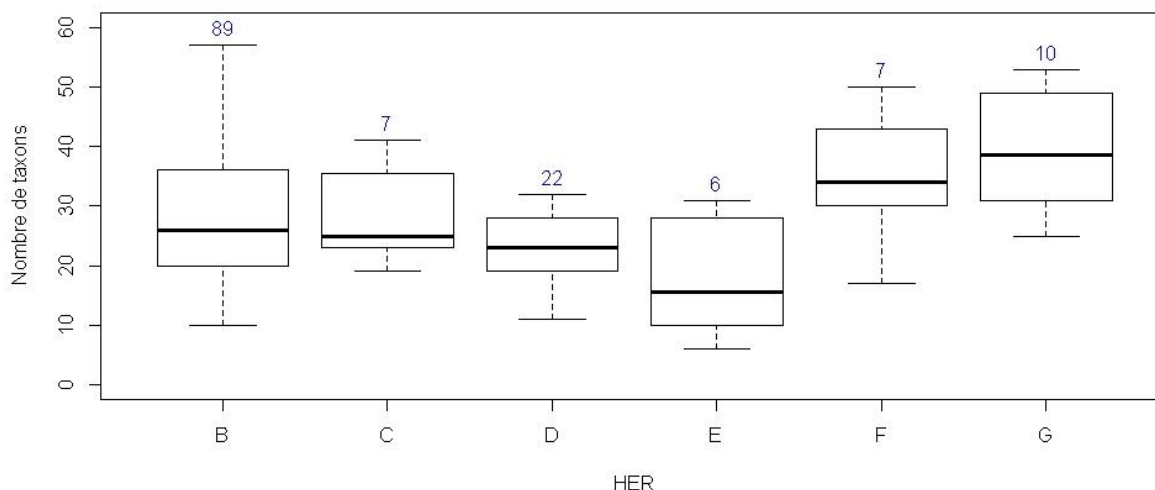


Figure 14: Boxplot de la richesse spécifique des 3 premières campagnes de prélèvement en fonction des HER, le chiffre en bleu indique le nombre n de prélèvements étudiés, les outliers ont été nettoyés.

D'après la **Figure 14**, on peut remarquer que la richesse spécifique varie de 6 taxons minimum à 57 taxons maximum, toutes HER confondues, avec des médianes allant d'environ 18 à 40 taxons, respectivement pour les HER E et G. L'HER E est aussi l'HER la moins représentée avec 6 stations inventoriées. Néanmoins, l'HER C et l'HER F comptent seulement une station supplémentaire dans l'analyse, et possèdent respectivement une médiane à 27 et 33 taxons. L'HER B, avec 89 stations analysées possède une médiane à 28 taxons. Le nombre de taxons observés semble donc être lié à l'HER.

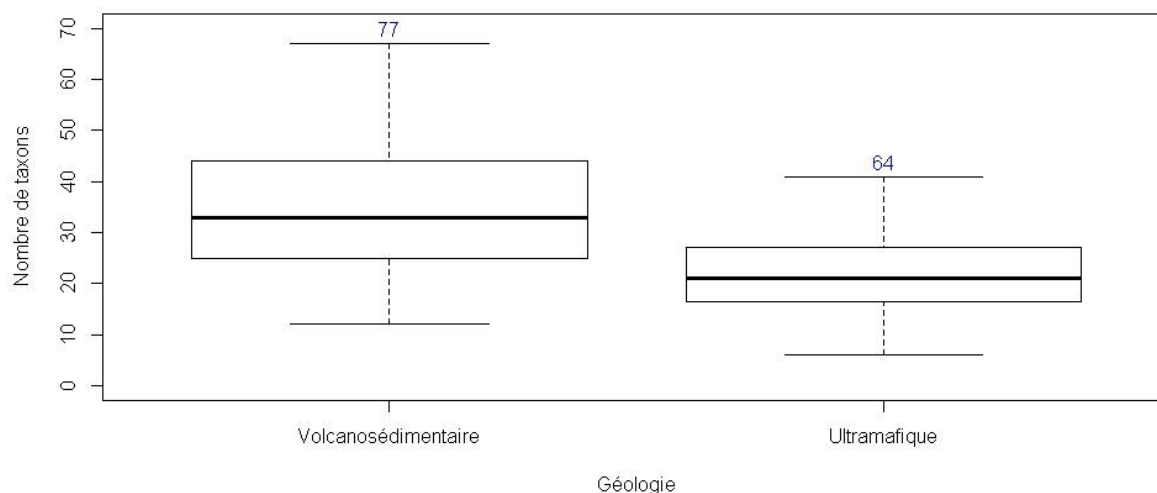


Figure 15: Boxplot de la richesse spécifique des 3 premières campagnes de prélèvement en fonction du substrat, volcanosédimentaire ou ultramafique, le chiffre en bleu indique le nombre n de stations étudiées.

La **Figure 15** présente les boxplots de la richesse spécifique selon le type de substrat sur lequel se trouve la station. Le nombre de stations est relativement homogène 77 et 64 stations sur les 2 types représentés, respectivement volcanosédimentaire et ultramafique. On peut observer une différence entre les 2 types de substrat représentés. La richesse spécifique par inventaire est plus basse sur substrat ultramafique avec une médiane à 32 taxons sur substrat volcanosédimentaire contre 22 sur substrat ultramafique.

La richesse spécifique est dépendante de l'HER de prélèvement et du contexte géologique de prélèvement, ultramafique ou non. Cette hétérogénéité était attendue et sera prise en considération dans la conception de l'indice.

III.3.4.2 Diversité et équitabilité

La **Figure 16** représente les boxplots des indices de diversité et d'équitabilité selon les HER et selon la géologie : volcanosédimentaire ou ultramafique. Les valeurs des boxplots sont consignées en Annexe 10.

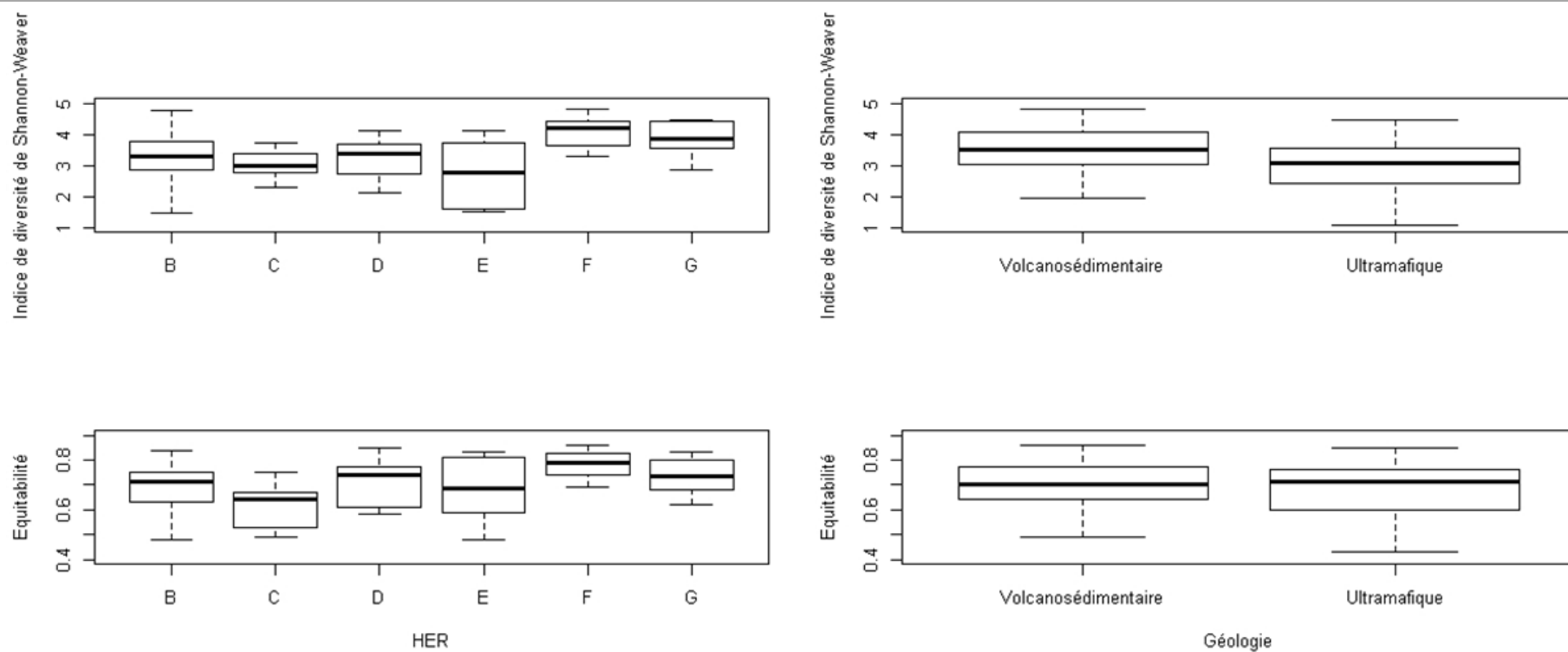


Figure 16: Boxplots de diversité et d'équitabilité, selon les HER et la géologie. Les outliers ont été nettoyés.

D'après la **Figure 16**, on peut remarquer que les valeurs de l'indice de diversité minimum vont de 1,48 à 3,3 sur l'HER B et E respectivement. Les valeurs de l'indice de diversité maximum vont de 3,74 à 4,8 sur l'HER C et F respectivement. Les valeurs de médiane vont de 2,8 à 4,2 pour les HER E et F respectivement. Quant aux indices de diversité relevés selon la géologie, les valeurs les plus élevées sont relevées sur substrat volcanosédimentaire. La valeur d'indice de diversité minimum relevée est de 1,1 sur substrat ultramafique. Cette valeur n'apparaît pas dans le boxplot des HER car elle est considérée comme atypique (outlier).

Les valeurs d'équitabilité quelque soit l'HER considérée vont de 0,5 minimum à 0,9 maximum, avec des médianes allant de 0,6 à 0,8. Ces valeurs, en fonction de la géologie vont de 0,4 sur substrat ultramafique (point considéré comme un outlier précédemment) à 0,9, avec des médianes à 0,7 sur les deux types de substrat considérés.

Quelque soit l'HER ou la géologie considérée, les indices de diversité relevés sont relativement faibles de manière générale avec des médianes autour de 3, hormis sur les HER F et G avec des médianes à 4,2 et 3,9 respectivement. Ces HER, comptant peu de terrain ultramafique participent donc à tirer le boxplot représentant le substrat volcanosédimentaire vers le haut, tandis que les relevés de l'HER E, avec une grande surface ultramafique, tirent le boxplot représentant le substrat ultramafique vers le bas. Les valeurs d'équitabilité suivent le même profil que les valeurs précédentes. Avec des médianes autour de 0,7, l'équitabilité de manière générale est assez bonne. Cette différence avec l'indice de diversité s'explique par le fait que l'équitabilité est moins sensible à la richesse spécifique.

Les indices calculés montrent une certaine homogénéité entre les conditions considérées, HER et type de substrat, avec une équitabilité (préférée à l'indice de diversité quant à la comparaison inter-station), assez bonne, autour de 0,7.

III.3.5 Analyse multivariée

L'analyse statistique des flores présentées ici consiste en une analyse multivariée des campagnes 1 à 3 (**Figure 17**). Une méthode descriptive a été mise en œuvre dans le but de mettre en relation les taxons rencontrés et les stations échantillonnées. Cela permet de regrouper les stations par affinité d'inventaire. On peut ainsi isoler visuellement des groupes de stations selon leurs caractéristiques floristiques.

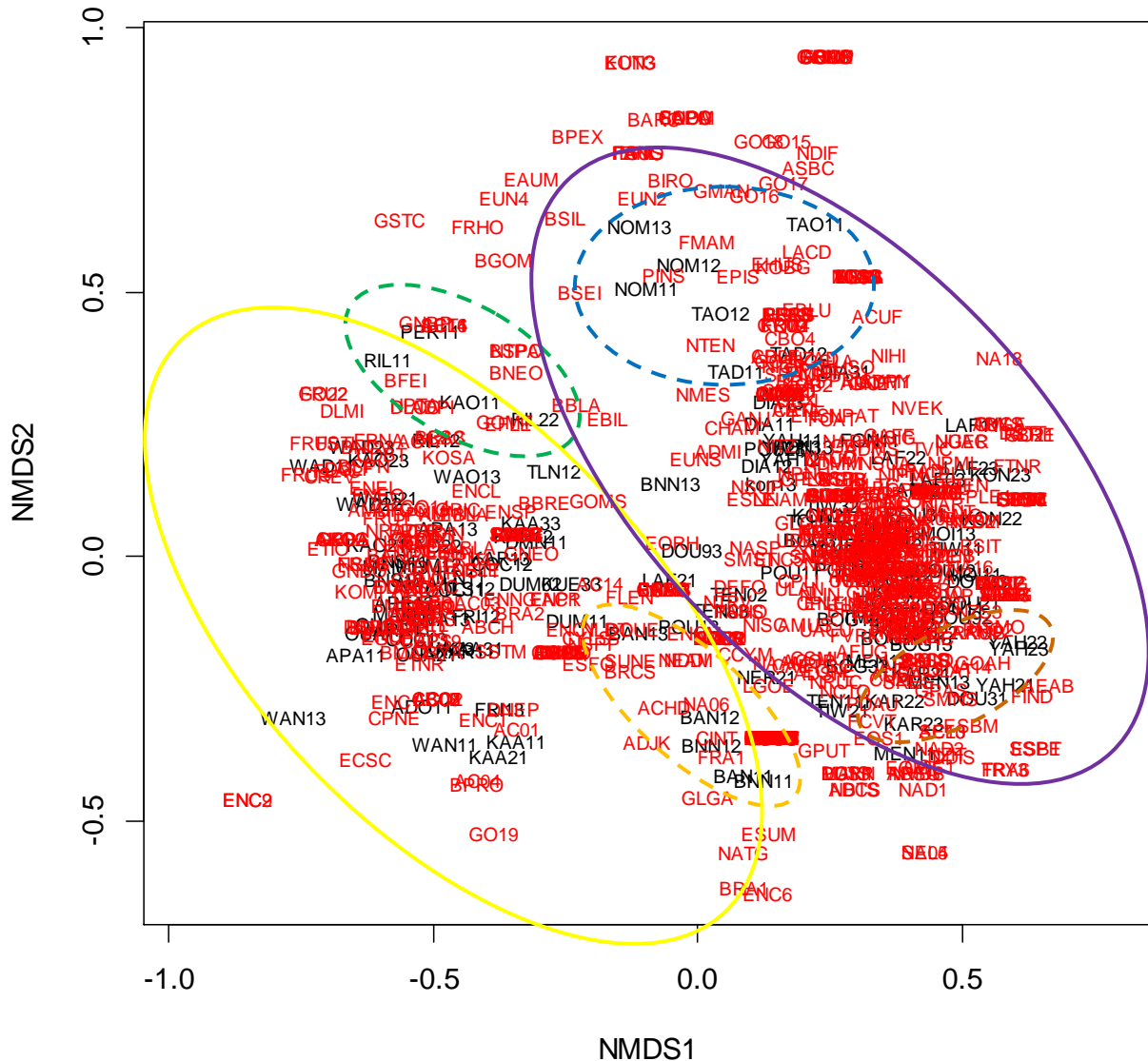


Figure 17: Graphique de d'analyse des similarités et dissimilarités entre taxons et projection des inventaires dans le nuage de point. Les patatoïdes représentent des groupes de stations exprimant une typologie particulière. En noir, le nom des inventaires, en rouge, le code taxon.

La **Figure 17** permet d'isoler 2 grands groupes de stations. Ils sont représentés par 2 patatoïdes : un jaune dans l'angle inférieur gauche représentant les stations sur substrat ultramafique et un violet dans l'angle supérieur droit représentant le reste des stations. Néanmoins, la station BNN13 se retrouve tout de même dans le patatoïde violet alors qu'elle est en zone ultramafique.

Au sein du groupe des stations ultramafiques, il est possible d'isoler visuellement au moins 2 sous-groupes qui ont une signification écologique. L'un est matérialisé en vert pointillé et représente des stations de l'HER D, PER11, KAO11, RIL11 et RIL21, appartenant

respectivement, aux rivières du Creek Pernod, à la Kaoris et à la Rivière des Lacs. Ces milieux sont caractérisés par une ultraoligotrophie particulièrement marquée. L'autre est matérialisé en orange pointillé et regroupe les stations de la Baie Nord et de son affluent principal, respectivement BAN1 et BNN1 pour les campagnes 1, 2 et 3 en ce qui concerne la Baie Nord et 1 et 2 en ce qui concerne l'affluent principal. En l'occurrence, ces stations sont suspectées d'être soumises à des apports en matière organique d'origine anthropique. D'ailleurs, le prélèvement BNN13 se retrouvant dans le groupe de stations hors substrat ultramafique pourrait traduire une altération du milieu telle que le peuplement ultramafique original soit remplacé par un peuplement plus ubiquiste se rapprochant des milieux moins oligotrophes.

