



*Rapport final*

## Amélioration des méthodes indicielles IBNC et IBS

### Phase 3 : Validation des indices

Nathalie MARY (ETHYC'O)

Mai 2015



#### Partenaires techniques



Observatoire de l'environnement  
en Nouvelle-Calédonie

11 rue Guynemer  
98800 Nouméa  
Tel.: (+ 687) 23 69 69  
[www.oeil.nc](http://www.oeil.nc)

## Sommaire

<b>Résumé exécutif .....</b>	<b>9</b>
<b>Remerciements.....</b>	<b>11</b>
<b>Lexique.....</b>	<b>12</b>
<b>Chapitre I - Introduction .....</b>	<b>14</b>
<b>Chapitre II - Principaux objectifs de l'étude .....</b>	<b>15</b>
II.1. Etablir le nombre de prélèvements à réaliser par station.....	15
II.2. Identifier les substrats les plus habitables.....	16
II.3. Fixer les substrats à échantillonner dans une station de rivière .....	16
II.4. Alléger le temps de tri .....	17
II.5. Valider les scores de sensibilité et les seuils des classes de qualité proposés pour les méthodes réactualisées.....	17
II.6. Proposer une méthode indicielle simplifiée .....	18
<b>Chapitre III - Matériels et méthodes .....</b>	<b>19</b>
III.1. Plan d'échantillonnage .....	19
III.2. Période d'échantillonnage.....	19
III.3. Les stations d'étude .....	20
III.4. Méthodologie d'échantillonnage.....	22
III.4.1. Les prélèvements de faune benthique .....	23
III.4.2. Le conditionnement des échantillons.....	26
III.4.3. Paramètres physico-chimiques et mésologiques relevés à l'arrivée sur la station.....	26
III.4.4. Autres paramètres mésologiques relevés dans les stations d'étude .....	27
III.5. Le traitement des échantillons faunistiques.....	28
III.6. Méthodologie statistique et traitement des données .....	28
III.6.1. Indices de diversité.....	28
III.6.2. Graphiques en boîtes (ou box plot).....	29
III.6.3. Analyses statistiques multivariées.....	30
III.6.4. Analyses statistiques univariées.....	30
<b>Chapitre IV - Qualité physico-chimique des stations .....</b>	<b>31</b>
<b>Chapitre V - Résultats faunistiques .....</b>	<b>35</b>
V.1. Généralités .....	35
V.2. Diversité biologique globale .....	38

## Chapitre VI - Mise en place de la stratégie d'échantillonnage des invertébrés benthiques.42

VI.1. Combien de prélèvements unitaires faut-il réaliser par station ? .....	42
VI.1.1. Quelle est la diversité des substrats échantillonnés dans les stations d'étude ? .....	42
VI.1.2. A partir de combien de prélèvements obtient-on une richesse taxonomique représentative ? .....	45
VI.2. Quels sont les substrats les plus habitables dans une station de rivière ? .....	54
VI.2.1. Analyse globale .....	54
VI.2.2. Analyse par hydro-écorégion.....	57
VI.2.3. Conclusion.....	61
VI.3. Faut-il privilégier l'échantillonnage des substrats marginaux ou celui des substrats dominants ?65	
VI.3.1. Quelle est la diversité des substrats « marginaux » et « dominants » échantillonnés dans les stations d'étude ? .....	65
VI.3.2. Qu'apportent respectivement comme information l'échantillonnage des habitats « marginaux » et l'échantillonnage des habitats « dominants » ? .....	67
VI.4. Le choix de la maille du filet « Surber » .....	73
VI.5. Quelle est la stratégie d'échantillonnage la plus adéquate sur la base de 7 prélèvements unitaires ? .....	79
VI.5.1. Comparaison de différentes stratégies d'échantillonnage et identification des seuils de qualité biologique pour 7 et 10 prélèvements élémentaires .....	79
VI.5.2. Comment différencier une communauté d'invertébrés en bon état de celle d'un état passable ? .....	86
VI.5.3. Comparaison des stratégies établies sur la base de 7 et de 10 prélèvements unitaires.....	86
VI.6. La méthodologie d'échantillonnage proposée (7 prélèvements unitaires) .....	89

## Chapitre VII - Validation des méthodes IBNC et IBS réactualisées.....92

VII.1. Validation de l'IBNC.....	92
VII.1.1. Les scores de polluo-sensibilité.....	92
VII.1.2. Calcul de l'indice IBNC et détermination de la qualité biologique d'une station de rivière...96	
VII.2. Validation de l'IBS .....	96
VII.2.1. Historique .....	96
VII.2.2. Validation de l'IBS.....	97
VII.2.3. Les scores de polluo-sensibilité de l'IBS .....	100
VII.2.4. Calcul de l'indice IBS et détermination de la qualité biologique d'une station de rivière....103	
VII.2.5. Qualité biologique des stations sur la base de 7 et 10 prélèvements unitaires .....	103
VII.3. Conclusions.....	106

## Chapitre VIII - Proposition d'une méthode indicielle simplifiée..... 106

<b>Chapitre IX - Conclusions et recommandations .....</b>	<b>110</b>
IX.1. Conclusions .....	110
IX.2. Recommandations .....	113
<b>Chapitre X - Références bibliographiques .....</b>	<b>114</b>

## Liste des tableaux

Tableau 3.1	Stations de rivières échantillonnées à l'étiage 2012. ....	20
Tableau 3.2	Ordre de priorité des substrats échantillonnés dans les stations d'étude (les substrats présentant une habitabilité maximale ont l'ordre le plus élevé) (cf Mary & Archaimbault, 2011). ....	24
Tableau 3.3	Caractéristiques techniques des appareils de mesures physico-chimiques utilisés sur le terrain. ....	26
Tableau 3.4	Paramètres physico-chimiques analysés par la Calédonienne des Eaux dans les échantillons d'eau collectés. ....	27
Tableau 5.1	Nombre de données faunistiques disponibles pour chaque hydro-écorégion. ....	35
Tableau 6.1	Nombre de substrats différents prospectés dans les stations d'étude. ....	42
Tableau 6.2	Nombre de prélèvements effectués dans chaque catégorie de substrat (30 stations, 448 prélèvements au total).....	43
Tableau 6.3	Nombre de données disponibles dans chaque catégorie de substrat pour les stations de bonne et très bonne qualités biologiques <i>a priori</i> .....	54
Tableau 6.4	Contributions absolues (/10 000) des métriques considérées à la formation des premiers axes principaux. ....	55
Tableau 6.5	Nombre total de données considérées pour chaque catégorie de substrat et pour chaque hydro-écorégion (ACP normée).....	57
Tableau 6.6	Ordre d'habitabilité des différents substrats prélevés pour chaque hydro-écorégion. ....	61
Tableau 6.7	Ordre de priorité des substrats à échantillonner dans les rivières de la Nouvelle-Calédonie. Les substrats sont classées du plus biogène au moins biogène.....	62
Tableau 6.8	Nombre total de prélèvements réalisés pour chaque type de substrat quand il a été identifié « dominant » ou « marginal ».....	67
Tableau 6.9	Nombre de prélèvements, dans chaque hydro-écorégion, pour les taxons qui ont été comptabilisés en nombre supérieur dans la fraction fine que grossière. Entre parenthèses, figure le nombre d'occurrences du taxon quand il a été trouvé uniquement dans la fraction fine (cellules surlignées en jaune). ....	74
Tableau 6.10	Comparaison des notes indicielles IBNC obtenues en considérant la faune totale prélevée au filet Surber (vide de maille de 250 µm) et la fraction grossière uniquement (>500 µm), sur la base de 7 prélèvements unitaires.....	76
Tableau 6.11	Comparaison des notes indicielles IBS obtenues en considérant la faune totale prélevée au filet Surber (vide de maille de 250 µm) et la fraction grossière uniquement (>500 µm), sur la base de 7 prélèvements unitaires. ....	77
Tableau 6.12	Nombre d'individus comptabilisés dans la fraction fine (250 à 500 µm) et dans la fraction grossière (>500 µm). ....	78
Tableau 6.13	Classes de qualité définies pour l'IBNC, au moyen des boîtes à moustaches, pour chacune des stratégies d'échantillonnage testées. ....	83
Tableau 6.14	Notes indicielles de l'IBNC calculées avec 5, 7 et 10 prélèvements unitaires. ....	84
Tableau 6.14 (suite)	Notes indicielles de l'IBNC calculées avec 5, 7 et 10 prélèvements unitaires.....	85
Tableau 6.15	Exemples des substrats marginaux et dominants prospectés pour différentes stations d'étude selon la stratégie d'échantillonnage proposée, fondée sur 7 prélèvements unitaires.....	91
Tableau 7.1	Scores attribués aux taxons de la faune benthique pour l'IBNC. ....	93
Tableau 7.1	Scores attribués aux taxons de la faune benthique pour l'IBNC. ....	94

Tableau 7.2	Densité et richesse taxonomique de la faune benthique prélevée dans les substrats de type « fines latéritiques » durant notre étude. ....	97
Tableau 7.3	Taxons collectés dans les « fines latéritiques » (nombres d'individus et d'occurrence sur 18 prélèvements) et scores de polluo-sensibilité IBS réajustés. ....	98
Tableau 7.4	Classes de qualité de l'Indice Biosédimentaire (base de 5 prélèvements unitaires).....	100
Tableau 7.5	Scores attribués aux taxons de la faune benthique pour l'IBS. ....	101
Tableau 7.5 (suite)	Scores attribués aux taxons de la faune benthique pour l'IBS. ....	102
Tableau 7.6	Classes de qualité définies pour l'IBS. ....	104
Tableau 7.7	Notes indicielles de l'IBS calculées avec 5, 7 et 10 prélèvements unitaires.....	105
Tableau 8.1	Qualités biologiques mesurées (IBNC) sur la base de 5 prélèvements unitaires et pour différentes catégories de substrats. ....	107
Tableau 8.2	Qualités biologiques mesurées (IBS) sur la base de 5 prélèvements unitaires et pour différentes catégories de substrats. ....	108

## Liste des figures

Figure 3.1	Situation des stations des hydro-écorégions C (les collines schisteuses de la pointe Nord) et F (le massif du Panié). ....	21
Figure 3.2	Situation des stations des hydro-écorégions G (le cœur de la Chaîne centrale) et B (la plaine littorale Ouest).....	21
Figure 3.3	Situation des stations des hydro-écorégions D (la plaine du Grand Sud) et E (le massif ultrabasique). ....	22
Figure 3.4	Boîte « à moustaches » de Tukey (Box & Whiskers plot) ( <a href="http://sigespoc.brgm.fr/spip.php?article47">http://sigespoc.brgm.fr/spip.php?article47</a> ). ....	29
Figure 4.1	Boîtes « à moustaches » montrant, pour chaque hydro-écorégion, la distribution des valeurs mesurées <i>in situ</i> pour les paramètres physico-chimiques suivants : température de l'eau, pH, conductivité, oxygène dissous et turbidité. ....	31
Figure 4.2	Boîtes « à moustaches » montrant, pour chaque hydro-écorégion, la distribution des valeurs mesurées pour les paramètres physico-chimiques suivants : nitrates, DBO <sub>5</sub> , DCO et MES. ....	33
Figure 5.1	Macrofaune benthique collectée dans chaque hydro-écorégion. ....	36
Figure 5.2	Insectes collectés pour chaque hydro-écorégion. ....	37
Figure 5.3	Richesse taxonomique et indices ET calculés pour les stations d'étude (base de 15 prélèvements). Celles-ci sont regroupées par hydro-écorégion et classées de la moins bonne à la meilleure qualité biologique présumée. ....	39
Figure 5.4	Indices de Margalef et de Shannon calculés pour les stations d'étude (base de 15 prélèvements). Celles-ci sont regroupées par hydro-écorégion et classées de la moins bonne à la meilleure qualité biologique présumée. ....	39
Figure 5.5	Distribution des valeurs calculées pour les différentes métriques par classes de qualité présumée (très bonne, bonne, passable, médiocre, mauvaise), sur la base de l'ensemble des prélèvements unitaires effectués dans chaque station d'étude. ....	41
Figure 6.1	Représentativité (en %) de chaque catégorie de substrat dans les 448 prélèvements effectués (30 stations). ....	43
Figure 6.2	Répartition des prélèvements réalisés dans chaque catégorie de substrat et pour chaque hydro-écorégion. ....	44

Figure 6.3	Nombre de taxons nouveaux, tous groupes faunistiques confondus et pour les insectes éphéméroptères et trichoptères (ET) apportés pas à pas par l'agglomération successive des listes faunistiques de 1 à 15 prélèvements élémentaires réalisés sur la même station de prélèvement. Les prélèvements successifs sont agglomérés dans l'ordre décroissant d'habitabilité des substrats. ....	46
Figure 6.4	Nombre de taxons nouveaux, tous groupes faunistiques confondus et pour les insectes éphéméroptères et trichoptères (ET) apportés pas à pas par l'agglomération successive des listes faunistiques de 1 à 15 prélèvements élémentaires réalisés sur la même station de prélèvement. Les prélèvements successifs sont agglomérés dans un ordre aléatoire. ....	48
Figure 6.5	Proportion de la richesse taxonomique totale (en %) apportée pas à pas lors de l'agglomération successive des listes faunistiques de 1 à 15 prélèvements élémentaires réalisés sur la même station de prélèvement. Les prélèvements successifs sont agglomérés dans l'ordre décroissant d'habitabilité des substrats. ....	50
Figure 6.6	Part de la richesse taxonomique totale (en %) apportée pas à pas lors de l'agglomération successive des listes faunistiques de 1 à 15 prélèvements élémentaires réalisés sur la même station de prélèvement. Les prélèvements successifs sont agglomérés dans un ordre aléatoire. ....	52
Figure 6.7	Habitabilité des substrats pour les stations de bonne et très bonne qualité biologique présumée : (a) graphe des valeurs propres de l'analyse en composantes principales normée globale (165 prélèvements X 5 métriques) et pourcentages de variances expliqués par les deux premières composantes principales ; (b) cercle de corrélation des paramètres et (c) position relative des substrats considérés sur le plan factoriel F1xF2. ....	56
Figure 6.8	Habitabilité des substrats par hydro-écorégion : (a) graphe des valeurs propres de l'analyse en composantes principales normée et pourcentages de variances expliqués par les deux premières composantes principales ; (b) cercle de corrélation des paramètres et (c) position relative des substrats considérés sur le plan factoriel F1xF2. ....	58
Figure 6.8	Habitabilité des substrats par hydro-écorégion : (a) graphe des valeurs propres de l'analyse en composantes principales normée et pourcentages de variances expliqués par les deux premières composantes principales ; (b) cercle de corrélation des paramètres et (c) position relative des substrats considérés sur le plan factoriel F1xF2. ....	59
Figure 6.8	Habitabilité des substrats par hydro-écorégion : (a) graphe des valeurs propres de l'analyse en composantes principales normée et pourcentages de variances expliqués par les deux premières composantes principales ; (b) cercle de corrélation des paramètres et (c) position relative des substrats considérés sur le plan factoriel F1xF2. ....	60
Figure 6.9	Distribution des valeurs calculées pour différentes métriques et chaque catégorie de substrat représenté dans les rivières néo-calédoniennes (444 prélèvements au total). ....	63
Figure 6.10	Nombre de substrats « marginaux » et « dominants » différents prospectés dans les stations d'étude pour chaque hydro-écorégion. ....	66
Figure 6.11	Représentativité des substrats échantillonnés dans les stations d'étude. ....	66
Figure 6.12	Distribution des valeurs calculées pour certaines métriques et différentes catégories de substrats. Les données correspondant aux habitats « dominants » et « marginaux » ont été différenciées (M : marginal, D : dominant). ....	69
Figure 6.13	Spécificité faunistique des habitats « marginaux » et « dominants », exprimée en nombre moyen de taxons nouveaux, tous groupes faunistiques confondus, apporté par chaque prélèvement élémentaire au type d'habitat correspondant. ....	70

Figure 6.14	Spécificité faunistique des habitats « marginaux » et « dominants » pour chaque station d'étude, exprimée en nombre moyen de taxons nouveaux d'insectes éphéméroptères et trichoptères (indice ET) apporté par chaque prélèvement élémentaire au type d'habitat correspondant. ....	70
Figure 6.15	Nombre de taxons polluo-sensibles apportés, en moyenne, par chaque type de substrats. ....	72
Figure 6.16	Boîtes à moustaches des valeurs d'IBNC calculées pour les stations d'étude sur la base de 10 et de 7 prélèvements unitaires. Les stations ont été classées selon leur qualité biologique présumée et corrigée. ....	82
Figure 6.17	Richesses taxonomiques et valeurs de l'indice IBNC calculées avec 7 et 10 prélèvements. . ....	87
Figure 6.18	Comparaison des listes faunistiques obtenues sur la base de 7 et 10 prélèvements unitaires. ....	88
Figure 7.1	Boîtes « à moustaches » des valeurs d'IBS calculées pour les 5 groupes d'observations issus des analyses multivariées réalisées par Mary & Archaimbault (2012 a), sur la base de 5 prélèvements unitaires et avec les scores réajustés des taxons (343 observations au total). ....	99
Figure 7.2	Indices bio sédimentaire (IBS) calculés sur les 343 observations ayant servi à la mise à jour de l'indice (cf Mary & Archaimbault, 2012 a), sur la base des nouveaux scores réajustés (5 prélèvements unitaires). ....	100

## Résumé exécutif

<b>Titre de l'étude</b>	Amélioration des méthodes indicielles IBNC et IBS. Phase 3 : Validation des indices		
<b>Auteurs</b>	Nathalie Mary (ETHYC'O)		
<b>Collaborateurs</b>	Virginie Archambault (IRSTEA)		
<b>Editeurs</b>	OEIL / CNRT / DAVAR (partenaires techniques : Province Sud / Province Nord)		
<b>Année d'édition du rapport</b>	2015	<b>Année des données</b>	2012

<b>Objectif</b>	<p>Ce rapport a pour principal objectif de valider et de stabiliser les méthodes indicielles de l'Indice Biotique de la Nouvelle-Calédonie (IBNC) - qui permet d'évaluer les pollutions de type organique dans les milieux d'eau courante peu profonds - et de l'Indice Bio-sédimentaire (IBS) - développé pour évaluer les perturbations de type mécanique, générées par les particules sédimentaires fines dans les cours d'eau drainant des terrains à dominante ultrabasique (terrains miniers). De plus, il vise à argumenter et à définir plusieurs points précis concernant le protocole d'échantillonnage de la macrofaune benthique.</p>
<b>Contexte</b>	<p>Ce travail est réalisé dans la continuité des ateliers de réflexion organisés par l'OEIL à Nouméa en avril 2010 concernant les indicateurs environnementaux en eaux douces. Lors de ces ateliers, il avait été mis en exergue la nécessité d'améliorer les méthodes indicielles IBNC et IBS pour leur apporter fiabilité et robustesse. Suite à ce séminaire, différentes études ont été réalisées dans cet objectif :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-le guide méthodologique d'échantillonnage de la macrofaune benthique en vue de la détermination de l'IBNC et de l'IBS a été détaillé (Mary &amp; Archambault, 2011).</li> <li>-les méthodes indicielles ont été révisées après analyse des données existantes, acquises au cours de multiples campagnes de terrain IBNC et IBS effectuées entre 1996 et 2010 et se rapportant à plus de 850 observations en rivières (Mary &amp; Archambault, 2012a).</li> </ul>
<b>Méthodologie</b>	<p>Durant cette étude, 30 stations de rivières réparties sur l'ensemble de la Grande Terre et présentant des niveaux de qualité biologique différenciés ont été échantillonnées, l'ensemble des données mésologiques relatives à ces stations collectées.</p> <p>Les données ont été exploitées via le calcul d'indices de diversité, la réalisation de différentes analyses graphiques et d'analyses statistiques multi-variées et univariées.</p>

<p><b>Résultats et conclusions</b></p>	<p>Les résultats obtenus montrent pour les stations de rivière prospectées :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- peu de différenciation au niveau de la qualité physico-chimique de l'eau pour les paramètres analysés, ce qui démontre un faible gradient de pressions pour le panel des stations étudiées ;</li> <li>- une faune benthique dominée par les insectes éphéméroptères, trichoptères et diptères, qui restent les groupes faunistiques clefs des rivières néo-calédoniennes ;</li> <li>- une biodiversité intéressante, en particulier dans les zones de captage et dans les milieux préservés des activités anthropiques, avec quelques taxons rares.</li> </ul> <p><b>Ordre d'habitabilité des substrats :</b> Il peut coexister jusqu'à 9 substrats différents dans une station de rivière, ce qui est relativement important. L'ordre de priorité d'échantillonnage des substrats a été redéfini pour les rivières néo-calédoniennes et s'avère relativement proche de celui préconisé par Mary &amp; Archaibault (2011).</p> <p><b>Nombre de prélèvements :</b> L'analyse des données acquises précise que sept prélèvements unitaires par station permettent d'obtenir une richesse taxonomique représentative de la biodiversité en place. La réalisation de sept prélèvements est donc recommandée.</p> <p><b>Protocole d'échantillonnage :</b> Le protocole d'échantillonnage préconisé combine habitabilité et représentativité des substrats. Dans une station de rivière, les 7 prélèvements unitaires sont à réaliser en 2 phases, en prélevant en premier lieu les 3 substrats « marginaux » présents les plus biogènes ; et en second lieu, les 3 substrats « dominants » les plus représentés dans la station. Les 2 prélèvements restants sont à réaliser dans les 2 autres substrats dominants les mieux représentés dans la station, dans la classe de courant la plus représentée.</p> <p><b>Fraction étudiée :</b> La fraction de taille supérieure à 500 µm contient la très grande majorité des taxons présents, dont les plus sensibles. De plus, l'utilisation d'un filet doté d'un vide de maille de 500 µm entraînerait une perte d'information très négligeable par rapport à une maille de 250 µm, en ce qui concerne les notes indicielles des stations. L'emploi d'un filet de maille de 500 µm est donc recommandé.</p> <p>En outre, les 2 méthodes indicielles IBNC et IBS ont été réajustées de façon à se rapprocher des méthodologies équivalentes existant en Europe (ASPT Average Score Per Taxon) ou en Nouvelle-Zélande (MCI Macroinvertebrate Community Index). Les principales modifications apportées aux méthodes IBNC et IBS ont été: 1/ l'attribution d'un score à chaque taxon de la macrofaune benthique, chacune des méthodes concerne maintenant 117 taxons; 2/ une redéfinition des limites des classes de qualité biologique (très bonne, bonne, passable, médiocre, mauvaise).</p>				
<p><b>Limites de l'étude</b></p>	<p>Les analyses montrent que le substrat « pierres/galets » abrite la faune la plus proche possible de la communauté benthique en place. Dans une perspective de gestion intégrée, ce substrat bien représenté dans les rivières de Nouvelle-Calédonie peut donc être un indicateur précoce de perturbation et à la base d'une méthode d'alerte peu coûteuse et rapide à mettre en place. Une étude complémentaire reste cependant nécessaire afin de préciser l'effort d'échantillonnage optimal à fournir sur ce support dans une station de rivière, déterminer à quels types de pressions le substrat « pierres/galets » répond et enfin détailler le protocole d'échantillonnage correspondant.</p>				
<p><b>Evolutions</b></p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="416 1951 692 2016">Version finale</td> <td data-bbox="692 1951 968 2016"></td> <td data-bbox="968 1951 1244 2016"><b>Date de la version</b></td> <td data-bbox="1244 1951 1514 2016">Mai 2015</td> </tr> </table>	Version finale		<b>Date de la version</b>	Mai 2015
Version finale		<b>Date de la version</b>	Mai 2015		

## Remerciements

Cette étude a été réalisée sur financement de la DAVAR, du CNRT et de l'OEIL. Le document et les bases de données qui l'accompagnent concrétisent plus de deux ans de travail menés par Nathalie Mary du bureau d'études ETHYC'O, avec la précieuse collaboration de Virginie Archambault (IRSTEA).

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont relu ce document et ont proposé des pistes d'amélioration aux méthodes IBNC et IBS, en particulier Philippe Usseglio-Polatera (Laboratoire interdisciplinaire des environnements continentaux, UMR 7360 CNRS—Université de Lorraine), Jean-Michel Oliver (Université Lyon 1, CNRS, UMR 5023 – LEHNA Laboratoire d'Ecologie des Hydrosystèmes Naturels et Anthropisés), Virginie Archambault (IRSTEA), Claude Lascombe, Thierry Laugier (IFREMER, Nouvelle-Calédonie), Adrien Bertaud (chargé d'études à l'OEIL).

## Lexique

Benthos : ensemble des organismes végétaux et animaux qui vivent au contact du substrat dans un milieu aquatique.

Biogène : qui favorise le développement des êtres vivants.

Bio-indicateur : se rapporte à tout organisme vivant ou groupe d'organismes qui permet de mettre en évidence, aussi précocement que possible, une modification de la qualité d'un milieu. Un bio-indicateur doit remplir certaines conditions, notamment être relativement abondant, facile à échantillonner et à identifier et intégrer les conditions du milieu et ses variations (pollutions, améliorations).

**Dominant (substrat) : un substrat « dominant » occupe plus de 5% (> 5%) de la surface mouillée totale de la station.**

Etiage : période du cycle annuel où un cours d'eau atteint ses plus bas débits.

Habitabilité : potentialité d'un substrat à héberger une faune riche et diversifiée. Les substrats les plus habitables sont les plus biogènes c.a.d. les plus favorables au développement de la faune benthique.

**Habitat : combinaison d'un substrat (ou support) et d'une classe de vitesse de courant.**

Hydrophyte : toute plante qui développe la totalité de son appareil végétatif dans l'eau.

Hydro-écorégion (HER) : c'est une zone homogène du point de vue de la géologie, du relief et du climat. Elle constitue l'un des principaux critères utilisés dans la typologie et la délimitation des masses d'eau de surface.

Lentique (ou lénitique) : désigne les biotopes et les êtres vivants propres aux écosystèmes d'eaux calmes à renouvellement lent (lacs, marécages, étangs, ect...) par opposition aux milieux d'eaux courantes qui correspondent aux écosystèmes lotiques (Ramade, 1998).

Lit mineur ou chenal principal : partie du lit délimité par les berges dans laquelle s'effectue la quasi totalité du temps l'intégralité de l'écoulement en dehors des périodes de très hautes eaux et de crues débordantes (écoulement habituel).

Lit moyen : espace fluvial, ordinairement occupé par la végétation des berges, sur lequel s'écoulent les crues aux périodes de retour de 1 à 10 ans en moyenne. Le lit moyen est donc soumis à un risque fréquent d'inondation. Cet espace est soumis à de fortes érosions et transports solides lors des crues.

Lotique : qui est propre aux eaux courantes.

Macroinvertébrés : Organismes aquatiques dont la taille est supérieure au millimètre en fin de développement larvaire. Ceux qui colonisent le fond des cours d'eau ou plans d'eau sur des supports minéraux ou végétaux sont qualifiés de benthiques. Ce sont majoritairement des vers (oligochètes), des hydracariens, des crustacés, des mollusques et des larves d'insectes.

**Marginal (substrat) : un substrat « marginal » occupe au moins 5% ( $\leq$  5%) de la surface mouillée totale de la station.**

Polluo-résistant : organisme tolérant des milieux fortement perturbés (pollués).

Polluo-sensible : organisme exigeant une bonne qualité de l'eau ; on le trouvera dans les milieux exempts de perturbation majeure.

Station : partie du cours d'eau représentative, en termes de la diversité des habitats qu'on y trouve, de la morphologie d'un secteur plus important habituellement appelé tronçon (circulaire DCE 2007/22 du 11 avril 2007).

**Substrat (ou support) : ensemble d'éléments minéraux, végétaux et/ou organiques, présentant des caractères physiques homogènes sur une certaine surface. Pour qu'un substrat puisse être considéré comme significativement présent dans une station, la surface minimale qu'il doit occuper est la taille du cadre d'un Surber, soit 1/20 m<sup>2</sup>.**

Surber : cadre équipé d'un filet de 0,250 mm de vide de maille et d'une base de 1/20 m<sup>2</sup> environ.

Taxon : désigne une espèce ou un groupe d'espèces ayant des caractéristiques morphologiques et anatomiques proches. Un taxon peut concerner n'importe quel niveau systématique (embranchement, ordre, famille, genre, espèce).

Taxonomie (taxinomie) : science qui s'attache à décrire et à regrouper les êtres vivants en entités appelées taxons afin de pouvoir les nommer et les classer.

Tronçon : portion de cours d'eau (quelques centaines de mètres à quelques kilomètres) qui présente une relative homogénéité. La confluence avec un affluent, des modifications de la morphologie du lit ou de la vallée peuvent induire un changement de tronçon.

**Unitaire (prélèvement) : prélèvement d'une placette (d'environ 1/20 de m<sup>2</sup>) réalisé au filet Surber permettant d'obtenir un échantillon élémentaire.**

## Chapitre I - Introduction

Ce travail est réalisé dans la continuité des ateliers de réflexion qui se sont tenus à Nouméa en avril 2010 concernant les indicateurs environnementaux en eau douce. En effet, en Nouvelle-Calédonie, existent deux méthodes biologiques d'évaluation de la qualité des rivières fondées sur la macrofaune benthique : l'Indice Biotique de la Nouvelle-Calédonie (IBNC) et l'Indice Bio-sédimentaire (IBS). L'IBNC permet d'évaluer les pollutions de type organique (générées par les effluents domestiques, les élevages,...) dans les milieux d'eau courante peu profonds (Mary, 1999). L'IBS a été développé pour évaluer les perturbations de type mécanique, générées par les particules sédimentaires fines dans les cours d'eau qui drainent des terrains à dominante ultrabasique (terrains miniers) (Mary & Hytec, 2007 a).

Le séminaire d'avril 2010 avait souligné plusieurs faiblesses des méthodes indicielles IBS et IBNC, à savoir :

- la non prise en compte de l'ensemble des taxons et de la richesse taxonomique totale dans le calcul des indices IBNC et IBS ;
- le faible nombre de prélèvements réalisés au filet surber dans une station de rivière (5 prélèvements), au regard de la forte diversité faunistique caractérisant les cours d'eau de la Nouvelle-Calédonie ;
- un protocole d'échantillonnage favorisant la prospection des habitats marginaux et en général les plus biogènes, au détriment des habitats dominants, ce qui pourrait fortement biaiser la représentativité de la faune et donc masquer l'effet de certaines altérations morphologiques comme l'appauvrissement de la mosaïque d'habitats ;
- la nécessité de diminuer le temps de traitement des échantillons en laboratoire, afin de réduire au mieux les coûts.

Le protocole d'échantillonnage de l'IBNC et de l'IBS devait donc être amélioré de façon à mieux prendre en compte la mosaïque des habitats présents dans une station de rivière, avec une augmentation du nombre de prélèvements élémentaires.

A l'issue du séminaire, différents réajustements avaient donc été proposés à très court terme (phase 1), à court terme (phase 2) et à moyen terme (phase 3) afin d'améliorer la fiabilité et la robustesse des outils indiciels IBNC et IBS (Mary & Archambault, 2010). Les deux premières phases ont été réalisées.

### **Ce rapport concerne la troisième phase du programme.**

En effet, en premier lieu, le guide méthodologique d'échantillonnage de la macrofaune benthique en vue de la détermination de l'IBNC et de l'IBS a été détaillé (Mary & Archambault, 2011). Les éléments apportés dans le nouveau guide par rapport au précédent (Mary & Hytec, 2007 b) ont permis de préciser: 1/ la nature des différents supports potentiellement présents dans les cours d'eau calédoniens et le mode opératoire de prélèvement de chacun d'eux ; 2/ les limites des classes granulométriques des sédiments composant le lit du cours d'eau et les berges ; 3/ les limites des classes de vitesse du courant ; 4/ le mode de positionnement du bief à prospecter dans une station de rivière ; 5/ les paramètres mésologiques et physico-chimiques à relever sur le terrain (fiche de terrain) ; 6/ des méthodes visant à réduire le temps de traitement des prélèvements en laboratoire ; 7/ le domaine d'application des méthodes indicielles IBNC et IBS. Ce document, édité et diffusé par la DAVAR en 2012, a donc pour utilité d'orienter et d'aider les équipes de terrain dans la réalisation des campagnes de prélèvement de benthos, ceci dans un souci de standardisation de la méthodologie préconisée et afin d'obtenir des résultats représentatifs, reproductibles et comparables dans le temps. **Il devrait évoluer d'ici peu.**

De plus, dans le prolongement de ce guide, en deuxième phase, les méthodes indicielles IBNC et IBS ont été réactualisées dans le cadre d'une convention mise en place entre l'OEIL, le bureau d'étude ETHYC'O et l'IRSTEA de Lyon (Mary & Archambault, 2012 a). En effet, dans les systèmes de normalisation métropolitains (AFNOR), européens (CEN) et même mondiaux (ISO), la révision et l'évolution des méthodes et des indices de qualité biologiques restent indispensables tous les 10 ans afin d'intégrer, par exemple, les nouvelles techniques d'analyses ou de prendre en compte les avancées taxonomiques.

Pour cette deuxième phase, la révision des indices IBNC et IBS s'est appuyée sur l'analyse des données existantes, acquises au cours de multiples campagnes de terrain IBNC et IBS effectuées entre 1996 et 2010, et se rapportant à plus de 850 observations en rivières. Les 2 méthodes indicielles IBNC et IBS ont ainsi été réajustées de façon à se rapprocher des méthodologies équivalentes existant en Europe (ASPT Average Score Per Taxon) ou en Nouvelle-Zélande (MCI Macroinvertebrate Community Index). Les principales modifications apportées aux méthodes IBNC et IBS ont été les suivantes : 1/ l'attribution d'un score à chaque taxon de la macrofaune benthique ; 2/ une redéfinition des limites des classes de qualité biologique (très bonne, bonne, passable, médiocre, mauvaise) au moyen de méthodes graphiques et statistiques. Le protocole d'échantillonnage et le calcul de l'indice biotique se font de la même façon pour l'IBNC et l'IBS ; seuls les scores des taxons diffèrent (Mary & Archambault, 2012 a). La demande initiale d'intégrer la richesse taxonomique dans le calcul des indices s'est avérée caduque dans la mesure où suite au scorage de l'ensemble des taxons, ce paramètre est, de ce fait, pris en compte dans le calcul de la note indicelle.

**Le travail actuel, objet du présent rapport (phase 3), a pour principal objectif de valider et de stabiliser les méthodes indicielles IBS et IBNC réactualisées par Mary & Archambault (2012 a).** De plus, il vise à argumenter et à définir plusieurs points précis concernant le protocole d'échantillonnage de la macrofaune benthique, notamment fixer le protocole d'échantillonnage de la faune benthique afin d'obtenir le meilleur compromis coût/effort d'échantillonnage/pertinence écologique pour une station de rivière ; valider les scores des taxons et les limites des classes de qualité redéfinies ; valider l'IBS.

**Cette troisième phase d'étude est financée par la DAVAR, l'OEIL et le CNRT.**

## Chapitre II - Principaux objectifs de l'étude

Plus précisément, le présent travail a pour objectifs de répondre aux points suivants :

### II.1. Etablir le nombre de prélèvements à réaliser par station

*Quel est le nombre optimal de prélèvements unitaires à réaliser dans une station de rivière pour obtenir le meilleur compromis entre la qualité de l'information restituée et la quantité de travail à fournir (en termes d'échantillonnage et de traitement des échantillons) ?*

Actuellement, 5 prélèvements sont réalisés par station au moyen d'un filet surber (filet de 250 µm de vide de maille ; surface unitaire de 0,05 m<sup>2</sup>). Ce nombre reste faible au regard de la forte diversité faunistique caractérisant les cours d'eau de la Nouvelle-Calédonie. Mary & Archambault (2012 a) soulignent que « 5 prélèvements ne semblent pas constituer un effort d'échantillonnage suffisant pour obtenir une représentation globale de la qualité d'un milieu à évaluer ». Ce nombre serait suffisant « pour effectuer un diagnostic rapide ou un suivi régulier de la qualité d'une rivière, mais pour une évaluation plus complète, il serait nécessaire de mettre en place une stratégie d'échantillonnage précise et plus approfondie comprenant un nombre de prélèvements plus élevé ».

**L'objectif est donc de rechercher l'effort d'échantillonnage nécessaire, et donc le nombre de prélèvements unitaires à effectuer dans une station de rivière, qui permettrait d'obtenir une richesse taxonomique représentative.**

## II.2. Identifier les substrats les plus habitables

*Quel est l'ordre de priorité des substrats à échantillonner dans une station de rivière ? Sera-t-il le même pour toutes les hydro-écorégions ?*

Actuellement, le protocole d'échantillonnage de l'IBNC et de l'IBS préconise de réaliser les prélèvements de macrofaune benthique dans l'ordre de priorité correspondant à celui de la norme XP T90-333 (septembre 2009) pour les rivières métropolitaines.

**L'objectif ici est d'identifier les substrats (ou supports) les plus hospitaliers pour la faune benthique dans les cours d'eau de la Nouvelle-Calédonie de façon à établir l'ordre de priorité des habitats à échantillonner et de vérifier que cet ordre reste valable pour l'ensemble des cours d'eau néo-calédoniens, quelque soit leur appartenance hydro-écorégionale.**

## II.3. Fixer les substrats à échantillonner dans une station de rivière

*Comment choisir les substrats à prospector? Faut-il privilégier les substrats en fonction de leur habitabilité comme le préconise le protocole Mary & Archambault (2011), ou en fonction de leur représentativité spatiale? Qu'apportent respectivement comme information l'échantillonnage des habitats « marginaux » et l'échantillonnage des habitats « dominants » ?*

Le protocole d'échantillonnage de l'IBNC et de l'IBS préconise d'effectuer, dans chaque station de rivière, **5 prélèvements** dans les substrats les plus hospitaliers pour la faune benthique (tels que les chevelus racinaires, les litières ou les bryophytes) (Mary & Archambault, 2011). Les substrats « marginaux » sont souvent favorisés au détriment des substrats « dominants ». Cette procédure permet d'obtenir une estimation de la biodiversité de la station (richesse taxonomique) mais peut biaiser la représentativité de la faune et donc masquer l'effet de certaines altérations morphologiques comme l'appauvrissement de la mosaïque d'habitats (uniformisation du lit). Les organismes vont en effet se réfugier dans les substrats les plus biogènes et se concentrent sur ce type d'habitats même s'ils sont peu présents dans la station. Échantillonner en priorité et majoritairement les substrats les plus biogènes, qui dans ce cas ne représentent qu'un faible pourcentage de recouvrement de la station, conduit à surestimer la capacité d'accueil de la station, et donc la qualité du milieu.

Au contraire, la majorité des méthodes actuellement utilisées au niveau européen (protocoles de type AQEM<sup>1</sup>) recommandent de réaliser les prélèvements de faune benthique au prorata des surfaces de recouvrement des différents substrats présents dans une station de rivière (c'est-à-dire de privilégier la représentativité des principaux substrats disponibles), de façon à obtenir une image globale moyenne du peuplement d'invertébrés (norme XP T90-333, 2009).

<sup>1</sup> Le protocole européen AQEM ("The Development and Testing of an Integrated Assessment System for the Ecological Quality of Streams and Rivers throughout Europe using Benthic Macroinvertebrates").

Pour se rapprocher des protocoles européens (et obtenir une image moyenne de la qualité faunistique globale de la station), il serait donc probablement judicieux d'augmenter le nombre de prélèvements à réaliser dans les substrats dominants (et ainsi renforcer la représentativité) pour les méthodes néo-calédoniennes.

**Ce volet vise donc à déterminer si le fait de combiner les avantages des deux approches (habitabilité et représentativité) peut permettre de : 1/ fournir une image plus représentative du peuplement d'invertébrés d'une station de rivière ; 2/ calculer néanmoins les notes IBNC et IBS afin de garantir la continuité du suivi de la qualité des eaux et la valorisation des chroniques de données acquises jusqu'à présent en Nouvelle-Calédonie ; 3/ mieux prendre en compte les altérations morphologiques. Enfin avec les données recueillies, il sera possible de montrer l'influence sur les notes indicelles d'un échantillonnage plus axé sur la représentativité.**

#### II.4. Alléger le temps de tri

*Comment alléger les protocoles pour réduire au mieux les coûts?*

Le filet surber actuellement utilisé pour les prélèvements de benthos présente un vide de maille de 250  $\mu\text{m}$ . Le nombre d'individus prélevé par station est en conséquence souvent important, en particulier dans les cours d'eau drainant des substrats de type volcano-sédimentaire. Afin de limiter les temps de tri et de détermination, il serait intéressant de tester un vide de maille plus grand (500  $\mu\text{m}$ ).

*Obtient-on la même information taxonomique (richesse, composition, indice biotique) en utilisant des mailles de diamètre de 250  $\mu\text{m}$  et de 500  $\mu\text{m}$  ou y a-t-il une perte significative de l'information en utilisant une maille de 500  $\mu\text{m}$ ?*

#### II.5. Valider les scores de sensibilité et les seuils des classes de qualité proposés pour les méthodes réactualisées

L'analyse des données complémentaires acquises durant cette étude permettra de valider les scores des taxons et les seuils des classes de qualité définies par Mary & Archaimbault (2012). La validation de l'IBS s'effectuera après intégration de données complémentaires acquises sur le terrain lors de l'échantillonnage des nouvelles stations, comme l'échantillonnage préférentiel d'habitats en faciès lentique où les phénomènes de colmatage par les sédiments fins sont plus importants.

## II.6. Proposer une méthode indicielle simplifiée

*Existe-t-il un ou plusieurs types de substrats pour lequel la faune benthique associée se rapproche de la communauté faunistique globale de la station ?*

Dans une perspective de gestion intégrée, l'objectif est de rechercher, dans une station de rivière, quel type de substrat abrite la faune la plus proche possible de la communauté benthique en place. L'identification de ces habitats « sentinelles », susceptibles de donner une image moyenne et représentative de la qualité globale d'un site, pourrait aboutir à la proposition d'une méthode de suivi simplifiée et allégée de la qualité des cours d'eau. L'objectif est de disposer d'une méthode d'alerte peu coûteuse, rapide à mettre en place, permettant de mettre en évidence une perturbation de type chronique en général, mais pouvant amener à réaliser des analyses plus poussées ultérieurement, en fonction de son importance.

**Pour répondre à l'ensemble de ces points, il était nécessaire de procéder à des prospections complémentaires, comprenant une campagne de terrain complète, suivie de tests en laboratoire et d'analyses de données.**

**En effet, pour valider un indice, quel qu'il soit, il faut le tester sur un jeu de données qui n'a pas servi à le construire.**

## Chapitre III - Matériels et méthodes

### III.1. Plan d'échantillonnage

**Le plan d'échantillonnage a été élaboré en collaboration avec l'IRSTEA** (Mary & Archambault, 2012 b).

La campagne de prélèvements devait être réalisée, à l'étiage, sur un nombre suffisamment représentatif de stations de rivière (5), localisées dans chaque hydro-écorégion<sup>2</sup> et sélectionnées en fonction de leur niveau de perturbation *a priori* selon les seuils définis pour les indices IBNC et IBS dans la phase 2 du programme : qualités biologiques mauvaise, médiocre, passable, bonne et très bonne. **Quinze** prélèvements devaient être réalisés par station.

Les hydro-écorégions (HER) ont pour objectif de constituer un cadre cohérent pour décrire les conditions naturelles abiotiques des différents types de cours d'eau et les peuplements de référence correspondants. L'hypothèse de base pour la validation des HER retenue par le CEMAGREF (actuellement IRSTEA) est, qu'au sein d'une même HER, les cours d'eau présentent des caractéristiques communes en termes de fonctionnement écologique et donc de peuplement, ainsi que d'évolution amont-aval (Wasson *et al.*, 2002).

**Six hydro-écorégions** de niveau 1 ont été définies pour la Grande Terre de Nouvelle-Calédonie (cf Collectif, 2011) : l'HER B la plaine littorale Ouest, l'HER C les collines schisteuses de la pointe Nord, l'HER D la plaine du Grand Sud, l'HER E le massif ultramafique, l'HER F le massif du Panié et l'HER G le cœur de la Chaîne centrale.

**La campagne de prélèvement a donc concerné 30 stations de rivières.**

### III.2. Période d'échantillonnage

La campagne d'échantillonnage s'est déroulée du 2 au 20 novembre 2012, en période habituelle d'étiage, tel que préconisé dans la proposition de Mary & Archambault (2012 b). Le compte rendu de cette campagne de terrain figure dans Mary (2012).

D'une manière générale, les rivières prospectées présentaient un niveau des eaux relativement bas, à l'exception de quelques-unes d'entre elles (rivière Barandeu dans la région de Bourail, Cascade de Tao et rivière We Ina dans le massif du Panié) dont les débits étaient élevés, suite à des épisodes pluvieux sporadiques. De même, le Sud de la Grande Terre n'a pas pu être échantillonné le 06 novembre 2012, la majorité des rivières étant turbides en raison de précipitations tombées durant la nuit précédente. Les rivières n'étaient cependant pas en crue.

---

<sup>2</sup> La mise en œuvre de la DCE requiert une typologie des cours d'eau, sur des bases géographiques, permettant de définir des conditions de référence biologiques mais aussi physico-chimiques et hydromorphologiques ; d'où la nécessité d'une typologie reflétant le fonctionnement écologique naturel des écosystèmes et leur structure biologique. L'approche par hydro-écorégions (HER), basée sur la géologie, le relief et le climat, système fonctionnel régionalisé et hiérarchisé, répond à ces exigences et permet de délimiter des entités géographiques dans lesquelles les écosystèmes d'eau courante présentent des caractéristiques communes (<http://www.irstea.fr/>).

### III.3. Les stations d'étude

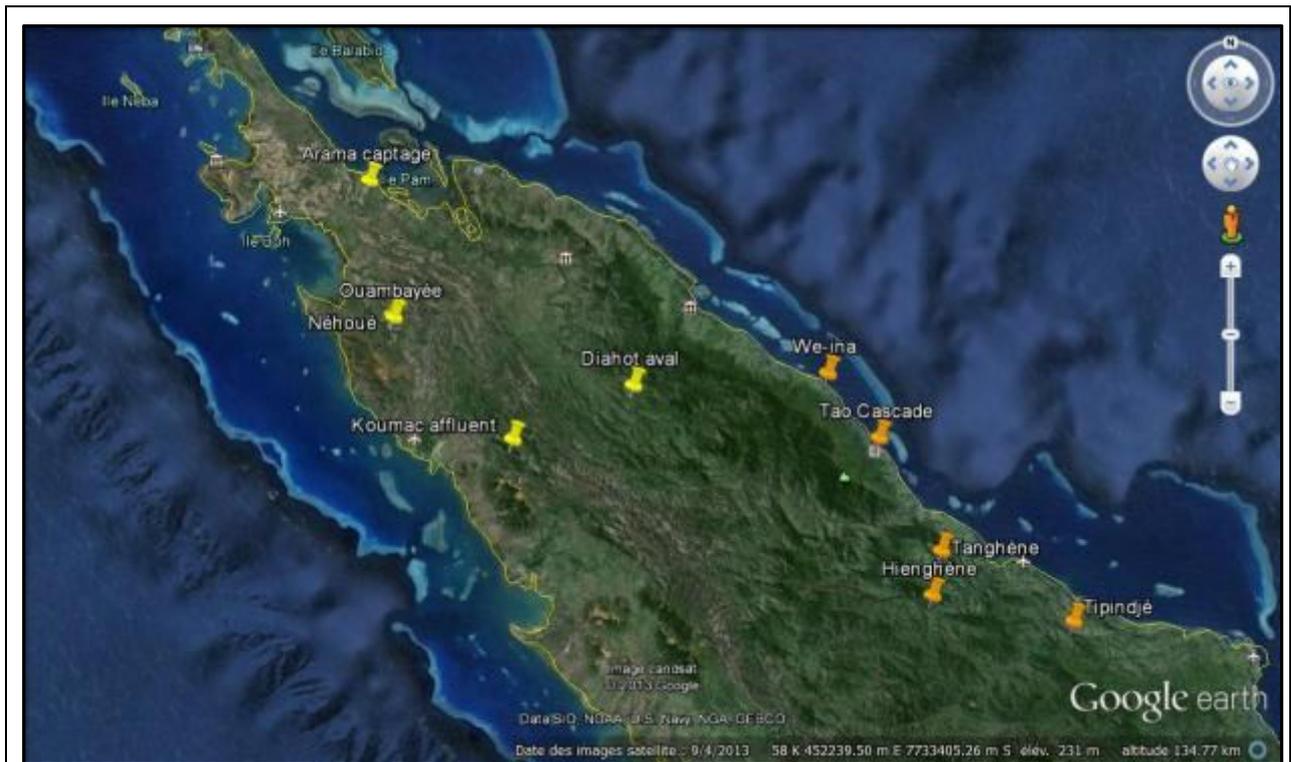
Le choix des stations d'étude a été, en partie, réalisé selon les avis d'experts en concertation avec des gestionnaires de la Province Sud et de la Province Nord. D'autre part, nous nous sommes appuyés sur notre connaissance du terrain quant aux pressions subis par les cours d'eau et quant aux impacts connus.

Le tableau 3.1 présente la liste des 30 stations prospectées, leur qualité biologique présumée à l'échantillonnage, leur position altitudinale et leurs coordonnées géographiques (système WGS 84).

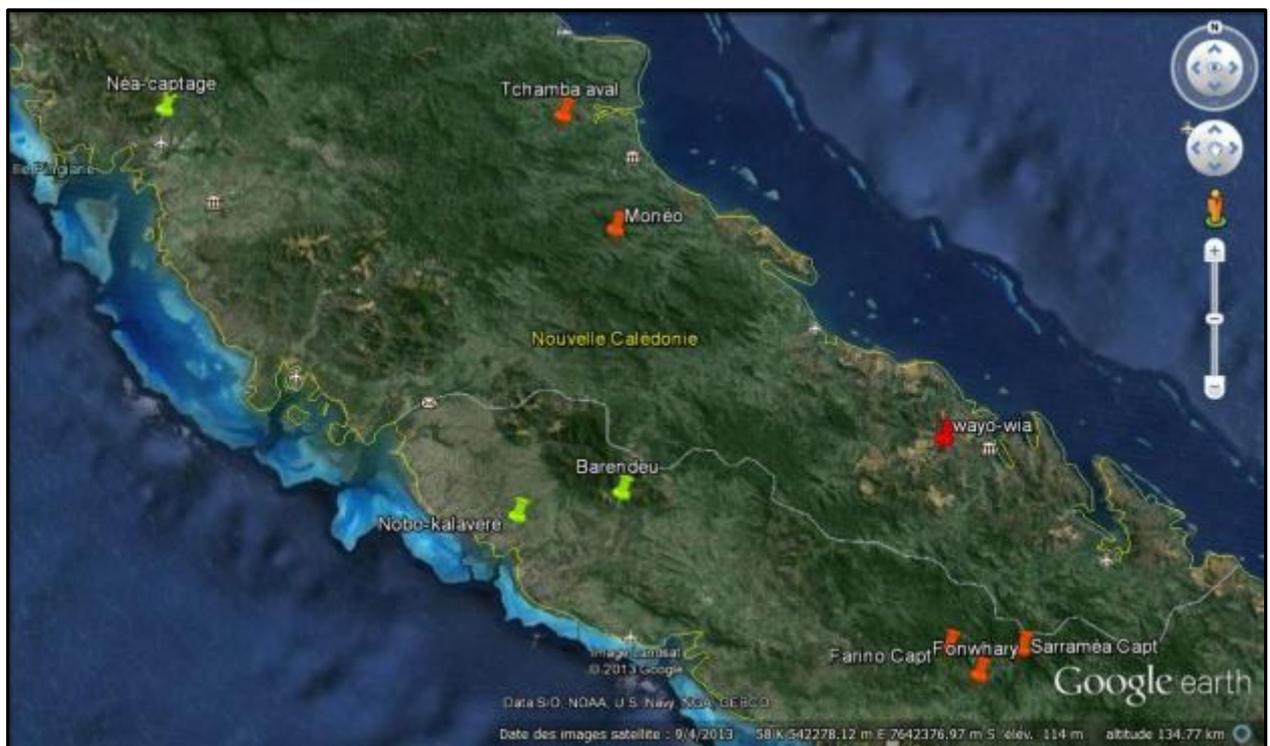
**Tableau 3.1 Stations de rivières échantillonnées à l'étiage 2012.**

Hydro-écorégion	Nom du cours d'eau	Nom de la station	Qualité biologique présumée	Altitude (m)	X WGS 84 (GPS)	Y WGS 84 (GPS)	Date d'échant.
<b>B. La plaine littorale Ouest</b>	NOBO KALAVERE	NOBO KALAVERE	mauvaise	21	526929	7623586	17/11/2012
	OUAMENIE	OUAMENIE	médiocre	54	598047	7586588	08/11/2012
	KARIKOUIE	KARIKOUIE	passable	127	642949	7557213	19/11/2012
	BARENDEU	BARENDEU	bonne	113	539840	7626475	18/11/2012
	NEA	NEA CAPTAGE	très bonne	112	483075	7674140	17/11/2012
<b>C. Les collines schisteuses de la Pointe Nord</b>	DIAHOT	DIAHOT AVAL	mauvaise	62	449332	7732846	15/11/2012
	NEHOUE	NEHOUE	médiocre	12	419428	7741556	15/11/2012
	KOUMAC	KOUMAC AFFLUENT	passable	69	434375	7726173	16/11/2012
	OUAMBAYEE	OUAMBAYEE	bonne	37	419618	7741298	16/11/2012
	ARAMA	ARAMA CAPTAGE	très bonne	53	416578	7758306	16/11/2012
<b>D. La plaine du Grand Sud</b>	KWE OUEST	KWE	mauvaise	87	701434	7532536	10/11/2012
	KUEBINI	KUEBINI KUEB300	médiocre	6	706243	7537120	04/11/2012
	TROU BLEU	TROU BLEU 3-C	passable	5	702100	7528584	04/11/2012
	RIVIERE DES PIROGUES	PIROGUES	bonne	115	675554	7546691	06/11/2012
	OUENAROU	OUENAROU	très bonne	202	681787	7546910	10/11/2012
<b>E. Le massif ultramafique</b>	WAYO WIA	WAYO WIA	mauvaise	21	579807	7633180	11/11/2012
	COULEE	COULEE AVAL	médiocre	9	665042	7541879	07/11/2012
	DUMBEA	DUMBEA NORD	passable	29	654787	7552551	04/11/2012
	COULEE	COULEE AMONT	bonne	99	666074	7546841	07/11/2012
	XWE HWAA	XWE HWAA AFFLUENT	très bonne	290	617938	7591899	11/11/2012
<b>F. La massif du Panié</b>	HIENGHENE	HIENGHENE	mauvaise	11	486429	7706783	13/11/2012
	TANGHENE	TANGHENE	médiocre	38	487554	7712304	13/11/2012
	TIPINDJE	TIPINDJE AFFLUENT	passable	12	503947	7703588	13/11/2012
	WE INA	WE INA	bonne	14	473437	7734357	14/11/2012
	TAO	CASCADE DE TAO	très bonne	84	479810	7726341	14/11/2012
<b>G. Le cœur de la Chaîne centrale</b>	FONWHARY	FONWHARY	mauvaise	29	584167	7603853	08/11/2012
	TCHAMBA	TCHAMBA AVAL	médiocre	6	532606	7673351	12/11/2012
	MONEO	MONEO	passable	58	539088	7659145	12/11/2012
	FARINO	FARINO CAPTAGE	bonne	308	580375	7607251	09/11/2012
	SARRAMEA	SARRAMEA CAPTAGE	très bonne	144	589462	7607058	09/11/2012

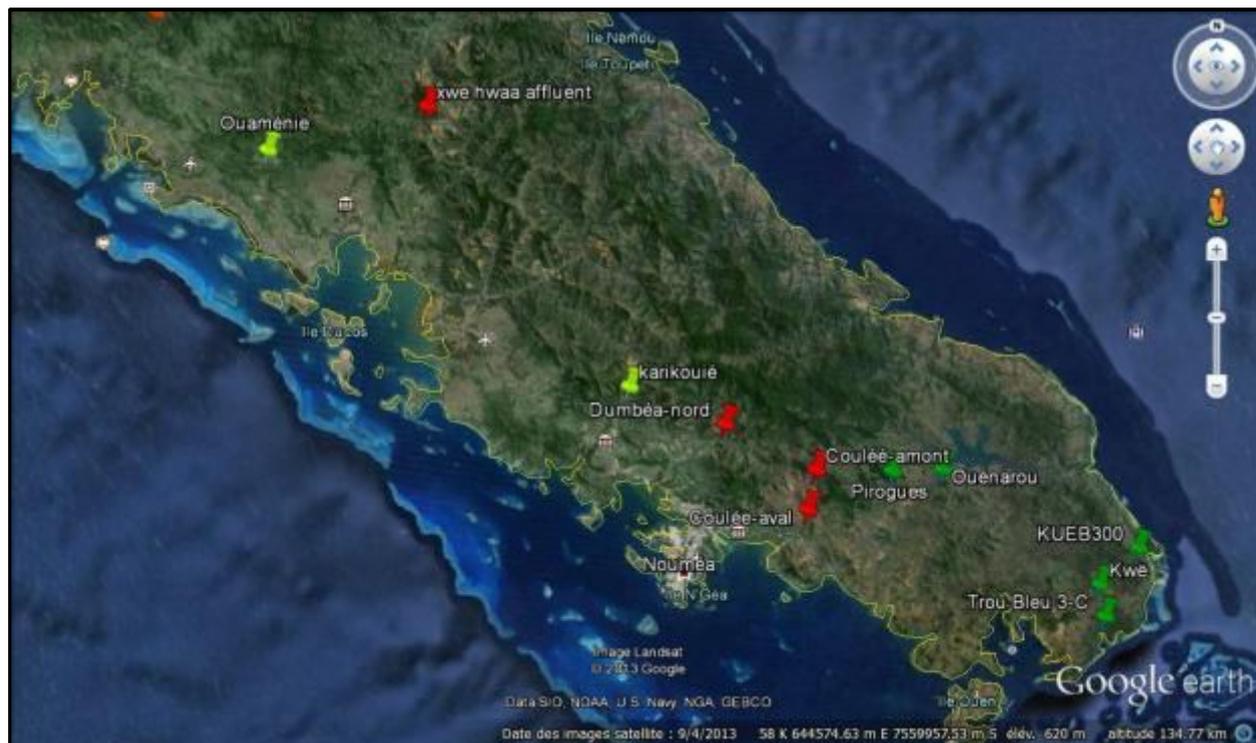
Les figures 3.1, 3.2 et 3.3 montrent la localisation des stations d'étude.



**Figure 3.1** Situation des stations des hydro-écorégions C (les collines schisteuses de la pointe Nord) et F (le massif du Panié).



**Figure 3.2** Situation des stations des hydro-écorégions G (le cœur de la Chaîne centrale) et B (la plaine littorale Ouest).



**Figure 3.3 Situation des stations des hydro-écorégions D (la plaine du Grand Sud) et E (le massif ultrabasique).**

Parmi l'ensemble des stations échantillonnées, 14 d'entre elles sont situées dans des rivières drainant des terrains à dominante ultrabasique. Il s'agit de l'ensemble des stations de l'HER D la plaine du Grand Sud et de l'HER E le massif ultrabasique, ainsi que des stations « Karikoué », « captage de la Néa » (HER B la plaine littorale Ouest), « Ouambayée » et « Néhoué » (HER C les collines schisteuses de la pointe Nord).

#### III.4. Méthodologie d'échantillonnage

Les prélèvements de benthos ont été réalisés par Nathalie Mary (ETHYC'O, Moorea, Polynésie Française), assistée de Sylvie Geoffroy et de Jérèpè Loyola Até, guide pédestre en Nouvelle-Calédonie.

Une station de rivière est, par définition, une portion de cours d'eau représentative de l'hydromorphologie d'un tronçon en termes de diversité des habitats physiques. Chaque station a été délimitée en fonction de la largeur moyenne du lit à plein bord (cette largeur correspond en première approximation à la largeur du lit moyen), et en fonction de la présence de séquences de faciès « radier/mouille »<sup>3</sup> (une station doit généralement en contenir deux). En général, le début de la station (limite amont ou aval) a été préférentiellement calé sur une limite de faciès caractéristique, par exemple en tête d'un radier ou d'un plat [se référer à Mary & Archaimbault (2011) pour le protocole précis de délimitation de la station]. La longueur des stations d'étude a été comprise entre 45 et 200 mètres.

<sup>3</sup> Un radier se caractérise par des vitesses de courant relativement fortes, une faible profondeur et des fonds caillouteux. Il s'oppose à la mouille, faciès de type lenticule caractérisé par une profondeur importante et de faibles vitesses d'écoulement.

La largeur du lit à plein bord, ainsi que la largeur du lit mouillé ont été mesurées au moyen d'un laser mètre sur une dizaine de transects espacés de 1 à 1,5 fois la largeur du lit à plein bord. Celle-ci a été estimée visuellement à l'arrivée sur la station.

### **III.4.1. Les prélèvements de faune benthique**

Les prélèvements de faune benthique ont été réalisés au moyen d'un filet de type "surber" (maille de diamètre 250  $\mu\text{m}$  ; surface unitaire d'échantillonnage de 0,05 m<sup>2</sup>) tel que préconisé par Mary & Archambault (2011). Dans les zones de cascade ou sur les dalles quand l'utilisation du "surber" n'était pas possible, l'échantillonnage a été effectué au moyen d'un petit filet à main de même maille et avec le même effort d'échantillonnage que le "Surber".



**Photo 1 : Échantillonnage au filet surber du substrat « blocs », en vitesse rapide.**

(station « Ouénarou », 10/11/2012)

**Photo 2 : Échantillonnage d'une roche-mère au moyen du petit filet.**

(« captage de Farino », 09/11/2012)



Les prélèvements de faune benthique se sont appuyés sur le tableau 3.2 ci-après qui présente l'ordre de priorité des substrats à échantillonner. Les substrats les plus biogènes, c'est-à-dire les plus favorables au développement de la faune benthique, se trouvent dans la partie supérieure du tableau et ont l'ordre d'habitabilité le plus élevé. Les substrats sont classés des bryophytes (ordre d'habitabilité 11) jusqu'aux roche-mère et dalles (ordre d'habitabilité 0).

Avant tout échantillonnage et en premier lieu, les différents types de substrats présents ont été repérés dans la station. De plus, leur superficie relative de recouvrement a été estimée visuellement et notée en pourcentage (%) de la surface mouillée totale de la station sur la fiche de terrain. Ces informations ont permis de les classer en substrats « dominants » D quand ils représentaient plus de 5% (> 5%) de la surface totale de la station ou en substrats « marginaux » M quand ils représentaient au maximum 5% (≤ 5%) de la surface totale de la station. Cette « superficie relative de recouvrement » correspond au cumul de la superficie de l'ensemble des zones où ce substrat était présent dans la station au moment de l'échantillonnage. Pour être pris en compte, un substrat marginal devait être suffisamment représentatif, c'est-à-dire qu'il devait se retrouver de manière régulière et répétitive le long de la station prédéfinie (cf Mary & Archambault, 2011).

La superficie relative (en %) d'un substrat dominant a été notée selon les 3 catégories suivantes :

- « D1 » quand le substrat occupait entre 6% et 25% de la superficie totale mouillée de la station ;
- « D2 » quand le substrat occupait entre 26% et 50% de la superficie totale de la station ;
- « D3 » quand le substrat occupait plus de 50% de la superficie totale mouillée de la station.

Les différentes classes de vitesses de courant (rapide, moyenne, faible, nulle) dans lesquelles chaque substrat était représenté ont également été notées par des croix (X) sur la fiche de terrain (cf annexe 3.1). On entend par habitat la combinaison d'un substrat et d'une classe de vitesse de courant.

**Tableau 3.2**      **Ordre de priorité des substrats échantillonnés dans les stations d'étude (les substrats présentant une habitabilité maximale ont l'ordre le plus élevé) (cf Mary & Archambault, 2011).**

Ordre d'habitabilité	Substrat
11	Bryophytes
10	Spermaphytes immergés (hydrophytes)
9	Débris organiques grossiers (litières)
8	Chevelus racinaires, supports ligneux (branchages)
7	Sédiments minéraux de grande taille (pierres, galets) (25 à 250 mm)
6	Blocs « soulevables » à la main (> 250 mm) inclus dans une matrice de pierres, galets
5	Granulats grossiers (graviers) (2,5 à 25 mm).
4	Vases : sédiments fins (< 0,1 mm) avec débris organiques fins
3	Sables et limons (< 2 mm)
2	Fines latéritiques (< 2 mm)
1	Algues
0	Surfaces uniformes dures naturelles et artificielles (roche mère, dalles, marnes et argiles compactes)

Dans chaque station, **15 prélèvements de faune benthique** ont généralement été réalisés. Tous les substrats présents (marginiaux et dominants) ont été échantillonnés dans la classe de vitesse la plus représentée pour ce substrat, puis les prélèvements ont été complétés jusqu'à 15 de la manière suivante :

- dans les habitats dominants, au prorata de leur superficie et dans des classes de vitesse différentes (un à deux prélèvements supplémentaires par substrat) ;
- dans les habitats marginaux, en faisant varier, si possible, les classes de vitesse, lorsque peu d'habitats dominants étaient représentés dans la station et/ou lorsque ces habitats dominants étaient peu biogènes (graviers, sable ou roche-mère/dalles).

L'ordre chronologique des prélèvements unitaires est conditionné par l'avancement de l'opérateur dans le cours d'eau depuis l'aval de la station jusqu'à sa limite amont. **Cet ordre ne correspond pas forcément à l'ordre d'habitabilité des substrats.**

Dans chaque station, les prélèvements ont été effectués de l'aval vers l'amont et ont été répartis sur l'ensemble de la station, de manière à assurer une représentativité adéquate des différents faciès.

Pour chaque prélèvement, ont été relevés les paramètres suivants :

- la hauteur d'eau au niveau de la placette de prélèvement ;
- la nature exacte du substrat prospecté dans le cas où une catégorie de substrats en proposait plusieurs (par exemple : « sable » dans le cas du substrat « sable/limons ») ou « chevelus racinaires » dans le cas de « chevelus racinaires, branchages » ;
- la classe de vitesse de courant estimée (cascade :  $V > 150$  cm/s ; rapide : 75 à 150 cm/s ; moyenne 25 à 75 cm/s ; faible à nulle  $< 25$  cm/s) ;
- les caractéristiques du substrat avec les paramètres de stabilité et de colmatage ;
- la nature et l'abondance (en pourcentage) de la végétation au sein du cadre du surber, le cas échéant.

Quelques écarts ont été réalisés par rapport au nombre d'échantillons prélevés par station :

- Sur la station « We Ina », 14 prélèvements ont été effectués au lieu de 15 du fait de l'hostilité d'une personne qui nous a chassés en fin d'échantillonnage ;
- Sur la station « Nobo Kalavere », 12 prélèvements ont été réalisés en raison de l'homogénéité de la station en terme de substrats ;
- Sur les stations, « Pirogues » et « Tchamba aval », 16 prélèvements ont été effectués, soit un prélèvement supplémentaire par rapport aux 15 prévus.

**Ainsi, 448 prélèvements ont été réalisés au total.**

### III.4.2. Le conditionnement des échantillons

Chaque prélèvement a été fixé séparément sur le terrain dans une solution d'éthanol à 70%. Avant de fixer les échantillons, un pré-tri a été effectué pour enlever les éléments minéraux grossiers (cailloux et graviers) car ceux-ci auraient pu endommager la faune lors de son transport. Une étiquette en papier écrite au moyen d'un crayon à mine et portant la date, le numéro du site, le numéro du prélèvement a été ajoutée à l'intérieur de chaque contenant. L'extérieur du contenant a également été étiqueté de manière semblable et scotché.

L'ensemble des échantillons collectés a été ramené au siège d'ETHYC'O (Moorea, Polynésie Française) pour être traité. L'annexe 3.2 précise les prélèvements faunistiques réalisés dans chaque station.

### III.4.3. Paramètres physico-chimiques et mésologiques relevés à l'arrivée sur la station

Préalablement aux prélèvements faunistiques, dans chaque station d'étude, plusieurs paramètres chimiques de l'eau permettant de définir les conditions environnementales de la faune ont été relevés *in situ* au moyen d'appareils de terrain. Il s'agit de la turbidité, de la température de l'eau, de la conductivité, du pH et de la concentration en oxygène dissous (en % et mg/l).

Le tableau 3.3 présente les appareils utilisés, les gammes de mesures possibles et le niveau de précision des mesures.

**Tableau 3.3** Caractéristiques techniques des appareils de mesures physico-chimiques utilisés sur le terrain.

Paramètre mesuré	Appareil de mesure utilisé	Plage de mesures	Niveau de précision de la mesure
pH	Eutech Cyberscan PCD 650	0 à 14	0,01 unité de pH
Conductivité	Eutech Cyberscan PCD 650	0 à 1999 $\mu$ S/cm	1 $\mu$ S/cm
Turbidité	Turbidimètre portatif Hanna HI 98713	0 à 1000 FNU	0,1 FNU
Oxygène dissous	Oxymètre portable étanche Hanna HI 9146	0,00 à 45,00 mg/L O <sub>2</sub> 0,0 à 300,0% saturation O <sub>2</sub>	$\pm$ 1,5 % pleine échelle mg/L O <sub>2</sub> ; $\pm$ 1,5 % pleine échelle % saturation O <sub>2</sub>

Des prélèvements d'eau ont de plus été réalisés dans chaque station d'étude par Ethyc'O, puis analysés par la Calédonienne des Eaux (Nouméa). Le tableau 3.4 présente les paramètres physico-chimiques analysés dans l'eau. Il s'agit principalement d'indicateurs de pollution de type organique et/ou d'eutrophisation : matières en suspension (MES), demande biochimique en oxygène sur 5 jours (DBO<sub>5</sub>), demande chimique en oxygène (DCO), nitrates, phosphates, ammonium. A l'annexe 3.3, figurent les données physico-chimiques mesurées dans les stations d'étude. Les bulletins d'analyse remis par la Calédonienne des Eaux figurent dans le rapport de terrain (Mary, 2012).

**Tableau 3.4 Paramètres physico-chimiques analysés par la Calédonienne des Eaux dans les échantillons d'eau collectés.**

Paramètre	Méthode d'analyse	Limite de quantification
Matières en Suspension (MES) (mg/l)	NF EN 872	1
Demande biochimique en oxygène sur 5 jours DBO <sub>5</sub> (mg/l en O <sub>2</sub> )	Mesure manométrique oxitop	1
Demande chimique en oxygène (DCO) (mg/l en O <sub>2</sub> )	NF T 90-101	5
Nitrates (mg/l de NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	NF EN ISO 10304-1	0,1
Phosphates (mg/l de PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	NF EN ISO 10304-1	0,1
Ammonium (mg/l de NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	NF T 90-015	0,01

L'emplacement géographique exact des stations a été relevé au moyen du GPS Garmin Outdoor Etrex 20. Des photos numériques ont été prises à chaque station, un croquis a été réalisé sur la majorité d'entre elles. Les croquis réalisés figurent en annexe 3.4.

#### **III.4.4. Autres paramètres mésologiques relevés dans les stations d'étude**

Les paramètres mésologiques suivants ont également été notés pour chaque tronçon de cours d'eau étudié :

- les profondeurs maximale et minimale du cours d'eau,
- les largeurs maximale, minimale et moyenne du lit mouillé,
- les largeurs maximale, minimale et moyenne du lit moyen (largeur du lit à plein bord),
- le pourcentage d'ombrage du cours d'eau,
- pour les berges : le type de végétation avec une appréciation des strates herbacée, arbustive et arborescente ; la pente (faible, moyenne, forte) ; la nature du substrat prédominant (roche-mère et blocs, sable, terre, galets, enrochements, ...) ; le pourcentage de couverture par la végétation riveraine,
- la présence ou l'absence de matière organique d'origine végétale dans le cours d'eau et son importance (feuilles, branches, ...),
- la présence ou l'absence de végétation aquatique et sa composition : algues vertes filamenteuses ; bryophytes ; autres macrophytes,
- le cas échéant, le pourcentage de recouvrement par les fines latéritiques dans les zones lotiques, lenticques et globalement dans la station, ainsi que l'importance du colmatage.

Les largeurs ont été mesurées au moyen d'un laser mètre de type Leica Disto A5. L'annexe 3.5 présente les données mésologiques recueillies. En moyenne, la durée d'échantillonnage par station s'est située entre 2h30 et 3h00 (avec une équipe constituée de 3 personnes).

**Les données mésologiques ont été numérisées dans la base libre « HYDROBIO », dont l'OEIL est propriétaire.**

### III.5. Le traitement des échantillons faunistiques

Les analyses biologiques (tris, identification, comptages) ont été réalisées au siège d'Ethyc'O à Moorea (Polynésie Française) au moyen d'une loupe binoculaire (Leica MZ8 ; source de lumière froide Schott KL1500 LED), entre janvier et septembre 2013, soit durant 9 mois.

Pour chacun des 448 prélèvements collectés, le traitement a été effectué après fractionnement sur une colonne de tamis (250 µm et 500 µm). La fraction de taille supérieure à 500 µm a été traitée séparément de celle de taille comprise entre 250 et 500 µm. Les données faunistiques se rapportant aux deux fractions sont donc disponibles.

Pour chaque taxon, tous les individus ont été sortis pour identification et conservés. L'identification des spécimens a été réalisée au niveau taxinomique le plus précis possible (ordre, famille, genre, espèce) à l'aide de clés de détermination parfois non publiées et de publications diverses (Tachet *et al.*, 2000 ; Mary, 2000 ; De Moor *et al.*, 2003 ; Day *et al.*, 2002). Tous les individus ont été comptés.

### III.6. Méthodologie statistique et traitement des données

#### III.6.1. Indices de diversité

Les indices et métriques suivants ont été calculés tout au long de ce travail afin de décrire les peuplements faunistiques :

- la richesse taxonomique (nombre total de taxons collecté dans un prélèvement unitaire ou dans une station d'étude) ;
- la densité (nombre d'individus collectés par m<sup>2</sup>) ;
- l'abondance (nombre d'individus collecté dans un prélèvement unitaire) ;
- l'indice ET qui correspond à la somme du nombre de taxons en **insectes éphéméroptères et trichoptères**, groupes connus pour contenir de nombreux taxons polluo-sensibles et qui constituent la base des méthodes biologiques d'évaluation de la qualité des milieux aquatiques ;
- l'abondance relative en insectes ET (%) qui correspond au rapport du nombre d'individus collectés en insectes éphéméroptères et trichoptères sur le nombre total d'individus prélevés pour un prélèvement unitaire ou pour une station d'étude ;
- la contribution du prélèvement unitaire en taxons (en %) qui est le rapport de la richesse taxonomique du prélèvement sur la richesse taxonomique totale de la station correspondante ;
- l'indice de diversité de Margalef D fondé sur le nombre d'espèces et le nombre total d'individus de la population considérée.  $D = S-1/\ln N$  (où N représente l'effectif total de l'échantillon considéré et S le nombre d'espèces de l'échantillon). En général, plus le nombre S d'espèces recensées est important pour un nombre d'individus examiné, plus l'indice est élevé, plus la diversité est grande ;
- l'indice de diversité de Shannon (1949) H' fondé sur le nombre d'espèces et la régularité de leur distribution de fréquence.  $H' = - \sum p_i \log_2 p_i$  (s'exprime en bits par individu),  $p_i$  représente l'abondance relative de l'espèce i dans l'échantillon ( $p_i = n_i/N$ ). H' fluctue entre 0 et log S.

Un indice de Shannon élevé correspond à des conditions de milieu favorables permettant l'installation de nombreuses espèces. L'indice de Shannon est couramment utilisé en écologie aquatique en tant que paramètre synthétique de la structure des communautés pour évaluer les effets de la pollution sur les communautés biologiques (Agences de l'Eau, 1993). Généralement, la valeur de  $H'$  se situe entre 0,5 (très faible diversité) et 4,5 ou 5 (communautés les plus diversifiées).

- L'indice de régularité ou d'équitabilité E de Pielou qui correspond au rapport de la diversité  $H'$  à la diversité maximale pouvant être obtenue avec le même nombre de taxons ( $H'_{\max} = \log_2 S$ ).

$E = H' / H'_{\max} = H' / \log_2 S$ , l'indice d'équitabilité E varie entre 0 et 1. Lorsqu'il est proche de 0, cela signifie qu'une espèce domine largement dans la communauté benthique ; lorsqu'il équivaut à 1, toutes les espèces ont la même abondance. Pour beaucoup d'écologistes, une équitabilité élevée est l'indice d'un peuplement équilibré.

- La sensibilité qui correspond au score IBNC ou IBS du taxon le plus polluo-sensible du prélèvement unitaire considéré.

### III.6.2. Graphiques en boîtes (ou box plot)

La boîte « à moustaches » de Tukey (Box & Whiskers plot) permet de représenter un ensemble de données sur un même diagramme à l'aide d'une échelle d'intervalles : la médiane, le 1<sup>er</sup> quartile et le 3<sup>ème</sup> quartile, les valeurs maximale et minimale de la distribution. Ce diagramme est représenté par un rectangle (appelé boîte), dont la longueur s'étend du premier quartile (25% des effectifs) au troisième quartile (75% des effectifs), et qui est coupé par un trait vertical à hauteur de la médiane. De cette boîte partent deux traits horizontaux : l'un va du premier quartile à la valeur minimale de la série, l'autre du troisième quartile à la valeur maximale. Les valeurs extrêmes, atypiques ou exceptionnelles situées au-delà des centiles sont représentées par des cercles pleins (cf figure 3.4).

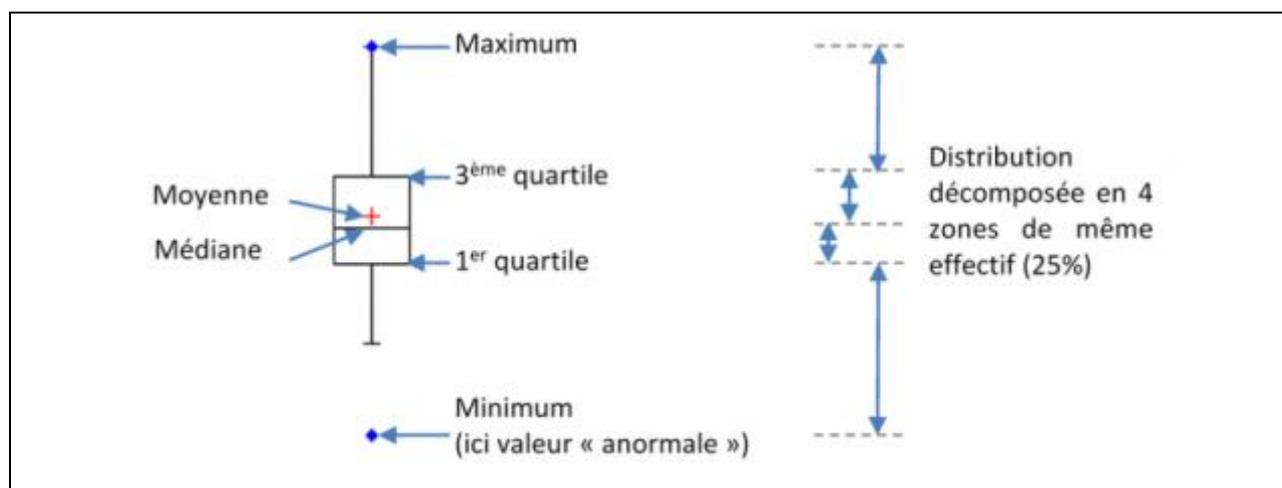


Figure 3.4 Boîte « à moustaches » de Tukey (Box & Whiskers plot) (<http://sigespoc.brgm.fr/spip.php?article47>).

### ***III.6.3. Analyses statistiques multivariées***

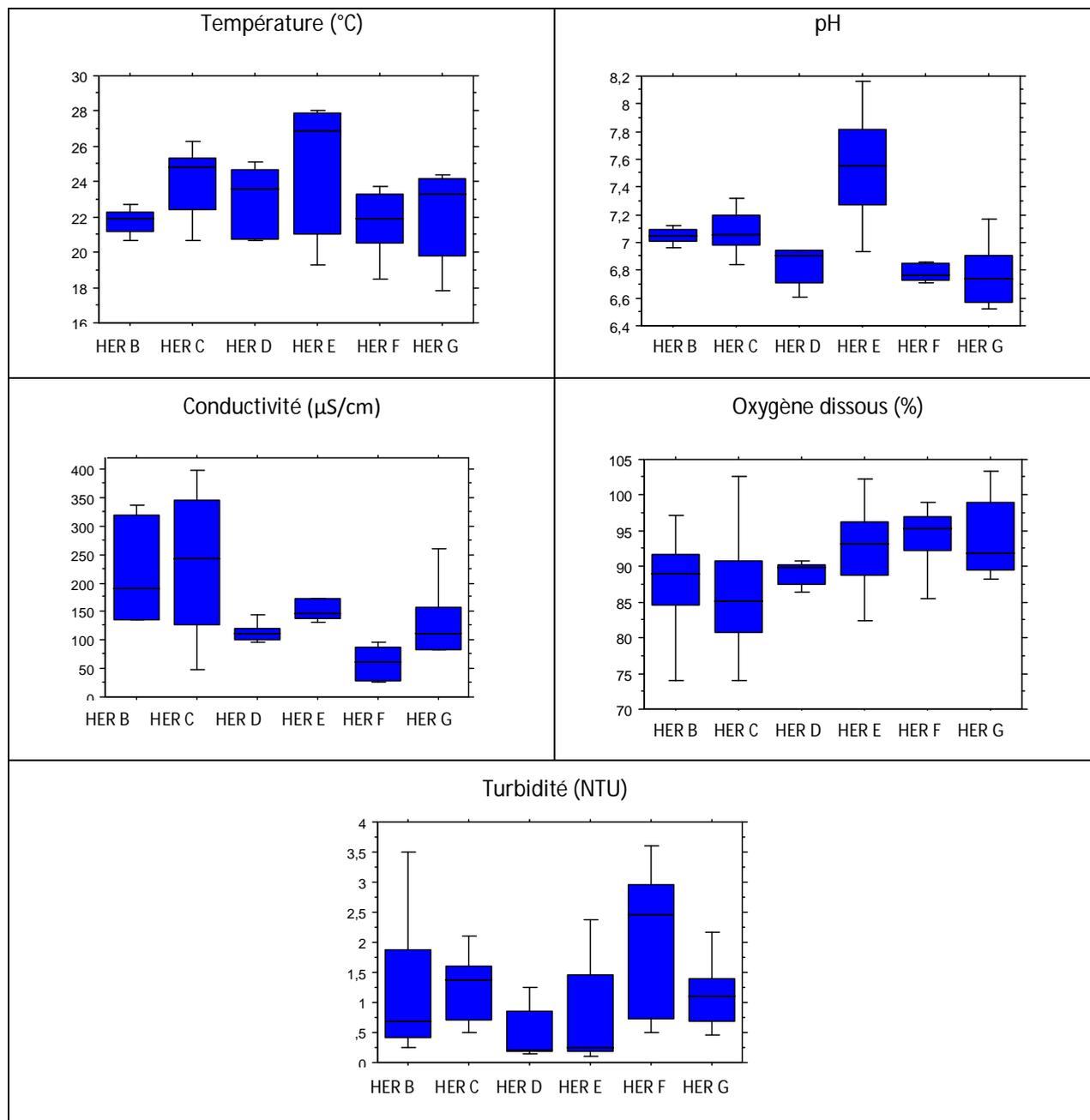
Les analyses multivariées ou multifactorielles permettent de décrire de façon simplifiée des grands tableaux de données du type [n observations X p variables]. Leur principe est de créer, à partir de combinaisons linéaires des variables initiales, de nouvelles variables synthétiques non corrélées entre elles et de variance décroissante (Legendre & Legendre, 1984). Ces méthodes permettent ainsi de résumer l'information contenue dans un grand tableau de données et de visualiser, à l'aide de représentations graphiques simples, les ressemblances entre les observations et les liaisons entre les variables. Pour notre étude, les analyses multivariées réalisées afin d'étudier la structure des peuplements benthiques sont principalement des analyses en composantes principales (ACP) normées.

### ***III.6.4. Analyses statistiques univariées***

Les données obtenues ont été comparées au moyen d'analyses statistiques univariées diverses : test des signes ; tests non paramétriques de Wilcoxon pour échantillons appariés ; tests de comparaison des moyennes de Mann-Whitney pour 2 échantillons non appariés ; tests de comparaison des moyennes de Kruskal Wallis pour k échantillons non appariés. Le degré de corrélation entre les données a été mesuré au moyen du test non paramétrique de Spearman.

## Chapitre IV - Qualité physico-chimique des stations

L'annexe 3.3 présente les valeurs des paramètres physico-chimiques de l'eau relevés *in situ* et analysés dans les échantillons d'eau collectés. Les figures 4.1 et 4.2 présentent la distribution des données collectées par hydro-écorégion.



Le trait horizontal dans la boîte représente la médiane des valeurs, la valeur du 1er quartile (25% des effectifs) correspond au trait inférieur de la boîte et la valeur du 3ème quartile (75% des effectifs) correspond au trait supérieur de la boîte.

**Figure 4.1** Boîtes « à moustaches » montrant, pour chaque hydro-écorégion, la distribution des valeurs mesurées *in situ* pour les paramètres physico-chimiques suivants : température de l'eau, pH, conductivité, oxygène dissous et turbidité.

En novembre 2012, la température de l'eau mesurée dans les stations d'étude s'est échelonnée entre 18°C (« captage de Farino », HER G le cœur de la Chaîne centrale) et 28°C (station « Wayo Wia », HER E le massif ultrabasique). Les valeurs les plus faibles (18°C à 21°C) ont été relevées dans les zones de captage (stations « Arama », « Néa », « Farino », « Sarraméa », « Xwe Hwaa ») et au niveau des stations de la côte Nord-Est (« Cascade de Tao » et « We Ina », HER F le massif du Panié). La grande majorité des stations ont présenté une température de l'eau comprise entre 20 et 25°C. La température de l'eau a été relativement homogène dans les stations de l'HER B la plaine littorale Ouest, l'HER F le massif du Panié et l'HER C les collines schisteuses de la pointe Nord. Elle a été plus contrastée dans les stations de l'HER E le massif ultrabasique et de l'HER G le cœur de la Chaîne centrale, en fonction de la position altitudinale des stations (figure 4.1).

Les valeurs du pH de l'eau ont été en général inférieures à 7 dans les HER D la plaine du Grand Sud, F le massif du Panié et G le cœur de la Chaîne centrale. Les valeurs les plus importantes ont été relevées dans l'HER E le massif ultrabasique (entre 7,5 et 8,2) (cf figure 4.1). Elles restent cependant dans les gammes de valeurs habituellement mesurées dans les eaux des rivières de la Nouvelle-Calédonie.

La conductivité<sup>4</sup> des eaux des rivières prospectées a été comprise entre 27  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (« cascade de Tao », HER F le massif du Panié) et 400  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (station « Ouambayée », HER C les collines schisteuses de la pointe Nord). Les valeurs mesurées sont en relation avec la nature géologique des bassins versants drainés par les cours d'eau. Ainsi, les cours d'eau de la côte Nord-Est (massif du Panié) présentent de très faibles conductivités, de l'ordre de 30  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , les roches drainées par les rivières étant de type métamorphique (stations « We Ina » et « Cascade de Tao »). Dans le détail, les valeurs mesurées montrent une faible amplitude pour les stations des rivières drainant des roches ultrabasiques : dans l'HER E le massif ultrabasique, les valeurs se situent entre 130 et 170  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et dans l'HER D la plaine du Grand Sud, les valeurs se situent entre 100 et 140  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Les stations des HER B la plaine littorale Ouest et C les collines schisteuses de la pointe Nord montrent une plus grande variabilité (valeurs se situant entre 130 et 400  $\mu\text{S}/\text{cm}$  selon la station d'étude) (figure 4.1).

En ce qui concerne l'oxygène dissous<sup>5</sup>, les teneurs mesurées ont été en général supérieures à 75% de saturation et 7 mg/l d'oxygène ce qui traduit une bonne oxygénation de l'eau. La valeur la plus faible a été relevée dans la « Nobo Kalavere » (6,24 mg/l ; 74% de saturation en oxygène), station soumise à des perturbations anthropiques non négligeables (présence d'élevages, maraîchages, envasement important). Les médianes des boîtes « à moustaches » sont proches, traduisant des valeurs comparables pour chaque hydro-écorégion (figure 4.1).

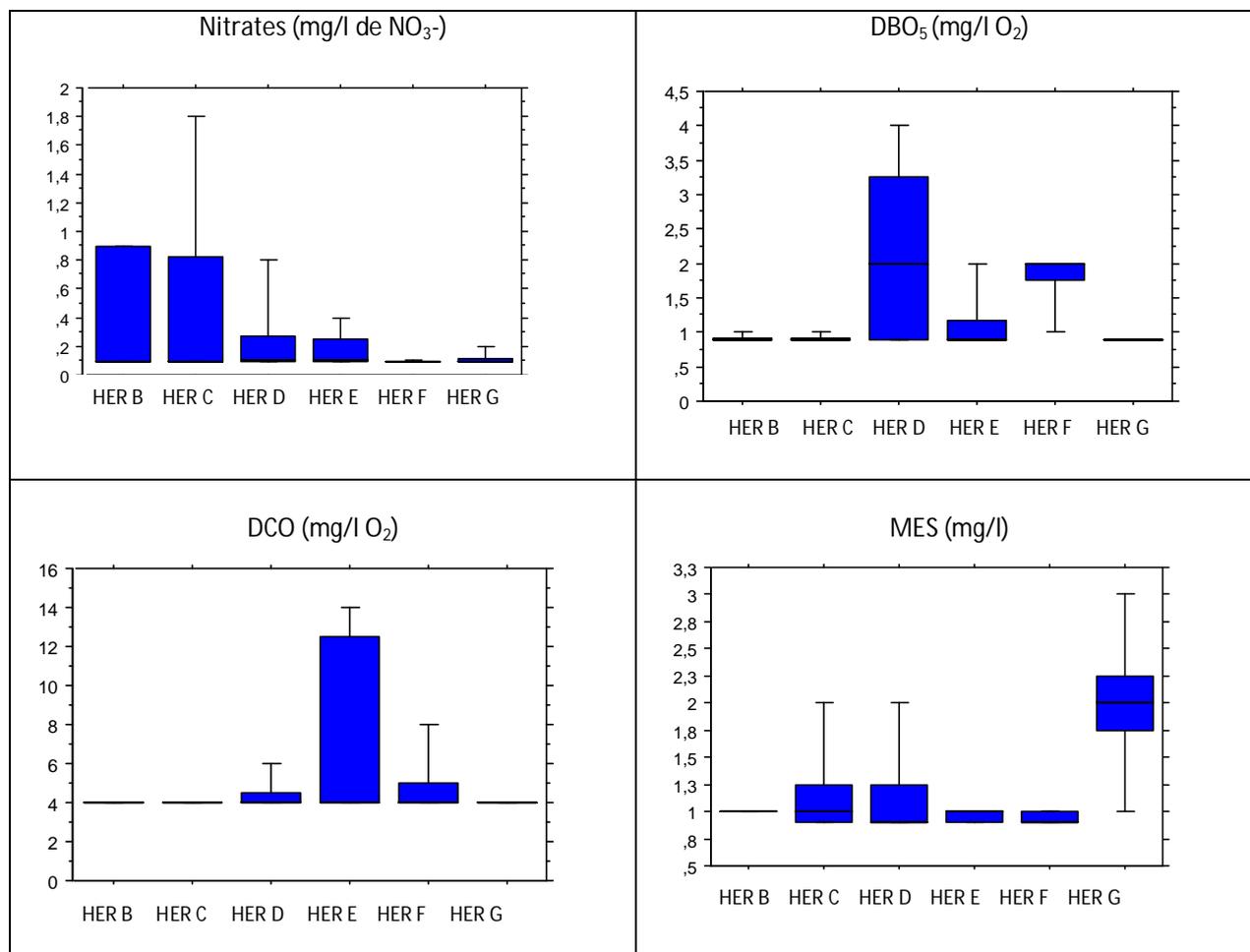
Les valeurs de turbidité mesurées *in situ* ont été comprises entre 0,1 NTU (station « Dumbéa Nord ») et 3,5 NTU (station « Nobo Kalavere »). Il n'y a pas de réelle relation entre la nature des roches géologiques drainées et les valeurs de turbidité mesurées dans l'eau à l'étiage. Les stations des rivières drainant des roches ultrabasiques (HER E le massif ultrabasique et HER D la plaine du Grand Sud) ont présenté de faibles turbidités comprises entre 0,2 et 2 NTU. Les mêmes gammes de valeurs ont caractérisé les stations des autres hydro-écorégions. Les valeurs les plus fortes ont été relevées dans l'HER F Le massif du Panié (entre 2,5 et 3,5 NTU pour les 3 stations « Hienghène », « Tanghène » et « Tipindje affluent »).

---

<sup>4</sup> La conductivité est proportionnelle à la quantité de sels ionisables et indique le degré de minéralisation d'une eau. D'une manière générale, elle croît progressivement de l'amont vers l'aval des rivières et est directement liée à la nature géologique des terrains traversés par les cours d'eau et à l'érosion des roches superficielles.

<sup>5</sup> La teneur en oxygène dissous des eaux courantes est directement liée à la température et à l'agitation de l'eau. L'oxygène est d'une extrême importance dans un milieu aquatique : il permet la respiration des êtres vivants et contribue de façon importante à l'auto-épuration des charges polluantes.

En ce qui concerne les indicateurs de la pollution organique et/ou d'eutrophisation analysés dans les échantillons d'eau par le laboratoire de la Calédonienne des Eaux, toutes les stations ont présenté des teneurs en ammonium et en phosphates inférieures aux limites de quantification correspondantes (respectivement 0,01 mg/l en  $\text{NH}_4$  et 0,1 mg/l en  $\text{PO}_4$ ). La figure 4.2 synthétise les teneurs mesurées dans chaque hydro-écorégion pour les 4 paramètres nitrates,  $\text{DBO}_5$ , DCO et MES.



Le trait horizontal dans la boîte représente la médiane des valeurs, la valeur du 1er quartile (25% des effectifs) correspond au trait inférieur de la boîte et la valeur du 3ème quartile (75% des effectifs) correspond au trait supérieur de la boîte.

**Figure 4.2** Boîtes « à moustaches » montrant, pour chaque hydro-écorégion, la distribution des valeurs mesurées pour les paramètres physico-chimiques suivants : nitrates,  $\text{DBO}_5$ , DCO et MES.

Les teneurs en nitrates ont été inférieures à la limite de quantification (0,1 mg/l en  $\text{NO}_3^-$ ) pour la majorité des stations. La valeur la plus forte a été mesurée sur la station « Ouambayée » de l'HER C les collines schisteuses de la pointe Nord (1,8 mg/l en  $\text{NO}_3^-$ ). Les concentrations en  $\text{DBO}_5$  ont été inférieures à la limite de quantification (1 mg/l en  $\text{O}_2$ ) pour les stations de l'HER G le cœur de la Chaîne centrale, celles de l'HER C les collines schisteuses de la pointe Nord, celles de l'HER B la plaine littorale Ouest et celles de l'HER E le massif ultrabasique. Dans l'HER F le massif du Panié, les valeurs analysées ont été comprises entre 1 et 2 mg/l en  $\text{O}_2$  et dans l'HER D la plaine du Grand Sud, 3 stations ont présenté des concentrations en  $\text{DBO}_5$  comprises entre 2 et 4 mg/l en  $\text{O}_2$ .

Les teneurs en DCO ont en général été inférieures à la limite de quantification (5 mg/l en O<sub>2</sub>). Quatre stations ont présenté des valeurs supérieures : « Hienghène » (HER F le massif du Panié) avec 8 mg/l en O<sub>2</sub>, « Coulée aval » et « Coulée amont » (HER E le massif ultrabasique) avec respectivement 14 et 12 mg/l en O<sub>2</sub> et « Pirogues » (HER D la plaine du Grand Sud) avec 6 mg/l en O<sub>2</sub>. Enfin, les teneurs en MES ont été inférieures à 2 mg/l sur l'ensemble des stations à l'exception de « Fonwhary » (HER G le cœur de la Chaîne centrale) dans laquelle une concentration de 3 mg/l a été analysée.

**En conclusion, les paramètres physico-chimiques mesurés ne semblent pas assez différenciés pour permettre la distinction de différentes classes de qualité physico-chimique de l'eau. Toutefois, comme ils sont représentatifs des conditions du milieu, nous pouvons admettre qu'ils traduisent un faible gradient de pressions.**

## Chapitre V - Résultats faunistiques

### V.1. Généralités

Les résultats faunistiques figurent à l'annexe 5.1. Sur l'ensemble des 448 échantillons collectés, 4 ne contenaient pas de faune : il s'agit des prélèvements P6 et P12 de la station « Trou Bleu 3-C », du prélèvement P14 de la station « Kuebini KUEB300 » (ces 2 stations sont situées dans l'HER D la plaine du Grand Sud), ainsi que du prélèvement P6 de la « Cascade de Tao » (HER F le massif du Panié). Ces stations de rivières ont présenté de faibles densités faunistiques, ce qui pourrait expliquer l'absence d'organisme animal dans les quatre prélèvements pré-cités. Les données faunistiques disponibles se rapportent donc à **444 prélèvements**, dont le détail, pour chaque hydro-écorégion et chaque station figure dans le tableau 5.1.

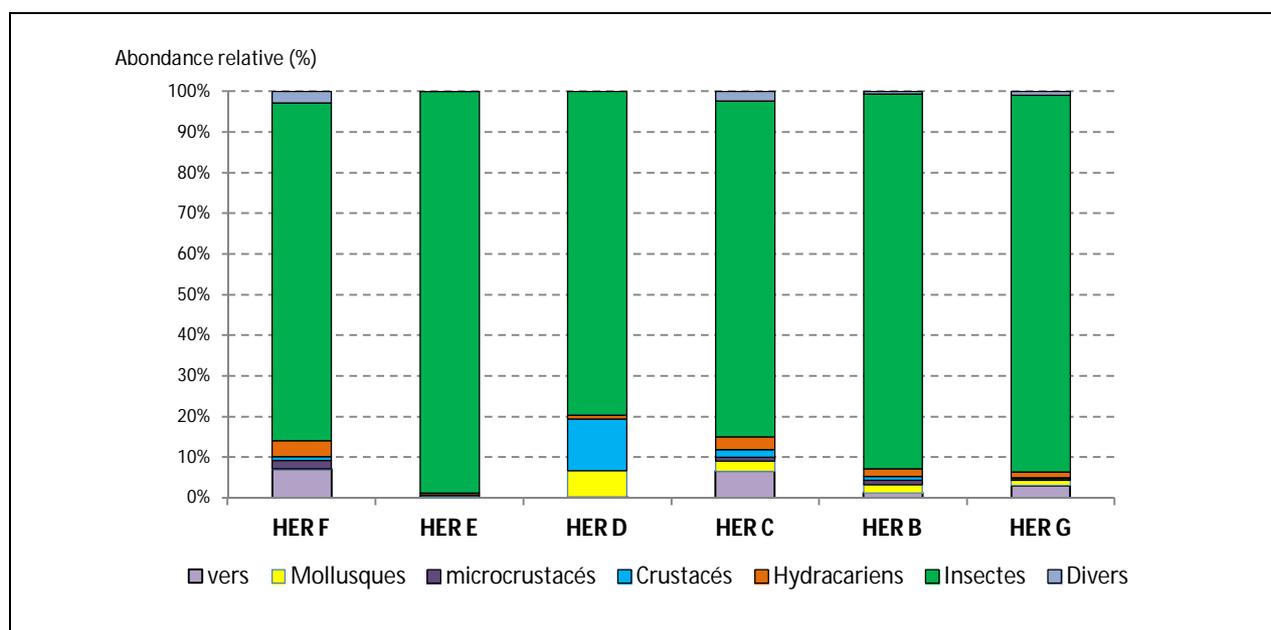
**Tableau 5.1** Nombre de données faunistiques disponibles pour chaque hydro-écorégion.

HER	RIVIERE	STATION	Nombre de prélèvements avec faune	HER	RIVIERE	STATION	Nombre de prélèvements avec faune
D. La plaine du Grand Sud	KWE OUEST	KWE	15	E. Le massif ultramafique	WAYO WIA	WAYO WIA	15
	KUEBINI	KUEBINI KUEB300	14		COULEE	COULEE AVAL	15
	TROU BLEU	TROU BLEU 3-C	13		DUMBEA	DUMBEA NORD	15
	RIVIERE DES PIROGUES	PIROGUES	16		COULEE	COULEE AMONT	15
	OUENAROU	OUENAROU	15		XWE HWAA	XWE HWAA AFFLUENT	15
	<b>Total des données disponibles</b>				<b>73</b>	<b>Total des données disponibles</b>	
C. Les collines schisteuses de la Pointe Nord	DIAHOT	DIAHOT AVAL	15	F. La massif du Panié	HIENGHENE	HIENGHENE	15
	NEHOUE	NEHOUE	15		TANGHENE	TANGHENE	15
	KOUMAC	KOUMAC AFFLUENT	15		TIPINDJE	TIPINDJE AFFLUENT	15
	OUAMBAYEE	OUAMBAYEE	15		WE INA	WE INA	14
	ARAMA	ARAMA CAPTAGE	15		TAO	CASCADE DE TAO	14
	<b>Total des données disponibles</b>				<b>75</b>	<b>Total des données disponibles</b>	
B. La plaine littorale Ouest	NOBO KALAVERE	NOBO KALAVERE	12	G. Le cœur de la Chaîne centrale	FONWHARY	FONWHARY	15
	OUAMENIE	OUAMENIE	15		TCHAMBA	TCHAMBA AVAL	16
	KARIKOUIE	KARIKOUIE	15		MONEO	MONEO	15
	BARENDEU	BARENDEU	15		FARINO	FARINO CAPTAGE	15
	NEA	NEA CAPTAGE	15		SARRAMEA	SARRAMEA CAPTAGE	15
	<b>Total des données disponibles</b>				<b>72</b>	<b>Total des données disponibles</b>	

Les couleurs correspondent aux classes de qualité présumée pour chaque station : rouge : mauvaise qualité biologique ; orange : qualité biologique médiocre ; jaune : qualité biologique passable ; vert : bonne qualité biologique ; bleu : très bonne qualité biologique.

**Au total, 72 724 macroinvertébrés benthiques** (stades larvaire et nymphal compris) ont été comptabilisés et identifiés, **appartenant à 113 taxons**. Cette richesse taxonomique représente le nombre maximal de taxons recensés dans les 444 échantillons, au niveau d'identification effectué. L'annexe 5.2 et la figure 5.1 présentent le nombre d'individus, par grands groupes faunistiques, collecté dans chaque hydro-écorégion.

Les insectes dominent les peuplements (figure 5.1), représentant entre 80% et 99% des invertébrés collectés selon l'hydro-écorégion considérée : 80% en moyenne dans l'HER D la plaine du Grand Sud, 82 à 83% en moyenne dans les HER C les collines schisteuses de la pointe Nord et HER F le massif du Panié, 92% en moyenne dans les HER B la plaine littorale Ouest et HER G le cœur de la Chaîne centrale, 99% dans l'HER E le massif ultrabasique (cf annexe 5.2). Les mollusques et les crustacés sont surtout bien représentés dans l'HER D la plaine du Grand Sud : respectivement 6% et 13% du peuplement en moyenne. Les vers occupent 7% des peuplements en moyenne dans l'HER F le massif du Panié et 6% en moyenne des communautés faunistiques de l'HER C les collines schisteuses de la pointe Nord.



**Figure 5.1 Macrofaune benthique collectée dans chaque hydro-écorégion.**

Les insectes collectés appartiennent à 8 ordres : les éphéméroptères, les odonates, les hétéroptères, les coléoptères, les trichoptères, les diptères, les lépidoptères et les collembolés dont les représentants sont minoritaires (cf annexe 5.3). La figure 5.2 présente la proportion des divers ordres d'insectes collectés au sein de chaque hydro-écorégion.

Les peuplements d'insectes sont largement dominés par les trichoptères, les diptères et les éphéméroptères. Les insectes odonatoptères, hétéroptères, coléoptères, lépidoptères et collembolés sont faiblement représentés (figure 5.2). Dans le détail, les trichoptères sont largement dominants dans l'HER G le cœur de la Chaîne centrale (68% des insectes récoltés en moyenne) et représentent plus de 52% des peuplements d'insectes dans l'HER B la plaine littorale Ouest. Dans les autres hydro-écorégions, les trichoptères constituent, en moyenne, environ 30% des insectes collectés.

De même, les éphéméroptères ont dominé les communautés dans l'HER D la plaine du Grand Sud (37% des insectes collectés en moyenne). Dans les autres hydro-écorégions, la proportion en éphéméroptères est proche de 20%, à l'exception de l'HER C les collines schisteuses de la pointe Nord où cet ordre d'insectes représente seulement 10% des insectes récoltés en moyenne.

Enfin, les diptères ont constitué plus de 50% des peuplements en moyenne dans l'HER C les collines schisteuses de la pointe Nord et l'HER F le massif du Panié. Dans l'HER B la plaine littorale Ouest, l'HER D la plaine du Grand Sud et l'HER E le massif ultrabasique, l'abondance relative en diptères s'est située entre 26% et 36% en moyenne. La plus faible proportion en diptères a été mesurée dans l'HER G le cœur de la Chaîne centrale (14% des insectes).

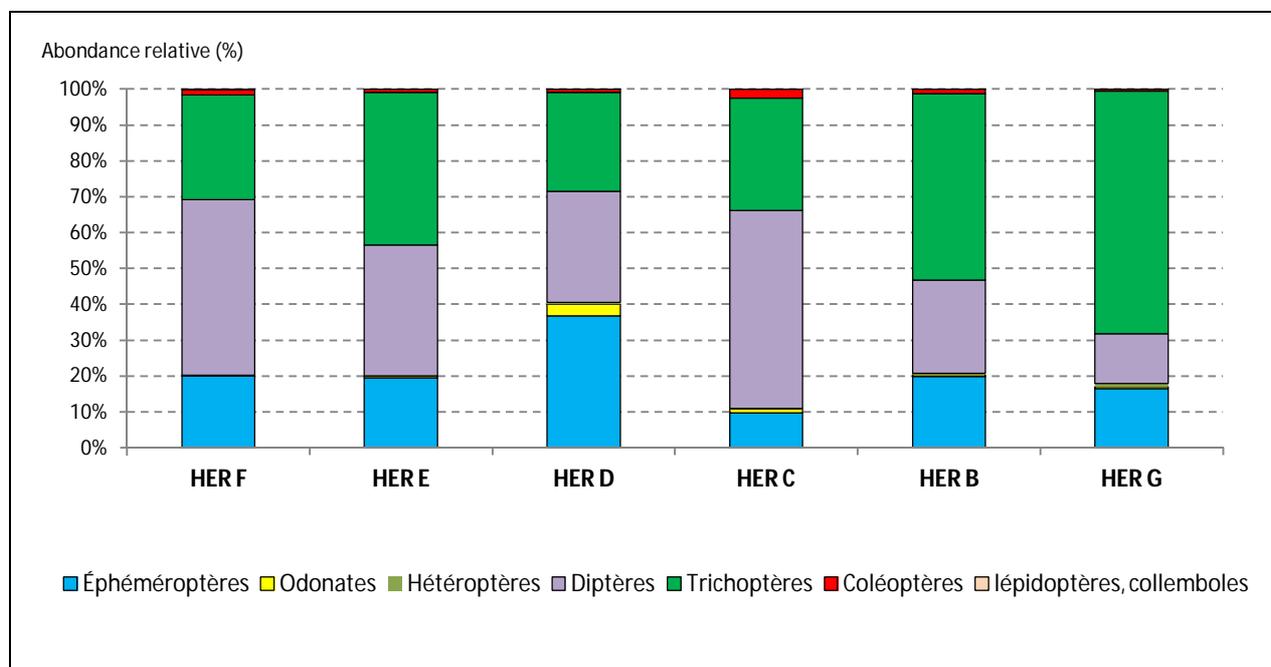


Figure 5.2 Insectes collectés pour chaque hydro-écocoréon.

### Biodiversité des rivières échantillonnées

Environ 10% des taxons ont été identifiés au niveau de l'espèce, 36 % au genre, 44% à la tribu ou à la famille et 10% à un niveau taxonomique supérieur (ordre, classe ou embranchement). Les insectes collectés appartiennent à 8 ordres : les éphéméroptères, les odonates, les hétéroptères, les coléoptères, les trichoptères, les diptères, les lépidoptères et les collemboles. Aucun représentant de l'ordre des planipennes n'a été collecté. Les représentants de cet ordre d'insectes sont particulièrement rares dans les rivières de la Nouvelle-Calédonie.

Les taxons les mieux représentés ont été les insectes trichoptères Hydropsychidae et Hydroptilidae *Oxyethira sp.* (densités moyennes de 1 095 individus/m<sup>2</sup> et 108 individus/m<sup>2</sup> respectivement), les éphéméroptères Leptophlebiidae *Paraluma sp.* et *Lepeorus sp.* (238 individus/m<sup>2</sup> et 126 individus/m<sup>2</sup> respectivement), les diptères Chironomidae Tanytarsini et Simuliidae (237 individus/m<sup>2</sup> et 234 individus/m<sup>2</sup> respectivement).

Certains taxons n'ont été répertoriés que dans une seule station, en général de bonne qualité présumée.

Il s'agit des insectes :

- éphéméroptères Baetidae *Cloeon sp.* (« captage d'Arama ») et Leptophlebiidae *Fasciamirus rae* (« captage de la Néa »), *NGA sp.* (« Cascade de Tao ») et *Kariona quinata* (« captage de Sarraméa »);
- hétéroptères Hydrometridae (« captage de Farino ») ;
- diptères Dolichopodidae (« Tchamba aval »), Rhagionidae (« We Ina ») et Muscidae (« captage de Sarraméa »);
- trichoptère Kokiriidae (« Xwé Hwaa »).

Il est à signaler que : 1/ *Kariona quinata* est mentionnée pour la première fois en Nouvelle-Calédonie depuis sa description (Peters & Peters, 1981) ; 2/ les diptères Muscidae sont inventoriés pour la première fois par Ethyc'O dans les eaux des rivières néo-calédoniennes ; 3/ les trichoptères Kokiriidae sont retrouvés pour la première fois par Ethyc'O depuis les inventaires de 1997 (Mary, 1999).

Sur les 20 genres d'insectes éphéméroptères Leptophlebiidae connus en Nouvelle-Calédonie (famille contenant de nombreux taxons polluo-sensibles), 15 d'entre eux ont été inventoriés durant la présente étude.

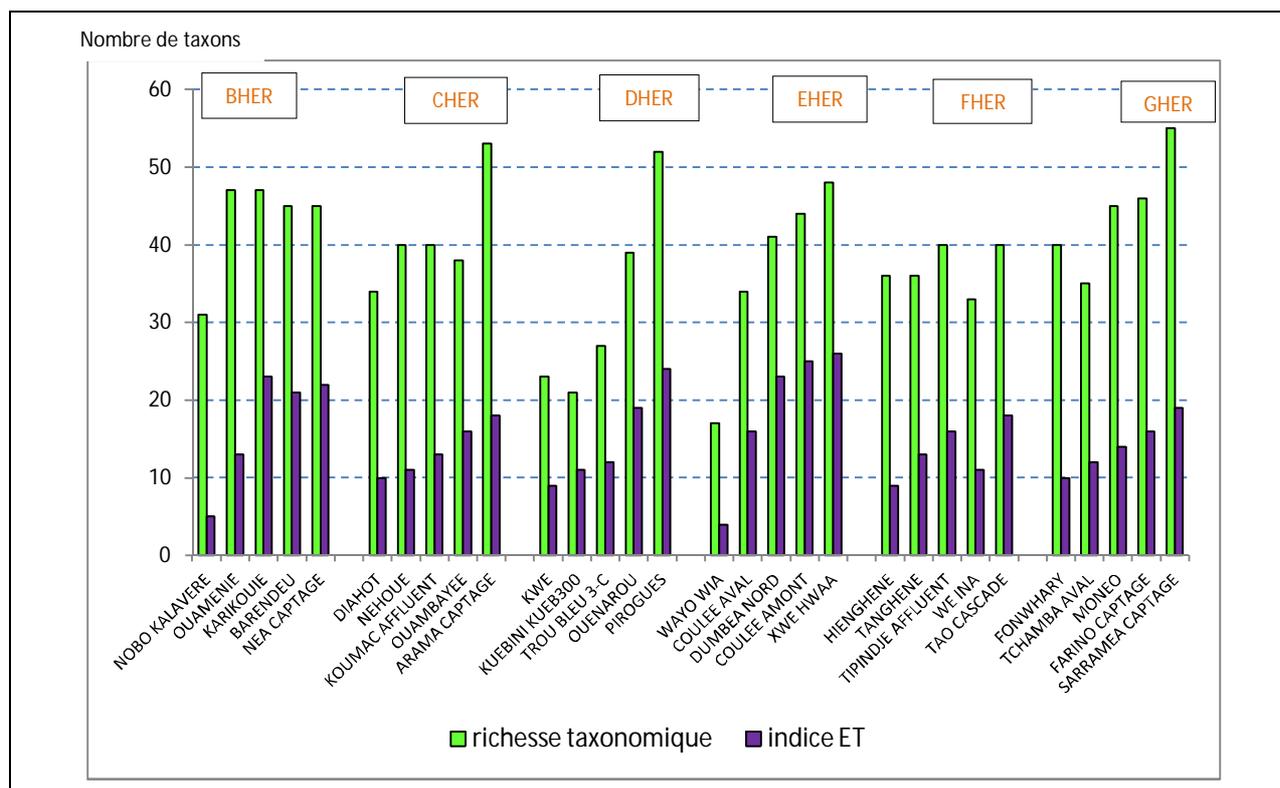
## V.2. Diversité biologique globale

Les figures 5.3 et 5.4 présentent, à titre indicatif, les indices et métriques calculés pour chaque station échantillonnée durant la campagne d'étiage 2012 sur la base de l'ensemble des prélèvements effectués (12 à 16 prélèvements selon la station) et au niveau d'identification réalisé. A L'annexe 5.4, figure l'ensemble des données calculées.

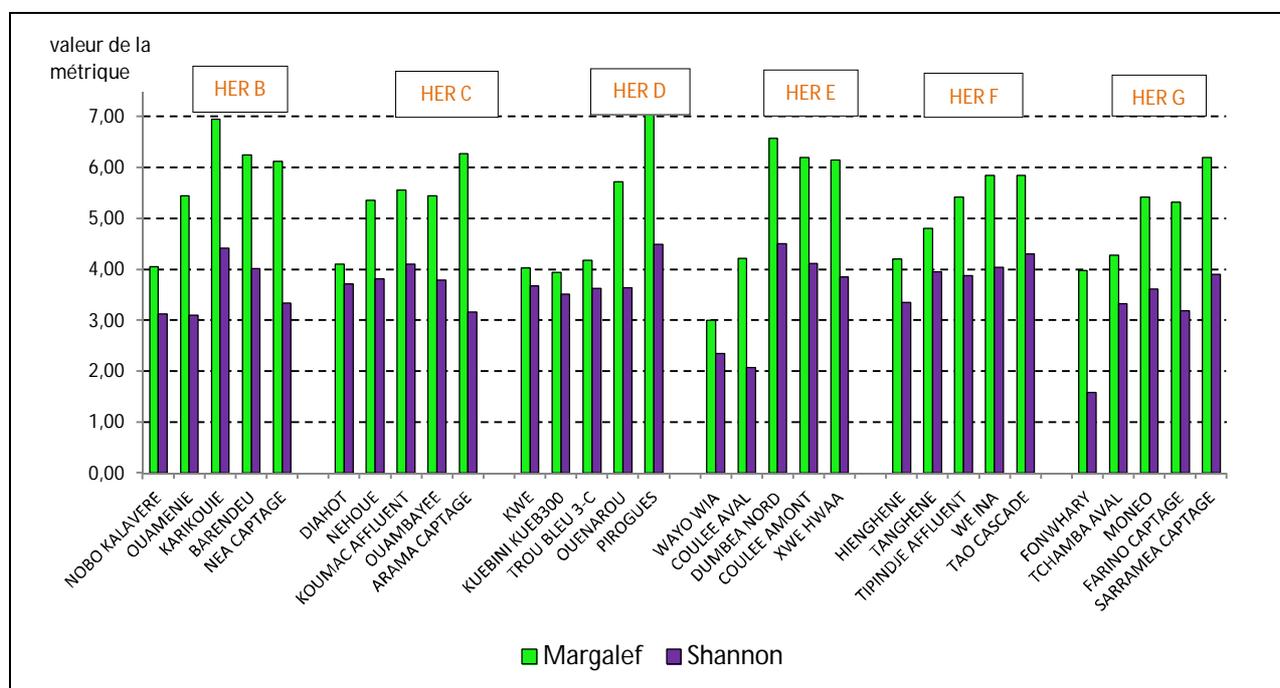
En considérant l'ensemble des prélèvements effectués dans chaque station, la richesse taxonomique totale se situe entre 21 taxons (« Kuebini KUEB300 » de l'HER D la plaine du Grand Sud) et 55 taxons (« captage de Sarraméa » de l'HER G le cœur de la Chaîne centrale). Les valeurs les plus faibles (moins de 30 taxons) ont été relevées dans les stations altérées de l'HER D la plaine du Grand Sud et l'HER E le massif ultrabasique (stations « Kwè », « Kuebini KUEB300 », « Trou Bleu 3-C » et « Wayo Wia »).

Les richesses taxonomiques les plus importantes (plus de 45 taxons) ont été relevées dans les stations préservées et/ou dans les zones de captage. Ces stations ont une qualité biologique présumée bonne à excellente : il s'agit du « captage de la Néa » (45 taxons), du « captage d'Arama » (53 taxons), du « captage de Farino » (46 taxons), du « captage de Sarraméa » (55 taxons), de « Xwé Hwaa » (48 taxons), de « Pirogues » (52 taxons). Dans l'HER F le massif du Panié, les richesses taxonomiques n'ont pas dépassé 40 taxons pour les 15 prélèvements, au niveau d'identification effectué.

Les densités sont variables. Les valeurs les plus faibles ont été trouvées dans l'HER D la plaine du Grand Sud, l'HER E le massif ultrabasique et l'HER F le massif du Panié avec en général moins de 2 000 individus par m<sup>2</sup>. Ces valeurs sont caractéristiques des rivières drainant des terrains miniers, ainsi que des rivières de la côte Nord-Est (Mary, 1999). Les plus fortes densités caractérisent l'HER G le cœur de la Chaîne centrale (plus de 3 500 individus par m<sup>2</sup> en moyenne). Les stations de l'HER G les plus peuplées sont « Fonwhary » avec près de 24 500 individus par m<sup>2</sup> et « captage de Sarraméa » avec 8 127 individus par m<sup>2</sup>. Des valeurs comparables ont été reportées par Mary (1999) pour des cours d'eau drainant des roches de type volcano-sédimentaire.



**Figure 5.3** Richesse taxonomique et indices ET calculés pour les stations d'étude (base de 15 prélèvements). Celles-ci sont regroupées par hydro-écorégion et classées de la moins bonne à la meilleure qualité biologique présumée.



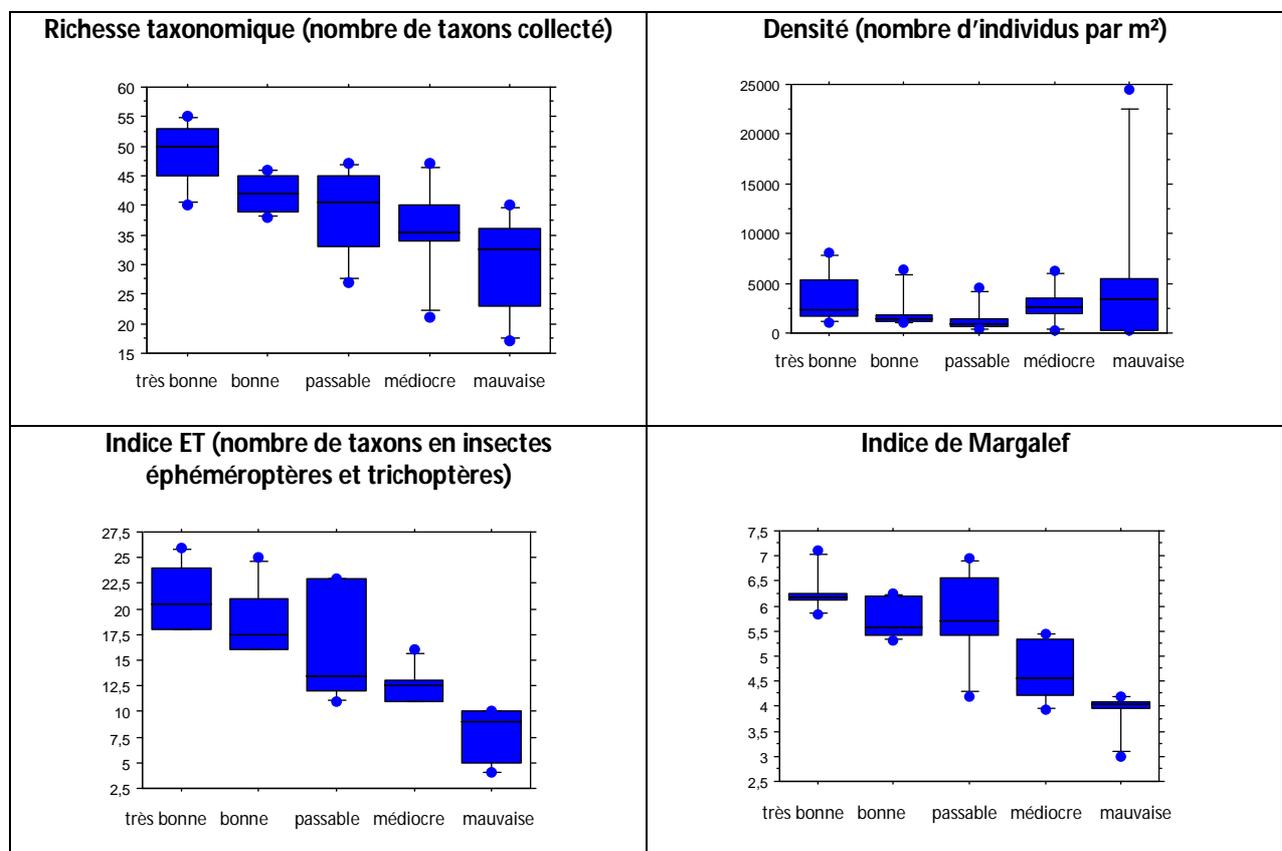
**Figure 5.4** Indices de Margalef et de Shannon calculés pour les stations d'étude (base de 15 prélèvements). Celles-ci sont regroupées par hydro-écorégion et classées de la moins bonne à la meilleure qualité biologique présumée.

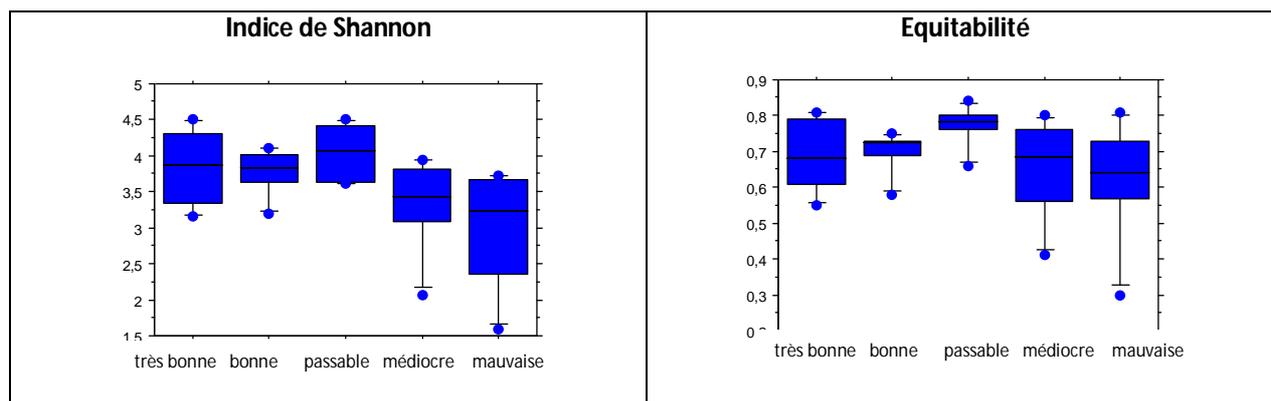
Les valeurs de l'indice ET sont comprises entre 4 (« Wayo Wia ») et 26 taxons (« Xwé Hwaa »). Ces 2 stations appartiennent à l'HER E le massif ultrabasique. Les indices ET les plus élevés ont été relevés dans les zones ultrabasiques (stations « Coulée amont » et « Xwé Hwaa » de l'HER E le massif ultrabasique et « Pirogues » de l'HER D la plaine du Grand Sud). **Ce paramètre reste un bon indicateur de la qualité biologique des stations de rivière.**

Les valeurs de l'indice de Shannon sont comprises entre 1,59 (« Fonwhary », HER G le cœur de la Chaîne centrale) et 4,50 (« Pirogues », HER D la plaine du Grand Sud). Pour les HER C les collines schisteuses de la pointe Nord, D la plaine du Grand Sud et F le massif du Panié, la majorité des valeurs calculées sont comprises entre 3,5 et 4,0. Cet indice discrimine peu les stations altérées des stations préservées.

Enfin, les valeurs d'équitabilité se situent en général entre 0,60 et 0,85. Les valeurs les plus basses, qui témoignent en général de milieux à communautés benthiques peu équilibrées avec dominance de quelques espèces, correspondent aux stations pressenties de qualité mauvaise ou médiocre [« Fonwhary » (0,30) et « Coulée aval » (0,41)]. Les valeurs les plus fortes (supérieures ou égales à 0,80) traduisent des milieux à peuplements plus équilibrés (absence de la dominance d'une espèce par rapport à une autre). Elles caractérisent les stations à faibles densités (moins de 1 000 individus par m<sup>2</sup>) telles que « Karikouié », « Kwè », « Kuebini KUEB300 », « Dumbéa Nord », « We Ina », « Cascade de Tao ».

La figure 5.5 présente la distribution des valeurs calculées pour les différentes métriques pour les stations d'étude. Celles-ci ont été classées selon le niveau de qualité biologique présumé (très bonne, bonne, passable, médiocre, mauvaise).





Le trait horizontal dans la boîte représente la médiane des valeurs, la valeur du 1er quartile (25% des effectifs) correspond au trait inférieur de la boîte et la valeur du 3ème quartile (75% des effectifs) correspond au trait supérieur de la boîte.

**Figure 5.5** Distribution des valeurs calculées pour les différentes métriques par classes de qualité présumée (très bonne, bonne, passable, médiocre, mauvaise), sur la base de l'ensemble des prélèvements unitaires effectués dans chaque station d'étude.

**La richesse taxonomique, l'indice ET et l'indice de Margalef sont les métriques qui discriminent le mieux les stations préservées des stations altérées.** Les valeurs de l'indice ET se situent entre 4 et 10 taxons pour les stations de mauvaise qualité biologique présumée, 10 et 15 taxons pour les stations de qualité biologique présumée médiocre et passable et entre 15 et 25 pour les stations de qualité pressentie bonne et très bonne.

Les valeurs de l'indice de Margalef montrent des résultats comparables à l'indice ET. L'indice de Margalef est en général inférieur à 5 dans les zones de qualité pressentie mauvaise et médiocre, compris entre 5 et 5,5 dans les zones de qualité pressentie passable et bonne et supérieur à 6 pour les zones de très bonne qualité. La valeur la plus faible (3) a été calculée pour la station « Wayo Wia » de l'HER E le massif ultrabasique et la plus élevée (7,11) pour la station « Pirogues » de l'HER D la plaine du Grand Sud.

## Chapitre VI - Mise en place de la stratégie d'échantillonnage des invertébrés benthiques

### VI.1. Combien de prélèvements unitaires faut-il réaliser par station ?

L'objectif ici est de déterminer le nombre de prélèvements unitaires à effectuer dans une station de rivière, qui permettrait d'obtenir une richesse taxonomique représentative. En effet, le protocole actuellement utilisé préconise de réaliser 5 prélèvements unitaires par station (Mary & Archaimbault, 2011), ce qui semble insuffisant au regard de la forte biodiversité des rivières néo-calédoniennes. Dans le cadre de notre étude, entre 12 et 16 prélèvements unitaires ont été réalisés dans chaque station (pour plus de détails, se référer au paragraphe III.4.1).

Pour répondre à ce point, nous avons cherché, en premier lieu, à identifier le nombre de substrats qui ont été échantillonnés dans les stations d'étude et leur variété.

#### *VI.1.1. Quelle est la diversité des substrats échantillonnés dans les stations d'étude ?*

Mis à part deux stations dans lesquelles seulement 5 et 6 substrats différents ont été prospectés (stations « Nobo Kalavéré » et « Pirogues » respectivement), au total 7 à 9 substrats distincts ont été échantillonnés dans les autres stations d'étude (cf tableau 6.1), indépendamment de leur position altitudinale ou de leur appartenance hydro-écologique. **Cette diversité correspond au nombre maximal de substrats repérés dans chaque station au moment de l'échantillonnage.**

**Avec ce premier résultat, nous pouvons supposer qu'il faudrait au moins réaliser 9 prélèvements par station si on souhaite un minimum d'exhaustivité.**

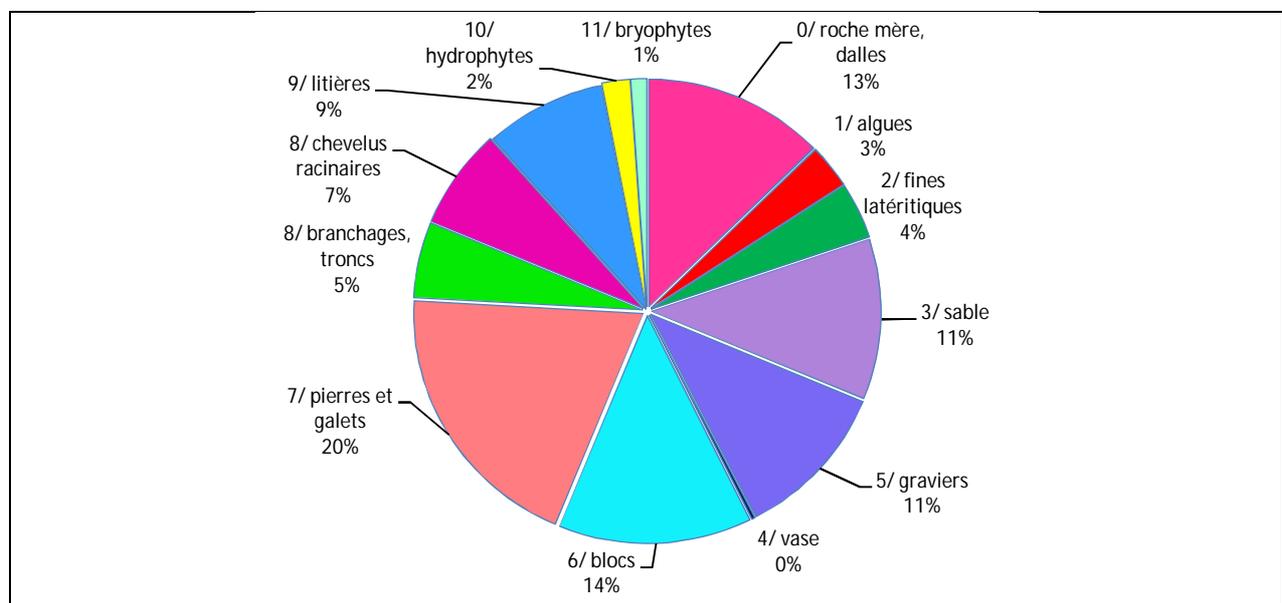
Tableau 6.1 Nombre de substrats différents prospectés dans les stations d'étude.

Nombre de substrats distincts échantillonnés dans la station	Stations correspondantes
5	1 station : Nobo Kalavere (HER B la plaine littorale Ouest)
6	1 station : Pirogues (HER D la plaine du Grand Sud)
7	11 stations : Cascade de Tao (HER F le massif du Panié) Xwé Hwaa (HER E le massif ultrabasique) Ouénarou (HER D) Néhoué, Ouambayée, Koumac affl. (HER C les collines schisteuses de la pointe Nord) Barendeu, captage de la Néa (HER B) Tchamba aval, Fonwhary, Captage de Sarraméa (HER G le Cœur de la Chaîne centrale)
8	12 stations : Tipindje affl., We Ina, Tanghène, Hienghène (HER F) Coulée aval, Dumbéa Nord (HER E) Kuébini KUEB300, Kwé (HER D) Arama captage (HER C) Karikoulié (HER B) Monéo, Farino captage (HER G)
9	5 stations : Wayo Wia, Coulée amont (HER E) Trou Bleu 3-C (HER D) Diahot (HER C) Ouaménie (HER B)

Le tableau 6.2 et la figure 6.1 présentent le nombre total de prélèvements effectués dans chaque catégorie de substrat et leur représentativité sur l'ensemble des 448 prélèvements réalisés. Les « chevelus racinaires » ont été distinguées des « branchages, troncs » bien qu'ayant le même ordre d'habitabilité.

**Tableau 6.2** Nombre de prélèvements effectués dans chaque catégorie de substrat (30 stations, 448 prélèvements au total).

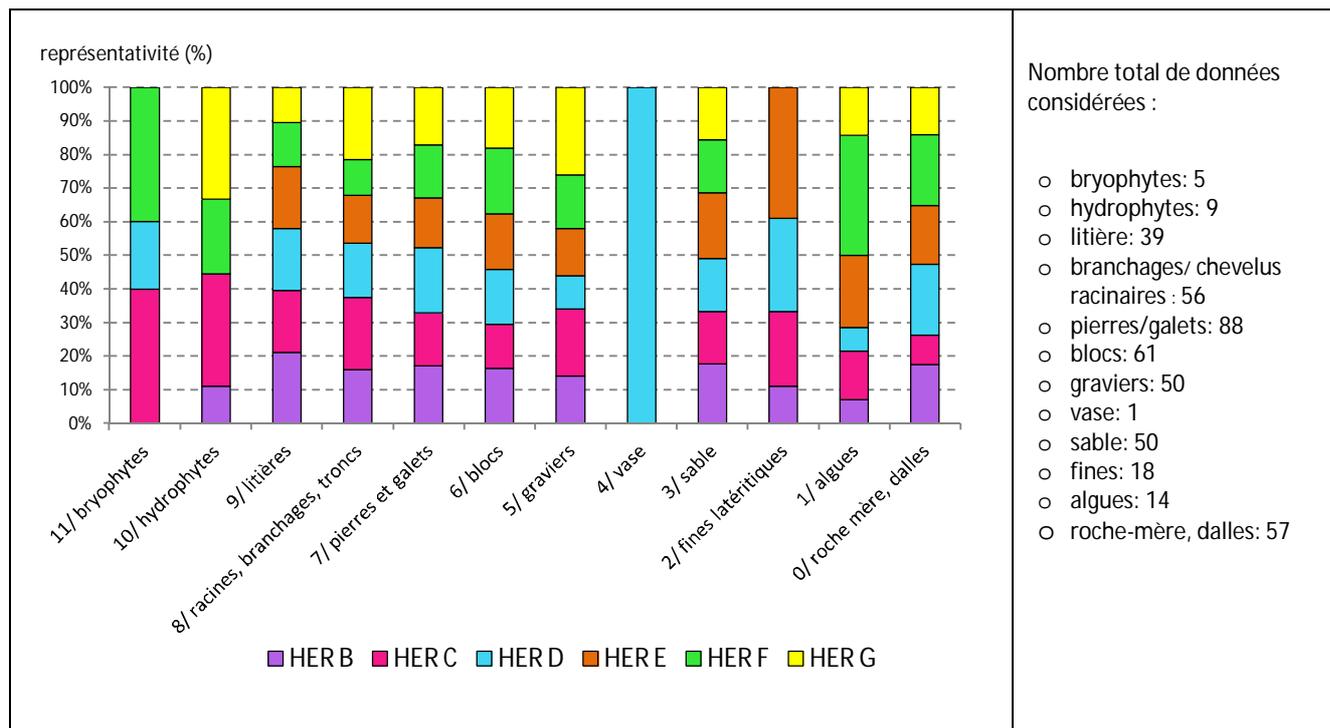
Ordre d'habitabilité	Substrat	nombre de prélèvements réalisés dans chaque catégorie de substrat
11	bryophytes	5
10	hydrophytes	9
9	litières	38
8	chevelus racinaires	32
8	branchages, troncs	24
7	pierres et galets	88
6	blocs	61
5	graviers	50
4	vase	1
3	sable	51
2	fines latéritiques	18
1	algues	14
0	roche mère, dalles	57
<b>Total</b>		<b>448</b>



**Figure 6.1** Représentativité (en %) de chaque catégorie de substrat dans les 448 prélèvements effectués (30 stations).

Les substrats minéraux ont été les plus prospectés : il s'agit des « pierres/galets » (20% des prélèvements sur les 448 réalisés), des « blocs soulevables à la main » (14%), des « roches-mères/dalles » (13%), du « sable » (11%). De même, les substrats organiques suivants ont été majoritairement échantillonnés : « litière » (9%), « chevelus racinaires » (8%) et supports ligneux (« troncs, branchages ») (5%). Les supports les plus rarement prospectés ont été la « vase » (1 seul prélèvement), les « bryophytes » (1% des prélèvements réalisés), les « hydrophytes » (2%), les « algues » (3%) et les « fines latéritiques » (4%).

La figure 6.2 montre, plus précisément, pour chaque hydro-écorégion, la répartition des prélèvements réalisés dans chaque catégorie de substrat.



HER B : la plaine littorale Ouest, HER C : les collines schisteuses de la pointe Nord, HER D : la plaine du Grand Sud, HER E : le massif ultrabasique, HER F : le massif du Panié, HER G : le cœur de la Chaîne centrale.

**Figure 6.2 Répartition des prélèvements réalisés dans chaque catégorie de substrat et pour chaque hydro-écorégion.**

Ce graphique reflète, en partie, les spécificités géologiques des hydro-écorégions : les « hydrophytes » n'ont pas été prospectées dans les HER D (la plaine du Grand Sud) et E (le massif ultrabasique), étant donné qu'elles sont relativement rares dans les cours d'eau drainant les substrats miniers. En revanche, les « fines latéritiques » ont surtout été prélevées dans ces 2 hydro-écorégions.

La catégorie « vase » n'a été échantillonnée qu'une fois. En réalité, la vase se trouve souvent sous-jacente à la « litière » ou mélangée à celle-ci. La catégorie « vase » est donc en général intégrée dans le substrat « litière » qui est dominant. Les « bryophytes » ont été peu représentées dans les stations d'étude (5 prélèvements au total).

De façon globale, les substrats minéraux « pierres et galets », « blocs soulevables à la main », « sables » et « graviers » ont été prélevés en nombre équivalent dans chaque hydro-écorégion, de même que les substrats organiques « litières » et « chevelus racinaires », branchages, troncs ».

## Conclusion :

Cette analyse montre que les substrats minéraux, en particulier les « pierres/galets », les « blocs », le « sable », les « graviers », les « roches-mères et dalles » restent majoritairement échantillonnés dans les rivières néo-calédoniennes. Les « chevelus racinaires », « branchages et troncs », ainsi que la « litière » sont également souvent prospectés. De plus, il peut coexister jusqu'à 9 substrats différents dans une station de rivière, ce qui est **relativement important**.

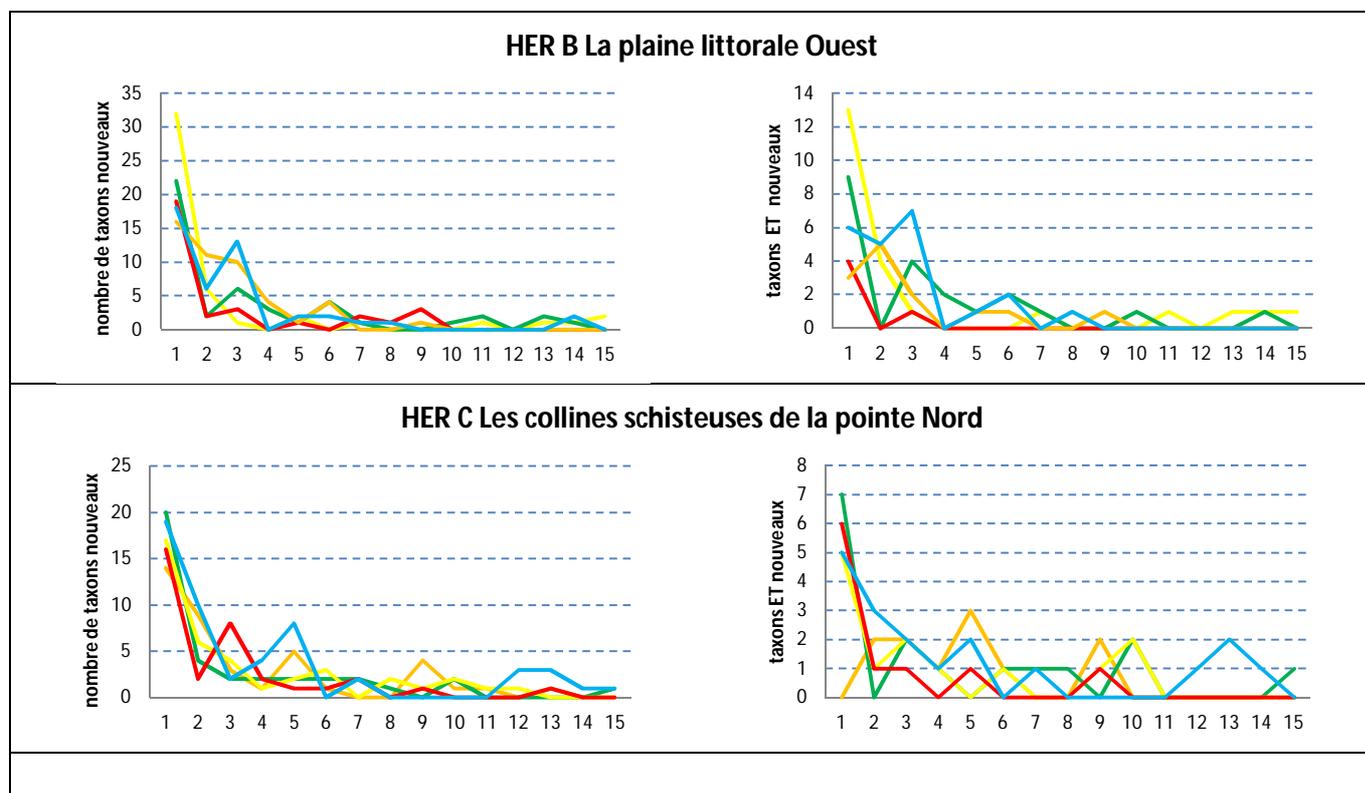
**Collecter uniquement 5 prélèvements unitaires dans une station de rivière semble donc être trop limitatif pour obtenir une évaluation satisfaisante de la qualité biologique d'un milieu.**

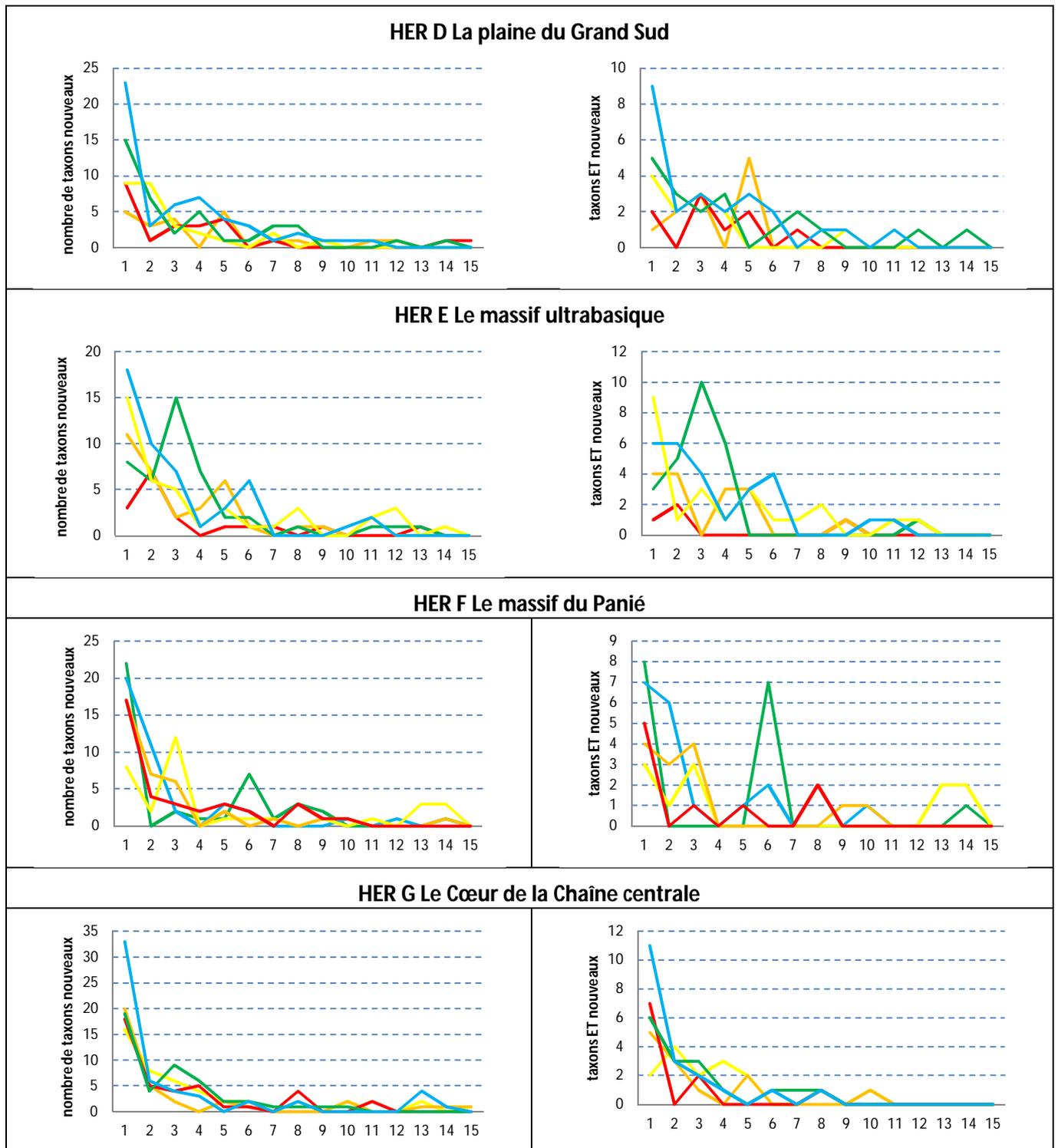
### *VI.1.2. A partir de combien de prélèvements obtient-on une richesse taxonomique représentative ?*

Pour chaque station, les listes faunistiques unitaires ont été successivement agglomérées jusqu'à obtenir la richesse taxonomique totale, selon 2 niveaux :

1. Une agglomération pas à pas des relevés unitaires dans l'ordre décroissant de leur habitabilité (figure 6.3),
2. Une agglomération pas à pas des relevés unitaires dans un ordre aléatoire qui correspond à l'ordre de prélèvement des échantillons benthiques dans la station (figure 6.4).

A chaque agglomération, la richesse taxonomique a été calculée. Les graphiques suivants sont exprimés en nombre de taxons nouveaux tous groupes faunistiques confondus (= S) et pour les insectes éphéméroptères et trichoptères (indice ET), apportés par l'agglomération successive des listes faunistiques élémentaires de façon à pouvoir comparer, pour chaque hydro-écorégion, les résultats obtenus pour les 5 stations correspondantes.

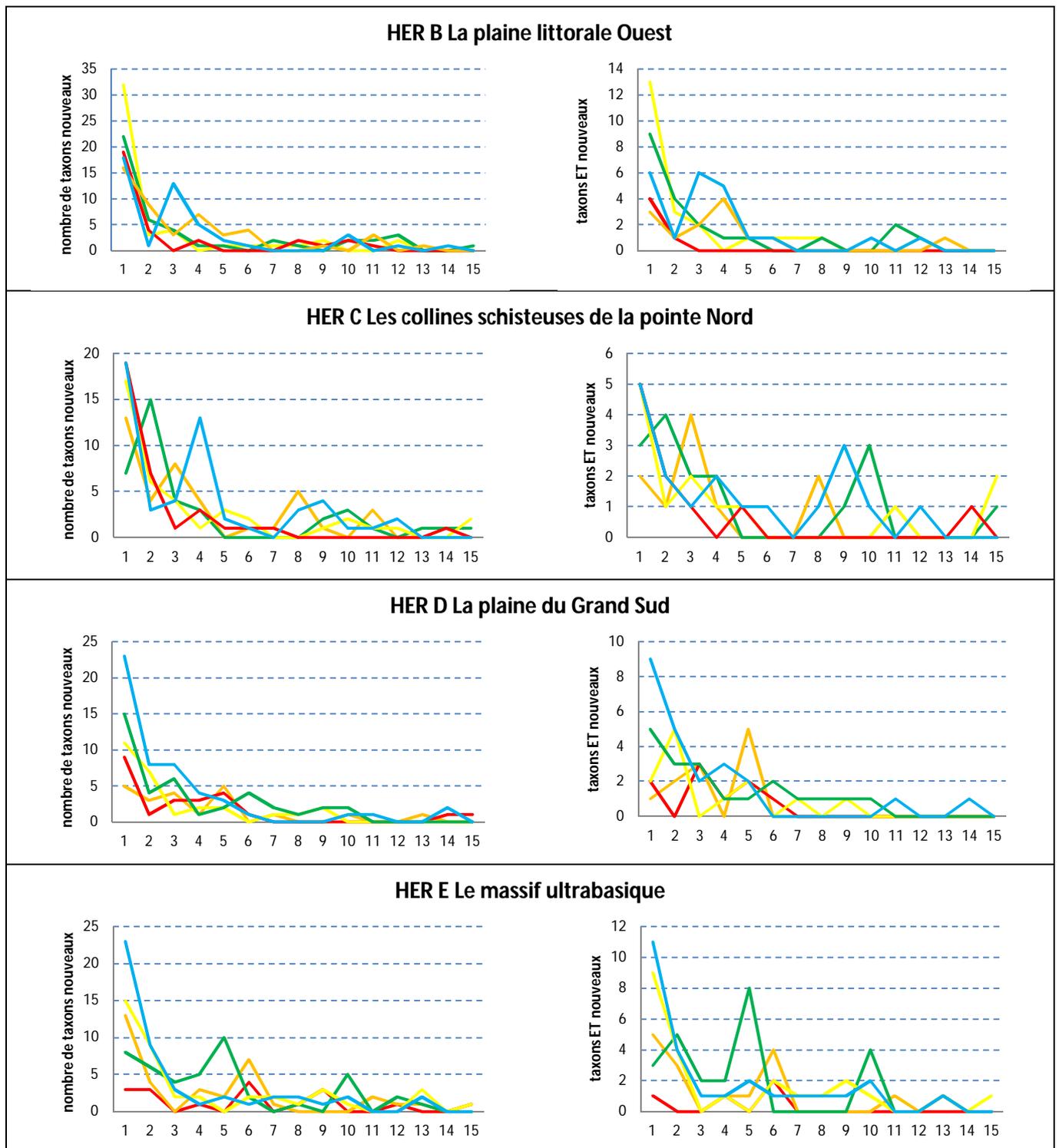


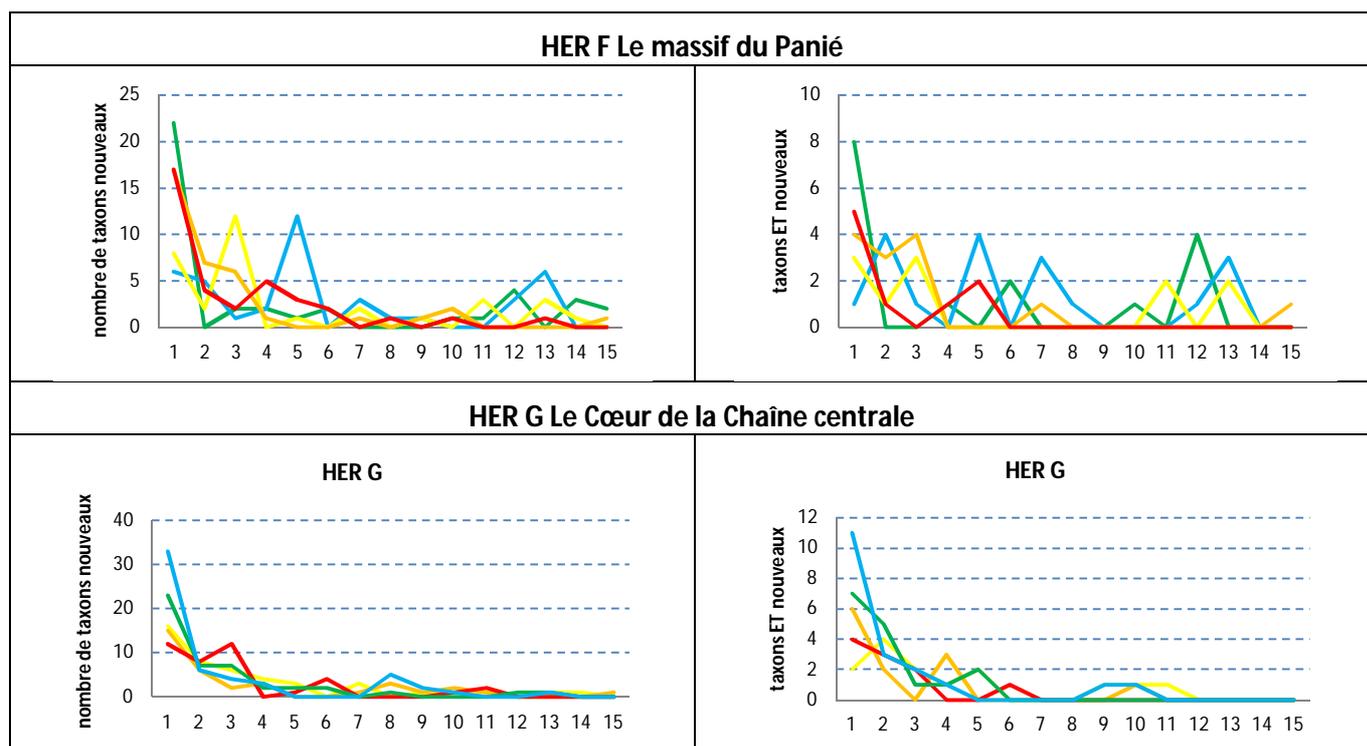


Les couleurs correspondent aux classes de qualité présumée pour chaque station : rouge : mauvaise qualité biologique ; orange : qualité biologique médiocre ; jaune : qualité biologique passable ; vert : bonne qualité biologique ; bleu : qualité biologique excellente.

**Figure 6.3** Nombre de taxons nouveaux, tous groupes faunistiques confondus et pour les insectes éphéméroptères et trichoptères (ET) apportés pas à pas par l'agglomération successive des listes faunistiques de 1 à 15 prélèvements élémentaires réalisés sur la même station de prélèvement. Les prélèvements successifs sont agglomérés dans l'ordre décroissant d'habitabilité des substrats.

Les résultats montrent, lors de l'agglomération des relevés unitaires dans l'ordre décroissant de l'habitabilité des substrats que les apports successifs en taxons diminuent rapidement pour atteindre un nombre de taxons nouveaux inférieur ou égal à **deux taxons** au 10<sup>ème</sup> prélèvement unitaire aggloméré pour l'ensemble des stations des HER B la plaine littorale Ouest et D la plaine du Grand Sud, ainsi que pour quatre stations sur cinq des l'HER C les collines schisteuses de la pointe Nord, HER E le massif ultrabasique, HER F le massif du Panié et HER G le cœur de la Chaîne centrale. Pour les insectes éphéméroptères et trichoptères (ET), les gains successifs en taxons diminuent rapidement également et atteignent un nombre de taxons nouveaux inférieur ou égal à **un taxon** dès le 9<sup>ème</sup> prélèvement unitaire aggloméré, pour 26 stations sur les 30 étudiées.





Les couleurs correspondent aux classes de qualité présumée pour chaque station : rouge : mauvaise qualité biologique ; orange : qualité biologique médiocre ; jaune : qualité biologique passable ; vert : bonne qualité biologique ; bleu : qualité biologique excellente.

**Figure 6.4** Nombre de taxons nouveaux, tous groupes faunistiques confondus et pour les insectes éphéméroptères et trichoptères (ET) apportés pas à pas par l'agglomération successive des listes faunistiques de 1 à 15 prélèvements élémentaires réalisés sur la même station de prélèvement. Les prélèvements successifs sont agglomérés dans un ordre aléatoire.

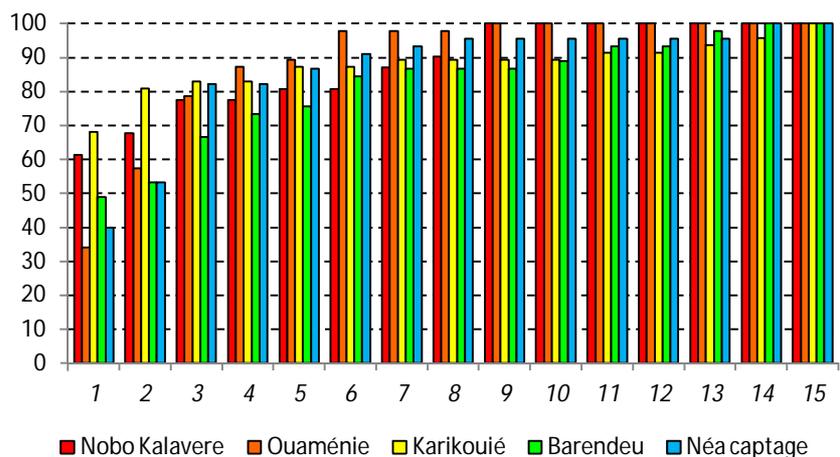
De même, les résultats obtenus par agglomération successive des prélèvements dans un ordre aléatoire montrent que le nombre de taxons nouveaux à chaque agglomération décroît rapidement pour atteindre un nombre de taxons nouveaux inférieur ou égal à **deux taxons** au 12<sup>ème</sup> prélèvement unitaire aggloméré pour l'ensemble des stations des HER C les collines schisteuses de la pointe Nord, HER E le massif ultrabasique, HER D la plaine du Grand Sud et HER G le cœur de la Chaîne centrale et au total pour 25 stations sur les 30 étudiées, tous groupes faunistiques confondus. Pour les insectes éphéméroptères et trichoptères (ET), les gains successifs en taxons diminuent rapidement également et atteignent un nombre de taxons nouveaux inférieur ou égal à **un taxon** dès le 12<sup>ème</sup> prélèvement unitaire aggloméré également, pour 26 stations sur les 30 étudiées.

Le test de comparaison non paramétrique de Wilcoxon sur échantillons appariés indique que les résultats obtenus avec les deux approches ne sont pas significativement différents.

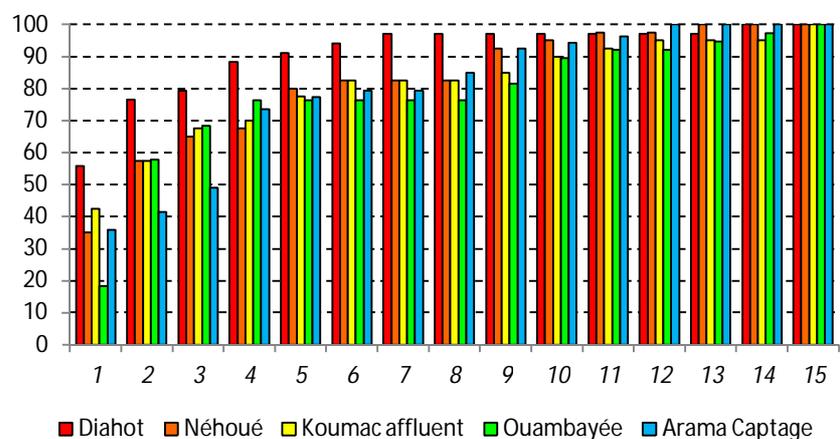
**Ce résultat confirme ainsi, qu'à partir de 10 prélèvements, le nombre de taxons nouveaux ajoutés par un prélèvement unitaire supplémentaire à la liste faunistique déjà établie se stabilise autour de 1 à 2 taxons nouveaux.**

Les graphiques qui suivent reprennent les mêmes données, mais sont exprimés en pourcentages de la richesse taxonomique totale, obtenus lors de l'agglomération successive des listes faunistiques élémentaires.

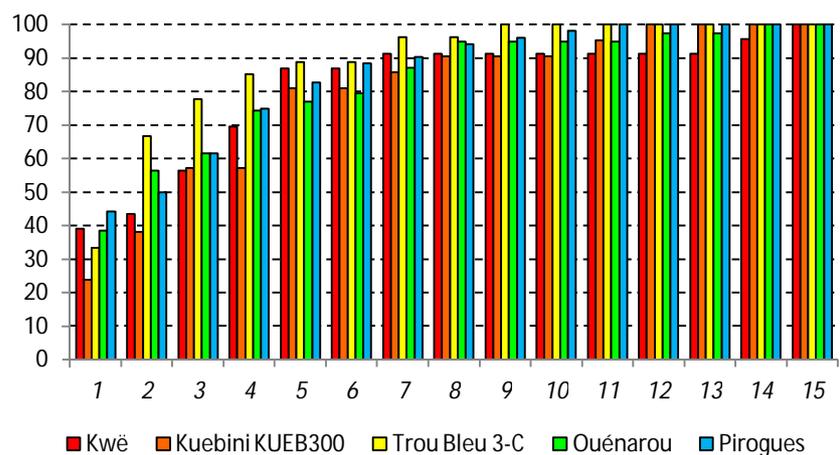
### HER B La plaine littorale Ouest

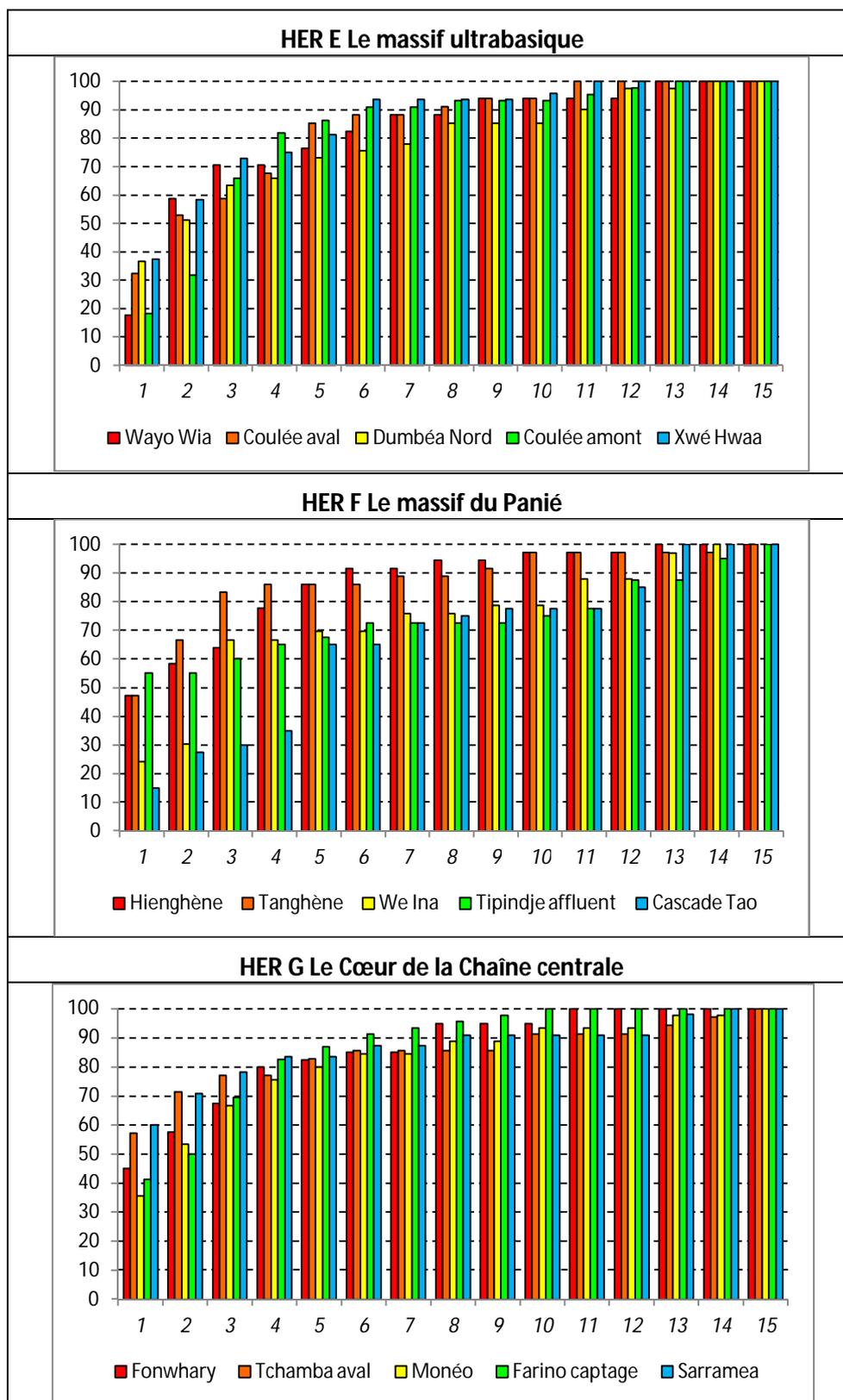


### HER C Les collines schisteuses de la pointe Nord



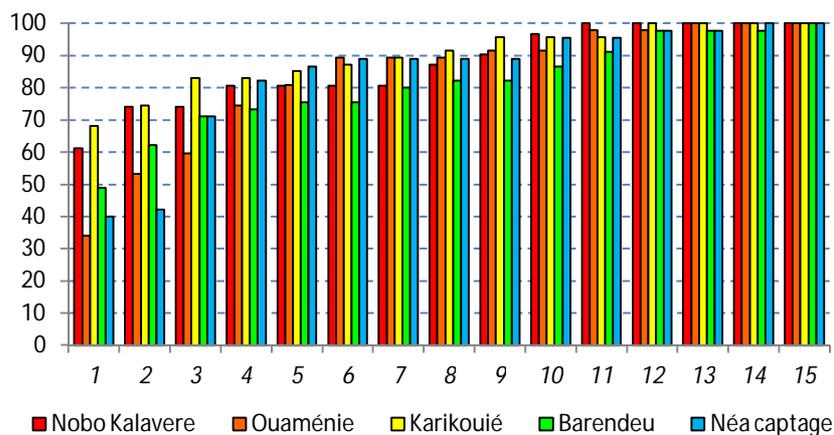
### HER D La plaine du Grand Sud



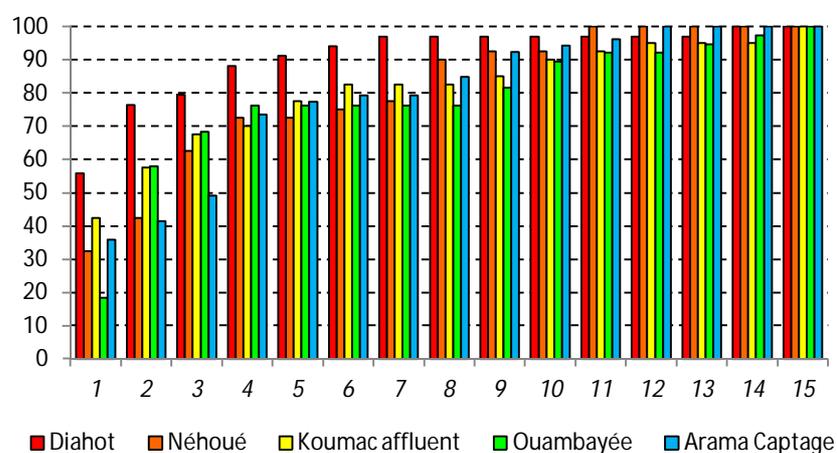


**Figure 6.5** Proportion de la richesse taxonomique totale (en %) apportée pas à pas lors de l'agglomération successive des listes faunistiques de 1 à 15 prélèvements élémentaires réalisés sur la même station de prélèvement. Les prélèvements successifs sont agglomérés dans l'ordre décroissant d'habitabilité des substrats.