Au sein du patatoïde violet, 2 sous-groupes se dégagent aussi visuellement. L'un en bleu pointillé regroupant des stations de l'extrême Nord du territoire. Certaines sont sous influence halines suspectées ou avérée telles que NOM1 et DIA3, tandis que TAO1 ne l'est pas du tout. Cela peut être le résultat du regroupement de stations à la flore très originale telle que celle rencontrée sur le Mont Panié et celle rencontrée en milieu saumâtre. L'autre groupe de stations est matérialisé en marron pointillé. Il caractérise les stations sous influence anthropique forte telles que KAR2 et YAH2, quelle que soit la campagne de prélèvement, ainsi que la station DOU31.

Cette analyse montre une réponse de la flore diatomique au contexte géochimique naturelle ainsi qu'au forçage anthropique dans les sites pollués.

IV Conclusions

Depuis octobre 2012, 4 campagnes de prélèvements ont été effectuées, 2 en saison sèche et 2 en saison humide. Au cours de ces campagnes, 220 prélèvements ont été effectués représentant un total de 79 stations de prélèvement sur 43 cours d'eau répartis sur l'ensemble des hydroécotones. L'objectif du programme étant d'établir un indice valable sur l'ensemble du territoire, les provinces Nord et Sud sont équitablement représentées.

Les valeurs de physico-chimie *in situ* montrent que les eaux échantillonnées sont en majorité modérément à assez fortement minéralisée, à pH basique, et à saturation en oxygène dissous, pour des températures de l'ordre de 25°C en moyenne.

La matrice de physico-chimie compte 98 analyses d'eau complètes effectuées par le réseau Asconit/Bioeko. La matrice sera complétée lors de l'arrivée des résultats des réseaux des partenaires. Ainsi amendée, elle comptera 220 analyses. Les analyses exploratoires de ces données ont mis en évidence **l'hétérogénéité de la physico-chimie des cours d'eau du territoire, liée au fond géochimique naturel et qui correspond bien au découpage en hydroécotones de niveau 1** (relief, géologie, climat). Néanmoins, le caractère carbonaté magnésien prédomine sur l'ensemble des cours d'eau.

A ce jour, 141 échantillons de diatomées ont été inventoriés, pour lesquels 612 taxons ont été répertoriés, répartis en 88 genres, représentés par l'ensemble des grands groupes décrits. L'analyse des inventaires diatomiques disponibles à ce jour, à l'instar de la physico-chimie, a mis en évidence des réponses de la communauté diatomique

au contexte géochimique et aux forçages anthropiques sur le territoire. Ces derniers résultats confirment ceux obtenus à l'issue de l'étude de faisabilité (Asconit Consultants & IRSTEA, 2013) et permettront de créer un indice diatomique en Nouvelle-Calédonie, capable de rendre compte des perturbations anthropiques.

V Les prochaines étapes

Les perspectives envisagées sont, par thèmes :

- Acquisition des données :
 - Reconstitution du jeu de données complet à partir de la réception des données de physico-chimie manquantes,
- Travail de systématique :
 - Poursuite de l'atlas et consultation des commanditaires pour sélectionner le format final,
 - Finalisation de la lecture de l'ensemble lames (70 lames),
- Analyse des données complètes :
 - Détermination de la méthodologie statistique en fonction du jeu de données,
- Conception de l'indice :
 - Réalisation des profils écologiques des taxons,
 - Détermination des grilles de qualité,
- Restitution d'un guide méthodologique pour l'utilisation de l'indice (prélèvements et traitement des échantillons, interprétation des résultats),
- Publication d'articles scientifiques.

Bibliographie 1

Asconit Consultants & Biotop Environnement, (2011). Définitions des HydroEcoRégions de Nouvelle-Calédonie dans le cadre des conseils de l'eau. Rapport du Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie (Direction des Affaires Vétérinaires, Alimentaires et Rurales) et de la Province Sud (Direction de l'Environnement de la Province Sud). 40 pp.

Asconit Consultants & IRSTEA (2013). Diatomées des rivières de Nouvelle-Calédonie : Conception d'un atlas taxinomique et d'un indice de bio-évaluation de la qualité écologique des cours d'eau à partir des diatomées benthique - Rapport de terrain : 1ère campagne. 52 p.

Biotop, (2012). Suivi de la faune dulçaquicole de la ZES du Projet Koniambo suivi 2011 - 2012.

Kruskal, J.B., (1964 a). Multidimensional scaling by optimizing goodness of fit to a nonmetric hypothesis. *Psychometrika*, 29:1-27.

Kruskal, J.B., (1964 b). Nonmetric multidimensional scaling: a numerical method. *Psychometrika*, 29:115-129.

Météo France, (2013). Bulletin Climatique de la Nouvelle-Calédonie Année 2013, 12 p.

Mainguet, Y., (2012). Quel trésor sous terre?, *Les Nouvelles calédoniennes*, 19/11/2012, pp. 12–13.

Mary, N., (1999). Caractérisations physico-chimique et biologique des cours d'eau de la Nouvelle-Calédonie, proposition d'un indice biotique fonde sur l'étude des macroinvertébrés benthiques. Thèse de doctorat, 200 p.

Morin, S., (2007). Dynamics of benthic diatom colonization in a cadmium/zinc-polluted river (Riou-Mort, France). *Fundamental and Applied Limnology*, Vol.168/2: 179-187.

Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Fonseca, G. A. B., & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities, 403 (February), 853-858.

Nisbet M. & Verneaux J. (1970). Composantes chimiques des eaux courantes, *Anales de limnologie* T, 6, Fasc, 2.

Thi Thuy, D., (2009). Experimental toxicity and bioaccumulation of cadmium in freshwater periphytic diatoms in relation with biofilm maturity, *Science of the Total Environment*. 408 (2010) 552-562.

Wasson, J.G., Chandesaris, A., Pella, H. & Blanc, L. (2004). Typologie des eaux courantes pour la Directive Cadre Européenne sur l'Eau : L'approche par Hydro-écorégion. 5ème séminaire REGLIS Mise en place de systèmes d'information à références spatiales (SIRS), Montpellier, 13-14 novembre 2003, 39–45.

ANNEXES

Annexe 1: Méthodologies et limites de quantification proposées par les laboratoires.

paramètre	unité	réseau	laboratoire	méthode	norme	LQ
Aluminium dissous (Al)	mg/l	ORE DAVAR/SLN	CDE	spectrophotomètre d'émission par plasma à coupage inductif (ICP)	NF EN ISO 17294-2	0,001
	mg/l	ORE DAVAR	LAB'EAU	spectrométrie d'absorption atomique	NF EN ISO 15586	0,010
	mg/l	Asconit/Biotop	IRD	spectrophotomètre d'émission par plasma à coupage inductif (ICP)		0,001
Ammonium (NH ₄)	mg/l	ORE DAVAR	CDE	spectrométrie d'absorption moléculaire	NF T 90-015	0,01
	mg/l	ORE DAVAR	LAB'EAU	colorimétrie par spectrophotomètre	EPA 10023	0,025
	µmol/l	Asconit/Biotop	IRD	mesure fluorométrique Holmes et al. (1999)		0,0015
Azote Kjeldahl (NTK)	mg/l de N	ORE DAVAR	CDE	dosage titrimétrique	NF EN 25663	0,5
	mg/l de N	ORE DAVAR	LAB'EAU	dosage titrimétrique	NF EN 25663	1
Calcium dissous (Ca)	mg/l	ORE DAVAR	CDE	chromatographie ionique	NF EN ISO 14911	0,1
	mg/l	ORE DAVAR	LAB'EAU	spectrophotomètre d'émission par plasma à coupage inductif (ICP)	NF EN ISO 11885	0,25
	mg/l	Asconit/Biotop	IRD	spectrophotomètre d'émission par plasma à coupage inductif (ICP)		0,001
Chlorures dissous (Cl)	mg/l	ORE DAVAR	CDE	chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1	0,1
	mg/l	ORE DAVAR	LAB'EAU	chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1	0,125
	mg/l	Asconit/Biotop	IRD	électrophorèse capillaire (CIA)		0,1
Chrome dissous (Cr)	µg/l	ORE DAVAR/SLN	CDE	spectrophotomètre d'émission par plasma à coupage inductif (ICP)	NF EN ISO 17294-2	1
	µg/l	ORE DAVAR	LAB'EAU	spectrophotomètre d'émission par plasma à coupage inductif (ICP)	NF EN ISO 15586	1
	mg/l	Asconit/Biotop	IRD	spectrophotomètre d'émission par plasma à coupage inductif (ICP)		0,001
Cobalt (Co)	µg/l	SLN	CDE	spectrophotomètre d'émission par plasma à coupage inductif (ICP)	NF EN 17294-2	1
	mg/l	Asconit/Biotop	IRD	spectrophotomètre d'émission par plasma à coupage inductif (ICP)		0,001
Demande Biologique en Oxygène (DBO5)	mg/l d'O ₂	Asconit/Biotop	CDE	mesure manométrique oxitop	NF T 90-103	1
Demande chimique en Oxygène (DCO)	mg/l d'O ₂	ORE DAVAR	CDE	titration	NF T 90-101	5
	mg/l d'O ₃		LAB'EAU	méthode en tube fermé	ISO 15705:2002	0,1
Fer dissous (Fe)	µg/l	ORE DAVAR/SLN	CDE	spectrophotomètre d'émission par plasma à coupage inductif (ICP)	NF EN ISO 17294-2	1
	mg/l	ORE DAVAR	LAB'EAU	spectrophotomètre d'émission par plasma à coupage inductif (ICP)	NF EN ISO 11885	0,01
	mg/l	Asconit/Biotop	IRD	spectrophotomètre d'émission par plasma à coupage inductif (ICP)		0,001
Magnésium dissous (Mg)	mg/l	ORE DAVAR/SLN	CDE	chromatographie ionique	NF EN ISO 14911	0,01
	mg/l	ORE DAVAR	LAB'EAU	spectrophotomètre d'émission par plasma à coupage inductif (ICP)	NF EN ISO 11885	0,1
	mg/l	Asconit/Biotop	IRD	spectrophotomètre d'émission par plasma à coupage inductif (ICP)		0,001
Matières En Suspension (MES)	mg/l	ORE DAVAR/SLN	CDE	filtration/pesée différentielle	NF EN 872	1
	mg/l	ORE DAVAR	LAB'EAU	filtration/pesée différentielle	NF EN 872	2
	mg/l	Asconit/Biotop	IRD	filtration/pesée différentielle		1
N Total Dissous (NTD)	µmol/l	Asconit/Biotop	IRD	spectrophotométrie		0,005
Nickel dissous (Ni)	µg/l	ORE DAVAR/SLN	CDE	spectrophotomètre d'émission par plasma à coupage inductif (ICP)	NF EN ISO 17294-2	2
	mg/l	ORE DAVAR	LAB'EAU	spectrophotomètre d'émission par plasma à coupage inductif (ICP)	NF EN ISO 11885	0,001
	mg/l	Asconit/Biotop	IRD	auto-analyseur à flux continu (Méthode Tréguier, Le Corre -1975)		0,001
Nitrates (NO ₃)	mg/l	ORE DAVAR/SLN	CDE	chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1	0,1
	mg/l	ORE DAVAR	LAB'EAU	chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1	0,5
	µmol/l	Asconit/Biotop	IRD	auto-analyseur à flux continu (Méthode Raimbault et al.1990)		0,005
Nitrites (NO ₂)	mg/l	ORE DAVAR	CDE	chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1	0,01
	µmol/l	Asconit/Biotop	IRD	auto-analyseur à flux continu (Méthode Raimbault et al.1990)		0,005
Orthophosphates (PO ₄)	mg/l	ORE DAVAR	CDE	chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1	0,1
	µmol/l	Asconit/Biotop	IRD	auto-analyseur à flux continu (Méthode Tréguier, Le Corre -1975)		0,01
Phosphore Total Dissous (PTD)	mg/l	ORE DAVAR	CDE	spectrophotomètre d'émission par plasma à coupage inductif (ICP)	NE EN 1189	0,1
	mg/l	ORE DAVAR	LAB'EAU	spectrométrie au molybdate d'ammonium	NF EN 6878	0,09
	µmol/l	Asconit/Biotop	IRD	auto-analyseur à flux continu (Méthode Tréguier, Le Corre -1975)		0,001
Potassium dissous (K)	mg/l	ORE DAVAR	CDE	chromatographie ionique	NF EN ISO 14911	0,05
	mg/l	ORE DAVAR	LAB'EAU	spectrophotomètre d'émission par plasma à coupage inductif (ICP)	NF EN ISO 11885	0,1
	mg/l	Asconit/Biotop	IRD	spectrophotomètre d'émission par plasma à coupage inductif (ICP)		0,001
Silicium dissous (Si)	mg/l	ORE DAVAR/SLN	CDE	spectrométrie d'absorption moléculaire		0,1
	mg/l	ORE DAVAR	LAB'EAU	colorimétrie par spectrophotomètre	EPA 8185	1
	mg/l	Asconit/Biotop	IRD	spectrophotomètre d'émission par plasma à coupage inductif (ICP)		0,001
Sodium dissous (Na)	mg/l	ORE DAVAR	CDE	chromatographie ionique	NF EN ISO 14911	0,01
	mg/l	ORE DAVAR	LAB'EAU	spectrophotomètre d'émission par plasma à coupage inductif (ICP)	NF EN ISO 11885	0,1
	mg/l	Asconit/Biotop	IRD	spectrophotomètre d'émission par plasma à coupage inductif (ICP)		0,01
Sulfates (SO ₄)	mg/l	ORE DAVAR	CDE	chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1	0,1
	mg/l	ORE DAVAR	LAB'EAU	chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1	0,1
	mg/l	Asconit/Biotop	IRD	électrophorèse capillaire (CIA)		0,1
Titre Alcalimétrique Complet (TAC)	mg/l HCO ₃	Asconit/Biotop	IRD	potentiomètre		0,5

Annexe 2: Tableau récapitulatif des prélèvements biologiques et en eau effectués lors des 4 campagnes et des inventaires effectués à ce jour.

Station	C1	C1	C1	C2	C2	C2	C3	C3	C3	C4	C4	C4
	Prélèvement diatomées	Prélèvement d'eau	Lecture lame	Prélèvement diatomées	Prélèvement d'eau	Lecture lame	Prélèvement diatomées	Prélèvement d'eau	Lecture lame	Prélèvement diatomées	Prélèvement d'eau	Lecture lame
ADO1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0
APA1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0
APE1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0
AWA1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0
BAN1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
BNN1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
BNS1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1
BOG1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0
BOG2	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
BOG3	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0
BOG9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
COC1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
DIA1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
DIA2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DIA3	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DMN1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DMS1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
DOU1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0
DOU2	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
DOU3	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
DOU9	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0
DUM0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0
DUM1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DUM9	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0
EGL1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0
FON1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
FRI1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0
HIE1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0

Station	C1	C1	C1	C2	C2	C2	C3	C3	C3	C4	C4	C4
	Prélèvement diatomées	Prélèvement d'eau	Lecture lame	Prélèvement diatomées	Prélèvement d'eau	Lecture lame	Prélèvement diatomées	Prélèvement d'eau	Lecture lame	Prélèvement diatomées	Prélèvement d'eau	Lecture lame
KAA1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0
KAA2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KAA3	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0
KAO1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KAO2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
KAR1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
KAR2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
KON0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0
KON1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
KON2	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0
KON9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
KUE3	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
LAF0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
LAF1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0
LAF2	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0
MAM1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
MEN1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0
MOI1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0
NER1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0
NER2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NOM1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
OUA1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0
OUA2	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0
PAP1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
PER1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
POU1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
POU2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
POU3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
POU7	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0

Annexe 3: Coordonnées GPS des stations.

Codes stations	Coordonnées				Correspondance avec les stations des réseaux de suivi (code DAVAR)
	X_WGS_84	Y_WGS84	X_RGNC_91	Y_RGNC91	
ADO1	166,197680	-21,601670	420467	288731	WELINGTON (code SLN)
APA1	165,021333	-21,148233	298358	338626	PAP100 (code SLN)
APE1	165,044117	-21,194717	300756	333495	K10-501 (code SLN)
AWA1	166,213117	-21,919817	422018	253505	OPOUE nord (code SLN)
BAN1	166,891233	-22,333817	491813	207417	6T (code vale)
BNN1	166,893567	-22,332817	492054	207526	6-BNOR1 (code vale)
BNS1	166,892533	-22,334533	491947	207337	6-AFF (code vale)
BOG1	165,700400	-21,539567	368967	295590	BOGH050
BOG2	165,647383	-21,607917	363493	288011	aval BOGH325
BOG3	165,518033	-21,579117	350091	291164	BOGH600
BOG9	165,573000	-21,588000	355749	290206	BOGH500
COC1	164,735083	-20,998867	268495	354948	SW016 (code KNS)
DIA1	164,566917	-20,527133	250534	407022	aval DIA025
DIA2	164,439367	-20,394950	237085	421529	amont DIA400
DIA3	164,435617	-20,378333	236675	423364	amont DIAH500
DMN1	166,494000	-22,128000	450963	230388	aval DUMB050
DMS1	166,512000	-22,134000	452830	229721	DUMB350
DOU1	165,491667	-21,450433	347314	305402	amont DOUE050
DOU2	165,475950	-21,549733	345722	294403	DOUE300
DOU3	165,495433	-21,564583	347745	292766	aval DOUE400
DOU9	165,474000	-21,518000	345508	297916	DOUE100
DUM0	166,483000	-22,131000	449827	230060	-
DUM1	166,448033	-22,156650	446212	227230	DUMB700
DUM9	166,465000	-22,149000	447961	228121	DUMB550
EGL1	165,014450	-21,150333	297644	338389	EGL100 (code SLN)
FON1	165,803383	-21,706433	379657	277132	aval FONW100

Codes stations	Coordonnées				Correspondance avec les stations des réseaux de suivi (code DAVAR)
	X_WGS_84	Y_WGS84	X_RGNC_91	Y_RGNC91	
FRI1	164,244750	-20,485750	216883	411261	aval FRIDOLINE CENTRE (code SLN)
HIE1	164,881650	-20,737533	283526	383996	aval HIEN200
KAA1	165,265950	-21,358750	323872	315459	DOLREF (code SLN)
KAA2	165,263550	-21,357917	323623	315550	DOL1 (code SLN)
KAA3	165,260567	-21,356350	323313	315722	DOL2 (code SLN)
KAO1	166,894567	-22,284017	492188	212929	-
KAO2	166,863033	-22,292083	488934	212054	aval KAOR100R
KAR1	166,385117	-22,092717	439740	234327	amont KARIK100
KAR2	166,363517	-22,137550	437500	229368	amont KARIK400
KON0	164,985530	-21,028137	294553	351898	KONE360
KON1	164,962467	-21,034283	292161	351202	KONE400
KON2	164,851550	-21,064750	280657	347748	KONE950
KON9	165,003000	-21,005000	296370	354503	KONE310
KUE3	166,964000	-22,307000	499361	210292	amont 1-E
LAF0	165,861000	-21,726000	385661	274933	amont LAFOA325
LAF1	165,859450	-21,726050	385460	274967	LAFOA325
LAF2	165,798683	-21,717617	379173	275893	LAFO600
MAM1	166,887067	-22,056500	491558	238126	aval MAMIE200
MEN1	165,507883	-21,430783	348988	307583	BoueregaouC1
MOI1	165,675850	-21,691617	366459	278751	aval MDOU550
NER1	165,502067	-21,572467	348435	291895	amont NERA100
NER2	165,496167	-21,579917	347827	291068	aval NERA100
NOM1	164,091000	-20,205000	200464	442155	NomacF1
OUA1	164,218200	-20,442900	214059	415973	OuAB01 (code SLN)
OUA2	164,221183	-20,440500	214367	416242	Ouambaye (code SLN)
PER1	166,843000	-22,180700	486936	224399	5 (code vale)
PAP1	165,019000	-21,113000	298059	342503	PAPA100

Codes stations	Coordonnées				Correspondance avec les stations des réseaux de suivi (code DAVAR)
	X_WGS_84	Y_WGS84	X_RGNC_91	Y_RGNC91	
POU1	165,018650	-21,112483	298054	342582	POUE100
POU2	164,910983	-21,121050	286876	341560	aval POUE600
POU3	164,861317	-21,142450	281735	339154	POU800
POU7	164,949900	-21,103410	285712	340758	POUE700
POU8	164,900000	-21,128000	285712	340758	POUE300
POU9	165,000000	-21,105000	296086	343345	POUE100
RIL1	166,869683	-22,253333	489643	216342	1 (code vale)
RIL2	166,847067	-22,181800	487355	224275	3 (code vale)
TAD1	164,453733	-20,404517	238595	420484	TADE100
TAO1	164,807117	-20,559783	275613	403618	aval TAO050
TCH1	165,285067	-21,041183	325694	350626	TCHA150
TCH2	165,348150	-21,032200	332247	351649	amont TCHA400
TEN0	165,554817	-21,511150	353878	298700	aval TENE050
TEN1	165,554817	-21,511150	353878	298700	TENE050
TIW0	165,104000	-20,908000	306791	365273	TIWA200
TIW1	165,104783	-20,908033	306872	365270	aval TIWA200
TIW2	165,176117	-20,887633	314281	367569	amont TIWA350
TIW3	165,219050	-20,898117	318754	366432	entre TIWA425 et TIWA450
TLN1	164,759783	-20,971117	272473	356218	SW011 (code KNS)
TLS1	164,759783	-20,971117	271039	358041	SW013 (code KNS)
WAD1	166,993017	-22,277450	502338	213595	amont WAJA100R
WAD2	167,005183	-22,289450	503584	212259	entre WAJA200 et WAJA300
WAN1	165,707250	-21,311267	369629	320866	WANEBWAYO (code SLN)
WAO1	166,219700	-21,943967	422694	250830	WANO aval (code SLN)
YAH1	166,501467	-22,195100	451710	222956	amont YAHOUJEC1
YAH2	166,487000	-22,221000	450209	220093	YAH0300

Annexe 4: Dates d'échantillonnage des stations des 4 campagnes de prélèvements diatomiques.

Commune	Cours d'eau	HER	Province	Code station	Date de prélèvement			
					Campagne 1	Campagne 2	Campagne 3	Campagne 4
Thio	Affluent Dothio	E	Sud	ADO1	07/12/2012	18/06/2013	20/11/2013	02/05/2014
Pouembout	Affluent Papainda	B	Sud	APA1	26/11/2012		15/10/2013	08/04/2014
Pouembout	Affluent Peoue	B	Sud	APE1	27/11/2012		14/10/2013	07/04/2014
Boulouparis	Affluent Wano	E	Sud	AWA1	10/12/2012		26/09/2013	10/04/2014
Mont-Dore	Baie Nord	D	Sud	BAN1	26/10/2012	12/06/2013	21/11/2013	26/04/2014
Mont-Dore	Baie Nord bras Nord	D	Sud	BNN1	26/10/2012	12/06/2013	21/11/2013	26/04/2014
Mont-Dore	Baie Nord bras Sud	D	Sud	BNS1	26/10/2012	12/06/2013	21/11/2013	26/04/2014
Bourail	Boghen	G	Sud	BOG1	24/10/2012	21/07/2013	02/10/2013	01/05/2014
Bourail	Boghen	B	Sud	BOG2	24/10/2012	21/07/2013	02/10/2013	
Bourail	Boghen	B	Sud	BOG3	24/10/2012	21/07/2013	02/10/2013	01/05/2014
Bourail	Boghen	B	Sud	BOG9				01/05/2014
Voh	Coco	B	Nord	COC1	19/12/2012	16/06/2013	23/11/2013	17/06/2014
Ouegoa	Diahot	F	Nord	DIA1	28/10/2012	15/06/2013	24/11/2013	01/05/2014
Ouegoa	Diahot	C	Nord	DIA2	28/10/2012			
Ouegoa	Diahot	C	Nord	DIA3	28/10/2012			

Commune	Cours d'eau	HER	Province	Code station	Date de prélèvement			
					Campagne 1	Campagne 2	Campagne 3	Campagne 4
Dumbea	Dumbea branche Nord	E	Sud	DMN1	24/10/2012			
Dumbea	Dumbea branche Sud	E	Sud	DMS1				03/05/2014
Bourail	Douencheur	G	Sud	DOU1	23/10/2012	21/07/2013	01/10/2013	01/05/2014
Bourail	Douencheur	B	Sud	DOU2	23/10/2012	21/07/2013	01/10/2013	
Bourail	Douencheur	B	Sud	DOU3	23/10/2012	21/07/2013	01/10/2013	01/05/2014
Bourail	Douencheur	B	Sud	DOU9		21/07/2013	01/10/2013	01/05/2014
Dumbea	Dumbea	B	Sud	DUM0		13/06/2013	25/11/2013	03/05/2014
Dumbea	Dumbea	B	Sud	DUM1	24/10/2012			
Dumbea	Dumbea	B	Sud	DUM9			25/11/2013	03/05/2014
Pouembout	Affluent Papainda	B	Nord	EGL1	26/11/2012		17/10/2013	08/04/2014
La Foa	Fonwhary	B	Sud	FON1	22/10/2012	16/06/2013	20/11/2013	02/05/2014
Koumac	Fridoline	B	Nord	FRI1	15/11/2012	12/08/2013	11/09/2013	31/03/2014
Hienghene	Hienghene	F	Nord	HIE1	17/11/2012	16/06/2013	08/11/2013	29/04/2014
Poya	Mwe Kara Awi	B	Nord	KAA1	29/10/2012		18/09/2013	03/04/2014
Poya	Mwe Kara Awi	B	Nord	KAA2	29/10/2012			

Commune	Cours d'eau	HER	Province	Code station	Date de prélèvement			
					Campagne 1	Campagne 2	Campagne 3	Campagne 4
Poya	Mwe Kara Awi	B	Nord	KAA3	29/10/2012		18/09/2013	03/04/2014
Mont-Dore	Kaoris	D	Sud	KA01	30/11/2012			
Mont-Dore	Kaoris	D	Sud	KA02	13/11/2012	12/06/2013	21/11/2013	26/04/2014
Païta	Karikouie	B	Sud	KAR1	22/10/2012	13/06/2013	20/11/2013	03/05/2014
Païta	Karikouie	B	Sud	KAR2	22/10/2012	13/06/2013	20/11/2013	03/05/2014
Kone	Kone	G	Nord	KON0		20/07/2013		15/04/2014
Kone	Kone	G	Nord	KON1	21/10/2012	14/06/2013	23/11/2013	
Kone	Kone	B	Nord	KON2	20/10/2012	14/06/2013	23/11/2013	16/04/2014
Kone	Kone	B	Nord	KON9				15/04/2014
Mont-Dore	Kue	D	Sud	KUE3			21/11/2013	26/04/2014
La Foa	La Foa	B	Sud	LAF0			20/11/2013	
La Foa	La Foa	B	Sud	LAF1	22/10/2012	18/06/2013		02/05/2014
La Foa	La Foa	B	Sud	LAF2	22/10/2012	18/06/2013	20/11/2013	02/05/2014
Yaté	Mamie	E	Sud	MAM1	13/12/2012	13/06/2013	21/11/2013	27/04/2013
Bourail	Wa Menao	G	Sud	MEN1	23/10/2012	21/07/2013	01/10/2013	01/05/2014

Commune	Cours d'eau	HER	Province	Code station	Date de prélèvement			
					Campagne 1	Campagne 2	Campagne 3	Campagne 4
Moindou	Moindou	B	Sud	MOI1	21/10/2012	18/06/2013	06/12/2013	02/05/2014
Bourail	Nera	B	Sud	NER1	24/10/2012	21/07/2013	02/10/2013	
Bourail	Nera	B	Sud	NER2	23/10/2012			
Koumac	Nomac	C	Nord	NOM1	27/10/2012	12/08/2013	24/11/2013	01/04/2014
Koumac	Ouambaye	B	Nord	OUA1	21/11/2012		10/09/2013	
Koumac	Ouambaye	B	Nord	OUA2	21/11/2012		10/09/2013	01/04/2014
Pouembout	Papainda	B	Nord	PAP1			23/11/2013	15/04/2014
Yaté	Creek Pernod	D	Sud	PER1	26/10/2012			
Pouembout	Pouembout	G	Nord	POU1	20/10/2012			
Pouembout	Pouembout	B	Nord	POU2	20/10/2012			
Pouembout	Pouembout	B	Nord	POU3	20/10/2012			
Pouembout	Pouembout	B	Nord	POU7			23/11/2013	15/04/2014
Pouembout	Pouembout	B	Nord	POU8		20/07/2013		15/04/2014
Pouembout	Pouembout	B	Nord	POU9				15/04/2014
Yaté	Rivière des Lacs	D	Sud	RIL1	09/11/2012	12/06/2013	21/11/2013	26/04/2014

Commune	Cours d'eau	HER	Province	Code station	Date de prélèvement			
					Campagne 1	Campagne 2	Campagne 3	Campagne 4
Yaté	Rivière des Lacs	D	Sud	RIL2	09/11/2012	13/06/2013	21/11/2013	27/04/2014
Ouegoa	Tade	C	Nord	TAD1	28/10/2012	15/06/2013	24/11/2013	30/04/2014
Tao	Tao	F	Nord	TAO1	17/11/2012	15/06/2013	08/10/2013	29/04/2014
Ponhérihouen	Tchamba	G	Nord	TCH1	21/10/2012	14/06/2013	08/12/2013	29/04/2014
Ponhérihouen	Tchamba	G	Nord	TCH2	21/10/2012			
Bourail	Tene	B	Sud	TEN0		21/07/2013	01/10/2013	01/05/2014
Bourail	Tene	B	Sud	TEN1	23/10/2012			
Poindimié	Tiwaka	G	Nord	TIW0		14/06/2013	07/12/2013	
Poindimié	Tiwaka	G	Nord	TIW1	21/10/2012	14/06/2013	07/12/2013	29/04/2014
Poindimié	Tiwaka	G	Nord	TIW2	21/10/2012			29/04/2014
Poindimié	Tiwaka	G	Nord	TIW3	21/10/2012	14/06/2013		
Voh	Talea branche Nord	B	Nord	TLN1	19/12/2012	16/06/2013	22/10/2013	17/06/2014
Voh	Talea branche Sud	B	Nord	TLS1	19/12/2012	16/06/2013	22/10/2013	17/06/2014
Yaté	Wadjana	D	Sud	WAD1	13/12/2012			
Yaté	Wadjana	D	Sud	WAD2	13/12/2012	12/06/2013	21/11/2013	26/04/2014

Commune	Cours d'eau	HER	Province	Code station	Date de prélèvement			
					Campagne 1	Campagne 2	Campagne 3	Campagne 4
Houaïlou	Wanebwayo	E	Nord	WAN1	07/12/2012		25/09/2013	05/05/2014
Boulouparis	Wano	E	Sud	WAO1	10/12/2012		26/09/2013	10/04/2014
Mont-Dore	Yahoué	B	Sud	YAH1	07/11/2012	13/06/2013	25/11/2013	02/05/2014
Mont-Dore	Yahoué	B	Sud	YAH2	07/11/2012	13/06/2013	25/11/2013	02/05/2014

Annexe 5 : Valeurs de physico-chimie utilisées pour les analyses ACP.