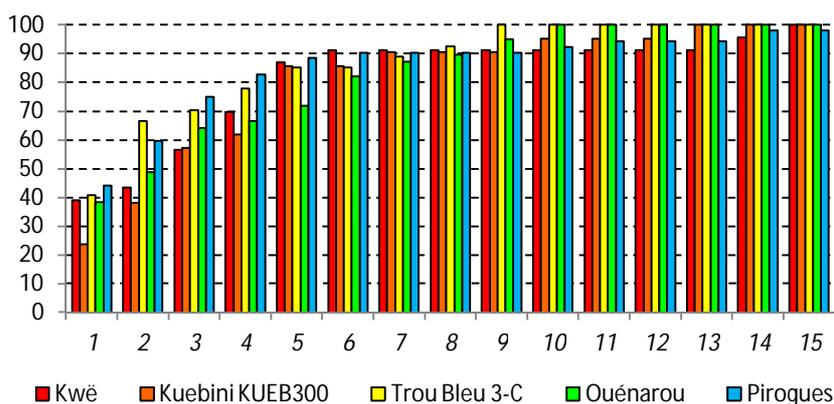
### HER B La plaine littorale Ouest

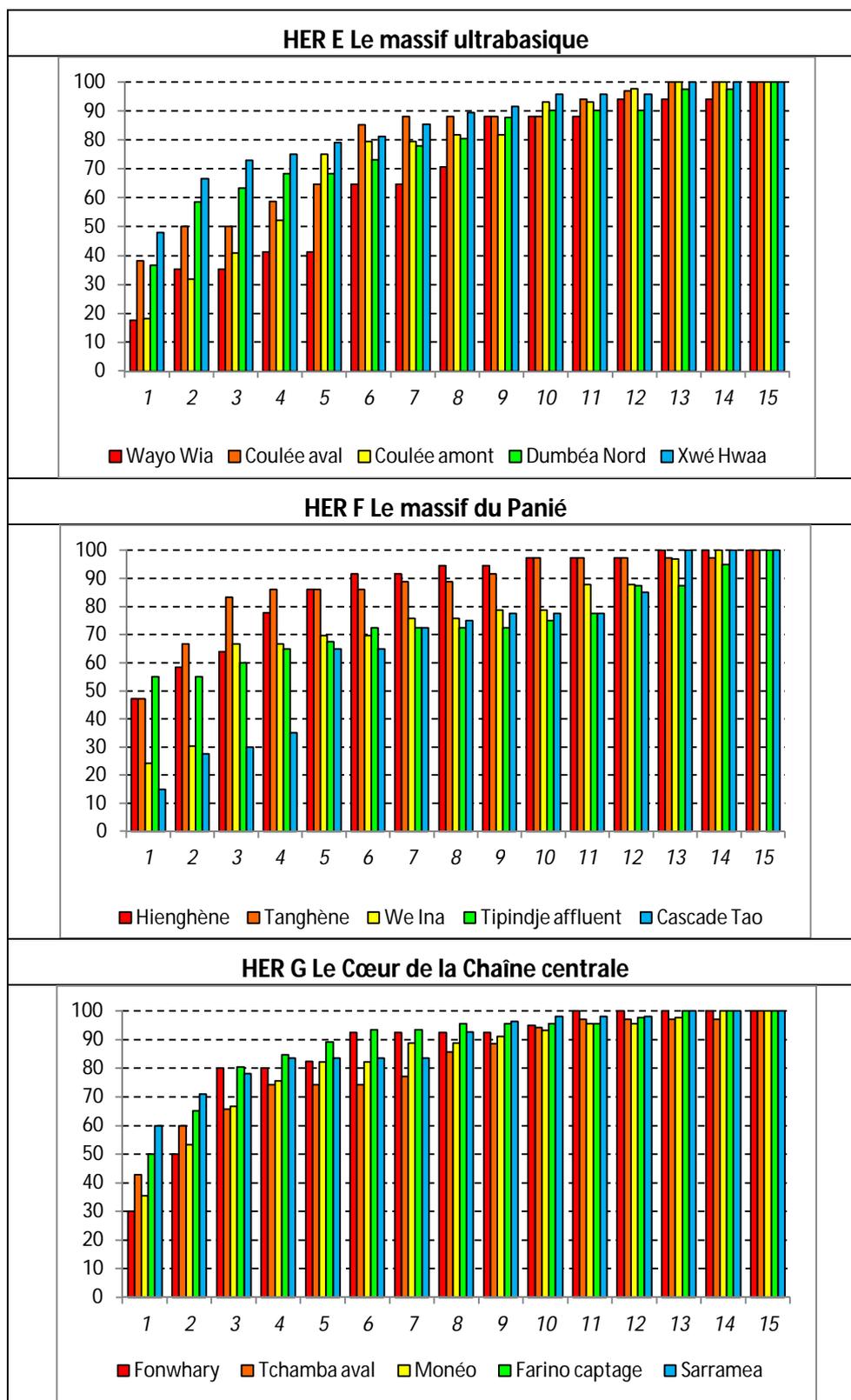


### HER C Les collines schisteuses de la pointe Nord



### HER D La plaine du Grand Sud





**Figure 6.6** Part de la richesse taxonomique totale (en %) apportée pas à pas lors de l'agglomération successive des listes faunistiques de 1 à 15 prélèvements élémentaires réalisés sur la même station de prélèvement. Les prélèvements successifs sont agglomérés dans un ordre aléatoire.

Lors de l'agglomération des relevés unitaires dans l'ordre décroissant de l'habitabilité des substrats (figure 6.5), entre 80% et 90% de la richesse taxonomique, tous groupes faunistiques confondus, est obtenue avec un effort d'échantillonnage de 5 à 7 prélèvements unitaires, selon l'hydro-écorégion considérée : 5 prélèvements pour l'HER B la plaine littorale Ouest et l'HER G le cœur de la Chaîne centrale, 6 prélèvements pour l'HER D la plaine du Grand Sud et l'HER F le massif du Panié, 7 prélèvements pour l'HER C les collines schisteuses de la pointe Nord et l'HER E le massif ultrabasique. En moyenne, 88% ± 6% de la richesse taxonomique est obtenue avec un effort d'échantillonnage de 7 prélèvements. Ce pourcentage dépasse les 90% à partir d'un effort d'échantillonnage de 9 prélèvements unitaires pour les HER B, D et F et de 10 prélèvements unitaires pour les HER C, E et G (94% ± 5% de la richesse taxonomique en moyenne avec un effort d'échantillonnage de 10 prélèvements unitaires).

Les résultats obtenus par agglomération successive des prélèvements dans un ordre aléatoire (figure 6.6) sont proches des précédents : entre 80% et 90% de la richesse taxonomique totale est obtenue avec un effort d'échantillonnage de 6 à 8 prélèvements unitaires, selon l'hydro-écorégion considérée : 6 prélèvements pour l'HER B la plaine littorale Ouest, l'HER D la plaine du Grand Sud et l'HER G le cœur de la Chaîne centrale et 8 prélèvements pour l'HER C les collines schisteuses de la pointe Nord et l'HER E le massif ultrabasique. En moyenne, 84% ± 7% de la richesse taxonomique est obtenue avec un effort d'échantillonnage de 7 prélèvements. Cette proportion dépasse les 90% pour un effort d'échantillonnage supérieur ou égal à 9 prélèvements unitaires pour les HER D et G et 10 prélèvements pour les HER B, C et G (92% ± 6% de la richesse taxonomique en moyenne avec un effort d'échantillonnage de 10 prélèvements unitaires). En ce qui concerne l'HER F le massif du Panié, 12 prélèvements ont été nécessaires pour prélever plus de 80% de la richesse taxonomique totale dans les stations « We Ina », « Cascade de Tao » et « Tipindje ». Ces résultats corroborent les précédents, à savoir que 10 prélèvements permettent d'échantillonner une proportion très importante du pool taxonomique dans une station donnée.

Enfin, en ce qui concerne les stations de mauvaise qualité présumée (« Nobo Kalavéré », « Diahot », « Kwè », « Hienghène » et « Fonwhary »), un effort d'échantillonnage de 5 prélèvements a permis de prélever plus de 80% des taxons présents.

**En conclusion**, dans les milieux fortement altérés par les pollutions de type organique et/ou sédimentaires (fines latéritiques) et présentant en général peu de substrats différents, un effort d'échantillonnage de 5 prélèvements unitaires permet d'obtenir plus de 85% des taxons présents dans la station, dans la mesure où au moins 3 substrats différents sont prospectés. Dans les autres stations de rivière, un effort d'échantillonnage de 7 prélèvements unitaires permet d'échantillonner 86 % ± 7 % en moyenne de la richesse taxonomique totale du site de prélèvement, et 10 prélèvements unitaires la majeure partie du pool taxonomique de la station (93 % ± 5% en moyenne).

**Ainsi, deux situations restent envisageables :**

- dans la perspective d'établir l'état initial d'un milieu d'eau courante, il est intéressant de réaliser **10 prélèvements par station, ce qui permet d'avoir une évaluation satisfaisante de la biodiversité du site ;**
- dans le cadre du suivi en routine de la qualité biologique de stations de rivières, **7 prélèvements seraient suffisants pour fournir une image moyenne de la qualité et du niveau d'altération du milieu, ce qui représente bien l'objectif des méthodes indicielles d'évaluation de la qualité biologique des rivières.**

A titre comparatif, la méthode de l'IBGN (Indice Biologique Global Normalisé) (AFNOR, 1992, 2004) utilisée en Métropole permet de prélever environ 70% des taxons présents dans une station de rivière, avec les 8 prélèvements unitaires réalisés (P. Usseglio-Polatera, comm. pers.).

## VI.2. Quels sont les substrats les plus habitables dans une station de rivière ?

**L'objectif de ces analyses est d'identifier l'ordre « idéal » de priorité** à retenir quant à la nature des substrats à échantillonner dans une station de rivière en Nouvelle-Calédonie. En effet, le choix des substrats s'appuie actuellement sur les préconisations métropolitaines (norme XP T90-333 ; AFNOR, 2009), avec un échantillonnage préférentiel de certains types de supports (cf tableau 3.2 et Mary & Archaimbault, 2011). Cet ordre de priorité correspond à un gradient décroissant d'habitabilité « supposée » des substrats, l'habitabilité répondant au caractère plus ou moins « biogène » du substrat, c'est à dire à sa plus ou moins grande aptitude à héberger une faune riche et diversifiée.

Nous avons voulu vérifier, à partir des données nouvellement acquises, si cet ordre de priorité était adapté aux rivières néo-calédoniennes et à chaque hydro-écorégion et identifier, le cas échéant, les substrats les plus hospitaliers pour la faune benthique dans les cours d'eau. En effet, un substrat particulièrement biogène en Métropole peut très bien, compte tenu de spécificités géographiques, l'être beaucoup moins en Nouvelle-Calédonie. **L'objectif est bien l'identification d'un ordre de priorité commun à tous les types de cours d'eau, quelque soit leur taille ou leur hydro-écorégion d'appartenance.**

### VI.2.1. Analyse globale

Sur les 444 prélèvements où des données faunistiques étaient disponibles, ceux se caractérisant par des richesses taxonomiques particulièrement faibles (3 taxons ou moins) ont été écartées de l'analyse. Cela concerne 44 prélèvements. Sur les 400 prélèvements restants, nous avons considéré uniquement ceux se rapportant aux 12 stations de bonne et très bonne qualité présumée (cf tableau 5.1), ce qui représente 165 prélèvements, afin d'avoir un classement de référence.

Chaque prélèvement a été réalisé sur un substrat précis et se rapporte à l'une des catégories suivantes : « bryophytes » ; « hydrophytes » ; « litière » ; « chevelus racinaires » ; « branchages et troncs » ; « pierres/galets » ; « blocs » ; « graviers » ; « sable » ; « fines latéritiques » ; « algues » ; « roche-mère/dalles ». Au tableau 6.3, figure le nombre de données disponibles pour chaque type de substrat prospecté.

**Tableau 6.3** Nombre de données disponibles dans chaque catégorie de substrat pour les stations de bonne et très bonne qualités biologiques *a priori*.

Substrat considéré	Nombre total de données correspondantes
bryophytes	4
hydrophytes	1
litière	16
chevelus racinaires	12
branchages et troncs	11
pierres/galets	35
blocs	20
graviers	15
sable	14
fines latéritiques	4
algues	3
roche-mère/dalles	30
<b>TOTAL</b>	<b>165</b>

Remarque : la catégorie « branchages/troncs » a été distinguée des « chevelus racinaires ».

L'habitabilité des substrats (prélèvements) a été appréhendée au moyen des 5 métriques suivantes :

- La richesse taxonomique du prélèvement S ;
- L'indice ET (nombre de taxons en insectes éphéméroptères et trichoptères) ;
- la proportion de taxons d'ET dans le peuplement (= indice ET/S),
- L'indice de diversité de Margalef D ;
- La contribution de chaque prélèvement en taxons à la richesse taxonomique totale de la station correspondante (S / richesse taxonomique de la station).

Ces 5 métriques ont été calculées pour chacun des 165 prélèvements unitaires, puis analysées par Analyse en Composantes Principales (ACP) normée. Les résultats sont représentés à la figure 6.7.

La première composante principale de l'ACP normée F1 explique la majeure partie de la variabilité observée entre les prélèvements unitaires (68,3%). Elle est fortement corrélée aux métriques suivantes décrivant l'habitabilité des supports : richesse taxonomique, indice ET, indice de Margalef, contribution de chaque prélèvement à la richesse taxonomique totale de la station correspondante (cf tableau 6.4 et figure 6.5). Les substrats les plus biogènes sont ceux liés à ces paramètres.

Nous avons donc considéré que le premier axe factoriel F1 représentait une métrique synthétique définissant l'habitabilité des substrats échantillonnés. Les centres de gravité des différents types de substrat se répartissent le long de cet axe, ceux les plus aptes à héberger une faune riche et diversifiée étant situés dans la partie droite du graphique et/ou au plus proche de cet axe.

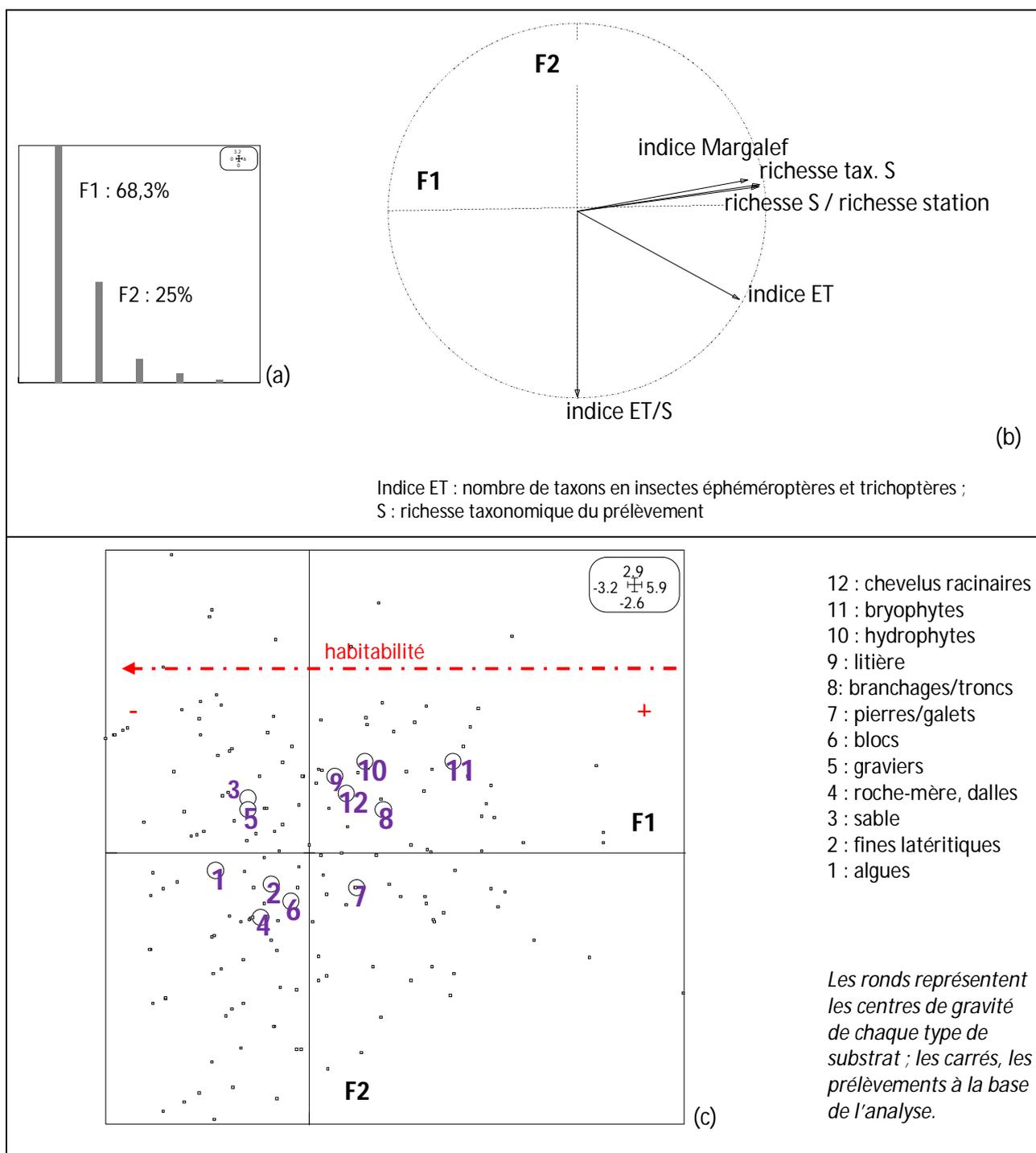
Cette analyse permet ainsi de proposer le gradient suivant d'habitabilité des substrats sur la base de cette métrique synthétique :

**« bryophytes » > « branchages/troncs » > « pierres/galets » > « chevelus racinaires » > « litière » > « hydrophytes » > « blocs » > « fines » > « graviers » > « sable » > « roche-mère, dalles » > « algues ».**

**Tableau 6.4 Contributions absolues (/10 000) des métriques considérées à la formation des premiers axes principaux.**

Métrique	F1	F2
Richesse taxonomique du prélèvement S	2739	154
Indice ET	2169	1760
indice ET/ richesse prélèvement S	0	7736
Indice de Margalef	2383	217
richesse prélèvement S / richesse de la station	2706	130

Les contributions absolues expriment la part prise par chaque paramètre dans la variance ou "inertie" expliquée par les axes F1 et F2. Ces contributions absolues permettent de savoir quels métriques sont responsables de la construction de ces axes.



**Figure 6.7** Habitabilité des substrats pour les stations de bonne et très bonne qualité biologique présumée : (a) graphe des valeurs propres de l'analyse en composantes principales normée globale (165 prélèvements X 5 métriques) et pourcentages de variances expliqués par les deux premières composantes principales ; (b) cercle de corrélation des paramètres et (c) position relative des substrats considérés sur le plan factoriel F1x2.

## VI.2.2. Analyse par hydro-écorégion

Nous avons voulu vérifier si l'ordre de priorité établi à l'issue de l'analyse précédente était adéquat pour toutes les hydro-écorégions. Les mêmes 5 métriques que celles mentionnées au paragraphe précédent ont ainsi été calculées pour chaque prélèvement unitaire. Au tableau 6.5, figure le nombre de données correspondant à chaque hydro-écorégion.

**Tableau 6.5** Nombre total de données considérées pour chaque catégorie de substrat et pour chaque hydro-écorégion (ACP normée).

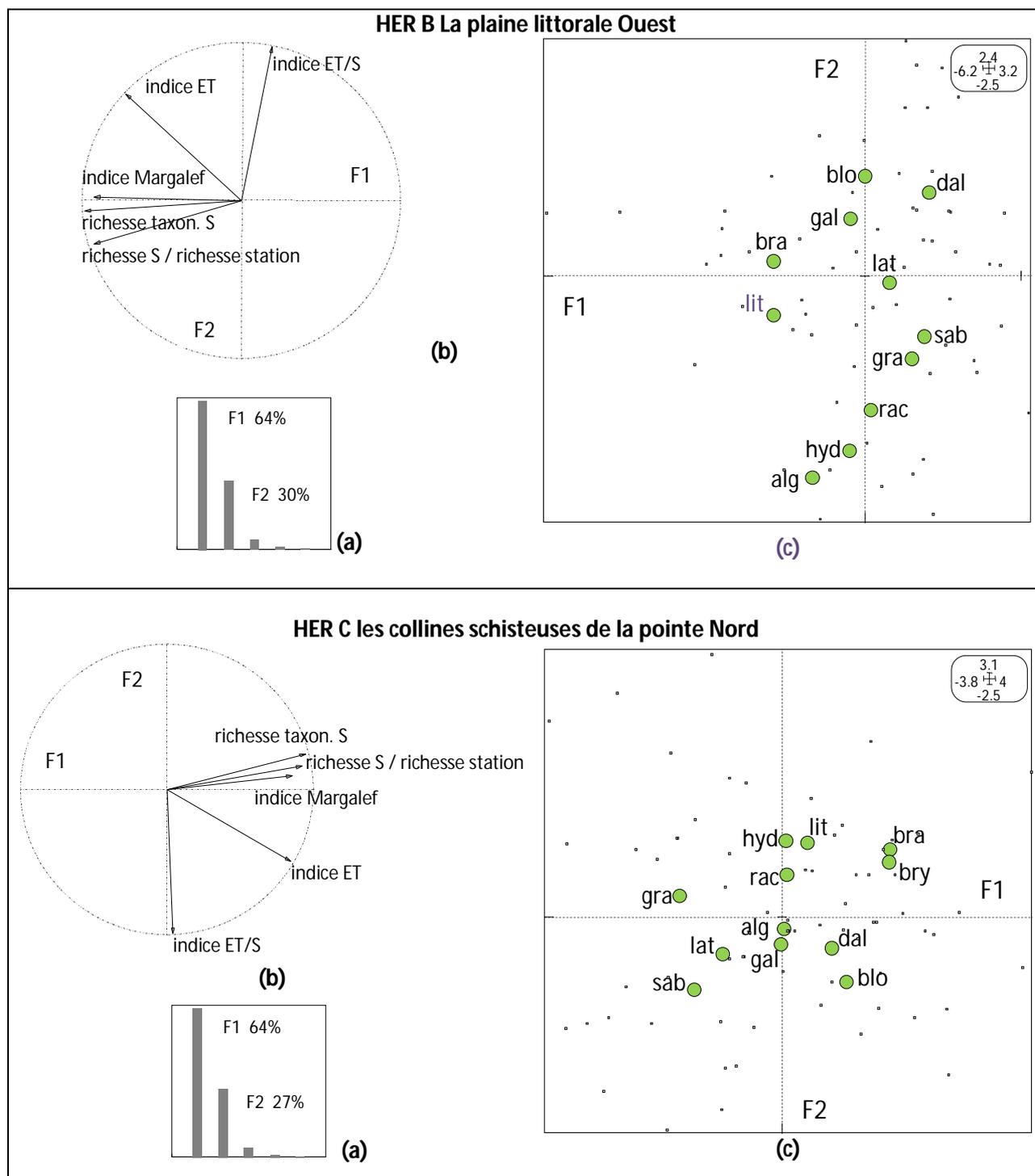
	HER B	HER C	HER D	HER E	HER F	HER G
<b>bryophytes</b>	0	2	1	0	2	0
<b>hydrophytes</b>	1	3	0	0	2	3
<b>litière</b>	8	7	7	7	5	4
<b>branchages/troncs</b>	3	4	5	5	2	5
<b>chevelus racinaires</b>	6	8	3	3	4	7
<b>pierres/galets</b>	15	14	16	11	12	14
<b>blocs</b>	9	8	6	9	11	11
<b>graviers</b>	6	9	4	6	6	13
<b>vase</b>	0	0	1	0	0	0
<b>sable</b>	7	7	4	8	5	8
<b>finés</b>	2	2	2	5	0	0
<b>algues</b>	1	2	1	3	5	2
<b>roche-mère, dalles</b>	8	5	7	10	10	8
<b>Total</b>	<b>66</b>	<b>71</b>	<b>57</b>	<b>67</b>	<b>64</b>	<b>75</b>

La catégorie « vase » n'a été échantillonnée qu'une seule fois, étant donné qu'elle se trouve souvent sous-jacente à la litière ou mélangée à celle-ci. La vase est donc en général intégrée dans le substrat « litière » qui est dominant.

Les données correspondantes ont été traitées par Analyses en Composantes Principales (ACP) normées, pour chaque hydro-écorégion. Les résultats graphiques des ACP normées se trouvent à la figure 6.8.

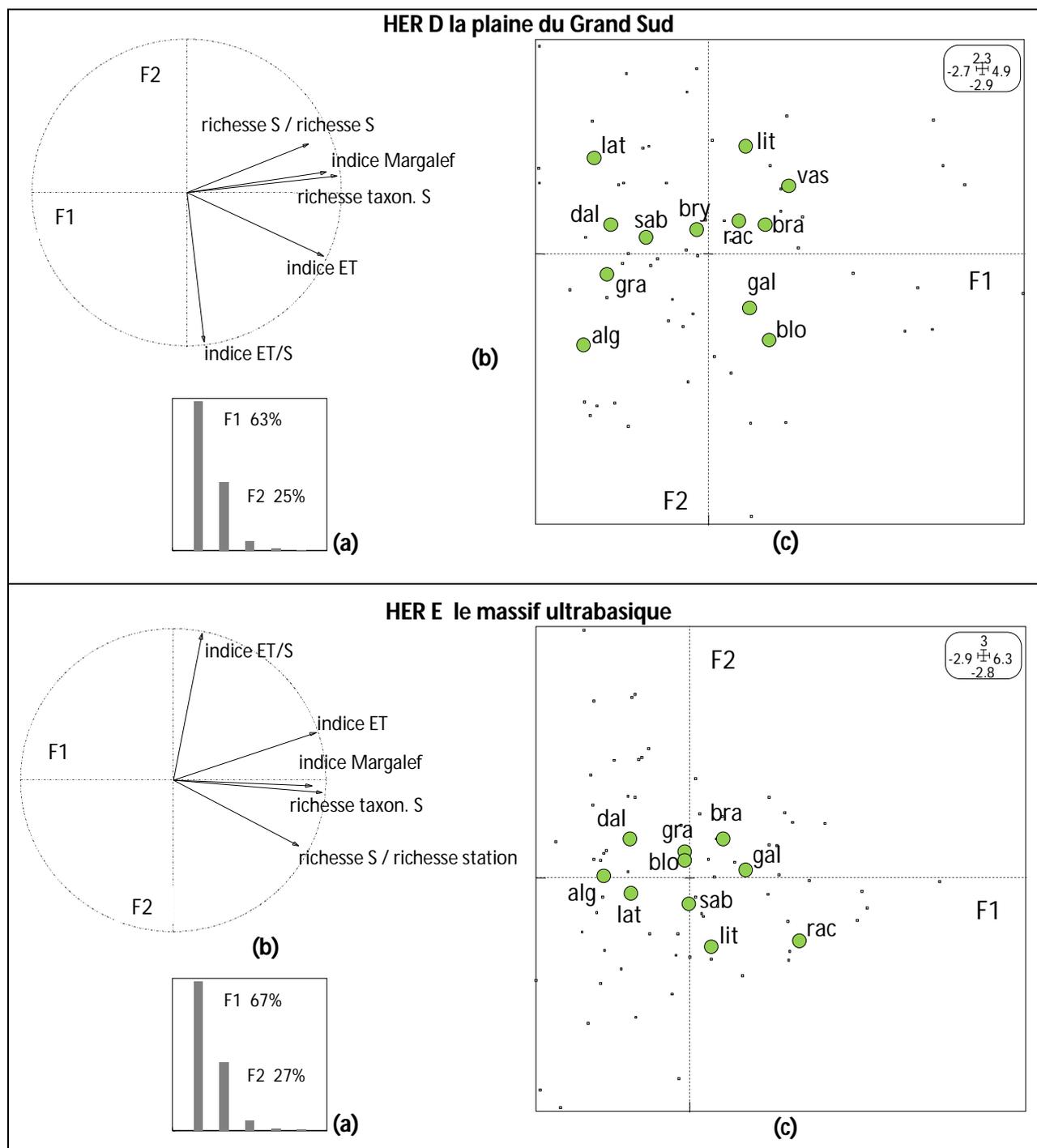
Les analyses statistiques mettent en évidence des résultats proches de l'analyse réalisée précédemment sur les stations de bonne et très bonne qualité biologique (figure 6.7) et les précisent. Les résultats sont synthétisés dans le tableau 6.6, où pour chaque hydro-écorégion, les substrats prospectés ont été classés dans l'ordre d'habitabilité décroissant, selon le même principe que pour l'analyse précédente (axe factoriel F1 considéré comme une métrique synthétique de l'habitabilité des substrats).

Ainsi, les « bryophytes » sont particulièrement biogènes dans les hydro-écorégions où elles ont été prélevées, ainsi que les « branchages », les « litières » et les « pierres/galets ». Les « chevelus racinaires » ainsi que les « blocs » suivent en général. Les « chevelus racinaires » sont moins favorables au développement de la macrofaune benthique que les « branchages » auxquelles elles étaient associées jusqu'à présent. Les « graviers » et les « sables » sont généralement plus biogènes que les « fines latéritiques » et les « roche-mères/dalles ».



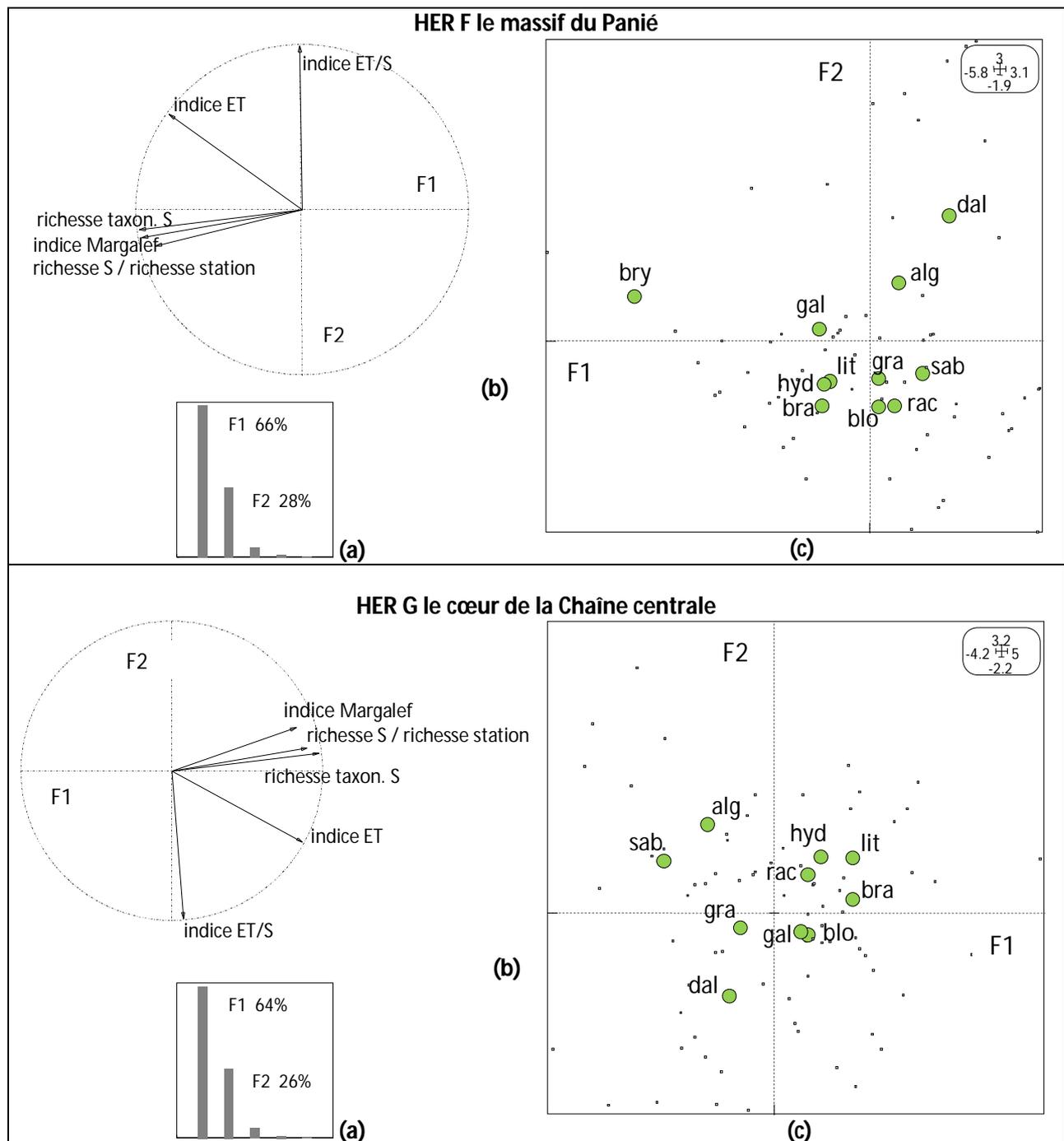
bry : bryophytes	rac : chevelus racinaires	sab : sable
hyd : hydrophytes	gal : pierres/galets	lat : fines
lit : litière	blo : blocs	alg : algues
bra : branchages/troncs	gra : graviers	dal : roche-mère, dalles
	vas : vase	

**Figure 6.8** Habitabilité des substrats par hydro-écorégion : (a) graphe des valeurs propres de l'analyse en composantes principales normée et pourcentages de variances expliqués par les deux premières composantes principales ; (b) cercle de corrélation des paramètres et (c) position relative des substrats considérés sur le plan factoriel F1xF2.



bry : bryophytes	gal : pierres/galets	lat : fines
hyd : hydrophytes	blo : blocs	alg : algues
lit : litière	gra : graviers	dal : roche-mère, dalle
bra : branchages/troncs	vas : vase	
rac : chevelus racinaires	sab : sable	

**Figure 6.8** Habitabilité des substrats par hydro-écorégion : (a) graphe des valeurs propres de l'analyse en composantes principales normée et pourcentages de variances expliqués par les deux premières composantes principales ; (b) cercle de corrélation des paramètres et (c) position relative des substrats considérés sur le plan factoriel F1x2.



bry : bryophytes  
 hyd : hydrophytes  
 lit : litière  
 bra : branchages/troncs  
 rac : chevelus racinaires

gal : pierres/galets  
 blo : blocs  
 gra : graviers  
 vas : vase  
 sab : sable

lat : fines  
 alg : algues  
 dal : roche-mère, dalles

**Figure 6.8** Habitabilité des substrats par hydro-écorégion : (a) graphe des valeurs propres de l'analyse en composantes principales normée et pourcentages de variances expliqués par les deux premières composantes principales ; (b) cercle de corrélation des paramètres et (c) position relative des substrats considérés sur le plan factoriel F1x2.

**Tableau 6.6 Ordre d'habitabilité des différents substrats prélevés pour chaque hydro-écorégion.**

Habitabilité	HER B	HER C	HER D	HER E	HER F	HER G
11	litière	bryophytes	branchages	chevelus racinaires	bryophytes	branchages
10	branchages	branchages	litière	pierres/galets	branchages	litière
9	pierres/galets	blocs	pierres/galets s	branchages	hydrophytes	hydrophytes
8	blocs	roche-mère, dalles	blocs	litière	pierres/galets	pierres/galets
7	chevelus racinaires	litière	chevelus racinaires	blocs	litière	blocs
6	fines latéritiques	pierres/galets	sable	graviers	graviers	chevelus racinaires
5	graviers	chevelus racinaires	graviers	sable	blocs	graviers
4	sable	hydrophytes	roche-mère, dalles	fines latéritiques	chevelus racinaires	sable
3	roche-mère, dalles	fines latéritiques	fines latéritiques	roche-mère, dalles	sable	roche-mère, dalles
2		graviers		algues	algues	algues
1		sables			roche-mère, dalles	

### VI.2.3. Conclusion

Le tableau 6.7 résume les changements opérés dans l'ordre de priorité d'échantillonnage des substrats depuis la mise au point de l'IBNC et présente **l'ordre d'habitabilité validé**. Celui-ci a été obtenu en considérant la position « moyenne » obtenue pour chaque type de substrat dans les six hydro-écorégions considérées (cf tableau 6.6). L'ordre d'habitabilité validé est relativement proche de celui préconisé par Mary & Archambault (2011).

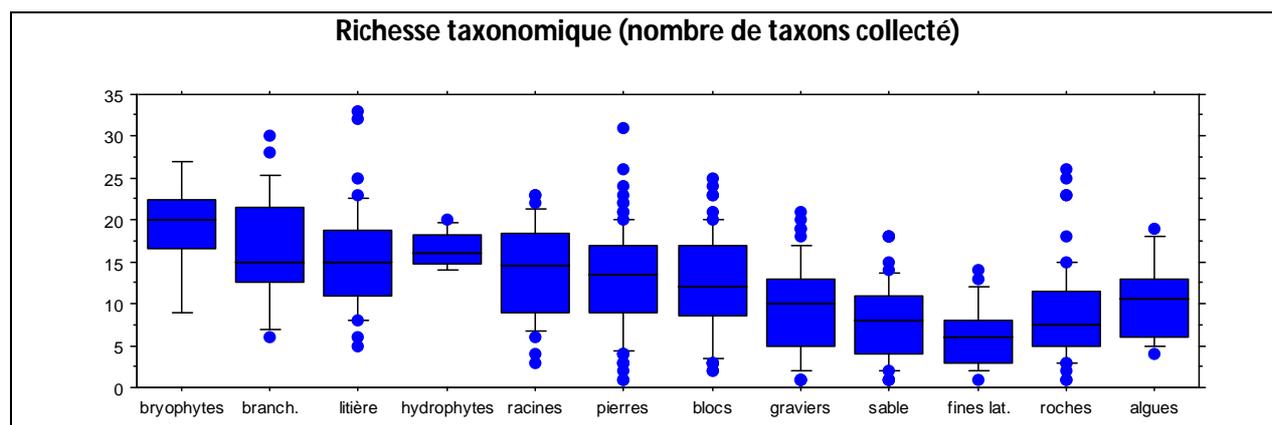
Les principaux points à souligner sont les suivants :

- les « bryophytes », les supports ligneux (« branchages/troncs »), ainsi que la « litière » se trouvent toujours dans le haut du classement : ils restent parmi les substrats les plus biogènes ;
- la catégorie « pierres/galets » est revalorisée dans l'ordre des priorités d'échantillonnage (3<sup>ème</sup> position) ;
- la distinction réalisée entre les « chevelus racinaires » et les supports ligneux « branchages/troncs » est pertinente, les analyses ayant montré que les « supports ligneux » sont généralement plus habitables que les « chevelus racinaires » ;
- l'habitabilité des « hydrophytes » est légèrement revue à la baisse ;
- le support « vase » est associé à la litière.

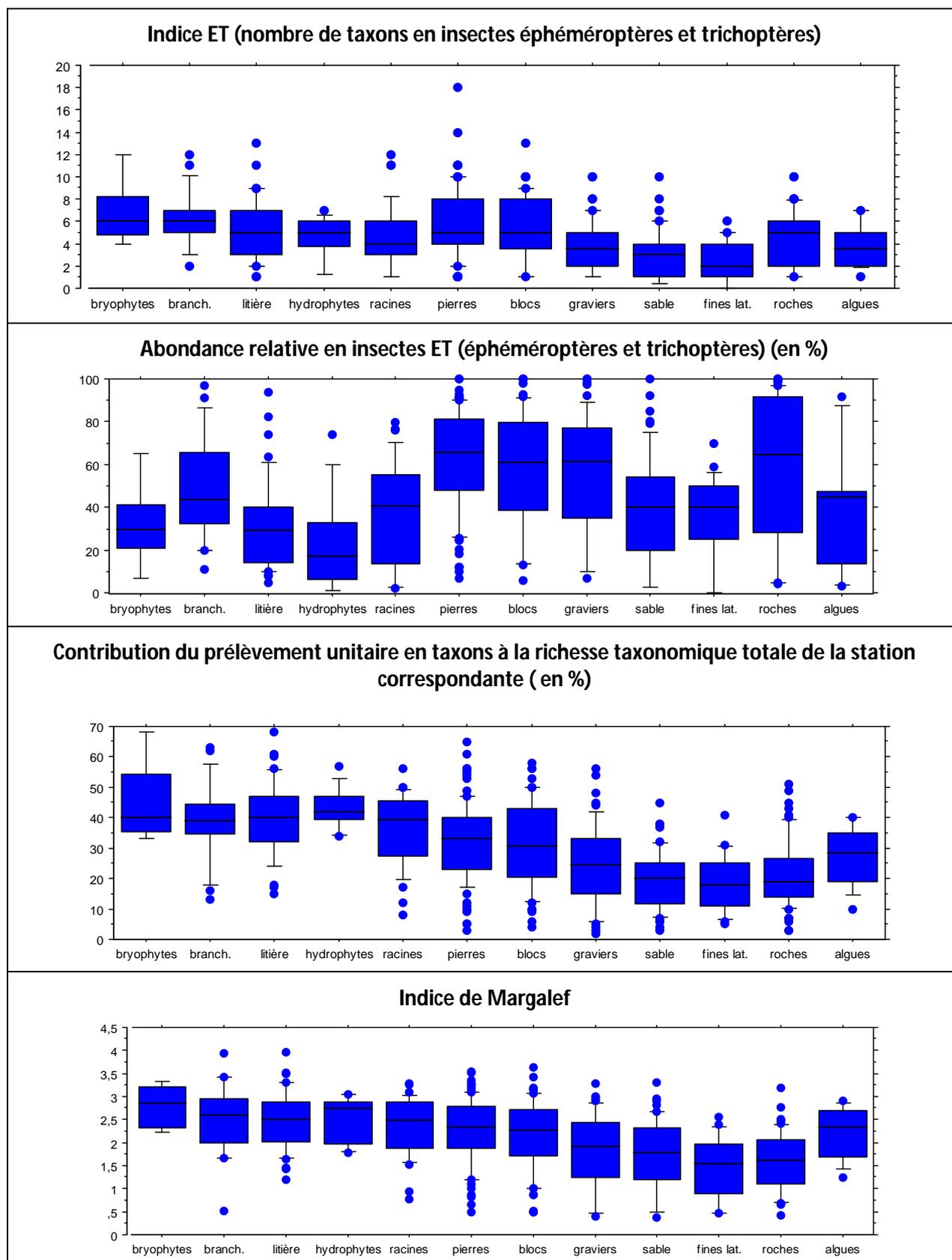
**Tableau 6.7** Ordre de priorité des substrats à échantillonner dans les rivières de la Nouvelle-Calédonie. Les substrats sont classés du plus biogène au moins biogène.

Protocole IBNC (1999)		Protocole Mary & Archaimbault (2011)		Ordre de priorité validé	
7	Bryophytes	11	Bryophytes	11	Bryophytes
6	Autres plantes aquatiques	10	Hydrophytes	10	Branchages/troncs
5	Eléments organiques grossiers (litières, branchages, chevelus racinaires)	9	Litières	9	Pierres/galets
4	Pierres / galets	8	Chevelus racinaires, supports ligneux (branchages)	8	Litières (+vase)
3	Graviers	7	Pierres, galets (25 à 250 mm)	7	Hydrophytes
2	Roche mère / blocs	6	Blocs « soulevables » à la main (> 250 mm)	6	chevelus racinaires
1	Vase	5	Graviers (2,5 à 25 mm).	5	Blocs « soulevables » à la main
0	Sable et limon	4	Vases : sédiments fins (< 0,1 mm) avec débris organiques fins	4	Graviers
		3	Sables et limons (< 2 mm)	3	Sables
		2	Fines latéritiques (< 2 mm)	2	Fines latéritiques
		1	Algues	1	Roche-mère, dalles
		0	Roche mère, dalles	0	Algues

La figure 6.9 présente la distribution des valeurs calculées pour les métriques « richesse taxonomique », « indice ET », « abondance relative en insectes ET », « contribution du prélèvement unitaire en taxons à la richesse taxonomique totale de la station correspondante » et « indice de Margalef », pour chaque catégorie de substrat. Les valeurs minimales, maximales et moyennes mesurées pour chaque catégorie de substrat figurent en annexe 6.1.



Le trait horizontal dans la boîte représente la médiane des valeurs, la valeur du 1er quartile (25% des effectifs) correspond au trait inférieur de la boîte et la valeur du 3ème quartile (75% des effectifs) correspond au trait supérieur de la boîte.



**Figure 6.9** Distribution des valeurs calculées pour différentes métriques et chaque catégorie de substrat représenté dans les rivières néo-calédoniennes (444 prélèvements au total).

Des tests non paramétriques de Kruskal Wallis, complétés par des tests de comparaisons multiples par paires suivant la procédure de Steel-Dwass-Critchlow-Fligner (test bilatéral) confirment que :

- les prélèvements réalisés dans les substrats de plus forte habitabilité « branchages », « litières », « chevelus racinaires », « pierres/galets » et « blocs » présentent des richesses taxonomiques, un indice de Margalef, un indice ET et une contribution en taxons à la richesse taxonomique de la station significativement supérieurs aux valeurs calculées pour les substrats moins biogènes tels que les « sables », les « graviers » et les « fines latéritiques » ;

Par exemple, la richesse taxonomique des prélèvements réalisés dans les « branchages », « litières », « chevelus racinaires », « pierres/galets » et « blocs » a été comprise entre 13 et 16 taxons en moyenne alors qu'elle est inférieure à 10 taxons en moyenne dans les « sables », « graviers », « fines latéritiques » et « roche-mère/dalles ». De même, l'indice ET a été compris entre 5 et 6 en moyenne dans les « branchages », « litières », « chevelus racinaires », « pierres/galets » et « blocs » et il a été inférieur à 3 en moyenne dans les « sables » et « fines latéritiques ».

- l'abondance relative en insectes éphéméroptères et trichoptères est significativement différente dans les substrats minéraux « pierres/galets » et « blocs » (60% en moyenne) que dans les « litières », les « chevelus racinaires » et le « sable » (moins de 40% en moyenne).

Les autres métriques ne montrent pas de différence significative entre les valeurs calculées pour substrats minéraux « pierres/galets » et « blocs » et les substrats organiques.

**L'ensemble de ces résultats met en exergue la forte capacité biogène des substrats minéraux « pierres/galets » et « blocs », habituellement bien représentés dans les rivières et explique leur niveau de classement élevé en priorité d'échantillonnage (3<sup>ème</sup> et 5<sup>ème</sup> positions, tableau 6.7).**

VI.3. Faut-il privilégier l'échantillonnage des substrats marginaux ou celui des substrats dominants ?

**Les chapitres précédents du rapport ont montré que 7 prélèvements unitaires de faune benthique par station permettent d'appréhender en moyenne plus de 80% de la biodiversité présente et ont défini l'ordre d'habitabilité des substrats à prélever.**

Jusqu'à présent, à l'instar de l'IBGN (1992, 2004), le protocole d'échantillonnage de l'IBNC et de l'IBS préconisait de prélever, dans une station de rivière, les substrats les plus hospitaliers pour la faune benthique en commençant par ceux de type organique et végétal tels que les « hydrophytes », les « litières » et les « branchages/troncs, chevelus racinaires » (cf Mary & Archaimbault, 2011 et tableau 6.7). Cette méthodologie qui permet d'évaluer la capacité biogène d'une station de rivière peut cependant masquer l'effet de certaines altérations morphologiques comme l'appauvrissement de la mosaïque d'habitats (uniformisation du lit), puisque les organismes benthiques se réfugient et se concentrent généralement dans les substrats les plus biogènes même si ceux-ci peuvent être peu représentés dans la station. Échantillonner en priorité et majoritairement les supports les plus biogènes, qui peuvent ne représenter qu'un faible pourcentage de recouvrement de la station, peut donc conduire à surestimer la capacité d'accueil de la station, et donc la qualité du milieu.

A l'inverse, la majorité des méthodes européennes actuelles (protocoles de type AQEM) recommandent de réaliser les prélèvements de faune benthique au prorata des surfaces de recouvrement des différents substrats présents dans une station de rivière (c'est-à-dire de privilégier la représentativité des principaux supports présents), de façon à obtenir une image du peuplement moyen d'invertébrés de la station (norme XP T90-333, 2009). Pour se rapprocher de cet objectif (c'est-à-dire obtenir une image moyenne de la qualité faunistique globale de la station), il est nécessaire de privilégier le nombre de prélèvements à réaliser dans les substrats « dominants » (et ainsi renforcer la représentativité).

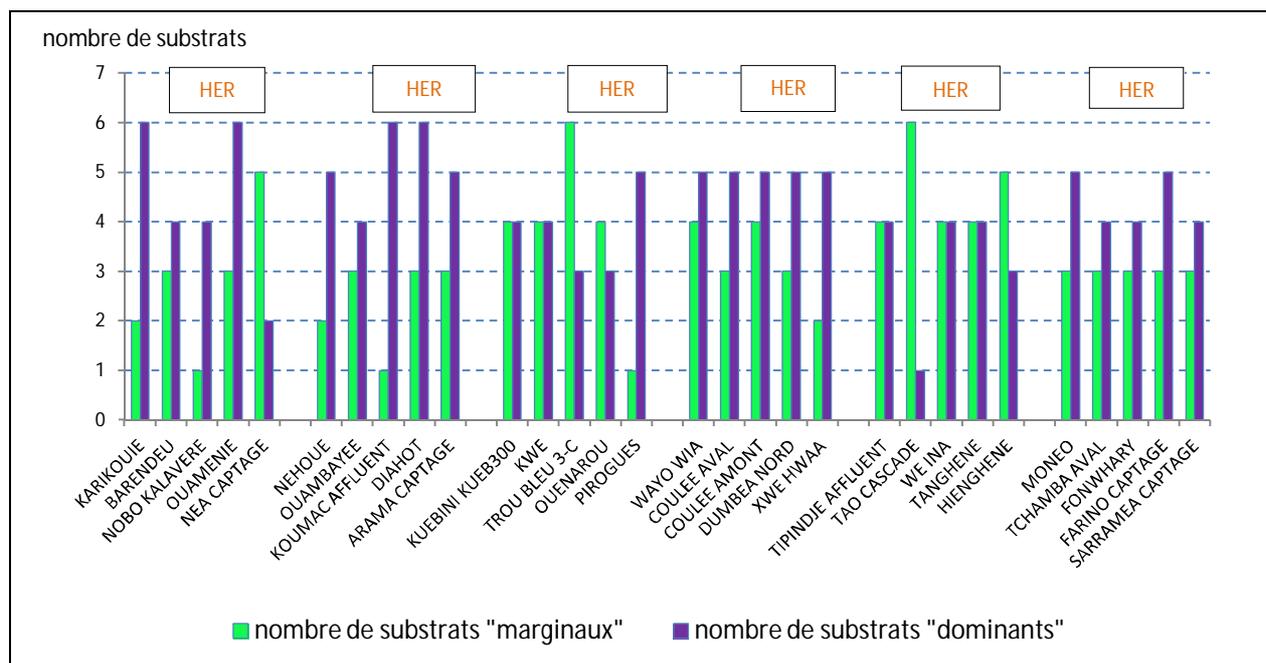
**Ce volet vise donc à déterminer comment choisir les supports à prospecter.** Quels sont les substrats « marginaux » et « dominants » dans une station de rivière ? Qu'apportent-ils respectivement comme information ? Faut-il privilégier l'échantillonnage des supports « marginaux », généralement plus biogènes, ou celui des supports « dominants », mieux représentés ?

Pour répondre à ce point, nous avons cherché, en premier lieu, à identifier le nombre de substrats « dominants » et « marginaux » qui ont été échantillonnés dans les stations d'étude et leur variété ; puis en second lieu, nous avons déterminé la spécificité faunistique de chaque type de substrat. Pour rappel, un substrat « marginal » a été peu représenté dans une station d'étude (pourcentage de recouvrement  $\leq 5\%$  de la surface totale) alors qu'un substrat « dominant » a été bien représenté dans la station (pourcentage de recouvrement  $> 5\%$  de la surface totale).

### ***VI.3.1. Quelle est la diversité des substrats « marginaux » et « dominants » échantillonnés dans les stations d'étude ?***

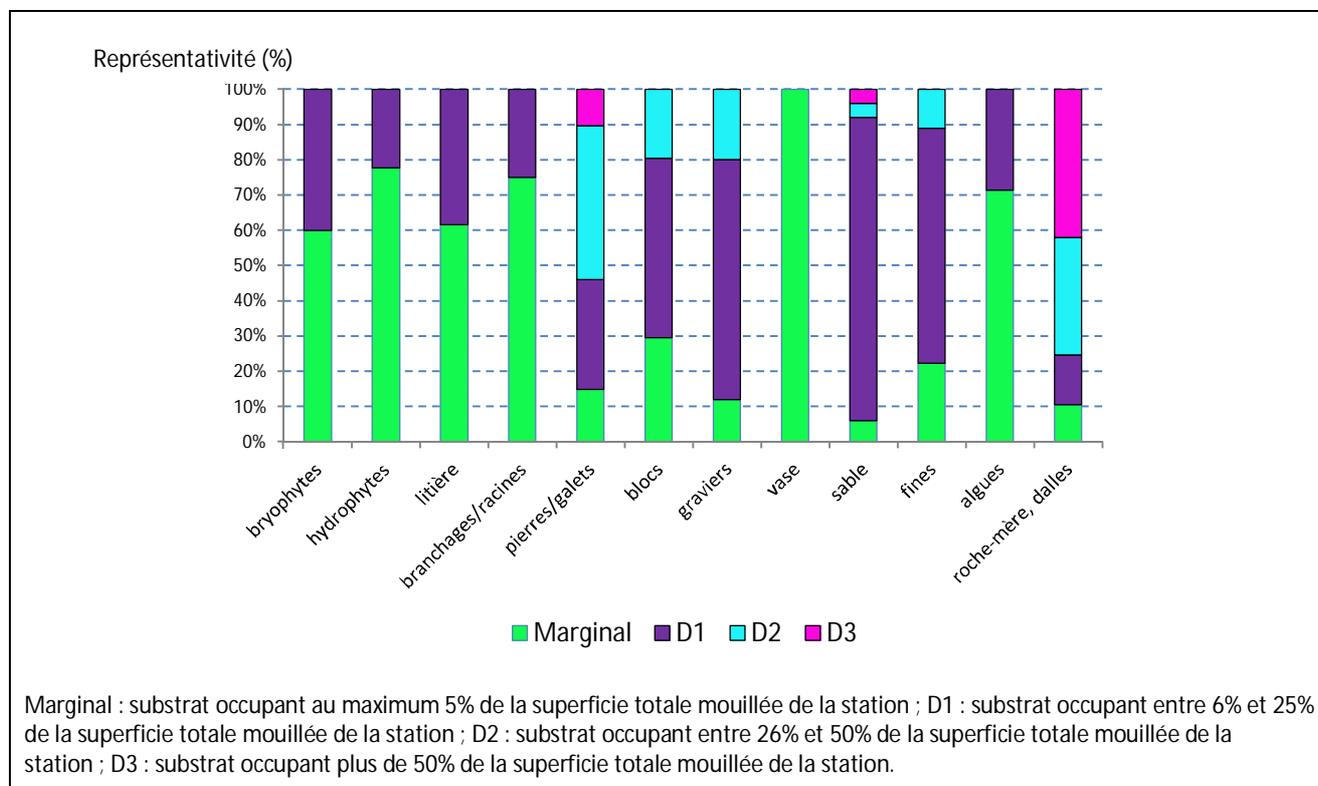
La figure 6.10 précise, pour chaque station d'étude, le nombre de substrats « dominants » et « marginaux » différents prospectés (se reporter au paragraphe III.4 pour le protocole d'échantillonnage détaillé). Les données correspondantes se trouvent en annexe 6.2. Au moins 4 substrats « marginaux » différents ont été prospectés dans les stations de l'HER F le massif du Panié et de l'HER D la plaine du Grand Sud, ainsi que 3 à 4 types de substrats « dominants ». Dans les autres hydro-écorégions, en

général, 2 à 3 catégories de substrats « marginaux » ont été échantillonnées dans les stations de rivières correspondantes et 4 à 6 types de substrats « dominants ».



**Figure 6.10** Nombre de substrats « marginaux » et « dominants » différents prospectés dans les stations d'étude pour chaque hydro-écorégion.

La figure 6.11 présente la représentativité des différents substrats au niveau de l'ensemble des prélèvements réalisés (données en annexe 6.3).



**Figure 6.11** Représentativité des substrats échantillonnés dans les stations d'étude.

Les substrats « marginaux » ont été en majorité de type organique ou végétal (« bryophytes », « hydrophytes », « litières », « branchages », « chevelus racinaires », « algues »), mais ces substrats ont également pu être dominants dans certaines stations (occupant entre 6 et 25% de la superficie totale de la station). A l'inverse, les substrats minéraux tels que « pierres/galets », « blocs », « graviers », « sable » et « roche-mère/dalle » ont été en général « dominants », les mieux représentés dans les stations d'étude étant ceux à plus forte granulométrie (« pierres/galets » et « roches-mère/dalles » classés dans plus de 10 stations en D2 et D3, c'est-à-dire occupant plus de 25% de la superficie totale de la station) (cf figure 6.11).

### VI.3.2. Qu'apportent respectivement comme information l'échantillonnage des habitats « marginaux » et l'échantillonnage des habitats « dominants » ?

Le tableau 6.8 présente, pour chaque type de substrat, le nombre total de prélèvements unitaires identifiés en tant que « dominants » et « marginaux ».

**Tableau 6.8** Nombre total de prélèvements réalisés pour chaque type de substrat quand il a été identifié « dominant » ou « marginal ».

Ordre d'habitabilité	Substrat	nombre de prélèvements en habitat « dominant »	nombre de prélèvements en habitat « marginal »	Total
11	bryophytes	2	3	5
10	branchages/troncs	5	19	24
9	pierres/galets	75	13	88
8	litières/vase	14	25	39
7	hydrophytes	2	7	9
6	chevelus racinaires	9	23	32
5	blocs	42	18	60
4	graviers	44	6	50
3	sable	47	2	49
2	fines latéritiques	14	4	18
1	roche-mère, dalles	50	6	56
0	algues	4	10	14

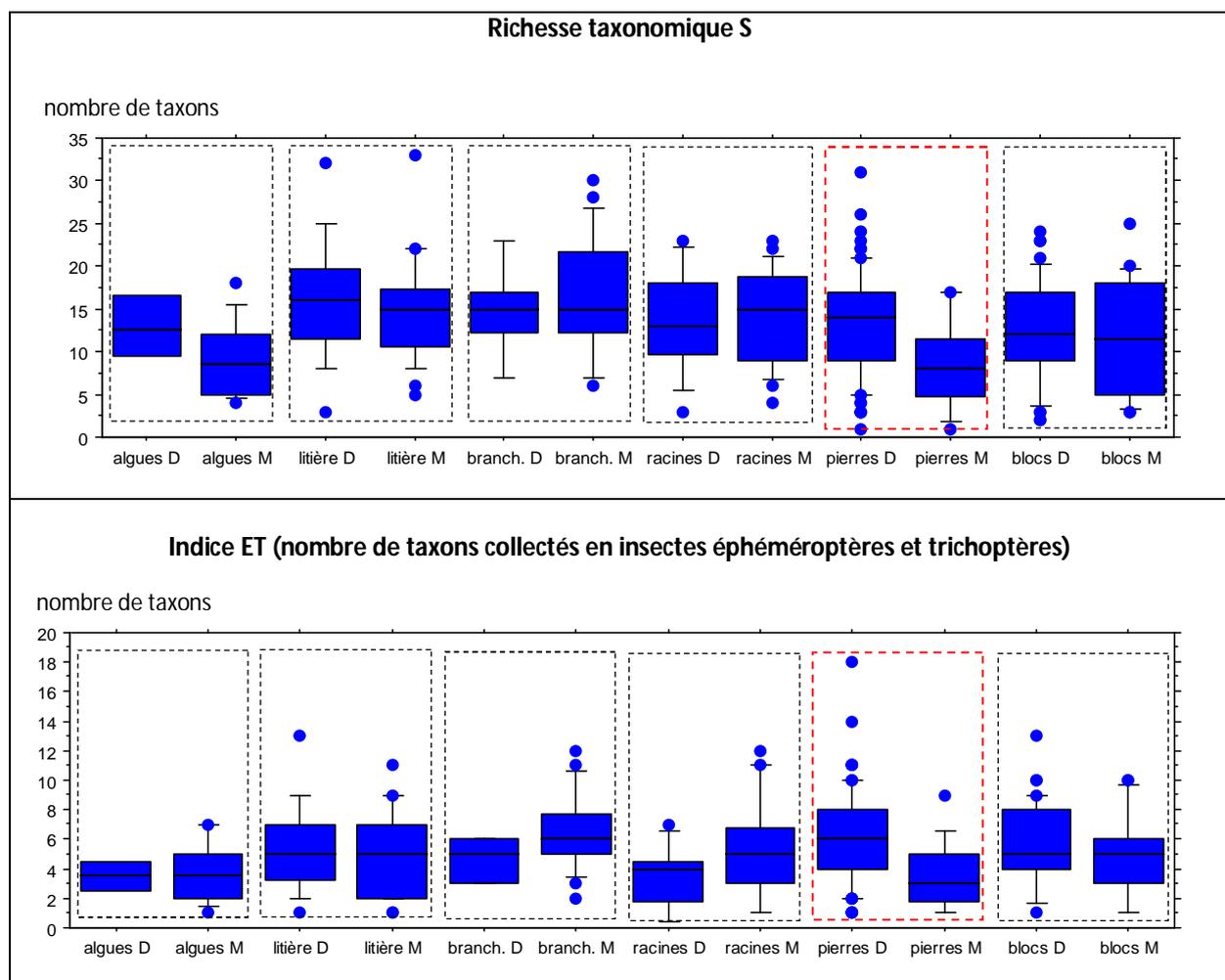
Pour chaque prélèvement unitaire, les métriques suivantes ont été calculées :

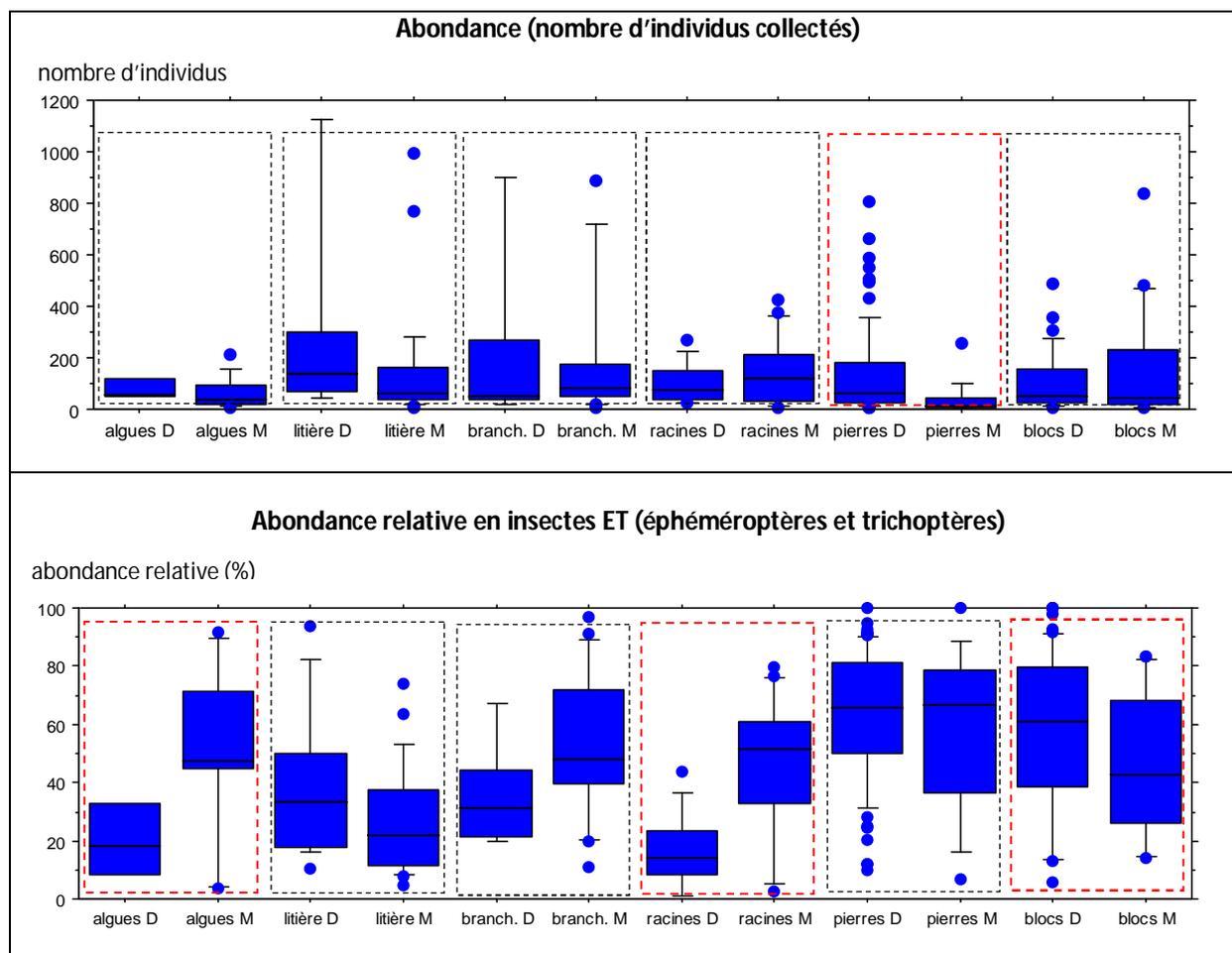
- la richesse taxonomique S ;
- l'abondance (nombre d'individus collectés) ;
- l'indice ET (nombre de taxons collecté en insectes éphéméroptères et trichoptères) ;
- l'abondance relative en insectes ET (en %) ;
- le rapport « indice ET/ S » ;
- la contribution du prélèvement unitaire en taxons (S/ richesse taxonomique de la station) ;
- l'indice de Margalef ;
- l'indice de Shannon ;
- l'équitabilité ;
- la sensibilité (score IBNC ou IBS du taxon le plus sensible du prélèvement).

Pour chaque catégorie de substrat, les données recueillies en habitat « marginal » ou « dominant » ont été comparées au moyen de tests non paramétriques de Mann Whitney, pour les effectifs de taille supérieure à 10. Pour les « litières », les « branchages » et les « fines latéritiques », les résultats ne montrent aucune différence significative au niveau des métriques quand le substrat a été identifié en tant que « marginal » ou « dominant ». Pour les « algues » et les « chevelus racinaires », l'abondance relative en insectes ET (éphéméroptères et trichoptères) est significativement plus élevée dans les substrats marginaux que dominants ; à l'inverse, cette métrique est significativement plus faible dans les substrats marginaux que dominants pour les « blocs ».

Enfin, en ce qui concerne les « pierres/galets », plusieurs métriques (richesse taxonomique, nombre d'individus collectés, indice ET, indice de Margalef, équitabilité) sont significativement plus faibles quand ce substrat a été identifié en tant que « marginal ». Ce résultat s'explique, en partie, par le fait que pour ce substrat, plus de données ont été collectées en habitat « dominant » que « marginal » (respectivement 75 et 13 prélèvements, cf tableau 6.8).

La figure 6.12 présente la distribution des valeurs obtenues pour les métriques suivantes : « richesse taxonomique S », « indice ET », « abondance » et « abondance relative en insectes ET » pour les substrats « algues », « litière », « branchages », « chevelus racinaires », « pierres/galets » et « blocs ». Les données obtenues pour les prélèvements effectués en substrats « dominants » et « marginaux » ont été distinguées.





Le trait horizontal dans la boîte représente la médiane des valeurs, la valeur du 1<sup>er</sup> quartile (25% des effectifs) correspond au trait inférieur de la boîte et la valeur du 3<sup>ème</sup> quartile (75% des effectifs) correspond au trait supérieur de la boîte. Les encadrés en rouge représentent les substrats pour lesquels une différence significative existe entre les données calculées en habitat « marginal » ou « dominant ».

**Figure 6.12** Distribution des valeurs calculées pour certaines métriques et différentes catégories de substrats. Les données correspondant aux habitats « dominants » et « marginaux » ont été différenciées (M : marginal, D : dominant).

De même, une autre analyse a comparée les valeurs des métriques obtenues sur l'ensemble des prélèvements unitaires réalisés d'une part dans les substrats « dominants » et, d'autre part, dans les substrats « marginaux », pour chaque hydro-écorégion. Les résultats ne montrent aucune différence significative entre les valeurs obtenues pour les substrats dominants et marginaux au seuil de 1%, à l'exception de la sensibilité plus élevée dans les habitats marginaux des HER B la plaine littorale ouest, C les collines schisteuses de la pointe nord et G le cœur de la Chaîne centrale. Les graphes réalisés figurent en annexe 6.4.

De plus, une analyse des données par station et par prélèvement élémentaire permet de compléter ces résultats. Pour chaque station et chaque grand type de substrat (« dominant » et « marginal »), les données relatives aux prélèvements unitaires correspondants ont été successivement agglomérées jusqu'à en obtenir la richesse taxonomique totale. Nous avons alors déterminé le nombre moyen de taxons nouveaux, tous groupes faunistiques confondus et pour les insectes éphéméroptères et trichoptères (indice ET), apporté par chaque prélèvement élémentaire pour les substrats identifiés en tant que « dominants » d'une part, et « marginaux » d'autre part. Les données figurent en annexe 6.5.

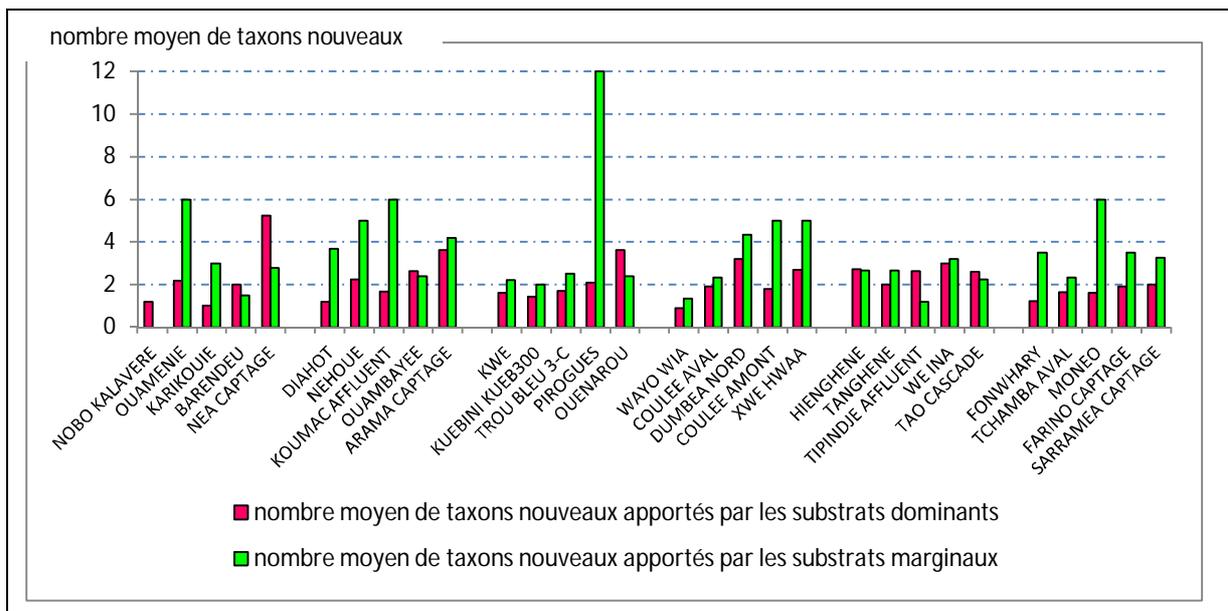


Figure 6.13 Spécificité faunistique des habitats « marginaux » et « dominants », exprimée en nombre moyen de taxons nouveaux, tous groupes faunistiques confondus, apporté par chaque prélèvement élémentaire au type d'habitat correspondant.

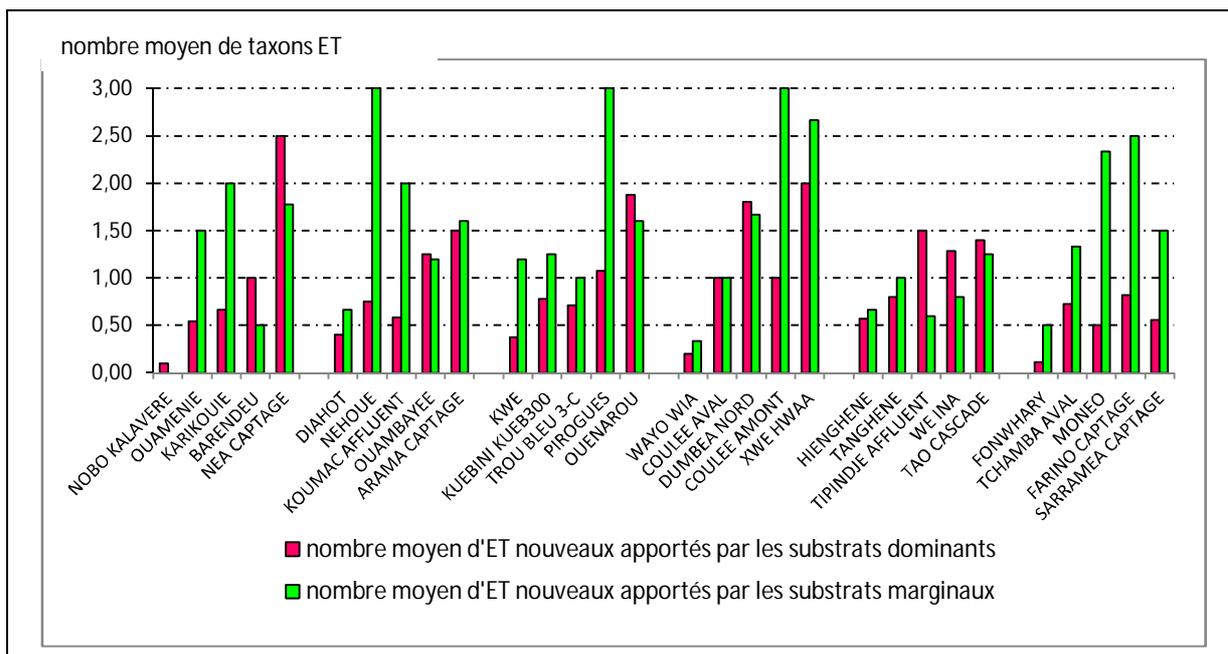
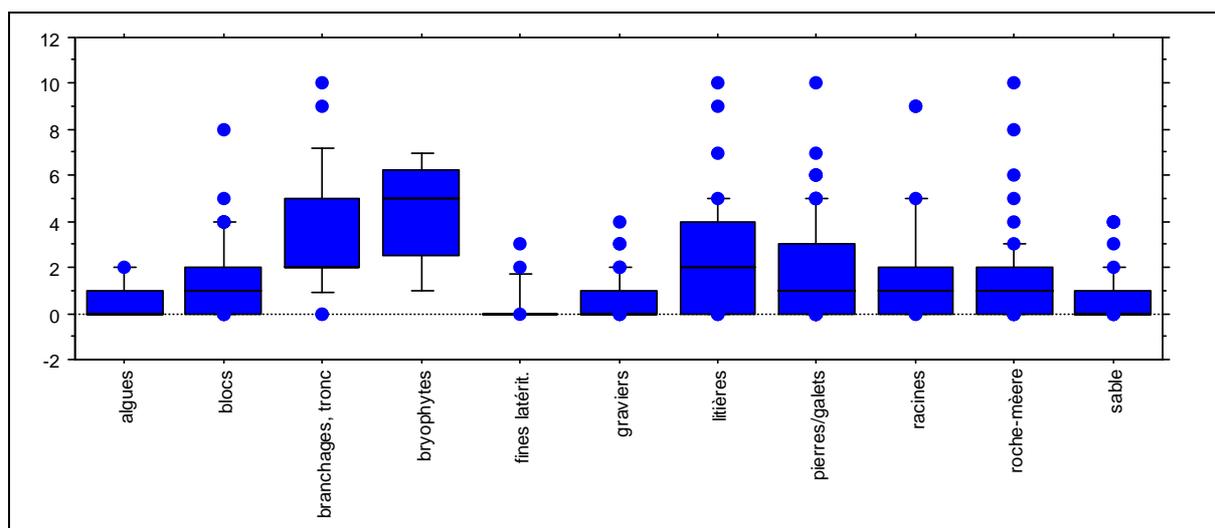


Figure 6.14 Spécificité faunistique des habitats « marginaux » et « dominants » pour chaque station d'étude, exprimée en nombre moyen de taxons nouveaux d'insectes éphéméroptères et trichoptères (indice ET) apporté par chaque prélèvement élémentaire au type d'habitat correspondant.

Des tests de **comparaison non paramétriques de « Wilcoxon signé »** sur échantillons appariés montrent qu'il existe une **différence significative entre la spécificité taxonomique des substrats « dominants » et « marginaux »**, en termes de richesse taxonomique totale et de nombre de taxons ET. Le nombre moyen de taxons nouveaux, tous groupes faunistiques confondus, apporté par les substrats « marginaux » est en général supérieur à celui apporté par les substrats « dominants » (figure 6.13) : en moyenne,  $3,5 \pm 2,2$  taxons nouveaux amenés par les « marginaux » contre  $2,2 \pm 0,9$  taxons nouveaux par les « dominants ». De même, le nombre moyen de taxons nouveaux d'insectes éphéméroptères et trichoptères (indice ET) apporté par les substrats « marginaux » a été de  $1,4 \pm 0,8$  contre  $0,9 \pm 0,6$  pour les substrats « dominants » (figure 6.14).

L'annexe 6.6 présente, pour chaque taxon, le nombre de stations où il a été collecté uniquement dans les substrats « marginaux » ou « dominants », ainsi que son occurrence totale sur les 30 stations prospectées. La majorité des taxons a pu être prélevée aussi bien dans les substrats « marginaux » que « dominants ». Les taxons qui ont été recensés exclusivement dans les habitats « marginaux » sont des taxons particulièrement rares dans les cours d'eau néo-calédoniens : il s'agit des éphéméroptères Baetidae *Cloeon sp.* (score de polluo-sensibilité égal à 8 pour l'IBNC) et Leptophlebiidae *Fasciamirus sp.* (score de 10) et des diptères Dolichopodidae (score de 3), Ephydriidae (score de 2), Muscidae (score de 8), répertoriés, en général, dans une seule station durant notre étude. D'autres taxons tels que les crustacés amphipodes (score de 7) ou les décapodes Atyidae (score de 5) ont été prélevés plus fréquemment dans les substrats « marginaux » mais ce sont des organismes spécifiques des supports organiques (litières, chevelus racinaires, branchages).

Enfin une dernière analyse a comparé le nombre de taxons polluo-sensibles (score supérieur ou égal à 7) apportés par chaque type de substrat en moyenne par prélèvement unitaire (figure 6.15). Les substrats les plus contributifs sont les « bryophytes », les « branchages, troncs » et les « litières » : ils apportent en moyenne respectivement 4,4, 3,4 et 2,4 taxons à forts scores de polluo-sensibilité ( $\geq 7$ ) par prélèvement ( $\pm 2,5$  taxons). Les substrats les moins contributifs sont les « algues », le « sable », les « fines latéritiques », les « graviers » avec moins de 1 taxon à fort score de polluo-sensibilité apporté en moyenne par chaque prélèvement réalisé dans ces supports. Ceci est confirmé par des tests de comparaison non paramétriques de Kruskal-Wallis qui soulignent bien une différence entre les « bryophytes », les « branchages, troncs » et les « litières » plus riches en taxons polluo-sensibles que les « algues », le « sable », les « fines latéritiques » et les « graviers ».



**Figure 6.15** Nombre de taxons polluo-sensibles apportés, en moyenne, par chaque type de substrats.

**En conclusion**, les résultats montrent, sur la base de l'échantillonnage réalisé, que :

1/ sur l'ensemble des taxons répertoriés, peu de taxons ont été prélevés exclusivement dans les habitats « marginaux » ;

2/ pour une station donnée, les habitats « marginaux » contribuent à une part importante de la richesse taxonomique totale, et notamment en ce qui concerne les taxons les plus sensibles (insectes éphéméroptères et trichoptères) ;

3/ les substrats habituellement bien représentés dans les rivières néo-calédoniennes, et donc en général « dominants » tels que les « pierres/galets » et les « blocs » sont fortement habitables et présentent des potentialités biogènes relativement comparables à celles de substrats organiques communément « marginaux » tels que les « litières », « chevelus racinaires » ou « branchages », en termes de richesse taxonomique ou d'indice ET. **Les substrats « pierres/galets » et « blocs » apportent donc une information essentielle pour évaluer la qualité biologique d'une station.**

4/ les « bryophytes », les « branchages, troncs » et les « litières » sont plus riches en taxons polluo-sensibles que les « algues », le « sable », les « fines latéritiques » et les « graviers ».

**Il reste donc important, au vu de ces résultats, de prospecter des habitats « marginaux » car ils permettent d'appréhender la capacité biogène de la station. Néanmoins, les habitats « dominants », dont certains sont fortement biogènes, sont à privilégier parce qu'ils fournissent une image du peuplement moyen de la station.**

#### VI.4. Le choix de la maille du filet « Surber »

En Métropole, le prélèvement de la macrofaune benthique est réalisé au moyen de filets ayant un vide de maille de 500  $\mu\text{m}$  [se reporter à la norme XP T90-333 concernant le protocole de prélèvement des macroinvertébrés aquatiques en rivières peu profondes, dans le cadre du suivi DCE de la qualité des eaux courantes superficielles]. En Nouvelle-Calédonie, jusqu'à présent, les protocoles mis en place préconisent l'échantillonnage des invertébrés benthiques au moyen de filets composés d'une toile en nylon présentant un vide de maille plus fine (250  $\mu\text{m}$ ). En effet, dans les zones tropicales, les espèces benthiques des rivières sont, en général, polyvoltines (elles présentent plusieurs cycles biologiques par an) et de ce fait, de plus petite taille que celles des régions tempérées.