CdPrel	Camp	Al	Ca	Cl	Co	Cond	Cr	Fe	K	MES	Mg	Na	NH4	Ni	NO2	NO3	Ntot_dis	O2	O2_pour	pH	PO4	Ptot_dis	Si	SO4	T	TAC
ADO1	1	0.02	0.15	5.93	0	152	0.6	0.01	0.23	7.64	20.08	3.41	0	0.05	0.009	1.24	0.28	8.62	102.9	8.62	0.039	0.005	9.8	13.94	24.45	62.89
ADO1	2	0	0.25	6.68	0	144.5	0.27	0	0.17	0.35	15.41	4.11	0.005	0.02	0.006	1.582	0.316	8.66	101.7	7.8	0.013	0.005	9.41	17.91	23	50.88
APA1	1	0	0.22	5.78	0	196	0.01	0.01	0.17	0.86	39.97	2.8	0.002	0	0.003	1.401	0.31	9.8	109.7	8.62	0.041	0.004	16.5	1.87	20.73	115.7
APA1	3	0	0.29	5.67	0	168	0	0	0.11	0.33	23.79	3.44	0.024	0.02	0.003	1.31	0.27	9.08	102.5	8.27	0.023	0.004	14.88	1.87	21.5	104.74
APA1	4	0.001	1.031	6.163	0	203	0.005	0.004	0.102	0.4	30.709	3.597	1.995	0.004	0.003	1.165	0.306	8.37	92.5	8.05	0.008	0.01	17.045	2.123	20.31	131.778
APE1	1	0	0.42	6.31	0	239	0.04	0.01	0.19	0.55	2.85	3.19	0.002	0.01	0.004	0.732	0.2	8.12	99.4	8.79	0.045	0.004	17.88	5.88	25.4	137.91
APE1	3	0	0.29	5.67	0	198	0	0	0.09	0.22	23.13	3.48	0.001	0.03	0.002	3.16	0.33	8.48	105.7	8.65	0.03	0.003	14.1	2.27	26.95	97.98
AWA1	1	0	0.08	3.55	0	144	0.04	0.02	0.16	1.02	12.8	2.02	0.001	0.01	0.003	0.56	0.13	9.82	111.7	8.42	0.03	0.001	10.4	1.94	21.76	82.5
BAN1	4	0.002	1.933	16.643	0	131	0.006	0.017	0.338	3	13.418	8.239	0.483	0.018	0.003	0.262	0.112	8.8	107.8	8.12	0.008	0.013	8.091	10.024	25.69	47.999
BNN1	4	0.003	2.565	19.503	0	153	0.006	0.01	0.391	1.83	14.766	9.324	0.186	0.022	0.008	0.146	0.125	8.63	105.2	8.22	0.016	0.015	7.026	13.381	25.59	48.965
BNS1	4	0.002	0.823	14.126	0	114	0.009	0.03	0.245	0.5	11.912	6.717	0.254	0.018	0.004	0.572	0.142	8.43	103.3	7.73	0.001	0.003	10.155	3.599	26.51	45.26
BOG1	1	0	7.68	9.6	0	192	0	0.01	1.05	0.99	15.22	8.3	0.004	0	0.003	0.05	0.1	9.3	105.5	8.1	0.093	0.023	18.26	3.1	20	101.81
BOG1	3	0	7.82	9.44	0	173	0	0.02	1.06	2	14.38	10.6	0.002	0.03	0	0.07	0.08	9.84	105.9	8.32	0.069	0.027	17.44	3.11	19.27	93.84
BOG2	2	0	7.41	9.08	0	165	0	0.01	0.77	0.38	16.18	9.43	0.001	0.02	0.006	0.006	0.095	10.73	119.7	8.5	0.038	0.017	13.91	3.82	20.8	99.42
BOG2	3	0	7.78	8.85	0	188	0	0.01	0.67	2.5	17.96	8.66	0.003	0.01	0.002	0.01	0.07	8.88	102.7	8.02	0.052	0.004	7.83	2.99	22.92	107.15
COC1	1	0	0.42	8.39	0	322	0.01	0	0.13	0.26	46.29	3.13	0.002	0	0.004	0.177	0.07	8.05	106.5	8.54	0.064	0.01	31.64	2.73	29.5	199.13
COC1	2	0	0.53	9.28	0	325	0.01	0	0.13	0.16	42.6	5.82	0.002	0.04	0.004	0.284	0.079	8.59	100	8.1	0.034	0.017	24.54	2.45	22.6	203.4
DIA1	1	0.01	2.2	5.09	0	47.9	0	0.11	0.48	1.96	0.99	4.6	0.008	0	0.005	0.004	0.11	8.36	105.4	8.35	0.029	0.007	8.2	1.81	27	17.06
DIA1	2	0.01	2.25	5.17	0	48.3	0	0.08	0.43	1.14	1.01	5.33	0.002	0.01	0	0.002	0.089	9.36	104.2	7.2	0.043	0.011	8.55	1.93	20	16.6
DIA2	1	0.08	3.51	8.63	0	70.2	0	0.45	0.86	3.28	1.67	6.3	0.003	0	0.092	0.002	0.44	6.36	81	6.8	0.028	0.015	7.34	3.76	27.8	20.38
DIA3	1	0.12	4.85	75.8	0	360	0	0.48	2.79	4.87	6.32	39.7	0.004	0	0.015	0.008	0.73	5.5	69.4	6.7	0.03	0.019	4.23	10.2	27.3	22.69
DMN1	1	0	0.22	5.1	0	145	0	0	0.07	0.2	17.85	2.9	0.001	0	0.004	0.254	0.07	7.8	94.1	7.97	0.028	0.002	11.34	1.5	24.4	83.19
DOU2	2	0	20.04	9.04	0	268	0	0.01	0.79	3.13	26.86	11.98	0.003	0.03	0.004	0.056	0.097	9.33	100.6	8.73	0.149	0.034	16.71	3.74	19.21	178.28
DOU2	3	0	20.33	9.51	0	299	0	0.03	0.84	1.25	29.05	11.74	0.003	0.02	0.056	0.08	0.1	8.07	89.4	7.82	0.082	0.029	15.49	3.01	20.69	190.3
DOU3	2	0	24.08	10.33	0	282	0	0.01	0.95	1.89	25.58	13.82	0.027	0.02	0.007	0.08	0.157	8.44	81.8	8.57	0.167	0.041	14.56	4.12	19.54	181.46
DOU3	3	0	24.85	10.69	0	316	0	0.03	1.09	1.75	26.85	14.26	0.116	0.01	0.001	0.77	0.26	6	67.7	7.61	0.162	0.055	9.73	3.49	21.56	186.84
DUM0	2	0	0.71	5.89	0	136.8	0	0.01	0.15	0.17	16.31	3.32	0.002	0.02	0.004	0.29	0.127	8.87	102.1	7.88	0.03	0.007	9.91	1.94	22.4	79.07
EGL1	1	0	0.25	5.32	0	189	0.01	0.02	0.18	0.5	40.55	2.98	0.002	0	0.002	3.055	0.68	8.89	99.5	8.52	0.038	0.004	15.09	2.02	20.97	104.5
FON1	1	0.01	12.05	13.7	0	315	0	0.03	0.79	0.93	26.08	10.7	0.002	0	0.01	0.09	0.19	13.1	164	7.7	0.027	0.006	7.83	5.3	28	163.39
FON1	2	0.07	10.4	10.88	0	220	0	0.12	1.59	12.2	17.09	11.1	0.002	0.03	0.022	0.297	0.328	8.68	99.7	7.7	0.044	0.028	12.68	5.04	22.3	112.35
FON1	3	0	14.01	11.71	0	272	0	0.01	0.66	1.6	27.57	12.61	0.007	0.02	0.011	0.72	0.24	7.26	87.9	7.2	0.028	0.017	14.78	5.31	25.79	165.32
HIE1	2	0	6.84	7.62	0	173	0	0.06	0.98	1.2	3.19	9.35	0.003	0.01	0.002	0.009	0.141	7.73	88	7	0.031	0.016	9.56	4.57	21.7	42.4
HIE1	3	0	7.33	7.53	0	99	0	0.07	1.09	3.51	3.47	9.98	0.001	0.01	0	0	0.09	8.88	109	7.55	0.051	0.017	8.47	4.24	26.16	41.38
KAO2	1	0	0.24	10.39	0	84.7	0	0.01	0.2	0.27	6.94	4.71	0.001	0.01	0.003	0.121	0.04	8.65	102.1	7.46	0.012	0	4.53	2.35	23.7	29.13
KAO2	2	0	0.45	11.4	0	83.6	0.01	0.04	0.63	0.31	6.09	5.49	0.001	0.03	0.003	0.092	0.061	8.83	102.3	7.5	0.027	0.001	3.92	2.17	22.6	24.43
KAO2	4	0.005	0.598	11.798	0	75	0.008	0.043	0.153	0.67	7.428	5.029	0.369	0.015	0.003	0.075	0.033	9.05	107.4	7.46	0	0.002	5.902	2.561	24.19	29.422
KAR1	1	0	0.39	5.4	0	192	0.01	0.01	0.08	0.26	23.96	3.2	0.002	0	0.005	1.072	0.24	8.5	99	8	0.04	0.004	16.66	1	22.7	112.08
KAR1	2	0	0.56	5.17	0	187.8	0.01	0	0.14	0.26	24.17	3.73	0.003	0.03	0.003	0.969	0.261	8.95	99.4	7.9	0.029	0.01	14.66	1.84	20.3	111.82
KAR1	3	0	0.59	5.27	0	180	0	0	0.1	0.57	26.22	3.63	0.003	0.03	0	0.63	0.15	7.7	91.5	8.2	0.022	0.007	15.74	2.12	24.4	117.43
KAR1	4	0	0.59	5.709	0	172	0.007	0.003	0.088	0.5	26.352	3.55	0.012	0.005	0.006	0.606	0.152	9.38	105.1	8.05	0.023	0.01	14.134	8.363	21.59	114.744
KAR2	1	0	4.54	8.69	0	277	0	0.06	0.52	2.2	30.61	6.2	0.222	0	0.006	4.151	0.95	7.7	88	8	0.239	0.073	16.39	3.52	23	159.69
KAR2	2	0	4.54	8.23	0	261	0	0.03	0.45	2.47	30.67	6.81	0	0.03	0.053	3.213	0.902	8.32	91.4	7.8	1.006	0.073	16.61	3.09	20	151.36
KAR2	3	0	6.62	10.17	0	281	0	0.03	0.84	3.29	35.94	9.23	0.267	0.03	0.065	3.35	4.15	6.58	79.3	8.26	0.257	0.127	14.7	4.3	25.44	173.35
KAR2	4	0.002	4.998	9.578	0	247	0.001	0.008	0.594	1	33.781	7.524	12.225	0.006	0.097	4.336	1.103	8.05	90.6	7.75	0.128	0.085	15.997	5.27	21.8	157.051
KON1	2	0.01	14.14	9.08	0	186.8	0	0.04	0.73	1.33	10.42	12.55	0.004	0.01	0.005	0.007	0.1	8.78	98	7.9	0.031	0.013	8.91	4.64	20.4	95.71
KUE3	4	0.003	0.798	9.991	0	108	0.008	0.014	0.238	0.5	12.199	5.094	0.338	0.008	0.004	0.871	0.229	9.37	110.1	7.69	0	0.004	7.369	10.062	24.95	42.791
LA2	3	0.01	14.93	10.88	0	214	0	0	0.56	10.4	16.09	13.4	0.002	0.01	0.002	0	0.2	5.3	66	7.3	0.051	0.029	6.19	6.12	28.5	121.56
MAM1	1	0	0.32	6.8	0	123	0.01	0.03	0.17	0.34	14.96	2.99	0	0.01	0.003	0.183	0.06	8.34	104	8.32	0.024	0.001	9.77	2.04	24.19	61.51
MAM1	2	0	0.42	7.68	0	130.3	0.01	0.01	0.21	0	14.29	4.66	0.001	0.06	0.002	0.153	0.053	9.39	102.3	8	0.008	0.005	9.15	1.92	19.6	67.28
MAM1	4	0.003	0.654	7.036	0	111	0.013	0.037	0.17	1	14.726	4.186	0.368	0.005	0.003	0.089	0.036	8.33	103.4	8.01	0.001	0.004	10			

CdPrel	Camp	Al	Ca	Cl	Co	Cond	Cr	Fe	K	MES	Mg	Na	NH4	Ni	NO2	NO3	Ntot_dis	O2	O2_pour	pH	PO4	Ptot_dis	Si	SO4	T	TAC
MO1	1	0.03	12.93	14.96	0	235	0	0.19	1.47	2.2	13.95	12.5	0.014	0	0.006	0.255	0.2	6.3	76	7.4	0.058	0.017	11.58	6.49	24.5	108.37
MO1	3	0	12.6	13.38	0	188	0	0.06	1.88	1.56	12.18	15.67	0.014	0.02	0.004	0.13	0.16	11.82	137.5	7.21	0.051	0.02	12.77	3.94	26.72	94.51
MO1	4	0.006	13.128	15.261	0	199	0	0.029	1.245	1.17	14.301	12.872	0.045	0.001	0.006	0.058	0.141	5.59	63.9	7.28	0.025	0.02	12.064	4.464	23.3	106.25
NER1	1	0.02	15.51	12.7	0	330	0	0.04	0.81	2.07	28.72	10.2	0.001	0	0.005	0.006	0.14	6.2	73.8	7.8	0.088	0.022	16.06	4.1	24.5	194.22
NER1	2	0	9.51	9.9	0	230	0	0.01	0.79	0.94	25.94	9.93	0.004	0.02	0.007	0.309	0.142	9.26	103.4	8.74	0.04	0.017	14.97	4.6	20.88	144.57
NOM1	1	0.02	3.65	46.5	0	211	0	0.516	1	12	5.34	23.6	0.102	0	0.007	0	0.64	0.86	9.1	6	0.015	0.002	5.51	7.9	24.5	16.75
NOM1	2	0.34	2.67	36.05	0	162.2	0	0.49	1.03	13	4.38	22.43	0.002	0.01	0	0.01	0.19	8.21	89	6.7	0.043	0.006	5.8	9.22	19	13.49
NOM1	4	0.016	2.987	34.57	0	156	0	0.258	0.812	2.25	5.042	19.774	1.933	0	0.005	0.202	0.084	7.02	86.1	6.38	0.048	0.003	5.187	10.603	26.03	13.923
OUA1	1	0	0.33	10.86	0	360	0.01	0.02	0.2	1.28	2.77	5.87	0.001	0	0.004	0.05	0.06	6.5	80	8.61	0.078	0.011	25.36	3.67	25.77	204.18
OUA1	3	0	0.45	10.64	0	329	0	0.02	0.13	0.4	52.84	7.66	0.003	0.05	0.001	0.033	0.041	6.89	19.9	8.53	0.053	0.011	32.43	3.75	22.83	212.56
OUA2	1	0	1.23	9.33	0	365	0.02	0.01	0.28	0.64	7.32	5.01	0.002	0	0.002	0.204	0.07	7.82	96.8	8.62	0.038	0.003	14.25	4.28	26.36	209.09
PER1	1	0	0.16	9.74	0	95.1	0	0.07	0.19	1	2.71	4.26	0.005	0.01	0.003	0.034	1.1	8.44	101.5	7.61	0.004	0.001	1.36	1.85	23.5	9.08
RIL1	1	0.01	0.25	7.58	0	61.3	0	0.08	0.14	0.81	2.29	2.99	0.001	0.01	0.004	0.006	0.08	8.95	102.5	7.4	0.004	0	1.36	1.6	21.2	7.53
RIL1	2	0	0.31	8.43	0	49.9	0	0.06	0.16	0.4	2.87	4.31	0.006	0.01	0.004	0.028	0.068	8.84	99.5	6.97	0.005	0	1.73	1.58	19.9	10.32
RIL1	4	0.002	0.436	8.678	0	49	0.001	0.035	0.105	1.25	3.722	4.336	0.393	0.01	0.004	0.024	0	8.6	101.7	6.83	0.001	0	2.778	1.975	23.74	14.711
RIL2	1	0	0.22	8.16	0	60	0	0.08	0.15	0.38	3.54	2.96	0.001	0.01	0.003	0.019	0.07	8.58	98.5	6.9	0.007	0	2.48	1.66	21	11.96
RIL2	2	0	0.3	8.47	0	60	0	0.06	0.14	0.35	4.43	4.22	0.004	0.02	0.002	0.065	0.093	9.03	101.7	7.6	0.02	0	2.94	1.9	20	17.69
RIL2	4	0.002	0.498	8.718	0.001	61	0.002	0.047	0.114	1.2	5.992	4.291	0.567	0.015	0.005	0.075	0.084	8.84	105.1	7.4	0.002	0.001	3.817	1.685	24.4	23.919
TAD1	1	0.01	3.07	15.56	0	93.5	0	0.23	0.67	3.02	2.08	9.7	0.002	0	0.004	0.006	0.1	7.85	101.4	7.15	0.027	0.005	9.75	5.15	28.7	17.98
TAO1	2	0.01	0.74	5.62	0	29.9	0	0.01	0.2	0.81	0.51	3.37	0.003	0	0.003	0.011	0.077	9.17	102.6	7	0.006	0	3.46	1.9	20.8	0
TAO1	3	0.01	0.71	5.82	0	29	0	0.01	0.23	2.33	0.51	3.9	0.001	0	0	0.01	0.03	8.71	96.2	7.23	0.003	0	4.08	1.94	20.56	5.04
TCH1	1	0.01	5.83	20.6	0	87.5	0	0.07	0.74	0.93	2.15	7.4	0.001	0	0.002	0.001	0.05	8.9	103.2	7.4	0.058	0.014	13.78	5.8	22.7	33.35
TCH1	2	0.01	6.36	7.62	0	89.7	0	0.06	0.65	1.53	2.24	8.81	0.006	0.02	0.004	0.006	0.08	9.65	106.5	8	0.05	0.022	12.72	3.51	21	35.72
TCH1	3	0	6.7	6.52	0	79	0	0.03	0.88	3.75	2.44	8.28	0.013	0.01	0.001	0.02	0.07	7.39	96.7	7.49	0.031	0.015	9.37	3.65	28.61	34.47
TCH2	1	0.02	13.58	503.14	0	1744	0	0.17	13.61	1.32	29.43	263.4	0.011	0	0.002	0.001	0.07	7.6	92.7	7.2	0.038	0.008	11.06	502.28	25	35.2
TEN1	1	0.01	3.2	8	0	241	0.01	0.02	0.28	0.82	28.33	4.4	0.002	0	0.004	0.009	0.06	8.43	98.3	8.17	0.054	0.009	17.6	3.1	22.2	143.39
TIW0	2	0.01	4.25	6.01	0	110	0	0.04	0.49	0.9	7.96	6.4	0.002	0.02	0.004	0.005	0.086	9.97	112.1	8	0.031	0.013	10.81	2.03	20.6	54.9
TIW0	3	0	4.9	5.59	0	105	0	0.03	0.7	3	8.66	6.94	0.003	0.01	0.002	0.02	0.08	10.73	132	8.1	0.034	0.009	9.73	2.6	30.32	55.25
TIW1	1	0.01	3.99	6.3	0	110.7	0	0.04	0.54	0.88	7.94	5.4	0.003	0	0.003	0.002	0.05	8.5	105	7.8	0.048	0.01	12.01	2.3	25	54
TIW1	2	0	4.3	6.53	0	106	0	0.04	0.5	1.37	7.91	6.47	0.006	0.02	0.004	0.01	0.064	9.61	107.4	7.8	0.038	0.016	11.23	2.2	20.4	55.43
TIW1	3	0	4.9	5.66	0	104	0	0.03	0.68	2.89	8.45	7.06	0.005	0.01	0.001	0.02	0.08	8.8	116	7.97	0.032	0.01	9.82	2.03	30.05	54.76
TIW2	1	0.01	3.87	6.6	0	106	0	0.06	0.56	1.18	7.33	5.4	0.001	0	0.002	0.025	0.05	9.1	110.5	7.8	0.044	0.009	11.11	1.7	25	51.13
TIW3	1	0.01	3.92	6.8	0	107.7	0	0.1	0.59	2.1	7.52	5.4	0.004	0	0.003	0.02	0.08	8.16	98.9	7.4	0.034	0.009	11.23	2.5	25	50.94
TIW3	2	0.01	4.55	7.16	0	115	0	0.11	0.53	2	7.83	7.03	0.005	0.02	0.003	0.009	0.077	9.36	106.4	7.4	0.021	0.014	10.81	2.83	21.7	58.4
TLN1	1	0	0.39	7.05	0	210	0.01	0.01	0.11	0.26	43.43	3.29	0.001	0.01	0.004	0.174	0.06	8.48	100.1	8.51	0.059	0.007	29.21	2.13	23.49	184.15
TLN1	2	0	0.63	8.27	0	311	0.01	0	0.14	0.02	39.18	5.36	0.002	0.05	0.003	0.202	0.071	8.51	98	8.1	0.051	0.015	24.73	2.26	21.5	196.19
TLN1	1	0	0.31	6.53	0	295	0.01	0.01	0.11	0.55	29.97	2.51	0.001	0.01	0.006	0.223	0.07	8.46	98.9	8.59	0.045	0.007	18.05	2.31	22.79	124.59
TLN1	2	0	0.4	6.82	0	186.5	0.01	0.01	0.15	0.57	22.19	4.07	0.001	0.03	0.005	0.338	0.088	8.74	101	8	0.031	0.01	15.56	1.92	21.7	107.05
WAD2	2	0	0.32	9.91	0	81.3	0.01	0.03	0.22	0.16	6.46	5.62	0.017	0.02	0.002	0.758	0.173	8.58	100.2	7.46	0.017	0.002	6.01	1.76	22.4	27.13
WAD2	4	0.001	0.398	10.387	0	84	0.01	0.043	0.154	0.67	8.971	5.269	0.162	0.01	0.008	0.58	0.152	8.05	95.3	7.34	0.006	0.004	9.04	1.956	24.64	36.616
WAN1	1	0	0.22	5.49	0	125	0.48	0.07	0.26	3.43	29.41	3.74	0.001	0.03	0.004	1.62	0.33	7.77	94	8.14	0.028	0.001	9.77	17.9	24.94	37.92
WAO1	1	0	0.17	3.45	0	150	0.02	0.01	0.17	0.68	17.25	2.03	0.001	0	0.004	0.394	0.11	8.3	100	8.45	0.031	0.002	11.26	1.62	24.6	87.44
YAH1	1	0	4.16	9.53	0	76	0	0	0.57	1.04	1.56	7.5	0.003	0	0.007	0.037	0.06	9.06	101	7.56	0.024	0.003	9.58	4.9	20	18.78
YAH1	2	0.01	3.76	10.47	0	71.6	0	0.02	0.52	3.7	1.43	7.76	0.002	0.03	0.003	0.128	0.091	9.63	102	7.4	0.028	0.011	9.44	4.23	17.4	18.15
YAH1	4	0.005	4.032	9.96	0	66	0	0.018	0.559	1.33	1.603	7.396	0.101	0	0.005	0.166	0.081	9.03	99	7.46	0.013	0.014	9.281	4.578	20.56	17.735
YAH2	1	0.01	18.01	31.66	0	450	0	0.01	4.17	2.37	18.13	33.9	0.183	0	0.017	9.257	3.98	5.35	66.4	7.4	7.052	2.022	10.31	17.26	25	167.96
YAH2	2	0.01	17	23.95	0	326	0	0.02	2.04	1.88	13.33	28.01	0.328	0.03	0.053	9.09	2.455	8.4	94	7.67	1.666	0.366	10.99	11.91	21.7	118.03
YAH2	4	0.01	18.143	33.208	0	405	0.001	0.029	4.725	4.67	18.925	35.132	4.963	0.004	0.503	6.146	3.306	5.94	74.1	7.41	0.506	0.472	12.871	21.246	25.6	138.622