Or, le nombre d'individus prélevé avec un filet de maille de 250  $\mu\text{m}$  est souvent plus important. Afin de limiter les temps de tri et de détermination, il nous a semblé intéressant de tester la pertinence de l'emploi d'un filet avec un vide de maille de 500  $\mu\text{m}$ , ce qui permettrait de limiter le nombre d'individus collecté et de ce fait, le temps de traitement des échantillons benthiques. Ainsi, pour l'ensemble des 448 prélèvements recueillis, un fractionnement a été réalisé sur colonne de tamis (500  $\mu\text{m}$  et 250  $\mu\text{m}$ ) avant tris, identifications et comptages des organismes (444 prélèvements avec faune au final, cf tableau 5.1).

Les paramètres suivants ont ensuite été calculés **pour les fractions fine [250 à 500  $\mu\text{m}$ ] et grossière [plus de 500  $\mu\text{m}$ ]** : abondance, richesse taxonomique, indice ET (insectes éphéméroptères et trichoptères), abondances relatives en insectes ET (%) et en diptères Chironomidae (%). Les données obtenues pour les fractions fines et grossières ont été comparées, pour chaque hydro-écorégion, au moyen **d'analyses statistiques univariées** (test des signes et test non paramétrique de Wilcoxon sur échantillons appariés). Le degré de corrélation entre les données a été mesuré au moyen du coefficient de corrélation non paramétrique de Spearman. Les résultats figurent en annexe 6.7.

Les tests statistiques indiquent, pour chaque prélèvement et station, que le nombre d'individus prélevés, la richesse taxonomique et l'indice ET sont significativement plus élevés dans la fraction grossière (>500  $\mu\text{m}$ ) que dans la fraction fine (250  $\mu\text{m}$  à 500  $\mu\text{m}$ ), quelque soit l'hydro-écorégion considérée. De même, l'abondance relative en insectes ET est significativement plus élevée dans la fraction grossière des prélèvements des quatre HER suivantes : B la plaine littorale Ouest, C les collines schisteuses de la pointe Nord, F le massif du Panié et G le cœur de la Chaîne centrale. En revanche, l'abondance relative en insectes diptères Chironomidae n'est pas significativement différente d'une fraction à l'autre pour un même prélèvement. Le test de corrélation de Spearman montre, en général, pour tous les paramètres, une corrélation significative entre les fractions fines et grossières.

La densité et l'occurrence des 27 taxons les mieux représentés dans les échantillons benthiques figurent en annexe 6.8, pour chaque hydro-écorégion. Les taxons dominants dans la fraction fine par rapport à la fraction grossière sont les Hydracariens Oribatidae (occurrence totale de 108 dans la fraction fine et 55 dans la fraction grossière sur les 444 prélèvements considérés) et les micro-crustacés Copépodes (occurrence totale de 18 dans la fraction fine contre 11 dans la fraction grossière), ainsi que les petites larves d'insectes éphéméroptères non identifiables.

Parmi ces 27 taxons les mieux représentés, certains se retrouvent en densité et en occurrence non négligeables dans la fraction fine : il s'agit par exemple des vers Oligochètes, des Hydracariens vrais, des insectes diptères Chironomidae *Corynoneura spp.* et des insectes trichoptères Hydroptilidae *Oxyethira spp.* et *Acritoptila spp.* Ces organismes sont généralement de petite taille. De même, les organismes ubiquistes et abondants tels que les insectes éphéméroptères Leptophlebiidae *Paraluma spp.* et *Lepeorus spp.*, les trichoptères Hydropsychidae, les diptères Chironomidae Chironomini, Orthocladiinae, Tanytarsini et Tanypodinae, ainsi que les diptères Simuliidae peuvent être bien représentés dans la fraction fine, bien qu'en densité plus faible que dans la fraction grossière (cf annexe 6.8).

Une analyse plus fine du tableau de données brutes permet de compléter ces résultats. Le tableau 6.9 présente, pour chaque hydro-écorégion, le nombre de prélèvements pour les taxons qui ont été comptabilisés en nombre supérieur dans la fraction fine que grossière. A été rajoutée comme information, entre parenthèses, le nombre d'occurrences pour les taxons répertoriés uniquement dans la fraction fine. Par exemple, dans l'HER B la plaine littorale Ouest, les hydracariens Oribatidae ont été recensés en nombre plus important dans la fraction fine que dans la fraction grossière dans 15 prélèvements et dans 8 de ces 15 prélèvements, ils n'ont été trouvés que dans la fraction fine.

**Tableau 6.9** Nombre de prélèvements, dans chaque hydro-écorégion, pour les taxons qui ont été comptabilisés en nombre supérieur dans la fraction fine que grossière. Entre parenthèses, figure le nombre d'occurrences du taxon quand il a été trouvé uniquement dans la fraction fine (cellules surlignées en **jaune**).

nombre total de prélèvements		HER B	HER C	HER D	HER E	HER F	HER G	total
		72	75	73	75	73	76	444
Hydres			1			1 (1)		2
Plathelminthes		1					1	2
Nématodes							1	1
Némertiens				1 (1)			1	2
Oligochètes		4	18	1	1	8	18	50
Mollusques	<i>Melanopsis mariei</i>			1				1
Gastéropodes								
Crustacés Ostracodes			1			1	1	3
Crustacés Copépodes		2	1 (1)			4 (1)	7 (5)	12
Crustacés Décapodes	Atyidae	3						3
Hydracariens vrais		9	14	2	3	6	8	42
Hydracariens Oribatidae		15 (8)	34 (24)	3 (2)	4 (3)	17 (6)	23 (10)	96
Insectes Collembole						2	1	3
Insectes Ephéméroptères Leptophlebiidae	<i>Celiphlebia</i>				1		1	2
	<i>Fasciamirus</i>	1						1
	<i>Lepeorus</i>				1	1		2
	<i>NG4</i>			2				2
	<i>Notachalcus corbassoni</i>				1			1
	<i>Ounia loisoni</i>			1				1
	<i>Paraluma</i>		1	2	3		1	7
	<i>Simulacala</i>			2		1		3
	<i>Tenagophila</i>	1	2	6 (3)				9
	jeunes stades larvaires indéterm.	10 (6)	1	11 (3)	4 (2)	1	4 (4)	31
Insectes Lépidoptères			1 (1)					1
Insectes Odonatoptères	Coenagrionidae				1			1
	<i>Synthemis sp.</i>					1	1	2
Insectes Hétéroptères	Mesoveliidae		1			1 (1)		2
	Veliidae		1					1
Insectes Diptères	Ceratopogoninae			1	2			3
	<i>Bezzia sp.</i>		2	2	3			7
	Forcipomyiinae					1		1
	Chironomini		2	1	3	1	1	8
	<i>Chironomus</i>	2						2
	Chironomini <i>Harrisius</i>	1						1
	Orthoclaadiinae <i>Corynoneura</i>	5	4	3	2	6	1	21
	Orthoclaadiinae	8	2	5	4		3	22
	Tanypodinae	1	1	1	2	3	2	10
	Tanytarsini	4	5	1	6	2	6	24
Dixidae		2		1			3	

	Empididae	1		2	2	1	1	7
	Simuliidae	1	2		2	1		6
Insectes Trichoptères	Ecnomidae	2		1				3
	<i>Oxyethira</i>	3	5	13	4	2	1	28
	<i>Caledonotrichia</i>	1			1		1	3
	<i>Hellyethira</i>	2		2	6	1		11
	<i>Acritoptila</i>	1	3		2	4	1	11
	<i>Hydroptila</i>	2				2 (1)		4
	Helicopsychidae gr. Lapidaria			1			1	1
	Helicopsychidae gr. Edmundsi				1			1
Insectes Trichoptères	Helicopsychidae gr. Arenaria	1	1			1	4	7
	Hydrobiosidae <i>Xanthochorema</i>			1				1
	Hydropsychidae	2		1	1		1	5
	Leptoceridae <i>Gracilipsodes</i>				2		1	3
	<i>Oecetis sp.1</i>	1	2			1		4
	<i>Oecetis sp.</i>		1		4		1	6
	<i>Triplectides</i>	1	4	1		2		8
	Philopotamidae		1	2				3
Insectes Coléoptères	Dytiscidae	1 (1)						1
	Hydrophilidae Berosini NG3	1	1	1	3			6

Ces résultats montrent, d'une part, que très peu de taxons se trouvent exclusivement dans la fraction fine pour un prélèvement donné (on y retrouve essentiellement les Hydracariens Oribatidae, les copépodes et les premiers stades larvaires des insectes éphéméroptères non identifiables) ; et d'autre part, que la fraction grossière contient la très grande majorité des taxons présents dans le prélèvement, dont les taxons les plus sensibles.

Enfin, nous avons comparé les notes indicelles IBNC et IBS calculées, d'une part, sur la fraction grossière uniquement et d'autre part sur la faune totale prélevée au filet Surber (vide de maille de 250 µm). Les calculs ont été réalisés sur la base de 7 prélèvements unitaires, selon la stratégie explicitée au paragraphe VI.6. Les résultats figurent pages suivantes (tableau 6.10 et 6.11).

Avec les 2 méthodes, les valeurs obtenues en considérant la faune globale et la fraction grossière uniquement sont très proches, ce qui est confirmé par les résultats du test non paramétrique de Wilcoxon sur échantillons appariés qui n'indique aucune différence significative des valeurs calculées.

Pour l'IBNC, 17 stations sur 30 conservent la même valeur d'indice et 28 stations (93%) la même classe de qualité biologique. Deux stations présentent un changement de classe en raison d'un nombre moins important de taxons pris en compte dans le calcul de la note indicelle lorsque l'on considère la fraction grossière uniquement (1 seul taxon en moins) : « Monéo » passe d'une qualité « passable » à « médiocre », et Fonwhary d'une qualité « médiocre » à « mauvaise ». Les changements de classes correspondent cependant à une faible variation de la valeur de l'indice (0,12 et 0,16 points respectivement).

En ce qui concerne l'IBS, 8 stations sur 14 conservent la même valeur d'indice et l'ensemble des stations la même qualité biologique. Aucun changement de classe n'est observé, même si le nombre de taxons pris en compte dans le calcul de la note indicielle est parfois moins élevé avec la fraction grossière uniquement (un seul taxon en moins).

**Tableau 6.10 Comparaison des notes indicielles IBNC obtenues en considérant la faune totale prélevée au filet Surber (vide de maille de 250 µm) et la fraction grossière uniquement (>500 µm), sur la base de 7 prélèvements unitaires.**

Hydro-écorégion	Station	Faune globale		Fraction grossière (> 500 µm)	
		Richesse taxonomique	Indice IBNC	Richesse taxonomique	Indice IBNC
HER B	NOBO KALAVERE	25	3,96	25	3,96
	OUAMENIE	35	4,26	35	4,26
	KARIKOUIE	43	5,56	43	5,56
	BARENDEU	30	5,43	27	5,37
	NEA CAPTAGE	33	6,12	33	6,12
HER C	DIAHOT	28	4,00	28	4,00
	NEHOUE	29	4,69	29	4,69
	KOUMAC AFFLUENT	30	4,40	30	4,40
	OUAMBAYEE	32	4,94	32	4,94
	ARAMA CAPTAGE	44	5,34	44	5,34
HER D	KWE	18	5,11	17	4,82
	KUEBINI KUEB300	16	5,00	15	5,00
	TROU BLEU 3-C	22	5,09	22	5,09
	PIROGUES	43	5,44	42	5,55
	OUENAROU	32	5,59	31	5,55
HER E	WAYO WIA	12	3,75	11	3,91
	COULEE AVAL	25	4,80	25	4,80
	DUMBEA NORD	32	5,72	32	5,72
	COULEE AMONT	28	5,71	25	5,92
	XWE HWAA	37	5,78	37	5,78
HER F	HIENGHENE	29	4,03	29	4,03
	TANGHENE	29	4,59	28	4,64
	TIPINDJE AFFLUENT	33	4,85	32	4,94
	WE INA	24	5,17	22	4,95
	TAO CASCADE	29	5,83	29	5,83
HER G	FONWHARY	30	4,27	29	4,10
	TCHAMBA AVAL	26	4,35	25	4,32
	MONEO	35	4,80	34	4,68
	FARINO CAPTAGE	29	4,79	29	4,79
	SARRAMEA CAPTAGE	47	5,32	46	5,24

Les couleurs correspondent aux qualités biologiques mesurées pour chaque station : rouge : mauvaise qualité biologique ; orange : qualité biologique médiocre ; jaune : qualité biologique passable ; vert : bonne qualité biologique ; bleu : qualité biologique excellente.

**Tableau 6.11 Comparaison des notes indicielles IBS obtenues en considérant la faune totale prélevée au filet Surber (vide de maille de 250 µm) et la fraction grossière uniquement (>500 µm), sur la base de 7 prélèvements unitaires.**

Hydro-écorégion	Station	Faune globale		Fraction grossière (> 500 µm)	
		Richesse taxonomique	Indice IBNC	Richesse taxonomique	Indice IBNC
HER B	KARIKOUIE	43	5,77	43	5,77
	NEA CAPTAGE	33	5,48	33	5,48
HER C	NEHOUE	29	5,55	29	5,55
	OUAMBAYEE	32	5,66	32	5,66
HER D	KWE	18	5,17	17	5,00
	KUEBINI KUEB300	16	4,81	15	4,87
	TROU BLEU 3-C	22	5,18	22	5,18
	OUENAROU	43	5,86	42	5,83
	PIROGUES	32	5,56	31	5,52
HER E	WAYO WIA	12	3,67	11	3,64
	COULEE AVAL	25	4,72	25	4,72
	DUMBEA NORD	32	5,59	32	5,59
	COULEE AMONT	28	5,50	25	5,64
	XWE HWAA	37	6,05	37	6,05

Les couleurs correspondent aux qualités biologiques mesurées pour chaque station : rouge : mauvaise qualité biologique ; orange : qualité biologique médiocre ; jaune : qualité biologique passable ; vert : bonne qualité biologique ; bleu : qualité biologique excellente.

Le tableau 6.12 présente, pour chaque station, le nombre d'invertébrés benthiques comptabilisés au total dans chacune des fractions. La fraction fine (250 à 500 µm) peut contenir entre 10% et 25% de l'ensemble des individus prélevés dans une station. Le temps passé à traiter chacune des fractions n'a pas été relevé durant les traitements biologiques.

Pour compléter ces résultats, nous avons donc considéré ceux se rapportant à une étude récente réalisée sur la macrofaune benthique de Mayotte (12 prélèvements par station, campagne d'échantillonnage réalisée en aout 2014). Pour cette étude, le temps passé à traiter la fraction grossière (taille > 500 µm) d'un prélèvement est extrêmement variable : il s'échelonne entre 30 minutes et peut aller jusqu'à 8 heures pour les « litières », avec une moyenne de 2 heures par prélèvement. En revanche la fraction fine nécessite en général 15 à 20 minutes de traitement quelque soit le substrat prélevé.

Ces résultats montrent donc **que le temps de traitement de la fraction fine est bien moins important que celui de la fraction grossière**. Pour une station de rivière où 12 prélèvements sont effectués, le temps total de traitement de la fraction fine est de 4 heures au maximum alors que celui de la fraction grossière nécessite au moins une vingtaine d'heures. Il est probable que l'on obtienne des résultats comparables en considérant des échantillonnages effectués dans les rivières de la Nouvelle-Calédonie.

**Tableau 6.12** Nombre d'individus comptabilisés dans la fraction fine (250 à 500 µm) et dans la fraction grossière (>500 µm).

HER	Station	Date d'échantill.	Nombre d'individus comptabilisés		ratio par rapport à l'abondance totale (%)		Abondance totale
			dans la fraction fine (250 à 500 µm)	dans la fraction grossière (> 500 µm)	fraction fine	fraction grossière	
HER B	KARIKOUIE	19/11/2012	25	722	3,35	96,65	747
	BARENDEU	18/11/2012	106	1042	9,23	90,77	1148
	NOBO KALAVERE	17/11/2012	163	1472	9,97	90,03	1635
	OUAMENIE	08/11/2012	904	3741	19,46	80,54	4645
	NEA CAPTAGE	17/11/2012	138	1182	10,45	89,55	1320
HER C	NEHOUE	15/11/2012	173	1284	11,87	88,13	1457
	OUAMBAYEE	16/11/2012	80	817	8,92	91,08	897
	KOUMAC AFFLUENT	16/11/2012	156	966	13,90	86,10	1122
	DIAHOT	15/11/2012	672	2431	21,66	78,34	3103
	ARAMA CAPTAGE	16/11/2012	347	3684	8,61	91,39	4031
HER D	KUEBINI KUEB300	04/11/2012	31	129	19,38	80,63	160
	KWE	10/11/2012	44	193	18,57	81,43	237
	TROU BLEU 3-C	04/11/2012	55	448	10,93	89,07	503
	OUENAROU	10/11/2012	24	750	3,10	96,90	774
	PIROGUES	06/11/2012	310	999	23,68	76,32	1309
HER E	WAYO WIA	10/11/2012	56	153	26,79	73,21	209
	COULEE AVAL	07/11/2012	300	2199	12,00	88,00	2499
	COULEE AMONT	07/11/2012	156	877	15,10	84,90	1033
	DUMBEA NORD	03/11/2012	73	367	16,59	83,41	440
	XWE HWAA	11/11/2012	179	1921	8,52	91,48	2100
HER F	TIPINDJE AFFLUENT	13/11/2012	120	1223	8,94	91,06	1343
	TAO CASCADE	14/11/2012	152	640	19,19	80,81	792
	WE INA	14/11/2012	35	204	14,64	85,36	239
	TANGHENE	13/11/2012	187	1264	12,89	87,11	1451
	HIENGHENE	13/11/2012	410	3724	9,92	90,08	4134
HER G	MONEO	12/11/2012	320	3063	9,46	90,54	3383
	TCHAMBA AVAL	12/11/2012	199	2636	7,02	92,98	2835
	FONWHARY	08/11/2012	1022	17315	5,57	94,43	18337
	FARINO CAPTAGE	09/11/2012	394	4352	8,30	91,70	4746
	SARRAMEA CAPTAGE	09/11/2012	1223	4872	20,07	79,93	6095

## **Conclusions**

Ces résultats soulignent donc que, pour un prélèvement donné, le nombre d'individus collectés, la richesse taxonomique et l'indice ET sont significativement plus importants dans la fraction grossière (> 500 µm) que dans la fraction fine (250 à 500 µm). Les Hydracariens Oribatidae, les copépodes et les premiers stades larvaires des insectes éphéméroptères non identifiables sont, en général, les seuls taxons qui pourraient être absents de la fraction grossière pour un prélèvement unitaire donné.

**La fraction de taille supérieure à 500 µm contient la très grande majorité des taxons présents, dont les plus sensibles. Les notes indicielles IBNC et IBS montrent peu de variation lorsque le calcul est réalisé sur la fraction de taille grossière uniquement.**

L'utilisation d'un filet doté d'un vide de maille de 500 µm pour les cours d'eau de la Nouvelle-Calédonie entraînerait *a priori* une perte d'information très négligeable par rapport à une maille de 250 µm, en ce qui concerne la richesse taxonomique, la diversité faunistique et les notes indicielles des stations. De plus, l'emploi d'un filet de maille de 500 µm optimiserait l'utilisation en routine des méthodes IBNC et IBS puisqu'il permettrait de réduire le temps de traitement des échantillons (tris, identifications) et donc le coût afférent à ce volet.

**Nous préconisons donc l'utilisation d'un filet Surber doté d'une maille de 500 µm.**

VI.5. Quelle est la stratégie d'échantillonnage la plus adéquate sur la base de 7 prélèvements unitaires ?

Les résultats précédents soulignent que, dans le cadre du suivi en routine de la qualité biologique des rivières, 7 prélèvements unitaires de faune benthique par station permettent d'appréhender plus de 80% de la biodiversité présente et de fournir une image moyenne de la qualité et du niveau d'altération du milieu, ce correspond à la finalité des méthodes biologiques d'évaluation de la qualité des rivières. Avec un effort d'échantillonnage supérieur (10 prélèvements par exemple), une part plus importante de la biodiversité de la station est appréhendée mais avec un coût financier qui peut s'avérer élevé. L'objectif pour nous reste bien d'optimiser le rapport qualité/prix de l'échantillonnage, ce qui nous a conduit à comparer plusieurs stratégies en privilégiant celles fondées sur 7 prélèvements unitaires (par rapport à celles impliquant 10 prélèvements unitaires).

### ***VI.5.1. Comparaison de différentes stratégies d'échantillonnage et identification des seuils de qualité biologique pour 7 et 10 prélèvements élémentaires***

Ainsi à partir des données disponibles (12 à 16 prélèvements réalisés par station), l'indice IBNC a été calculé pour les 30 stations de l'étude :

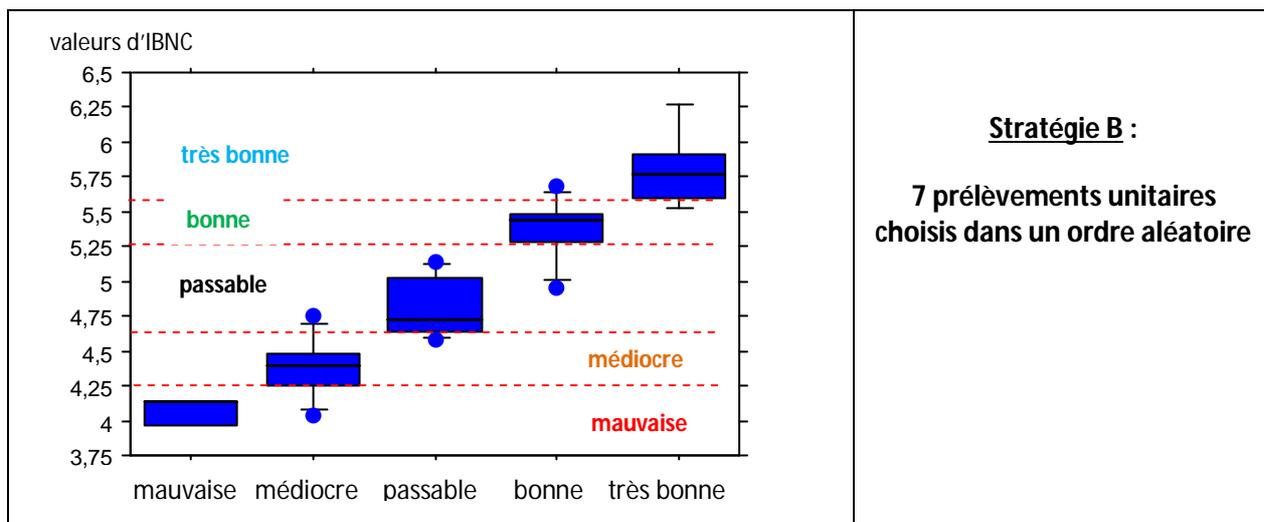
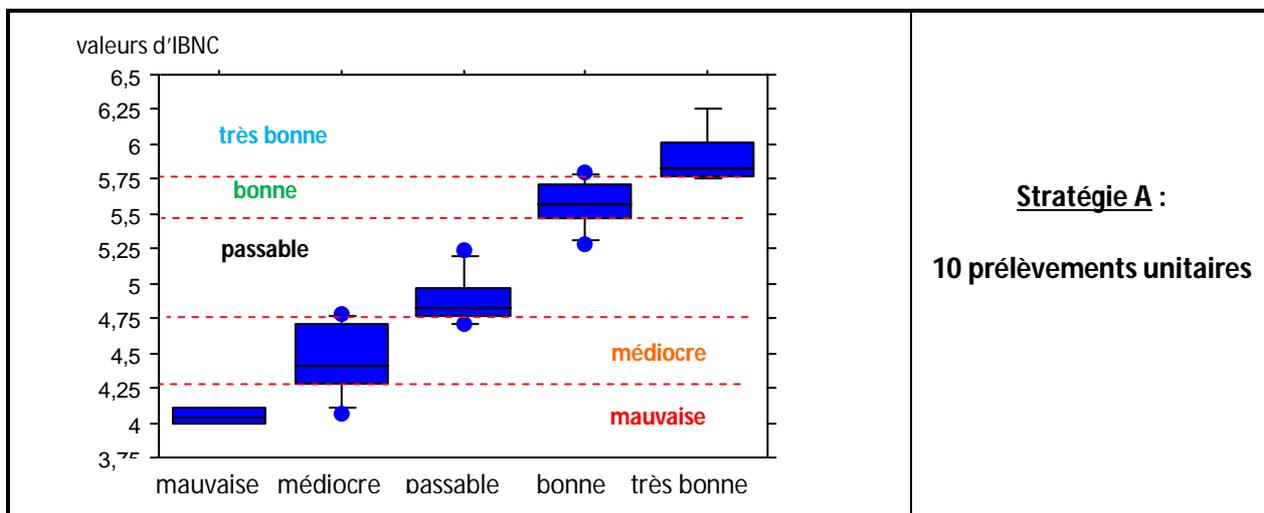
1. Sur la base de 5 prélèvements unitaires tel que préconisé par Mary & Archambault (2011) ;

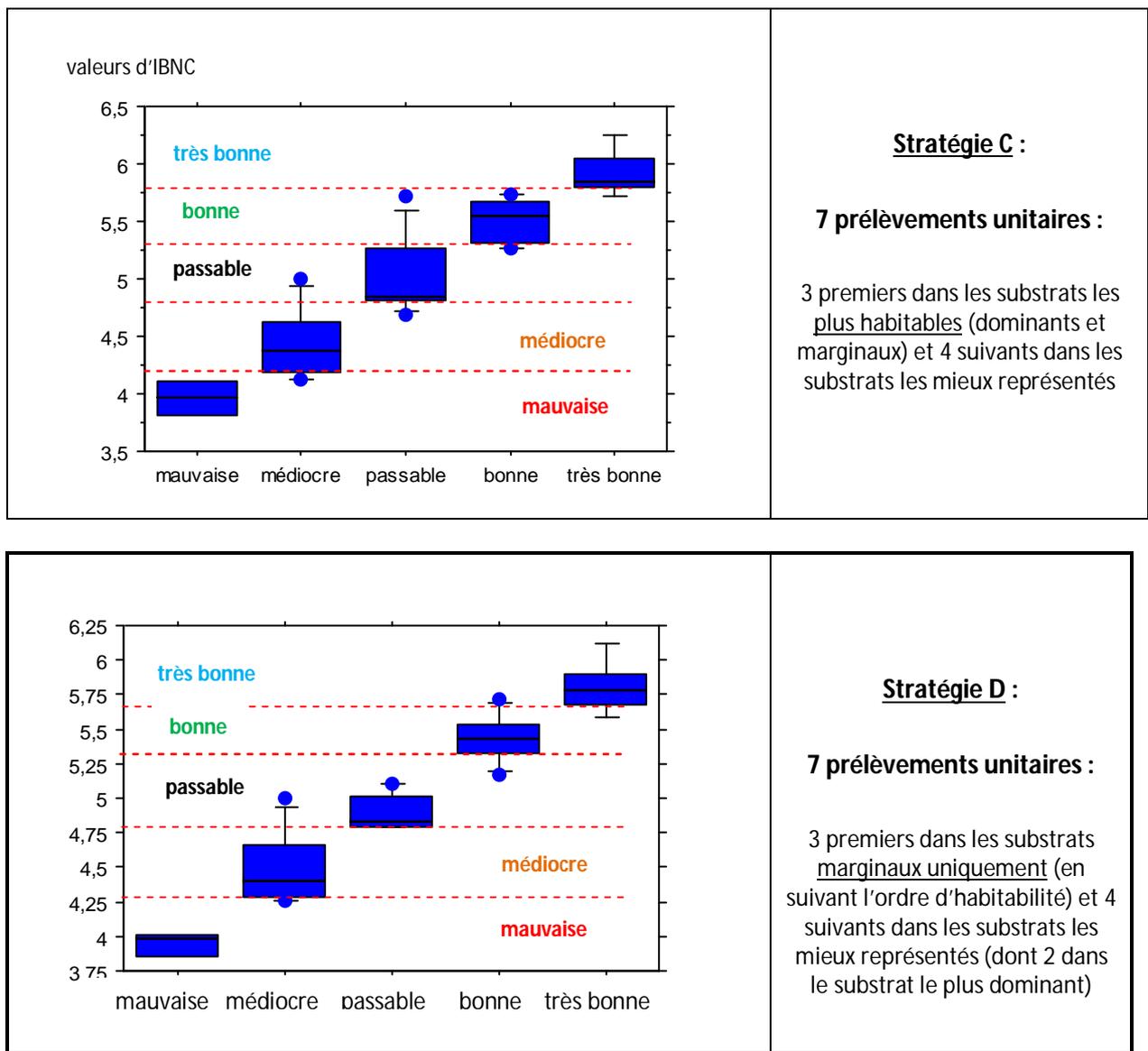
2. Sur la base de 10 prélèvements unitaires en considérant (**stratégie A**) :
  - o dans une première phase, les 6 premiers prélèvements unitaires réalisés dans les substrats les plus habitables (dominants et marginaux) en suivant l'ordre d'habitabilité validé du tableau 6.7, et dans la classe de vitesse la plus représentée pour chaque substrat et,
  - o dans une seconde phase, les 4 prélèvements dans les substrats les plus représentés de la station (même si déjà pris en compte au cours de la première phase), au prorata de leur superficie de recouvrement, et en faisant varier si possible la vitesse du courant pour tout substrat pris en compte plus d'une fois ;
  
3. Sur la base de 7 prélèvements unitaires, choisis dans un ordre aléatoire (**stratégie B**) ;
  
4. Sur la base de 7 prélèvements unitaires en considérant (**stratégie C**) :
  - o dans une première phase, les 3 premiers prélèvements unitaires réalisés dans les substrats les plus habitables (dominants et marginaux) en suivant l'ordre d'habitabilité validé du tableau 6.7, et dans la classe de vitesse la plus représentée pour chaque substrat et,
  - o et dans une seconde phase, les 4 prélèvements dans les substrats les plus représentés de la station (même si déjà pris en compte au cours de la première phase), au prorata de leur superficie de recouvrement, dans la classe de courant la plus représentée, et en faisant varier si possible la vitesse du courant pour tout substrat pris en compte plus d'une fois ;
  
5. Sur la base de 7 prélèvements unitaires en considérant (**stratégie D**) :
  - o dans une première phase, les 3 premiers prélèvements unitaires réalisés dans des substrats marginaux uniquement en suivant l'ordre d'habitabilité validé du tableau 6.7, et dans la classe de vitesse la plus représentée pour chaque substrat et,
  - o et dans une seconde phase, les 4 prélèvements dans les substrats dominants les plus représentés de la station, en priviliégiant le substrat le mieux représenté (2 prélèvements en faisant varier la classe de vitesse du courant). Les 2 prélèvements restants ont concerné les 2 autres substrats dominants les mieux représentés dans la station, dans la classe de courant la plus représentée.

La figure 6.16 présente les boîtes « à moustaches » des valeurs d'IBNC calculées pour les 30 stations d'étude, sur la base des 4 stratégies proposées.

Les stations ont été classées selon leur qualité biologique attribuée *a priori*. Pour onze stations, les résultats obtenus sur la base de 5 prélèvements montrent que la qualité estimée *a priori* a été surestimée ou sous-estimée. Ainsi, la qualité biologique présumée des stations suivantes a été sous-évaluée : « Fonwhary » (qualité biologique médiocre au lieu de mauvaise), « Karikoué » et « Dumbéa Nord » (bonne qualité au lieu de passable), « Coulée amont » (très bonne qualité biologique au lieu de bonne), « Kwé » et « Coulée aval » (qualités passables au lieu de mauvaise ou médiocre) (ces cinq dernières stations sont situées dans des rivières drainant des roches ultramafiques). De même, la qualité biologique présumée des stations suivantes a été surévaluée : « Koumac affluent » est de qualité médiocre au lieu de passable, les stations « captage de Farino » et « Ouambayée » sont de qualité passable au lieu de bonne ; les stations « captage d'Arama » et « captage de Sarraméa » présentent une bonne et non pas très bonne qualité biologique. Ce sont donc ces qualités plus proches de la réalité qui ont été prises en considération pour classer ces onze stations. Sur la base de ce nouveau classement, 4 stations sont de mauvaise qualité biologique présumée, 7 stations de qualité médiocre, passable et bonne présumées et 5 stations de très bonne qualité présumée.

Comme préconisé dans la méthode AQEM, et comme cela a été réalisé pour de nombreux indices européens, la détermination des seuils de qualité entre les différentes classes peut se faire de manière graphique en utilisant cette méthode de représentation des données. Les limites inter-classes (c'est à dire les seuils de qualité) sont définies comme correspondant au premier quartile de la classe de qualité supérieure et sont déterminables s'il n'y a pas de chevauchement entre les distributions de valeurs de deux classes successives.





**Figure 6.16** Boîtes à moustaches des valeurs d'IBNC calculées pour les stations d'étude sur la base de 10 et de 7 prélèvements unitaires. Les stations ont été classées selon leur qualité biologique présumée et corrigée.

Sur la base de 7 ou de 10 prélèvements unitaires, la richesse taxonomique des stations et les notes d'IBNC obtenues sont en général supérieures à celles calculées avec 5 prélèvements unitaires, en particulier pour les stations de qualité biologique présumée passable à mauvaise (cf tableau 6.14). Ainsi, en considérant 10 prélèvements unitaires, aucune station ne présente une mauvaise qualité quand on applique les seuils proposés par Mary & Archambault (2012 a) pour 5 prélèvements unitaires, et une seule station avec la stratégie D (cf tableaux 6.13 et 6.14).

Les graphiques obtenus avec les 4 stratégies (figure 6.16) montrent que les classes de qualité présumées se discriminent bien dans chacun des cas. Aucun chevauchement n'est observé entre les classes, ce qui nous permet de déterminer les limites de classes de qualité biologique pour chaque stratégie d'échantillonnage (tableau 6.13). A titre indicatif, les limites de classes définies par Mary & Archambault (2011) pour 5 prélèvements unitaires figurent également dans ce tableau.

**Tableau 6.13 Classes de qualité définies pour l'IBNC, au moyen des boîtes à moustaches, pour chacune des stratégies d'échantillonnage testées.**

5 prélèvements unitaires (Mary & Archambault, 2011)	<b>Stratégie A :</b> 10 prélèvements unitaires	<b>Stratégie B :</b> 7 prélèvements unitaires, ordre aléatoire	<b>Stratégie C :</b> 7 prélèvements unitaires (3 premiers dans les substrats les <u>plus habitables</u> )	<b>Stratégie D :</b> 7 prélèvements unitaires (3 premiers dans les substrats <u>marginiaux uniquement</u> )	Qualité biologique
IBNC > 5,70	IBNC > 5,45	IBNC > 5,60	IBNC > 5,75	IBNC > 5,70	Très bonne
5,10 < IBNC ≤ 5,70	5,45 < IBNC ≤ 5,75	5,25 < IBNC ≤ 5,60	5,25 < IBNC ≤ 5,75	5,30 < IBNC ≤ 5,70	Bonne
4,50 < IBNC ≤ 5,10	4,75 < IBNC ≤ 5,50	4,70 < IBNC ≤ 5,25	4,75 < IBNC ≤ 5,25	4,75 < IBNC ≤ 5,30	Passable
3,90 < IBNC ≤ 4,50	4,25 < IBNC ≤ 4,75	4,25 < IBNC ≤ 4,70	4,25 < IBNC ≤ 4,75	4,25 < IBNC ≤ 4,75	Médiocre
IBNC ≤ 3,90	IBNC ≤ 4,25	IBNC ≤ 4,25	IBNC ≤ 4,25	IBNC ≤ 4,25	Mauvaise

La comparaison des classes de qualités biologiques obtenues avec 5 prélèvements unitaires et celles calculées avec les stratégies d'échantillonnage impliquant 7 prélèvements (B, C et D) montre que 9 stations sont déclassées avec la stratégie B (ordre aléatoire), 6 stations avec la stratégie C et 4 stations seulement avec la stratégie D. Cette dernière stratégie est donc plus performante pour évaluer la qualité des eaux. De plus, elle est **plus aisée à mettre en œuvre sur le terrain** et peut moins porter à confusion que les autres stratégies testées, du fait que les substrats « marginaux » et « dominants » sont échantillonnés en 2 phases distinctes.

**Nous proposons donc de retenir la stratégie d'échantillonnage D fondée sur 7 prélèvements unitaires en tant que base méthodologique pour les futurs indices biotiques.**

En comparaison des notes indicelles obtenues avec 5 prélèvements unitaires, 4 stations présentent une qualité biologique moindre sur la base de 10 prélèvements unitaires : « Néhoué », « Ouambayée » et « Monéo » sont de qualité « médiocre » et « passable » avec 5 prélèvements unitaires et de qualité biologique « mauvaise » et « médiocre » avec 10 prélèvements unitaires. De même, « Ouénarou » et « We Ina » sont de « très bonne » et « bonne » qualités avec 5 prélèvements unitaires, mais de « bonne » qualité et qualité « passable » avec 7 prélèvements unitaires. Or, les richesses taxonomiques obtenues avec 7 et 10 prélèvements unitaires sont en général plus élevées, du fait d'un effort d'échantillonnage plus important. Le fait d'observer une diminution de l'indice IBNC, marqué par un déclasserement de la qualité biologique, pour des richesses taxonomiques plus importantes (ce paramètre intervient dans le calcul de l'indice) confirme que les stratégies proposées fondées sur 7 ou 10 prélèvements prennent **donnent une meilleure « image » de la qualité moyenne du cours d'eau à la station d'étude.**

**Tableau 6.14 Notes indicielles de l'IBNC calculées avec 5, 7 et 10 prélèvements unitaires.**

Les couleurs correspondent aux classes de qualité suivantes : rouge : mauvaise qualité biologique ; orange : qualité biologique médiocre ; jaune : qualité biologique passable ; vert : bonne qualité biologique ; bleu : très bonne qualité biologique.

Hydro-écorégion	Stations	Méthodologie Mary & Archaibault (2011), 5 prélèvements unitaires		Stratégie A : 10 prélèvements unitaires		Stratégie B : 7 prélèvements unitaires choisis dans un ordre aléatoire		Stratégie C : 7 prélèvements unitaires dont les 3 premiers dans les substrats les plus habitables (dominants et marginaux) et 4 suivants dans les substrats les mieux représentés		Stratégie D : 7 prélèvements unitaires dont les 3 premiers dans les substrats marginaux uniquement (en suivant l'ordre d'habitabilité) et 4 suivants dans les substrats les mieux représentés	
		Richesse taxonomique	IBNC	Richesse taxonomique	IBNC	Richesse taxonomique	IBNC	Richesse taxonomique	IBNC	Richesse taxonomique	IBNC
B. La plaine littorale Ouest	NOBO KALAVERE	20	3,75	28	4,14	25	3,80	28	4,14	25	3,96
	OUAMENIE	35	4,17	38	4,26	38	4,26	35	4,14	35	4,26
	KARIKOUIE	32	5,69	42	5,57	41	5,68	43	5,56	43	5,56
	BARENDEU	33	5,64	37	5,73	32	5,47	34	5,74	30	5,43
	NEA CAPTAGE	38	6,26	38	6,26	37	6,27	36	6,25	33	6,12
C. Les collines schisteuses de la Pointe Nord	DIAHOT	24	3,75	28	4,00	29	4,14	26	3,88	28	4,00
	NEHOUE	29	4,03	30	4,07	27	4,04	32	4,38	29	4,69
	KOUMAC AFFLUENT	27	4,30	31	4,32	30	4,40	27	4,30	30	4,40
	OUAMBAYEE	31	4,97	29	4,72	27	4,67	30	4,83	32	4,94
	ARAMA CAPTAGE	40	5,43	47	5,28	40	5,23	43	5,28	44	5,34
D. La plaine du Grand Sud	KWE	15	4,87	17	5,24	19	4,95	18	5,22	18	5,11
	KUEBINI KUEB300	11	4,27	18	4,78	16	4,75	15	5,00	16	5,00
	TROU BLEU 3-C	19	4,68	22	5,09	23	5,09	20	5,30	22	5,09
	PIROGUES	41	5,44	44	5,66	43	5,44	42	5,43	43	5,44
	OUENAROU	29	5,72	33	5,76	33	5,79	32	5,72	32	5,59

**Tableau 6.14 (suite) Notes indicielles de l'IBNC calculées avec 5, 7 et 10 prélèvements unitaires.**

Les couleurs correspondent aux classes de qualité suivantes : rouge : mauvaise qualité biologique ; orange : qualité biologique médiocre ; jaune : qualité biologique passable ; vert : bonne qualité biologique ; bleu : très bonne qualité biologique.

Hydro-écorégion	Stations	Méthodologie Mary & Archaibault (2011), 5 prélèvements unitaires		Stratégie A : 10 prélèvements unitaires		Stratégie B : 7 prélèvements unitaires choisis dans un ordre aléatoire		Stratégie C : 7 prélèvements unitaires dont les 3 premiers dans les substrats les plus habitables (dominants et marginaux) et 4 suivants dans les substrats les mieux représentés		Stratégie D : 7 prélèvements unitaires dont les 3 premiers dans les substrats marginaux uniquement (en suivant l'ordre d'habitabilité) et 4 suivants dans les substrats les mieux représentés	
		Richesse taxonomique	IBNC	Richesse taxonomique	IBNC	Richesse taxonomique	IBNC	Richesse taxonomique	IBNC	Richesse taxonomique	IBNC
E. Le massif ultramaïfique	WAYO WIA	10	3,60	13	4,00	8	4,13	12	3,75	12	3,75
	COULEE AVAL	26	4,85	26	4,85	28	5,14	27	4,81	25	4,80
	DUMBEA NORD	28	5,46	35	5,80	29	5,48	35	5,71	32	5,72
	COULEE AMONT	30	5,80	34	5,82	31	5,52	33	5,85	28	5,71
	XWE HWAA	35	5,80	37	5,78	35	5,77	39	5,82	37	5,78
F. La massif du Panié	HIENGHENE	25	3,80	30	4,07	30	4,13	28	4,07	29	4,03
	TANGHENE	28	4,43	31	4,71	28	4,43	30	4,67	29	4,59
	TIPINDJE AFFLUENT	34	4,88	35	4,80	26	4,62	33	4,85	33	4,85
	WE INA	22	5,32	25	5,48	21	4,95	26	5,54	24	5,17
	TAO CASCADE	28	5,82	30	5,93	24	5,63	30	5,97	29	5,83
G. Le cœur de la Chaîne centrale	FONWHARY	30	4,40	34	4,41	34	4,50	31	4,13	30	4,27
	TCHAMBA AVAL	27	4,44	28	4,71	24	4,25	26	4,46	26	4,35
	MONEO	35	4,80	38	4,71	36	4,58	35	4,80	35	4,80
	FARINO CAPTAGE	32	4,81	38	4,82	37	4,73	34	4,68	29	4,79
	SARRAMEA CAPTAGE	45	5,27	49	5,47	43	5,44	45	5,27	47	5,32

### VI.5.2. Comment différencier une communauté d'invertébrés en bon état de celle d'un état passable ?

La stratégie fondée sur 7 prélèvements unitaires différencie peu les classes de qualité biologique « passable » et « bonne » (cf figure 6.15). Quelles métriques permettraient de mieux distinguer ces deux classes ?

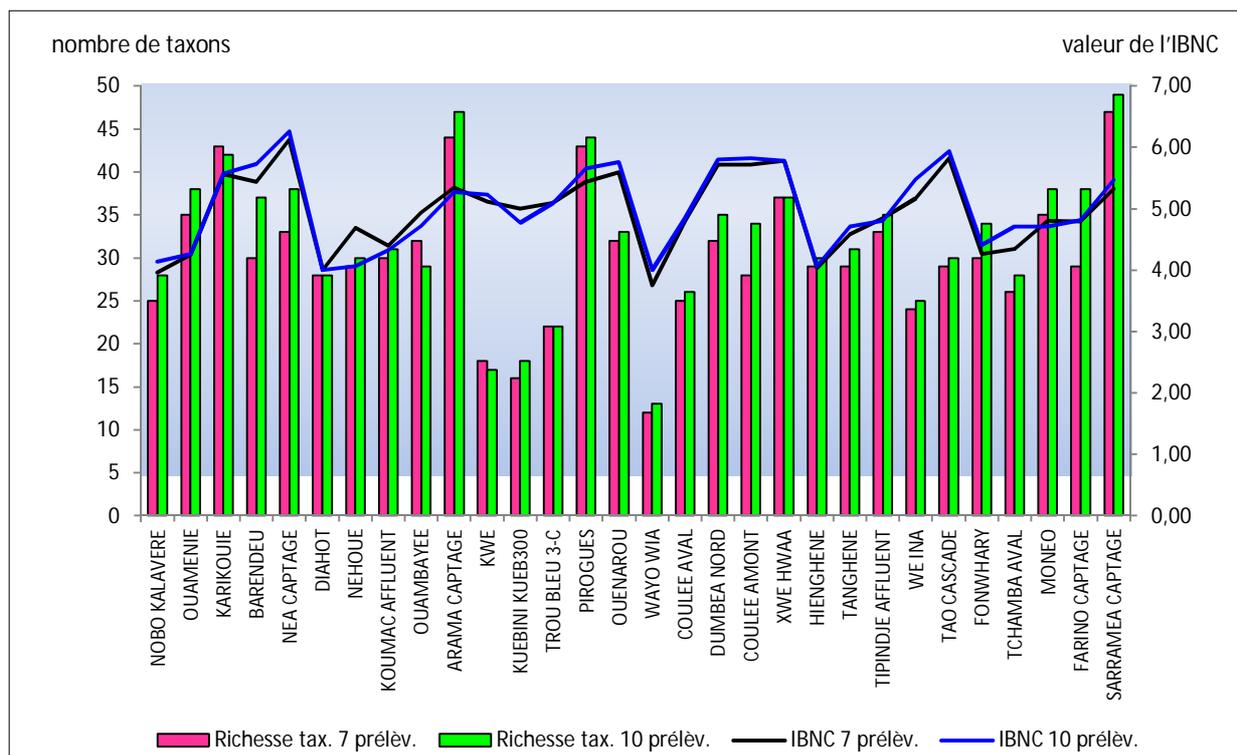
La richesse taxonomique n'est pas réellement un critère de distinction entre les stations de qualité biologique « passable » ou « bonne ». En revanche, le nombre de taxons en insectes polluo-sensibles (éphéméroptères et trichoptères), représenté par l'indice ET, est supérieur pour les stations de « bonne » qualité. Ainsi, quand on considère les résultats de notre étude, pour 7 à 10 prélèvements effectués dans une station, le nombre de taxons en insectes éphéméroptères est en général inférieur à 6 ( $< 6$ ) pour les stations de qualité « passable » et supérieur ou égal à 6 ( $\geq 6$ ) pour les stations de « bonne » qualité. De même le nombre de taxons en insectes trichoptères est en général inférieur à 8 ( $< 8$ ) pour les stations de qualité « passable » et supérieur ou égal à 8 ( $\geq 8$ ) pour les stations de « bonne » qualité. **L'indice ET est donc en général inférieur ou égal à 12 ( $\leq 12$ ) pour les stations de qualité « passable », mais proche ou supérieur à 15 pour les stations de « bonne » qualité.** Ainsi, en considérant 7 prélèvements unitaires, nous avons récolté en moyenne  $6,5 \pm 2,5$  taxons d'insectes éphéméroptères dans les stations de bonne qualité, contre  $4 \pm 1$  taxons dans les stations de qualité passable, et  $8 \pm 1,5$  taxons d'insectes trichoptères dans les stations de bonne qualité, contre  $6 \pm 1,7$  taxons dans les stations de qualité passable. L'indice ET a été égal à  $14 \pm 4$  taxons dans les stations de bonne qualité, contre  $10 \pm 2$  taxons dans les stations de qualité passable.

Les stations de « bonne » qualité et de qualité « passable » se caractérisent par un ensemble de taxons ubiquistes tels que Hydracariens, insectes éphéméroptères *Lepeorus*, *Celiphlebia* et *Paraluma*, odonates Synthemistidae, diptères Ceratopogoninae, Chironomidae Chironomini, *Harrisius*, *Corynoneura*, Tanytarsini, Tanypodinae et Simuliidae, trichoptères Hydroptilidae, Hydrobiosidae, Hydropsychidae, Leptoceridae *Oecetis*, *Triplectides*, *Gracilipsodes*, Coléoptères Hydrophilidae. En outre, les stations de « bonne » qualité comportent en général une faune spécifique, comprenant des taxons à score de polluo-sensibilité élevé, tels que crustacés Amphipodes, insectes éphéméroptères *Amoa*, *NG4 sp.*, *Notachalcus*, *Oumas*, *Simulacala* et *Tenagophila*, odonates Isostictidae, trichoptères Ecnomidae, Philopotamidae et Polycentropodidae. Ce sont ces taxons qui vont relever les notes IBNC ou IBS et qui détermineront le passage d'une qualité « passable » à une « bonne » qualité.

### VI.5.3. Comparaison des stratégies établies sur la base de 7 et de 10 prélèvements unitaires

Sur la base des seuils établis, les qualités biologiques définies avec 7 (stratégie D) et 10 prélèvements unitaires (stratégie A) sont comparables : 24 stations sur 30 (soit 80%) présentent la classe de même qualité biologique et des notes indicelles proches (cf figure 6.17).

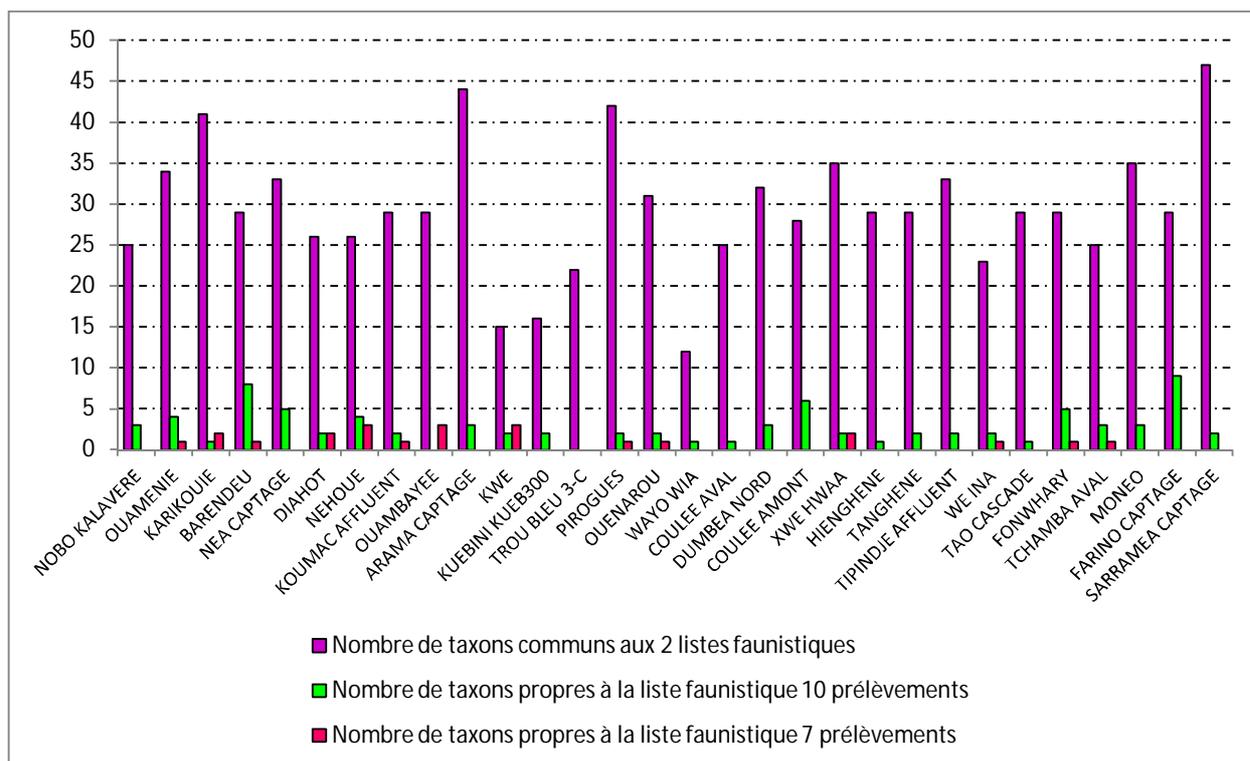
Deux stations présentent une meilleure qualité biologique sur la base de 10 prélèvements unitaires : il s'agit de « Ouénarou » et de « We Ina ». Ce sont des taxons occasionnels, représentés par un à plusieurs individus et à fort score de polluo-sensibilité qui justifient cette différence : pour « We Ina », les diptères Blephariceridae dont le score est de 10 (présents dans 1 seul prélèvement ; 6 individus) ; pour « Ouénarou », les trichoptères *Symphitoneuria* (score de 9 ; 2 prélèvements avec 1 individu chacun) et les éphéméroptères Leptophlebiidae *Simulacala* (score de 7 ; 1 individu).



**Figure 6.17 Richesses taxonomiques et valeurs de l'indice IBNC calculées avec 7 et 10 prélèvements.**

De même, 4 stations se caractérisent par une qualité biologique moindre avec 10 prélèvements par rapport à 7 prélèvements : il s'agit de « Arama captage », « Ouambayée », « Néhoué » et « Monéo ». Pour ces stations, ce sont également des taxons rares ou occasionnels, représentés par un ou quelques individus, dans un seul prélèvement en général, qui font la différence et ont été présents uniquement dans la liste faunistique établie avec 7 prélèvements unitaires : par exemple, pour Néhoué, le coléoptère Scirtidae (score de 10 ; 1 individu), le trichoptère Helicophidae (score de 8 ; 1 individu) et l'éphéméroptère *Tenagophila* (score de 10 ; 1 individu) ; pour « Ouambayée » : le trichoptère Helicophidae (score de 8 ; 1 individu) et les éphéméroptères *Notachalcus* (score de 7 ; 4 individus) et *Lepeorus* (2 prélèvements, 3 individus au total) ; pour Monéo : les Lépidoptères (score de 6), les Nématodes (score de 2) et les Mollusques gastéropodes *Melanoïdes* (score de 3), représentés par 1 individu chacun.

La figure 6.18 compare la richesse taxonomique des listes faunistiques obtenues sur la base de 7 et 10 prélèvements unitaires. Figurent le nombre de taxons communs aux deux listes faunistiques, et ceux propres à chaque liste faunistique.



**Figure 6.18 Comparaison des listes faunistiques obtenues sur la base de 7 et 10 prélèvements unitaires.**

Sur les 30 stations d'étude, 3 stations présentent la même note indicielle IBNC et la même richesse taxonomique avec 7 et 10 prélèvements unitaires (cf figures 6.17 et 6.18). Il s'agit de « Trou Bleu 3-C », « Diahot » et « Xwé Hwaa ». Pour 16 stations, la liste faunistique commune aux 2 stratégies correspond exactement à celle obtenue avec 7 prélèvements unitaires, sans taxon supplémentaire. Cela concerne principalement les stations des HER E « Le massif ultrabasique » et F « le massif du Panié », où les densités faunistiques sont en général faibles. Dans les stations restantes, le nombre de taxons différents apportés en plus de la liste faunistique commune se situe entre 1 et 3 taxons pour 7 prélèvements unitaires. Ce nombre est plus élevé pour 10 prélèvements unitaires (entre 1 et 5 taxons en général) et va jusqu'à 8 et 9 taxons pour les stations « Barendeu » et « Farino captage » respectivement, mais sans changement de classe de qualité et avec peu de variation sur les notes indicielles (0,30 pts et 0,02 pts d'écart entre les 2 stratégies). Pour « Farino captage », les 9 taxons non présents dans la liste établie avec 7 prélèvements unitaires ont des scores de polluo-sensibilité proches de 5 : ce sont les Plathelminthes et insectes diptères Limoniidae (score de 3), les odonates Coenagrionidae (score de 4), les crustacés décapodes Atyidae, les diptères Chironomini et *Harrisius*, les trichoptères Leptoceridae *Triplectides* (score de 5), les odonates Megapodagrionidae et les éphéméroptères *NG4 sp.* (score de 7). Ces scores « de valeur moyenne » expliquent que les notes indicielles IBNC sont similaires avec 7 et 10 prélèvements unitaires.

**En conclusion, les valeurs des notes indicielles calculées avec 7 (stratégie D) et 10 prélèvements unitaires (stratégie A) restent proches pour la majorité des stations d'étude ( $\pm 0,25$  pts au maximum), ce qui se traduit par des classes de qualités biologiques comparables pour 80% des stations d'étude. Les différences de qualité observées pour six stations sont imputées à la présence de taxons rares ou occasionnels, représentés par peu d'individus et souvent présents dans un seul prélèvement quand on passe de 7 à 10 prélèvements unitaires. La valeur bio-indicatrice de ces organismes « supplémentaires » reste variable (ils peuvent être aussi bien polluo-sensibles que polluo-résistants), en particulier dans les milieux de qualité « passable » à « mauvaise ».**

**Nous proposons donc un échantillonnage axé sur 7 prélèvements unitaires dont le détail figure ci-après.**

## VI.6. La méthodologie d'échantillonnage proposée (7 prélèvements unitaires)

**Les 7 prélèvements unitaires par station seront échantillonnés, en 2 phases, de la manière suivante :**

- **PHASE 1 : 3 prélèvements unitaires sont réalisés sur les habitats marginaux** présents **les plus biogènes**, en suivant l'ordre d'habitabilité validé du tableau 6.7, et dans la classe de vitesse de courant la plus représentée pour chaque substrat.
  - Si plus de 3 substrats marginaux ont été identifiés dans la station d'étude, seuls les 3 premiers dans l'ordre du tableau 6.7 sont échantillonnés.
  - Si 2 substrats marginaux seulement ont été identifiés, le 3<sup>ème</sup> prélèvement est effectué sur le substrat marginal présentant la plus grande superficie, en faisant varier, si possible, la classe de vitesse du courant.
  - Si un seul substrat marginal a été identifié, les 3 prélèvements sont effectués sur ce même substrat, dans des placettes différentes, en faisant varier si possible les classes de vitesses de courant.
  - Si aucun substrat n'a été identifié comme marginal, les zones de bordure sont considérées comme habitat marginal : 3 prélèvements sont effectués dans ces habitats, en faisant varier si possible les classes de vitesses de courant.
  
- **PHASE 2 : 4 prélèvements unitaires sont réalisés sur les 3 substrats dominants les plus représentés dans la station, en privilégiant le substrat dominant le mieux représenté.** Ainsi, en premier lieu, 2 prélèvements sont effectués sur le substrat dominant présentant la plus grande superficie, en faisant varier autant que possible les classes de vitesse de courant par ordre de représentativité. Les 2 prélèvements restants sont positionnés sur les 2 autres substrats dominants les mieux représentés dans la station, dans la classe de courant la plus représentée pour chaque substrat.
  - Si plus de 3 substrats dominants ont été identifiés dans la station, seuls les 3 substrats dominants présentant les plus grandes superficies de recouvrement sont échantillonnés.
  - Si 2 substrats dominants seulement ont été identifiés dans la station :
    - si ces deux substrats ont une superficie relative > 25%, 2 prélèvements sont effectués sur chaque substrat, en faisant varier, si possible, les classes de vitesse de courant par ordre de représentativité ;
    - Si un des deux substrats à une superficie relative < 25%, un seul prélèvement est effectué sur ce substrat dans la classe de courant la plus représentée pour ce substrat. Les 3 autres prélèvements sont réalisés sur le substrat présentant la plus grande superficie, en faisant varier, si possible, la classe de vitesse de courant par ordre de représentativité.

- Si un seul substrat dominant a été identifié dans la station, les 4 prélèvements sont effectués sur ce même substrat en faisant varier, si possible, les classes de vitesses de courant par ordre de représentativité.

Les prélèvements seront répartis sur l'ensemble de la station, de manière à assurer une représentation adéquate des différents faciès. Lorsqu'un même substrat devra être prélevé plusieurs fois, les prélèvements seront dispersés sur l'ensemble des faciès où ce substrat sera présent.

Le tableau suivant présente, pour quatre stations d'étude, des exemples de sélection des substrats « marginaux » et « dominants », quand on suit la stratégie décrite ci-dessus.

Quand on considère les 30 stations d'étude, les substrats « marginaux » constitutifs de la phase 1 ont souvent été de type organique : les « litières » apparaissent dans 20 stations sur les 30, les « chevelus racinaires » dans 16 stations, les « branchages » dans 14 stations.

De même, les substrats « dominants » choisis en phase 2 ont habituellement été de type minéral. Le substrat « dominant » le plus représenté dans les stations d'étude a été les « pierres/galets » (14 stations sur les 30), les « roches-mères/dalles » (13 stations), les « blocs », le « sable » et les « graviers » (une station respectivement). Les substrats « dominants » complémentaires de la phase 2 ont été, par exemple, les « blocs » (7 stations sur 30), les « graviers » (14 stations), le « sable » (13 stations), les « fines latéritiques » (6 stations).

**Tableau 6.15 Exemples des substrats marginaux et dominants prospectés pour différentes stations d'étude selon la stratégie d'échantillonnage proposée, fondée sur 7 prélèvements unitaires.**

Station Date d'échant.	Phase d'échant.	Substrat	Ordre d'habitabilité	Pourcentage de recouvrement dans la station (%)	Vitesse de courant
Tipindje_affl.  13/11/2012	Phase 1 : 3 marginaux	branchages	10	3	lente
		litière	8	5	nulle
		chevelus racinaires	6	3	moyenne
	Phase 2 : 4 dominants	pierres, galets	9	45	moyenne
		pierres, galets	9	45	rapide
		sable	3	20	lente
		blocs	5	11	moyenne
captage d'Arama  16/11/2012	Phase 1 : 3 marginaux	branchages	10	4	moyenne
		pierres, galets	9	5	moyenne
		chevelus racinaires	6	4	lente
	Phase 2 : 4 dominants	roche mère, dalles	1	49	moyenne
		roche mère, dalles	1	49	rapide
		graviers	4	18	lente
		bryophytes	11	10	moyenne
Ouénarou 10/11/2012	Phase 1 : 3 marginaux	litière	8	5	lente
		blocs	5	5	rapide
		graviers	4	3	moyenne
	Phase 2 : 4 dominants	pierres, galets	9	50	rapide
		pierres, galets	9	50	moyenne
		sable	3	25	moyenne
		branchages	10	7	moyenne
Cascade de Tao 14/11/2012	Phase 1 : 3 marginaux	bryophytes	11	1	moyenne
		pierres, galets	9	3	moyenne
		litière	8	1	nulle
	Phase 2 : 4 dominants	roche mère, dalles	1	87	cascade
		roche mère, dalles	1	87	rapide
		roche mère, dalles	1	87	lente
		roche mère, dalles	1	87	moyenne

## Chapitre VII - Validation des méthodes IBNC et IBS réactualisées

L'étude réalisée par Mary & Archambault (2012a) a permis de mettre à jour les méthodes indicielles IBNC et IBS à partir de l'analyse de données faunistiques collectées, entre 1996 et 2010, par différents prestataires de service et validées toutes d'un point de vue taxonomique. Les données se rapportaient à 856 observations en rivières (points de prélèvements). Suite à cette analyse, les principales évolutions apportées aux méthodes IBNC et IBS ont été les suivantes :

1/ l'attribution d'un score à 108 taxons de la macrofaune benthique (au lieu de 66 taxons et 56 taxons pour les méthodes originelles IBNC et IBS respectivement). Les valeurs des scores se situent entre 1 et 10, les taxons les plus sensibles ayant les scores maxima.

2/ une redéfinition des limites des classes de qualité biologique « très bonne », « bonne », « passable », « médiocre » et « mauvaise » au moyen de méthodes graphiques et statistiques.

La volonté initiale d'intégrer la richesse taxonomique dans le calcul de l'indice IBNC s'est avérée caduque, étant donné que suite au scorage de l'ensemble des taxons, ce paramètre est, de ce fait, pris en compte dans le calcul de la note indicielle. **L'ensemble de ces améliorations demandait à être validé et/ou complété au moyen des données complémentaires apportées par la présente étude.**

### VII.1. Validation de l'IBNC

#### VII.1.1. Les scores de polluo-sensibilité

La méthode IBNC a été construite en considérant les préférences écologiques de la macrofaune benthique des rivières vis-à-vis de 8 paramètres physico-chimiques de l'eau reconnus comme étant de bons indicateurs de la pollution organique (Mary, 1999). Ces paramètres physico-chimiques sont :

- les chlorures ( $\text{Cl}^-$ ),
- les sulfates ( $\text{SO}_4^{2-}$ ),
- le sodium ( $\text{Na}^+$ ),
- le potassium ( $\text{K}^+$ ),
- l'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ),
- les orthophosphates ( $\text{PO}_4^{2-}$ ),
- les matières en suspension (MES),
- la demande biologique en oxygène sur 5 jours ( $\text{DBO}_5$ ).

Au total, 204 observations (présentant des données biologiques complétées de mesures physico-chimiques) ont été prises en compte pour la mise à jour de l'indice IBNC (se référer à Mary & Archambault, 2012a pour le détail de la réactualisation de la méthode).

Le tableau 7.1 présente les scores attribués aux taxons de la faune benthique pour la méthode de l'IBNC. Par rapport au tableau des scores établi par Mary & Archambault (2012a), neuf taxons supplémentaires ont été ajoutés afin de couvrir la faune benthique de manière « exhaustive ». Ces taxons supplémentaires sont, pour la plupart, rarissimes dans les échantillons de faune benthique des eaux courantes : il s'agit des Cnidaires (Hydres), des insectes planipennes, éphéméroptères Leptophlebiidae des genres *Coula sp.* et *Kariona sp.*, odonates Aeshnidae, hétéroptères Belostomatidae et Leptopodidae, diptères Cecidomyiidae et coléoptères Staphylinidae. La présence de ces taxons est connue dans les milieux aquatiques de la Nouvelle-Calédonie (mentionnée dans des inventaires taxonomiques et études en vue de détermination d'IBNC, cf Flouhr & Mary, 2006).

Tableau 7.1 Scores attribués aux taxons de la faune benthique pour l'IBNC.

TAXON	SCORE IBNC	TAXON	SCORE IBNC
<b>INSECTES</b>		<b>Diptères</b>	
<b>Lépidoptères</b>	6	Blephariceridae	10
<b>Collemboles</b>	2	Ceratopogoninae	5
<b>Ephéméroptères</b>		Forcipomyiinae	7
Baetidae	8	Chironomini	5
Leptophlebiidae		<i>Chironomus</i>	1
<i>Amoa</i>	8	<i>Corynoneura</i>	5
<i>Celiphlebia</i>	6	<i>Harrisius</i>	5
<i>Coula</i>	10	Orthocladiinae	1
<i>Fasciamirus</i>	10	Pseudochironomini	9
<i>Kariona</i>	10	Tanypodinae	5
<i>Kouma</i>	7	Tanytarsini	2
<i>Lepegenia</i>	10	Cecidomyiidae	3
<i>Lepeorus</i>	6	Culicidae	6
<i>N. genre 4</i>	7	Dixidae	9
<i>N. genre A</i>	10	Dolichopodidae	3
<i>N. genre B</i>	10	Empididae	9
<i>Notachalcus</i>	7	Ephydriidae	2
<i>Oumas</i>	8	Limoniidae	3
<i>Ounia</i>	9	Muscidae	8
<i>Papposa</i>	10	Psychodidae	1
<i>Paraluma</i>	5	Rhagionidae	10
<i>Peloracantha</i>	10	Simuliidae	2
<i>Poya</i>	10	Stratiomyidae	2
<i>Simulacala</i>	7	Syrphidae	3
<i>Tenagophila</i>	10	Tabanidae	5
<i>Tindea</i>	9	Tanyderidae	5
<b>Trichoptères</b>		<b>Coléoptères</b>	
Ecnomidae	6	Cucurlionidae	9
Helicophidae	8	Dytiscidae	8
Helicopsychidae	6	Gyrinidae	5
Hydrobiosidae	5	Hydraenidae	6
Hydropsychidae	5	Hydrophilidae	3
Hydroptilidae	4	Noteridae	5
Kokiriidae	10	Scirtidae / Helodidae	10
<i>Gracilopsodes</i>	6	Staphylinidae	3
<i>Oecetis</i>	5	<b>Hétéroptères</b>	
<i>Symphitoneuria</i>	9	Belostomatidae	5
<i>Triplectides</i>	5	Corixidae	5
a. genr. Leptoceridae	8	Gerridae	7
Philopotamidae	7	Hebridae	5
Polycentropodidae	7	Hydrometridae	9
<b>Odonatoptères</b>		Leptopodidae	5
Aeshnidae	5	Mesoveliidae	8
Coenagrionidae	4	Notonectidae	7
Corduliidae	7	Ochteridae	5
Isostictidae	7	Pleidae	5
Lestidae	5	Saldidae	5
Libellulidae	3	Veliidae	5
Megapodagrionidae	7	<b>Planipennes</b>	5
Synthemistidae	5		

**Tableau 7.1 Scores attribués aux taxons de la faune benthique pour l'IBNC.**

<b>CNIDAIRES (HYDRES)</b>	3	<b>MOLLUSQUES GASTEROPODES</b>	
<b>PLATHELMINTHES</b>	3	<i>Gyraulus</i>	6
<b>ACHETES</b>	1	<i>Physastra</i>	2
<b>NEMATODES</b>	2	<i>Physa</i>	2
<b>NEMERTIENS</b>	6	<i>Pseudosuccinea</i>	8
<b>OLIGOCHETES</b>	1	<i>Melanoides</i>	3
<b>MICROBENTHOS</b>		<i>Melanopsis</i>	7
Ostracodes	2	<i>Thiara</i>	5
Copépodes	9		
Hydracariens	5	Hydrobiidae	8
<b>CRUSTACÉS</b>		Neritidae	6
Amphipode	7		
Isopode	3		
Atyidae	5		
Grapsidae	5		
Hymenosomatidae	7		
Palaemoidae	8		

Les cases surlignées en gris correspondent aux scores attribués à dire d'expert ou réévalués.

### **Remarques :**

#### **La nouvelle méthode IBNC concerne 117 taxons.**

Sur les 66 taxons communs par rapport à l'indice originel (Mary, 1999), 48 taxons gardent un score comparable (identique ou  $\pm 1$  point). En particulier, on note peu de différence chez les insectes éphéméroptères. Pour 18 taxons, un écart de plus ou moins 2 à 3 points est observé par rapport à l'ancienne méthode. Cet écart est expliqué par le nombre plus important de données considérées pour la mise à jour de l'IBNC, ce qui apporte une meilleure stabilité à l'indice.

Tous les genres d'insectes trichoptères Leptoceridae sont pris en compte, aussi bien ceux relativement communs tels que *Oecetis*, *Symphitoneuria*, *Triplectides* et *Gracilipsodes* pour lesquels un score spécifique a été attribué, que les genres plus rares et non encore décrits (*N. genre A*, *N. genre C*, *N. genre F*, ...) présentant chacun le score de 8. Ainsi, quand une station présente plusieurs genres rares de Leptoceridae, chacun d'entre eux est pris en compte et se voit attribuer le score de 8 dans le calcul de l'indice biotique.

Des scores ont également été attribués aux organismes du microbenthos (hydracariens, crustacés ostracodes et copépodes). Ces organismes ne font pas partie des macroinvertébrés benthiques en raison de leur plus petite taille. Cependant, ils peuvent être fréquents et parfois abondants dans les échantillons de faune benthique, nous avons donc décidé de les intégrer dans la méthode IBNC. En revanche, les micro-crustacés cladocères, extrêmement rares, ont été exclus de la méthode indicielle.

Le score de certains taxons demandait à être validé et/ou précisé si des données complémentaires étaient acquises durant la présente étude, quant à la présence de ces taxons dans des milieux de qualité connue. Malheureusement, la majorité des taxons concernés ont été rares ou absents des prélèvements réalisés durant la présente étude.

Nous proposons d'attribuer les scores suivants à ces taxons, **à dire d'expert** :

1. **le score de 10** aux insectes éphéméroptères Leptophlebiidae des genres *Peloracantha sp.*, *Coula sp.*, *Papposa sp.* (taxons non répertoriés durant la présente étude), ainsi que *Kariona sp.* (6 individus au « captage de Sarraméa »), les éphéméroptères Leptophlebiidae étant connues comme particulièrement polluo-sensibles ;
2. **le score de 8** aux taxons suivants répertoriés dans des milieux de bonne qualité durant la présente étude :
  - les insectes diptères *Muscidae* (1 individu au « captage de Sarraméa ») ;
  - les insectes éphéméroptères *Baetidae Cloen sp.* (1 individu au « captage d'Arama »).
3. **le score de 5** pour les taxons suivants, non répertoriés dans le cadre de notre étude et vivant, pour la majorité, préférentiellement dans des milieux de type lentique :
  - les crustacés décapodes *Grapsidae* ;
  - les insectes hétéroptères *Belostomatidae*, *Leptopodidae*, *Saldidae*, *Ochteridae*, *Hebridae*, *Corixidae* et *Pleidae* ;
  - les insectes odonoptères *Lestidae* et *Aeshnidae* ;
  - les insectes coléoptères *Gyrinidae* et *Noteridae* ;
  - les insectes diptères *Tanyderidae* ;
  - les insectes *Planipennes* (ou Névroptères).

La présence de ces taxons a déjà été signalée en Nouvelle-Calédonie lors de descriptions taxonomiques, d'études d'inventaires de la biodiversité ou de travaux en vue de détermination d'IBNC (cf Flouhr & Mary, 2006).

4. **le score de 3** pour les taxons suivants, collectés dans des milieux de qualité variable (dont *a priori* médiocre à mauvaise) durant la présente étude :
  - les insectes Coléoptères *Staphylinidae* (répertoriés dans les 7 stations suivantes : « Tipindje affluent », « Hienghène », « Diahot », « Karikoué », « Ouaménie », « Monéo » et « Fonwhary », 32 individus au total) ;
  - les insectes diptères *Dolichopodidae* (1 individu à « Tchamba aval ») et *Cecidomyiidae* (1 individu respectivement à « Wayo Wia », « Xwé Hwaa », « Néhoué » et « Tchamba aval ») ;
  - les crustacés *Isopodes* (répertoriés dans les 2 stations « Nobo Kalavéré » et « We Ina » durant la présente étude, 5 individus en tout) ;
  - les *Hydres (Cnidaires)* (collectés à « Tanghène », « Diahot », « captage d'Arama » et « Ouaménie »).

### VII.1.2. Calcul de l'indice IBNC et détermination de la qualité biologique d'une station de rivière

Pour une station de rivière donnée, la note indicielle de l'IBNC est obtenue à partir de la liste faunistique globale combinant les données relatives aux 7 prélèvements unitaires (cf paragraphe VI.6). L'indice est calculé en considérant le nombre total de taxons répertoriés selon la formule suivante :

$$IBNC = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} S_i$$

avec  $n$  : richesse taxonomique de la station  
et  $s_i$  : score du taxon  $i$

Les seuils des classes de qualité biologique pour l'IBNC, selon la méthode proposée fondée sur 7 prélèvements unitaires (cf paragraphe VI.6), figurent au tableau 6.13.

La note indicielle varie théoriquement entre 0 (aucun taxon présent) et 10 (tous les taxons présents ont un score de 10). Cependant, dans la réalité, celle-ci dépasse rarement la valeur de 7,50.

## VII.2. Validation de l'IBS

### VII.2.1. Historique

La méthode IBS a été construite à partir des données mésologiques et faunistiques collectées sur 343 observations en rivières, situées dans un environnement géologique à dominante ultrabasique et non soumises à des perturbations de type organique. La démarche a consisté en premier lieu à réaliser une classification (ou typologie) des 343 observations sélectionnées, fondée sur leurs caractéristiques mésologiques, au moyen des analyses multivariées suivantes : analyse des correspondances multiples ou ACM suivie d'une classification hiérarchique ascendante. Ces analyses ont permis d'identifier 5 groupes d'observations présentant chacun des caractéristiques similaires et homogènes au niveau de divers paramètres : environnement général de la station, type de végétation des berges et importance en recouvrement, ombrage du cours d'eau, quantité de matières organiques d'origine végétale, superficie du bassin versant à la station, ordre de drainage à la station et granulométrie du cours d'eau (cf Mary & Archambault, 2012 a).

En second lieu, les scores des taxons ont été calculés en tenant compte de leurs valeurs indicatrices INDVAL au sein de chaque groupe d'observations. La méthode INDVAL repose sur la définition du caractère indicateur d'une espèce ou d'un taxon : celui-ci est considéré comme indicateur s'il est typique d'un groupe de relevés (et donc absent des autres groupes) et s'il est présent dans la majorité des relevés de ce groupe. Les valeurs indicatrices INDVAL ont été calculées pour chaque taxon dans chaque groupe d'observations issu de la classification hiérarchique. Elles ont ensuite été pondérées par des coefficients compris entre 1 et 10 selon le niveau de perturbation sédimentaire caractérisant chaque groupe d'observations (se référer à Mary & Archambault, 2012 a pour le détail des analyses).

**La présente étude doit permettre de valider les scores de l'IBS et les seuils des classes de qualité définis par Mary & Archambault (2012 a) au moyen des données complémentaires acquises.**

## VII.2.2. Validation de l'IBS

Quatorze stations d'étude sont situées dans un environnement géologique à dominante ultrabasique (cf paragraphe III.3.). De plus, elles ne sont pas soumises à des perturbations de type organique. Il s'agit des stations de l'HER D la plaine du Grand Sud et de l'HER E le massif ultrabasique, ainsi que des stations « Karikouïé », « captage de la Néa » (HER B la plaine littorale Ouest), « Ouambayée » et « Néhoué » (HER C les collines schisteuses de la pointe Nord). Lors de l'échantillonnage de ces stations d'étude, certains habitats en faciès lentique présentant des phénomènes de colmatage par les fines latéritiques ont été préférentiellement prélevés afin de mieux appréhender la faune adaptée à ce type de milieu. Au total, 18 prélèvements ont été réalisés dans les substrats « fines latéritiques », aussi bien dans les stations de qualité biologique présumée mauvaise ou médiocre (« Wayo Wia », « Coulée aval », « Kwé » et « Kuebini KUEB300 ») que dans des stations estimées de bonne qualité (« Coulée amont », « Karikouïé », « captage de la Néa ») (cf tableau 7.2). Les densités et les richesses taxonomiques relevées dans ces substrats ont été faibles (moins de 1 000 individus par m<sup>2</sup> et moins de 10 taxons en général par prélèvement).

**Tableau 7.2 Densité et richesse taxonomique de la faune benthique prélevée dans les substrats de type « fines latéritiques » durant notre étude.**

Hydro-écorégion	Station	Date d'échant.	Densité (nombre d'individus par m <sup>2</sup> )	Richesse taxonomique
HER E	WAYO WIA	10/11/2012	140	1
	WAYO WIA	10/11/2012	80	2
	WAYO WIA	10/11/2012	460	7
	COULEE AVAL	07/11/2012	340	6
	COULEE AVAL	07/11/2012	240	6
	COULEE AMONT	07/11/2012	2 360	13
	COULEE AMONT	07/11/2012	200	7
HER D	KUEBINI KUEB300	04/11/2012	60	2
	KUEBINI KUEB300	04/11/2012	700	4
	KWE	10/11/2012	200	3
	KWE	10/11/2012	320	7
	TROU BLEU 3-C	04/11/2012	80	3
HER C	NEHOUE	15/11/2012	460	10
	OUAMBAYEE	16/11/2012	80	3
	OUAMBAYEE	16/11/2012	100	2
	OUAMBAYEE	16/11/2012	220	8
HER B	KARIKOUIE	19/11/2012	1 180	10
	NEA CAPTAGE	17/11/2012	1 320	14

Le tableau 7.3 présente l'ensemble des taxons collectés dans les substrats « fines latéritiques » (18 prélèvements au total). Les taxons les mieux représentés ont été les Hydracariens, les insectes éphéméroptères Leptophlebiidae *Paraluma sp.*, les diptères Ceratopogoninae et Chironomidae (Chironomini, Tanypodinae, Tanytarsini, Orthoclaadiinae), les trichoptères Hydroptilidae et les Coléoptères Hydrophilidae. Ces taxons peuvent supporter des habitats fortement colmatés par les sédiments fins. Or le score qui leur a été attribué est en général voisin de 5, étant donné leur caractère fortement ubiquiste (cf Mary & Archambault, 2012 a).

Pour donner plus de robustesse et de cohérence à l'IBS, le score de ces taxons ubiquistes a été réajusté de la façon suivante, sur avis d'expert :

- moins 1 point lorsque le taxon a eu une occurrence comprise entre 2 et 5 dans les « fines latéritiques » (sur les 18 prélèvements considérés) et/ou a été représenté par plus de 3 individus au total ;
- moins 2 points lorsque le taxon eu une occurrence supérieure à 5 dans les « fines latéritiques » (sur les 18 prélèvements considérés).

Le tableau 7.3 présente les modifications de scores effectués pour 14 taxons de la macrofaune benthique suite à ce réajustement. Le score des insectes diptères Ceratopogoninae, originellement égal à 3, a été réajusté à 2.

**Tableau 7.3 Taxons collectés dans les « fines latéritiques » (nombres d'individus et d'occurrence sur 18 prélèvements) et scores de polluo-sensibilité IBS réajustés.**

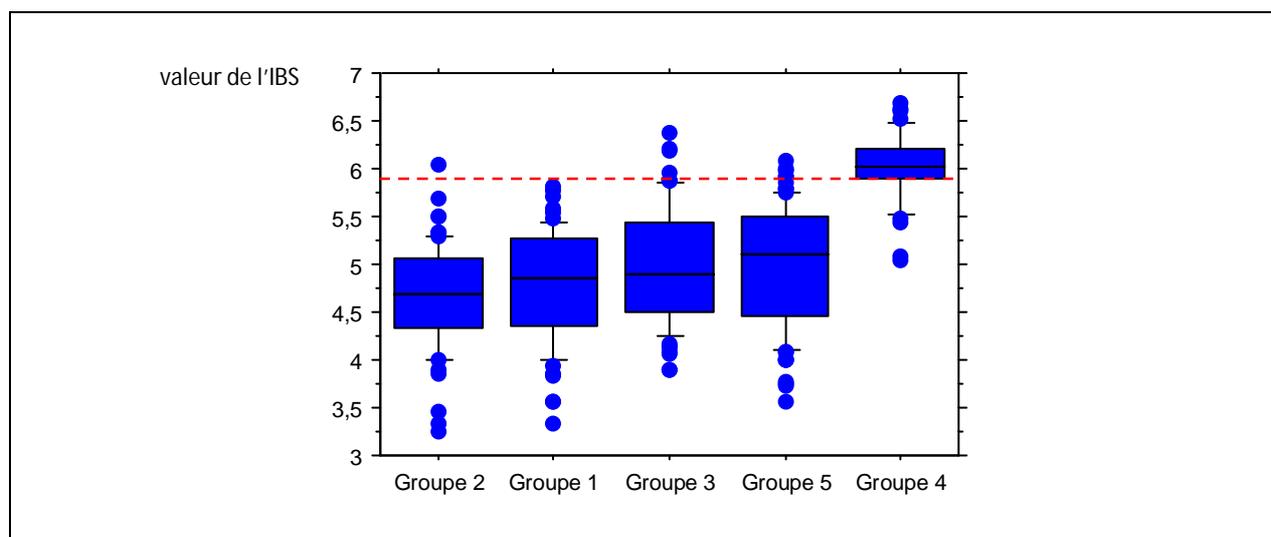
	Taxon	nombre d'individus collectés	Occurrence (sur 18 prélèv.)	Scores IBS (Mary & Archambault, 2012)	Scores IBS nouvellement attribués	
	Oligochètes	2	1	7	7	
	Crustacés Atyidae	2	2	7	7	
	Hydracariens	8	4	5	4	
<b>INSECTES</b> <b>Ephéméroptères</b> <b>Leptophlebiidae</b>	<i>Celiphlebia</i>	1	1	7	7	
	<i>Fasciamirus</i>	1	1	6	6	
	<i>Lepeorus</i>	2	1	7	7	
	<i>NG4</i>	1	1	9	9	
	<i>Paraluma</i>	10	5	5	4	
	<i>Tenagophila</i>	2	2	7	7	
	<b>Odonates</b>	Synthemistidae	1	1	8	8
	<b>Diptères</b>	Ceratopogoninae	13	7	3	2
Chironomini		39	9	5	3	
Chironomus		4	2	5	4	
Orthocladiinae Corynoneura		1	1	6	6	
Orthocladiinae		31	7	4	2	
Pseudochironomini		2	2	5	5	
Tanypodinae		24	9	5	3	
Tanytarsini		98	9	6	4	
Dixidae		1	1	5	5	
Limoniidae		1	1	6	6	
Simuliidae		5	4	6	5	
<b>Trichoptères</b>	Ecnomidae	2	2	4	4	
	Hydroptilidae	136	13	4	2	
	Helicopsychidae	2	1	9	9	
	Hydropsychidae	15	3	6	5	
	Leptoceridae <i>Gracilipsodes sp.</i>	4	1	9	8	
	Leptoceridae <i>Oecetis</i>	2	1	6	6	
	Leptoceridae <i>Triplectides sp.</i>	5	2	8	7	
<b>Coléoptères</b>	Hydraenidae	1	1	5	5	
	Hydrophilidae	12	6	5	3	

Les scores modifiés sont en rouge.

Suite à ce réajustement des scores des taxons adaptés aux habitats fortement colmatés, les limites des classes de qualités biologiques proposés pour l'IBS par Mary & Archaimbault (2012 a) ont été corrigées. Nous avons suivi la même démarche que Mary & Archaimbault (2012 a) pour définir les nouveaux seuils.

La figure 7.1 présente les boîtes à moustaches des valeurs d'IBS calculées, sur la base de 5 prélèvements unitaires et avec les scores réajustés, pour les 5 groupes d'observations issus des analyses multivariées effectuées par Mary & Archaimbault (2012 a) (343 observations concernées au total, cf paragraphe VII.2.1.). Cette figure distingue nettement les observations indemnes de perturbation (groupe 4) de celles présentant des signes d'altération plus ou moins importants (colmatage par les latérites, groupes 1, 2, 3 et 5).

Nous pouvons donc considérer le groupe 4 comme représentatif des stations de bonne qualité, tandis que les groupes 5, 3, 1 et 2 présentent une diminution croissante de la qualité.



La longueur de chaque boîte s'étend du premier quartile (25% des effectifs) au troisième quartile (75% des effectifs), la médiane est représentée par le trait vertical à l'intérieur de la boîte. Les valeurs extrêmes sont représentées par des cercles pleins.

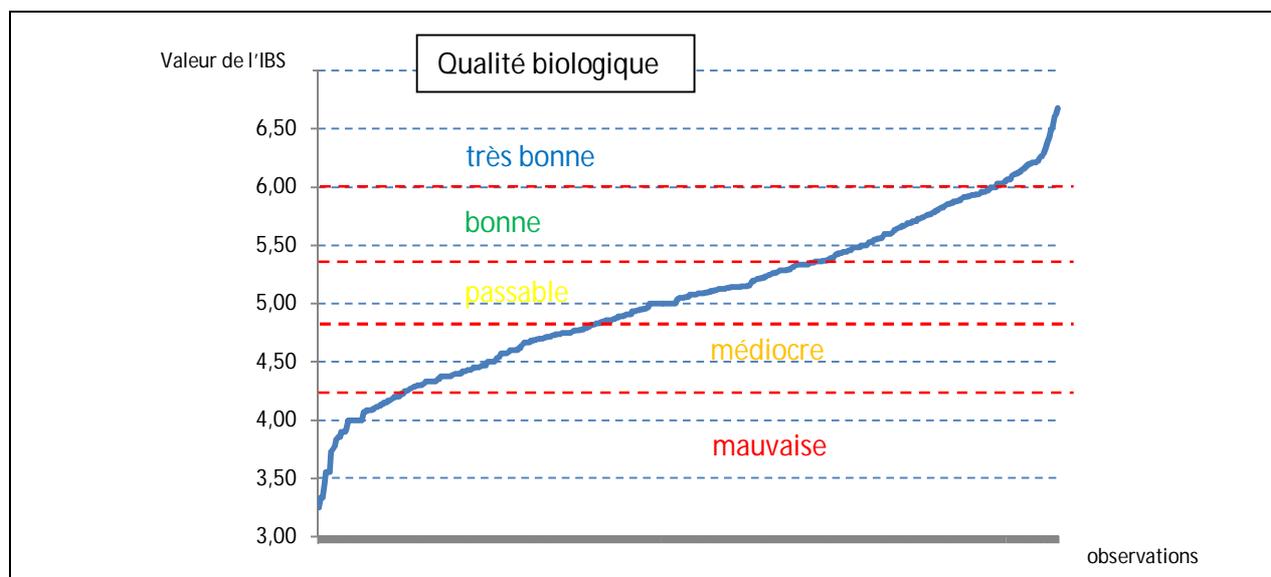
**Figure 7.1** Boîtes « à moustaches » des valeurs d'IBS calculées pour les 5 groupes d'observations issus des analyses multivariées réalisées par Mary & Archaimbault (2012 a), sur la base de 5 prélèvements unitaires et avec les scores réajustés des taxons (343 observations au total).

Les stations les plus altérées (groupes 2, 1, 3 et 5) présentent les valeurs d'indices, et donc les qualités biologiques, moindres. Nous observons un chevauchement des boîtes pour ces groupes, ce qui ne nous permet pas de déterminer les seuils des classes de qualité biologique « mauvaise », « médiocre », « passable » et « bonne » comme nous avons pu le faire pour l'IBNC (cf paragraphe VI.5 et figure 6.15). Seul le groupe 4 est bien individualisé.

Les limites indicielles des classes de qualité biologique de l'IBS, pour 5 prélèvements unitaires, ont donc été identifiées en se basant à la fois sur le graphique des boîtes « à moustaches » pour le seuil de très bonne qualité (figure 7.1) et au moyen du graphique de distribution des valeurs d'IBS calculées sur les 343 observations ayant servi à la mise à jour de l'indice (figure 7.2). Des classes de qualité d'intervalle homogène ont ainsi été identifiées pour l'IBS (tableau 7.4).

**Tableau 7.4 Classes de qualité de l'Indice Biosédimentaire (base de 5 prélèvements unitaires).**

IBS	Qualité biologique
IBS > 6,00	Très bonne
5,40 < IBS ≤ 6,00	Bonne
4,80 < IBS ≤ 5,40	Passable
4,20 < IBS ≤ 4,80	Médiocre
IBS ≤ 4,20	Mauvaise



**Figure 7.2 Indices bio sédimentaire (IBS) calculés sur les 343 observations ayant servi à la mise à jour de l'indice (cf Mary & Archambault, 2012 a), sur la base des nouveaux scores réajustés (5 prélèvements unitaires).**

L'annexe 7.1 présente les notes indicelles IBS obtenues sur les 343 observations considérées : 46 présentent une mauvaise qualité biologique, 93 une qualité biologique médiocre, 99 une qualité passable, 74 une bonne qualité et 30 une très bonne qualité.

### VII.2.3. Les scores de polluo-sensibilité de l'IBS

Le tableau 7.5 présente les scores attribués aux taxons de la faune benthique pour la méthode de l'IBS suite aux réajustements apportés.

Par rapport au tableau des scores établi par Mary & Archambault (2012 a), 9 taxons supplémentaires ont été ajoutés afin de couvrir la faune benthique de manière « exhaustive ». Ces taxons supplémentaires sont, pour la plupart, rarissimes dans les échantillons de faune benthique des eaux courantes : il s'agit des Cnidaires (Hydres), ainsi que des insectes Planipennes, éphéméroptères Leptophlebiidae des genres *Coula sp.* et *Kariona sp.*, odonates Aeshnidae, hétéroptères Belostomatidae et Leptopodidae, diptères Cecidomyiidae, coléoptères Staphylinidae. La présence de ces taxons est connue dans les milieux aquatiques de la Nouvelle-Calédonie (mentionnée dans des inventaires taxonomiques et études en vue de détermination d'IBNC) (cf Flourh & Mary, 2006).

**La nouvelle méthode IBS comprend 117 taxons « scorés », comme celle de l'IBNC.**

Tableau 7.5 Scores attribués aux taxons de la faune benthique pour l'IBS.

Taxon	Score IBS	Taxon	Score IBS
<b>INSECTES</b>		<b>Diptères</b>	
<b>Collemboles</b>	4	Blephariceridae	8
<b>Lépidoptères</b>	4	Ceratopogoninae	2
<b>Ephéméroptères</b>		Forcipomyiinae	5
Baetidae	5	Chironomini	3
Leptophlebiidae		<i>Chironomus</i>	4
<i>Amoa</i>	9	<i>Harrisius</i>	4
<i>Celiphlebia</i>	7	Tanytarsini	4
<i>Coula</i>	10	<i>Corynoneura</i>	6
<i>Fasciamirus</i>	6	Orthoclaadiinae	2
<i>Kariona</i>	10	Tanypodinae	3
<i>Kouma</i>	10	Pseudochironomini	5
<i>Lepegenia</i>	4	Cecidomyiidae	3
<i>Lepeorus</i>	7	Culicidae	9
<i>N. genre 4</i>	9	Dixidae	5
<i>N. genre B</i>	10	Dolichopodidae	5
<i>N.gen.A</i>	10	Empididae	4
<i>Notachalcus</i>	8	Ephydriidae	6
<i>Oumas</i>	4	Limoniidae	6
<i>Ounia</i>	8	Muscidae	5
<i>Papposa</i>	10	Psychodidae	8
<i>Paraluma</i>	4	Rhagionidae	5
<i>Peloracantha</i>	10	Simuliidae	5
<i>Poya</i>	9	Stratiomyidae	4
<i>Simulacala</i>	7	Syrphidae	3
<i>Tenagophila</i>	7	Tabanidae	6
<i>Tindea</i>	7	Tanyderidae	5
<b>Trichoptères</b>		<b>Coléoptères</b>	
Ecnomidae	4	Cucurlionidae	7
Helicophidae	10	Dytiscidae	3
Helicospychidae	9	Gyrinidae	5
Hydrobiosidae	7	Hydraenidae	5
Hydropsychidae	5	Hydrophilidae	3
Hydroptilidae	2	Noteridae	5
Kokiriidae	9	Scirtidae/Helodidae	3
<i>Oecetis</i>	6	Staphylinidae	3
<i>Symphitoneuria</i>	6	<b>Hétéroptères</b>	
<i>Triplectides</i>	7	Belostomatidae	5
<i>Gracilispodes</i>	8	Corixidae	5
a. genr. Leptoceridae	7	Gerridae	9
Philopotamidae	7	Hebridae	5
Polycentropodidae	8	Hydrometridae	7
<b>Odonatoptères</b>		Leptopodidae	5
Aeshnidae	5	Mesoveliidae	4
Coenagrionidae	5	Notonectidae	10
Corduliidae	10	Ochteridae	5
Isostictidae	9	Pleidae	5
Lestidae	5	Saldidae	5
Libellulidae	4	Veliidae	9
Megapodagrionidae	8	<b>Planipennes</b>	5
Synthemistidae	8		

**Tableau 7.5 (suite) Scores attribués aux taxons de la faune benthique pour l'IBS.**

Taxon	Score IBS	Taxon	Score IBS
<b>MOLLUSQUES GASTÉROPODES</b>		<b>CRUSTACÉS</b>	
<i>Gyraulus</i>	10	Isopodes	3
<i>Physastra</i>	10	Amphipodes	3
<i>Physa</i>	3	Atyidae	7
<i>Pseudosuccinea</i>	3	Palaemonidae	9
<i>Melanoïdes</i>	4	Hymenosomatidae	5
<i>Melanopsis</i>	9	Grapsidae	5
<i>Thiara</i>	3	<b>PLATHELMINTHES</b>	9
Hydrobiidae	4	<b>NÉMATODES</b>	3
Neritidae	5	<b>NÉMERTIENS</b>	6
<b>MICROBENTHOS</b>		<b>ACHÈTES</b>	10
Cnidaires	3	<b>OLIGOCHÈTES</b>	7
Ostracodes	9		
Copépodes	5		
Hydracariens	4		

Les cases surlignées en gris correspondent aux scores attribués à dire d'expert ou réévalués.

Sur les 56 taxons communs à l'indice originel (cf Mary & Hytec, 2007), 32 taxons gardent un score comparable (identique ou  $\pm 1$  point). En particulier, on note peu de différence chez les insectes éphéméroptères et trichoptères.

Tous les genres d'insectes Trichoptères Leptoceridae sont pris en compte, aussi bien ceux relativement communs tels que *Oecetis*, *Symphitoneuria*, *Triplectides* et *Gracilipsodes* pour lesquels un score spécifique a été attribué, que les genres plus rares (*N. genre A*, *N. genre C*, *N. genre F*, ...) présentant chacun le score de 7. Ainsi, quand une station présente plusieurs genres rares de Leptoceridae, chacun d'entre eux est pris en compte et se voit attribuer le score de 7 dans le calcul de l'indice biotique (cf Mary & Archaimbault, 2012a).

Le score de certains taxons demandait à être validé et/ou précisé si des données complémentaires étaient acquises durant la présente étude, quant à la présence de ces taxons dans des milieux de qualité connue. Malheureusement, la majorité des taxons concernés ont été rares ou absents des prélèvements réalisés durant la présente étude.

Nous proposons d'attribuer les scores suivants à ces taxons, **à dire d'expert** :

5. **le score de 10** aux insectes éphéméroptères Leptophlebiidae des genres *Peloracantha sp.*, *Coula sp.*, *Papposa sp.* (taxons non répertoriés durant la présente étude), ainsi que *Kariona sp.*, les éphéméroptères Leptophlebiidae étant connues comme particulièrement polluo-sensibles ;
6. **le score de 5** pour les taxons suivants, non répertoriés dans le cadre de notre étude dans les rivières drainant des péridotites et vivant, pour la majorité, préférentiellement dans des milieux de type lentique :
  - o les crustacés décapodes Grapsidae et Hymenosomatidae ;
  - o les mollusques Neritidae ;
  - o les insectes hétéroptères Belostomatidae, Leptopodidae, Saldidae, Ochteridae, Hebridae, Corixidae et Pleidae ;
  - o les insectes éphéméroptères Baetidae ;
  - o les insectes odonatoptères Lestidae, Coenagrionidae, Aeshnidae ;

- les insectes coléoptères Gyrinidae et Noteridae ;
  - les insectes diptères Tanyderidae, Rhagionidae et Muscidae ;
  - les insectes Planipennes (ou Névroptères).
7. **le score de 3** pour les taxons suivants, connus pour supporter des milieux de diverses qualités dont médiocre ou mauvaise :
- les insectes Coléoptères Staphylinidae ;
  - les insectes diptères Syrphidae et Cecidomyiidae ;
  - les mollusques Thiaridae Thiara sp., Physidae Physa sp. et Lymnaeidae Pseudosuccinea sp. ;
  - les Hydres (ou Cnidaires) ;
  - les micro-crustacés Cladocères.

Des scores ont également été attribués au hydracariens et aux crustacés copépodes et ostracodes malgré leur caractère planctonique parce qu'ils peuvent être fréquents et en densité importante dans les prélèvements faunistiques. En revanche, les micro-crustacés cladocères, planctoniques également mais extrêmement rares, sont exclus des méthodes indicielles IBS et IBNC.

#### VII.2.4. Calcul de l'indice IBS et détermination de la qualité biologique d'une station de rivière

Pour une station de rivière, la note indicielle de l'IBS est obtenue à partir de la liste faunistique globale combinant les données relatives aux 7 prélèvements unitaires (cf paragraphe VI.6). L'indice est calculé en considérant le nombre total de taxons répertoriés selon la formule suivante :

$$IBS = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} S_i$$

avec  $n$  : richesse taxonomique de la station  
et  $s_i$  : score du taxon  $i$

La note indicielle varie théoriquement entre 0 (aucun taxon présent) et 10 (tous les taxons présents ont un score de 10). Cependant, dans la réalité, celle-ci dépasse rarement la valeur de 7,50.

#### VII.2.5. Qualité biologique des stations sur la base de 7 et 10 prélèvements unitaires

L'indice IBS a été calculé pour les 14 stations d'étude localisées dans des rivières drainant des roches ultrabasiques :

- Sur la base de 5 prélèvements unitaires tel que préconisé par Mary & Archambault (2011) ;
- Sur la base de 10 prélèvements unitaires en considérant :
  - dans une première phase, les 6 premiers prélèvements unitaires réalisés dans les substrats les plus habitables (dominants et marginaux) en suivant l'ordre d'habitabilité validé du tableau 6.7, et dans la classe de vitesse la plus représentée pour chaque substrat et,

- dans une seconde phase, les 4 prélèvements dans les substrats les plus représentés de la station (même si déjà pris en compte au cours de la première phase), au prorata de leur superficie de recouvrement, et en faisant varier si possible la vitesse du courant pour tout substrat pris en compte plus d'une fois ;
- Sur la base de 7 prélèvements unitaires selon la méthodologie proposée au paragraphe VI.6, à savoir :
  - dans une première phase, les 3 premiers prélèvements unitaires réalisés dans des substrats marginiaux uniquement en suivant l'ordre d'habitabilité validé du tableau 6.7, et dans la classe de vitesse la plus représentée pour chaque substrat et,
  - et dans une seconde phase, les 4 prélèvements dans les substrats dominants les plus représentés de la station, en priviliégiant le substrat le mieux représenté (2 prélèvements en faisant varier la classe de vitesse du courant). Les 2 prélèvements restants ont concerné les 2 autres substrats dominants les mieux représentés dans la station, dans la classe de courant la plus représentée.

La qualité biologique de chaque station a été définie et comparée à sa qualité présumée (cf tableau 7.7).

Sur la base des 7 et 10 prélèvements unitaires, la richesse taxonomique des stations et les notes d'IBS obtenues sont souvent légèrement supérieures à celles calculées avec 5 prélèvements unitaires, en particulier pour les stations de qualité biologique présumée « passable » à « mauvaise » (cf tableau 7.7). Les limites des classes pour 7 et 10 prélèvements ont donc été légèrement relevées par rapport à celles établies pour 5 prélèvements unitaires, sur dire d'expert (tableau 7.6).

**Tableau 7.6 Classes de qualité définies pour l'IBS.**

Seuils de l'IBS établis sur la base de 5 prélèvements unitaires (Mary & Archambault, 2012 a)	Seuils de l'IBS proposés pour 7 prélèvements unitaires	Seuils de l'IBS proposés pour 10 prélèvements unitaires	Qualité biologique
IBS > 6,00	IBS > 6,00	IBS > 6,00	Très bonne
5,40 < IBS ≤ 6,00	5,45 < IBS ≤ 6,00	5,50 < IBS ≤ 6,00	Bonne
4,80 < IBS ≤ 5,40	4,90 < IBS ≤ 5,45	5,00 < IBS ≤ 5,50	Passable
4,20 < IBS ≤ 4,80	4,35 < IBS ≤ 4,90	4,50 < IBS ≤ 5,00	Médiocre
IBS ≤ 4,20	IBS ≤ 4,35	IBS ≤ 4,50	Mauvaise

**Tableau 7.7 Notes indicielles de l'IBS calculées avec 5, 7 et 10 prélèvements unitaires.**

Les couleurs correspondent aux classes de qualité suivantes : rouge : mauvaise qualité biologique ; orange : qualité biologique médiocre ; jaune : qualité biologique passable ; vert : bonne qualité biologique ; bleu : très bonne qualité biologique.

Hydro-écorégion	Stations	Date d'échant.	Méthodologie Mary & Archaimbault (2011) 5 prélèvements unitaires		Méthodologie fondée sur 7 prélèvements unitaires (cf paragraphe VI.6)		Méthodologie fondée sur 10 prélèvements unitaires	
			Richesse tax.	IBS	Richesse tax.	IBS	Richesse tax.	IBS
HER E	WAYO WIA	10/11/2012	10	3,40	12	3,67	13	3,77
	COULEE AVAL	07/11/2012	24	4,96	25	4,72	26	4,88
	DUMBEA NORD	03/11/2012	28	5,57	32	5,59	35	5,71
	COULEE AMONT	07/11/2012	30	5,43	28	5,50	34	5,71
	XWE HWA	11/11/2012	34	6,18	37	6,05	37	6,16
HER D	KWE	10/11/2012	15	4,87	18	5,17	17	5,35
	KUEBINI KUEB300	04/11/2012	11	4,09	16	4,81	18	4,72
	TROU BLEU 3-C	04/11/2012	19	4,79	22	5,18	22	5,18
	OUENAROU	10/11/2012	29	5,59	32	5,56	33	5,67
	PIROGUES	06/11/2012	41	5,85	43	5,86	44	5,82
HER C	NEHOUE	15/11/2012	29	5,17	29	5,55	30	5,27
	OUAMBAYEE	16/11/2012	31	5,71	32	5,66	29	5,38
HER B	KARIKOUIE	19/11/2012	32	5,84	43	5,77	42	5,67
	NEA CAPTAGE	17/11/2012	38	5,66	33	5,48	38	5,66

Sur la base des seuils proposés pour 7 et 10 prélèvements unitaires, 10 stations sur 14 (soit 71%) présentent la même classe de qualité biologique avec 5 et 7 ou 10 prélèvements (cf tableau 7.7). Par rapport au classement effectué *a priori* lors du plan d'échantillonnage, 7 stations sont correctement classées avec 10 prélèvements unitaires (soit 50%), 8 stations avec 7 prélèvements unitaires (soit 57%), et seulement 5 stations avec 5 prélèvements unitaires (soit 36%). De plus, les résultats montrent que la qualité biologique présumée des stations « Karikouïé », « Dumbéa Nord », « Kwé » et « Néhoué » a été sous-évaluée : « Karikouïé » et « Dumbéa Nord » apparaissent de bonne qualité biologique au lieu de passable à l'instar des résultats mis en exergue par l'IBNC ; « Kwé » et « Néhoué » sont de qualité passable au lieu de mauvaise et médiocre.

La station « Coulée aval » (HER E le massif ultrabasique) présente une qualité biologique moindre sur la base de 7 et 10 prélèvements unitaires (« médiocre » au lieu de « passable »). Le fait d'observer une diminution de l'indice IBS avec un déclassement de la qualité biologique pour un effort d'échantillonnage plus élevé, et donc une richesse taxonomique plus importante, confirme que **les stratégies proposées fondées sur 7 ou 10 prélèvements unitaires prennent mieux en compte les altérations morphologiques du cours d'eau et donnent une meilleure « image » de la qualité du milieu.**

A l'inverse, les 2 stations « Kuebini KUEB300 » et « Trou Bleu 3-C » se caractérisent par une meilleure qualité sur la base de 7 et 10 prélèvements (respectivement des qualités « médiocre » et « passable » au lieu de « mauvaise » et « médiocre »).

### VII.3. Conclusions

Les résultats obtenus lors de la validation des méthodes indicielles IBNC et IBS mettent en exergue que l'augmentation de l'effort d'échantillonnage à 7 prélèvements unitaires par station, **avec une méthodologie d'échantillonnage bien précise, alliant substrats marginaux et dominants** permet :

1. de fournir une « image » plus représentative et complète du peuplement d'invertébrés d'une station de rivière, avec une meilleure estimation de la biodiversité en place (richesses taxonomiques plus importantes) ;
2. de mieux prendre en compte les altérations morphologiques du cours d'eau à la station. En effet, pour plusieurs stations, il est observé une diminution de la qualité biologique avec une richesse taxonomique plus élevée, ce traduit de fait une meilleure évaluation de l'état du milieu.

Enfin, le fait d'avoir défini des limites différenciées de classes de qualité sur les bases de 5, 7 et 10 prélèvements permet de garantir la continuité du suivi de la qualité des eaux et la valorisation des chroniques de données acquises jusqu'à présent en Nouvelle-Calédonie.

## Chapitre VIII - Proposition d'une méthode indicielle simplifiée

*Existe-t-il un ou plusieurs types de substrats pour lesquels la faune benthique associée se rapproche de la communauté faunistique globale de la station ?*

Dans une perspective de gestion intégrée, l'objectif principal est de rechercher, dans une station de rivière, le type de substrat qui abrite la faune la plus proche possible de la communauté benthique en place, afin de pouvoir détecter précocement l'impact environnemental d'une perturbation. Ce substrat pourra être utilisé à l'échelle de la station pour évaluer cet impact. Cet **indicateur précoce de perturbation** devrait permettre aux gestionnaires des milieux aquatiques de prendre rapidement des mesures de protection ou de restauration des milieux impactés. L'objectif est de pouvoir proposer un protocole de suivi allégé (donc moins onéreux) des masses d'eaux, plus ciblé vers l'identification d'un type de stress anthropique, notamment quand une perturbation et/ou pollution de nature déterminée est suspectée. Son moindre coût autorisera éventuellement une fréquence plus importante dans le suivi écologique.

Notre étude a montré que certains substrats tels que les « litières », les « pierres/galets » et les « blocs » étaient fortement biogènes. Ces catégories de substrats ont été prélevées dans la majorité des stations d'étude. Nous avons donc comparé les notes indicielles IBNC et IBS calculées avec les prélèvements réalisés dans ces trois catégories de substrats et celles obtenues avec les 5 prélèvements unitaires en suivant la méthodologie d'échantillonnage préconisée par Mary & Archaimbault (2011). Les limites des classes de qualité utilisées pour déterminer la qualité biologique des stations ont été celles identifiées pour 5 prélèvements unitaires (cf tableaux 7.2 et 7.8).

Les résultats figurent aux tableaux 8.1 et 8.2. Ils montrent, d'une part, que les substrats « blocs » n'ont pas pu être prélevés dans les stations « Nobo Kalavéré » et « Néhoué » parce que non présents au moment de l'échantillonnage. De même, les « litières » n'ont pas été prélevées dans la station « Fonwhary ». Ces **deux types de substrats peuvent donc être défaillants dans une station de rivière.**

Tableau 8.1 Qualités biologiques mesurées (IBNC) sur la base de 5 prélèvements unitaires et pour différentes catégories de substrats.

Hydro-écorégion	Station	Méthodologie Mary & Archambault (2011) 5 prélèvements unitaires		Substrat « pierres/galets »			Substrat « litières »			Substrat « blocs »		
		richesse tax.	IBNC	nb de prélév. considéré	richesse tax.	IBNC	nb de prélév. considéré	richesse tax.	IBNC	nb de prélév. considéré	richesse tax.	IBNC
HER B	NOBO KALAVERE	20	3,75	1	11	3,18	2	20	3,90	/	/	/
	OUAMENIE	35	4,17	3	25	3,80	2	31	4,35	2	25	4,24
	KARIKOUIE	32	5,69	3	18	5,39	1	32	5,69	3	22	5,45
	BARENDEU	33	5,64	3	24	5,42	1	21	5,19	3	18	4,89
	NEA CAPTAGE	38	6,26	3	19	5,53	2	22	5,73	2	16	5,88
HER C	DIAHOT AVAL	24	3,75	2	18	3,89	1	16	3,75	2	20	3,95
	NEHOUE	29	4,03	2	15	4,13	2	19	3,53	/	/	/
	KOUMAC AFFLUENT	27	4,30	3	20	4,50	1	16	4,00	3	22	3,95
	OUAMBAYEE	31	4,97	3	23	4,96	2	23	4,39	2	19	5,26
	ARAMA CAPTAGE	40	5,43	2	20	4,65	1	9	4,11	1	12	4,83
HER D	KWE	15	4,87	2	13	4,85	1	8	4,25	1	3	6,00
	KUEBINI KUEB300	11	4,27	2	4	4,75	1	5	4,40	3	10	5,10
	TROU BLEU 3-C	19	4,68	3	14	5,36	1	10	4,50	2	12	4,50
	PIROGUES	41	5,44	3	28	5,57	2	21	5,38	1	8	6,13
	OUENAROU	29	5,72	3	27	5,67	2	25	5,88	3	26	5,65
HER E	WAYO WIA	10	3,60	3	5	3,40	1	7	3,43	2	5	4,60
	COULEE AVAL	26	4,85	3	19	4,84	2	18	4,50	2	16	4,56
	DUMBEA NORD	28	5,46	3	18	5,56	2	19	5,32	2	15	5,60
	COULEE AMONT	30	5,80	2	26	5,65	1	8	5,13	3	23	5,17
	XWE HWAA AFFLUENT	35	5,80	2	31	5,97	1	17	5,41	1	15	5,87
HER F	HIENGHENE	25	3,80	3	25	3,96	1	15	3,40	2	23	4,30
	TANGHENE	28	4,43	3	20	4,65	1	16	4,13	4	19	4,21
	TIPINDJE AFFLUENT	34	4,88	3	22	4,45	1	21	4,95	3	25	4,32
	WE INA	22	5,32	2	11	5,36	1	7	5,43	2	6	3,50
	CASCADE DE TAO	28	5,82	3	14	6,29	1	5	5,00	1	5	6,60
HER G	FONWHARY	30	4,40	3	20	3,75	/	/	/	2	26	4,46
	TCHAMBA AVAL	27	4,44	3	19	4,26	1	15	4,00	3	19	4,42
	MONEO	35	4,80	3	23	4,22	1	16	4,75	3	22	4,18
	FARINO CAPTAGE	32	4,81	2	24	4,54	1	16	4,63	1	10	3,80
	SARRAMEA CAPTAGE	45	5,27	3	29	5,34	1	31	5,06	2	24	4,79

**Tableau 8.2 Qualités biologiques mesurées (IBS) sur la base de 5 prélèvements unitaires et pour différentes catégories de substrats.**

Hydro-écorégion	Station	Méthodologie Mary & Archaimbault (2011) 5 prélèvements unitaires		Substrat « pierres/galets »			Substrat « litières »			Substrat « blocs »		
		richesse tax.	IBS	nb de prélèv. considéré	richesse tax.	IBS	nb de prélèv. considéré	richesse tax.	IBS	nb de prélèv. considéré	richesse tax.	IBS
HER B	KARIKOUIE	32	5,84	3	18	5,50	1	32	5,84	3	22	5,55
	NEA CAPTAGE	38	5,66	3	19	5,37	2	22	5,36	2	16	5,38
HER C	NEHOUE	29	5,17	2	15	5,00	2	19	4,79	/	/	/
	OUAMBAYEE	31	5,71	3	23	5,43	2	23	4,91	2	19	5,79
HER D	KWE	15	4,87	2	13	5,69	1	8	3,63	1	3	7,33
	KUEBINI KUEB300	11	4,09	2	4	3,75	1	5	4,40	3	10	5,50
	TROU BLEU 3-C	19	4,79	3	14	5,50	1	10	4,70	2	12	4,33
	OUENAROU	29	5,59	3	28	5,43	2	21	5,10	1	8	6,13
	PIROGUES	41	5,85	3	27	5,93	2	25	5,56	3	26	6,23
HER E	WAYO WIA	10	3,40	3	5	3,00	1	7	3,29	2	5	3,00
	COULEE AVAL	24	4,96	3	19	4,53	2	18	5,00	2	16	4,56
	DUMBEA NORD	28	5,57	3	18	5,17	2	19	5,63	2	15	5,53
	COULEE AMONT	30	5,43	2	26	5,62	1	8	5,13	3	23	5,43
	XWE HWAA	34	6,18	2	31	6,13	1	17	5,65	1	15	6,27

Les couleurs correspondent aux classes de qualité suivantes : rouge : mauvaise qualité biologique ; orange : qualité biologique médiocre ; jaune : qualité biologique passable ; vert : bonne qualité biologique ; bleu : très bonne qualité biologique.

D'autre part, pour le substrat « blocs », un tiers des stations environ présentent la même qualité biologique que celle obtenue sur la base de 5 prélèvements unitaires pour l'IBNC et pour l'IBS. Les richesses taxonomiques contenues dans les « blocs » sont largement inférieures à celles mesurées avec les 5 prélèvements unitaires et de ce fait, les qualités biologiques indiquées sont surestimées pour l'IBS (9 stations sur 14 présentent une bonne ou très bonne qualité).

En ce qui concerne les « litières », pour l'IBNC, environ deux tiers des stations présentent la même qualité biologique que celle mesurée avec les 5 prélèvements unitaires et 6 stations sur 14 pour l'IBS. Ce substrat a, en général, été échantillonné à une ou deux reprises dans chaque station d'étude. Les qualités biologiques indiquées par les « litières » montrent cependant une certaine homogénéité et sont sous-estimées par rapport à ce qui est obtenu sur la base de 5 prélèvements : la moitié des stations traduisent une qualité biologique médiocre ou mauvaise au moyen de l'IBNC. De même, pour l'IBS aucune station n'est de très bonne qualité.

Enfin, en considérant les « pierres/galets », pour l'IBNC, 19 stations sur 30 présentent la même qualité biologique que celle obtenue avec les 5 prélèvements unitaires et pour l'IBS, 9 stations sur 14. Ce substrat a, en général, été échantillonné à 2 ou 3 reprises dans chaque station d'étude, dans des classes de vitesse différentes. Les stations de bonne et très bonne qualité biologique, ainsi que celles de qualité mauvaise et médiocre sont en général correctement classées par rapport à leur qualité présumée (cf tableaux 8.1 et 8.2).

Dans le détail, pour l'IBNC, la qualité biologique de 5 stations est moindre avec les « pierres/galets » : « Tipindje affluent » et « Monéo » présentent une qualité passable avec 5 prélèvements unitaires et médiocre avec les « pierres/galets » ; « Ouaménie » et « Fonwhary » une qualité médiocre qui devient mauvaise avec les « pierres/galets » ; « captage d'Arama » une bonne qualité qui devient passable. A l'inverse, 3 stations présentent une meilleure qualité en considérant uniquement les « pierres/galets » : Kuebini KUEB300 et Tanghène (qualité médiocre avec 5 prélèvements unitaires et passable avec les « pierres/galets ») et « Trou bleu 3-C » (qualité passable avec 5 prélèvements unitaires et bonne avec les « pierres/galets »). La différence de richesse taxonomique contenue dans les « pierres/galets » par rapport à celle mesurée avec 5 prélèvements unitaires se situe entre 10 et 20 taxons pour la moitié des stations, et justifie les différences de notes indicielles obtenues et de qualités mesurées.

**Les « pierres/galets » fournissent néanmoins des résultats globalement cohérents quant à la qualité biologique des stations d'étude et proches de ceux obtenus avec les 5 prélèvements unitaires.** Ils permettent ainsi de donner une image moyenne et représentative de la qualité globale d'un site. Ce substrat, bien représenté dans les rivières, pourrait donc être un indicateur précoce de perturbation et à la base d'une méthode d'alerte peu coûteuse et rapide à mettre en place, permettant de mettre en évidence une perturbation de type chronique, mais pouvant amener à réaliser des analyses plus poussées ultérieurement, en fonction de son importance.

L'intérêt des « pierres/galets » dans l'évaluation écologique des cours d'eau a été souligné à de nombreuses reprises par plusieurs auteurs. Pour les contaminations organiques, les pollutions toxiques, les dégradations physiques de l'habitat et les altérations du régime hydrologique, les « cailloux/galets » apparaissent comme le meilleur « substrat » à échantillonner (Usseglio-Polatera & Mondy, 2008 ; Beauger A., 2008).

**Conclusion :** Dans le cadre d'un protocole d'alerte allégé, le substrat « pierres/galets » semble être le plus approprié pour détecter précocement l'impact environnemental d'une perturbation. **Une étude complémentaire reste cependant nécessaire pour fixer le nombre exact de prélèvements à réaliser dans ce support dans une station de rivière, déterminer à quels types de pressions le substrat « pierres/galets » répond et détailler le protocole d'échantillonnage correspondant.**

## Chapitre IX - Conclusions et recommandations

### IX.1. Conclusions

Durant cette étude, 30 stations de rivières réparties sur l'ensemble de la Grande Terre et présentant des niveaux de qualité biologique différenciés ont été échantillonnées, dans l'objectif d'améliorer la fiabilité et la robustesse des outils indiciaires IBNC et IBS et de mieux définir la méthodologie d'échantillonnage de la macrofaune benthique. Les résultats obtenus montrent pour les stations de rivière prospectées :

- peu de différenciation au niveau de la qualité physico-chimique de l'eau pour les paramètres analysés, ce qui démontre un faible gradient de pressions pour le panel des stations étudiées ;
- une faune benthique dominée par les insectes éphéméroptères, trichoptères et diptères, qui restent les groupes faunistiques clefs des rivières néo-calédoniennes ;
- une biodiversité intéressante, en particulier dans les zones de captage et dans les milieux préservés des activités anthropiques, avec quelques taxons rares.

Les substrats minéraux « pierres/galets », « blocs », « sable », « graviers », « roches-mères et dalles » restent majoritairement échantillonnés dans les rivières néo-calédoniennes. Les « chevelus racinaires », « branchages et troncs », ainsi que la « litière » sont également souvent prospectés. L'ordre de priorité d'échantillonnage des substrats défini pour les rivières néo-calédoniennes s'avère relativement proche de celui préconisé par Mary & Archaimbault (2011). Les « bryophytes », les « litières » et les « branchages » sont particulièrement biogènes, ainsi que les substrats minéraux « pierres/galets » et « blocs » habituellement bien représentés dans les rivières. Les « chevelus racinaires » ont été distingués des « branchages » auxquelles ils étaient associés jusqu'à présent. Les « graviers » et les « sables » sont généralement plus biogènes que les « fines latéritiques » et les « roche-mères/dalles » qui constituent des substrats peu habitables.

En ce qui concerne les substrats « marginaux » et « dominants »<sup>6</sup>, les résultats mettent en exergue, sur la base de l'échantillonnage réalisé, que les habitats « marginaux » apportent la majeure partie de la richesse taxonomique de la station, dont les taxons les plus sensibles. Les habitats communément dominants « pierres/galets » et « blocs » amènent également une information essentielle pour évaluer la qualité biologique d'une station de rivière.

Les analyses statistiques et graphiques des données acquises soulignent que **sept prélèvements unitaires par station** permettent d'obtenir une richesse taxonomique représentative de la biodiversité en place. Le protocole d'échantillonnage préconisé combine habitabilité et représentativité des substrats. Dans une station de rivière, les 7 prélèvements unitaires sont à réaliser en 2 phases, en prélevant en premier lieu les 3 substrats « marginaux » présents les plus biogènes, selon l'ordre d'habitabilité validé et dans la classe de vitesse de courant la plus représentée pour chaque substrat ; et en second lieu, les 3 substrats « dominants » les plus représentés dans la station, en privilégiant celui le plus représenté (2 prélèvements en faisant varier la classe de vitesse de courant si possible). Les 2 prélèvements restants sont à réaliser dans les 2 autres substrats dominants les mieux représentés dans la station, dans la classe de courant la plus représentée.

---

<sup>6</sup> Un substrat « marginal » a été peu représenté dans une station d'étude (pourcentage de recouvrement  $\leq$  5% de la surface totale) alors qu'un substrat « dominant » a été bien représenté dans la station (pourcentage de recouvrement  $>$  5% de la surface totale).

De plus, la comparaison des données biologiques se rapportant aux fractions triées grossières (organismes de taille supérieure à 500 µm) et fines (organismes de taille comprise entre 250 à 500 µm) montre que, pour un prélèvement donné, le nombre d'individus collectés, la richesse taxonomique et l'indice ET (nombre de taxons en insectes trichoptères et éphéméroptères) sont significativement plus importants dans la fraction grossière que dans la fraction fine. Les Hydracariens Oribatidae, les copépodes et les premiers stades larvaires des insectes éphéméroptères non identifiables sont les principaux taxons susceptibles d'être absents de la fraction grossière pour un prélèvement unitaire donné.

La fraction de taille supérieure à 500 µm contient donc la très grande majorité des taxons présents, dont les plus sensibles et à score de polluo-sensibilité élevée. L'utilisation d'un filet doté d'un vide de maille de 500 µm pour les cours d'eau de la Nouvelle-Calédonie entraînerait *a priori* une perte d'information très négligeable par rapport à une maille de 250 µm, en ce qui concerne les notes indicielles des stations. **L'emploi d'un filet de maille de 500 µm est donc recommandé.** Il optimiserait l'utilisation en routine des méthodes IBNC et IBS puisqu'il permettrait de réduire le temps de traitement des échantillons (tris, identifications) et donc le coût afférent à ce volet. En effet, les organismes les plus petits sont les plus difficiles à identifier.

En outre, les 2 méthodes indicielles IBNC et IBS ont été réajustées de façon à se rapprocher des méthodologies équivalentes existant en Europe (ASPT Average Score Per Taxon) ou en Nouvelle-Zélande (MCI Macroinvertebrate Community Index). Les principales modifications apportées aux méthodes IBNC et IBS ont été les suivantes : 1/ l'attribution d'un score à chaque taxon de la macrofaune benthique ; 2/ une redéfinition des limites des classes de qualité biologique (très bonne, bonne, passable, médiocre, mauvaise) au moyen de méthodes graphiques et statistiques. Le protocole d'échantillonnage et le calcul de l'indice biotique se font de la même façon pour l'IBNC et l'IBS ; seuls les scores des taxons diffèrent.

Chacune des méthodes concerne maintenant 117 taxons et vise à couvrir la faune benthique de manière « exhaustive ». Ainsi, des scores ont été attribués au microbenthos (hydracariens, crustacés copépodes et ostracodes), ainsi qu'aux taxons fortement ubiquistes ou rarissimes dans les rivières néo-calédoniennes. Environ une trentaine de taxons présente des scores attribués à dire d'expert.

Les résultats obtenus lors de la validation des méthodes indicielles IBNC et IBS mettent en exergue que l'augmentation de l'effort d'échantillonnage de **5 à 7 prélèvements unitaires** par station, en respectant une méthodologie bien précise permet : 1/ de fournir une « image » plus représentative et complète du peuplement d'invertébrés d'une station de rivière. En effet, l'augmentation de l'effort d'échantillonnage permet d'avoir une meilleure estimation de la biodiversité en place (richesse taxonomique plus importante) ; 2/ de mieux prendre en compte les altérations morphologiques du cours d'eau à la station. En effet, pour plusieurs stations, il a été observé une diminution de la qualité biologique avec 7 prélèvements unitaires, pour une richesse taxonomique plus élevée. Ceci traduit de fait une meilleure évaluation de la qualité du milieu ; 3/ de garantir la continuité du suivi de la qualité des eaux et la valorisation des chroniques de données acquises jusqu'à présent en Nouvelle-Calédonie puisque des limites différenciées de classes de qualité biologiques sont proposées pour 5, 7 et 10 prélèvements unitaires.

Enfin, les analyses montrent que le substrat « pierres/galets » abrite la faune la plus proche possible de la communauté benthique en place. Dans une perspective de gestion intégrée, ce substrat bien représenté dans les rivières peut donc être un indicateur précoce de perturbation et à la base d'une méthode d'alerte peu coûteuse et rapide à mettre en place, permettant de mettre en évidence une perturbation de type chronique, mais pouvant amener à réaliser des analyses plus poussées ultérieurement, en fonction de son importance. Une étude complémentaire reste cependant nécessaire pour fixer le nombre exact de prélèvements à réaliser dans ce support dans une station de rivière et le protocole d'échantillonnage détaillé correspondant.

## IX.2. Recommandations

Dans le but d'optimiser les résultats de ce précieux travail qui débuta il y a près de 4 ans, plusieurs recommandations peuvent être émises :

1. le guide méthodologique Mary & Archambault (2011) détaille l'ensemble de la procédure d'échantillonnage du benthos en rivière en vue de la détermination des indices IBNC et IBS. Il reste l'outil indispensable des utilisateurs des méthodes indicielles et la référence en vue de la maîtrise des échantillonnages du benthos des rivières, afin d'obtenir des résultats représentatifs, reproductibles et comparables dans le temps. Les nouvelles modalités d'échantillonnage préconisées dans le présent travail, ainsi que le nouveau mode de calcul des notes indicielles devront être intégrées dans ce guide à court terme. La réactualisation de ce manuel reste indispensable en effet pour permettre la diffusion et la mise en application des nouvelles méthodes indicielles par les bureaux d'études et autres structures opérationnelles de la Nouvelle Calédonie.
2. De même, le guide d'identification de la macrofaune benthique conçu en 2000 nécessite une remise à jour aux vues des avancées taxonomiques réalisées durant la précédente décennie.
3. De plus, il est important de faire procéder aux bureaux d'études mettant en œuvre les indices IBNC et IBS une validation taxonomique des identifications réalisées. En effet, cette procédure permet de constituer des chroniques de données fiables et comparables dans le temps. Cette validation pourrait concerner, dans un premier temps, 25% des spécimens collectés durant les 4 premières campagnes de terrain, puis dans un second temps les taxons ou groupes pollu-sensibles pour lesquels des erreurs sont souvent observées. La conservation des échantillons collectés pour un contrôle ultérieur ou une détermination plus poussée reste indispensable par les utilisateurs des méthodes.
4. Enfin, les « pierres/galets » constituent un habitat sentinelle intéressant pour bio-évaluer la qualité des rivières. Il serait opportun de mettre en place une méthode indicielle simplifiée fondée sur les substrats minéraux, tels que les « pierres/galets » et les « blocs » généralement bien représentés dans les rivières. Ce genre de méthode permettrait d'obtenir des résultats non biaisés par l'échantillonnage, en prospectant toujours les mêmes habitats, aisément repérables sur le terrain et facilement accessibles.

Une étude complémentaire reste cependant nécessaire avant de proposer cet indice simplifié afin de préciser, d'une part, l'effort d'échantillonnage optimal nécessaire (nombre exact de prélèvements élémentaires à réaliser) et d'autre part, de déterminer à quels types de pression le substrat « pierres/galets » répond.

## Chapitre X - Références bibliographiques

AFNOR, 1992, 2004, Qualité écologique des milieux aquatiques. Qualité de l'eau. Détermination de l'indice biologique global normalisé (IBGN), Association française de normalisation, Norme homologuée T 90-350.

Beauger A., 2008. Bio-évaluation de la qualité de l'eau : établissement d'un protocole d'échantillonnage simplifié, basé sur la collecte des macroinvertébrés benthiques sur les seuils des rivières à charge de fond graveleuse. Mémoire de doctorat, Université Blaise Pascal n°D.U. 1860, 238 pages.

Collectif, 2011. Définition des hydro-écorégions dans le cadre des conseils de l'eau. Rapport d'état d'avancement, phases 1 et 2. Asconit Consultants, Biotop Nouvelle-Calédonie. Rapport provisoire. Gouvernement de Nouvelle-Calédonie (DAVAR), Province Sud (DENV). 39 pages.

Day J.A., Harrison A.D., I.J. De Moor, 2002. Guides to the Freshwater Invertebrates of Southern Africa. Volume 9: Diptera. Water Research Commission Report No. TT 201/02, 200 pp.

De Moor I.J., Day J.A., F.C. De Moor, 2003. Guides to the Freshwater Invertebrates of Southern Africa. Volume 7: Insecta I. Ephemeroptera, Odonata & Plecoptera. Water Research Commission Report No. TT 207/03, 288 pp.

De Moor I.J., Day J.A., F.C. De Moor, 2003. Guides to the Freshwater Invertebrates of Southern Africa. Volume 8: Insecta II. Hemiptera, Megaloptera, Neuroptera, Trichoptera & Lepidoptera. Water Research Commission Report No. TT 214/03, 208 pp.

Flouhr C. & Mary N., 2006. 1/ Synthèse des données sur la biodiversité des écosystèmes d'eau douce de la Nouvelle-Calédonie. 2/ Typologie et usages. Rapport final. WWF NC, Conservation International. 199 pages + annexes.

Mary N. & Archaimbault V., 2010. L'indice biotique de la Nouvelle-Calédonie (IBNC) et l'Indice bio sédimentaire (IBS). Recommandations en vue d'une amélioration. CEMAGREF, DAVAR, SESER, Pôle de l'Observatoire de la Ressource en Eau. 10 pages.

Mary N. & Archaimbault V., 2011. L'indice Biotique de la Nouvelle-Calédonie (IBNC) et l'Indice Biosédimentaire (IBS) : Guide méthodologique et technique. DAVAR, SESER, Pôle de l'Observatoire de la Ressource en Eau. CEMAGREF. 46 pages + annexes.

Mary N. & Archaimbault V., 2012 a. Amélioration des méthodes indicielles Indice Biotique de la Nouvelle-Calédonie (IBNC) et Indice Bio-sédimentaire (IBS). Phase 2. Rapport ETHYC'O et IRSTEA. Observatoire de l'environnement en Nouvelle-Calédonie. 75 pages + annexes.

Mary N. & Archaimbault V., 2012 b. Amélioration des méthodes indicielles Indice Biotique de la Nouvelle-Calédonie (IBNC) et Indice Bio sédimentaire (IBS). Phase 3 : la validation des indices. Proposition. 22 p. Membres du Comité de pilotage Eaux douces. DAVAR, CNRT, OEIL.

Mary N. & Hytec, 2007 a. Mise en place d'un indice biologique spécifique aux terrains miniers en Nouvelle-Calédonie. Province Sud, Province Nord, DAVAR Nouvelle-Calédonie. 120 p. + annexes.

Mary N. & Hytec, 2007 b. Guide méthodologique en vue de la détermination de l'indice biotique de la Nouvelle-Calédonie (IBNC) et de l'Indice Biosédimentaire (IBS). DAVAR, SESER, Pôle de l'Observatoire de la Ressource en Eau. Version provisoire. 31 pages + annexes.

Mary N., 1999. Caractérisations physico-chimique et biologique des cours d'eau de la Nouvelle-Calédonie, proposition d'un indice biotique fondé sur l'étude des macroinvertébrés benthiques. Thèse de doctorat, Nouméa, Nouvelle-Calédonie: Université Française du Pacifique. 181 p.

Mary N., 2000. Guide d'identification de la macrofaune des invertébrés benthiques des rivières de la Nouvelle-Calédonie. Ministère de l'Environnement, Service de l'Eau (Paris), Province Nord et Province Sud de la Nouvelle-Calédonie. 92 pages.

Mary, 2012. Rapport de terrain. Amélioration des méthodes indicielles IBNC et IBS. Phase 3 : validation des indices. Mission d'échantillonnage (période du 2 au 20 novembre 2012). Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie (DAVAR), OEIL, CNRT. 9 pages + annexes.

Tachet H., Richoux P., Bournaud M. & Usseglio-Polatera P., 2000. Invertébrés d'eau douce: systématique, biologie, écologie. C.N.R.S. Editions. 588 p.

Usseglio-Polatera P., Mondy C., 2008. Programme scientifique (soutenu par la MEEDDAT) : « Invertébrés benthiques : métriques biologiques, conditions de référence, méthodes de bio indication, système-expert ». Rapport d'activité – année 1. Université Paul Verlaine (Metz), Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de l'Aménagement du Territoire. Rapport non publié. 144 p.

Wasson J.G., Chandesris A., Pella H. and Blanc L., 2002. Les hydro-écorégions de France métropolitaine. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Ministère de l'Écologie et du Développement durable, Cemagref BEA/LHQ. 190 p.

## ANNEXES

- Annexe 3.1** Fiche de terrain.
- Annexe 3.2** Prélèvements faunistiques réalisés dans les stations d'étude.
- Annexe 3.3** Paramètres physico-chimiques mesurés *in situ* et analysés dans les stations d'étude.
- Annexe 3.4** Croquis des stations d'étude.
- Annexe 3.5** Données mésologiques recueillies dans les stations d'étude (nov. 2012).
- Annexe 5.1** Données faunistiques recueillies par station et par hydro-écorégion.
- Annexe 5.2** Macrofaune benthique collectée dans chaque hydro-écorégion (nombre d'individus et abondances relatives correspondantes).
- Annexe 5.3** Insectes prélevés dans chaque hydro-écorégion (nombre d'individus et abondances relatives correspondantes).
- Annexe 5.4** Indices de diversité et métriques calculés pour les 30 stations d'étude (sur la base de l'ensemble des prélèvements effectués).
- Annexe 6.1** Métriques calculées pour les différentes catégories de substrats prélevés, toutes stations confondues (valeurs minimales, maximales, moyennes et écart-types).
- Annexe 6.2** Nombre de substrats « marginaux » et « dominants » prospectés dans chaque station d'étude.
- Annexe 6.3** Représentativité globale des substrats prospectés, toutes stations confondues (exprimée en nombre de prélèvements).
- Annexe 6.4** Comparaison des valeurs de quelques métriques obtenues pour les substrats « dominants » et « marginaux » prélevés dans chaque hydro-écorégion (M : marginal, D : dominant).
- Annexe 6.5** Spécificité des substrats « dominants » et « marginaux », exprimée en nombre moyen de taxons nouveaux apportés, tous groupes faunistiques confondus et pour les insectes éphéméroptères et trichoptères (indice ET).
- Annexe 6.6** Comparaison de l'occurrence des taxons dans les prélèvements « marginaux » et « dominants ».
- Annexe 6.7** Résultats des tests statistiques comparant les richesses taxonomiques et les indices de diversité calculés sur les fractions fines (250 à 500  $\mu\text{m}$ ) et grossières (> 500  $\mu\text{m}$ ) pour chaque prélèvement et par hydro-écorégion.
- Annexe 6.8** Densité (nombre d'individus par  $\text{m}^2$ ) et occurrence totale des 27 taxons les mieux représentés dans les échantillons de faune benthique, pour chaque hydro-écorégion (fraction fine : 250 à 500  $\mu\text{m}$ ; fraction grossière : >500  $\mu\text{m}$ ).
- Annexe 7.1** Notes indicelles IBS calculées pour les observations ayant servi à la mise à jour de l'indice, sur la base des nouveaux scores réajustés (5 prélèvements unitaires).

## Annexe 3.1 Fiche de terrain

<b>1- IDENTIFICATION DE LA STATION</b>			
Nom du cours d'eau		Date	
Station (nom ou code)		Heure	h
Organisme préleveur		Nom de l'opérateur ?	
Coordonnées de la station	<input type="checkbox"/> GPS <input type="checkbox"/> carte I GN <div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 80%; margin-left: 10%;"> <span>X (m) :</span> <span>Y (m) :</span> </div>		
Système de réf./ projection :	<input type="checkbox"/> I GN72/UTM fuseau 58 <input type="checkbox"/> WGS84/UTM fuseau 58 <input type="checkbox"/> RGNC91/Lambert NC		
Altitude sur carte I GN	m		

<b>2- ENVIRONNEMENT GENERAL</b>	
Environnement global rive droite	<input type="checkbox"/> forêt <input type="checkbox"/> cultures <input type="checkbox"/> zone urbanisée <input type="checkbox"/> zone agricole <input type="checkbox"/> savane à niaoulis <input type="checkbox"/> mine <input type="checkbox"/> autre, à préciser :
Environnement global rive gauche	<input type="checkbox"/> forêt <input type="checkbox"/> cultures <input type="checkbox"/> zone urbanisée <input type="checkbox"/> zone agricole <input type="checkbox"/> savane à niaoulis <input type="checkbox"/> mine <input type="checkbox"/> autre, à préciser :
Pente à la station	<input type="checkbox"/> faible <input type="checkbox"/> moyenne <input type="checkbox"/> forte
Granulométrie dominante	
Nature géologique du B.V. à la station	<input type="checkbox"/> ultramafique <input type="checkbox"/> volcano-sédimentaire <input type="checkbox"/> autre (à préciser)
Sources d'interférence	<input type="checkbox"/> traces d'hydrocarbures <input type="checkbox"/> présence de bétail <input type="checkbox"/> rejet d'eaux usées
Phénomène anormal observé	<input type="checkbox"/> odeur et/ou couleur inhabituelle de l'eau <input type="checkbox"/> poissons morts <input type="checkbox"/> croissance d'algues excessives <input type="checkbox"/> feux de forêt <input type="checkbox"/> autre, à préciser :

<b>3- CONDITIONS D'OBSERVATION</b>
Hydrologie : <input type="checkbox"/> étiage sévère <input type="checkbox"/> basses eaux, étiage normal <input type="checkbox"/> moyennes eaux <input type="checkbox"/> hautes eaux
Traces de laisses de crues ou pluie importante ayant précédé l'échantillonnage (à préciser)? : <input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui quand ? (nb jours):
Météo : <input type="checkbox"/> soleil <input type="checkbox"/> nuageux <input type="checkbox"/> pluie fine <input type="checkbox"/> crépuscule
Couleur eau : <input type="checkbox"/> claire <input type="checkbox"/> légèrement trouble <input type="checkbox"/> trouble Fond visible : <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
Photos (noter les particularités) :

<b>4- CARACTERISATION PHYSICO-CHIMIQUE DE LA STATION</b>			
Appareil (s)		Date dernier étalonnage	Valeurs mesurées <i>in situ</i>
<b>Conductivité</b>			$\mu\text{S/cm}$ Temp. de réf. : $^{\circ}\text{C}$
<b>Oxygène dissous / température</b>			$\text{mg/l}$ <span style="float: right;">%</span> $^{\circ}\text{C}$
<b>pH</b>			
<b>Turbidité</b>			NTU

Prélèvement d'eau :	<input type="checkbox"/> oui	heure prélèvement :	nombre de flacons bactério :
	<input type="checkbox"/> non	distance / berge (m) : profondeur eau (m) :	

5- DESCRIPTION DE LA STATION											
Longueur totale de la station		m		Faciès présents							
Largeur mini du lit mouillé		m		Profondeur minimale				m			
Largeur maxi du lit mouillé		m		Profondeur maximale				m			
Largeur moy du lit mouillé		m		Engrèvement du lit?							
Distance entre les 2 berges		m		Ensoleillement du lit : % d'ombrage							
Granulométrie des sédiments de la partie non mouillée du lit : <input type="checkbox"/> R/D <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> P/G <input type="checkbox"/> Gr <input type="checkbox"/> S/L <input type="checkbox"/> La											
Berges											
Droite : <input type="checkbox"/> naturelle <input type="checkbox"/> artificielle <input type="checkbox"/> préservée <input type="checkbox"/> autre, à préciser :						Gauche : <input type="checkbox"/> naturelle <input type="checkbox"/> artificielle <input type="checkbox"/> préservée <input type="checkbox"/> autre, à préciser :					
%	En	R/D	B	P/G	Gr	S/L	La	Végétation (herbacée, arbustive, arborée, ... à préciser)	% couverture par la végétation	Pente (forte / moyenne / faible)	
Berge droite											
Berge gauche											
En : Enrochements artificiels ; R/D : Roches/Dalles ; B : Blocs (> 250 mm) ; P/G : Pierres et galets (25 à 250 mm) ; Gr : Graviers (2 à 25 mm) ; S/L : Sables et limons (< 2 mm) ; La : latérites (< 2 mm).											
Lit mouillé											
Matière organique végétale			<input type="checkbox"/> feuilles <input type="checkbox"/> branches <input type="checkbox"/> tronc				Importance (forte / moyenne / faible)				
Végétation aquatique (bryophytes, hydrophytes, algues vertes, ....)			% recouvrement :				Fréquentation animale ou humaine				
Etat du substrat : <input type="checkbox"/> propre <input type="checkbox"/> débris végétaux <input type="checkbox"/> périphyton <input type="checkbox"/> autre, à préciser :											
Latérites		zones lotiques			zones lentiques			globalement sur la station			
% de recouvrement											
Importance (+, ++, +++)											
+ : couche facilement déplaçable ; ++ quelques mm d'épaisseur ; +++ plus d'un cm d'épaisseur											

6 - IDENTIFICATION DES SUBSTRATS EXISTANTS DANS LA STATION						
Habitabilité	Substrat (granulométrie)	% de recouvrement	Vitesse (V) en cm/s			
			Cascade V > 150	Rapide 150 > V > 75	Moyenne 75 > V > 25	Faible à nulle V < 25
11	Bryophytes					
10	Hydrophytes					
9	Litières					
8	Chevelus racinaires / troncs, branchages					
7	Pierres, galets (25 à 250 mm)					
6	Blocs soulevables à la main (> 250 mm) inclus dans une matrice de pierres et galets					
5	Graviers (2 à 25 mm)					
4	Vases : sédiments fins (< 0,1 mm) avec débris organiques fins					
3	Sables et limons (< 2 mm)					
2	Fines latéritiques (< 2 mm)					
1	Algues					
0	roches, dalles, argiles compactes.....					

Les classes de vitesse dans lesquelles sont trouvés les différents substrats sont notées selon leur importance : +++ : majoritairement représentée, ++ : moyennement représentée, + : peu représentée.

7 - CARACTERISTIQUES DES PRELEVEMENTS UNITAIRES REALISES							
Prélèvement	Substrat	Vitesse du courant	Hauteur d'eau (cm)	Substrat		Végétation	
				Colmatage (nul, faible, moyen, fort)	Stabilité (stable, moyennement stable, instable)	Nature	Abondance (%)
P1							
P2							
P3							
P4							
P5							
P6							
P7							
P8							
P9							
P10							
P11							
P12							
P13							
P14							
P15							

Nombre de flacons prélevés :	Echantillons fixés dans :
Remarques relatives à l'échantillonnage :	

## ***Annexe 3.2 Prélèvements faunistiques réalisés dans les stations d'étude***

## ANNEXE 3.2 PRELEVEMENTS FAUNISTIQUES REALISES DANS LES STATIONS D'ETUDE

		Substrat	vitesse du courant	Surface échantillonnée (m <sup>2</sup> )	hauteur d'eau (cm)	colmatage	stabilité	végétaux aqua	% abondance végétation
<b>KUEBINI</b>	P1	litière	nulle	0,05	10	moyen	stable	néant	0
<b>KUEB300</b>	P2	racines	nulle	0,05	30	fort	stable	néant	0
<b>04/11/12</b>	P3	pierres, galets	rapide	0,05	50	nul	stable	néant	0
	P4	graviers	lente	0,05	10	moyen	stable	néant	0
	P5	blocs	rapide	0,05	10	nul	stable	néant	0
	P6	sable	lente	0,05	15	faible	stable	néant	0
	P7	fines latéritiques	lente	0,05	15	fort	stable	néant	0
	P8	roche mère, dalles	cascade	0,05	5	nul	stable	néant	0
	P9	blocs	cascade	0,05	40	nul	stable	néant	0
	P10	fines latéritiques	moyenne	0,05	5	fort	stable	algues brunes	100
	P11	roche mère, dalles	rapide	0,05	10	nul	stable	néant	0
	P12	pierres, galets	moyenne	0,05	15	nul	stable	néant	0
	P13	blocs	moyenne	0,05	50	nul	stable	néant	0
	P14	roche mère, dalles	lente	0,05	20	faible	stable	néant	0
	P15	sable	moyenne	0,05	50	faible	stable	néant	0
<b>RIVIERE DES PIROGUES</b>	P1	litière	moyenne	0,05	50	moyen	stable	néant	0
<b>PIROGUES</b>	P2	racines	faible	0,05	10	nul	stable	néant	0
<b>06/11/12</b>	P3	branchages	rapide	0,05	20	nul	stable	néant	0
	P4	pierres, galets	moyenne	0,05	10	nul	stable	néant	0
	P5	pierres, galets	rapide	0,05	10	nul	stable	néant	0
	P6	blocs	rapide	0,05	10	nul	stable	néant	0
	P7	sable	lente	0,05	20	fort	stable	néant	0
	P8	roche mère, dalles	rapide	0,05	5	nul	stable	néant	0
	P9	litière	lente	0,05	10	moyen	stable	néant	0
	P10	pierres, galets	moyenne	0,05	15	nul	stable	néant	0
	P11	blocs	lente	0,05	15	fort	stable	néant	0
	P12	sable	moyenne	0,05	15	moyen	stable	néant	0
	P13	roche mère, dalles	moyenne	0,05	15	faible	stable	néant	0
	P14	pierres, galets	lente	0,05	15	moyen	stable	néant	0
	P15	blocs	moyenne	0,05	20	nul	stable	néant	0
	P16	pierres, galets	moyenne	0,05	15	nul	stable	néant	0
<b>TROU BLEU</b>	P1	litière	nulle	0,05	40	fort	stable	néant	0
<b>TROU BLEU 3-C</b>	P2	tronc	moyenne	0,05	20	nul	stable	néant	0
<b>04/11/12</b>	P3	fines latéritiques	lente	0,05	5	nul	stable	néant	0
	P4	vase	lente	0,05	15	fort	stable	néant	0
	P5	pierres, galets	moyenne	0,05	10	nul	stable	néant	0
	P7	roche mère, dalles	cascade	0,05	5	nul	stable	néant	0
	P8	roche mère, dalles	rapide	0,05	5	nul	stable	néant	0
	P9	pierres, galets	cascade	0,05	10	nul	stable	néant	0
	P10	blocs	rapide	0,05	20	nul	stable	néant	0
	P11	bryophytes	cascade	0,05	5	nul	stable	néant	0
	P12	blocs	rapide	0,05	15	nul	stable	néant	0
	P13	pierres, galets	rapide	0,05	30	nul	stable	néant	0
	P14	roche mère, dalles	moyenne	0,05	15	nul	stable	néant	0
	P15	algues	rapide	0,05	5	nul	stable	néant	0
<b>KWE OUEST</b>	P1	litière	lente	0,05	20	fort	stable	néant	0
<b>KWE</b>	P2	racines	lente	0,05	15	fort	stable	néant	0
<b>10/11/12</b>	P3	branchages	lente	0,05	80	fort	stable	néant	0
	P4	pierres, galets	moyenne	0,05	40	faible	stable	néant	0
	P5	pierres, galets	moyenne	0,05	20	faible	stable	néant	0
	P6	graviers	moyenne		10	moyen			
	P7	sable	lente	0,05	30	fort	stable	néant	0
	P8	fines latéritiques	lente	0,05	20	fort	stable	néant	0
	P9	roche mère, dalles	moyenne	0,05	10	moyen	stable	néant	0
	P10	blocs	rapide	0,05	25	faible	stable	néant	0
	P11	graviers	lente	0,05	20	moyen	stable	néant	0
	P12	sable	moyenne	0,05	40	moyen	stable	néant	0
	P13	fines latéritiques	lente	0,05	5	fort	stable	néant	0
	P14	roche mère, dalles	rapide	0,05	5	faible	stable	néant	0
	P15	roche mère, dalles	lente	0,05	5	fort	stable	néant	0

## ANNEXE 3.2 PRELEVEMENTS FAUNISTIQUES REALISES DANS LES STATIONS D'ETUDE

		Substrat	vitesse du courant	Surface échantillonnée (m <sup>2</sup> )	hauteur d'eau (cm)	colmatage	stabilité	végétaux aqua	% abondance végétation
<b>OUENAROU</b>	P1	litière	lente	0,05	10	moyen	stable	néant	0
<b>OUENAROU</b>	P2	tronc	rapide	0,05	5	nul	stable	néant	0
<b>10/11/12</b>	P3	branchages	moyenne	0,05	10	nul	stable	néant	0
	P4	graviers	moyenne	0,05	20	nul	stable	néant	0
	P5	pierres, galets	moyenne	0,05	10	nul	stable	néant	0
	P6	litière	rapide		5	nul			
	P7	sable	moyenne	0,05	10	nul	stable	néant	0
<b>10/11/12</b>	P8	roche mère, dalles	rapide	0,05	5	nul	stable	néant	0
	P9	pierres, galets	rapide	0,05	10	nul	stable	néant	0
	P10	pierres, galets	moyenne	0,05	10	moyen	stable	néant	0
	P11	pierres, galets	lente	0,05	35	nul	stable	néant	0
	P12	pierres, galets	rapide	0,05	15	nul	stable	néant	0
	P13	blocs	rapide	0,05	10	nul	stable	néant	0
	P14	grenaille	moyenne	0,05	5	nul	stable	néant	0
	P15	racines	moyenne	0,05	5	nul	stable	néant	0
<b>DUMBEA</b>	P1	litière	lente	0,05	15	moyen	stable	néant	0
<b>DUMBEA NORD</b>	P2	tronc	nulle	0,05	50	nul	stable	néant	0
<b>03/11/12</b>	P3	litière	lente	0,05	5	moyen	stable	néant	0
	P4	algues	nulle	0,05	20	fort	stable	algues	80
	P5	pierres, galets	lente	0,05	50	moyen	stable	néant	0
	P6	blocs	rapide		20	nul			
	P7	sable	lente	0,05	25	moyen	stable	néant	0
	P8	graviers	lente	0,05	10	fort	stable	néant	0
	P9	roche mère, dalles	moyenne	0,05	5	nul	stable	algues brunes	20
	P10	pierres, galets	rapide	0,05	10	nul	stable	néant	0
	P11	blocs	moyenne	0,05	10	faible	stable	néant	0
	P12	graviers	moyenne	0,05	15	faible	stable	néant	0
	P13	sable	lente	0,05	10	moyen	stable	néant	0
	P14	roche mère, dalles	rapide	0,05	5	nul	stable	néant	0
	P15	pierres, galets	moyenne	0,05	25	moyen	stable	néant	0
<b>WAYO WIA</b>	P1	pierres, galets	rapide	0,05	10	moyen	stable	néant	0
<b>WAYO WIA</b>	P2	blocs	rapide	0,05	10	faible	stable	néant	0
<b>11/11/12</b>	P3	graviers	lente	0,05	8	fort	stable	néant	0
	P4	sable	moyenne	0,05	8	moyen	stable	néant	0
	P5	fines latéritiques	lente	0,05	5	fort	stable	néant	0
	P6	racines	lente		10	fort		néant	0
	P7	pierres, galets	moyenne	0,05	15	moyen	stable	néant	0
	P8	blocs	moyenne	0,05	15	fort	stable	néant	0
	P9	litière	lente	0,05	10	fort	stable	néant	0
	P10	fines latéritiques	moyenne	0,05	5	fort	stable	néant	0
	P11	sable	moyenne	0,05	10	moyen	stable	néant	0
	P12	pierres, galets	lente	0,05	7	fort	stable	néant	0
	P13	roche mère, dalles	lente	0,05	5	fort	stable	néant	0
	P14	algues	lente	0,05	30	fort	stable	néant	0
	P15	fines latéritiques	lente	0,05	7	fort	stable	néant	0
<b>XWE HWAA</b>	P1	racines	rapide	0,05	50	nul	stable	néant	0
<b>XWE HWAA aff</b>	P2	racines	moyenne	0,05	10	nul	stable	néant	0
<b>11/11/12</b>	P3	litière	rapide	0,05	20	nul	stable	néant	0
	P4	roche mère, dalles	lente	0,05	10	faible	stable	néant	0
	P5	pierres, galets	moyenne	0,05	10	moyen	stable	néant	0
	P6	branchages	rapide		50	nul		néant	0
	P7	graviers	rapide	0,05	10	faible	stable	néant	0
<b>11/11/12</b>	P8	sable	lente	0,05	10	moyen	stable	néant	0
	P9	roche mère, dalles	cascade	0,05	5	nul	stable	néant	0
	P10	pierres, galets	rapide	0,05	10	nul	stable	néant	0
	P11	blocs	rapide	0,05	10	faible	stable	néant	0
	P12	graviers	lente	0,05	25	nul	stable	néant	0
	P13	sable	lente	0,05	10	fort	stable	néant	0
	P14	roche mère, dalles	rapide	0,05	10	nul	stable	néant	0
	P15	roche mère, dalles	cascade	0,05	5	nul	stable	néant	0

## ANNEXE 3.2 PRELEVEMENTS FAUNISTIQUES REALISES DANS LES STATIONS D'ETUDE

		Substrat	vitesse du courant	Surface échantillonnée (m <sup>2</sup> )	hauteur d'eau (cm)	colmatage	stabilité	végétaux aqua	% abondance végétation
<b>COULEE</b>	P1	litière	lente	0,05	10	fort	stable	néant	0
<b>COULEE AMONT</b>	P2	tronc	rapide	0,05	30	nul	stable	néant	0
<b>07/11/12</b>	P3	graviers	moyenne	0,05	10	moyen	stable	néant	0
	P4	algues	rapide	0,05	15	faible	stable	néant	0
	P5	pierres, galets	rapide	0,05	15	nul	stable	néant	0
	P6	blocs	rapide		25	moyen		néant	0
	P7	sable	lente	0,05	50	fort	stable	néant	0
	P8	fines latéritiques	moyenne	0,05	5	fort	stable	néant	0
	P9	roche mère, dalles	cascade	0,05	10	nul	stable	néant	0
	P10	pierres, galets	moyenne	0,05	25	moyen	stable	néant	0
	P11	sable	lente	0,05	10	fort	stable	néant	0
	P12	blocs	moyenne	0,05	25	faible	stable	néant	0
	P13	fines latéritiques	lente	0,05	15	fort	stable	néant	0
	P14	roche mère, dalles	rapide	0,05	5	nul	stable	néant	0
	P15	blocs	lente	0,05	60	fort	stable	néant	0
<b>COULEE</b>	P1	branchages	moyenne	0,05	25	fort	stable	néant	0
<b>COULEE AVAL</b>	P2	branchages	rapide	0,05	40	faible	stable	néant	0
<b>07/11/12</b>	P3	graviers	lente	0,05	20	fort	stable	néant	0
	P4	sable	moyenne	0,05	25	moyen	stable	néant	0
	P5	litière	lente	0,05	30	fort	stable	néant	0
	P6	pierres, galets	rapide		10	nul		néant	0
	P7	blocs	rapide	0,05	15	nul	stable	néant	0
	P8	sable	lente	0,05	40	fort	stable	néant	0
	P9	fines latéritiques	lente	0,05	10	fort	stable	néant	0
	P10	roche mère, dalles	rapide	0,05	5	moyen	stable	néant	0
	P11	litière	rapide	0,05	20	nul	stable	néant	0
	P12	pierres, galets	moyenne	0,05	15	fort	stable	néant	0
	P13	blocs	moyenne	0,05	25	fort	stable	néant	0
	P14	fines latéritiques	moyenne	0,05	5	fort	stable	néant	0
	P15	pierres, galets	lente	0,05	30	fort	stable	néant	0
<b>DIAHOT</b>	P1	litière	lente	0,05	25	moyen	stable	néant	0
<b>DIAHOT</b>	P2	racines	moyenne	0,05	5	moyen	stable	néant	0
<b>15/11/12</b>	P3	pierres, galets	rapide	0,05	10	faible	stable	néant	0
	P4	blocs	rapide	0,05	10	faible	stable	néant	0
	P5	graviers	moyenne	0,05	5	moyen	stable	néant	0
	P6	sable	moyenne		15	faible		néant	0
	P7	algues	moyenne	0,05	25	faible	stable	néant	0
	P8	roche mère, dalles	rapide	0,05	5	nul	stable	néant	0
	P9	pierres, galets	moyenne	0,05	20	faible	stable	néant	0
	P10	blocs	moyenne	0,05	30	faible	stable	néant	0
	P11	graviers	lente	0,05	20	moyen	stable	néant	0
	P12	sable	lente	0,05	10	moyen	stable	néant	0
	P13	roche mère, dalles	moyenne	0,05	5	faible	stable	néant	0
	P14	hydrilla	moyenne	0,05	10	nul	stable	néant	100
	P15	hydrilla	rapide	0,05	15	faible	stable	néant	100
<b>NEHOUE</b>	P1	litière	lente	0,05	15	faible	stable	néant	0
<b>NEHOUE</b>	P2	racines	lente	0,05	65	fort	stable	néant	0
<b>15/11/12</b>	P3	tronc	lente	0,05	50	moyen	stable	néant	0
	P4	litière	moyenne	0,05	60	moyen	stable	néant	0
	P5	pierres, galets	moyenne	0,05	35	faible	stable	néant	0
	P6	graviers	moyenne		30	moyen		néant	0
	P7	sable	moyenne	0,05	8	moyen	stable	néant	0
	P8	pierres, galets	rapide	0,05	15	faible	stable	néant	0
	P9	graviers	rapide	0,05	25	nul	stable	néant	0
	P10	fines latéritiques	lente	0,05	5	fort	stable	néant	0
	P11	racines	lente	0,05	40	moyen	stable	néant	0
	P12	graviers	lente	0,05	40	moyen	stable	néant	0
	P13	sable	lente	0,05	40	faible	stable	néant	0
	P14	branchages	lente	0,05	20	moyen	stable	néant	0
	P15	Characées	lente	0,05	5	fort	stable	néant	0

## ANNEXE 3.2 PRELEVEMENTS FAUNISTIQUES REALISES DANS LES STATIONS D'ETUDE

		Substrat	vitesse du courant	Surface échantillonnée (m <sup>2</sup> )	hauteur d'eau (cm)	colmatage	stabilité	végétaux aqua	% abondance végétation
<b>ARAMA ARAMA CAPT 16/11/12</b>	P1	bryophytes	lente	0,05	30	fort	stable	néant	0
	P2	litière	lente	0,05	25	faible	stable	néant	0
	P3	racines	lente	0,05	40	fort	stable	néant	0
	P4	branchages	moyenne	0,05	3	nul	stable	néant	0
	P5	pierres, galets	moyenne	0,05	30	moyen	stable	néant	0
	P6	blocs	lente		20	faible		néant	0
	P7	graviers	lente	0,05	30	moyen	stable	néant	0
	P8	sable	lente	0,05	10	moyen	stable	néant	0
	P9	roche mère, dalles	moyenne	0,05	3	moyen	stable	néant	0
	P10	roche mère, dalles	rapide	0,05	5	nul	stable	néant	0
	P11	roche mère, dalles	rapide	0,05	3	moyen	stable	néant	0
	P12	bryophytes	moyenne	0,05	3	nul	stable	néant	0
	P13	pierres, galets	lente	0,05	10	moyen	stable	néant	0
	P14	graviers	lente	0,05	15	moyen	stable	néant	0
	P15	racines	lente	0,05	30	moyen	stable	néant	0
<b>OUAMBAYEE OUAMBAYEE 16/11/12</b>	P1	pierres, galets	lente	0,05	7	fort	stable	néant	0
	P2	litière	rapide	0,05	10	faible	stable	néant	0
	P3	racines	lente	0,05	30	fort	stable	néant	0
	P4	pierres, galets	rapide	0,05	5	moyen	stable	néant	0
	P5	graviers	rapide	0,05	10	faible	stable	néant	0
	P6	sable	lente		5	moyen		néant	0
	P7	fines latéritiques	moyenne	0,05	10	moyen	stable	néant	0
	P8	blocs	moyenne	0,05	15	moyen	stable	néant	0
	P9	pierres, galets	rapide	0,05	15	faible	stable	néant	0
	P10	blocs	rapide	0,05	5	faible	stable	néant	0
	P11	pierres, galets	lente	0,05	10	moyen	stable	néant	0
	P12	fines latéritiques	lente	0,05	20	fort	stable	néant	0
	P13	litière	lente	0,05	5	fort	stable	néant	0
	P14	racines	rapide	0,05	30	faible	stable	néant	0
	P15	fines latéritiques	moyenne	0,05	15	fort	stable	néant	0
<b>KOUMAC KOUMAC AFF 16/11/12</b>	P1	litière	lente	0,05	5	faible	stable	néant	0
	P2	racines	lente	0,05	15	faible	stable	algues	5
	P3	branchages	moyenne	0,05	10	moyen	stable	néant	0
	P4	pierres, galets	lente	0,05	10	moyen	stable	néant	0
	P5	blocs	lente	0,05	10	moyen	stable	néant	0
	P6	graviers	moyenne		5	moyen		néant	0
	P7	sable	lente	0,05	5	moyen	stable	néant	0
	P8	algues	lente	0,05	5	faible	stable	néant	0
	P9	graviers	moyenne	0,05	5	moyen	stable	néant	0
	P10	pierres, galets	moyenne	0,05	8	moyen	stable	néant	0
	P11	blocs	moyenne	0,05	5	moyen	stable	néant	0
	P12	pierres, galets	moyenne	0,05	5	faible	stable	néant	0
	P13	pierres, galets	moyenne	0,05	10	nul	stable	néant	0
	P14	sable	moyenne	0,05	10	faible	stable	néant	0
	P15	blocs	moyenne	0,05	5	faible	stable	néant	0
<b>PADYEEM</b>	P1	litière	nulle	0,05	25	faible	stable	néant	0
<b>CASCADE DE TAO 14/11/12</b>	P2	roche mère, dalles	cascade	0,05	5	nul	stable	néant	0
	P3	pierres, galets	lente	0,05	50	faible	stable	algues	5
	P4	blocs	lente	0,05	70	nul	stable	néant	0
	P5	bryophytes	cascade	0,05	5	nul	stable	néant	0
	P6	sable	lente		40	faible		néant	0
	P7	algues	rapide	0,05	10	nul	stable	néant	0
	P8	roche mère, dalles	rapide	0,05	5	nul	stable	néant	0
	P9	roche mère, dalles	lente	0,05	10	nul	stable	algues	5
	P10	roche mère, dalles	lente	0,05	50	nul	stable	néant	0
	P11	roche mère, dalles	cascade	0,05	10	nul	stable	néant	0
	P12	pierres, galets	lente	0,05	15	moyen	stable	néant	0
	P13	bryophytes	moyenne	0,05	3	faible	stable	néant	0
	P14	pierres, galets	moyenne	0,05	15	nul	stable	néant	0
	P15	roche mère, dalles	moyenne	0,05	5	nul	stable	néant	0