Annexe 6 : Matrice de corrélation de Pearson des variables environnementales

	Al	Ca	Cl	Cr	Fe	K	MES	Mg	Na	NH4	Ni	NO2	NO3	Ntot_dis	PO4	Ptot_dis	Si	SO4	TAC	T_insitu	O2_insitu	pH_insitu	Cond_insitu
Al	1	0.36173366	0.42093183	-0.25077483	0.61354288	0.48672401	0.56024943	-0.31217655	0.43681566	0.0330367	-0.31866924	0.22979561	-0.2931799	0.14377142	0.02197141	0.09597225	-0.27102421	0.39254296	-0.31109296	0.11821407	-0.25989479	-0.49580401	-0.0073253
Ca	0.36173366	1	0.4987234	-0.57612833	0.25061684	0.90508572	0.61516137	0.0218195	0.84478855	0.08395345	-0.11560539	0.33578973	-0.2166396	0.1807077	0.56004714	0.69097161	0.0978625	0.51750129	0.23741777	0.01698247	-0.10496783	-0.22501977	0.35254995
Cl	0.42093183	0.4987234	1	-0.35557068	0.37278409	0.60246382	0.35801804	-0.04949299	0.81005122	0.36755951	-0.07994847	0.31602217	-0.14406537	0.1782343	0.23760587	0.35735871	-0.13293682	0.64391336	-0.02180446	0.12115168	-0.33004036	-0.46916655	0.35253429
Cr	-0.25077483	-0.57612833	-0.35557068	1	-0.30974018	-0.48124807	-0.27308953	0.2285559	-0.52183015	-0.04472389	0.15661937	-0.07643357	0.41885382	0.0463873	-0.18928934	-0.32403659	0.19105961	0.03507741	0.14806184	0.10645619	0.03560349	0.42421231	0.08905692
Fe	0.61354288	0.25061684	0.37278409	-0.30974018	1	0.45102902	0.48211077	-0.46398346	0.37637471	0.02562833	-0.25455249	0.05592665	-0.41822764	0.04302458	-0.07393859	-0.04782885	0.16305098	-0.50333387	0.16461445	-0.18957583	-0.60322887	-0.18087813	
K	0.48672401	0.90508572	0.60246382	-0.48124807	0.45102902	1	0.68139802	-0.11963782	0.88271008	0.07100027	-0.16245774	0.3478091	-0.21116934	0.25873455	0.51457783	0.61248134	-0.04982185	0.60798016	0.0403138	0.09343184	-0.17370884	-0.35170669	0.31984112
MES	0.56024943	0.61516137	0.35801804	-0.27308953	0.48211077	0.68139802	1	-0.23205435	0.59370796	0.14235617	-0.13923255	0.26831762	-0.1819574	0.28627159	0.32151396	0.40323938	-0.20133144	0.53951301	-0.1375842	0.19620357	-0.28437315	-0.31812855	0.05802582
Mg	-0.31217655	0.0218195	-0.04949299	0.2285559	-0.46398346	-0.11963782	-0.23205435	1	-0.04593513	0.06068046	0.25280315	0.22182747	0.53304205	0.30485958	0.40196188	0.330396	0.6662723	0.07829518	0.807047	0.00254535	-0.04790232	0.52626889	0.72691247
Na	0.43681566	0.84478855	0.81005122	-0.52183015	0.37637471	0.88271008	0.59370796	-0.04593513	1	0.22554902	-0.01027945	0.31186028	-0.20814646	0.21423304	0.4300339	0.58379416	-0.03257949	0.67257011	0.07873007	0.08255658	-0.25494709	-0.41383197	0.39000469
NH4	0.0330367	0.08395345	0.36755951	-0.04472389	0.02562833	0.07100027	0.14235617	0.06068046	0.22554902	1	-0.06705178	0.32253279	0.34983382	0.26515632	0.08877313	0.31146386	-0.14291965	0.24456391	-0.01826493	0.16633482	-0.22595406	-0.20696661	0.03133125
Ni	-0.31866924	-0.11560539	-0.07994847	0.15661937	-0.25455249	-0.16245774	-0.13923255	0.25280315	-0.01027945	-0.06705178	1	0.02561129	0.2003364	0.01261086	0.01528791	0.11230106	0.10959754	-0.02141302	0.15946943	-0.29622624	0.22646213	0.24608814	0.03322396
NO2	0.22979561	0.33578973	0.31602217	-0.07643357	0.05592665	0.3478091	0.26831762	0.22182747	0.31186028	0.32253279	0.02561129	1	0.37204199	0.58435397	0.481887	0.60780947	0.0916076	0.36081546	0.26753086	0.07474057	-0.229528	-0.08510188	0.31771992
NO3	-0.2931799	-0.2166396	-0.14406537	0.41885382	-0.41822764	-0.21116934	-0.1819574	0.53304205	-0.20814646	0.34983382	0.2003364	0.37204199	1	0.6756986	0.32398816	0.31621054	0.30130082	0.12688779	0.42041564	-0.00339059	-0.11037979	0.31893412	0.34749746
Ntot_dis	0.14377142	0.1807077	0.1782343	0.0463873	0.04302458	0.25873455	0.28627159	0.30485958	0.21423304	0.26515632	0.01261086	0.58435397	0.6756986	1	0.43791577	0.51692481	0.04777571	0.36259873	0.24349639	0.07104088	-0.31532044	-0.02974599	0.38931201
PO4	0.02197141	0.56004714	0.23760587	-0.18928934	-0.07393859	0.51457783	0.32151396	0.40196188	0.4300339	0.08877313	0.01528791	0.481887	0.32398816	0.43791577	1	0.8651944	0.47893428	0.33248047	0.60810962	-0.06864804	-0.24200962	0.22067258	0.59136522
Ptot_dis	0.09597225	0.69097161	0.35735871	-0.32403659	-0.04782885	0.61248134	0.40323938	0.330396	0.58379416	0.31146386	0.11230106	0.60780947	0.31621054	0.51692481	0.8651944	1	0.34745643	0.42702176	0.51671704	-0.06419547	-0.2522387	0.03786659	0.50256704
Si	-0.27102421	0.0978625	-0.13293682	0.19105961	-0.43350746	-0.04982185	-0.20133144	0.6662723	-0.03257949	-0.14291965	0.10959754	0.0916076	0.30130082	0.04777571	0.47893428	0.34745643	1	0.06846328	0.81316771	-0.00975005	-0.03227754	0.63825491	0.62130886
SO4	0.39254296	0.51750129	0.64391336	0.03507741	0.16305098	0.60798016	0.53951301	0.07829518	0.67257011	0.24456391	-0.02141302	0.36081546	0.12688779	0.36259873	0.33248047	0.42702176	0.06846328	1	0.1259519	0.20291867	-0.27464825	-0.152942	0.45462669
TAC	-0.31109296	0.23741777	-0.02180446	0.14806184	-0.50333387	0.0403138	-0.1375842	0.807047	0.07873007	-0.01826493	0.15946943	0.26753086	0.42041564	0.24349639	0.60810962	0.51671704	0.81316771	0.1259519	1	0.0439427	-0.09146906	0.61406005	0.78761351
T_insitu	0.11821407	0.01698247	0.12115168	0.10645619	0.16461445	0.09343184	0.19620357	0.00254535	0.08255658	0.16633482	-0.29622624	0.07474057	-0.00339059	0.07104088	-0.06864804	-0.06419547	-0.00975005	0.20291867	0.0439427	1	-0.25301284	-0.04179386	0.1352441
O2_insitu	-0.25989479	-0.10496783	-0.33004036	0.03560349	-0.18957583	-0.17370884	-0.28437315	-0.04790232	-0.25494709	-0.22595406	0.22646213	-0.229528	-0.11037979	-0.31532044	-0.24200962	-0.2522387	-0.03227754	-0.27464825	-0.09146906	-0.25301284	1	0.24558424	-0.28189888
pH_insitu	-0.49580401	-0.22501977	-0.46916655	0.42421231	-0.60322887	-0.35170669	-0.31812855	0.52626889	-0.41383197	-0.20696661	0.24608814	-0.08510188	0.31893412	-0.02974599	0.22067258	0.03786659	0.63825491	-0.152942	0.61406005	-0.04179386	0.24558424	1	0.33026964
Cond_insitu	-0.0073253	0.35254995	0.35253429	0.08905692	-0.18087813	0.31984112	0.05802582	0.72691247	0.39000469	0.03133125	0.03322396	0.31771992	0.34749746	0.38931201	0.59136522	0.50256704	0.62130886	0.45462669	0.78761351	0.1352441	-0.28189888	0.33026964	1

Annexe 7: Valeurs de physico-chimie utilisées pour le diagramme de Piper.