## ANNEXE 3.2 PRELEVEMENTS FAUNISTIQUES REALISES DANS LES STATIONS D'ETUDE

		Substrat	vitesse du courant	Surface échantillonnée (m <sup>2</sup> )	hauteur d'eau (cm)	colmatage	stabilité	végétaux aqua	% abondance végétation
<b>WE INA</b>	P1	litière	lente	0,05	50	nul	stable	néant	0
<b>WE INA</b>	P2	racines	lente	0,05	50	nul	stable	néant	0
<b>14/11/12</b>	P3	branchages	rapide	0,05	5	nul	stable	algues	5
	P4	pierres, galets	moyenne	0,05	25	nul	stable	néant	0
	P5	blocs	rapide	0,05	5	nul	stable	néant	0
	P6	graviers	moyenne		50	faible		néant	0
	P7	algues	cascade	0,05	5	nul	stable	néant	0
	P8	roche mère, dalles	moyenne	0,05	25	nul	stable	néant	0
	P9	pierres, galets	rapide	0,05	10	nul	stable	algues	5
	P10	blocs	moyenne	0,05	25	nul	stable	néant	0
	P11	roche mère, dalles	rapide	0,05	15	nul	stable	néant	0
	P12	sable	moyenne	0,05	20	faible	stable	néant	0
	P13	roche mère, dalles	cascade	0,05	5	nul	stable	néant	0
	P14	graviers	lente	0,05	40	nul	stable	néant	0
	P15	non réalisé							
<b>TANGHENE</b>	P1	litière	lente	0,05	30	moyen	stable	néant	0
<b>TANGHENE</b>	P2	racines	moyenne	0,05	60	moyen	stable	néant	0
<b>13/11/12</b>	P3	pierres, galets	rapide	0,05	10	nul	stable	néant	0
	P4	algues	moyenne	0,05	10	moyen	stable	néant	0
	P5	pierres, galets	lente	0,05	25	moyen	stable	néant	0
	P6	blocs	rapide		10	faible		néant	0
	P7	graviers	moyenne	0,05	40	moyen	stable	néant	0
	P8	sable	moyenne	0,05	20	moyen	stable	néant	0
	P9	blocs	lente	0,05	25	moyen	stable	néant	0
	P10	pierres, galets	rapide	0,05	10	faible	stable	néant	0
	P11	blocs	lente	0,05	25	moyen	stable	néant	0
	P12	graviers	moyenne	0,05	5	faible	stable	néant	0
	P13	sable	lente	0,05	30	moyen	stable	néant	0
	P14	roche mère, dalles	lente	0,05	10	faible	stable	néant	0
	P15	blocs	moyenne	0,05	10	moyen	stable	néant	0
<b>HIENGHENE</b>	P1	Hydrilla	moyenne	0,05	10	moyen	stable	néant	0
<b>HIENGHENE</b>	P2	litière	moyenne	0,05	5	nul	stable	néant	0
<b>13/11/12</b>	P3	racines	moyenne	0,05	10	faible	stable	néant	0
	P4	pierres, galets	rapide	0,05	10	faible	stable	néant	0
	P5	blocs	rapide	0,05	10	nul	stable	néant	0
	P6	graviers	moyenne		15	faible		néant	0
	P7	sable	lente	0,05	60	fort	stable	néant	0
	P8	pierres, galets	moyenne	0,05	20	faible	stable	néant	0
	P9	graviers	lente	0,05	10	moyen	stable	néant	0
	P10	Hydrilla	lente	0,05	15	fort	stable	néant	0
	P11	pierres, galets	lente	0,05	15	moyen	stable	néant	0
	P12	sable	moyenne	0,05	20	moyen	stable	néant	0
	P13	blocs	moyenne	0,05	10	moyen	stable	néant	0
	P14	algues	rapide	0,05	20	faible	stable	néant	0
	P15	graviers	moyenne	0,05	8	moyen	stable	néant	0
<b>TIPINDJE</b>	P1	litière	nulle	0,05	20	faible	stable	néant	0
<b>TIPINDJE AFF</b>	P2	racines	moyenne	0,05	40	faible	stable	néant	0
<b>13/11/12</b>	P3	branchages	lente	0,05	50	faible	stable	néant	0
	P4	algues	nulle	0,05	5	moyen	stable	néant	0
	P5	pierres, galets	moyenne	0,05	30	faible	stable	néant	0
	P6	roche mère, dalles	rapide		10	nul		néant	0
	P7	sable	lente	0,05	20	moyen	stable	néant	0
	P8	pierres, galets	lente	0,05	25	faible	stable	néant	0
	P9	graviers	moyenne	0,05	8	faible	stable	néant	0
	P10	sable	moyenne	0,05	10	faible	stable	néant	0
	P11	blocs	lente	0,05	70	moyen	stable	néant	0
	P12	pierres, galets	rapide	0,05	5	nul	stable	néant	0
	P13	roche mère, dalles	lente	0,05	20	faible	stable	néant	0
	P14	blocs	moyenne	0,05	25	faible	stable	néant	0
	P15	blocs	rapide	0,05	10	faible	stable	néant	0

## ANNEXE 3.2 PRELEVEMENTS FAUNISTIQUES REALISES DANS LES STATIONS D'ETUDE

		Substrat	vitesse du courant	Surface échantillonnée (m <sup>2</sup> )	hauteur d'eau (cm)	colmatage	stabilité	végétaux aqua	% abondance végétation
<b>FONWHARY</b>	P1	racines	lente	0,05	25	nul	stable	néant	0
<b>FONWHARY</b>	P2	racines	moyenne	0,05	20	moyen	stable	néant	0
<b>08/11/12</b>	P3	branchages	moyenne	0,05	15	moyen	stable	néant	0
	P4	Hydrilla	rapide	0,05	10	fort	stable	néant	0
	P5	pierres, galets	moyenne	0,05	20	nul	stable	néant	0
	P6	blocs	moyenne		10	nul		néant	0
	P7	graviers	moyenne	0,05	5	fort	stable	néant	0
	P8	sable	moyenne	0,05	15	moyen	stable	néant	0
	P9	agues	lente	0,05	15	moyen	stable	néant	0
	P10	pierres, galets	lente	0,05	10	moyen	stable	néant	0
	P11	graviers	rapide	0,05	5	nul	stable	néant	0
	P12	graviers	lente	0,05	15	fort	stable	néant	0
	P13	sable	lente	0,05	10	moyen	stable	néant	0
	P14	pierres, galets	rapide	0,05	15	nul	stable	néant	0
	P15	blocs	rapide	0,05	10	moyen	stable	néant	0
<b>FARINO</b>	P1	racines	lente	0,05	30	fort	stable	néant	0
<b>FARINO CAPTAGE</b>	P2	litière	rapide	0,05	5	nul	stable	néant	0
<b>09/11/12</b>	P3	branchages	moyenne	0,05	25	faible	stable	néant	0
	P4	pierres, galets	moyenne	0,05	10	moyen	stable	néant	0
	P5	blocs	rapide	0,05	20	faible	stable	néant	0
	P6	graviers	moyenne		20	faible		néant	0
	P7	sable	lente	0,05	40	moyen	stable	néant	0
	P8	graviers	lente	0,05	60	moyen	stable	néant	0
	P9	roche mère, dalles	rapide	0,05	5	nul	stable	néant	0
	P10	sable	moyenne	0,05	30	fort	stable	néant	0
	P11	roche mère, dalles	lente	0,05	10	fort	stable	néant	0
	P12	Potamot	rapide	0,05	10	fort	stable	néant	0
	P13	racines	lente	0,05	30	fort	stable	néant	0
	P14	roche mère, dalles	rapide	0,05	5	nul	stable	néant	0
	P15	pierres, galets	rapide	0,05	10	nul	stable	néant	0
<b>SARRAMEA</b>	P1	litière	moyenne	0,05	10	nul	stable	néant	0
<b>SARRAMEA CAPTAGE</b>	P2	racines	lente	0,05	70	faible	stable	néant	0
<b>09/11/12</b>	P3	branchages	rapide	0,05	20	moyen	stable	néant	0
	P4	pierres, galets	moyenne	0,05	25	moyen	stable	néant	0
	P5	graviers	lente	0,05	25	moyen	stable	néant	0
	P6	blocs	moyenne		40	faible		néant	0
	P7	pierres, galets	rapide	0,05	15	nul	stable	néant	0
	P8	roche mère, dalles	cascade	0,05	10	nul	stable	néant	0
	P9	pierres, galets	lente	0,05	40	moyen	stable	néant	0
	P10	blocs	rapide	0,05	10	nul	stable	néant	0
	P11	graviers	moyenne	0,05	10	faible	stable	néant	0
	P12	sable	lente	0,05	40	moyen	stable	néant	0
	P13	roche mère, dalles	rapide	0,05	5	nul	stable	néant	0
	P14	roche mère, dalles	lente	0,05	50	faible	stable	néant	0
	P15	graviers	rapide	0,05	10	faible	stable	néant	0
<b>MONEO</b>	P1	litière	nulle	0,05	5	faible	stable	néant	0
<b>MONEO</b>	P2	racines	moyenne	0,05	20	nul	stable	néant	0
<b>12/11/12</b>	P3	branchages	rapide	0,05	50	faible	stable	néant	0
	P4	algues	moyenne	0,05	5	nul	stable	néant	0
	P5	pierres, galets	rapide	0,05	10	nul	stable	néant	0
	P6	blocs	rapide	0,05	20	nul	stable	néant	0
	P7	graviers	moyenne	0,05	25	faible	stable	néant	0
	P8	sable	lente	0,05	40	faible	stable	néant	0
	P9	roche mère, dalles	rapide	0,05	5	nul	stable	néant	0
	P10	pierres, galets	moyenne	0,05	5	faible	stable	néant	0
	P11	blocs	moyenne	0,05	25	faible	stable	néant	0
	P12	graviers	lente	0,05	25	faible	stable	néant	0
	P13	roche mère, dalles	moyenne	0,05	5	nul	stable	néant	0
	P14	pierres, galets	lente	0,05	25	faible	stable	néant	0
	P15	blocs	lente	0,05	20	faible	stable	néant	0

## ANNEXE 3.2 PRELEVEMENTS FAUNISTIQUES REALISES DANS LES STATIONS D'ETUDE

		Substrat	vitesse du courant	Surface échantillonnée (m <sup>2</sup> )	hauteur d'eau (cm)	colmatage	stabilité	végétaux aqua	% abondance végétation
<b>TCHAMBA</b>	P1	litière	lente	0,05	15	moyen	stable	néant	0
<b>TCHAMBA AVAL</b>	P2	racines	lente	0,05	60	moyen	stable	néant	0
<b>12/11/12</b>	P3	tronc	rapide	0,05	70	faible	stable	néant	0
	P4	pierres, galets	rapide	0,05	10	nul	stable	néant	0
	P5	blocs	rapide	0,05	15	nul	stable	néant	0
	P6	graviers	rapide	0,05	10	nul	stable	néant	0
	P7	sable	moyenne	0,05	30	faible	stable	néant	0
	P8	Hydrilla	rapide	0,05	15	moyen	stable	Hydrilla	80
	P9	pierres, galets	moyenne	0,05	10	nul	stable	néant	0
	P10	blocs	moyenne	0,05	15	faible	stable	néant	0
	P11	graviers	moyenne	0,05	25	faible	stable	néant	0
	P12	sable	lente	0,05	25	moyen	stable	néant	0
	P13	pierres, galets	lente	0,05	20	moyen	stable	néant	0
	P14	blocs	lente	0,05	15	faible	stable	néant	0
	P15	graviers	lente	0,05	20	moyen	stable	néant	0
<b>OUAMENIE</b>	P1	Characées	lente	0,05	20	fort	stable	néant	0
<b>OUAMENIE</b>	P2	racines	moyenne	0,05	25	fort	stable	néant	0
<b>08/11/12</b>	P3	graviers	moyenne	0,05	20	moyen	stable	néant	0
	P4	pierres, galets	lente	0,05	25	fort	stable	néant	0
	P5	litière	rapide	0,05	10	nul	stable	néant	0
	P6	pierres, galets	rapide	0,05	10	faible	stable	néant	0
	P7	blocs	rapide	0,05	10	nul	stable	néant	0
	P8	sable	lente	0,05	20	fort	stable	néant	0
	P9	algues	lente	0,05	20	fort	stable	néant	0
	P10	roche mère, dalles	rapide	0,05	10	nul	stable	néant	0
	P11	litière	moyenne	0,05	60	fort	stable	néant	0
	P12	pierres, galets	moyenne	0,05	15	moyen	stable	néant	0
	P13	blocs	moyenne	0,05	15	moyen	stable	néant	0
	P14	sable	moyenne	0,05	20	moyen	stable	néant	0
	P15	roche mère, dalles	moyenne	0,05	25	moyen	stable	néant	0
<b>NOBO KALAVERE</b>	P1	litière	rapide	0,05	10	moyen	stable	néant	0
<b>NOBO KALAVERE</b>	P2	racines	lente	0,05	30	fort	stable	néant	0
<b>17/11/12</b>	P3								
	P4	sable	lente	0,05	10	fort	stable	néant	0
	P5	litière	lente	0,05	50	fort	stable	néant	0
	P6	racines	moyenne	0,05	50	fort	stable	néant	0
	P7	sable	moyenne	0,05	10	fort	stable	néant	0
	P8	pierres, galets	moyenne	0,05	10	faible	stable	néant	0
	P9	graviers	moyenne	0,05	6	faible	stable	néant	0
	P10	graviers	lente	0,05	5	fort	stable	néant	0
	P11	racines	lente	0,05	50	fort	stable	néant	0
	P12	graviers	moyenne	0,05	10	fort	stable	néant	0
	P13	racines	lente	0,05	30	fort	stable	néant	0
	P14								
	P15								

## ANNEXE 3.2 PRELEVEMENTS FAUNISTIQUES REALISES DANS LES STATIONS D'ETUDE

		Substrat	vitesse du courant	Surface échantillonnée (m <sup>2</sup> )	hauteur d'eau (cm)	colmatage	stabilité	végétaux aqua	% abondance végétation
<b>BARENDEU</b>	P1	litière	lente	0,05	15	nul	stable	néant	0
<b>BARENDEU</b>	P2	pierres, galets	moyenne	0,05	20	nul	stable	néant	0
<b>18/11/12</b>	P3	pierres, galets	moyenne	0,05	20	faible	stable	néant	0
	P4	blocs	moyenne	0,05	25	faible	stable	néant	0
	P5	graviers	moyenne	0,05	25	faible	stable	néant	0
	P6	sable	moyenne	0,05	50	faible	stable	néant	0
	P7	roche mère, dalles	moyenne	0,05	7	nul	stable	byrophytes	5
	P8	pierres, galets	cascade	0,05	25	nul	stable	néant	0
	P9	blocs	rapide	0,05	20	nul	stable	néant	0
	P10	graviers	rapide	0,05	10	nul	stable	néant	0
	P11	roche mère, dalles	cascade	0,05	5	nul	stable	néant	0
	P12	pierres, galets	rapide	0,05	15	nul	stable	néant	0
	P13	blocs	cascade	0,05	15	nul	stable	néant	0
	P14	roche mère, dalles	rapide	0,05	5	nul	stable	algues	< 1%
	P15	branchages	lente	0,05	10	faible	stable	néant	0
<b>NEA</b>	P1	litière	rapide	0,05	5	nul	stable	néant	0
<b>NEA CAPTAGE</b>	P2	sable	moyenne	0,05	30	faible	stable	néant	0
<b>18/11/12</b>	P3	branchages	rapide	0,05	30	faible	stable	néant	0
	P4	litière	lente	0,05	20	moyen	stable	néant	0
	P5	pierres, galets	moyenne	0,05	20	moyen	stable	néant	0
	P6	blocs	lente	0,05	15	fort	stable	néant	0
	P7	racines	lente	0,05	30	faible	stable	néant	0
	P8	sable	lente	0,05	30	faible	stable	néant	0
	P9	roche mère, dalles	cascade	0,05	7	nul	stable	néant	0
	P10	roche mère, dalles	cascade	0,05	5	nul	stable	néant	0
	P11	roche mère, dalles	cascade	0,05	5	nul	stable	néant	0
	P12	pierres, galets	moyenne	0,05	15	faible	stable	néant	0
	P13	fines latéritiques	lente	0,05	25	fort	stable	néant	0
	P14	pierres, galets	lente	0,05	25	fort	stable	néant	0
	P15	blocs	moyenne	0,05	20	nul	stable	néant	0
<b>KARIKOUIE</b>	P1	litière	lente	0,05	15	fort	stable	néant	0
<b>KARIKOUIE</b>	P2	pierres, galets	moyenne	0,05	10	moyen	stable	néant	0
<b>19/11/12</b>	P3	branchages	moyenne	0,05	5	nul	stable	néant	0
	P4	pierres, galets	rapide	0,05	20	nul	stable	néant	0
	P5	blocs	rapide	0,05	5	faible	stable	néant	0
	P6	fines latéritiques	lente	0,05	5	fort	stable	néant	0
	P7	sable	lente	0,05	25	fort	stable	néant	0
	P8	roche mère, dalles	moyenne	0,05	10	faible	stable	néant	0
	P9	pierres, galets	moyenne	0,05	20	faible	stable	néant	0
	P10	blocs	moyenne	0,05	15	fort	stable	néant	0
	P11	graviers	moyenne	0,05	10	fort	stable	néant	0
	P12	roche mère, dalles	rapide	0,05	5	nul	stable	néant	0
	P13	pierres, galets	lente	0,05	10	fort	stable	néant	0
	P14	blocs	lente	0,05	20	fort	stable	néant	0
	P15	sable	moyenne	0,05	10	fort	stable	néant	0

### Annexe 3.3 Paramètres physico-chimiques mesurés in situ et analysés dans les stations d'étude

HER	Station	Date d'échant.	température	pH	conductivité	oxygène dissous	oxygène dissous	turbidité	Ammonium	Nitrates	Phosphates	DBO5	DCO	MES
			°C		μS/cm	mg/l	%	FNU	mg/l en NH4	mg/l en NO3	mg/l en PO4	mg/l en O2	mg/l en O2	mg/l
HER B. La plaine littorale Ouest	NOBO KALAVERE	17/11/12	22,1	7,05	336,5	6,24	74	3,5	<0,01	<0,1	<0,1	<1	<5	1
	OUAMENIE	08/11/12	22,7	7,12	315	8,07	97,1	1,33	<0,01	<0,1	<0,1	<1	<5	1
	KARIKOUIE	19/11/12	21,9	7,08	190	7,68	89	0,26	<0,01	0,9	<0,1	<1	<5	1
	BARENDEU	18/11/12	20,7	6,96	134,6	7,8	88	0,69	<0,01	0,9	<0,1	1	<5	1
	NEA CAPTAGE	17/11/12	21,3	7,02	135,7	7,76	90	0,47	<0,01	<0,1	<0,1	<1	<5	1
HER C. Les collines schisteuses de la pointe Nord	DIAHOT	15/11/12	26,3	7,03	48,3	8,09	102,7	1,44	<0,01	<0,1	<0,1	<1	<5	1
	NEHOUE	15/11/12	25	7,06	242,4	6,75	83	2,1	<0,01	<0,1	<0,1	<1	<5	<1
	KOUMAC AFF	16/11/12	24,8	7,32	327	6,98	85,2	0,5	<0,01	1,8	<0,1	<1	<5	<1
	OUAMBAYEE	16/11/12	23	7,15	398	7,26	86,7	0,77	<0,01	<0,1	0,1	1	<5	2
	ARAMA CAPT	16/11/12	20,7	6,84	151,8	6,43	74	1,37	<0,01	0,5	<0,1	<1	<5	1
HER F. Le massif du Panié	HIENGHENE	13/11/12	23,7	6,86	96	8,13	98,9	2,45	<0,01	<0,1	<0,1	2	8	1
	TANGHENE	13/11/12	23,2	6,85	61	8,03	96,3	2,75	<0,01	<0,1	<0,1	1	<5	<1
	TIPINDJE AFF	13/11/12	21,9	6,74	84	7,34	85,5	3,6	<0,01	0,1	<0,1	2	<5	<1
	WE INA	14/11/12	21,2	6,71	29,8	8,28	95,4	0,8	<0,01	<0,1	<0,1	2	<5	<1
	CASCADE TAO	14/11/12	18,5	6,77	26,6	8,72	94,5	0,5	<0,01	<0,1	<0,1	2	<5	1
HER G. Le Coeur de la Chaîne centrale	FONWHARY	08/11/12	24,1	7,17	260,5	8,55	103,4	1,15	<0,01	<0,1	<0,1	<1	<5	3
	TCHAMBA AVAL	12/11/12	24,4	6,74	84	7,56	91,8	2,17	<0,01	<0,1	<0,1	<1	<5	2
	MONEO	12/11/12	23,3	6,82	83	8,5	97,6	1,1	<0,01	<0,1	<0,1	<1	<5	2
	FARINO CAPTAGE	09/11/12	17,8	6,52	124,4	8,31	88,2	0,76	<0,01	0,2	<0,1	<1	<5	2
	SARRAMEA CAPTAGE	09/11/12	20,5	6,59	111,7	7,99	90	0,45	<0,01	<0,1	<0,1	<1	<5	1

HER	Station	Date d'échant.	température	pH	conductivité	oxygène dissous	oxygène dissous	turbidité	Ammonium	Nitrates	Phosphates	DBO5	DCO	MES
			°C		µS/cm	mg/l	%	FNU	mg/l en NH4	mg/l en NO3	mg/l en PO4	mg/l en O2	mg/l en O2	mg/l
HER D. La plaine du Grand Sud	KWE	10/11/12	24,5	6,94	111,2	7,3	90,8	0,72	<0,01	0,8	<0,1	<1	<5	<1
	KWE duplicata	10/11/12							<0,01	0,9	<0,1	<1	<5	<1
	KUEB300	04/11/12	23,6	6,94	96	7,48	89,9	0,2	<0,01	0,1	<0,1	2	<5	2
	3-C	04/11/12	25,1	6,91	102,2	6,97	90	0,15	<0,01	<0,1	<0,1	3	<5	1
	PIROGUES	10/11/12	20,8	6,61	112,8	7,6	86,4	0,2	<0,01	<0,1	<0,1	4	<5	<1
	OUENAROU	06/11/12	20,7	6,74	144,2	7,61	87,8	1,24	<0,01	0,1	<0,1	<1	6	<1
HER E. Le massif ultrabasique	WAYO WIA	11/11/12	27,8	8,16	172	7,28	94,3	0,25	<0,01	0,4	0,1	<1	<5	<1
	COULEE AV	07/11/12	28	7,38	141,4	7,92	102,2	2,38	<0,01	0,1	<0,1	<1	14	<1
	DUMBEA NORD	04/11/12	26,9	7,7	145,5	6,51	82,4	0,1	<0,01	0,1	<0,1	2	<5	1
	COULEE AMT	07/11/12	21,6	7,55	130,8	7,71	91	0,21	<0,01	<0,1	<0,1	<1	12	1
	XWE HWAA aff	11/11/12	19,3	6,93	172,7	8,37	93,2	1,16	<0,01	0,2	<0,1	<1	<5	1

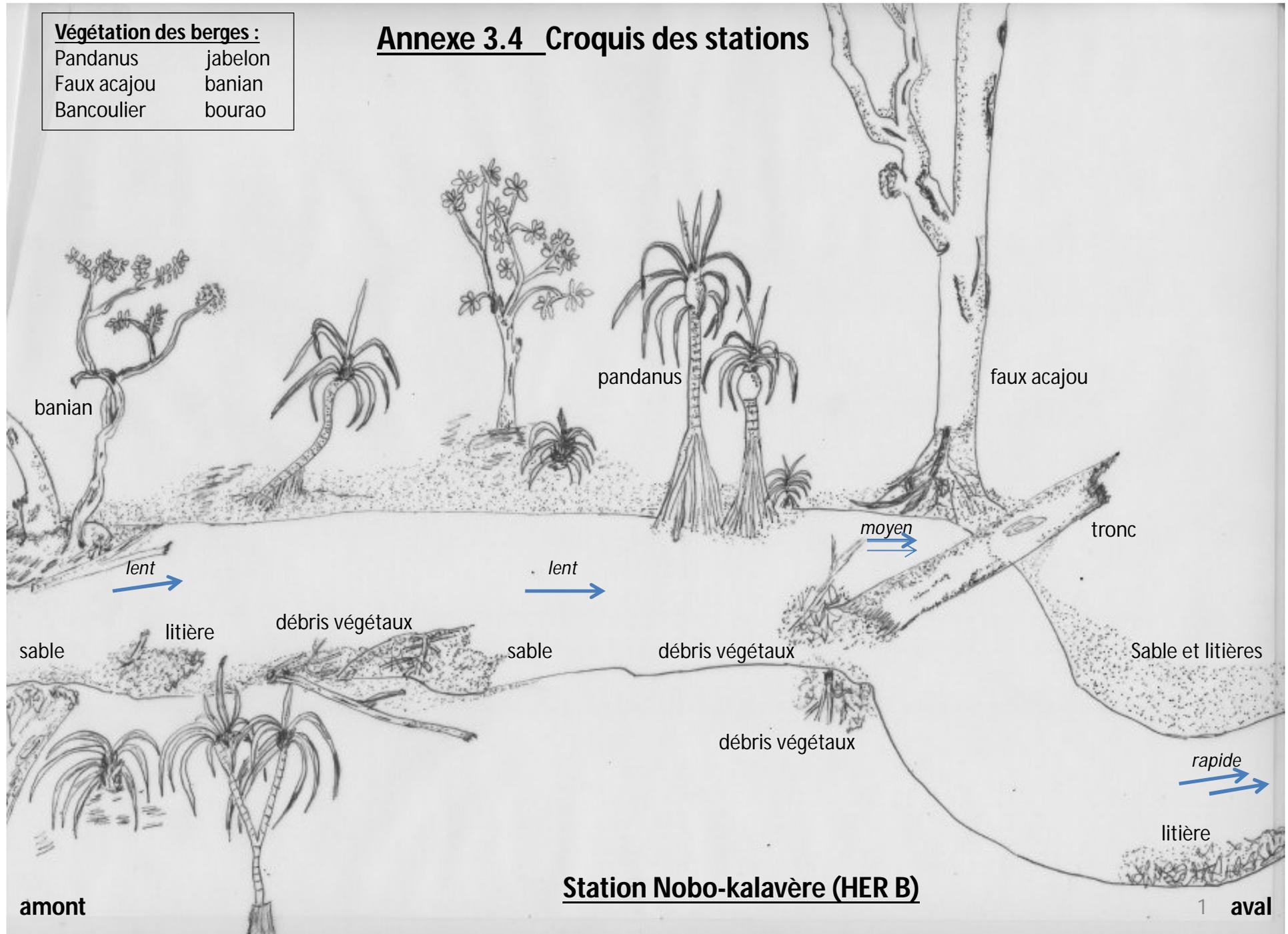
Les couleurs correspondent aux classes de qualité présumée pour chaque station : rouge : mauvaise qualité biologique ; orange : qualité biologique médiocre ; jaune : qualité biologique passable ; vert : bonne qualité biologique ; bleu : qualité biologique excellente

### ***Annexe 3.4 Croquis des stations d'étude***

**Végétation des berges :**

Pandanus	jabelon
Faux acajou	banian
Bancoulier	bourao

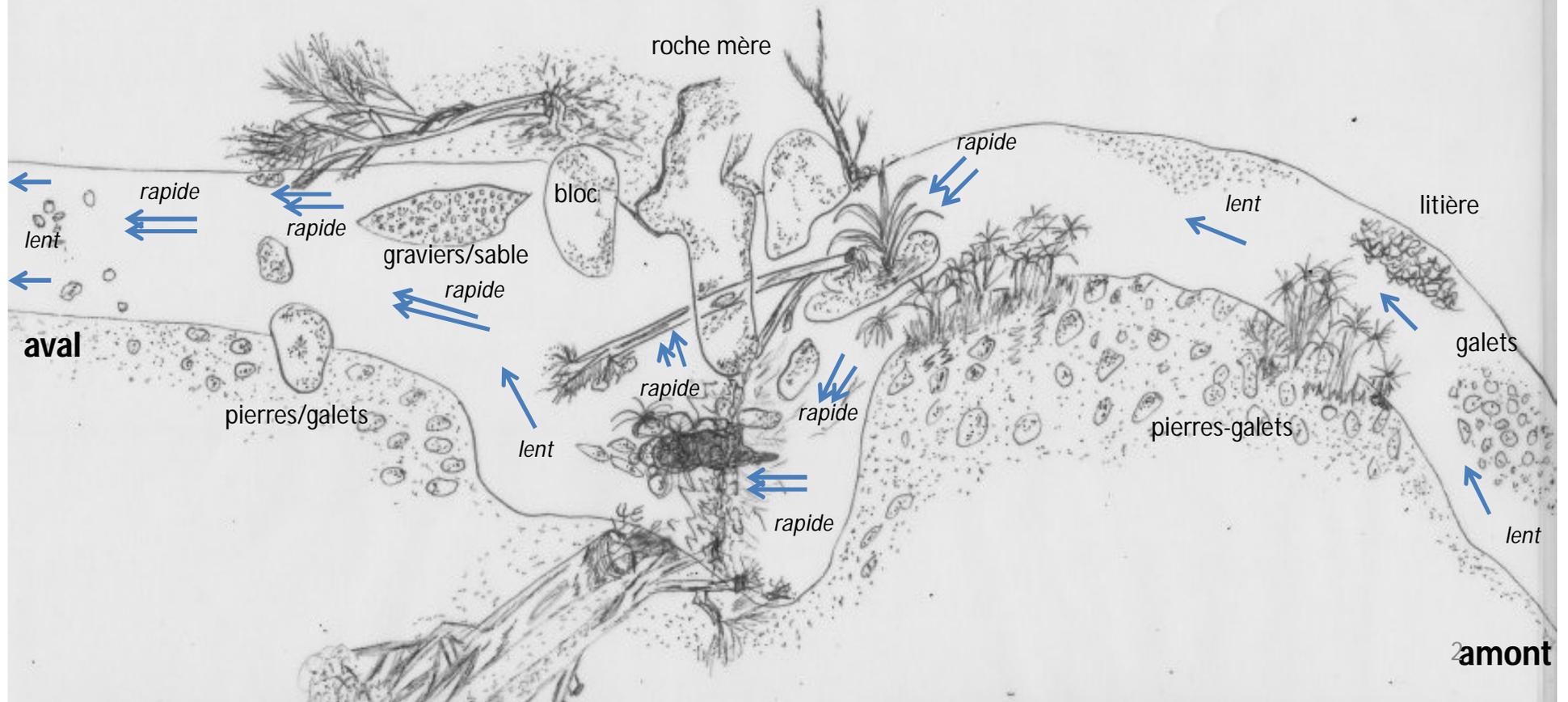
**Annexe 3.4 Croquis des stations**

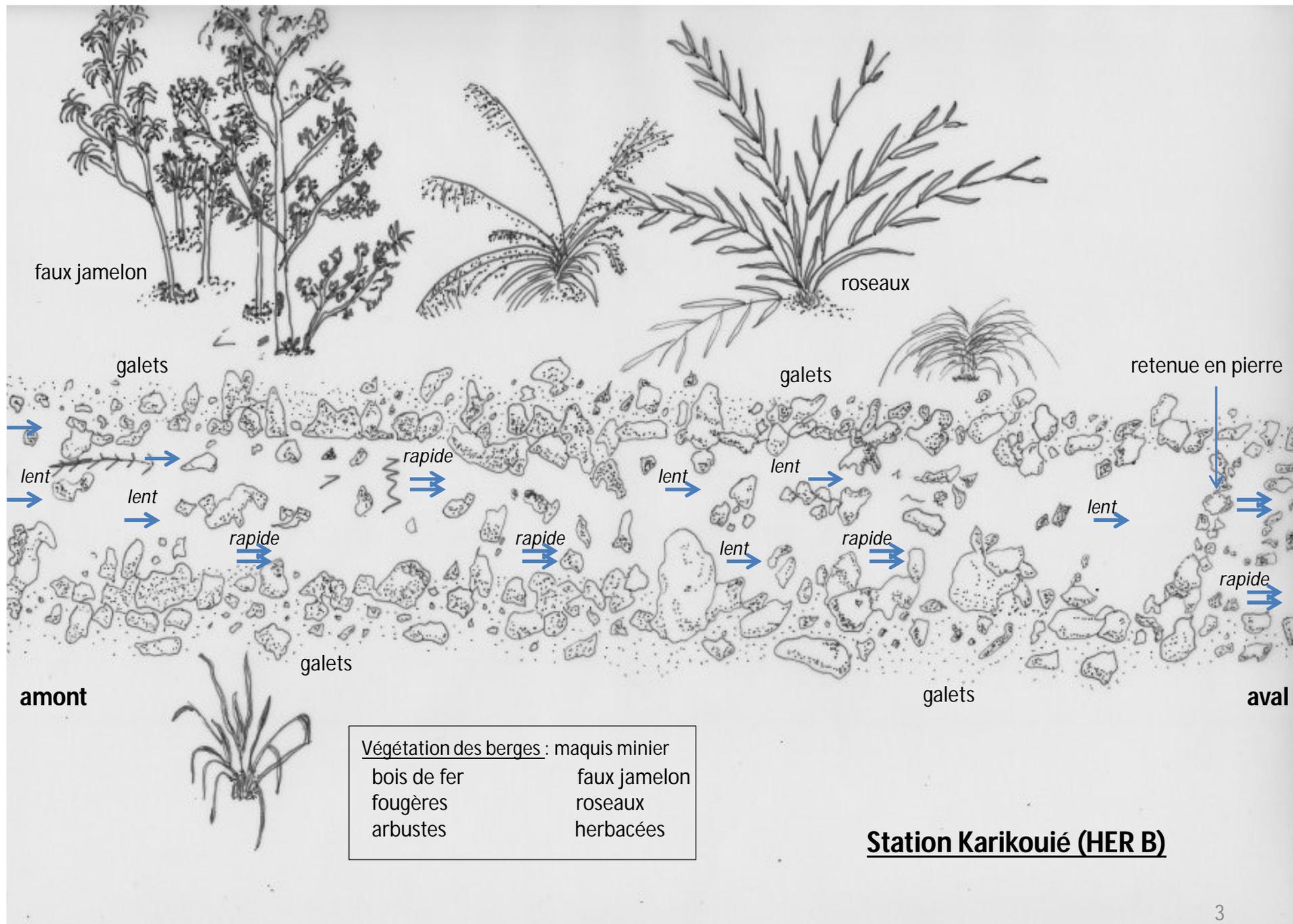


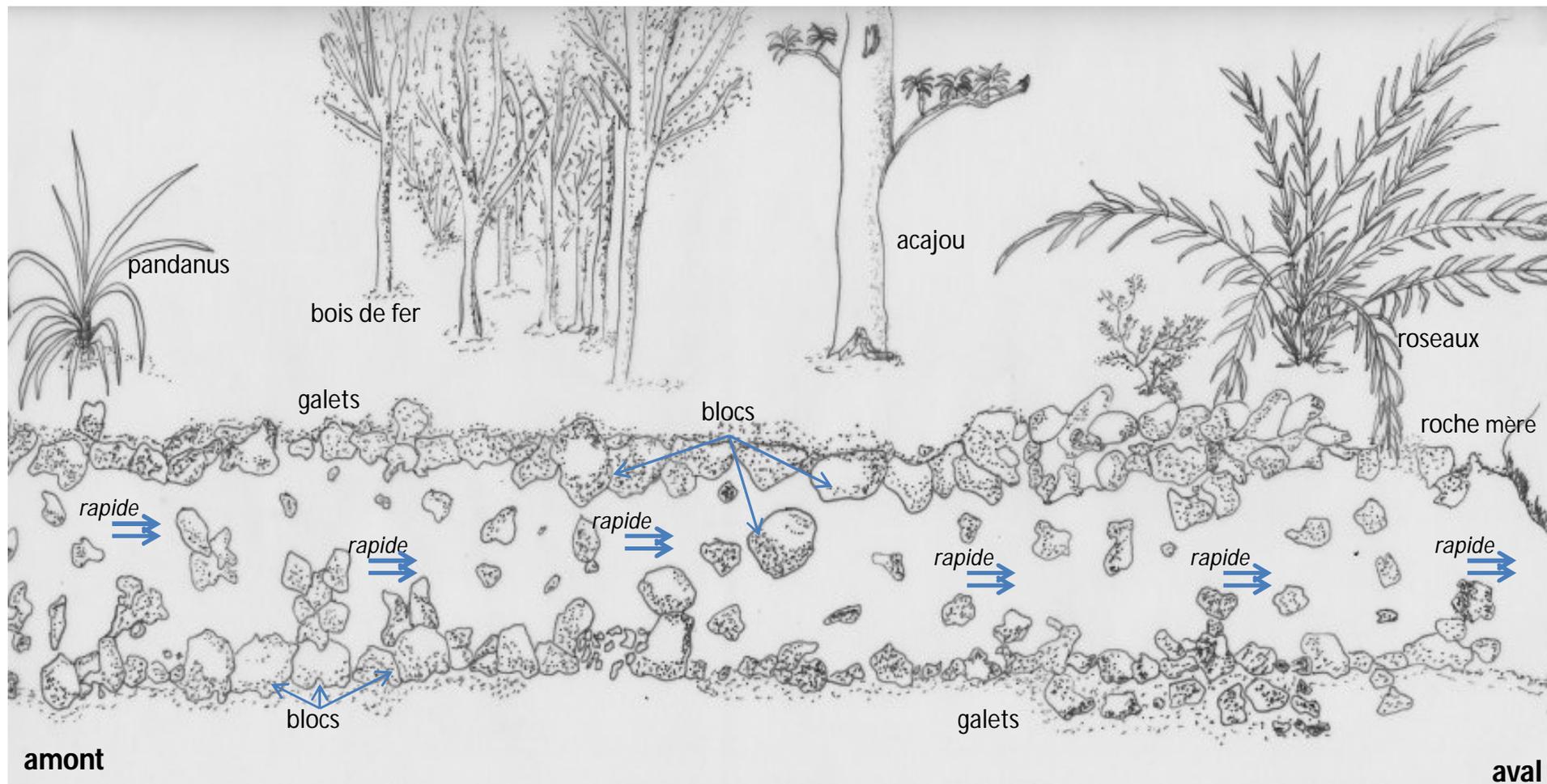
Végétation des berges :  
Forêt sèche altérée (élevage)

bois de fer	faux acajous
faux poivriers	jameloniers
faux papyrus	faux mimosas

## Station Ouaménie (HER B)







Végétation des berges : forêt humide primaire

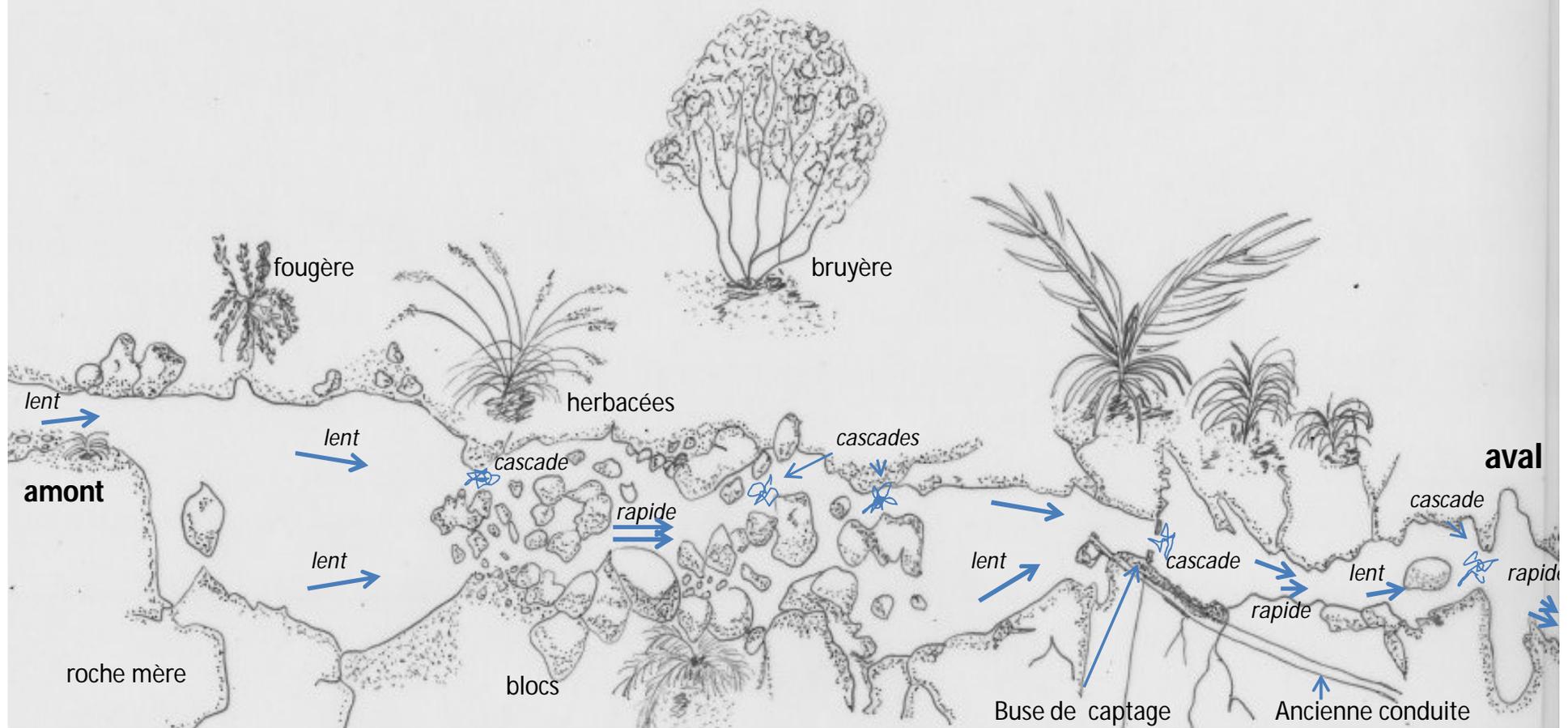
cerisier bleu	acajou
palétuvier de montagne	palmiers
pandanus	banian
fougères arborescentes	langues de bœuf
bois de fer	roseaux
lianes	épiphytes
orchidées	herbacées

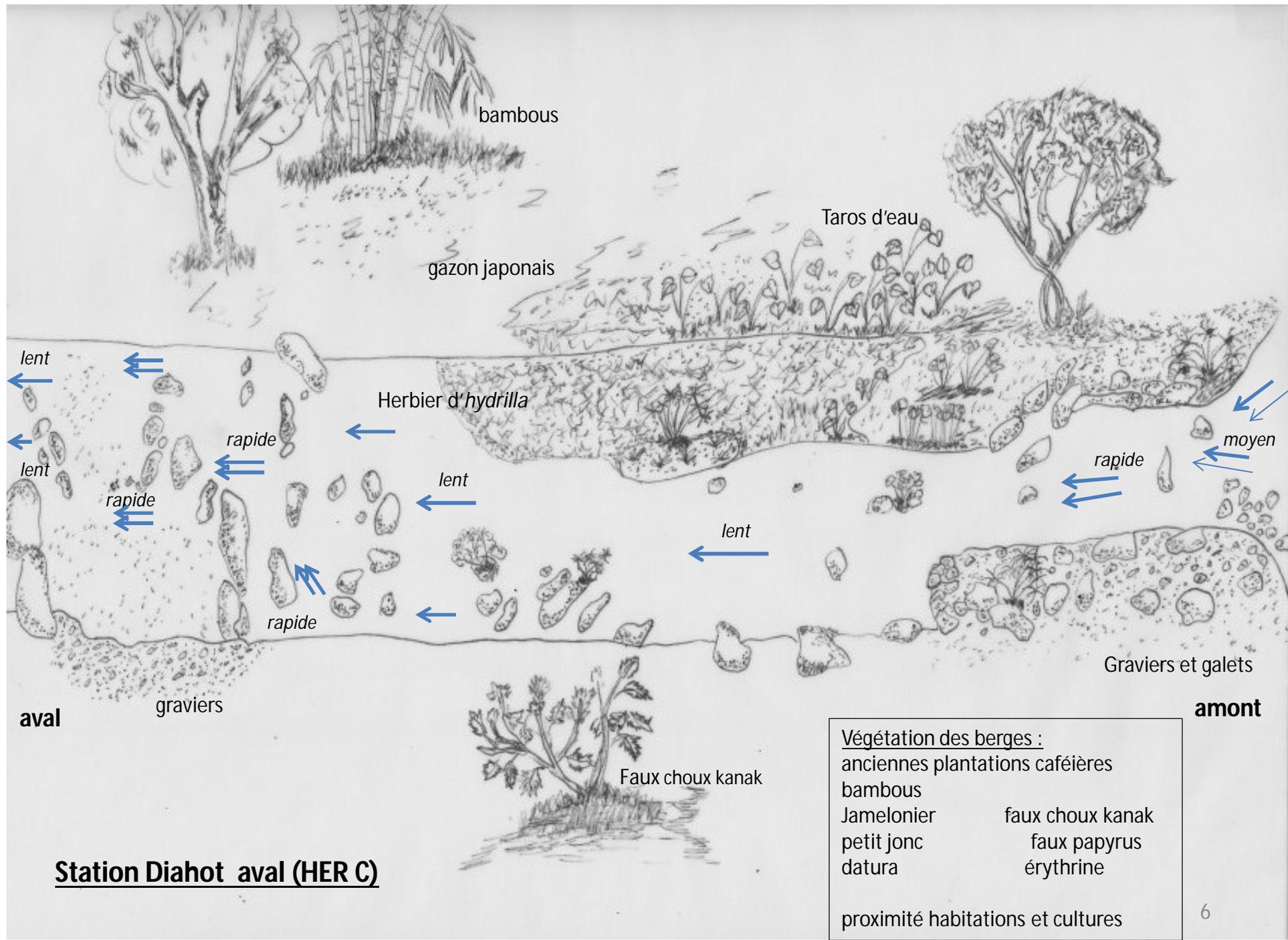
**Station Barendeu (HER B)**

Végétation des berges : maquis minier de type arbustif

bois de fer	bruyère
Fougères	herbacées
Arbustes	orchidées
Roseaux	petit bambous

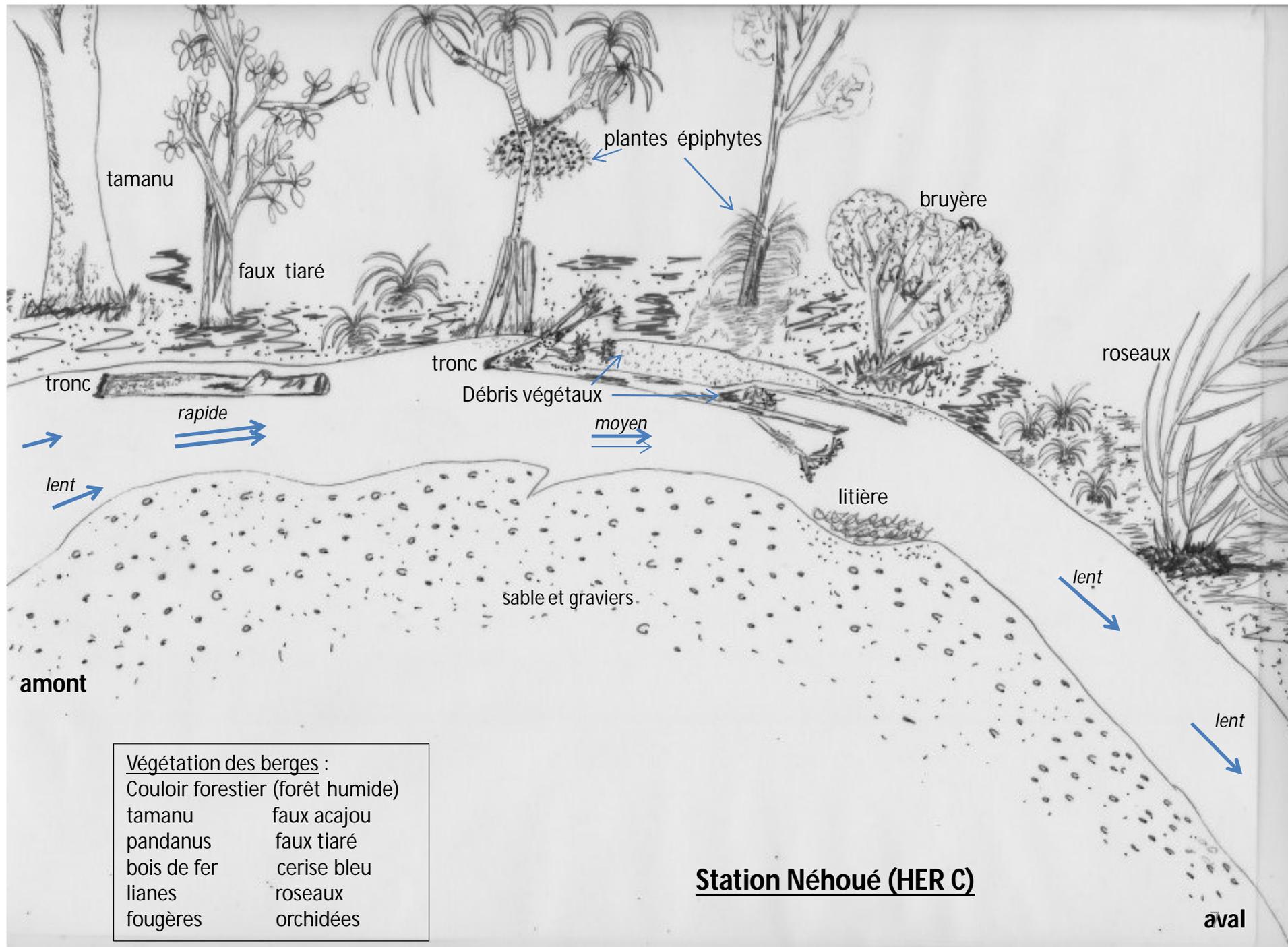
**Station Captage de la Néa (HER B)**



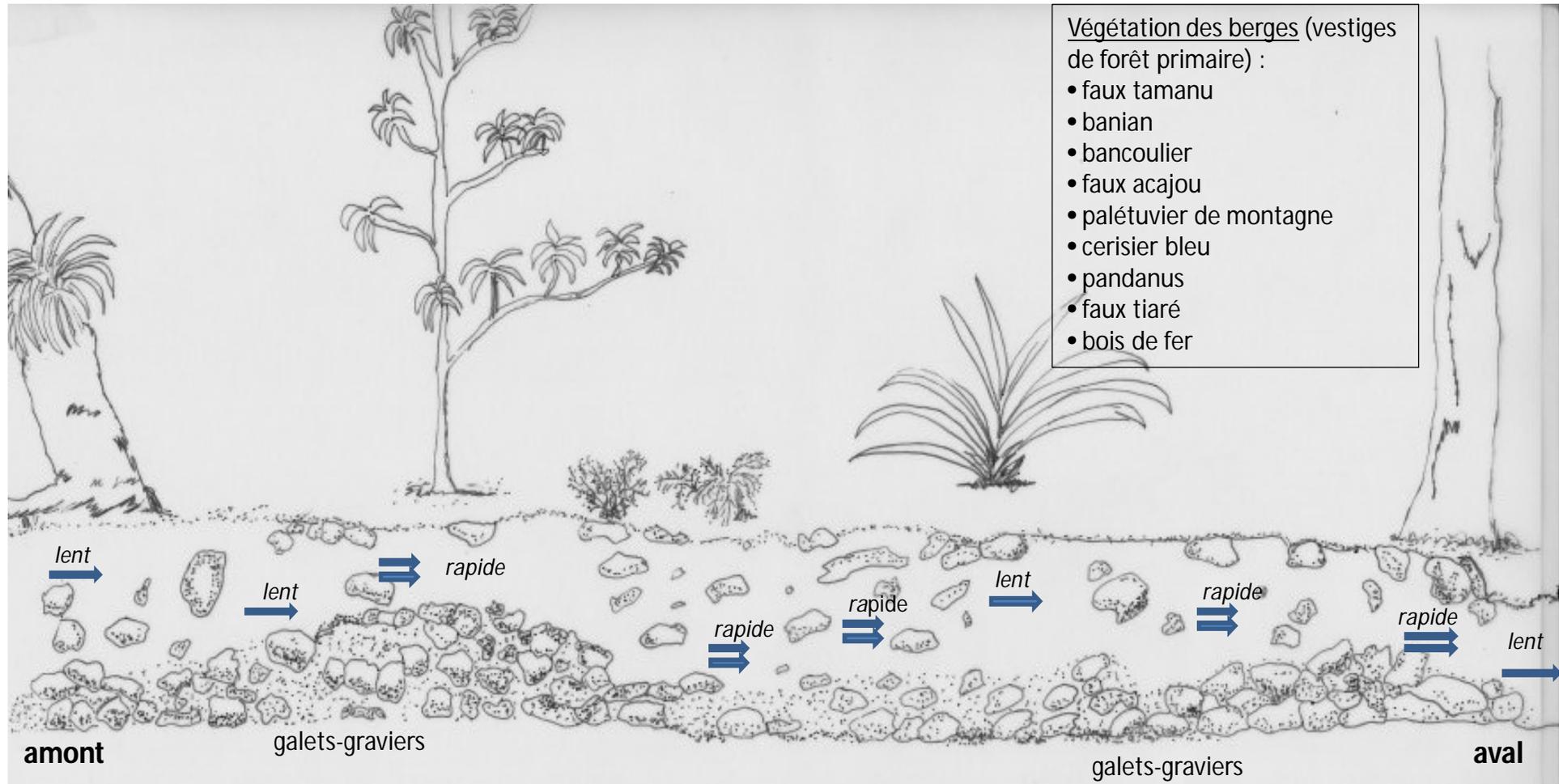


**Station Diahot aval (HER C)**

Végétation des berges :  
 anciennes plantations caféières  
 bambous  
 Jamelonier  
 petit jonc  
 datura  
 faux choux kanak  
 faux papyrus  
 érythrine  
 proximité habitations et cultures



- Végétation des berges (vestiges de forêt primaire) :
- faux tamanu
  - banian
  - bancoulier
  - faux acajou
  - palétuvier de montagne
  - cerisier bleu
  - pandanus
  - faux tiaré
  - bois de fer



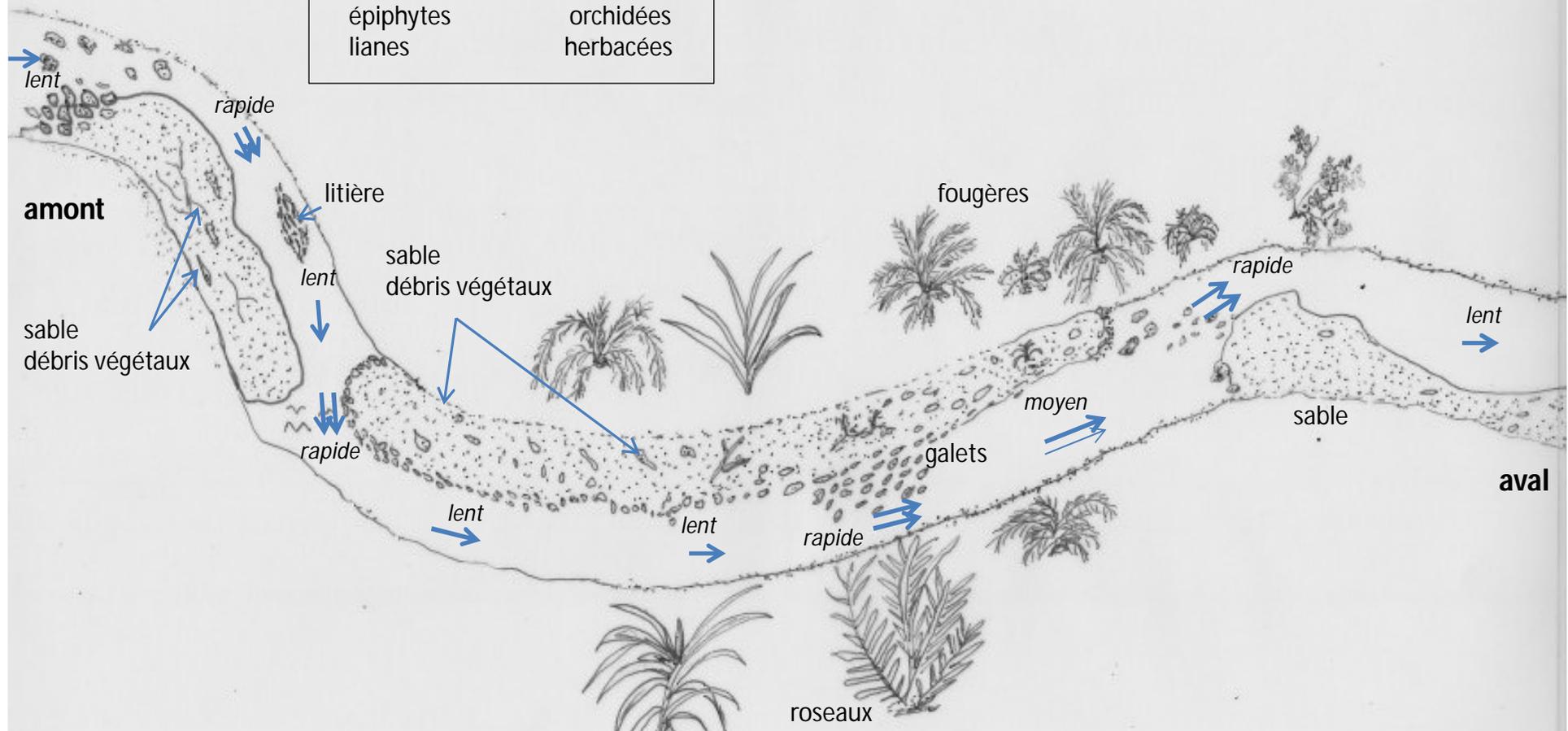
Station Koumac affluent (HER C)

## Station Ouambayée (HERC)

### Végétation des berges :

Couloir forêt primaire

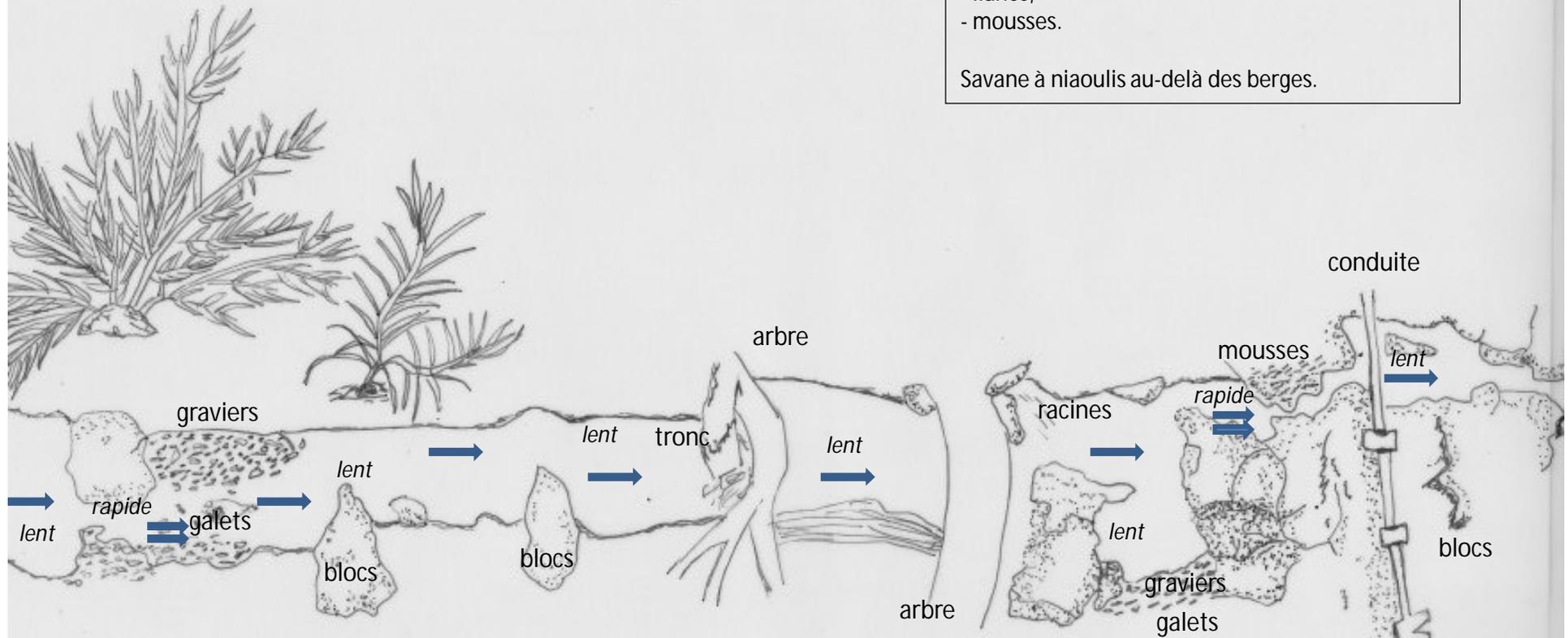
faux acajou	cerisier bleu
tamanou	pandanus
roseaux	fougères
épiphytes	orchidées
lianes	herbacées



Végétation des berges (forêt humide) :

- bois pétrole,
- faux tiare,
- fougères,
- lianes,
- mousses.

Savane à niaoulis au-delà des berges.



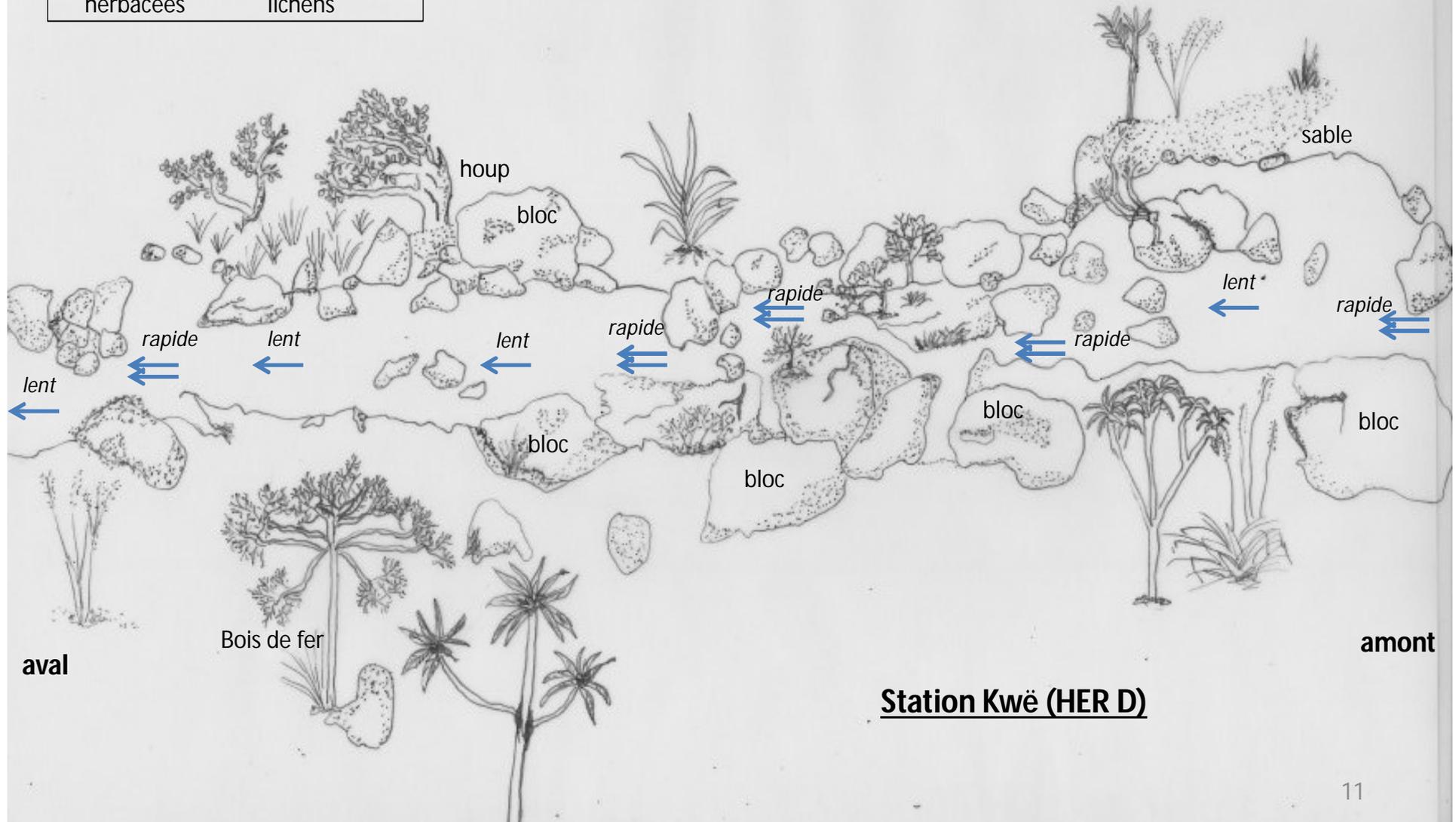
**Amont**

**Aval**

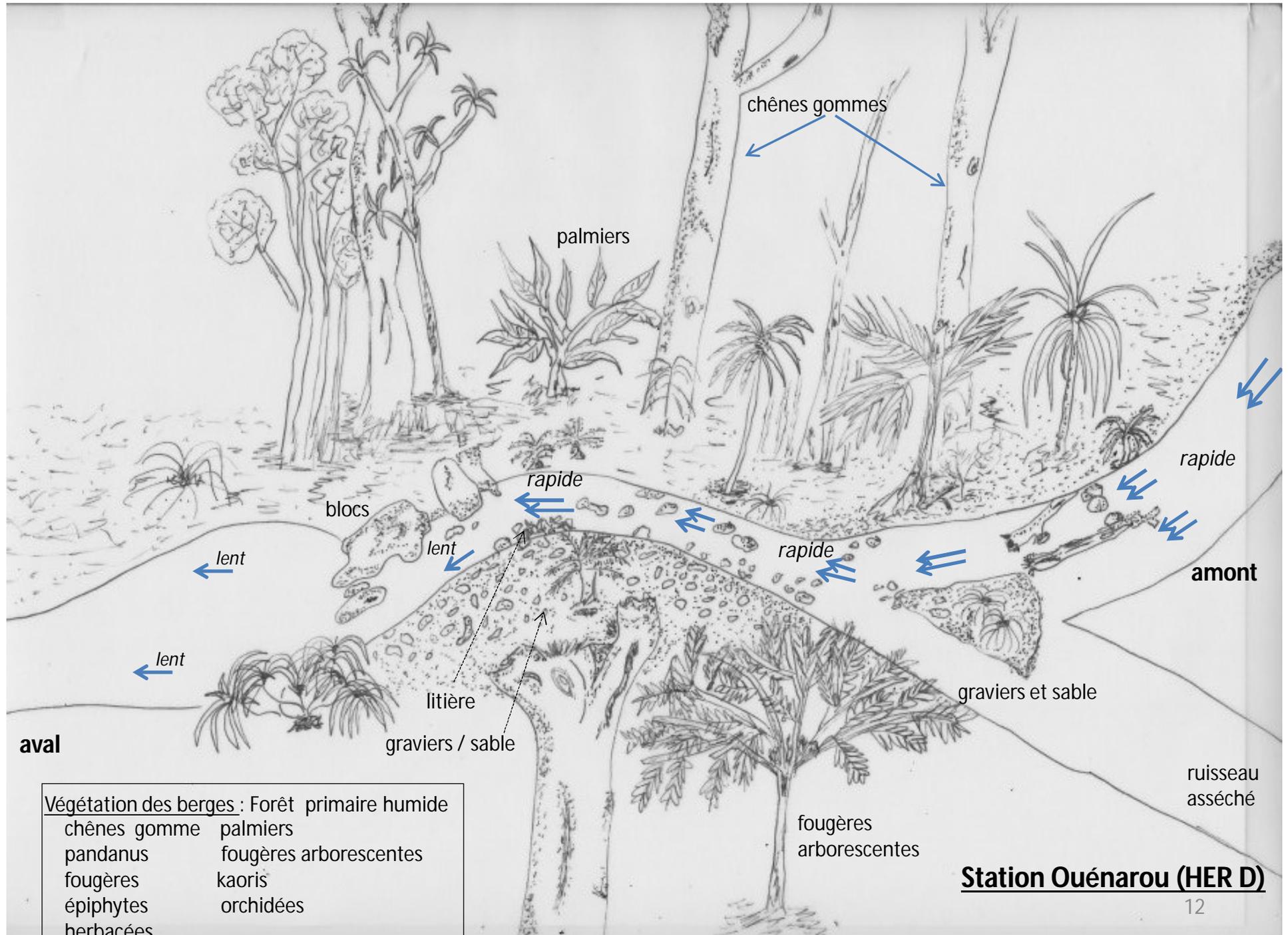
**Station Captage d'Arama (HER C)**

Végétation des berges :  
maquis minier de type arbustif

- |             |             |
|-------------|-------------|
| houp        | chêne gomme |
| bois de fer | bruyère     |
| orchidées   | népenthès   |
| herbacées   | lichens     |



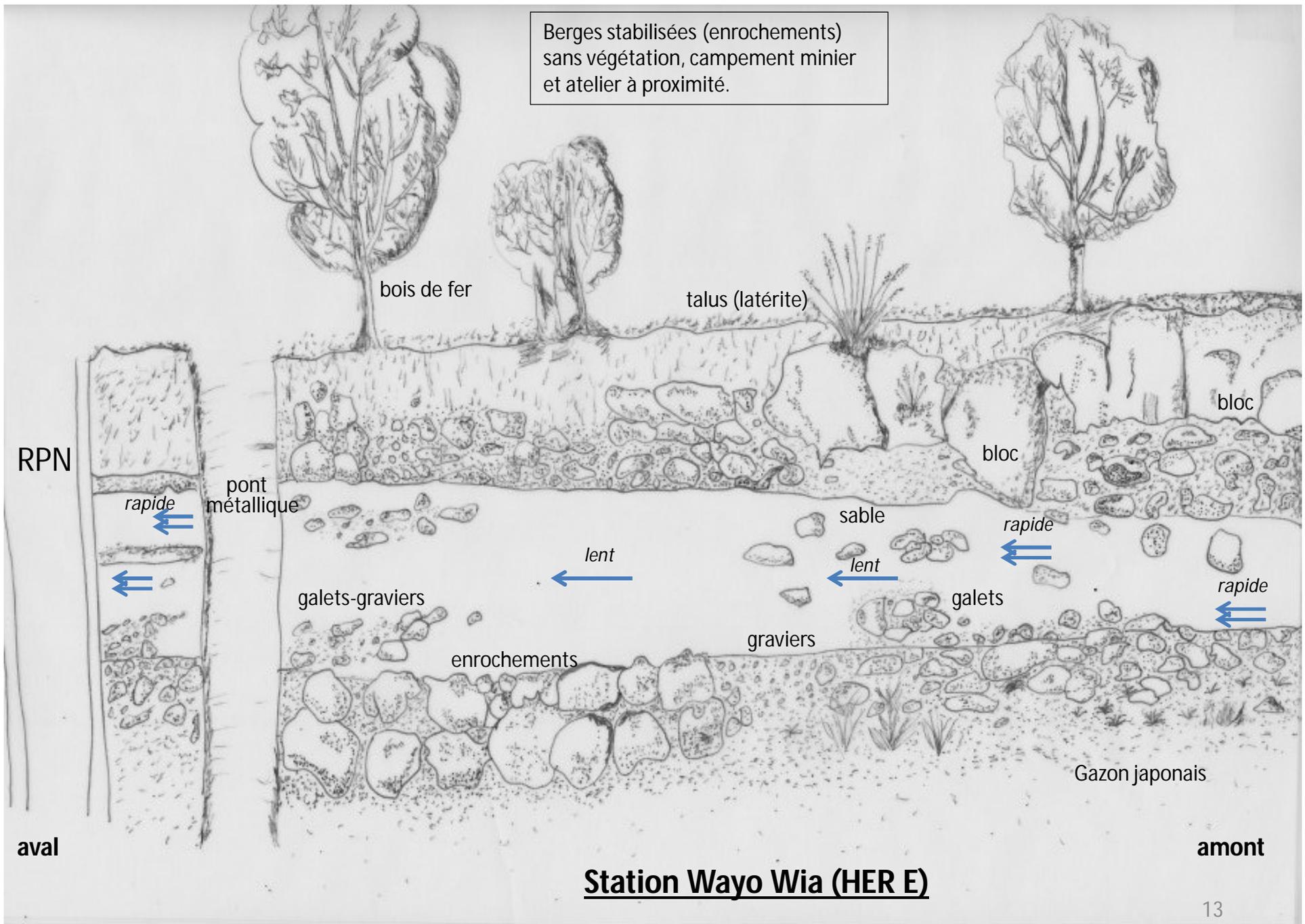
Station Kwë (HER D)



**Végétation des berges :** Forêt primaire humide  
 chênes gomme    palmiers  
 pandanus        fougères arborescentes  
 fougères        kaoris  
 épiphytes      orchidées  
 herbacées

**Station Ouénarou (HER D)**

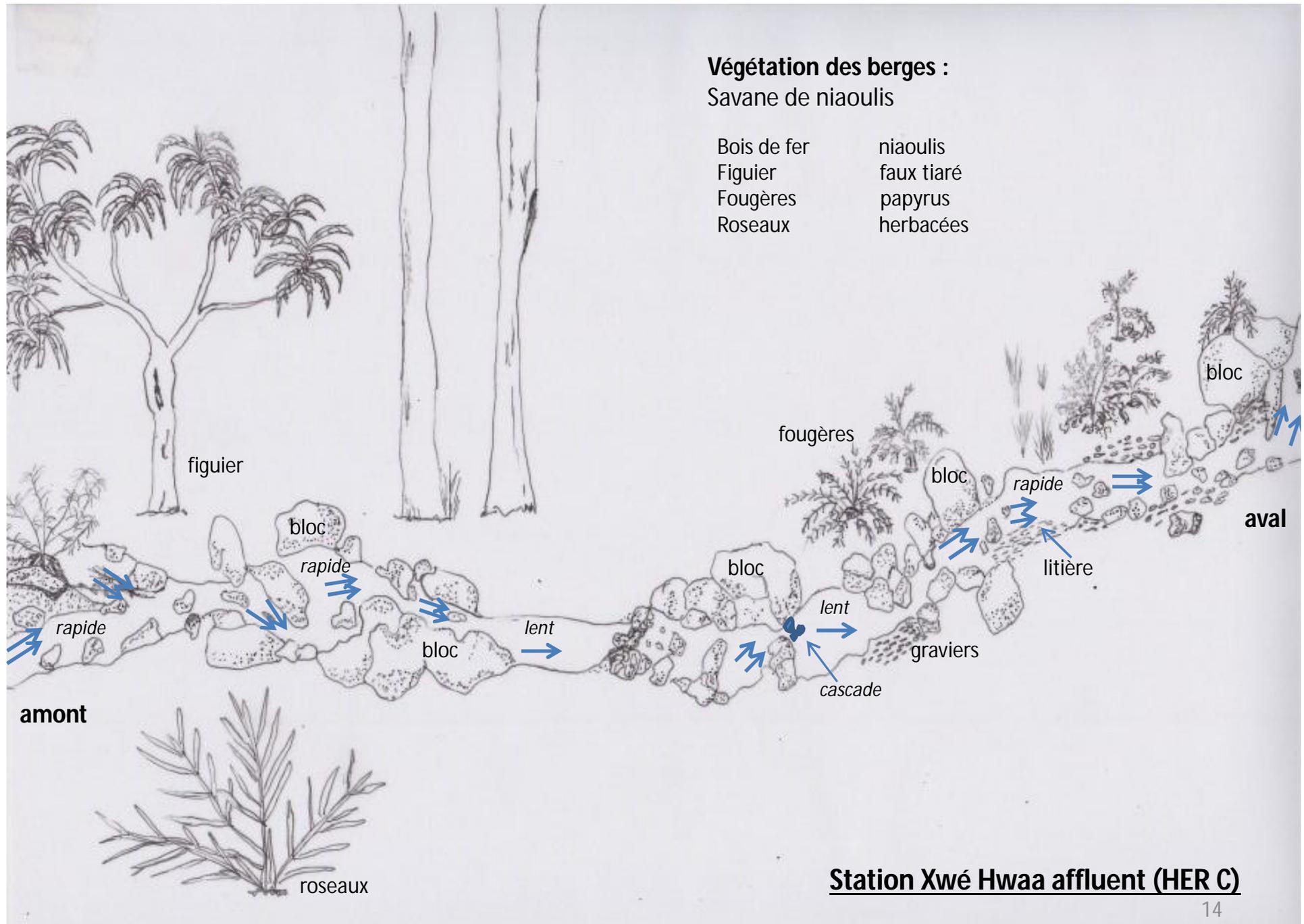
Berges stabilisées (enrochements)  
sans végétation, campement minier  
et atelier à proximité.



**Station Wayo Wia (HER E)**

**Végétation des berges :**  
Savane de niaoulis

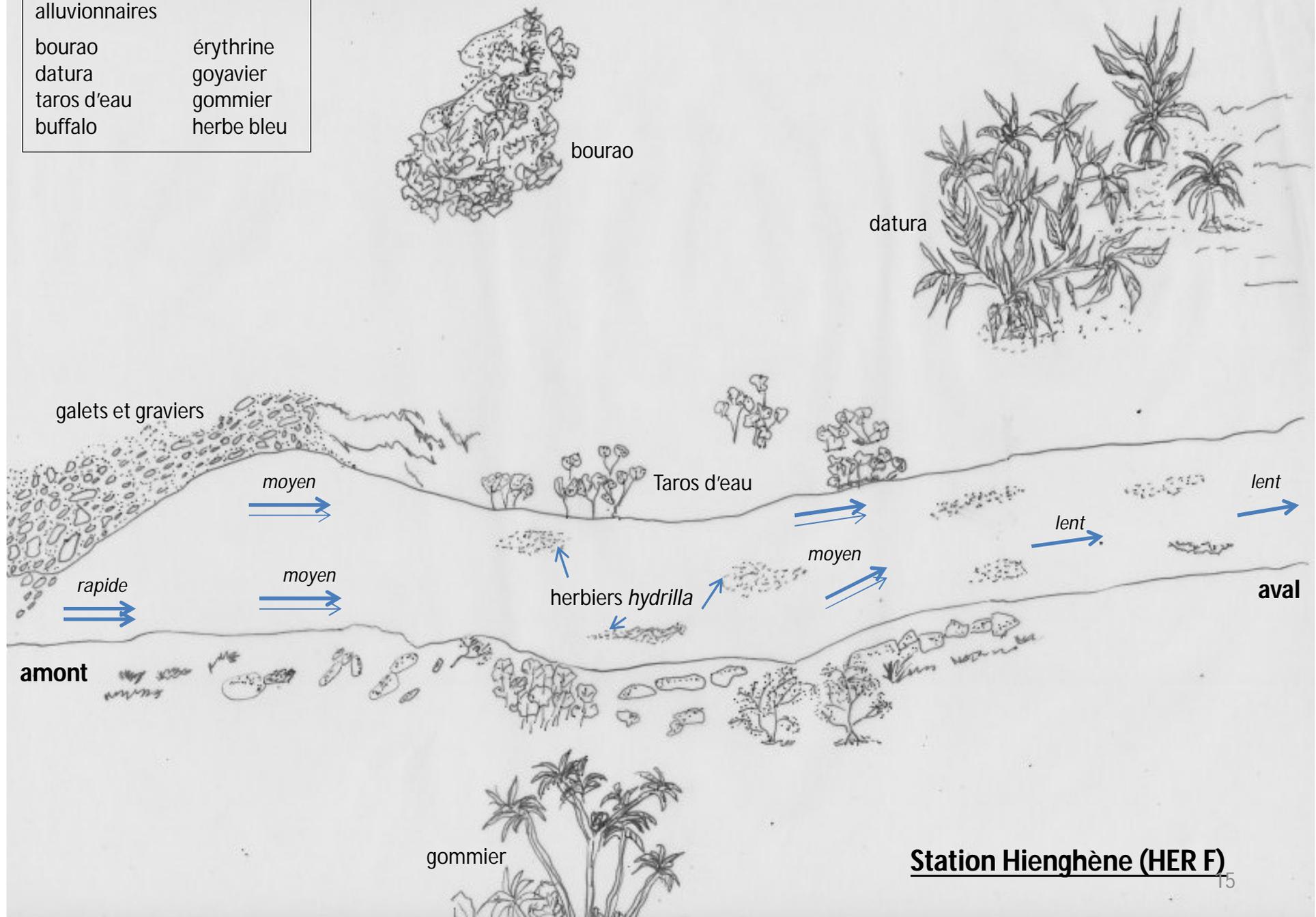
- |             |            |
|-------------|------------|
| Bois de fer | niaoulis   |
| Figuier     | faux tiaré |
| Fougères    | papyrus    |
| Roseaux     | herbacées  |



**Station Xwé Hwaa affluent (HER C)**

Végétation des berges sur sols alluvionnaires

- |             |            |
|-------------|------------|
| bourao      | érythrine  |
| datura      | goyavier   |
| taros d'eau | gommier    |
| buffalo     | herbe bleu |

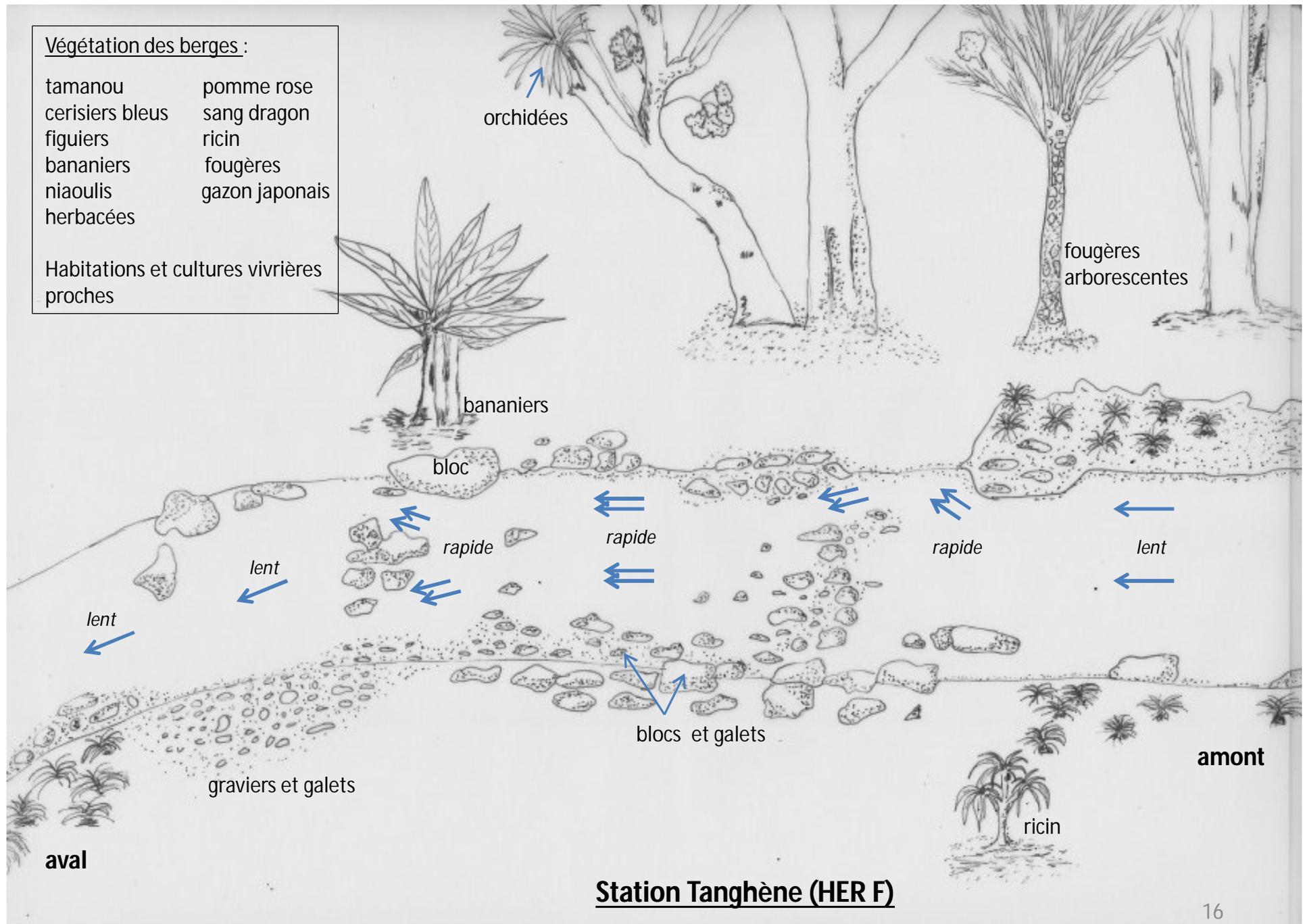


**Station Hienghène (HER F)**

Végétation des berges :

- |                 |                |
|-----------------|----------------|
| tamanou         | pomme rose     |
| cerisiers bleus | sang dragon    |
| figuiers        | ricin          |
| bananiers       | fougères       |
| niaoulis        | gazon japonais |
| herbacées       |                |

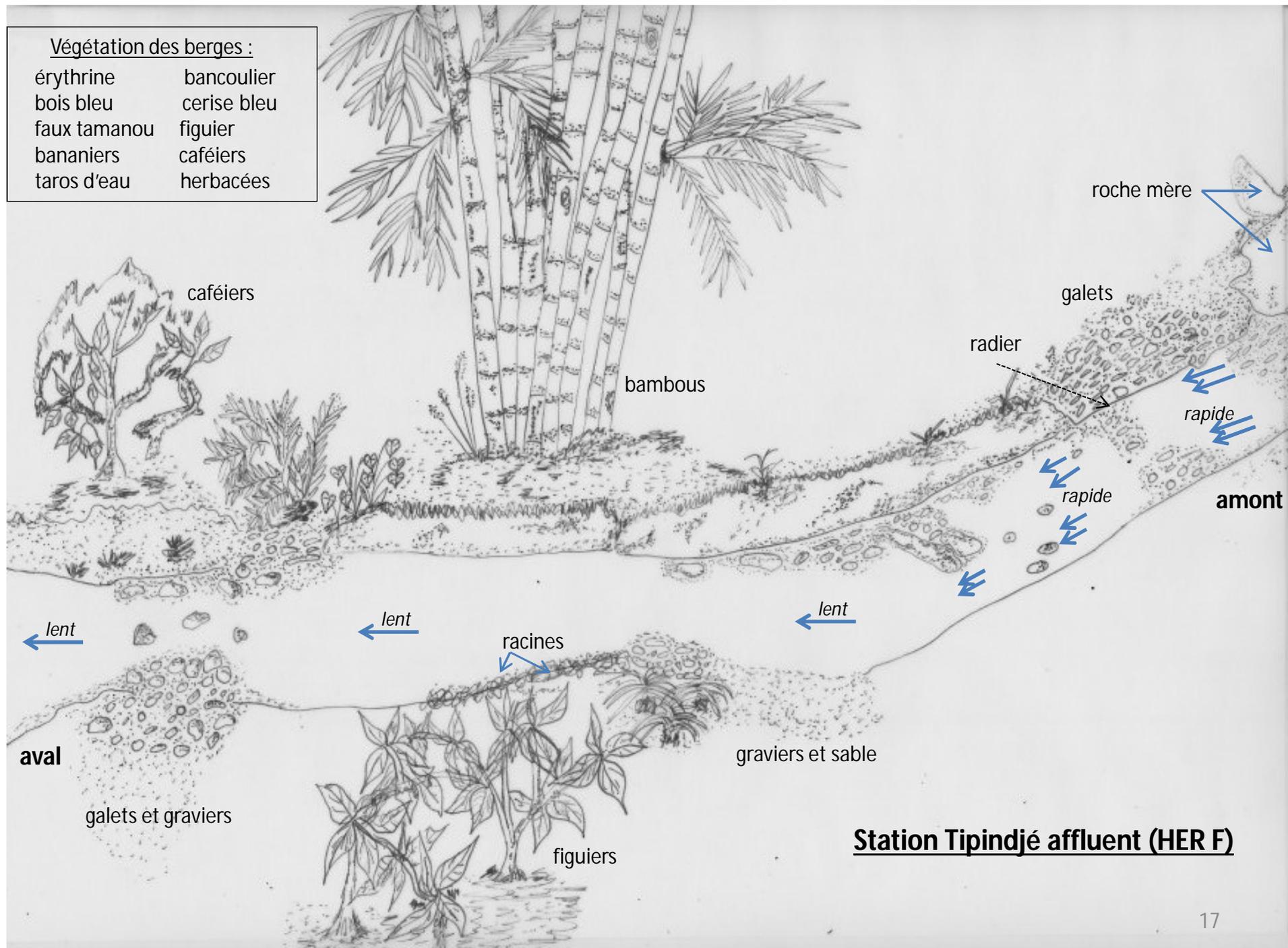
Habitations et cultures vivrières  
proches



**Station Tanghène (HER F)**

Végétation des berges :

- |              |             |
|--------------|-------------|
| érythrine    | bancoulier  |
| bois bleu    | cerise bleu |
| faux tamanou | figuier     |
| bananiers    | caféiers    |
| taros d'eau  | herbacées   |

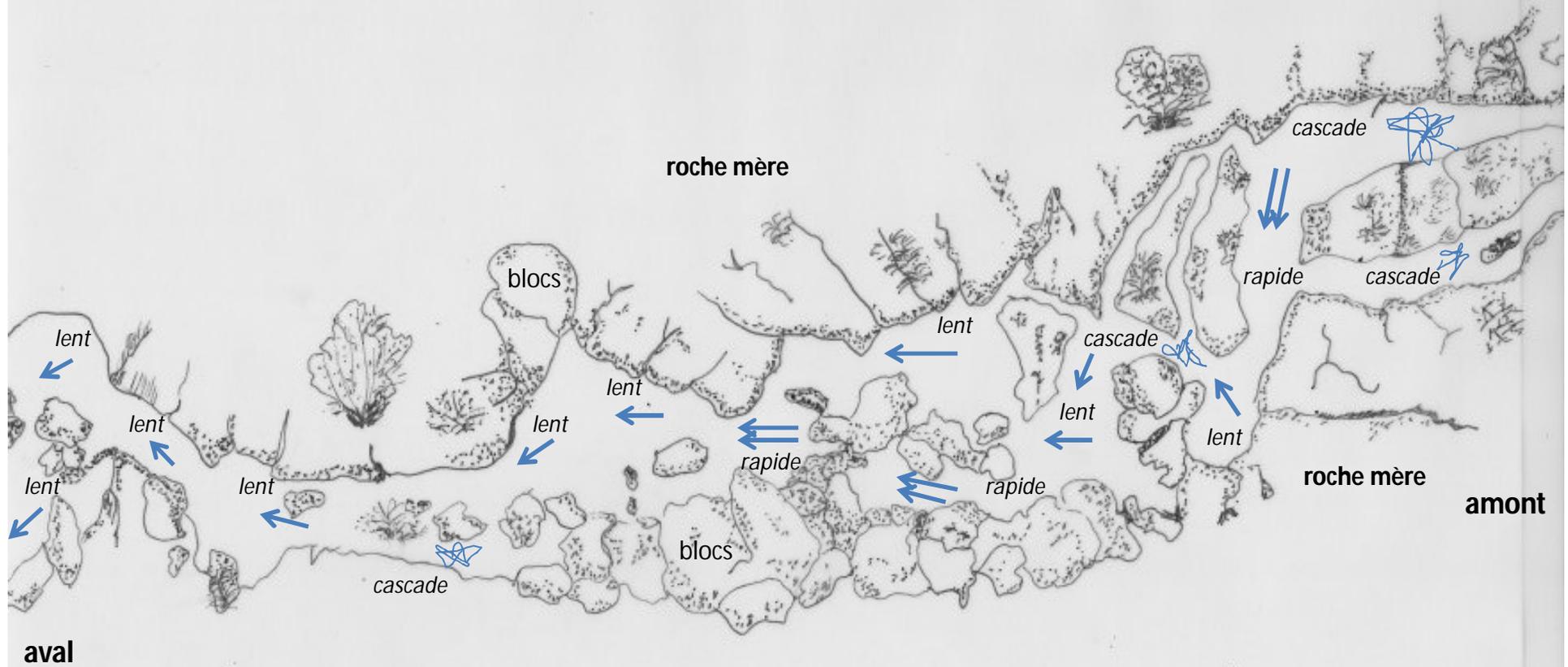




Végétation des berges : forêt primaire humide

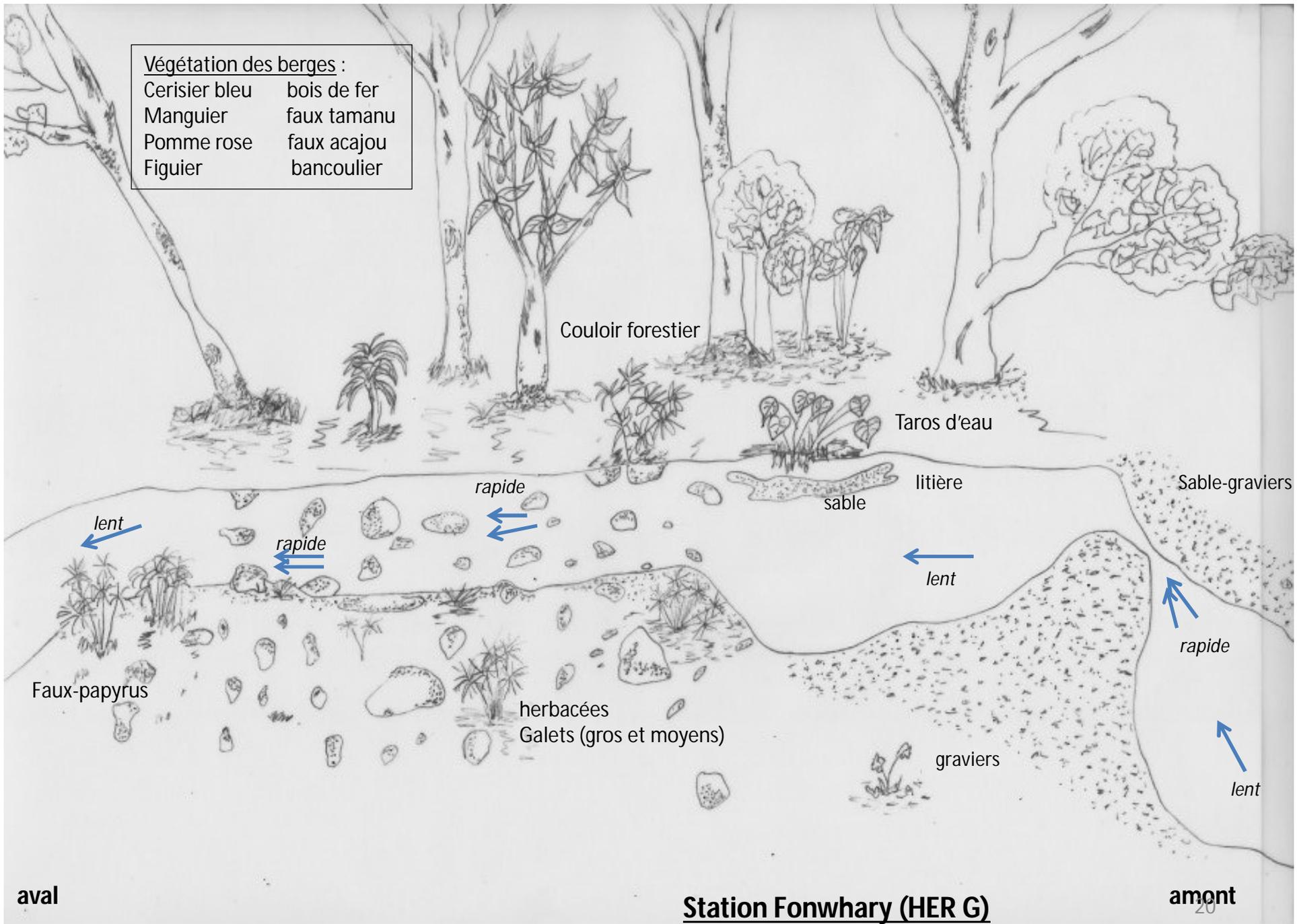
bois de fer  
bruyères  
niaoulis

faux jamelons  
fougères  
herbacées

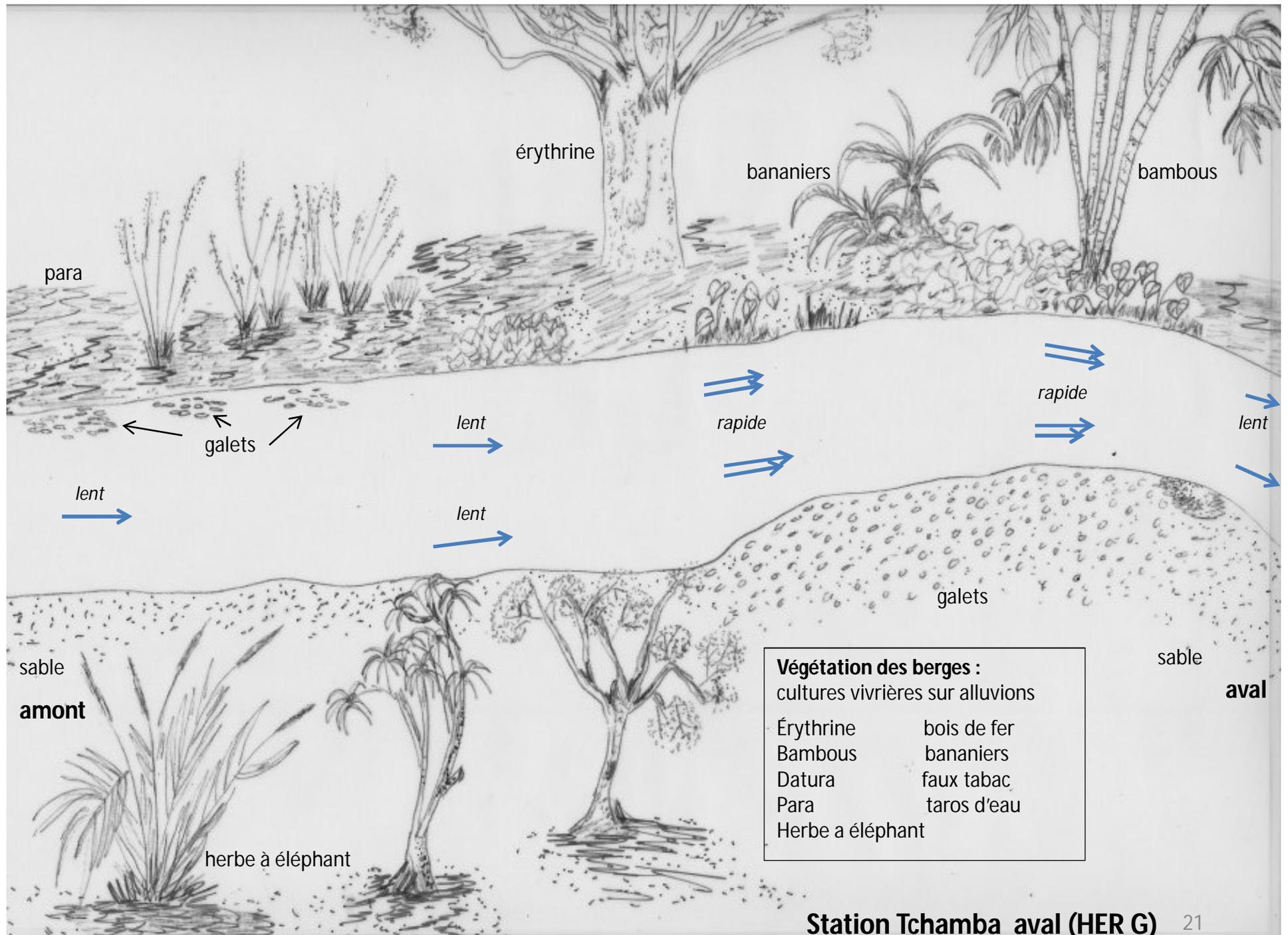


Station Cascade de Tao (HER F)

Végétation des berges :	
Cerisier bleu	bois de fer
Manguier	faux tamanu
Pomme rose	faux acajou
Figuier	bancoulier



**Station Fonwhary (HER G)**



para

érythrine

bananiers

bambous

galets

lent

rapide

rapide

lent

lent

lent

galets

sable

amont

herbe à éléphant

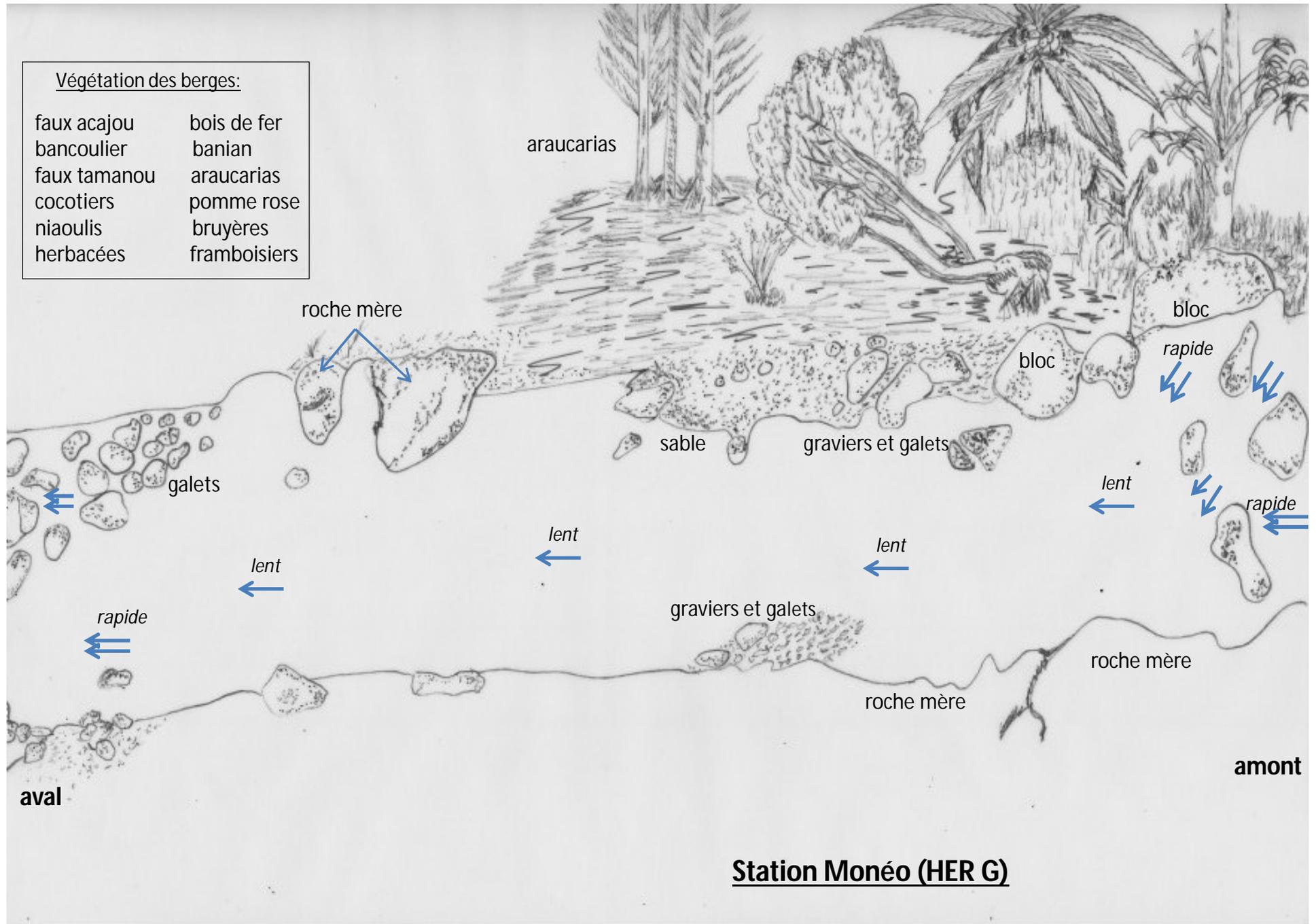
**Végétation des berges :**  
 cultures vivrières sur alluvions  
 Érythrine      bois de fer  
 Bambous      bananiers  
 Datura      faux tabac  
 Para      taros d'eau  
 Herbe à éléphant

sable

aval

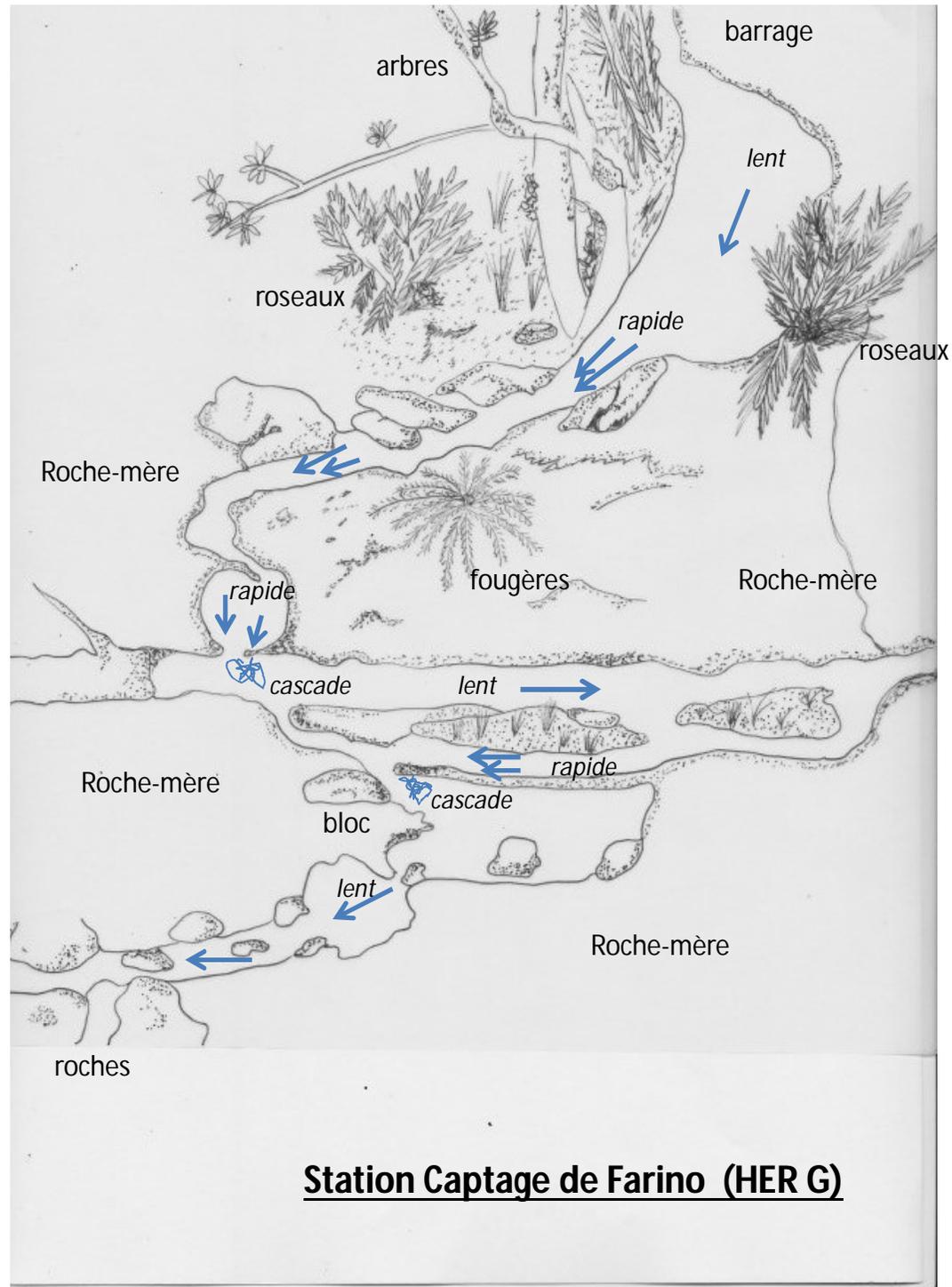
Végétation des berges:

faux acajou	bois de fer
bancoulier	banian
faux tamanou	araucarias
cocotiers	pomme rose
niaoulis	bruyères
herbacées	framboisiers



**Station Monéo (HER G)**

**végétation des berges :**  
Forêt primaire humide



**amont**

**aval**

**Station Captage de Farino (HER G)**



***Annexe 3.5 Données météorologiques recueillies dans les stations d'étude (nov. 2012)***

ANNEXE 3.5 DONNEES MESOLOGIQUES RECUEILLIES DANS LES STATIONS D'ETUDE (NOV 2012)

Station	Hydro-écorégion	D	D	D	D	D
		Plaine du Grand Sud	Plaine du Grand Sud	Plaine du Grand Sud	Plaine du Grand Sud	Plaine du Grand Sud
	Nom du cours d'eau	KUEBINI	VIERE DES PIROGU	TROU BLEU	KWE OUEST	OUENAROU
	Nom de la station	KUEB300	PIROGUES	3-C	KWE	OUENAROU
	Altitude (m)	6	115	5	87	202
	X WGS 84 (GPS)	706243	675554	702100	701434	681787
	Y WGS 84 (GPS)	7537120	7546691	7528584	7532536	7546910
	Organisme préleveur	ETHYC'O	ETHYC'O	ETHYC'O	ETHYC'O	ETHYC'O
	Nom de l'opérateur	N. MARY	N. MARY	N. MARY	N. MARY	N. MARY
	Date	04/11/12	06/11/12	04/11/12	10/11/12	10/11/12
Environnement général	Environnement global rive droite	forêt sur sol ultramafique	forêt sur sol ultramafique	maquis minier	maquis minier	forêt primaire sur sol ultramafique
	Environnement global rive gauche	forêt sur sol ultramafique	cultures maraichères	maquis minier	maquis minier	forêt primaire sur sol ultramafique
	penne à la station	faible	moyenne	moyenne	faible	moyenne
	granulométrie dominante	Roche mère, dalles	blocs	roche mère, dalles	roche mère, dalles	cuirasse et pierres/galets
	Nature géologique du B.V. à la station	ultramafique	ultramafique	ultramafique	ultramafique	ultramafique
	sources d'interférence	RAS	RAS	RAS	proximité zone d'exploitation usine VALE	RAS
	Phénomène anormal observé	substrat glissant	RAS	vase et latérites dans zones lenticules	recouvrement par les latérites important	RAS
Conditions d'observation	Hydrologie	basses eaux, étiage normal	basses eaux	basses eaux, étiage normal	basses eaux, étiage normal	basses eaux, étiage normal
	Trace de laisse de crues ou pluie	non	oui	non	non	non
	Météo	soleil	soleil	soleil	soleil	soleil
	couleur de l'eau	claire	claire	claire	claire	claire
	Fond visible	oui	oui	oui	oui	oui
	photos	oui	oui	oui	oui	oui
Caractérisation physico-chimique de la station	Date dernier étalonnage (pH, conductivité, oxygène dissous)	03/11/2012	03/11/2012	03/11/2012	10/11/2012	10/11/2012
	température (°C)	23,6	20,7	25,1	24,5	20,8
	pH	6,94	6,74	6,91	6,94	6,61
	conductivité (uS/cm)	96	144,2	102,2	111,2	112,8
	oxygène dissous (mg/l)	7,48	7,61	6,97	7,3	7,6
	oxygène dissous (%)	89,9	87,8	90	90,8	86,4
	turbidité (FNU)	0,2	1,24	0,15	0,72	0,2
Prélèvement d'eau	heure de prélèvement	12h00	13h30	16h	13h	10h
	Distance / berge (m)	1	1	1	1	1
	Profondeur de l'eau (m)	0,5	0,5	0,4	0,7	0,5
		NC02	NC04	NC03	NC12 et NC13	NC11
Description de la station	largeur moyenne lit à plein bord (m)	25,00	5,06	3,00	13,84	4,91
	longueur totale station (m)	80	80	60	110	70
	largeur minimale lit mouillé (m)	12	3,06	2	8,51	1,45
	largeur maximale lit mouillé (m)	20	4,99	3	16,07	7,74
	largeur moyenne lit mouillé (m)	15,00	4,00	2,50	11,77	3,94
	Distance entre les 2 berges (m)	25,00	5,50	3,00	14,00	6,00
	Faciès présents	Radier, plat	radier, plat, mouille	radier, mouille	radier, plat	radier, plat
	prof.minimale à la station (cm)	3	3	2	3	3
	prof. maximale à la station (cm)	200	100	150	200	250
	Engrèvement du lit	oui	non	non	oui	non
	Ensoleillement du lit : % d'ombrage	0	90	75	0	80
Granulométrie de la partie non mouillée du lit	Roche mère, dalles	blocs	Roche mère, dalles	roche mère, terre	terre, pierres, galets	

ANNEXE 3.5 DONNEES MESOLOGIQUES RECUEILLIES DANS LES STATIONS D'ETUDE (NOV 2012)

Station	Hydro-écorégion	D	D	D	D	D
		Plaine du Grand Sud	Plaine du Grand Sud	Plaine du Grand Sud	Plaine du Grand Sud	Plaine du Grand Sud
	Nom du cours d'eau	KUEBINI	VIERE DES PIROGU	TROU BLEU	KWE OUEST	OUENAROU
	Nom de la station	KUEB300	PIROGUES	3-C	KWE	OUENAROU
	Altitude (m)	6	115	5	87	202
	X WGS 84 (GPS)	706243	675554	702100	701434	681787
	Y WGS 84 (GPS)	7537120	7546691	7528584	7532536	7546910
	Organisme préleveur	ETHYC'O	ETHYC'O	ETHYC'O	ETHYC'O	ETHYC'O
Nom de l'opérateur	N. MARY	N. MARY	N. MARY	N. MARY	N. MARY	
Date	04/11/12	06/11/12	04/11/12	10/11/12	10/11/12	
Berges	structure des berges (droite et gauche)	naturelle	naturelle	naturelle	naturelle	naturelle
	Substrat prédominant rive droite	80% R/D, 10% B, 10% S/L	100% T	90% R/D, 10% T	90% R/D, 10% T	20% R/D, 80% T
	Substrat prédominant rive gauche	80% R/D, 10% B, 10% S/L	100% T	90% R/D, 10% T	90% R/D, 10% T	20% R/D, 80% T
	végétation	maquis minier arboré	maquis minier arboré	maquis minier arboré	maquis minier arbustif	forêt primaire sur sol ultramafique
	% couverture par la végétation	100%	100	100	50	100
	penet de la rive droite	moyenne	moyenne	moyenne	faible	forte
penet de la rive gauche	moyenne	moyenne	moyenne	faible	forte	
Lit mouillé	Type MO végétale	feuilles	feuilles, troncs, branches	feuilles, troncs, branches	feuilles	feuilles, troncs, branches
	Importance MO végétale	faible	moyenne	faible	faible	moyenne
	Etat du substrat	dépôts latéritiques par endroit, et diatomées	propre	vase et limon dans zones lenticues	couvert de dépôts latéritiques	propre
	végétaux aquatiques	algues brunes	RAS	bryophytes et algues	RAS	RAS
	% recouvrement végétaux	<1	0	2	0	0
	fréquentation humaine ou animale?	non	non	faible	proximité zone d'exploitation usine	non
	% de recouvrement par les latérites dans les zones lotiques et importance	5 +	néant	néant	30 +	néant
	% de recouvrement par les latérites dans les zones lenticues et importance	80 +++	néant	néant	90 ++	néant
	% de recouvrement par les latérites globalement sur la station	10	néant	néant	20 ++	néant
	observations complémentaires	dépôts latéritiques sur R/D	accès en RD par une propriété privée	présence de limon et vase dans les vasques		
Représentativité des substrats présents dans la station	% bryophytes	0	0	1	0	0
	% hydrophytes	0	0	0	0	0
	% débris organiques grossiers (litières)	1	8	2	1	5
	% chevelus racinaires, troncs, branchages	1	4	3	1	7
	% pierres / galets (25 à 250 mm)	5	35	10	3	50
	% blocs soulevables à la main (> 250 mm)	35	30	15	2	5
	% graviers (2 à 25 mm)	3	0	0	12	3
	% vases	0	0	2	0	0
	% sables et limons (< 2 mm)	7	12	0	10	25
	% fines latéritiques (< 2 mm)	10	0	0	20	0
	% algues	0	0	1	0	0
	% roches et dalles	38	11	66	51	5

ANNEXE 3.5 DONNEES MESOLOGIQUES RECUEILLIES DANS LES STATIONS D'ETUDE (NOV 2012)

	Hydro-écorégion	C	C	C	C	C	
		nes schisteuses Pointe	nes schisteuses Pointe	nes schisteuses Pointe	nes schisteuses Pointe	nes schisteuses Pointe	
<b>Station</b>	Nom du cours d'eau	DIAHOT	NEHOUE	ARAMA	OUAMBAYEE	KOUMAC	
	Nom de la station	DIAHOT	NEHOUE	ARAMA CAPT	OUAMBAYEE	KOUMAC AFF	
	Altitude (m)	62	12	53	37	69	
	X WGS 84 (GPS)	449332	419428	416578	419618	434375	
	Y WGS 84 (GPS)	7732846	7741556	7758306	7741298	7726173	
	Organisme préleveur	ETHYC'O	ETHYC'O	ETHYC'O	ETHYC'O	ETHYC'O	
	Nom de l'opérateur	N. MARY	N. MARY	N. MARY	N. MARY	N. MARY	
	Date	15/11/12	15/11/12	16/11/12	16/11/12	16/11/12	
	<b>Environnement général</b>	Environnement global rive droite	forêt secondarisée	forêt primaire	forêt primaire	forêt primaire	forêt secondarisée
		Environnement global rive gauche	forêt secondarisée	forêt primaire	forêt primaire	forêt primaire	forêt secondarisée
pente à la station		faible	faible	moyenne	faible	faible	
granulométrie dominante		pierres, galets, graviers	sable, graviers	roche mère, dalles	pierres, galets	blocs	
Nature géologique du B.V. à la station		volcano-sédimentaire	volcano-sédimentaire	volcano-sédimentaire	ultramafique	volcano-sédimentaire	
sources d'interférence		présence de bétail	présence de bétail	RAS	RAS	présence de cerfs et cochons sauvages	
Phénomène anormal observé		Développement important d'hydrophytes (Hydrilla verticillata)	amont zone d'élevage	RAS	RAS	RAS	
<b>Conditions d'observation</b>	Hydrologie	basses eaux, étiage normal	basses eaux, étiage normal	basses eaux, étiage normal	basses eaux, étiage normal	basses eaux, étiage normal	
	Trace de laisse de crues ou pluie	non	non	non	non	non	
	Météo	soleil	soleil	soleil	soleil	soleil	
	couleur de l'eau	claire	claire	claire	claire	claire	
	Fond visible	oui	oui	oui	oui	oui	
	photos	oui	oui	oui	oui	oui	
<b>Caractérisation physico-chimique de la station</b>	Date dernier étalonnage (pH, conductivité, oxygène dissous)	15/11/2012	15/11/2012	15/11/2012	15/11/2012	15/11/2012	
	température (°C)	26,3	25	20,7	23	24,8	
	pH	7,03	7,06	6,84	7,15	7,32	
	conductivité (uS/cm)	48,3	242,4	151,8	398	327	
	oxygène dissous (mg/l)	8,09	6,75	6,43	7,26	6,98	
	oxygène dissous (%)	102,7	83	74	86,7	85,2	
	turbidité (FNU)	1,44	2,1	1,37	0,77	0,5	
<b>Prélèvement d'eau</b>	heure de prélèvement	12h00	16h	11h	14h00	17h00	
	Distance / berge (m)	2	1,5	1	1	1	
	Profondeur de l'eau (m)	0,5	0,7	0,5	0,5	0,5	
		NC25	NC26	NC27	NC29	NC30	
<b>Description de la station</b>	largeur moyenne lit à plein bord (m)	25,16	16,06	3,69	3,93	6,56	
	longueur totale station (m)	180	90	68	45	45	
	largeur minimale lit mouillé (m)	11,56	5,26	1,1	1,58	2,01	
	largeur maximale lit mouillé (m)	31,32	12,17	3,84	2,85	7,27	
	largeur moyenne lit mouillé (m)	20,82	8,71	2,22	2,10	4,26	
	Distance entre les 2 berges (m)	30,00	30,00	4,00	3,00	7,00	
	Faciès présents	radier, plat	radier, plat	radier, mouille	radier, plat	radier, plat	
	prof. minimale à la station (cm)	3	2	3	3	3	
	prof. maximale à la station (cm)	200	100	100	60	40	
	Engrèvement du lit	non	oui	non	oui	oui	
	Ensoleillement du lit : % d'ombrage	0	0	70	90	20	
Granulométrie de la partie non mouillée du lit	pierres, galets, graviers	graviers, sable	Roche mère, dalles	sable	blocs, sable		

ANNEXE 3.5 DONNEES MESOLOGIQUES RECUEILLIES DANS LES STATIONS D'ETUDE (NOV 2012)

	Hydro-écorégion	C	C	C	C	C	
		nes schisteuses Pointe	nes schisteuses Pointe	nes schisteuses Pointe	nes schisteuses Pointe	nes schisteuses Pointe	
<b>Station</b>	Nom du cours d'eau	DIAHOT	NEHOUE	ARAMA	OUAMBAYEE	KOUMAC	
	Nom de la station	DIAHOT	NEHOUE	ARAMA CAPT	OUAMBAYEE	KOUMAC AFF	
	Altitude (m)	62	12	53	37	69	
	X WGS 84 (GPS)	449332	419428	416578	419618	434375	
	Y WGS 84 (GPS)	7732846	7741556	7758306	7741298	7726173	
	Organisme préleveur	ETHYC'O	ETHYC'O	ETHYC'O	ETHYC'O	ETHYC'O	
	Nom de l'opérateur	N. MARY	N. MARY	N. MARY	N. MARY	N. MARY	
	Date	15/11/12	15/11/12	16/11/12	16/11/12	16/11/12	
	<b>Berges</b>	structure des berges (droite et gauche)	naturelle	naturelle	naturelle	naturelle	naturelle
		Substrat prédominant rive droite	30% Gr, 70% T	100% T	30% R/D, 70% T	100% T	30%B, 30% P/G, 40% S/L
Substrat prédominant rive gauche		30% Gr, 70% T	100% T	30% R/D, 70% T	100% T	30%B, 30% P/G, 40% S/L	
végétation		arbustes et herbacées	forêt primaire	forêt primaire	forêt primaire	forêt primaire	
% couverture par la végétation		100	80	100	80	80	
pente de la rive droite		faible	moyenne	moyenne	moyenne	faible	
pente de la rive gauche		faible	moyenne	moyenne	moyenne	faible	
<b>Lit mouillé</b>	Type MO végétale	feuilles	feuilles, branches, troncs	feuilles, branches, troncs	feuilles, branches, troncs	feuilles, branches, troncs	
	Importance MO végétale	faible	moyenne	moyenne	moyenne	moyenne	
	Etat du substrat	couvert de périphyton	propre	limon par endroits	dépôts latéritiques par endroits	algues vertes et débris végétaux	
	végétaux aquatiques	algues et hydrilla	characées	Characées, bryophytes	néant	algues vertes	
	% recouvrement végétaux	25	1	10	0	6	
	fréquentation humaine ou animale?	oui	ras	non	non	non	
	% de recouvrement par les latérites dans les zones lotiques et importance	néant	néant	néant	10 +	néant	
	% de recouvrement par les latérites dans les zones lotiques et importance	néant	1 +	néant	80 ++	néant	
	% de recouvrement par les latérites globalement sur la station	néant	1 +	néant	15 +	néant	
	observations complémentaires	RAS	RAS	RAS	RAS	RAS	
<b>Représentativité des substrats présents dans la station</b>	% bryophytes	0	0	10	0	0	
	% hydrophytes	15	1	0	0	0	
	% débris organiques grossiers (litières)	3	10	6	5	6	
	% chevelus racinaires, troncs, branchages	1	8	4	3	4	
	% pierres / galets (25 à 250 mm)	20	15	5	54	40	
	% blocs soulevables à la main (> 250 mm)	5	0	2	3	30	
	% graviers (2 à 25 mm)	22	44	18	10	7	
	% vases	0	0	0	0	0	
	% sables et limons (< 2 mm)	8	22	6	10	6	
	% fines latéritiques (< 2 mm)	0	0	0	15	0	
	% algues	10	0	0	0	7	
	% roches et dalles	16	0	49	0	0	

ANNEXE 3.5 DONNEES MESOLOGIQUES RECUEILLIES DANS LES STATIONS D'ETUDE (NOV 2012)

Station	Hydro-écorégion	B	B	B	B	B
		Plaine littorale Ouest	Plaine littorale Ouest	Plaine littorale Ouest	Plaine littorale Ouest	Plaine littorale Ouest
	Nom du cours d'eau	OUAMENIE	NOBO KALAVERE	BARENDEU	NEA	KARIKOUIE
	Nom de la station	OUAMENIE	NOBO KALAVERE	BARENDEU	NEA CAPTAGE	KARIKOUIE
	Altitude (m)	54	21	113	112	127
	X WGS 84 (GPS)	598047	526929	539840	483075	642949
	Y WGS 84 (GPS)	7586588	7623586	7626475	7674140	7557213
	Organisme préleveur	ETHYC'O	ETHYC'O	ETHYC'O	ETHYC'O	ETHYC'O
	Nom de l'opérateur	N. MARY	N. MARY	N. MARY	N. MARY	N. MARY
	Date	08/11/12	17/11/12	18/11/12	17/11/12	19/11/12
Environnement général	Environnement global rive droite	zone agricole, élevages	zone agricole, élevages	Savane à niaoulis, végétation secondarisée	forêt sur sols ultramafique	maquis minier
	Environnement global rive gauche	zone agricole, élevages	zone agricole, élevages	Savane à niaoulis, végétation secondarisée	forêt sur sols ultramafique	maquis minier
	penne à la station	faible	faible	moyenne	moyenne	faible
	granulométrie dominante	pierres, galets, sable	sable	roche mère, dalles	roche-mère, blocs	blocs, pierres, galets
	Nature géologique du B.V. à la station	volcano-sédimentaire	volcano-sédimentaire	volcano-sédimentaire	ultramafique	ultramafique
	sources d'interférence	bétail, cultures	bétail, cultures	RAS	RAS	RAS
Conditions d'observation	Phénomène anormal observé	croissance excessive d'algues	mauvaise odeur (excréments d'animaux)	courant très fort	RAS	RAS
	Hydrologie	basses eaux, étiage normal	basses eaux, étiage normal	basses eaux, étiage normal	basses eaux, étiage normal	basses eaux, étiage normal
	Trace de laisse de crues ou pluie	non	non	non	non	non
	Météo	soleil	soleil	soleil	soleil	soleil
	couleur de l'eau	claire	claire	claire	claire	claire
	Fond visible	oui	oui	oui	oui	oui
Caractérisation physico-chimique de la station	photos	oui	oui	oui	oui	oui
	Date dernier étalonnage (pH, conductivité, oxygène dissous)	03/11/2012	15/11/2012	15/11/2012	15/11/2012	15/11/2012
	température (°C)	22,7	22,1	20,7	21,3	21,9
	pH	7,12	7,05	6,96	7,02	7,08
	conductivité (uS/cm)	315	336,5	134,6	135,7	190
	oxygène dissous (mg/l)	8,07	6,24	7,8	7,76	7,68
Prélèvement d'eau	oxygène dissous (%)	97,1	74	88	90	89
	turbidité (FNU)	1,33	3,5	0,69	0,47	0,26
	heure de prélèvement	11h00	16h	11h	10h30	10h00
	Distance / berge (m)	1	1,5	1	0,5	1
	Profondeur de l'eau (m)	0,5	0,5	0,5	1	0,5
		NC07	NC32	NC33	NC31	NC35
Description de la station	largeur moyenne lit à plein bord (m)	14,61	10,16	9,62	5,14	7,80
	longueur totale station (m)	110	90	90	45	45
	largeur minimale lit mouillé (m)	6,45	3,8	4,46	1,05	2,72
	largeur maximale lit mouillé (m)	14,63	8,79	11,03	6,12	5,59
	largeur moyenne lit mouillé (m)	8,48	6,35	6,96	3,45	4,07
	Distance entre les 2 berges (m)	15,00	12,00	12,00	5,00	5,00
	Faciès présents	radier, plat	radier, plat	radier, plat	cascade, mouille	radier, plat
	prof.minimale à la station (cm)	3	2	2	3	5
	prof. maximale à la station (cm)	100	150	150	250	50
	Engrèvement du lit	non	non	oui	non	oui
	Ensoleillement du lit : % d'ombrage	40	30	0	70	0
Granulométrie de la partie non mouillée du lit	pierres, galets, sable	100% S/L	roche mère, dalles, pierres, galets	roche mère, blocs	blocs, pierres, galets	

ANNEXE 3.5 DONNEES MESOLOGIQUES RECUEILLIES DANS LES STATIONS D'ETUDE (NOV 2012)

Station	Hydro-écorégion	B	B	B	B	B
		Plaine littorale Ouest	Plaine littorale Ouest	Plaine littorale Ouest	Plaine littorale Ouest	Plaine littorale Ouest
	Nom du cours d'eau	OUAMENIE	NOBO KALAVERE	BARENDEU	NEA	KARIKOUIE
	Nom de la station	OUAMENIE	NOBO KALAVERE	BARENDEU	NEA CAPTAGE	KARIKOUIE
	Altitude (m)	54	21	113	112	127
	X WGS 84 (GPS)	598047	526929	539840	483075	642949
	Y WGS 84 (GPS)	7586588	7623586	7626475	7674140	7557213
	Organisme préleveur	ETHYC'O	ETHYC'O	ETHYC'O	ETHYC'O	ETHYC'O
Nom de l'opérateur	N. MARY	N. MARY	N. MARY	N. MARY	N. MARY	
Date	08/11/12	17/11/12	18/11/12	17/11/12	19/11/12	
Berges	structure des berges (droite et gauche)	naturelle	naturelle	naturelle	naturelle	naturelle
	Substrat prédominant rive droite	20%B, 80% S/L	100% T	30%B, 20% P/G, 50% S/L	70% R/D, 30% S/L	25% R/D, 75% S/L
	Substrat prédominant rive gauche	20%B, 80% S/L	100% T	30%B, 20% P/G, 50% S/L	70% R/D, 30% S/L	25% R/D, 75% S/L
	végétation	végétation secondarisée (jamelonniers, papyrus, bois de fer)	végétation secondarisée (jamelonniers, padanus, faux acajoux, banian, bancouliers)	végétation secondarisée (bois de fer, bambous, herbacées)	maquis minier arboré	maquis minier, bois de fer
	% couverture par la végétation	80	30	70% en RD, 40% en RG	100	100
	pente de la rive droite	forte	moyenne	moyenne	forte	faible
	pente de la rive gauche	moyenne	moyenne	moyenne	forte	faible
Lit mouillé	Type MO végétale	feuilles	feuilles, branches, troncs	feuilles	feuilles, branches	feuilles
	Importance MO végétale	moyenne	moyenne	faible	faible	faible
	Etat du substrat	limon et algues vertes	limon et feuilles	propre	propre	propre
	végétaux aquatiques	algues filamenteuses vertes	néant	néant	néant	néant
	% recouvrement végétaux	50	0	0	0	1
	fréquentation humaine ou animale?	RAS	proximité habitaion	RAS	captage protégé	RAS
	% de recouvrement par les latérites dans les zones lotiques et importance	néant	néant	néant	néant	néant
	% de recouvrement par les latérites dans les zones lentiques et importance	néant	néant	néant	50 +	3 +
	% de recouvrement par les latérites globalement sur la station	néant	néant	néant	10	1 +
	observations complémentaires	RAS	station très homogène. 12 prélèvements	néant	traces de feux de brousses (anciens), présence de cochons sauvages	lit fortement engravé
Représentativité des substrats présents dans la station	% bryophytes	0	0	0	0	0
	% hydrophytes	2	0	0	0	0
	% débris organiques grossiers (litières)	5	7	1	4	6
	% chevelus racinaires, troncs, branchages	3	6	1	1	1
	% pierres / galets (25 à 250 mm)	45	1	20	4	30
	% blocs soulevables à la main (> 250 mm)	8	0	17	4	37
	% graviers (2 à 25 mm)	5	7	7	0	8
	% vases	0	0	0	0	0
	% sables et limons (< 2 mm)	15	79	4	18	6
	% fines latéritiques (< 2 mm)	0	0	0	0	0
	% algues	10	0	0	0	0
	% roches et dalles	7	0	50	69	12

ANNEXE 3.5 DONNEES MESOLOGIQUES RECUEILLIES DANS LES STATIONS D'ETUDE (NOV 2012)

Station	Hydro-écorégion	E	E	E	E	E
		Massif ultramafique	Massif ultramafique	Massif ultramafique	Massif ultramafique	Massif ultramafique
	Nom du cours d'eau	COULEE	DUMBEA	WAYO WIA	XWE HWAA	COULEE
	Nom de la station	COULEE AMONT	DUMBEA NORD	WAYO WIA	XWE HWAA aff	COULEE AVAL
	Altitude (m)	99	29	21	290	9
	X WGS 84 (GPS)	666074	654787	579807	617938	665042
	Y WGS 84 (GPS)	7546841	7552551	7633180	7591899	7541879
	Organisme préleveur	ETHYC'O	ETHYC'O	ETHYC'O	ETHYC'O	ETHYC'O
Nom de l'opérateur	N. MARY	N. MARY	N. MARY	N. MARY	N. MARY	
Date	07/11/12	03/11/12	11/11/12	11/11/12	07/11/12	
Environnement général	Environnement global rive droite	maquis minier arboré	maquis minier arbusif	exploitation minière en amont	lambeaux de forêt primaire, savane à niaoulis	végétation secondarisée, bois de fer, bambous, cultures, route
	Environnement global rive gauche	maquis minier arboré	maquis minier arbusif	exploitation minière en amont	lambeaux de forêt primaire, bananeraie	végétation secondarisée, bois de fer, bambous, cultures
	pente à la station	moyenne	faible	faible	moyenne	faible
	granulométrie dominante	roche mère, dalles	roche mère, dalles	pierres, galets, sable	roche mère, dalles	pierres, galets
	Nature géologique du B.V. à la station	ultramafique	ultramafique	ultramafique	ultramafique	ultramafique
	sources d'interférence	captage	traces de chevaux et cochons sauvages	mine en amont	habitation à proximité	quelques habitations en amont
	Phénomène anormal observé		mauvaise odeur (excréments d'animaux)	dépôts latéritiques très importants	RAS	RAS
Conditions d'observation	Hydrologie	basses eaux, étiage normal	basses eaux, étiage normal	basses eaux, étiage normal	basses eaux, étiage normal	basses eaux, étiage normal
	Trace de laisse de crues ou pluie	non	non	non	non	non
	Météo	soleil	soleil	soleil	soleil	soleil
	couleur de l'eau	claire	claire	claire	claire	claire
	Fond visible	oui	oui	oui	oui	oui
	photos	oui	oui	oui	oui	oui
Caractérisation physico-chimique de la station	Date dernier étalonnage (pH, conductivité, oxygène dissous)	03/11/2012	03/11/2012	10/11/2012	10/11/2012	03/11/2012
	température (°C)	21,6	26,9	27,8	19,3	28
	pH	7,55	7,7	8,16	6,93	7,38
	conductivité (uS/cm)	130,8	145,5	172	172,7	141,4
	oxygène dissous (mg/l)	7,71	6,51	7,28	8,37	7,92
	oxygène dissous (%)	91	82,4	94,3	93,2	102,2
	turbidité (FNU)	0,21	0,1	0,25	1,16	2,38
Prélèvement d'eau	heure de prélèvement	13h	16h	15h	11h	16h30
	Distance / berge (m)	1	5	2	1	1
	Profondeur de l'eau (m)	0,5	0,5	0,3	0,5	0,5
		<b>NC05</b>	<b>NC01</b>	<b>NC15</b>	<b>NC14</b>	<b>NC06</b>
Description de la station	largeur moyenne lit à plein bord (m)	9,61	25	19,24	5,15	13,83
	longueur totale station (m)	150	200	150	100	110
	largeur minimale lit mouillé (m)	3,5	8	7,26	1,57	4,7
	largeur maximale lit mouillé (m)	9,7	20	21,1	8,21	16,37
	largeur moyenne lit mouillé (m)	6,57	15	14,66	3,19	9,90
	Distance entre les 2 berges (m)	15,00	30	22,00	5	15,00
	Faciès présents	radier, plat	radier, plat	plat	radier, mouille	plat, mouille, radier
	prof.minimale à la station (cm)	3	3	3	3	3
	prof. maximale à la station (cm)	150	150	60	100	80
	Engrèvement du lit	oui	oui	oui	non	oui
	Ensoleillement du lit : % d'ombrage	0	0	0	80	40
	Granulométrie de la partie non mouillée du lit	Roche mère, dalles, sable	Roche mère, dalles, blocs	graviers, sable	Roche mère, dalles, sable	pierres, galets

ANNEXE 3.5 DONNEES MESOLOGIQUES RECUEILLIES DANS LES STATIONS D'ETUDE (NOV 2012)

Station	Hydro-écorégion	E	E	E	E	E
		Massif ultramafique	Massif ultramafique	Massif ultramafique	Massif ultramafique	Massif ultramafique
	Nom du cours d'eau	COULEE	DUMBEA	WAYO WIA	XWE HWAA	COULEE
	Nom de la station	COULEE AMONT	DUMBEA NORD	WAYO WIA	XWE HWAA aff	COULEE AVAL
	Altitude (m)	99	29	21	290	9
	X WGS 84 (GPS)	666074	654787	579807	617938	665042
	Y WGS 84 (GPS)	7546841	7552551	7633180	7591899	7541879
	Organisme préleveur	ETHYC'O	ETHYC'O	ETHYC'O	ETHYC'O	ETHYC'O
Nom de l'opérateur	N. MARY	N. MARY	N. MARY	N. MARY	N. MARY	
Date	07/11/12	03/11/12	11/11/12	11/11/12	07/11/12	
Berges	structure des berges (droite et gauche)	naturelle	naturelle	naturelle	naturelle	naturelle
	Substrat prédominant rive droite	50% R/D, 10%B, 30% P/G, 10% S/L	30% R/D, 10%B, 10% P/G, 50% S/L	30% R/D, 10%B, 10% P/G, 50% S/L	80% R/D, 20% S/L	60% R/D, 20% P/G, 20% S/L
	Substrat prédominant rive gauche	50% R/D, 10%B, 30% P/G, 10% S/L	20% R/D, 10%B, 70% S/L	30% R/D, 10%B, 10% P/G, 50% S/L	80% R/D, 20% S/L	60% R/D, 20% P/G, 20% S/L
	végétation	maquis minier arboré	maquis minier arbusif	bois de fer	couloir forestier	végétation secondarisée, bois de fer, bambous, cultures
	% couverture par la végétation	100	90	80	100	80
	pente de la rive droite	moyenne	faible	faible	moyenne	faible
pente de la rive gauche	moyenne	faible	faible	moyenne	faible	
Lit mouillé	Type MO végétale	feuilles	feuilles, troncs	feuilles	feuilles, tronc	feuilles
	Importance MO végétale	faible	faible	faible	moyenne	forte
	Etat du substrat	dépôts latéritiques dans les zones lenticques	propre	couvert de dépôts latéritiques	propre	couvert de débris végétaux
	végétaux aquatiques	algues vertes	algues vertes	algues vertes filamenteuses	RAS	RAS
	% recouvrement végétaux	<1	1	1	0	0
	fréquentation humaine ou animale?	non	faible (baignade)	faible (baignade)	proximité de la case	oui
	% de recouvrement par les latérites dans les zones lotiques et importance	10 +	2 +	50 +	néant	15 +
	% de recouvrement par les latérites dans les zones lenticques et importance	50 ++	4 +	100 +++	10 +	90 ++
	% de recouvrement par les latérites globalement sur la station	15 +	2 +	80 +	<1	20 +
	observations complémentaires	Pas d'ancienne mine en amont, mais peut être une zone d'arrachement ce qui expliquerait les dépôts latéritiques	peu de dépôts latéritiques en surface	engravement important	RAS	station très colmatée
Représentativité des substrats présents dans la station	% bryophytes	0	0	0	0	0
	% hydrophytes	0	0	0	0	0
	% débris organiques grossiers (litières)	2	1	2	10	12
	% chevelus racinaires, troncs, branchages	2	1	2	3	4
	% pierres / galets (25 à 250 mm)	20	18	20	15	30
	% blocs soulevables à la main (> 250 mm)	10	20	6	5	10
	% graviers (2 à 25 mm)	2	12	27	20	3
	% vases	0	0	0	0	0
	% sables et limons (< 2 mm)	8	15	25	10	10
	% fines latéritiques (< 2 mm)	15	2	15	0	26
	% algues	0	1	1	0	0
	% roches et dalles	41	30	2	37	5

**ANNEXE 3.5 DONNEES MESOLOGIQUES RECUEILLIES DANS LES STATIONS D'ETUDE (NOV 2012)**

Station	Hydro-écorégion	F	F	F	F	F
		Massif du Panié	Massif du Panié	Massif du Panié	Massif du Panié	Massif du Panié
	Nom du cours d'eau	HIENGHENE	TIPINDJE	PADYEEM	WE INA	TANGHENE
	Nom de la station	HIENGHENE	TIPINDJE AFF	CASCADE TAO	WE INA	TANGHENE
	Altitude (m)	11	12	84	14	38
	X WGS 84 (GPS)	486429	503947	479810	473437	487554
	Y WGS 84 (GPS)	7706783	7703588	7726341	7734357	7712304
	Organisme préleveur	ETHYC'O	ETHYC'O	ETHYC'O	ETHYC'O	ETHYC'O
Nom de l'opérateur	N. MARY	N. MARY	N. MARY	N. MARY	N. MARY	
Date	13/11/12	13/11/12	14/11/12	14/11/12	13/11/12	
Environnement général	Environnement global rive droite	végétation secondarisée, taro d'eau, datura, bourao, goyaviers	forêt secondarisée	forêt primaire	savane à niaoulis	cultures vivrières, tribu
	Environnement global rive gauche	végétation secondarisée, taro d'eau, datura, bourao, goyaviers	forêt secondarisée	forêt primaire	savane à niaoulis	cultures vivrières, tribu
	pente à la station	faible	faible	forte	moyenne	faible
	granulométrie dominante	pierres, galets	pierres, galets	roche mère, dalles	roche mère, dalles	pierres, galets
	Nature géologique du B.V. à la station	métamorphique	métamorphique	métamorphique	métamorphique	métamorphique
	sources d'interférence	présence de bétail	présence de bétail	RAS	RAS	présence de bétail
	Phénomène anormal observé	odeur forte de crotin de bétail	proximité tribu	beaucoup d'eau, débit important	beaucoup d'eau, débit important	odeur forte de crotin de bétail
Conditions d'observation	Hydrologie	basses eaux, étiage normal	basses eaux, étiage normal	basses eaux	basses eaux, étiage normal	basses eaux, étiage normal
	Trace de laisse de crues ou pluie	non	non	non	non	non
	Météo	soleil	soleil	soleil	soleil	soleil
	couleur de l'eau	claire	claire	claire	claire	claire
	Fond visible	oui	oui	oui	oui	oui
	photos	oui	oui	oui	oui	oui
Caractérisation physico-chimique de la station	Date dernier étalonnage (pH, conductivité, oxygène dissous)	10/11/2012	10/11/2012	10/11/2012	10/11/2012	10/11/2012
	température (°C)	23,7	21,9	18,5	21,2	23,2
	pH	6,86	6,74	6,77	6,71	6,85
	conductivité (uS/cm)	96	84	26,6	29,8	61
	oxygène dissous (mg/l)	8,13	7,34	8,72	8,28	8,03
	oxygène dissous (%)	98,9	85,5	94,5	95,4	96,3
	turbidité (FNU)	2,45	3,6	0,5	0,8	2,75
Prélèvement d'eau	heure de prélèvement	14h	10h00	10h	15H30	17h
	Distance / berge (m)	3	1,5	1	2	1
	Profondeur de l'eau (m)	0,6	0,8	0,6	0,8	0,5
		<b>NC20</b>	<b>NC18</b>	<b>NC22</b>	<b>NC23</b>	<b>NC21</b>
Description de la station	largeur moyenne lit à plein bord (m)	13,99	9,50	21,52	16,65	14,60
	longueur totale station (m)	90	90	150	150	90
	largeur minimale lit mouillé (m)	6,91	4,19	6,1	6,77	7,16
	largeur maximale lit mouillé (m)	10,05	8,71	30,22	23,76	16,41
	largeur moyenne lit mouillé (m)	8,35	6,50	15,01	15,01	11,17
	Distance entre les 2 berges (m)	15,00	12,00	30,00	20,00	13,00
	Faciès présents	radier, plat	radier, plat	radier, mouille	radier, mouille	plat, mouille
	prof.minimale à la station (cm)	3	2	2	2	2
	prof. maximale à la station (cm)	60	80	250	250	200
	Engrèvement du lit	oui	non	non	non	oui
	Ensoleillement du lit : % d'ombrage	0	20	0	0	0
	Granulométrie de la partie non mouillée du lit	pierres, galets, graviers	pierres, galets, graviers	Roche mère, dalles	Roche mère, dalles	pierres, galets, graviers

ANNEXE 3.5 DONNEES MESOLOGIQUES RECUEILLIES DANS LES STATIONS D'ETUDE (NOV 2012)

Station	Hydro-écorégion	F	F	F	F	F
		Massif du Panié	Massif du Panié	Massif du Panié	Massif du Panié	Massif du Panié
	Nom du cours d'eau	HIENGHENE	TIPINDJE	PADYEEM	WE INA	TANGHENE
	Nom de la station	HIENGHENE	TIPINDJE AFF	CASCADE TAO	WE INA	TANGHENE
	Altitude (m)	11	12	84	14	38
	X WGS 84 (GPS)	486429	503947	479810	473437	487554
	Y WGS 84 (GPS)	7706783	7703588	7726341	7734357	7712304
	Organisme préleveur	ETHYC'O	ETHYC'O	ETHYC'O	ETHYC'O	ETHYC'O
	Nom de l'opérateur	N. MARY	N. MARY	N. MARY	N. MARY	N. MARY
	Date	13/11/12	13/11/12	14/11/12	14/11/12	13/11/12
Berges	structure des berges (droite et gauche)	naturelle	naturelle	naturelle	naturelle	naturelle
	Substrat prédominant rive droite	100% T	30% P/G, 70% T	70% R/D, 30% T	30% Gr, 70% T	30% R/D, 70% T
	Substrat prédominant rive gauche	100% T	30% P/G, 70% T	70% R/D, 30% T	30% Gr, 70% T	30% R/D, 70% T
	végétation	herbacées	caféiers, cerisier bleu, erythrine, bancoulier, bois bleu, faux tamanu, figuier	forêt primaire	savane à niaoulis	forêt secondarisée, herbacées
	% couverture par la végétation	100	100	100	80	100
	pente de la rive droite	faible	faible	moyenne	moyenne	moyenne
	pente de la rive gauche	faible	faible	moyenne	moyenne	faible
Lit mouillé	Type MO végétale	feuilles	feuilles	feuilles	feuilles	feuilles
	Importance MO végétale	faible	moyenne	faible	faible	faible
	Etat du substrat	couvert de périphyton	propre	propre	propre	propre
	végétaux aquatiques	<i>Hydrilla verticillata</i>	algues vertes	bryophytes, algues vertes	algues vertes	algues vertes
	% recouvrement végétaux	5	2	3	10	1
	fréquentation humaine ou animale?	bétail	proximité tribu	faible	faible	proximité tribu
	% de recouvrement par les latérites dans les zones lotiques et importance	néant	néant	néant	néant	néant
	% de recouvrement par les latérites dans les zones lenticules et importance	néant	néant	néant	néant	néant
	% de recouvrement par les latérites globalement sur la station	néant	néant	néant	néant	néant
	observations complémentaires	RAS	RAS	RAS	RAS	zones lenticules colmatées
Représentativité des substrats présents dans la station	% bryophytes	0	0	1	0	0
	% hydrophytes	3	0	0	0	0
	% débris organiques grossiers (litières)	1	5	1	2	2
	% chevelus racinaires, troncs, branchages	1	3	2	1	1
	% pierres / galets (25 à 250 mm)	37	45	3	6	35
	% blocs soulevables à la main (> 250 mm)	3	11	1	2	10
	% graviers (2 à 25 mm)	30	10	1	6	16
	% vases	0	0	0	0	0
	% sables et limons (< 2 mm)	22	20	2	0	30
	% fines latéritiques (< 2 mm)	0	0	0	0	0
	% algues	3	2	2	10	1
% roches et dalles	0	4	87	73	5	

**ANNEXE 3.5 DONNEES MESOLOGIQUES RECUEILLIES DANS LES STATIONS D'ETUDE (NOV 2012)**

Station	Hydro-écorégion	G	G	G	G	G
		sur de la chaîne cent	sur de la chaîne cent	sur de la chaîne cent	sur de la chaîne cent	sur de la chaîne centra
	Nom du cours d'eau	FONWHARY	FARINO	SARRAMEA	MONEO	TCHAMBA
	Nom de la station	FONWHARY	FARINO CAPTAGE	SARRAMEA CAP	MONEO	TCHAMBA AVAL
	Altitude (m)	29	308	144	58	6
	X WGS 84 (GPS)	584167	580375	589462	539088	532606
	Y WGS 84 (GPS)	7603853	7607251	7607058	7659145	7673351
	Organisme préleveur	ETHYC'O	ETHYC'O	ETHYC'O	ETHYC'O	ETHYC'O
Nom de l'opérateur	N. MARY	N. MARY	N. MARY	N. MARY	N. MARY	
Date	08/11/12	09/11/12	09/11/12	12/11/12	12/11/12	
Environnement général	Environnement global rive droite	zone agricole, élevages	forêt primaire	forêt primaire	savane à niaoulis	cultures vivrières, pâturages, herbacées
	Environnement global rive gauche	zone agricole, élevages	forêt primaire	forêt primaire	savane à niaoulis	cultures vivrières, pâturages, herbacées
	pente à la station	faible	forte	forte	faible	faible
	granulométrie dominante	graviers, sable	roche mère, dalles	roche mère, dalles	roche mère, dalles	pierres, galets
	Nature géologique du B.V. à la station	volcano-sédimentaire	volcano-sédimentaire	volcano-sédimentaire	volcano-sédimentaire	volcano-sédimentaire
	sources d'interférence	présence de bétail	RAS	RAS	tribu, habitations	tribu, habitations
	Phénomène anormal observé	odeur forte de croton de bétail	RAS	RAS	RAS	Présence de bétail
Conditions d'observation	Hydrologie	basses eaux, étiage normal	basses eaux, étiage normal	basses eaux, étiage normal	basses eaux, étiage normal	basses eaux, étiage normal
	Trace de laisse de crues ou pluie	non	non	non	non	non
	Météo	nuages	soleil	soleil	nuages	soleil
	couleur de l'eau	claire	claire	claire	claire	claire
	Fond visible	oui	oui	oui	oui	oui
	photos	oui	oui	oui	oui	oui
Caractérisation physico-chimique de la station	Date dernier étalonnage (pH, conductivité, oxygène dissous)	03/11/2012	03/11/2012	03/11/2012	10/11/2012	10/11/2012
	température (°C)	24,1	17,8	20,5	23,3	24,4
	pH	7,17	6,52	6,59	6,82	6,74
	conductivité (uS/cm)	260,5	124,4	111,7	83	84
	oxygène dissous (mg/l)	8,55	8,31	7,99	8,5	7,56
	oxygène dissous (%)	103,4	88,2	90	97,6	91,8
	turbidité (FNU)	1,15	0,76	0,45	1,1	2,17
Prélèvement d'eau	heure de prélèvement	17h	10h	15h00	10h30	14H30
	Distance / berge (m)	1	1	1	5	3
	Profondeur de l'eau (m)	0,5	1	0,5	0,5	0,6
		<b>NC08</b>	<b>NC09</b>	<b>NC10</b>	<b>NC16</b>	<b>NC17</b>
Description de la station	largeur moyenne lit à plein bord (m)	12,47	14,60	4,91	24,38	29,48
	longueur totale station (m)	108	110	50	180	180
	largeur minimale lit mouillé (m)	4,14	3,33	1,16	8,63	18,08
	largeur maximale lit mouillé (m)	9,99	27,54	4,34	26,33	29,85
	largeur moyenne lit mouillé (m)	5,83	9,91	2,50	22,09	25,69
	Distance entre les 2 berges (m)	15,00	15,00	5,00	25,00	25,00
	Faciès présents	Radier, plat	cascade, radier, mouille	radier, mouille	Radier, plat	Radier, plat
	prof.minimale à la station (cm)	2	2	2	2	2
	prof. maximale à la station (cm)	80	200	150	50	150
	Engrèvement du lit	oui	non	non	non	oui
	Ensoleillement du lit : % d'ombrage	30	30	20	5	0
	Granulométrie de la partie non mouillée du lit	pierres, galets, graviers	Roche mère, dalles	Roche mère, dalles, graviers	Roche mère, dalles	pierres, galets, graviers

ANNEXE 3.5 DONNEES MESOLOGIQUES RECUEILLIES DANS LES STATIONS D'ETUDE (NOV 2012)

Station	Hydro-écorégion	G	G	G	G	G
		sur de la chaîne cent	sur de la chaîne cent	sur de la chaîne cent	sur de la chaîne cent	sur de la chaîne cent
	Nom du cours d'eau	FONWHARY	FARINO	SARRAMEA	MONEO	TCHAMBA
	Nom de la station	FONWHARY	FARINO CAPTAGE	SARRAMEA CAP	MONEO	TCHAMBA AVAL
	Altitude (m)	29	308	144	58	6
	X WGS 84 (GPS)	584167	580375	589462	539088	532606
	Y WGS 84 (GPS)	7603853	7607251	7607058	7659145	7673351
Organisme préleveur	ETHYC'O	ETHYC'O	ETHYC'O	ETHYC'O	ETHYC'O	
Nom de l'opérateur	N. MARY	N. MARY	N. MARY	N. MARY	N. MARY	
Date	08/11/12	09/11/12	09/11/12	12/11/12	12/11/12	
Berges	structure des berges (droite et gauche)	naturelle	naturelle	naturelle	naturelle	naturelle
	Substrat prédominant rive droite	100% T	80% R/D, 20% S/L	70% R/D, 30% S/L	30% R/D, 70% S/L	50% Gr, 50% S/L
	Substrat prédominant rive gauche	100% T	80% R/D, 20% S/L	70% R/D, 30% S/L	30% R/D, 70% S/L	50% Gr, 50% S/L
	végétation	forêt secondarisée, herbacées	savane à niaoulis en RD, forêt primaire en RG	végétation secondarisée	végétation secondarisée	herbacées, bananeraies, bambous
	% couverture par la végétation	50	100	80	70	100
	pende de la rive droite	moyenne	forte	moyenne	moyenne	faible
pende de la rive gauche	faible	forte	moyenne	moyenne	faible	
Lit mouillé	Type MO végétale	feuilles	feuilles, tronc	feuilles	feuilles, branches, tronc	feuilles
	Importance MO végétale	faible	moyenne	faible	faible	faible
	Etat du substrat	algues vertes et périphyton	algues par endroits	propre	propre	propre
	végétaux aquatiques	algues vertes et Hydrilla	algues vertes	néant	algues vertes	hydrilla et algues vertes
	% recouvrement végétaux	5	1	0	2	2
	fréquentation humaine ou animale?	oui, bétail	faible	RAS	RAS	cultures vivrières
	% de recouvrement par les latérites dans les zones lotiques et importance	néant	néant	néant	néant	néant
	% de recouvrement par les latérites dans les zones lenticulaires et importance	néant	néant	néant	néant	néant
	% de recouvrement par les latérites globalement sur la station	néant	néant	néant	néant	néant
	observations complémentaires	RAS	RAS	RAS	RAS	RAS
Représentativité des substrats présents dans la station	% bryophytes	0	0	0	0	0
	% hydrophytes	0	1	0	0	1
	% débris organiques grossiers (litières)	0	4	3	2	3
	% chevelus racinaires, troncs, branchages	3	6	2	2	2
	% pierres / galets (25 à 250 mm)	38	8	10	33	43
	% blocs soulevables à la main (> 250 mm)	6	0	5	8	6
	% graviers (2 à 25 mm)	25	10	25	10	32
	% vases	0	0	0	0	0
	% sables et limons (< 2 mm)	20	20	8	10	12
	% fines latéritiques (< 2 mm)	0	0	0	0	0
	% algues	5	1	1	2	1
% roches et dalles	3	50	46	33	0	

***Annexe 5.1 Données faunistiques recueillies par station et par hydro écorégion***

# ANNEXE 5.1 DONNEES FAUNSIQUES RECUEILLIES PAR STATION D'ETUDE ET PAR HYDRO-ECOREGION

			HER F	HER F	HER F	HER F	HER F	HER E	HER E
			TIPINDJE AFFLUENT	TAO CASCADE	WE INA	TANGHENE	HIENGHENE	WAYO WIA	COULEE AVAL
nombre de prélèvements			15	15	14	15	15	15	15
Classes, sous- classe ou ordre	Famille	TAXON	13/11/2012	14/11/2012	14/11/2012	13/11/2012	13/11/2012	10/11/2012	07/11/2012
		Hydres				1			
		Plathelminthes*				3	226		
Nématodes*		Nématodes*							
		Némertiens*		1			2		
Oligochètes*		Oligochètes*	81	34	54	222	155		
Achètes*		Achètes*					8		
Gastéropodes Prosobranches	Neritidae	Neritidae			6				
	Hydrobiidae*	Hydrobiidae*							1
	Thiaridae	<i>Melanopsis frustulum</i>							
		<i>Melanopsis mariei</i>							
		<i>Melanoides tuberculata</i>					6		
		<i>Melanoides arthurii</i>							
Gastéropodes Pulmonés	Planorbidae	<i>Gyraulus</i> *					2		
		<i>Physastra</i> *							
	Physidae	<i>Physa acuta</i>							
	Lymnaeidae	<i>Pseudosuccinea columella</i>							
		Crustacés Ostracodes	3				125		
		Crustacés Copépodes	2	3		31			
Isopodes		Isopodes			4				
Amphipodes*		Amphipodes*			1				
Décapodes	Atyidae*	Atyidae*	33	1	2	7	10		24
	Grapsidae	Grapsidae							
	Hymenostomatidae*	Hymenostomatidae*			2	7	1		
	Palaemonidae	Palaemonidae		1	4		2		
Hydracariens		Hydracariens vrai	26	4	3	167	28	1	1
		Oribatidae	8	35	4	28	10		
Insectes		Collembole	1			14			
Ephéméroptères	Leptophlebiidae	<i>Amoa</i> * spp.	5		3				
		<i>Celiphlebia</i> *	33	3		59	2		6
		<i>Fasciamirus</i> *							
		<i>Kariona</i>							
		<i>Kouma</i> *							
		<i>Lepegenia</i> *							

# ANNEXE 5.1 DONNEES FAUNSIQUES RECUEILLIES PAR STATION D'ETUDE ET PAR HYDRO-ECOREGION

			HER F	HER F	HER F	HER F	HER F	HER E	HER E
			TIPINDJE AFFLUENT	TAO CASCADE	WE INA	TANGHENE	HIENGHENE	WAYO WIA	COULEE AVAL
nombre de prélèvements			15	15	14	15	15	15	15
Classes, sous- classe ou ordre	Famille	TAXON	13/11/2012	14/11/2012	14/11/2012	13/11/2012	13/11/2012	10/11/2012	07/11/2012
					<i>Lepeorus*</i>	91	76	43	30
		<i>NG4*</i>							
		<i>NG A</i>		46					
		<i>NG B</i>							
		<i>Notachalcus* corbassoni</i>	6	1		8			
		<i>Oumas</i>							
		<i>Ounia* loisoni</i>							1
		<i>Papposa</i>							
		<i>Paraluma</i>	366			268	271		158
		<i>Peloracantha</i>							
		<i>Poya*</i>							
		<i>Simulacala*</i>	1	4					1
		<i>Tenagophila*</i>		1					2
		<i>Tindea*</i>							
		<i>Leptophlebiidae indéterminées</i>		4					
	Baetidae	<i>Cloeon sp.</i>							
Lépidoptères		Lépidoptères		1					
Odonatoptères	Aeshnidae	Aeshnidae						8	
	Coenagrionidae	Coenagrionidae							
	Corduliidae*	Corduliidae*							
	Isostictidae*	<i>Isosticta sp.</i>	1			1	1		
	Lestidae	Lestidae							
	Libellulidae	Libellulidae					1		1
	Megapodagrionidae*	Megapodagrionidae*							
	Synthemistidae*	<i>Synthemis sp.</i>	1			1	6		4
Hétéroptères	Belostomatidae	Belostomatidae							
	Corixidae	Corixidae							
	Gerridae	Gerridae							
	Hebridae	Hebridae							
	Hydrometridae	Hydrometridae							
	Leptopodidae	Leptopodidae							
	Mesoveliidae	Mesoveliidae			1				
	Notonectidae	Notonectidae							
	Ochteridae	Ochteridae							
	Pleidae	Pleidae							
	Veliidae*	Veliidae*							
		<i>Rhagovelia sp.</i>							

# ANNEXE 5.1 DONNEES FAUNSIQUES RECUEILLIES PAR STATION D'ETUDE ET PAR HYDRO-ECOREGION

			HER F	HER E	HER E				
			TIPINDJE	TAO	WE INA	TANGHENE	HIENGHENE	WAYO WIA	COULEE AVAL
			AFFLUENT	CASCADE					
nombre de prélèvements			15	15	14	15	15	15	15
Classes, sous-classe ou ordre	Famille	TAXON	13/11/2012	14/11/2012	14/11/2012	13/11/2012	13/11/2012	10/11/2012	07/11/2012
Diptères	Blephariceridae*	<i>Curupirina comosipes</i>		85	6				
		<i>Curupirina kaltenbachi gr.</i>							
		<i>Stukenberginiella hystrix</i>		37					
		<i>Nesocurupira custorostris</i>							
	Ceratopogonidae	Ceratopogoninae* spp.		2	2			7	1
		<i>Bezzia sp.</i>	1	2	3	1	1	5	15
		Forcipomyiinae*	1	1	1			1	
	Chironomidae	Chironomini* indéterminés	96	8	10	30	6	2	5
		<i>Chironomus*</i>							10
		Chironomini <i>Harrisius* spp.</i>	3			1		3	1
		<i>Corynoneura* spp.</i>	48	46	18	52	139		12
		Orthoclaadiinae* spp.	17	95	15	54	517	121	35
		Pseudochironomini	6	8					
		Tanypodinae* spp.	133	12	5	78	48	15	57
		Tanytarsini	86	16	5	47	682	3	23
	Culicidae	Culicidae							
	Dixidae*	Dixidae*							
	Dolichopodidae	Dolichopodidae							
	Rhagionidae	Rhagionidae			1				
	Empididae*	Empididae*		1		3			7
	Ephydriidae	Ephydriidae						1	
	Limoniidae*	Limoniidae*	1	16					1
	Psychodidae*	Psychodidae*	18	2		52	3		
	Simuliidae	Simuliidae	22		1	80	604		653
	Stratiomyidae	Stratiomyidae							
	Syrphidae	Syrphidae							
	Tabanidae	Tabanidae	1				1		
	Muscidae	Muscidae							
	Cecidomyiidae	Cecidomyiidae						1	
	Sphaeroceridae	Sphaeroceridae			1				

# ANNEXE 5.1 DONNEES FAUNSIQUES RECUEILLIES PAR STATION D'ETUDE ET PAR HYDRO-ECOREGION

			HER F	HER F	HER F	HER F	HER F	HER E	HER E
			TIPINDJE AFFLUENT	TAO CASCADE	WE INA	TANGHENE	HIENGHENE	WAYO WIA	COULEE AVAL
nombre de prélèvements			15	15	14	15	15	15	15
Classes, sous- classe ou ordre	Famille	TAXON	13/11/2012	14/11/2012	14/11/2012	13/11/2012	13/11/2012	10/11/2012	07/11/2012
Trichoptères	Ecnomidae*	Ecnomidae*		4					1
	Hydroptilidae*	<i>Oxyethira</i> sp.	41	33	1	65	137	10	19
		<i>Caledonotrichia</i> sp.	3	19	4	1			1
		<i>Helyethira</i> sp.		14		1		25	
		<i>Acritoptila</i> sp.	32		9	16	45	4	4
		<i>Hydroptila</i> sp.		4			2		
	Helicophidae*	Helicophidae*		8					
	Helicopsychidae*	Helicopsychidae indéterminées							
	Helicopsychidae*	Helicopsychidae* gr. Lapidaria		13	6				
		Helicopsychidae* gr. Edmundsi			4				
		Helicopsychidae* gr. Arenaria	19			1	5		1
	Hydrobiosidae*	<i>Xanthochorema</i> sp.	1	3					7
		<i>Apsilochorema</i> sp.							
	Hydropsychidae	Hydropsychidae	101	30	9	96	1007		1392
	Kokiriidae	Kokiriidae							
	Leptoceridae	<i>N. gen. D</i> sp.							
		<i>N. gen. F</i> sp.							
		<i>N. genre Panié</i>		90	7				
		<i>Gracilipsodes</i> sp.	2	28		1			
		<i>Symphitoneuria</i> * sp.							1
		<i>Oecetis</i> sp.1	15			2	20		9
		<i>Oecetis</i> sp.			1				
		<i>Triplectides</i> * sp.	9		3	8			25
		<i>Triplectides smithi</i>							
		<i>Triplexa</i> sp.							
		<i>proche NGA Australie</i>							
	Philopotamidae*	Philopotamidae*							
	Polycentropodidae*	Polycentropodidae*	1						
Coléoptères	Curculionidae	Curculionidae							
	Dytiscidae*	Dytiscidae*							
	Staphylinidae	Staphylinidae	1				1		
	Gyrinidae	Gyrinidae							
	Scirtidae/Helodidae	Scirtidae/Helodidae							
	Hydraenidae*	Hydraenidae*				1	1		
	Hydrophilidae*	Hydrophilidae indéterminé							
	Hydrophilidae*	Berosini NG3	27			14	51	1	15

# ANNEXE 5.1 DONNEES FAUNSIQUES RECUEILLIES PAR STATION D'ETUDE ET PAR HYDRO-ECOREGION

			HER E	HER E	HER E	HER D	HER D	HER D	HER D
			COULEE AMONT	DUMBEA NORD	XWE HWAA	KUEBINI KUEB300	KWE	TROU BLEU 3-C	OUEENAROU
nombre de prélèvements			15	15	15	15	15	14	15
Classes, sous-classe ou ordre	Famille	TAXON	07/11/2012	03/11/2012	11/11/2012	04/11/2012	10/11/2012	04/11/2012	10/11/2012
		Hydres							
		Plathelminthes*			6				
Nématodes*		Nématodes*							
		Némertiens*					1		
Oligochètes*		Oligochètes*	3	1			5	1	
Achètes*		Achètes*							
Gastéropodes Prosobranches	Neritidae	Neritidae							
	Hydrobiidae*	Hydrobiidae*		1					
	Thiaridae	<i>Melanopsis frustulum</i>							
		<i>Melanopsis mariei</i>	4	7			29	4	
		<i>Melanoides tuberculata</i>							
		<i>Melanoides arthurii</i>							
Gastéropodes Pulmonés	Planorbidae	<i>Gyraulus</i> *							
		<i>Physastra</i> *							
	Physidae	<i>Physa acuta</i>							34
	Lymnaeidae	<i>Pseudosuccinea columella</i>							
		Crustacés Ostracodes							
		Crustacés Copépodes							
Isopodes		Isopodes							
Amphipodes*		Amphipodes*			1				299
Décapodes	Atyidae*	Atyidae*		4		2	1	4	51
	Grapsidae	Grapsidae							
	Hymenostomatidae*	Hymenostomatidae*							
	Palaemonidae	Palaemonidae						2	
Hydracariens		Hydracariens vrai	7	2	10	2	1	8	1
		Oribatidae			7			9	
Insectes		Collembole	1						
Ephéméroptères	Leptophlebiidae	<i>Amoa</i> * spp.	8	20	11				5
		<i>Celiphlebia</i> *	12	10	166	5	2		
		<i>Fasciamirus</i> *							
		<i>Kariona</i>							
		<i>Kouma</i> *							
		<i>Lepegenia</i> *		5					9