nom	Groupe	Al	Ca	Cl	Co	Cond	Cr	Fe	K	MES	Mg	Na	NH4	Ni	NO2	NO3	Ntot_dis	O2	pH	PO4	Ptot_dis	SiO2	SO4	T	CO3+HCO3
ADO1	4	0.010	0.200	6.305	0.000	148.250	0.435	0.005	0.200	3.995	17.745	3.760	0.003	0.035	0.008	1.411	0.298	8.640	8.210	0.026	0.005	9.605	15.925	23.725	56.885
APA1	1	0.000	0.514	5.871	0.000	189.000	0.005	0.005	0.127	0.530	31.490	3.279	0.674	0.008	0.003	1.292	0.295	9.083	8.313	0.024	0.006	16.142	1.954	20.847	117.406
APE1	1	0.000	0.355	5.990	0.000	218.500	0.020	0.005	0.140	0.385	12.990	3.335	0.002	0.020	0.003	1.946	0.265	8.300	8.720	0.038	0.004	15.990	4.075	26.175	117.945
AWA1	4	0.000	0.080	3.550	0.000	144.000	0.040	0.020	0.160	1.020	12.800	2.020	0.001	0.010	0.003	0.560	0.130	9.820	8.420	0.030	0.001	10.400	1.940	21.760	82.500
BAN1	3	0.002	1.933	16.643	0.000	131.000	0.006	0.017	0.338	3.000	13.418	8.239	0.483	0.018	0.003	0.262	0.112	8.800	8.120	0.008	0.013	8.091	10.024	25.690	47.999
BNN1	3	0.003	2.565	19.503	0.000	153.000	0.006	0.010	0.391	1.830	14.766	9.324	0.186	0.022	0.008	0.146	0.125	8.630	8.220	0.016	0.015	7.026	13.381	25.590	48.965
BNS1	3	0.002	0.823	14.126	0.000	114.000	0.009	0.030	0.245	0.500	11.912	6.717	0.254	0.018	0.004	0.572	0.142	8.430	7.730	0.001	0.003	10.155	3.599	26.510	45.260
BOG1	6	0.000	7.750	9.520	0.000	182.500	0.000	0.015	1.055	1.495	14.800	9.450	0.003	0.015	0.002	0.060	0.090	9.570	8.210	0.081	0.025	17.850	3.105	19.635	97.825
BOG2	1	0.000	7.595	8.965	0.000	176.500	0.000	0.010	0.720	1.440	17.070	9.045	0.002	0.015	0.004	0.008	0.083	9.805	8.260	0.045	0.011	10.870	3.405	21.860	103.285
COC1	1	0.000	0.475	8.835	0.000	323.500	0.010	0.000	0.130	0.210	44.445	4.475	0.002	0.020	0.004	0.231	0.075	8.730	8.320	0.049	0.014	28.090	2.590	26.050	201.265
DIA1	5	0.010	2.225	5.130	0.000	48.100	0.000	0.095	0.455	1.550	1.000	4.965	0.005	0.005	0.003	0.003	0.100	8.860	7.775	0.036	0.009	8.375	1.870	23.500	16.830
DIA2	7	0.080	3.510	8.630	0.000	70.200	0.000	0.450	0.860	3.280	1.670	6.300	0.003	0.000	0.092	0.002	0.440	6.360	6.800	0.028	0.015	7.340	3.760	27.800	20.380
DIA3	7	0.120	4.850	75.800	0.000	360.000	0.000	0.480	2.790	4.870	6.320	39.700	0.004	0.000	0.015	0.008	0.730	5.500	6.700	0.030	0.019	4.230	10.200	27.300	22.690
DMN1	4	0.000	0.220	5.100	0.000	145.000	0.000	0.000	0.070	0.200	17.850	2.900	0.001	0.000	0.004	0.254	0.070	7.800	7.970	0.028	0.002	11.340	1.500	24.400	83.190
DOU2	1	0.000	20.185	9.275	0.000	283.500	0.000	0.020	0.815	2.190	27.955	11.860	0.003	0.025	0.030	0.068	0.099	8.700	8.275	0.116	0.032	16.100	3.375	19.950	184.290
DOU3	1	0.000	24.465	10.510	0.000	299.000	0.000	0.020	1.020	1.820	26.215	14.040	0.072	0.015	0.004	0.425	0.209	7.220	8.090	0.165	0.048	12.145	3.805	20.550	184.150
DUM0	1	0.000	0.710	5.890	0.000	136.800	0.000	0.010	0.150	0.170	16.310	3.320	0.002	0.020	0.004	0.290	0.127	8.870	7.880	0.030	0.007	9.910	1.940	22.400	79.070
EGL1	1	0.000	0.250	5.320	0.000	189.000	0.010	0.020	0.180	0.500	40.550	2.980	0.002	0.000	0.002	3.055	0.680	8.890	8.520	0.038	0.004	15.090	2.020	20.970	104.500
FON1	1	0.027	12.153	12.097	0.000	269.000	0.000	0.053	1.013	4.910	23.580	11.470	0.004	0.017	0.014	0.369	0.253	9.680	7.533	0.033	0.017	11.763	5.217	25.363	147.020
HIE1	5	0.000	7.085	7.575	0.000	136.000	0.000	0.065	1.035	2.355	3.330	9.665	0.002	0.010	0.001	0.005	0.116	8.305	7.275	0.041	0.017	9.015	4.405	23.930	41.890
KAO2	3	0.002	0.429	11.196	0.000	81.100	0.006	0.031	0.328	0.417	6.819	5.076	0.124	0.018	0.003	0.096	0.045	8.843	7.473	0.013	0.001	4.784	2.360	23.497	27.661
KAR1	1	0.000	0.533	5.387	0.000	182.950	0.007	0.003	0.102	0.398	25.176	3.528	0.005	0.016	0.004	0.819	0.201	8.633	8.038	0.029	0.008	15.299	3.331	22.248	114.019
KAR2	1	0.001	5.175	9.167	0.000	266.500	0.000	0.032	0.601	2.240	32.750	7.441	3.179	0.017	0.055	3.763	1.776	7.663	7.953	0.408	0.090	15.924	4.045	22.560	160.363
KON1	6	0.010	14.140	9.080	0.000	186.800	0.000	0.040	0.730	1.330	10.420	12.550	0.004	0.010	0.005	0.007	0.100	8.780	7.900	0.031	0.013	8.910	4.640	20.400	95.710
KUE3	3	0.003	0.798	9.991	0.000	108.000	0.008	0.014	0.238	0.500	12.199	5.094	0.338	0.008	0.004	0.871	0.229	9.370	7.690	0.000	0.004	7.369	10.062	24.950	42.791
LAF2	1	0.010	14.930	10.880	0.000	214.000	0.000	0.000	0.560	10.400	16.090	13.400	0.002	0.010	0.002	0.000	0.200	5.300	7.300	0.051	0.029	6.190	6.120	28.500	121.560
MAM1	4	0.001	0.465	7.172	0.000	121.433	0.011	0.026	0.183	0.447	14.659	3.945	0.123	0.025	0.003	0.142	0.050	8.687	8.110	0.011	0.003	9.754	1.908	23.387	65.855
MOI1	1	0.012	12.886	14.534	0.000	207.333	0.000	0.093	1.532	1.643	13.477	13.681	0.024	0.007	0.005	0.148	0.167	7.903	7.297	0.045	0.019	12.138	4.965	24.840	103.043
NER1	1	0.010	12.510	11.300	0.000	280.000	0.000	0.025	0.800	1.505	27.330	10.065	0.003	0.010	0.006	0.158	0.141	7.730	8.270	0.064	0.020	15.515	4.350	22.690	169.395
NOM1	7	0.125	3.102	39.040	0.000	176.400	0.000	0.421	0.947	9.083	4.921	21.935	0.679	0.003	0.004	0.071	0.305	5.363	6.360	0.035	0.004	5.499	9.241	23.177	14.721
QUA1	1	0.000	0.390	10.750	0.000	344.500	0.005	0.020	0.165	0.840	27.805	6.765	0.002	0.025	0.003	0.042	0.051	6.695	8.570	0.066	0.011	28.895	3.710	24.300	208.370
QUA2	1	0.000	1.230	9.330	0.000	365.000	0.020	0.010	0.280	0.640	7.320	5.010	0.002	0.000	0.002	0.204	0.070	7.820	8.620	0.038	0.003	14.250	4.280	26.360	209.090
PER1	3	0.000	0.160	9.740	0.000	95.100	0.000	0.070	0.190	1.000	2.710	4.260	0.005	0.010	0.003	0.034	1.100	8.440	7.610	0.004	0.001	1.360	1.850	23.500	9.080
RIL1	3	0.004	0.332	8.229	0.000	53.400	0.000	0.058	0.135	0.820	2.961	3.879	0.133	0.010	0.004	0.019	0.049	8.797	7.067	0.003	0.000	1.956	1.718	21.613	10.854
RIL2	3	0.001	0.339	8.449	0.000	60.333	0.001	0.062	0.135	0.643	4.654	3.824	0.191	0.015	0.003	0.053	0.082	8.817	7.300	0.010	0.000	3.079	1.748	21.800	17.856
TAD1	7	0.010	3.070	15.560	0.000	93.500	0.000	0.230	0.670	3.020	2.080	9.700	0.002	0.000	0.004	0.006	0.100	7.850	7.150	0.027	0.005	9.750	5.150	28.700	17.980
TAO1	5	0.010	0.725	5.720	0.000	29.450	0.000	0.010	0.215	1.570	0.510	3.635	0.002	0.000	0.002	0.011	0.054	8.940	7.115	0.005	0.000	3.770	1.920	20.680	2.520
TCH1	6	0.007	6.297	11.580	0.000	85.400	0.000	0.053	0.757	2.070	2.277	8.163	0.007	0.010	0.002	0.009	0.067	8.647	7.630	0.046	0.017	11.957	4.320	24.103	34.513
TCH2	7	0.020	13.580	503.140	0.000	1744.000	0.000	0.170	13.610	1.320	29.430	263.400	0.011	0.000	0.002	0.001	0.070	7.600	7.200	0.038	0.008	11.060	502.280	25.000	35.200
TEN1	1	0.010	3.200	8.000	0.000	241.000	0.010	0.020	0.280	0.820	28.330	4.400	0.002	0.000	0.004	0.009	0.060	8.430	8.170	0.054	0.009	17.600	3.100	22.200	143.390
TIW0	6	0.005	4.575	5.800	0.000	107.500	0.000	0.035	0.595	1.950	8.310	6.670	0.003	0.015	0.003	0.013	0.083	10.350	8.050	0.033	0.011	10.270	2.315	25.460	55.075
TIW1	6	0.003	4.397	6.163	0.000	106.900	0.000	0.037	0.573	1.713	8.100	6.310	0.005	0.010	0.003	0.011	0.065	8.970	7.857	0.039	0.012	11.020	2.177	25.150	54.730
TIW2	6	0.010	3.870	6.600	0.000	106.000	0.000	0.060	0.560	1.180	7.330	5.400	0.001	0.000	0.002	0.025	0.050	9.100	7.800	0.044	0.009	11.110	1.700	25.000	51.130
TIW3	6	0.010	4.235	6.980	0.000	111.350	0.000	0.105	0.560	2.050	7.675	6.215	0.005	0.010	0.003	0.015	0.079	8.760	7.400	0.028	0.012	11.020	2.665	23.350	54.670
TLN1	1	0.000	0.510	7.660	0.000	260.500	0.010	0.005	0.125	0.140	41.305	4.325	0.002	0.030	0.004	0.188	0.066	8.495	8.305	0.055	0.011	26.970	2.195	22.495	190.170
TLS1	1	0.000	0.355	6.675	0.000	240.750	0.010	0.010	0.130	0.560	26.080	3.290	0.001	0.020	0.006	0.281									

Annexe 8: Inventaires floristiques des 3 premières campagnes réalisés à ce jour.

Code prélèvement			ADO11	APA11	APA13	APE11	APE11	APE13	AWA11	AWA13	BAN11	BAN12	BAN13	BNN11	BNN12	BNN13	BNS11	BNS12	BOG11	BOG12	BOG13	BOG21	BOG22	BOG23	
Date de prélèvement			21/07/2013	15/11/2012	15/10/2013	27/11/2012	27/11/2012	14/10/2013	10/12/2012	26/09/2013	26/10/2012	21/11/2013	21/11/2013	26/10/2012	21/11/2013	21/11/2013	26/10/2012	21/11/2013	24/10/2012	21/07/2013	02/10/2013	24/10/2012	21/07/2013	02/10/2013	
Denomination	CODE OMNIDIA	*=Taxon IBD																							
Mastogloia recta Hustedt	MREC																								
Melosira varians Agardh	MVAR	*																		18				4	
Navicula sp4 NC	NA04																								
Navicula sp6 NC	NA06																								
Navicula sp7	NA07																				8			28	
Navicula sp8	NA08																							4	
Navicula sp9	NA09																								
Navicula sp14 NC	NA14																								
Navicula sp16	NA16																								
Navicula sp18 NC	NA18																								
Navicula amphiceropsis Lange-Bertalot & Rumrich	NAAM	*													2								4		
Nitzschia acidoclinata Lange-Bertalot	NACD	*																		2					
Nitzschia acicularis(Kützing) W.M.Smith	NACI	*																							
Naviculadicta sp1 NC	NAD1																								
Naviculadicta sp2	NAD2																								
Nitzschia amplexens Hustedt	NAMC	*																							
Nitzschia amphibia Grunow f.amphibia	NAMP	*																					8		
Navicula antonii Lange-Bertalot	NANT	*																							2
Navicula arvensis Hustedt	NARV	*																							
Navicula sp.	NASP																							4	
Nitzschia amphibia Grunow abnormal form	NATG	*										4			8										
Nitzschia brevissima Grunow in Van Heurck	NBRE	*																							
Nitzschia brevior(Mang.) Moser Lange-Bertalot & Metzeltin	NBRV																			22	22	8		30	8
Navicula bouillantensis Manguin	NBTS																								
Navicula cincta (Ehr.) Raifs in Pritchard	NCIN	*																					2		
Nitzschia clausii Hantzsch	NCLA	*																		2	4	2		4	
Nitzschia capitellata Hustedt in A.Schmidt & al.	NCPL	*																							
Navicymbula pusilla (Grunow) Krammer var. pusilla	NCPU																								
Navicula cryptocephala Kützing	NCRY	*			2						10	12			10	21	6	6						2	
Navicula cryptotenella Lange-Bertalot	NCTE	*																					8	2	
Navicula cryptotenelloides Lange-Bertalot	NCTO	*																							
Navicula cruxmeridionalis Metzeltin, Lange-Bertalot & Garcia-Rod	NCXM																								
Naviculadicta diahotana (Maillard) Lange-Bertalot & Steindorf	NDDI																								
Navicula(dicta) difficillima Hustedt	NDIF	*																							
Nitzschia dissipata(Kützing)Grunow ssp.dissipata	NDIS	*																					2		2
Naviculadicta sassiana Metzeltin & Lange-Bertalot	NDSA																								
Naviculadicta sp.	NDSP																								
Neidium ampliutum (Ehrenberg) Krammer in Krammer & Lange-Bertalo	NEAM	*																							
Navicula eichorniaephila Manguin ex Kociolek & Reviers	NECH																								
Neidium gracile fo. simplex Lange-Bertalot & Moser	NEGS																								
Navicula erifuga Lange-Bertalot in Krammer & Lange-Bertalot	NERI	*																					2		
Navicula escambia (Patrick) Metzeltin & Lange-Bertalot	NESE																						10		
Navicula feuerbornii Hustedt	NFEU																								
Nitzschia filiformis var.conferta (Richter) Lange-Bertalot	NFIC	*																							
Nitzschia filiformis (W.M.Smith) Van Heurck var. filiformis	NFIL	*																							
Navicula germainii Wallace	NGER	*																							
Nitzschia gisela Lange-Bertalot	NGIS	*																							
Navicula gregaria Donkin	NGRE	*																							
Nitzschia archibaldii Lange-Bertalot	NIAR	*																		4	48	8		9	
Nitzschia frustulum(Kützing)Grunow var.frustulum	NIFR	*																					2		
Nitzschia ingenua Hustedt	NIGE											2				2									
Nitzschia graciliformis Lange-Bertalot & Simonsen	NIGF	*																							
Nitzschia gracilis Hantzsch	NIGR	*																							
Nitzschia hiengheneana Manguin ex Kociolek & Reviers	NIHI																								
Nitzschia inconspicua Grunow	NINC	*									4												63	6	20
Nitzschia intermedia Hantzsch ex Cleve & Grunow	NINT	*																					2		
Nitzschia perminuta (Grunow) M.Peragallo	NIPM	*																							
Nitzschia scalpelliformis (Grunow) Grunow in Cleve & Grunow	NISC	*																							
NITZSCHIA A.H. Hassall	NITZ																								
Nitzschia invisitata Hustedt	NIVS																								
Nitzschia species abnormal form	NIZT	*																							
Nitzschia labella Moser. Lange-Bertalot & Metzeltin	NLAL																								
Navicula lanceolata (Agardh) Ehrenberg	NLAN	*																							
Nitzschia liebetruthii Rabenhorst var.liebetruthii	NLBT	*																							
Navicula lehmanniae Lange-Bertalot & Steindorf	NLEH			2			26	43	10	14	26							5							
Nitzschia linearis(Agardh) W.M.Smith var.linearis	NLIN	*																		2	2			8	
Nitzschia lorenziana Grunow in Cleve et Möller	NLOR	*																							
Nitzschia microcephala Grunow var.elegantula (Grunow in Van Heurck	NMEL	*																							
Navicula menisculus Schumann var. menisculus	NMEN	*																							
Navicula melanesica Lange-Bertalot & Steindorf	NMES							6																	
Navicula melanesica Lange-Bertalot & Steindorf morphotype minor	NMMN							26		4															
Navicula namibica Lange-Bertalot & Rumrich	NNAM																								
Nitzschia neocaledonica Manguin ex Kociolek & Reviers	NNCA																					2			
Navicula nepouiana(Maillard) Lange-Bertalot & Steindorf	NNEP																						2		
Nitzschia obtusa W.M.Smith var. obtusa	NOBT																								
Nitzschia palea (Kützing) W.Smith var.debilis(Kützing)Grunow in	NPAD	*																							
Nitzschia paleacea (Grunow) Grunow in van Heurck	NPAE	*																							
Nitzschia palea (Kützing) W.Smith var. palea	NPAL	*										44				49				2	52			39	
Nitzschia palea (Kützing) W.Smith var.tenuirostris Grunow in V.	NPAT	*																			14		13	9	42

Code prélèvement			BOG31	BOG32	BOG33	COC11	COC12	COC13	DIA11	DIA12	DIA13	DIA21	DIA31	DMN11	DMN11	DOU11	DOU12	DOU21	DOU22	DOU23	DOU31	DOU32	DOU33	DOU92
Date de prélèvement			24/10/2012	21/07/2013	02/10/2013	19/12/2012	23/11/2013	23/11/2013	28/10/2012	15/06/2013	24/11/2013	28/10/2012	28/10/2012	24/10/2012	24/10/2012	23/10/2012	21/07/2013	23/10/2012	21/07/2013	01/10/2013	23/10/2012	21/07/2013	01/10/2013	21/07/2013
Denomination	CODE OMNIDIA	*=Taxon IBD																						
Eolimna ruttneri (Hustedt) Lange-Bertalot & Monnier	EORU	*																						
Eolimna sp1 NC	EOS1																11					256		
Eolimna species	EOSP																							
Epithemia species	EPIS																							
Eolimna rhombica Moser Lange-Bertalot & Metzeltin	ERHB									4							5							
Eunotia rhomboidea Hustedt	ERHO	*																						
Eolimna ruttneri (Hustedt) Metzeltin & Lange-Bertalot	ERTT	*		27													5		4	2			41	4
Eolimna subminuscula (Manguin) Moser Lange-Bertalot & Metzeltin	ESBM	*		2															2					
Eolimna subminuscula (Mang.) Moser Lange-Bert. & Metzeltin abnormal	ESBT	*																						
Encyonopsis subfonticola Krammer	ESFO		2			2	3	6						2	9									
Eunotia silvahercynia Nörpel Van Sull & Lange-Bertalot	ESIL																2		4					
Encyonema silesiacum (Bleisch in Rabh.) D.G. Mann	ESLE	*		2							79													
Eunotia soleirolii (Kützing) Rabenhorst	ESOL	*																						
Epithemia sorex Kützing	ESOR	*	2																					
Encyonema subtenerum Lange-Bertalot & Krammer	ESTN					2																		
Encyonopsis subminuta Krammer & Reichardt	ESUM	*																						
Encyonema thioense Lange-Bertalot & Krammer	ETIO																							
Encyonema tenerum Krammer	ETNR							280																
Encyonema tenuissimum (Hustedt) D.G. Mann	ETNS					81	147	138						16	31									
Epithemia turgida (Ehr.) Kützing var.turgida	ETUR	*												2										
Eunotia sp2 NC	EUN2																							
Eunotia sp3 NC	EUN3																							
Eunotia sp4 NC	EUN4																							
Eunotia sp.	EUNS									18														
Eunotia paludosa Grunow	EUPA	*																						
Eunotia sioliopsis Moser. Lange-Bertalot & Metzeltin	EUSO												6											
Fallacia costericardii Moser Lange-Bertalot & Metzeltin	FACR																							
Fallacia species	FALS			2																				
Frustulia angustior Lange-Bertalot & Steindorf	FANG																		17			4		6
Fragilaria amphicephaloides Lange-Bertalot in Hofmann & al.	FAPO	*																						
Frustulia australis Moser Lange-Bertalot & Metzeltin	FAUS																							
Frustulia blancheana Maillard	FBLA																							
Fragilaria capucina Desmazieres var.capucina	FCAP	*	111	8	51				24	96	4	2	3	2			5		2	36		6	4	
Fragilaria capucina Desmazieres abnormal form	FCAT	*	2									2	6											
Fragilaria crotonensis Kitton	FCRO	*																						
Fragilaria capucina Desmazieres var.vaucheriae (Kützing) Lange-B	FCVA	*	52		45										4			2		2	28	10	2	6
Fragilaria capucina var.vaucheriae(Kütz.)Lange-Bertalot abnormal	FCVT	*		2																				
Frustulia dispersata (Maillard) lange-Bertalot & Steindorf in Mo	FDIS																							
Fragilaria gracilis Østrup	FGRA	*																						
Fallacia indifferens (Hustedt) D.G. Mann	FIND	*																						
Fallacia insociabilis (Krasske) D.G. Mann	FINS	*							2		4		12									4		
Frustulia lacustris (Maillard) Lange-Bertalot & Steindorf in Mose	FLAC																							
Fallacia lenzi(Hustedt) Lange-Bertalot	FLEN	*																						
Frustulia mamillaris Moser	FMAM														4									
Fallacia meridionalis Metzeltin Lange-Bertalot & Garcia-Rodrigue	FMER																							
Frustulia neocaledonica Manguin ex Kociolek & Reviere	FNEO															2								
Frustulia peridotitica Moser Lange-Bertalot & Metzeltin	FPER													2	2									
Fragilaria pararumpens Lange-Bertalot, Hofmann & Werum in Hofman	FPRU								16		92													
Fragilaria sp09 NC	FR09										23													
Fragilaria sp10 NC	FR10										4													
Fragilaria sp1 NC	FRA1																							
Fragilaria sp3 NC	FRA3																						2	
Fragilaria sp6	FRA6																							
FRAGILARIA H.C. Lyngbye	FRAG																							
Fragilaria species	FRAS																							
Fragilaria recapitellata Lange-Bertalot & Metzeltin	FRCP	*	2																					
Frustulia rhomboides (Ehrenberg) De Toni	FRHO	*																						
Frustulia nana Lange-Bertalot	FRNA													7										
Frustulia sp1	FRU1																							
Frustulia sp2 NC	FRU2																							
Frustulia sp4	FRU4																							
Frustulia sp5 NC	FRU5																							
FRUSTULIA L. Rabenhorst	FRUS																							
Fistulifera saprophila (Lange-Bertalot & Bonik) Lange-Bertalot	FSAP	*																						
Frustulia saxonica Rabenhorst	FSAX	*																						
Frustulia stagnalis Moser	FSTL																							
Fragilaria tenera (W.Smith) Lange-Bertalot	FTEN	*																						
Fallacia tenera (Hustedt) Mann in Round	FTNR	*																						
Fragilaria viereckiana Moser	FVRK			4	8																			
Frustulia vulgaris (Thwaites) De Toni	FVUL	*															2				2			
Gomphonema acuminatum Ehrenberg var.acuminatum	GACU	*																						
Gomphonema affine Kützing	GAFF	*										3						2					4	
Gomphonema angustatum (Kützing) Rabenhorst	GANG	*																						
Gomphonema anjae Lange-Bertalot & Reichardt in Krammer & Lange-B	GANJ																							
Gomphonema bourbonense E. Reichardt et Lange-Bertalot	GBOB	*	46	110																				
Gomphonema brasiliense ssp.pacificum Moser Lange-Bertalot & Metz	GBPA								75	34	161	200	12				514							
Gomphonema clavatum Ehr.	GCLA	*																						
Gomphocymbella rossii Kociolek & Stoermer	GCRO																							
Geissleria decussis(Ostrup) Lange-Bertalot & Metzeltin	GDEC	*																			8			4

Code prélèvement		MEN12	MEN13	MOI11	MOI12	MOI13	NER21	NOM11	NOM12	NOM13	OUA11	OUA13	OUA21	OUA23	PER11	POU11	POU13	POU21	POU23	POU31	POU92	RIL11	RIL12	
Date de prélèvement		21/07/2013	01/10/2013	21/10/2012	24/02/2013	06/12/2013	24/10/2012	27/10/2012	12/08/2013	24/11/2013	21/11/2012	10/09/2013	21/11/2012	10/09/2013	26/10/2012	20/10/2012	23/11/2013	20/10/2012	23/11/2013	20/10/2012	20/07/2013	09/11/2012	12/06/2013	
Denomination	CODE OMNIDIA	*=Taxon IBD																						
Eolimna ruttneri (Hustedt) Lange-Bertalot & Monnier	EORU	*																						
Eolimna sp1 NC	EOS1	28		8																				
Eolimna species	EOSP																							
Epithemia species	EPIS																							
Eolimna rhombica Moser Lange-Bertalot & Metzeltin	ERHB																							
Eunotia rhomboidea Hustedt	ERHO	*																						
Eolimna ruttneri (Hustedt) Metzeltin & Lange-Bertalot	ERTT	*														2								
Eolimna subminuscula (Manguin) Moser Lange-Bertalot & Metzeltin	ESBM	*																			2			
Eolimna subminuscula (Mang.) Moser Lange-Bert.&Metzeltin abnormal	ESBT	*																						
Encyonopsis subfonticola Krammer	ESFO											2	4	8		2	171						4	
Eunotia silvahercynia Nörpel Van Sull & Lange-Bertalot	ESIL																				9			
Encyonema silesiacum (Bleisch in Rabh.) D.G. Mann	ESLE	*			6			78	12															
Eunotia soleirolii (Kützing) Rabenhorst	ESOL	*																						
Epithemia sores Kützing	ESOR	*			6																2			
Encyonema subtenerum Lange-Bertalot & Krammer	ESTN																							
Encyonopsis subminuta Krammer & Reichardt	ESUM	*											2											
Encyonema thioense Lange-Bertalot & Krammer	ETIO														2								4	
Encyonema tenerum Krammer	ETNR										10	41	6	4										
Encyonema tenuissimum (Hustedt) D.G.Mann	ETNS										14	14	6	10								6	26	
Epithemia turgida (Ehr.) Kützing var.turgida	ETUR	*																						
Eunotia sp2 NC	EUN2									43							4							
Eunotia sp3 NC	EUN3									123														
Eunotia sp4 NC	EUN4									12														
Eunotia sp.	EUNS							6																
Eunotia paludosa Grunow	EUPA	*							8															
Eunotia sioliopsis Moser. Lange-Bertalot & Metzeltin	EUSO																							
Fallacia costericardii Moser Lange-Bertalot & Metzeltin	FACR																							
Fallacia species	FALS																							
Frustulia angustior Lange-Bertalot & Steindorf	FANG							2																
Fragilaria amphicephaloides Lange-Bertalot in Hofmann & al.	FAPO	*							2															
Frustulia australis Moser Lange-Bertalot & Metzeltin	FAUS							2																
Frustulia blancheana Maillard	FBLA																							
Fragilaria capucina Desmazieres var.capucina	FCAP	*		42	57	25	4									93		7		7	121			
Fragilaria capucina Desmazieres abnormal form	FCAT	*																						
Fragilaria crotonensis Kitton	FCRO	*																						
Fragilaria capucina Desmazieres var.vaucheriae (Kützing) Lange-B	FCVA	*				18										17	9	2		5	50			
Fragilaria capucina var.vaucheriae(Kütz.)Lange-Bertalot abnormal	FCVT	*																						
Frustulia dispersata (Maillard) lange-Bertalot & Steindorf in Mo	FDIS																							
Fragilaria gracilis Østrup	FGRA	*																						
Fallacia indifferens (Hustedt) D.G. Mann	FIND	*																						
Fallacia insociabilis (Krasske) D.G. Mann	FINS	*	10		2																	5		
Frustulia lacustris (Maillard) Lange-Bertalot &Steindorf in Mose	FLAC																							
Fallacia lenzi(Hustedt) Lange-Bertalot	FLEN	*																						
Frustulia mamillaris Moser	FMAM																							
Fallacia meridionalis Metzeltin Lange-Bertalot & Garcia-Rodrigue	FMER																							
Frustulia neocaledonica Manguin ex Kociolek & Reviers	FNEO																							30
Frustulia peridotitica Moser Lange-Bertalot & Metzeltin	FPER																							
Fragilaria pararumpens Lange-Bertalot, Hofmann & Werum in Hofman	FPRU																							
Fragilaria sp09 NC	FR09																							
Fragilaria sp10 NC	FR10																							
Fragilaria sp1 NC	FRA1																							
Fragilaria sp3 NC	FRA3																							
Fragilaria sp6	FRA6																							
FRAGILARIA H.C. Lyngbye	FRAG																							
Fragilaria species	FRAS																							
Fragilaria recapitellata Lange-Bertalot & Metzeltin	FRCP	*																						
Frustulia rhomboides (Ehrenberg) De Toni	FRHO	*								6														
Frustulia nana Lange-Bertalot	FRNA							8						2										8
Frustulia sp1	FRU1																							
Frustulia sp2 NC	FRU2																							
Frustulia sp4	FRU4																							
Frustulia sp5 NC	FRU5																							
FRUSTULIA L. Rabenhorst	FRUS																							
Fistulifera saprophila (Lange-Bertalot & Bonik) Lange-Bertalot	FSAP	*																						
Frustulia saxonica Rabenhorst	FSAX	*																						
Frustulia stagnalis Moser	FSTL																							
Fragilaria tenera (W.Smith) Lange-Bertalot	FTEN	*		2		4																		
Fallacia tenera (Hustedt) Mann in Round	FTNR	*																						
Fragilaria viereckiana Moser	FVRK																							
Frustulia vulgaris (Thwaites) De Toni	FVUL	*			2																			
Gomphonema acuminatum Ehrenberg var.acuminatum	GACU	*					4																	
Gomphonema affine Kützing	GAFF	*																			7			
Gomphonema angustatum (Kützing) Rabenhorst	GANG	*	14																					
Gomphonema anjae Lange-Bertalot & Reichardt in Krammer & Lange-B	GANJ	*																						
Gomphonema bourbonense E. Reichardt et Lange-Bertalot	GBOB	*	148	110	92											67		150			63			
Gomphonema brasiliense ssp.pacificum Moser Lange-Bertalot & Metz	GBPA	*	39			8																		
Gomphonema clavatum Ehr.	GCLA	*														5								
Gomphocymbella rossii Kociolek & Stoermer	GCRO	*																						
Geissleria decussis(Ostrup) Lange-Bertalot & Metzeltin	GDEC	*				6										10			2		2			

Code prélèvement			MEN12	MEN13	MOI11	MOI12	MOI13	NER21	NOM11	NOM12	NOM13	OUA11	OUA13	OUA21	OUA23	PER11	POU11	POU13	POU21	POU23	POU31	POU92	RIL11	RIL12
Date de prélèvement			21/07/2013	01/10/2013	21/10/2012	24/02/2013	06/12/2013	24/10/2012	27/10/2012	12/08/2013	24/11/2013	21/11/2012	10/09/2013	21/11/2012	10/09/2013	26/10/2012	20/10/2012	23/11/2013	20/10/2012	23/11/2013	20/10/2012	20/07/2013	09/11/2012	12/06/2013
Denomination	CODE OMNIDIA	*=Taxon IBD																						
Mastogloia recta Hustedt	MREC							8																
Melosira varians Agardh	MVAR	*			40	107	2																	
Navicula sp4 NC	NA04																							
Navicula sp6 NC	NA06																							
Navicula sp7	NA07					42	62															2		
Navicula sp8	NA08						6													34				
Navicula sp9	NA09																			8				
Navicula sp14 NC	NA14																							
Navicula sp16	NA16																							
Navicula sp18 NC	NA18																							
Navicula amphiceropsis Lange-Bertalot & Rumrich	NAAM	*						4									2							
Nitzschia acidoclinata Lange-Bertalot	NACD	*																		28				
Nitzschia acicularis(Kützing) W.M.Smith	NACI	*																		16				
Naviculadicta sp1 NC	NAD1		35	20																				
Naviculadicta sp2	NAD2						4																	
Nitzschia amplexens Hustedt	NAMC	*						12																
Nitzschia amphibia Grunow f.amphibia	NAMP	*	4	4		2											5		5	2	7			
Navicula antonii Lange-Bertalot	NANT	*																					13	
Navicula arvensis Hustedt	NARV	*																						
Navicula sp.	NASP																							4
Nitzschia amphibia Grunow abnormal form	NATG	*																						
Nitzschia brevissima Grunow in Van Heurck	NBRE	*						2																
Nitzschia brevior(Mang.) Moser Lange-Bertalot & Metzeltin	NBRV		26	54		8	2														2	22		
Navicula bouillantensis Manguin	NBTS																							
Navicula cincta (Ehr.) Ralfs in Pritchard	NCIN	*																						
Nitzschia clausii Hantzsch	NCLA	*								2														
Nitzschia capitellata Hustedt in A.Schmidt & al.	NCPL	*																						
Navicymbula pusilla (Grunow) Krammer var. pusilla	NCPU							6																
Navicula cryptocephala Kützing	NCRY	*					4												7		6	2	7	
Navicula cryptotenella Lange-Bertalot	NCTE	*																						
Navicula cryptotenelloides Lange-Bertalot	NCTO	*						2																
Navicula cruxmeridionalis Metzeltin, Lange-Bertalot & Garcia-Rod	NCTXM				102																			
Naviculadicta diahotana (Maillard) Lange-Bertalot & Steindorf	NDDI																		2					
Navicula(dicta) difficillima Hustedt	NDIF	*																						
Nitzschia dissipata(Kützing)Grunow ssp.dissipata	NDIS	*					4																	
Naviculadicta sassiana Metzeltin & Lange-Bertalot	NDSA																							
Naviculadicta sp.	NDSP																							
Neidium ampliatum (Ehrenberg) Krammer in Krammer & Lange-Bertalo	NEAM	*																2						
Navicula eichorniaephila Manguin ex Kociolek & Reviers	NECH																					2		
Neidium gracile fo. simplex Lange-Bertalot & Moser	NEGS																							
Navicula erifuga Lange-Bertalot in Krammer & Lange-Bertalot	NERI	*			2												2		2					
Navicula escambia (Patrick) Metzeltin & Lange-Bertalot	NESC				16	18		2									2		5					
Navicula feuerbornii Hustedt	NFEU																					2		
Nitzschia filiformis var.conferta (Richter) Lange-Bertalot	NFIC	*																				5		
Nitzschia filiformis (W.M.Smith) Van Heurck var. filiformis	NFIL	*						2																
Navicula germainii Wallace	NGER	*																						
Nitzschia gisela Lange-Bertalot	NGIS	*																						
Navicula gregaria Donkin	NGRE	*			4	2																		
Nitzschia archibaldii Lange-Bertalot	NIAR	*			44																			
Nitzschia frustulum(Kützing)Grunow var.frustulum	NIFR	*					2	4															49	
Nitzschia ingenua Hustedt	NIGE						14																	
Nitzschia graciliformis Lange-Bertalot & Simonsen	NIGF	*																	2		12	6		
Nitzschia gracilis Hantzsch	NIGR	*																						
Nitzschia hiengheneana Manguin ex Kociolek & Reviers	NIHI								6															
Nitzschia inconspicua Grunow	NINC	*			28	53	4	50											17		2	18		
Nitzschia intermedia Hantzsch ex Cleve & Grunow	NINT	*																				2		
Nitzschia perminuta (Grunow) M.Peragallo	NIPM	*						12													4			
Nitzschia scalpelliformis (Grunow) Grunow in Cleve & Grunow	NISC	*						115				6												
NITZSCHIA A.H. Hassall	NITZ																							
Nitzschia invisitata Hustedt	NIVS						14																	
Nitzschia species abnormal form	NIZT	*																						
Nitzschia labella Moser. Lange-Bertalot & Metzeltin	NLAL							4																
Navicula lanceolata (Agardh) Ehrenberg	NLAN	*																						
Nitzschia liebetruthii Rabenhorst var.liebetruthii	NLBT	*																						
Navicula lehmanniae Lange-Bertalot & Steindorf	NLEH								2			8	23		4	4							12	
Nitzschia linearis(Agardh) W.M.Smith var.linearis	NLUN	*						4																
Nitzschia lorenziana Grunow in Cleve et Möller	NLOR	*					4	2														2		
Nitzschia microcephala Grunow var.elegantula (Grunow in Van Heurck	NMEL	*																						
Navicula menisculus Schumann var. menisculus	NMEN	*						20																
Navicula melanesica Lange-Bertalot & Steindorf	NMES								169	4	6							4					2	6
Navicula melanesica Lange-Bertalot & Steindorf morphotype minor	NMMN																							
Navicula namibica Lange-Bertalot & Rumrich	NNAM							6																
Nitzschia neocaledonica Manguin ex Kociolek & Reviers	NNCA																							
Navicula nepouiana(Maillard) Lange-Bertalot & Steindorf	NNEP																							
Nitzschia obtusa W.M.Smith var. obtusa	NOBT							2																
Nitzschia palea (Kützing) W.Smith var.debilis(Kützing)Grunow in	NPAD	*					10	96														95	16	
Nitzschia paleacea (Grunow) Grunow in van Heurck	NPAE	*						31		2							2		5		43	5	34	
Nitzschia palea (Kützing) W.Smith var. palea	NPAL	*			4	4	6	6	17	4	4						12		7	12	10	29		
Nitzschia palea (Kützing) W.Smith var.tenuirostris Grunow in V.	NPAT	*					2														4			

Annexe 9: Nombre de taxons, indice de diversité et équitabilité.

Code station	Campagne	HER	Substrat Ultramafique	Nombre d'espèces	Nombres de genres	Diversité	Equitabilité	Effectif
ADO1	1	E	1	6	5	1.52	0.59	507
APA1	1	B	1	12	10	1.07	0.3	500
APA1	3	B	1	24	12	3.25	0.71	500
APE1	1	B	1	12	8	2.35	0.66	506
APE1	1	B	1	13	8	2.63	0.71	510
APE1	3	B	1	23	12	2.15	0.48	502
AWA1	1	B	1	11	7	1.86	0.54	573
AWA1	3	B	1	26	12	3.81	0.81	503
BAN1	1	D	1	21	16	2.73	0.62	522
BAN1	2	D	1	23	14	3.42	0.76	518
BAN1	3	D	1	25	17	3.51	0.76	500
BNN1	1	D	1	17	14	2.44	0.6	521
BNN1	2	D	1	17	14	2.96	0.72	530
BNN1	3	D	1	16	11	2.45	0.61	509
BNS1	1	D	1	23	15	3.67	0.81	500
BNS1	2	D	1	21	15	3.15	0.72	563
BOG1	1	G	0	50	23	3.73	0.66	447
BOG1	2	G	0	47	22	4.43	0.8	504
BOG1	3	G	0	27	18	3.22	0.68	507
BOG2	1	B	0	46	20	3.82	0.69	510
BOG2	2	B	0	48	23	4.63	0.83	535
BOG2	3	B	0	34	16	3.44	0.68	500
BOG3	1	B	0	53	21	4.21	0.73	478
BOG3	2	B	0	30	16	3.39	0.69	519
BOG3	3	B	0	27	17	3.44	0.72	531
COC1	1	B	1	23	12	2.71	0.6	419
COC1	2	B	1	18	12	2.96	0.71	598
COC1	3	B	1	15	10	2.95	0.76	508
DIA1	1	F	0	39	19	4.18	0.79	507
DIA1	2	F	0	34	17	4.28	0.84	500
DIA1	3	F	0	33	20	3.98	0.79	479
DIA2	1	C	0	41	19	3.57	0.67	506
DIA3	1	C	0	134	26	3.74	0.53	415
DMN1	1	B	1	41	21	3.9	0.73	450
DMN1	1	B	1	36	15	4.07	0.79	449
DOU1	1	B	0	33	22	3.31	0.66	527
DOU1	2	B	0	33	18	2.86	0.57	560
DOU2	1	B	0	35	16	3.3	0.64	514
DOU2	2	B	0	35	18	3.84	0.75	539
DOU2	3	B	0	37	18	3.83	0.74	502
DOU3	1	B	0	29	18	3.07	0.63	500
DOU3	2	B	0	51	30	4.76	0.84	506

Code station	Campagne	HER	Substrat Ultramafique	Nombre d'espèces	Nombres de genres	Diversité	Equitabilité	Effectif
DOU3	3	B	0	51	28	4.66	0.82	512
DOU9	2	B	0	28	18	1.93	0.4	500
DOU9	3	B	0	12	9	1.48	0.41	500
DUM0	2	B	1	27	14	3.39	0.71	502
DUM1	1	B	1	48	28	4.44	0.79	405
EGL1	3	B	1	16	9	1.76	0.44	507
FON1	1	B	0	22	11	2.86	0.64	506
FON1	2	B	0	30	13	3.43	0.7	518
FON1	3	B	0	20	12	2.41	0.56	446
FRI1	1	B	1	22	11	3.54	0.79	511
FRI1	2	B	1	23	14	3.02	0.67	500
FRI1	3	B	1	16	12	2.1	0.53	500
HIE1	1	F	0	50	23	4.55	0.81	516
HIE1	3	F	0	47	21	4.8	0.86	465
KAA1	1	B	1	15	10	2.52	0.65	501
KAA2	1	B	1	10	9	2.12	0.64	503
KAA3	1	B	1	17	14	2.27	0.56	518
KAA3	3	B	1	19	12	2.85	0.67	500
KA01	1	D	1	21	13	3.39	0.77	524
KA02	1	D	1	30	14	4.11	0.84	500
KA02	2	D	1	30	19	3.68	0.75	510
KA02	3	D	1	31	16	3.75	0.76	535
KAR1	1	B	1	25	12	3.47	0.75	506
KAR1	2	B	1	19	12	3.27	0.77	501
KAR1	3	B	1	26	16	3.37	0.72	531
KAR2	1	B	0	21	10	2.98	0.68	529
KAR2	2	B	0	24	13	2.39	0.52	512
KAR2	3	B	0	22	12	3.17	0.71	572
KON1	1	B	0	32	14	3.04	0.61	418
KON1	2	B	0	25	14	3.07	0.66	501
KON1	3	B	0	24	13	2.77	0.6	500
KON2	1	B	0	67	31	4.5	0.74	431
KON2	2	B	0	41	26	3.17	0.59	502
KON2	3	B	0	44	24	4.31	0.79	389
KUE3	3	D	1	32	15	2.93	0.59	501
KUE3	3	D	1	32	15	2.92	0.58	500
LAF0	3	B	0	36	14	4.27	0.83	542
LAF1	1	B	0	28	11	2.08	0.43	500
LAF1	2	B	0	26	12	3.52	0.75	521
LAF2	1	B	0	57	25	4.42	0.76	412
LAF2	2	B	0	47	20	3.65	0.66	513
LAF2	3	B	0	42	21	3.01	0.56	501
MAM1	1	E	1	21	14	3.57	0.81	538

Code station	Campagne	HER	Substrat Ultramafique	Nombre d'espèces	Nombres de genres	Diversité	Equitabilité	Effectif
MAM1	2	E	1	28	13	3.7	0.77	517
MAM1	3	E	1	31	15	4.1	0.83	515
MEN1	1	B	0	21	15	3.55	0.81	531
MEN1	2	B	0	23	16	3.73	0.82	508
MEN1	3	B	0	17	14	3.27	0.8	501
MOI1	1	B	0	43	22	3.94	0.73	500
MOI1	2	B	0	54	29	3.99	0.69	506
MOI1	3	B	0	49	25	4.29	0.76	513
NER2	1	B	0	85	37	4.52	0.71	500
NOM1	1	C	0	24	10	2.93	0.64	526
NOM1	2	C	0	22	14	2.98	0.67	514
NOM1	3	C	0	19	11	3.2	0.75	513
OUA1	1	B	1	18	11	2.93	0.7	501
OUA1	3	B	1	19	13	3.15	0.74	515
OUA2	1	B	1	23	12	1.95	0.43	509
OUA2	3	B	1	21	13	3.08	0.7	508
PER1	1	D	1	18	12	1.1	0.26	547
POU1	1	B	0	44	22	3.49	0.64	421
POU1	3	B	0	26	18	3.46	0.74	544
POU2	1	B	0	43	20	4.07	0.75	408
POU2	3	B	0	34	12	3.7	0.73	494
POU3	1	B	0	56	22	4.56	0.79	414
POU9	2	B	0	32	18	3.85	0.77	555
RIL1	1	D	1	11	8	2.1	0.61	521
RIL1	2	D	1	28	14	4.01	0.83	503
RIL2	2	D	1	21	12	2.62	0.6	717
TAD1	1	C	0	25	15	2.28	0.49	491
TAD1	2	C	0	30	17	2.6	0.53	511
TAO1	1	F	0	27	14	3.3	0.69	476
TAO1	2	F	0	17	10	2.05	0.5	512
TCH1	1	G	0	35	19	4.21	0.82	500
TEN0	2	B	1	31	19	3.77	0.76	513
TEN0	3	B	1	41	24	3.78	0.71	514
TEN1	1	B	1	34	22	3.61	0.71	541
TIW0	2	G	0	31	15	3.82	0.77	503
TIW1	1	G	0	25	16	2.87	0.62	518
TIW1	2	G	0	42	20	4.45	0.83	512
TIW2	1	G	0	35	17	3.56	0.69	456
TIW3	1	G	0	53	24	4.45	0.78	405
TIW3	2	G	0	49	25	3.91	0.7	500
TLN1	1	B	1	17	10	2.98	0.73	412
TLN1	2	B	1	11	6	2.04	0.59	511
TLS1	2	B	1	24	15	3.27	0.71	502

Code station	Campagne	HER	Substrat Ultramafique	Nombre d'espèces	Nombres de genres	Diversité	Equitabilité	Effectif
WAD1	1	D	1	19	10	3.34	0.79	505
WAD2	1	D	1	28	15	4.07	0.85	511
WAD2	2	D	1	25	15	3.45	0.74	542
WAD2	3	D	1	27	15	3.5	0.74	522
WAN1	1	E	1	10	7	1.6	0.48	413
WAN1	3	E	1	10	5	1.98	0.6	508
WAO1	3	B	1	15	11	1.16	0.3	516
YAH1	1	B	0	27	16	3.29	0.69	665
YAH1	2	B	0	27	18	2.98	0.63	686
YAH1	3	B	0	24	18	3.14	0.68	500
YAH2	1	B	0	21	13	3.36	0.76	502
YAH2	2	B	0	17	9	3.04	0.74	542
YAH2	3	B	0	15	11	2.34	0.6	500

Annexe 10: Valeurs des boxplots de diversité et d'équitabilité.

		HER						Géologie	
		B	C	D	E	F	G	Volcanosédimentaire	Ultramafique
Boxplots de la diversité	Min	1.5	2.3	2.1	1.5	3.3	2.9	1.9	1.1
	1er quartile	2.9	2.8	2.7	1.6	3.6	3.6	3.0	2.4
	Médiane	3.3	3.0	3.4	2.8	4.2	3.9	3.5	3.1
	3e quartile	3.8	3.4	3.7	3.7	4.4	4.4	4.1	3.6
	Max	4.8	3.7	4.1	4.1	4.8	4.5	4.8	4.4
Boxplots de l'équitabilité	Min	0.5	0.5	0.6	0.5	0.7	0.6	0.5	0.4
	1er quartile	0.6	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.6	0.6
	Médiane	0.7	0.6	0.7	0.7	0.8	0.7	0.7	0.7
	3e quartile	0.8	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
	Max	0.8	0.8	0.9	0.8	0.9	0.8	0.9	0.9

Résumé

Le présent rapport rend compte de l'état d'avancement du projet Diatomées des rivières de Nouvelle-Calédonie, débuté en novembre 2012, pour une durée de 3 ans et demi. Le projet fait suite aux conclusions émises à l'issue des Ateliers thématiques « eau douce », tenus en avril 2010⁷, l'Observatoire de l'Environnement en Nouvelle-Calédonie (OEIL) et le CNRT-Nickel et son Environnement ont décidé de lancer un programme de Recherche et Développement ayant pour objectif la mise en place d'un nouvel indicateur de l'état de santé des creeks en NC, complémentaire à l'IBNC et basé sur l'étude des diatomées benthiques. Le projet prévoit 4 phases, la première, de 8 mois, est la phase d'étude de faisabilité, désormais validée. Elle correspondait à la synthèse de données existantes et l'acquisition de données de terrain, comprenant une campagne de prélèvement des diatomées et leur inventaire préliminaire. La seconde phase, de 21 mois, comprend 3 autres campagnes de prélèvements, l'illustration et la description des taxons. La troisième phase, de 12 mois, est consacrée à l'analyse biomathématique des données afin d'établir les profils écologiques des espèces et la conception de l'indice, ainsi qu'à la rédaction du rapport final. La quatrième phase, d'un mois, est dédiée à la présentation des livrables. Un guide d'identification des principaux taxons présents en Nouvelle-Calédonie sera remis, la forme de ce guide restant encore à définir.

Ce rapport rend compte des données acquises lors des deux premières phases. **Depuis octobre 2012, 4 campagnes de prélèvements ont été effectuées, 2 en saison sèche et 2 en saison humide. Au cours de ces campagnes, 220 prélèvements ont été effectués représentant un total de 79 stations de prélèvement sur 43 cours d'eau répartis sur l'ensemble des hydroécotones.** L'objectif du programme étant d'établir un indice valable sur l'ensemble de la Grande Terre, les provinces Nord et Sud sont équitablement représentées.

Les valeurs de physico-chimie *in situ* révèlent des eaux généralement modérément à assez fortement minéralisées, à pH basique, et bien oxygénées, pour des températures de l'ordre de 25°C en moyenne.

La matrice de physico-chimie de laboratoire compte 98 analyses d'eau complètes effectuées par le réseau Asconit/BioeKo. La matrice sera complétée lors de l'arrivée des résultats des réseaux des partenaires. Ainsi amendée, elle comptera 220 analyses. Les analyses exploratoires de ces données ont mis en évidence **l'hétérogénéité de la physico-chimie des cours d'eau du territoire, liée au fond géochimique naturel et qui correspond bien au découpage en hydroécotones de niveau 1** (relief, géologie, climat). Néanmoins, le caractère carbonaté magnésien prédomine sur l'ensemble des cours d'eau. A ce jour, **141 échantillons de diatomées ont été inventoriés, pour lesquels 612 taxons ont été répertoriés, répartis en 88 genres, représentés par l'ensemble des grands groupes décrits. L'analyse des inventaires diatomiques disponibles à ce jour, à l'instar de la physico-chimie, a mis en évidence des réponses de la communauté diatomique au contexte géochimique et aux forçages anthropiques sur le territoire.** Ces derniers résultats confirment ceux obtenus à l'issue de l'étude de faisabilité (Asconit Consultants & IRSTEA, 2013) et sont propices à la création d'un indice diatomique en Nouvelle-Calédonie, capable de rendre compte des perturbations anthropiques.

⁷ Organisé par l'Observatoire de l'environnement en Nouvelle-Calédonie (OEIL)



Partenaires :