# ANNEXE 5.1 DONNEES FAUNSIQUES RECUEILLIES PAR STATION D'ETUDE ET PAR HYDRO-ECOREGION

			HER E	HER E	HER E	HER D	HER D	HER D	HER D
			COULEE AMONT	DUMBEA NORD	XWE HWAA	KUEBINI KUEB300	KWE	TROU BLEU 3-C	OUENAROU
nombre de prélèvements			15	15	15	15	15	14	15
Classes, sous-classe ou ordre	Famille	TAXON	07/11/2012	03/11/2012	11/11/2012	04/11/2012	10/11/2012	04/11/2012	10/11/2012
		<i>Lepeorus*</i>	147	9	204	39	34	51	
		<i>NG4*</i>	3		4				
		<i>NG A</i>							
		<i>NG B</i>							
		<i>Notachalcus* corbassoni</i>		12	210				8
		<i>Oumas</i>	7	16					
		<i>Ounia* loisoni</i>	1		60			3	8
		<i>Papposa</i>							
		<i>Paraluma</i>	13	33		6	14	1	
		<i>Peloracantha</i>							
		<i>Poya*</i>							
		<i>Simulacala*</i>	4	7	1				1
		<i>Tenagophila*</i>	2	2	37		1		
		<i>Tindea*</i>							50
		<i>Leptophlebiidae indéterminées</i>	10	16	4				12
	Baetidae	<i>Cloeon sp.</i>							
Lépidoptères		Lépidoptères							
Odonatoptères	Aeshnidae	Aeshnidae							
	Coenagrionidae	Coenagrionidae							
	Corduliidae*	Corduliidae*							
	Isostictidae*	<i>Isosticta sp.</i>	1	4					11
	Lestidae	Lestidae							
	Libellulidae	Libellulidae							
	Megapodagrionidae*	Megapodagrionidae*			2				
	Synthemistidae*	<i>Synthemis sp.</i>	1	3	9				5
Hétéroptères	Belostomatidae	Belostomatidae							
	Corixidae	Corixidae							
	Gerridae	Gerridae							
	Hebridae	Hebridae							
	Hydrometridae	Hydrometridae							
	Leptopodidae	Leptopodidae							
	Mesoveliidae	Mesoveliidae							
	Notonectidae	Notonectidae							
	Ochteridae	Ochteridae							
	Pleidae	Pleidae							
	Veliidae*	Veliidae*							
		<i>Rhagovelia sp.</i>		1	7				7

# ANNEXE 5.1 DONNEES FAUNSIQUES RECUEILLIES PAR STATION D'ETUDE ET PAR HYDRO-ECOREGION

			HER E	HER E	HER E	HER D	HER D	HER D	HER D
			COULEE AMONT	DUMBEA NORD	XWE HWAA	KUEBINI KUEB300	KWE	TROU BLEU 3-C	OUEVAROU
nombre de prélèvements			15	15	15	15	15	14	15
Classes, sous-classe ou ordre	Famille	TAXON	07/11/2012	03/11/2012	11/11/2012	04/11/2012	10/11/2012	04/11/2012	10/11/2012
Diptères	Blephariceridae*	<i>Curupirina comosipes</i>							
		<i>Curupirina kaltenbachi gr.</i>			51		2		
		<i>Stukenberginiella hystrix</i>							
		<i>Nesocurupira custorostris</i>	49				1		
	Ceratopogonidae	Ceratopogoninae* spp.				3	13		
		<i>Bezzia sp.</i>	6	2	7	2	5	2	4
		Forcipomyiinae*							
	Chironomidae	Chironomini* indéterminés	47	5	13	21	23	110	12
		<i>Chironomus*</i>		1					
		Chironomini <i>Harrisius* spp.</i>	1	13	5			31	21
		<i>Corynoneura* spp.</i>	4		9	1		3	3
		Orthoclaadiinae* spp.	52	6	20	2	14	6	7
		Pseudochironomini	1	1					7
		Tanypodinae* spp.	45	10	31	6	19	26	40
		Tanytarsini	105	9	63	6	8	34	14
	Culicidae	Culicidae							
	Dixidae*	Dixidae*			9				
	Dolichopodidae	Dolichopodidae							
	Rhagionidae	Rhagionidae							
	Empididae*	Empididae*	13	1	12			3	2
	Ephydriidae	Ephydriidae							
	Limoniidae*	Limoniidae*	3		4				3
	Psychodidae*	Psychodidae*							
	Simuliidae	Simuliidae	2		677			14	1
	Stratiomyidae	Stratiomyidae							
	Syrphidae	Syrphidae							
	Tabanidae	Tabanidae							1
	Muscidae	Muscidae							
	Cecidomyiidae	Cecidomyiidae			1				
	Sphaeroceridae	Sphaeroceridae							

# ANNEXE 5.1 DONNEES FAUNSIQUES RECUEILLIES PAR STATION D'ETUDE ET PAR HYDRO-ECOREGION

			HER E	HER E	HER E	HER D	HER D	HER D	HER D
			COULEE AMONT	DUMBEA NORD	XWE HWAA	KUEBINI KUEB300	KWE	TROU BLEU 3-C	OUEVAROU
nombre de prélèvements			15	15	15	15	15	14	15
Classes, sous-classe ou ordre	Famille	TAXON	07/11/2012	03/11/2012	11/11/2012	04/11/2012	10/11/2012	04/11/2012	10/11/2012
Trichoptères	Ecnomidae*	Ecnomidae*	13	12		1		6	5
	Hydroptilidae*	<i>Oxyethira sp.</i>	69	68	17	18	47	47	8
		<i>Caledonotrichia sp.</i>	19	1	50	19		2	1
		<i>Helyethira sp.</i>	126	10	19	3	2	30	
		<i>Acritoptila sp.</i>	7	1	5				
		<i>Hydroptila sp.</i>							
	Helicophidae*	Helicophidae*			1				
	Helicopsychidae*	Helicopsychidae indéterminées							49
	Helicopsychidae*	Helicopsychidae* gr. Lapidaria	8		47	2	5	6	
		Helicopsychidae* gr. Edmundsi	7	53	1				
		Helicopsychidae* gr. Arenaria	2		11				33
	Hydrobiosidae*	<i>Xanthochorema sp.</i>	2	3	30				1
		<i>Apsilochorema sp.</i>							
	Hydropsychidae	Hydropsychidae	84	7	132	18		91	17
	Kokiriidae	Kokiriidae			1				
	Leptoceridae	<i>N. gen. D sp.</i>							
		<i>N. gen. F sp.</i>							
		<i>N. genre Panié</i>							
		<i>Gracilipsodes sp.</i>	125	18	36				1
		<i>Symphitoneuria* sp.</i>							2
		<i>Oecetis sp.1</i>					2		
		<i>Oecetis sp.</i>	1	38	24	2		1	1
		<i>Triplectides* sp.</i>	2	8	27				38
		<i>Triplectides smithi</i>	2						
		<i>Triplexa sp.</i>							
		<i>proche NGA Australie</i>			38				
	Philopotamidae*	Philopotamidae*	1	1	5	1		6	1
	Polycentropodidae*	Polycentropodidae*		4	1		2	2	
Coléoptères	Curculionidae	Curculionidae							
	Dytiscidae*	Dytiscidae*							1
	Staphylinidae	Staphylinidae							
	Gyrinidae	Gyrinidae							
	Scirtidae/Helodidae	Scirtidae/Helodidae							
	Hydraenidae*	Hydraenidae*			7				
	Hydrophilidae*	Hydrophilidae indéterminé							
	Hydrophilidae*	Berosini NG3	13	15	7	1	6		

# ANNEXE 5.1 DONNEES FAUNSIQUES RECUEILLIES PAR STATION D'ETUDE ET PAR HYDRO-ECOREGION

			HER D	HER C	HER C	HER C	HER C	HER C	HER B	HER B
			PIROGUES	NEHOUE	OUAMBAYEE	KOUMAC AFFLUENT	DIAHOT	ARAMA CAPTAGE	KARIKOUIE	BARENDEU
nombre de prélèvements			16	15	15	15	15	15	15	15
Classes, sous- classe ou ordre	Famille	TAXON	06/11/2012	15/11/2012	16/11/2012	16/11/2012	15/11/2012	16/11/2012	19/11/2012	18/11/2012
		Hydres					1	2		
		Plathelminthes*		5		1	221	31	1	5
Nématodes*		Nématodes*								
		Némertiens*		1		1	2			
Oligochètes*		Oligochètes*	2	17	5	15	575	70	2	
Achètes*		Achètes*		1			6			
Gastéropodes Prosobranches	Neritidae	Neritidae								
	Hydrobiidae*	Hydrobiidae*				2				
	Thiaridae	<i>Melanopsis frustulum</i>								
		<i>Melanopsis mariei</i>	122							
		<i>Melanoides tuberculata</i>					166			
		<i>Melanoides arthurii</i>								
Gastéropodes Pulmonés	Planorbidae	<i>Gyraulus</i> *					10			
		<i>Physastra</i> *								
	Physidae	<i>Physa acuta</i>				9	85			
	Lymnaeidae	<i>Pseudosuccinea columella</i>						1		
		Crustacés Ostracodes		73			15	1		
		Crustacés Copépodes						3		16
Isopodes		Isopodes								
Amphipodes*		Amphipodes*	10					23		
Décapodes	Atyidae*	Atyidae*	10	49	15	73		33	5	4
	Grapsidae	Grapsidae								
	Hymenostomatidae*	Hymenostomatidae*								
	Palaemonidae	Palaemonidae								
Hydracariens		Hydracariens vrai	7	24	18	16	27	13	3	1
		Oribatidae	1	61	1	56	81	49		1
Insectes		Collembole	1							
Ephéméroptères	Leptophlebiidae	<i>Amoa</i> * spp.	29					8		
		<i>Celiphlebia</i> *	86	14	116	68	1		21	160
		<i>Fasciamirus</i> *								
		<i>Kariona</i>								
		<i>Kouma</i> *								
		<i>Lepegenia</i> *							73	

# ANNEXE 5.1 DONNEES FAUNSIQUES RECUEILLIES PAR STATION D'ETUDE ET PAR HYDRO-ECOREGION

			HER D	HER C	HER C	HER C	HER C	HER C	HER B	HER B
			PIROGUES	NEHOUE	OUAMBAYEE	KOUMAC AFFLUENT	DIAHOT	ARAMA CAPTAGE	KARIKOUIE	BARENDEU
nombre de prélèvements			16	15	15	15	15	15	15	15
Classes, sous- classe ou ordre	Famille	TAXON	06/11/2012	15/11/2012	16/11/2012	16/11/2012	15/11/2012	16/11/2012	19/11/2012	18/11/2012
		<i>Lepeorus*</i>	100		3	1			101	181
		<i>NG4*</i>	84					13	10	79
		<i>NG A</i>								
		<i>NG B</i>								
		<i>Notachalcus* corbassoni</i>	4		4			14	9	1
		<i>Oumas</i>							14	
		<i>Ounia* loisoni</i>	92						29	8
		<i>Papposa</i>								
		<i>Paraluma</i>	29	256	9	117	167	1	21	148
		<i>Peloracantha</i>								
		<i>Poya*</i>								
		<i>Simulacala*</i>	5					33	1	11
		<i>Tenagophila*</i>	116	1	7				10	1
		<i>Tindea*</i>								22
		<i>Leptophlebiidae indéterminées</i>	80		7			13		34
	Baetidae	<i>Cloeon sp.</i>						1		
Lepidoptères		Lepidoptères	1					1		1
Odonatoptères	Aeshnidae	Aeshnidae								
	Coenagrionidae	Coenagrionidae				1	5	6		
	Corduliidae*	Corduliidae*								
	Isostictidae*	<i>Isosticta sp.</i>	46	7	4			13	2	1
	Lestidae	Lestidae								
	Libellulidae	Libellulidae		6		10	9	6		
	Megapodagrionidae*	Megapodagrionidae*	1						1	
	Synthemistidae*	<i>Synthemis sp.</i>	14	1	4			12	17	9
Hétéroptères	Belostomatidae	Belostomatidae								
	Corixidae	Corixidae								
	Gerridae	Gerridae						3		
	Hebridae	Hebridae								
	Hydrometridae	Hydrometridae								
	Leptopodidae	Leptopodidae								
	Mesoveliidae	Mesoveliidae					1	4		
	Notonectidae	Notonectidae								
	Ochteridae	Ochteridae								
	Pleidae	Pleidae								
	Veliidae*	Veliidae*						2		
		<i>Rhagovelia sp.</i>	7	1	1	16			2	

# ANNEXE 5.1 DONNEES FAUNSIQUES RECUEILLIES PAR STATION D'ETUDE ET PAR HYDRO-ECOREGION

			HER D	HER C	HER C	HER C	HER C	HER C	HER B	HER B
			PIROGUES	NEHOUE	OUMBAYEE	KOUMAC AFFLUENT	DIAHOT	ARAMA CAPTAGE	KARIKOUIE	BARENDEU
nombre de prélèvements			16	15	15	15	15	15	15	15
Classes, sous-classe ou ordre	Famille	TAXON	06/11/2012	15/11/2012	16/11/2012	16/11/2012	15/11/2012	16/11/2012	19/11/2012	18/11/2012
Diptères	Blephariceridae*	<i>Curupirina comosipes</i>								
		<i>Curupirina kaltenbachi gr.</i>								
		<i>Stukenberginiella hystrix</i>								
		<i>Nesocurupira custorostris</i>								
	Ceratopogonidae	Ceratopogoninae* spp.		1						1
		<i>Bezzia sp.</i>	3	4	9	1	10	50	4	3
		Forcipomyiinae*				1				
	Chironomidae	Chironomini* indéterminés	7	29	122	7	3	96	3	6
		<i>Chironomus*</i>		21	1			25		
		Chironomini <i>Harrisius* spp.</i>	11	7	33	11		9	21	4
		<i>Corynoneura* spp.</i>	3	9	8	31	173	9	7	2
		Orthoclaadiinae* spp.	8	8	2	36	278	7	2	67
		Pseudochironomini	136		2			32	3	12
		Tanypodinae* spp.	44	86	40	94	11	209	29	57
		Tanytarsini	10	222	126	49	187	1529	39	21
	Culicidae	Culicidae								
	Dixidae*	Dixidae*			1			4	1	1
	Dolichopodidae	Dolichopodidae								
	Rhagionidae	Rhagionidae								
	Empididae*	Empididae*	6	1		1	1		9	1
	Ephydriidae	Ephydriidae								
	Limoniidae*	Limoniidae*	2	4	4	1		4	3	
	Psychodidae*	Psychodidae*	1	28	6	3		4		1
	Simuliidae	Simuliidae	32	83	105	21	189	775	9	47
	Stratiomyidae	Stratiomyidae								
	Syrphidae	Syrphidae								
	Tabanidae	Tabanidae	2			1	1		1	
	Muscidae	Muscidae								
	Cecidomyidae	Cecidomyidae		1						
	Sphaeroceridae	Sphaeroceridae								

# ANNEXE 5.1 DONNEES FAUNSIQUES RECUEILLIES PAR STATION D'ETUDE ET PAR HYDRO-ECOREGION

			HER D	HER C	HER C	HER C	HER C	HER C	HER B	HER B
			PIROGUES	NEHOUE	OUAMBAYEE	KOUMAC AFFLUENT	DIAHOT	ARAMA CAPTAGE	KARIKOUIE	BARENDEU
nombre de prélèvements			16	15	15	15	15	15	15	15
Classes, sous- classe ou ordre	Famille	TAXON	06/11/2012	15/11/2012	16/11/2012	16/11/2012	15/11/2012	16/11/2012	19/11/2012	18/11/2012
Trichoptères	Ecnomidae*	Ecnomidae*	11		1			7	2	8
	Hydroptilidae*	<i>Oxyethira sp.</i>	49	6	24	114	172	1	26	
		<i>Caledonotrichia sp.</i>	5					4	4	15
		<i>Hellyethira sp.</i>	2						3	
		<i>Acritoptila sp.</i>	1	6		19	13	4		3
		<i>Hydroptila sp.</i>				2	8			
	Helicophidae*	Helicophidae*		1	1			26		
	Helicopsychidae*	Helicopsychidae indéterminées					45			
	Helicopsychidae*	Helicopsychidae* gr. Lapidaria			2		1	1	33	37
		Helicopsychidae* gr. Edmundsi	1					1		
		Helicopsychidae* gr. Arenaria	1			19			1	3
	Hydrobiosidae*	<i>Xanthochorema sp.</i>	14	1	2	1			12	4
		<i>Apsilochorema sp.</i>								
	Hydropsychidae	Hydropsychidae	71	258	146	204	569	216	133	135
	Kokiriidae	Kokiriidae								
	Leptoceridae	<i>N. gen. D sp.</i>								
		<i>N. gen. F sp.</i>								
		<i>N. genre Panié</i>								
		<i>Gracilipsodes sp.</i>	2			3	1		7	10
		<i>Symphitoneuria* sp.</i>								
		<i>Oecetis sp.1</i>		15	1	32	68			
		<i>Oecetis sp.</i>	12	2	2	6		6	9	7
		<i>Triplectides* sp.</i>	14	103	19	3		36	11	8
		<i>Triplectides smithi</i>								
		<i>Triplexa sp.</i>								
		<i>proche NGA Australie</i>								
	Philopotamidae*	Philopotamidae*	2		40			534	3	
	Polycentropodidae*	Polycentropodidae*	2						30	2
Coléoptères	Curculionidae	Curculionidae	1							
	Dytiscidae*	Dytiscidae*						4		1
	Staphylinidae	Staphylinidae					1		1	
	Gyrinidae	Gyrinidae								
	Scirtidae/Helodidae	Scirtidae/Helodidae	1	1		1		72		
	Hydraenidae*	Hydraenidae*			2	3		7	1	1
	Hydrophilidae*	Hydrophilidae indéterminé		1						
	Hydrophilidae*	Berosini NG3	8	42	4	72		3	18	8

# ANNEXE 5.1 DONNEES FAUNSIQUES RECUEILLIES PAR STATION D'ETUDE ET PAR HYDRO-ECOREGION

			HER B	HER B	HER B	HER G	HER G	HER G	HER G	HER G
			NOBO KALAVERE	OUAMENIE	NEA CAPTAGE	MONEO	TCHAMBA AVAL	FONWHARY	FARINO CAPTAGE	SARRAMEA CAPTAGE
nombre de prélèvements			12	15	15	15	16	15	15	15
Classes, sous- classe ou ordre	Famille	TAXON	17/11/2012	08/11/2012	17/11/2012	12/11/2012	12/11/2012	08/11/2012	09/11/2012	09/11/2012
		Hydres		2						
		Plathelminthes*	9	41		24	168	151	4	17
Nématodes*		Nématodes*				1		1		
		Némertiens*	1	10		4		3	32	2
Oligochètes*		Oligochètes*	61	43		474	81	36	348	101
Achètes*		Achètes*						2		
Gastéropodes Prosobranches	Neritidae	Neritidae	1							
	Hydrobiidae*	Hydrobiidae*							2	3
	Thiaridae	<i>Melanopsis frustulum</i>		2				4	4	1
		<i>Melanopsis mariei</i>				2				
		<i>Melanoides tuberculata</i>		122		1	10	100		
		<i>Melanoides arthurii</i>	4							
Gastéropodes Pulmonés	Planorbidae	<i>Gyraulus</i> *				3			2	1
		<i>Physastra</i> *				3				6
	Physidae	<i>Physa acuta</i>		56				274		
	Lymnaeidae	<i>Pseudosuccinea columella</i>		1				32		
		Crustacés Ostracodes		75		9		41	24	
		Crustacés Copépodes		14		3	2	5	4	2
Isopodes		Isopodes	1							
Amphipodes*		Amphipodes*							1	2
Décapodes	Atyidae*	Atyidae*	20	60		1	38	77	25	1
	Grapsidae	Grapsidae								
	Hymenostomatidae*	Hymenostomatidae*					3			
	Palaemonidae	Palaemonidae	3		1	1	1	1	1	2
Hydracariens		Hydracariens vrai	36	11	19	37	44	25	53	150
		Oribatidae	73	30	4	1	16	16	13	106
Insectes		Collembole	3							2
Ephéméroptères	Leptophlebiidae	<i>Amoa</i> * spp.			2					25
		<i>Celiphlebia</i> *		147	6	26	50	167	118	301
		<i>Fasciamirus</i> *			8					
		<i>Kariona</i>								6
		<i>Kouma</i> *								
		<i>Lepegenia</i> *								

# ANNEXE 5.1 DONNEES FAUNSIQUES RECUEILLIES PAR STATION D'ETUDE ET PAR HYDRO-ECOREGION

			HER B NOBO KALAVERE	HER B OUAMENIE	HER B NEA CAPTAGE	HER G MONEO	HER G TCHAMBA AVAL	HER G FONWHARY	HER G FARINO CAPTAGE	HER G SARRAMEA CAPTAGE
nombre de prélèvements			12	15	15	15	16	15	15	15
Classes, sous-classe ou ordre	Famille	TAXON	17/11/2012	08/11/2012	17/11/2012	12/11/2012	12/11/2012	08/11/2012	09/11/2012	09/11/2012
		<i>Lepeorus*</i>		35	82	174	21	149	264	977
		<i>NG4*</i>			2				1	1
		<i>NG A</i>								
		<i>NG B</i>								
		<i>Notachalcus* corbassoni</i>			30	1	6		98	7
		<i>Oumas</i>			11					
		<i>Ounia* loisoni</i>			22					
		<i>Papposa</i>								
		<i>Paraluma</i>	326	119		157	460	2049	42	304
		<i>Peloracantha</i>								
		<i>Poya*</i>								
		<i>Simulacala*</i>								
		<i>Tenagophila*</i>			6					
		<i>Tindea*</i>								
		<i>Leptophlebiidae indéterminées</i>			5				2	9
	Baetidae	<i>Cloeon sp.</i>								
Lepidoptères		Lepidoptères				1				1
Odonatoptères	Aeshnidae	Aeshnidae								
	Coenagrionidae	Coenagrionidae		3					5	
	Corduliidae*	Corduliidae*								
	Isostictidae*	<i>Isosticta sp.</i>	3	2	1	1		1	42	6
	Lestidae	Lestidae								
	Libellulidae	Libellulidae		12				8	5	
	Megapodagrionidae*	Megapodagrionidae*							2	
	Synthemistidae*	<i>Synthemis sp.</i>		4	3	4	3	21	11	42
Hétéroptères	Belostomatidae	Belostomatidae								
	Corixidae	Corixidae								
	Gerridae	Gerridae								
	Hebridae	Hebridae								
	Hydrometridae	Hydrometridae							1	
	Leptopodidae	Leptopodidae								
	Mesoveliidae	Mesoveliidae			6					
	Notonectidae	Notonectidae								
	Ochteridae	Ochteridae								
	Pleidae	Pleidae								
	Veliidae*	Veliidae*								
		<i>Rhagovelia sp.</i>	2	7	2	4		297	16	14

# ANNEXE 5.1 DONNEES FAUNSIQUES RECUEILLIES PAR STATION D'ETUDE ET PAR HYDRO-ECOREGION

			HER B	HER B	HER B	HER G	HER G	HER G	HER G	HER G
			NOBO KALAVERE	OUAMENIE	NEA CAPTAGE	MONEO	TCHAMBA AVAL	FONWHARY	FARINO CAPTAGE	SARRAMEA CAPTAGE
nombre de prélèvements			12	15	15	15	16	15	15	15
Classes, sous- classe ou ordre	Famille	TAXON	17/11/2012	08/11/2012	17/11/2012	12/11/2012	12/11/2012	08/11/2012	09/11/2012	09/11/2012
Diptères	Blephariceridae*	<i>Curupirina comosipes</i>								
		<i>Curupirina kaltenbachi gr.</i>			9					11
		<i>Stukenberginiella hystrix</i>								
		<i>Nesocurupira custorostris</i>								
	Ceratopogonidae	Ceratopogoninae* spp.				1	1			
		<i>Bezzia sp.</i>	1	3	19	5	1			5
		Forcipomyiinae*	1		1			1		
	Chironomidae	Chironomini* indéterminés	17	10	18	27	21	3	5	298
		<i>Chironomus*</i>	27	8						
		Chironomini <i>Harrisius* spp.</i>	2	1	23				1	19
		<i>Corynoneura* spp.</i>	84	8	28	49	103	25	42	264
		Orthocladiinae* spp.	15	24	39	183	123	73	112	14
		Pseudochironomini			1					82
		Tanypodinae* spp.	88	102	59	33	91	74	53	80
		Tanytarsini	348	106	97	128	68	69	1008	206
	Culicidae	Culicidae								
	Dixidae*	Dixidae*			3					
	Dolichopodidae	Dolichopodidae					1			
	Rhagionidae	Rhagionidae								
	Empididae*	Empididae*			3	3				1
	Ephyridae	Ephyridae						2		
	Limoniidae*	Limoniidae*			3	22		1	4	16
	Psychodidae*	Psychodidae*	4	2		4	1		1	15
	Simuliidae	Simuliidae	3	137	630	385	434	124	68	148
	Stratiomyidae	Stratiomyidae		1						
	Syrphidae	Syrphidae								
	Tabanidae	Tabanidae		2						1
	Muscidae	Muscidae								1
	Cecidomyidae	Cecidomyidae					1			
	Sphaeroceridae	Sphaeroceridae								

# ANNEXE 5.1 DONNEES FAUNSIQUES RECUEILLIES PAR STATION D'ETUDE ET PAR HYDRO-ECOREGION

			HER B	HER B	HER B	HER G	HER G	HER G	HER G	HER G
			NOBO KALAVERE	OUAMENIE	NEA CAPTAGE	MONEO	TCHAMBA AVAL	FONWHARY	FARINO CAPTAGE	SARRAMEA CAPTAGE
nombre de prélèvements			12	15	15	15	16	15	15	15
Classes, sous- classe ou ordre	Famille	TAXON	17/11/2012	08/11/2012	17/11/2012	12/11/2012	12/11/2012	08/11/2012	09/11/2012	09/11/2012
Trichoptères	Ecnomidae*	Ecnomidae*			15					
	Hydroptilidae*	<i>Oxyethira sp.</i>	20	367	30	75	122	320	497	17
		<i>Caledonotrichia sp.</i>		1	3	19	6		5	11
		<i>Hellyethira sp.</i>			13					
		<i>Acrilotila sp.</i>	3	31		16	10	59	4	6
		<i>Hydroptila sp.</i>		872				188	8	
	Helicophidae*	Helicophidae*								
	Helicopsychidae*	Helicopsychidae indéterminées		3		19				
	Helicopsychidae*	Helicopsychidae* gr. Lapidaria			62	2				217
		Helicopsychidae* gr. Edmundsi								
		Helicopsychidae* gr. Arenaria		4	1	62	4	4		910
	Hydrobiosidae*	Xanthochorema sp.			12				4	17
		Apsilochorema sp.								
	Hydropsychidae	Hydropsychidae	451	2022	6	706	895	13877	1655	209
	Kokiriidae	Kokiriidae								
	Leptoceridae	<i>N. gen. D sp.</i>								
		<i>N. gen. F sp.</i>								
		<i>N. genre Panié</i>								
		<i>Gracillipsodes sp.</i>		77		637	1		105	1245
		<i>Symphitoneuria* sp.</i>								
		<i>Oecetis sp.1</i>		19		47	26	19	3	
		<i>Oecetis sp.</i>			4				3	8
		<i>Triplectides* sp.</i>	6	4	2	3	10	2	4	115
		<i>Triplectides smithi</i>								
		<i>Triplexa sp.</i>								
		<i>proche NGA Australie</i>								
	Philopotamidae*	Philopotamidae*			20					6
	Polycentropodidae*	Polycentropodidae*			1					
Coléoptères	Curculionidae	Curculionidae								1
	Dytiscidae*	Dytiscidae*								
	Staphylinidae	Staphylinidae		6		19		3		
	Gyrinidae	Gyrinidae								
	Scirtidae/Helodidae	Scirtidae/Helodidae		1	2					
	Hydraenidae*	Hydraenidae*	2	2	6		1			5
	Hydrophilidae*	Hydrophilidae indéterminé								
	Hydrophilidae*	Berosini NG3	20	36		6	12	33	44	78

**Annexe 5.2 Macrofaune benthique collectée dans chaque hydro-écorégion (nombre d'individus et abondances relatives correspondantes)**

		Némertiens et vers (oligochètes, achètes)	Mollusques	Ostracodes et copépodes	Crustacés (décapodes, amphipodes et isopodes)	Hydracariens vrais et Oribatidae	Insectes	Divers (hydres, planaires)	Nombre total d'individus	Richesse taxonomique globale
<b>HER B</b> <b>la plaine littorale ouest</b>	nbre d'ind.	117	186	105	94	178	8 757	58	<b>9 495</b>	<b>81</b>
	abond. rel. (%)	1,23	1,96	1,11	0,99	1,87	92,23	0,61	<b>13,06</b>	
<b>HER C</b> <b>Les collines schisteuses de la pointe nord</b>	nbre d'ind.	693	273	92	193	346	8 752	261	<b>10 610</b>	<b>76</b>
	abond. rel. (%)	6,53	2,57	0,87	1,82	3,26	82,49	2,46	<b>14,59</b>	
<b>HER D</b> <b>La plaine du Grand sud</b>	nbre d'ind.	9	189	0	379	29	2 377	0	<b>2 983</b>	<b>65</b>
	abond. rel. (%)	0,30	6,34	0,00	12,71	0,97	79,68	0,00	<b>4,10</b>	
<b>HER E</b> <b>Le massif ultrabasique</b>	nbre d'ind.	4	13	0	29	28	6 201	6	<b>6 281</b>	<b>69</b>
	abond. rel. (%)	0,06	0,21	0,00	0,46	0,45	98,73	0,10	<b>8,64</b>	
<b>HER F</b> <b>Le massif du Panié</b>	nbre d'ind.	557	14	164	75	313	6 606	230	<b>7 959</b>	<b>72</b>
	abond. rel. (%)	7,00	0,18	2,06	0,94	3,93	83,00	2,89	<b>10,94</b>	
<b>HER G</b> <b>Le cœur de la Chaîne centrale</b>	nbre d'ind.	1 083	448	90	154	461	32 794	366	<b>35 396</b>	<b>76</b>
	abond. rel. (%)	3,06	1,27	0,25	0,44	1,30	92,65	1,03	<b>48,67</b>	
<b>TOTAL</b>	nbre d'ind.	<b>2 463</b>	<b>1 123</b>	<b>451</b>	<b>924</b>	<b>1 355</b>	<b>65 487</b>	<b>921</b>	<b>72 724</b>	<b>113</b>
	abond. rel. (%)	<b>3,39</b>	<b>1,54</b>	<b>0,62</b>	<b>1,27</b>	<b>1,86</b>	<b>90,05</b>	<b>1,27</b>		

**Annexe 5.3 Insectes prélevés dans chaque hydro-écorégion (nombre d'individus et abondances relatives correspondantes)**

		Éphéméroptères	Odonates	Hétéroptères	Diptères	Trichoptères	Coléoptères	Autres (lépidoptères, collemboles)	TOTAL individus	Richesse taxonomique en insectes
<b>HER B</b> <b>la plaine littorale ouest</b>	nbre d'ind.	1 735	58	19	2 281	4 555	105	4	<b>8 757</b>	<b>64</b>
	abond. rel. (%)	19,81	0,66	0,22	26,05	52,02	1,20	0,05	<b>13,37</b>	
<b>HER C</b> <b>Les collines schisteuses de la pointe nord</b>	nbre d'ind.	854	84	28	4 826	2 746	213	1	<b>8 752</b>	<b>60</b>
	abond. rel. (%)	9,76	0,96	0,32	55,14	31,38	2,43	0,01	<b>13,36</b>	
<b>HER D</b> <b>La plaine du Grand sud</b>	nbre d'ind.	874	77	14	735	657	18	2	<b>2 377</b>	<b>56</b>
	abond. rel. (%)	36,77	3,24	0,59	30,92	27,64	0,76	0,08	<b>3,63</b>	
<b>HER E</b> <b>Le massif ultrabasique</b>	nbre d'ind.	1 208	33	8	2 257	2 636	58	1	<b>6 201</b>	<b>61</b>
	abond. rel. (%)	19,48	0,53	0,13	36,40	42,51	0,94	0,02	<b>9,47</b>	
<b>HER F</b> <b>Le massif du Panié</b>	nbre d'ind.	1 329	12	1	3 231	1 921	96	16	<b>6 606</b>	<b>55</b>
	abond. rel. (%)	20,12	0,18	0,02	48,91	29,08	1,45	0,24	<b>10,09</b>	
<b>HER G</b> <b>Le cœur de la Chaîne centrale</b>	nbre d'ind.	5 415	151	332	4 512	22 178	202	4	<b>32 794</b>	<b>55</b>
	abond. rel. (%)	16,51	0,46	1,01	13,76	67,63	0,62	0,01	<b>50,08</b>	
<b>TOTAL</b>	nbre d'ind.	<b>11 415</b>	<b>415</b>	<b>402</b>	<b>17 842</b>	<b>34 693</b>	<b>692</b>	<b>28</b>	<b>65 487</b>	<b>88</b>
	abond. rel. (%)	<b>17,43</b>	<b>0,63</b>	<b>0,61</b>	<b>27,25</b>	<b>52,98</b>	<b>1,06</b>	<b>0,04</b>		

**Annexe 5.4 Indices de diversité et métriques calculés pour les 30 stations d'étude (sur la base de l'ensemble des prélèvements effectués)**

Hydro-écorégion	Qualité biologique pressentie	Station	Date d'échant.	Richesse taxonomique	Densité (ind/m <sup>2</sup> )	Indice EPT	Indice de Margalef	Indice de Shannon	Équitabilité de Pielou
<b>HER B la plaine littorale ouest</b>	mauvaise	NOBO KALAVERE	17/11/2012	31	2 725	5	4,05	3,12	0,63
	médiocre	OUAMENIE	08/11/2012	47	6 193	13	5,45	3,09	0,56
	passable	KARIKOUJE	19/11/2012	47	996	23	6,95	4,42	0,80
	bonne	BARENDEU	18/11/2012	45	1 531	21	6,24	4,02	0,73
	excellente	NEA CAPTAGE	17/11/2012	45	1 760	22	6,12	3,34	0,61
<b>HER C les collines schisteuses de la pointe nord</b>	mauvaise	DIAHOT	15/11/2012	34	4 137	10	4,10	3,72	0,73
	médiocre	NEHOUE	15/11/2012	40	1 943	11	5,35	3,81	0,72
	passable	KOUMAC AFFLUENT	16/11/2012	40	1 496	13	5,55	4,10	0,77
	bonne	OUAMBAYEE	16/11/2012	38	1 196	16	5,44	3,79	0,72
	excellente	ARAMA CAPTAGE	16/11/2012	53	5 375	18	6,26	3,16	0,55
<b>HER D la plaine du grand sud</b>	mauvaise	KWE	10/11/2012	23	316	9	4,02	3,67	0,81
	médiocre	KUEBINI KUEB300	04/11/2012	21	213	11	3,94	3,52	0,80
	passable	TROU BLEU 3-C	04/11/2012	27	719	12	4,18	3,63	0,76
	bonne	OUENAROU	10/11/2012	39	1 032	19	5,71	3,64	0,69
	excellente	PIROGUES	06/11/2012	52	1 636	24	7,11	4,50	0,79
<b>HER E le massif ultrabasique</b>	mauvaise	WAYO WIA	10/11/2012	17	279	4	2,99	2,35	0,57
	médiocre	COULEE AVAL	07/11/2012	34	3 332	16	4,22	2,07	0,41
	passable	DUMBEA NORD	03/11/2012	41	587	23	6,57	4,50	0,84
	bonne	COULEE AMONT	07/11/2012	44	1 377	25	6,20	4,11	0,75
	excellente	XWE HWAA	11/11/2012	48	2 800	26	6,14	3,85	0,69
<b>HER F le massif du Panié</b>	mauvaise	HIENGHENE	13/11/2012	36	5 512	9	4,20	3,34	0,65
	médiocre	TANGHENE	13/11/2012	36	1 935	13	4,81	3,95	0,76
	passable	WE INA	14/11/2012	33	341	11	5,84	4,04	0,80
	bonne	TIPINDJE AFFLUENT	13/11/2012	40	1 791	16	5,41	3,88	0,73
	excellente	TAO CASCADE	14/11/2012	40	1 056	18	5,84	4,31	0,81
<b>HER G le Cœur de la Chaîne centrale</b>	mauvaise	FONWHARY	08/11/2012	40	24 449	10	3,97	1,59	0,30
	médiocre	TCHAMBA AVAL	12/11/2012	35	3 544	12	4,28	3,33	0,65
	passable	MONEO	12/11/2012	45	4 511	14	5,41	3,61	0,66
	bonne	FARINO CAPTAGE	09/11/2012	46	6 328	16	5,32	3,19	0,58
	excellente	SARRAMEA CAPTAGE	09/11/2012	55	8 127	19	6,20	3,90	0,67

**Annexe 6.1 Métriques calculées pour les différentes catégories de substrats prélevés, toutes stations confondues (valeurs minimales, maximales, moyennes et écart-types)**

	substrat	algues	branchages /troncs	chevelus racinaires	bryophytes	hydrophytes	litières/ vase	pierres/ galets	blocs	roche-mère, dalles	fines lat.	graviers	sable
<b>Nombre de données disponibles</b>		<b>14</b>	<b>24</b>	<b>32</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>39</b>	<b>88</b>	<b>60</b>	<b>56</b>	<b>18</b>	<b>50</b>	<b>49</b>
<b>Richesse taxonomique</b>	Minimum	4	6	3	9	14	5	1	2	1	1	1	1
	Maximum	19	30	23	27	20	33	31	25	26	14	21	18
	Moyenne	10,21	16,25	14,00	19,20	16,56	15,51	12,85	12,25	8,86	6,00	9,66	7,86
	Ecart-type	4,73	6,78	5,75	6,50	2,13	6,29	6,04	6,04	5,74	3,88	5,33	4,48
<b>Indice ET</b>	Minimum	1	2	0	4	0	1	1	0	0	0	0	0
	Maximum	7	12	12	12	7	13	18	13	10	6	10	10
	Moyenne	3,8	6,2	4,6	6,8	4,6	5,2	5,8	5,4	4,3	2,3	3,7	3,0
	Ecart-type	1,8	2,5	3,0	3,1	2,1	2,8	3,1	3,0	2,6	2,0	2,5	2,3
<b>abondance relative en insectes ET (%=</b>	Minimum	3,4	10,7	0,0	6,6	0,0	4,5	6,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Maximum	91,7	97,0	79,9	65,0	73,8	93,7	100,0	100,0	100,0	70,0	100,0	100,0
	Moyenne	40,9	49,1	37,2	32,0	22,3	31,6	61,5	57,4	57,8	34,2	55,0	39,5
	Ecart-type	29,0	24,1	25,0	21,1	23,3	21,5	22,9	28,5	34,6	21,8	28,7	25,2
<b>Indice de Margalef</b>	Minimum	1,25	0,52	0,79	2,23	1,78	1,19	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
	Maximum	2,91	3,94	3,28	3,32	3,06	3,96	3,54	3,63	3,19	2,56	3,29	3,32
	Moyenne	2,18	2,51	2,37	2,79	2,53	2,46	2,26	2,16	1,56	1,41	1,82	1,74
	Ecart-type	0,58	0,73	0,63	0,49	0,51	0,64	0,75	0,76	0,66	0,75	0,86	0,82
<b>Contribution à la richesse taxonomique de la station (%)</b>	Minimum	9,8	13,3	7,7	33,3	34,0	15,0	2,9	3,8	2,5	5,3	1,9	2,5
	Maximum	40,4	62,5	55,9	67,5	57,1	68,1	64,6	57,5	51,1	41,2	55,6	45,0
	Moyenne	27,2	39,1	35,8	45,3	43,3	39,7	31,8	31,1	21,1	18,6	24,5	19,5
	Ecart-type	9,4	12,7	11,9	14,0	7,0	12,4	13,0	14,1	10,8	9,9	13,3	9,6

**Annexe 6.2 Nombre de substrats « marginaux » et « dominants » prospectés dans chaque station d'étude**

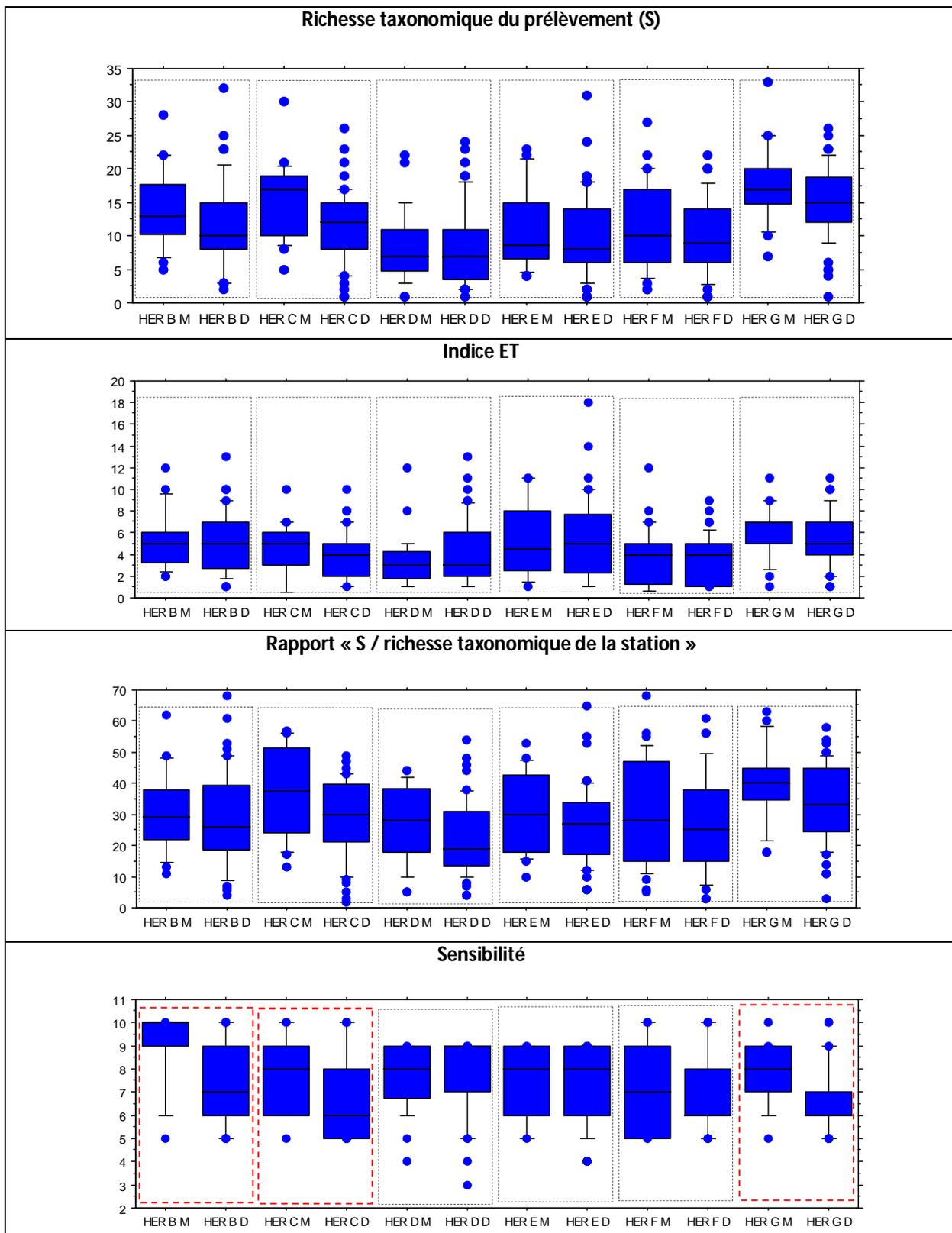
HER	Station	date	Marginal	Dominant
HER F la massif du Panié	TIPINDJE AFFLUENT	13/11/2012	4	4
	TAO CASCADE	14/11/2012	6	1
	WE INA	14/11/2012	4	4
	TANGHENE	13/11/2012	4	4
	HIENGHENE	13/11/2012	5	3
HER E le massif ultrabasique	WAYO WIA	10/11/2012	4	5
	COULEE AVAL	07/11/2012	3	5
	COULEE AMONT	07/11/2012	4	5
	DUMBEA NORD	03/11/2012	3	5
HER D la plaine du Grand Sud	XWE HWAA	11/11/2012	2	5
	KUEBINI KUEB300	04/11/2012	4	4
	KWE	10/11/2012	4	4
	TROU BLEU 3-C	04/11/2012	6	3
	OUENAROU	10/11/2012	4	3
HER C les collines schisteuses de la pointe nord	PIROGUES	06/11/2012	1	5
	NEHOUE	15/11/2012	2	5
	OUAMBAYEE	16/11/2012	3	4
	KOUMAC AFFLUENT	16/11/2012	1	6
	DIAHOT	15/11/2012	3	6
HER B la plaine littorale ouest	ARAMA CAPTAGE	16/11/2012	3	5
	KARIKOUIE	19/11/2012	2	6
	BARENDEU	18/11/2012	3	4
	NOBO KALAVERE	17/11/2012	1	4
	OUAMENIE	08/11/2012	3	6
HER G le Cœur de la Chaîne centrale	NEA CAPTAGE	17/11/2012	5	2
	MONEO	12/11/2012	3	5
	TCHAMBA AVAL	12/11/2012	3	4
	FONWHARY	08/11/2012	3	4
	FARINO CAPTAGE	09/11/2012	3	5
SARRAMEA CAPTAGE	09/11/2012	3	4	

**Annexe 6.3 Représentativité globale des substrats prospectés, toutes stations confondues (exprimée en nombre de prélèvements)**

Catégories	Marginal	D1	D2	D3	total
bryophytes	3	2	/	/	5
hydrophytes	7	2	/	/	9
litière	24	15	/	/	39
branchages/ chevelus racinaires	42	14	/	/	56
pierres/galets	13	27	38	9	87
blocs	18	31	12	/	61
graviers	6	34	10	/	50
vase	1	/	/	/	1
sable	3	43	2	2	50
finés	4	12	2	/	18
algues	10	4	/	/	14
roche-mère, dalles	6	8	19	24	57
<b>TOTAL</b>	<b>137</b>	<b>192</b>	<b>83</b>	<b>35</b>	<b>447</b>

Marginal : substrat occupant au maximum 5% de la superficie totale mouillée de la station ; D1 : substrat occupant entre 6% et 25% de la superficie totale mouillée de la station ; D2 : substrat occupant entre 26% et 50% de la superficie totale mouillée de la station ; D3 : substrat occupant plus de 50% de la superficie totale mouillée de la station.

**Annexe 6.4 Comparaison des valeurs de quelques métriques obtenues pour les substrats « dominants » et « marginaux » prélevés dans chaque hydro-écorégion (M : marginal, D : dominant).**



**Annexe 6.5 Spécificité des substrats « dominants » et « marginaux », exprimée en nombre moyen de taxons nouveaux apportés, tous groupes faunistiques confondus et pour les insectes éphéméroptères et trichoptères (indice ET)**

HER	station	Date d'échant.	nb prélév. en substrat "marginal"	nb prélév. en substrat "dominant"	nb moyen de taxons nouveaux apportés par les « dominants »	nb moyen de taxons nouveaux apportés par les « marginaux »	nb moyen d'ET nouveaux apportés par les « dominants »	nb moyen d'ET nouveaux apportés par les « marginaux »
HER B	NOBO KALAVERE	17/11/2012	1	11	1,20	0,00	0,10	0,00
	OUAMENIE	08/11/2012	3	12	2,18	6,00	0,55	1,50
	KARIKOUIE	19/11/2012	2	13	1,00	3,00	0,67	2,00
	BARENDEU	18/11/2012	3	12	2,00	1,50	1,00	0,50
	NEA CAPTAGE	17/11/2012	10	5	5,25	2,78	2,50	1,78
HER C	DIAHOT	15/11/2012	4	11	1,20	3,67	0,40	0,67
	NEHOUE	15/11/2012	2	13	2,25	5,00	0,75	3,00
	KOUMAC AFFLUENT	16/11/2012	2	13	1,67	6,00	0,58	2,00
	OUAMBAYEE	16/11/2012	6	9	2,63	2,40	1,25	1,20
	ARAMA CAPTAGE	16/11/2012	6	9	3,63	4,20	1,50	1,60
HER D	KWE	10/11/2012	6	9	1,63	2,20	0,38	1,20
	KUEBINI KUEB300	04/11/2012	5	10	1,44	2,00	0,78	1,25
	TROU BLEU 3-C	04/11/2012	6	8	1,71	2,50	0,71	1,00
	PIROGUES	06/11/2012	2	14	2,08	12,00	1,08	3,00
	OUENAROU	10/11/2012	6	9	3,63	2,40	1,88	1,60
HER E	WAYO WIA	10/11/2012	4	11	0,90	1,33	0,20	0,33
	COULEE AVAL	07/11/2012	4	11	1,90	2,33	1,00	1,00
	DUMBEA NORD	03/11/2012	4	11	3,20	4,33	1,80	1,67
	COULEE AMONT	07/11/2012	4	11	1,80	5,00	1,00	3,00
	XWE HWAA	11/11/2012	4	11	2,70	5,00	2,00	2,67
HER F	HIENGHENE	13/11/2012	7	8	2,71	2,67	0,57	0,67
	TANGHENE	13/11/2012	4	11	2,00	2,67	0,80	1,00
	TIPINDJE AFFLUENT	13/11/2012	6	9	2,63	1,20	1,50	0,60
	WE INA	14/11/2012	6	8	3,00	3,20	1,29	0,80
	TAO CASCADE	14/11/2012	9	6	2,60	2,25	1,40	1,25
HER G	FONWHARY	08/11/2012	5	10	1,22	3,50	0,11	0,50
	TCHAMBA AVAL	12/11/2012	4	12	1,64	2,33	0,73	1,33
	MONEO	12/11/2012	4	11	1,60	6,00	0,50	2,33
	FARINO CAPTAGE	09/11/2012	3	12	1,91	3,50	0,82	2,50
	SARRAMEA CAPTAGE	09/11/2012	5	10	2,00	3,25	0,56	1,50

**Annexe 6.6 Comparaison de l'occurrence des taxons dans les prélèvements  
« marginaux » et « dominants »**

<b>Taxon</b>	<b>Nombre de stations pour lesquelles le taxon a été répertorié uniquement dans les prélèvements « marginaux »</b>	<b>Nombre de stations pour lesquelles le taxon a été répertorié uniquement dans les prélèvements « dominants »</b>	<b>Occurrence totale du taxon (sur 30 stations)</b>
Hydres	2	1	4
Plathelminthes	2	5	16
Nématodes	/	2	2
Némertiens	1	5	12
Oligochètes	5	1	23
Achètes	/	2	4
Neritidae	/	1	2
Hydrobiidae	/	3	5
<i>Melanopsis frustulum</i>	1	3	4
<i>Melanopsis mariei</i>	1	/	6
<i>Melanoides tuberculata</i>	1	1	6
<i>Melanoides arthurii</i>	/	1	1
<i>Gyraulus</i>	/	4	5
<i>Physastra</i>	1	/	2
<i>Physa acuta</i>	/	/	5
<i>Pseudosuccinea columella</i>	/	2	3
Crustacés Ostracodes	2	3	9
Crustacés Copépodes	6	2	11
Isopodes	1	1	2
Amphipodes	5	/	7
Atyidae	10	2	25
Hymenostomatidae	1	3	4
Palaemonidae	6	4	11
Hydracariens vrai	4	4	30
Oribatidae	4	2	22
Collembole	1	4	6
<i>Amoa</i>	4	1	10
<i>Celiphlebia</i>	1	15	24
<i>Fasciamirus</i>	1	/	1
<i>Kariona</i>	/	1	1
<i>Lepegenia</i>	/	2	3
<i>Lepeorus*</i>	/	12	25
NG4	2	4	9
NG A	/	/	1
<i>Notachalcus corbassoni</i>	6	5	16
<i>Oumas</i>	1	1	4
<i>Ounia loisoni</i>	3	1	9
<i>Paraluma</i>	/	4	24
<i>Simulacala</i>	1	7	11
<i>Tenagophila</i>	3	2	12
<i>Tindea</i>	/	1	2
<i>Cloeon</i>	1	/	1
Lépidoptères	2	4	6
Coenagrionidae	3	1	6
<i>Isosticta sp.</i>	4	8	19
Libellulidae	4	1	9
Megapodagrionidae	1	3	4
<i>Synthemis sp.</i>	2	7	21
Gerridae	/	/	1
Hydrometridae	/	1	1
Mesoveliidae	1	1	4
<i>Rhagovelia sp.</i>	3	6	15
<i>Curupirina comosipes</i>	/	1	2

<i>Curupirina kaltenbachi</i> gr.	/	2	4
<i>Stukenberginiella hystrix</i>	/	/	1
<i>Nesocurupira custorostris</i>	/	2	2
Ceratopogoninae	2	5	10
<i>Bezzia</i> sp.	7	6	28
Forcipomyiinae	2	6	8
Chironomini	1	6	30
<i>Chironomus</i>	1	4	7
<i>Harrisius</i>	4	6	21
<i>Corynoneura</i>	/	3	27
Orthocladiinae	/	2	30
Pseudochironomini	4	2	12
Tanypodinae	2	1	30
Tanytarsini	/	1	30
Dixidae	3	2	6
Dolichopodidae	1	/	1
Rhagionidae	/	1	1
Empididae	3	8	17
Ephydriidae	2	/	2
Limoniidae	2	6	17
Psychodidae	1	8	16
Simuliidae	1	4	25
Stratiomyidae	/	1	1
Tabanidae	2	6	9
Muscidae	1	/	1
Cecidomyiidae	1	3	4
Sphaeroceridae	1	/	1
Ecnomidae	3	5	13
<i>Oxyethira</i> sp.	1	5	29
<i>Caledonotrichia</i> sp.	/	11	21
<i>Hellyethira</i> sp.	6	1	12
<i>Acritoptila</i> sp.	1	6	22
<i>Hydroptila</i> sp.	/	/	7
Helicopsychidae gr. Lapidaria	1	6	15
Helicopsychidae gr. Edmundsi	1	4	6
Helicopsychidae gr. Arenaria	1	10	17
<i>Xanthochorema</i> sp.	3	6	16
Hydropsychidae	/	3	28
Kokiriidae	/	1	1
<i>N. genre Panié</i>	/	/	2
<i>Gracilipsodes</i>	1	7	17
<i>Symphitoneuria</i>	/	1	2
<i>Oecetis</i> sp. 1	1	4	14
<i>Oecetis</i> sp.	3	6	17
<i>Triplectides</i>	3	6	23
<i>Leptoceridae proche NGA Australie</i>	/	/	1
Philopotamidae	1	3	12
Polycentropodidae	2	4	9
Curculionidae	1	1	2
Dytiscidae	1	1	3
Staphylinidae	3	2	7
Scirtidae/Helodidae	2	3	6
Hydraenidae	4	6	13
Berosini NG3	1	3	24

**Annexe 6.7 Résultats des tests statistiques comparant les richesses taxonomiques et les indices de diversité calculés sur les fractions fines (250 à 500  $\mu\text{m}$ ) et grossières (> 500  $\mu\text{m}$ ) pour chaque prélèvement et par hydro-écorégion**

	Paramètres	Test des signes	Test de Wilcoxon		Spearman	
		p	p (w)	z	$\rho$	p (s)
<b>HER B. La plaine littorale ouest</b>	Abondance (N)	<0,0001	<0,0001	-7,271	0,641	<0,0001
	Richesse taxonomique (S)	<0,0001	<0,0001	-7,323	0,637	<0,0001
	Indice ET	<0,0001	<0,0001	-6,955	0,520	<0,0001
	Abondance relative en insectes ET (%)	0,0004	<0,0001	-4,204	0,505	<0,0001
	Abondance relative en diptères Chironomes (%)	0,321	0,9427	-0,072	0,538	<0,0001
<b>HER C. Les collines schisteuses de la pointe Nord</b>	Abondance (N)	<0,0001	<0,0001	-7,071	0,751	<0,0001
	Richesse taxonomique (S)	<0,0001	<0,0001	-7,323	0,649	<0,0001
	Indice ET	<0,0001	<0,0001	-6,776	0,497	<0,0001
	Abondance relative en insectes ET (%)	0,0154	0,0012	-3,250	0,597	<0,0001
	Abondance relative en diptères Chironomes (%)	0,0056	0,0226	-2,279	0,399	0,0006
<b>HER D. La plaine du Grand Sud</b>	Abondance (N)	<0,0001	<0,0001	-6,902	0,532	<0,0001
	Richesse taxonomique (S)	<0,0001	<0,0001	-7,340	0,609	<0,0001
	Indice ET	<0,0001	<0,0001	-6,423	0,533	<0,0001
	Abondance relative en insectes ET (%)	0,2678	0,6874	-0,402	0,207	0,0793
	Abondance relative en diptères Chironomes (%)	0,0086	0,1341	-1,498	0,353	0,0027
<b>HER E. Le massif ultrabasique</b>	Abondance (N)	<0,0001	<0,0001	-7,317	0,655	<0,0001
	Richesse taxonomique (S)	<0,0001	<0,0001	-7,349	0,588	<0,0001
	Indice ET	<0,0001	<0,0001	-6,842	0,634	<0,0001
	Abondance relative en insectes ET (%)	0,2750	0,0882	-1,705	0,432	0,0002
	Abondance relative en diptères Chironomes (%)	0,8099	0,8741	-0,158	0,476	<0,0001
<b>HER F. Le massif du Panié</b>	Abondance (N)	<0,0001	<0,0001	-7,308	0,762	<0,0001
	Richesse taxonomique (S)	<0,0001	<0,0001	-7,245	0,751	<0,0001
	Indice ET	<0,0001	<0,0001	-6,850	0,663	<0,0001
	Abondance relative en insectes ET (%)	<0,0001	<0,0001	-4,592	0,419	0,0003
	Abondance relative en diptères Chironomes (%)	0,3817	0,5811	-0,552	0,300	0,0103
<b>HER G. La cœur de la Chaîne centrale</b>	Abondance (N)	<0,0001	<0,0001	-7,248	0,687	<0,0001
	Richesse taxonomique (S)	<0,0001	<0,0001	-7,574	0,521	<0,0001
	Indice ET	<0,0001	<0,0001	-7,525	0,449	0,0001
	Abondance relative en insectes ET (%)	0,0079	0,0015	-3,176	0,484	<0,0001
	Abondance relative en diptères Chironomes (%)	0,1006	0,1014	-1,638	0,367	0,0015

En grisé, les résultats significatifs au seuil 0,05.

**Annexe 6.8 Densité (nombre d'individus par m<sup>2</sup>) et occurrence totale des 27 taxons les mieux représentés dans les échantillons de faune benthique, pour chaque hydro-écorégion (fraction fine : 250 à 500 µm; fraction grossière : >500 µm)**

Taxon		HER G (le cœur de la Chaîne centrale)				HER E (le massif ultrabasique)				HER F (le massif du Panié)			
		Densité (nb/m <sup>2</sup> )		occurrence		Densité (nb/m <sup>2</sup> )		occurrence		Densité (nb/m <sup>2</sup> )		occurrence	
		fraction fine	fraction grossière	fraction fine	fraction grossière	fraction fine	fraction grossière	fraction fine	fraction grossière	fraction fine	fraction grossière	fraction fine	fraction grossière
Plathelminthes		2	94	6	29	0	2	0	3	4	57	4	14
Oligochètes		107	167	49	57	1	0	1	1	49	96	34	40
Atyidae		2	35	1	13	0	7	0	5	0	14	1	11
hydracariens	Hydracariens vrai	11	70	22	42	2	4	3	12	9	52	14	33
	Oribatidae	33	7	25	15	2	0	4	1	18	5	18	12
éphéméroptères Leptophlebiidae	<i>Celiphlebia</i>	15	159	9	29	2	50	5	20	0	26	0	10
	<i>Lepeorus</i>	9	408	6	29	2	95	6	24	10	57	3	15
	<i>Paraluma</i>	83	710	30	56	6	48	11	25	9	232	14	37
odonatoptères	<i>Synthemis</i>	1	21	2	23	0	5	0	13	0	2	1	4
Diptères Cetatopogoninae	<i>Bezzia</i>	0	3	0	5	2	7	8	20	0	2	0	7
Diptères Chironomidae	Chironomini	10	83	11	28	2	17	7	17	3	37	5	28
	<i>Harrisius</i>	0	5	0	5	0	6	0	12	0	1	0	3
	<i>Corynoneura</i>	16	112	19	43	2	5	6	11	11	69	23	36
	Orthocladiinae	10	123	19	51	15	48	20	39	24	162	16	37
	Tanypodinae	2	85	7	49	2	41	5	43	6	67	12	41
	Tanytarsini	32	357	30	54	11	43	20	36	36	187	19	41
	Simuliidae	24	281	21	46	54	302	14	27	11	177	7	26
Trichoptères Hydroptilidae	<i>Oxyethira</i>	27	244	21	40	12	37	16	29	7	66	13	22
	<i>Caledonotrichia</i>	1	10	2	13	2	17	4	16	1	6	1	9
	<i>Acritoptila</i>	3	22	6	28	3	3	4	9	6	22	11	26
Trichoptères Helicopsychidae	H. gr. Lapidaria	9	49	3	12	0	15	0	16	0	5	0	8
	H. gr. Arenaria	181	77	10	28	0	4	0	6	1	6	1	10
	Hydropsychidae	211	4353	38	63	37	394	17	35	11	321	13	43
Trichoptères Leptoceridae	<i>Gracilipsodes</i>	17	506	9	30	4	43	8	15	0	8	0	7
	<i>Oecetis sp.1</i>	1	24	4	26	0	2	1	7	1	9	3	17
	<i>Triplectides</i>	1	34	3	20	0	17	0	13	1	5	3	8
Coléoptères	Berosini NG3	1	45	3	42	1	13	4	26	1	24	1	26

Taxon		HER C (les collines schisteuses du nord)				HER D (la plaine du Grand Sud)				HER B (la plaine littorale ouest)			
		Densité (nb/m <sup>2</sup> )		occurrence		densité(nb/m <sup>2</sup> )		occurrence		Densité (nb/m <sup>2</sup> )		occurrence	
		fraction fine	fraction grossière	fraction fine	fraction grossière	fraction fine	fraction grossière	fraction fine	fraction grossière	fraction fine	fraction grossière	fraction fine	fraction grossière
Plathelminthes		1	68	3	21	0	0	0	0	1	14	3	17
Oligochètes		128	54	30	30	1	1	2	3	10	20	13	21
Atyidae		0	45	1	27	1	17	2	15	1	23	4	12
hydracariens	Hydracariens vrai	10	16	20	27	1	4	3	10	8	12	13	18
	Oribatidae	53	14	41	17	2	1	3	1	25	5	17	9
éphéméroptères Leptophlebiidae	<i>Celiphlebia</i>	2	51	6	18	1	23	4	13	6	86	6	22
	<i>Lepeorus</i>	0	1	0	3	2	57	4	18	0	111	1	19
	<i>Paraluma</i>	10	136	18	39	2	11	5	17	13	158	11	39
odonatoptères	<i>Synthemis</i>	0	5	0	6	0	5	0	8	0	9	0	17
Diptères Cetatopogoninae	<i>Bezzia</i>	2	18	6	20	1	3	2	12	1	8	1	13
Diptères Chironomidae	Chironomini	8	61	10	24	7	39	11	25	1	14	2	18
	<i>Harrisius</i>	0	16	0	14	0	17	0	18	0	14	1	13
	<i>Corynoneura</i>	14	47	16	35	1	2	4	6	4	32	12	28
	Orthoclaadiinae	16	73	14	29	2	7	9	18	14	27	17	31
	Tanypodinae	5	113	10	42	1	35	2	37	6	87	14	41
	Tanytarsini	55	508	31	52	2	17	7	20	16	153	28	44
	Simuliidae	15	298	14	37	1	12	2	10	18	211	12	35
Trichoptères Hydroptilidae	<i>Oxyethira</i>	14	71	17	32	21	23	22	26	31	92	15	26
	<i>Caledonotrichia</i>	1	1	1	1	1	7	1	10	1	5	3	9
	<i>Acritoptila</i>	2	9	6	19	0	0	0	1	1	9	2	13
Trichoptères Helicopsychidae	H. gr. Lapidaria	0	1	0	3	0	3	0	7	0	37	0	21
	H. gr. Arenaria	0	5	1	8	0	9	1	3	0	2	1	5
	Hydropsychidae	17	354	23	46	3	48	8	25	107	656	17	38
Trichoptères Leptoceridae	<i>Gracilipsodes</i>	0	1	0	4	0	1	0	3	0	26	0	15
	<i>Oecetis sp. 1</i>	3	28	8	26	0	1	0	2	1	4	2	7
	<i>Triplectides</i>	3	39	7	21	1	13	2	7	1	8	2	13
Coléoptères	Berosini NG3	2	30	6	27	0	4	1	9	1	22	2	31

En grisé, les organismes les mieux représentés dans la fraction fine

**Annexe 7.1 Notes indicielles IBS calculées pour les observations ayant servi à la mise à jour de l'indice, sur la base des nouveaux scores réajustés (5 prélèvements unitaires).**

Cours d'eau	Station	X_lambert	Y_lambert	Date d'échant.	Richesse taxonomique	IBS
CREEK BAIE NORD	6BNOR-1			19/12/2007	20	4,70
CREEK BAIE NORD	6-BNOR1	492 084	207 594	09/10/2007	14	4,57
CREEK BAIE NORD	6-BNOR1	492 084	207 594	14/11/2007	19	5,26
CREEK BAIE NORD	6-BNOR1	492 084	207 594	30/01/2008	15	5,00
CREEK BAIE NORD	6-BNOR1	492 084	207 594	15/04/2008	8	5,00
CREEK BAIE NORD	6-BNOR1	492 084	207 594	01/07/2008	6	5,33
CREEK BAIE NORD	6-BNOR1	492 084	207 594	07/10/2008	16	5,13
CREEK BAIE NORD	6-BNOR1	492 084	207 594	04/04/2009	4	4,75
CREEK BAIE NORD	6-BNOR1	492 084	207 594	21/04/2009	5	4,00
CREEK BAIE NORD	6-BNOR1	492 084	207 594	05/05/2009	9	4,11
CREEK BAIE NORD	6-BNOR1	492 084	207 594	10/04/2009	15	4,87
CREEK BAIE NORD	6-BNOR1	492 084	207 594	07/05/2009	24	4,71
CREEK BAIE NORD	6-BNOR1	492 084	207 594	10/09/2009	22	4,77
CREEK BAIE NORD	6-BNOR1	492 084	207 594	23/04/2010	15	4,53
CREEK BAIE NORD	6BNOR-2	492 084	207 594	14/11/2007	7	3,86
CREEK BAIE NORD	6BNOR-2	492 084	207 594	30/01/2008	8	5,00
CREEK BAIE NORD	6BNOR-2	492 084	207 594	15/04/2008	7	4,00
CREEK BAIE NORD	6BNOR-2	492 084	207 594	01/07/2008	6	4,83
CREEK BAIE NORD	6BNOR-2	492 084	207 594	07/10/2008	8	4,38
CREEK BAIE NORD	6BNOR-2			19/12/2007	6	4,33
CREEK BAIE NORD	6BNOR-2	492 084	207 594	09/10/2007	5	5,20
CREEK DANIEL	A_Daniel_Est-Sud	212 695	412 450	23/11/2010	22	5,14
BLEUE Affluent RG	AF_BLYATE075	464364	236906	01/11/2005	34	5,91
AMOA affluent RG	AFF_AMOA050	312541	357333	25/10/2005	40	5,60
RIVIERE BLANCHE	AFF_BLANC100	464757	228288	15/12/2002	26	5,69
RIVIERE BLANCHE	AFF_BLANC200	464868	228701	15/12/2002	23	6,04
GAAWE LA MADAR	AFF_GAA100	155985	493343	06/12/2005	23	5,04
GAAWE LA MADAR	AFF_GAA100	155985	493343	31/10/2007	32	4,91
MEA	AFF_MEA100	403109	301441	19/10/2005	20	4,20
MOINDAH	AFF_MOIN050	329711	311801	29/06//2005	31	5,29
FRIDOLINE Aff.	AFF_NEEN050	215028	412024	27/10/2005	9	4,11
FRIDOLINE Aff.	AFF_NEEN050	215029	412025	06/07/2005	5	4,00
FRIDOLINE Aff.	AFF_NEEN060	215088	411961	27/10/2005	20	5,15
FRIDOLINE Aff.	AFF_NEEN060	215088	411963	06/07/2005	15	5,13
NI	AFF_NI250	453519	258050	11/11/2008	16	5,00
NI	AFF_NI400	455580	256862	10/11/2008	19	4,68
MWAMWAKEN	AFF_OUAM100	297071	362756	25/10/2005	48	5,98
POURINA	AFF_POU100	473460	239765	13/11/2008	14	4,57
POURINA	AFF_POU150	473879	240062	13/11/2008	19	4,95
RIVIERE SALEE	AFF_SAL 100	295 645	333 957	03/12/2010	17	4,41
RIVIERE SALEE	AFF_SAL 100	295 645	333 957	11/02/2010	38	5,45
WAYO WIA aff. RG	AFF_WAYO050	373248	311158	05/07/2005	9	3,78
WAYO WIA aff. RG	AFF_WAYO050	373248	311158	20/10/2005	23	4,74
WAYO WIA aff. RG	AFF_WAYO050	373 248	311 158	05/11/2008	12	4,33
WAYO WIA aff. RG	AFF_WAYO100	373697	310905	20/10/2005	5	4,60
WAYO WIA aff. RG	AFF_WAYO100	373700	310905	05/07/2005		
XWE BWI	AFF_XWE050	441767	266400	18/10/2005	26	5,23
FRIDOLINE Aff.	ALPHA_SUD	215 727	411 118	25/11/2010	27	5,11
CREEK BAIE NORD	Amont STEP	492058	207550	15/02/2005	10	4,10
SANS NOM	ARAB01	212 135	418 213	26/03/2008	9	3,56
SANS NOM	ARAB02	212 871	417 942	26/03/2008	23	4,30
CREEK BAIE NORD	Aval STEP	492058	207550	15/02/2005	11	3,45
RIVIERE BLEUE	BLYA050	463042	237008	10/10/1999	16	6,06
RIVIERE BLEUE	BLYA050	463041	237009	18/12/2002	17	5,82

RIVIERE BLEUE	BLYA075	464290	235821	18/12/2002	31	6,03
RIVIERE BLEUE	BLYATE100	467844	233338	18/12/2002	31	5,71
BOUEO	BOUEO	216 061	414 150	26/11/2010	28	5,64
CARIGOU	CA0	452482	225840	17/10/1996	23	6,13
CARIGOU	CA0	452482	225840	24/02/1997	14	6,43
CARIGOU	CA0	452482	225840	22/06/1997	23	6,61
CARIGOU	CA0	452482	225840	27/11/1997	35	6,06
VOH	CAAVADHAAN	277445	360166	21/11/1999	26	5,42
TIOMBOLA	CAPTAGE POROUDA	281429	353552	20/11/1999	39	5,90
SANS NOM	captage_pipoua	154 116	495 812	01/11/2007	21	4,38
CARIGOU	CARIG100	448321	227420	17/10/1996	18	4,50
CARIGOU	CARIG100	448321	227420	24/02/1997	22	5,00
CARIGOU	CARIG100	448321	227420	22/06/1997	22	5,32
CARIGOU	CARIG100	448321	227420	27/11/1997	29	5,55
Cascade	CASB01	211 147	414 743	28/03/2008	29	4,79
Cascade	CASB02	210 988	414 887	28/03/2008	15	4,47
Cascade	CASB03	209 851	414 564	27/03/2008	13	4,23
GORO	CASCADE DE GORO	504463	211794	07/11/1999	8	4,38
CONFIANCE	CF3	274737	349499	24/01/1997	14	5,21
CONFIANCE	CF3	274737	349499	04/06/1997	22	5,09
CONFIANCE	CF3	274737	349499	26/10/1997	34	5,56
COULEE	CLO	464248	225271	18/10/1996	18	6,22
COULEE	CLO	464243	225271	02/02/1997	20	6,10
COULEE	CLO	464248	225271	21/06/1997	22	6,00
COULEE	CLO	464248	225271	31/10/1997	29	5,93
LEMBI	CL1	466550	221205	18/10/1996	30	5,63
LEMBI	CL1	466550	221205	02/02/1997	26	6,38
LEMBI	CL1	466550	221206	21/06/1997	34	5,71
LEMBI	CL1	466550	221205	31/10/1997	34	5,88
LEMBI	CL2	464437	218917	18/10/1996	21	5,10
LEMBI	CL2	464437	218917	02/02/1997	26	5,73
LEMBI	CL2	464437	218917	21/06/1997	22	5,45
LEMBI	CL2	464437	218917	31/10/1997	19	5,53
CREEK COCO	COCO-020	271037	358110	05/10/2000	30	5,30
CREEK COCO	COCO-030	268733	354931	05/10/2000	26	4,96
MUEO	COL DU NEKORO	300746	323082	19/11/1999	14	3,86
CONFIANCE	CONF-015	275883	350569	07/10/2000	30	5,60
CREEK BAIE NORD	CONFLUENCE 6T	491876	207374	15/02/2005	14	4,07
CREEK BAIE NORD	CONFLUENCE 6T	491873	207370	22/03/2006	13	4,15
CREEK BAIE NORD	CONFLUENCE 6T	491876	207372	22/06/2006	10	4,70
CREEK BAIE NORD	CONFLUENCE 6T	491876	207372	30/06/2006	10	4,70
CREEK BAIE NORD	CONFLUENCE 6T	491873	207372	03/08/2006	17	4,12
CREEK BAIE NORD	CONFLUENCE 6T	491876	207372	20/09/2006	20	4,60
CREEK BAIE NORD	CONFLUENCE 6T	491876	207372	25/10/2006	18	4,28
CREEK BAIE NORD	CONFLUENCE 6T	491876	207372	22/11/2006	21	4,76
CREEK BAIE NORD	CONFLUENCE 6T	491876	207372	20/12/2006	22	4,32
CREEK BAIE NORD	CONFLUENCE 6T	491876	207372	07/02/2007	18	4,78
CREEK BAIE NORD	CONFLUENCE 6T	491876	207372	21/02/2007	20	4,40
CREEK BAIE NORD	CONFLUENCE 6T	491876	207372	28/03/2007	15	4,47
CREEK BAIE NORD	CONFLUENCE 6T	491876	207372	27/04/2007	12	4,17
CREEK BAIE NORD	CONFLUENCE 6T	491876	207372	23/05/2007	13	4,77
CREEK BAIE NORD	CONFLUENCE 6T	491876	207372	20/06/2007	16	4,75
CREEK BAIE NORD	CONFLUENCE 6T	491876	207372	25/07/2007	7	4,57
CREEK BAIE NORD	CONFLUENCE 6T	491876	207372	15/08/2007	14	4,64
CREEK BAIE NORD	CONFLUENCE 6T	491876	207372	03/10/2007	11	4,82
CREEK BAIE NORD	CONFLUENCE 6T	491876	207372	09/10/2007	11	5,09
CREEK BAIE NORD	CONFLUENCE 6T	491876	207372	14/11/2007	11	4,91
CREEK BAIE NORD	CONFLUENCE 6T	491876	207372	19/12/2007	14	4,71
CREEK BAIE NORD	CONFLUENCE 6T	491876	207372	30/01/2008	12	4,67
CREEK BAIE NORD	CONFLUENCE 6T	491876	207372	15/04/2008	5	6,20

CREEK BAIE NORD	CONFLUENCE 6T	491876	207372	08/05/2008	6	4,83
CREEK BAIE NORD	CONFLUENCE 6T	491876	207372	05/06/2008	4	4,25
CREEK BAIE NORD	CONFLUENCE 6T	491876	207372	01/07/2008	7	5,14
CREEK BAIE NORD	CONFLUENCE 6T	491876	207372	07/08/2008	10	4,30
CREEK BAIE NORD	CONFLUENCE 6T	491876	207372	09/09/2008	15	4,73
CREEK BAIE NORD	CONFLUENCE 6T	491876	207372	07/10/2008	8	4,38
CREEK BAIE NORD	CONFLUENCE 6T	491876	207372	13/11/2008	13	4,08
CREEK BAIE NORD	CONFLUENCE 6T	491876	207372	09/12/2008	12	4,33
CREEK BAIE NORD	CONFLUENCE 6T	491876	207372	10/02/2009	10	3,90
CREEK BAIE NORD	CONFLUENCE 6T	491876	207372	04/04/2009	6	4,33
CREEK BAIE NORD	CONFLUENCE 6T	491876	207372	21/04/2009	5	4,40
CREEK BAIE NORD	CONFLUENCE 6T	491876	207372	05/05/2009	10	3,90
CREEK BAIE NORD	CONFLUENCE 6T	491876	207372	20/06/2009	20	4,85
CREEK BAIE NORD	CONFLUENCE 6T	491876	207372	10/04/2009	15	4,67
CREEK BAIE NORD	CONFLUENCE 6T	491876	207372	07/05/2009	26	4,54
CREEK BAIE NORD	CONFLUENCE 6T	491876	207372	10/09/2009	20	4,45
COULEE	COULE100	464248	225271	21/10/2005	35	5,74
COULEE	COULE220	460815	223444	21/10/2005	23	5,39
COULEE	COULE230	461243	222464	21/10/2005	28	5,21
COULEE	COULE300	462034	219766	18/10/1996	12	4,08
COULEE	COULE300	462032	219767	02/02/1997	16	4,69
COULEE	COULE300	462033	219766	21/06/1997	12	4,58
COULEE	COULE300	462033	219766	31/10/1997	12	4,08
COUVELEE	COUV075	447053	232260	17/10/1996	11	4,09
COUVELEE	COUV075	447053	232261	01/02/1997	5	5,80
COUVELEE	COUV075	447055	232261	22/06/1997	6	6,00
COUVELEE	COUV075	447053	232263	25/11/1997	19	5,37
COUVELEE	COUV100	448272	230626	25/10/1996	18	5,06
COUVELEE	COUV100	448269	230629	01/02/1997	8	5,25
COUVELEE	COUV100	448272	230622	22/06/1997	15	4,93
COUVELEE	COUV100	448273	230619	25/11/1997	17	5,82
POVIO	CPOB02	194874	437766	30/11/2007	17	4,35
CREEK LUCKY	Creek Lucky amont step militaire	466182	214722	14/02/2005	25	5,28
GAAE	CTIB01	192902	437566	30/11/2007	20	4,50
DAOUI	DAOUI 1	339902	303303	20/10/1999	19	5,53
DAOUI	DAOUI 2	338544	300936	20/10/1999	31	5,48
SANS NOM	DJEB01	212 054	413 251	25/03/2008	16	5,00
SANS NOM	DJEB01	212 054	413 251	23/11/2010	23	4,96
SANS NOM	DJEB02	211 426	412 373	27/03/2008	11	4,45
DJEHETTE	DJEB03	211 677	413 738	29/03/2008	16	4,38
DJEHETTE	DJEB04	211 395	413 578	28/03/2008	13	4,77
DJEHETTE	DJEB05	210 609	412 199	28/03/2008	15	4,13
DOTHIO	DOTHIO AMONT	411898	291321	12/01/2000	26	5,96
DOTHIO	DOTHIO AMONT	411898	291321	11/08/2000	31	6,03
DUMBEA	DUMB050	452187	230930	22/01/2004	20	5,55
DUMBEA	DUMB100	455178	229091	25/10/1996	25	5,36
DUMBEA	DUMB100	455178	229093	01/02/1997	13	5,77
DUMBEA	DUMB100	455180	229090	22/06/1997	19	5,26
DUMBEA	DUMB100	455178	229090	25/11/1997	31	5,48
DUMBEA	DUMB200	454100	229038	22/01/2004	7	4,86
DUMBEA	DUMB300	452922	229750	22/01/2004	13	4,85
DUMBEA	DUMB550	448312	228622	25/10/1996	10	4,30
DUMBEA	DUMB550	448312	228622	01/02/1997	14	3,93
DUMBEA	DUMB550	448314	228620	22/06/1997	12	4,25
DUMBEA	DUMB550	448312	228620	27/11/1997	22	4,73
affluent RG Pouembout	EGL100	297 679	338 440	11/11/2010	34	5,79
CREEK A PAUL	ETA_CENTRE	213 316	411 504	24/11/2010	19	4,74
SANS NOM	FANB01	211 596	416 264	29/03/2008	17	4,35
SANS NOM	FANB02	209 185	417 014	29/03/2008	24	4,71

FAUSSE YATE	FYAT200	495600	226341	07/11/1999	15	5,33
GAWE LA MADAR	GAA300	156 364	493 983	01/11/2007	32	5,13
affluent RG Pouembout	GRA100	296 722	338 139	10/11/2010	34	5,76
XWE HWAA	HWAA 100	415356	270021	04/02/2005	17	4,76
XWE HWAA	HWAA 100	415356	270021	17/11/2004	28	5,29
XWE HWAA	HWAA_Af_cap	413003	269069	17/11/2004	41	5,78
XWE HWAA	HWAA_Af_jardin	414541	269850	04/02/2005	31	5,48
XWE HWAA	HWAA_Af_RG1	415205	269846	17/11/2004	22	5,73
SANS NOM	K10 amont	300 094	334 686	11/02/2010	26	5,50
SANS NOM	K10 aval	300 172	334 561	11/02/2010	21	5,14
RIVIERE SALEE	K7	296 960	333 984	03/12/2010	29	5,48
OJENIPA	K8	298 790	334 091	02/12/2010	11	4,00
OJENIPA	K8_AF	298 743	334 145	02/12/2010	12	4,08
KADJI	KADJI	491976	212801	06/11/1999	20	5,10
KADJI	Kadji Aval	491874	209525	15/02/2005	8	3,25
KARIKOUIE	KARIKOUIE 0	440713	234620	19/10/1999	34	6,21
KATAVITI	KATA-t-010	279120	351159	20/11/1999	25	5,08
KOUE	KOUE	498463	211000	18/11/1999	14	5,14
KOUE NORD	KOJEN050	499316	212294	02/11/2005	26	5,04
KOUE NORD	KOJEN100	499130	211968	02/11/2005	24	4,79
KU	KU	500332	223274	18/11/1999	14	6,21
KOUAKOUE	KWAK100	460924	251851	13/01/2004	23	5,09
KOUAKOUE	KWAK200	461500	252612	13/01/2004	18	4,72
KOUE OUEST	KWE OUEST 3-B			10/10/2007	10	5,20
KOUE OUEST	KWE OUEST 3-B			30/01/2008	9	4,00
KOUE OUEST	KWE OUEST 3-B			16/04/2008	5	4,20
KOUE OUEST	KWE OUEST 3-B			02/07/2008	7	5,00
KOUE OUEST	KWE OUEST 4-M			10/10/2007	8	4,38
KOUE OUEST	KWE OUEST 4-M			31/01/2008	6	5,50
KOUE OUEST	KWE OUEST 4-M			16/04/2008	5	4,40
KOUE OUEST	KWE OUEST 4-M			02/07/2008	8	5,50
KOUE OUEST	KWE OUEST 4-N			10/10/2007	10	4,40
KOUE OUEST	KWE OUEST 4-N			31/01/2008	12	4,75
KOUE OUEST	KWE OUEST 4-N			16/04/2008	3	3,33
KOUE OUEST	KWE OUEST 4-N			02/07/2008	7	4,29
RIVIERE DES LACS	MADE050	483683	215688	30/06/2005	17	5,71
RIVIERE DES LACS	MADE050	483686	215686	02/11/2005	22	5,50
RIVIERE DES LACS	MADE100	488190	219183	16/05/2005	17	4,47
MOIS DE MAI	MAI100	468409	230778	14/12/2002	43	6,21
MAMIE	MAMIE 1	452791	221156	18/10/1999	28	5,86
MEA	MEA100	403108	301521	19/10/2005	19	5,05
MEH	MEH100	426558	284922	12/01/2000	7	4,86
MEH	MEH100	426551	284922	11/08/2000	20	5,15
MOINDAH	MOIN050	329618	311778	24/10/2005	16	5,38
MOINDAH	MOIN050	329618	311778	29/06/2005	20	5,05
MOINDAH	MOIN200	325167	311275	29/06//2005	27	5,33
FRIDOLINE Aff.	NACRITE_EST-ALPHA	215 851	411 214	25/11/2010	25	5,08
NAKALE	NAKALE	414840	280104	11/01/2000	18	4,89
NAKALE	NAKALE	414841	280106	10/08/2000	22	5,64
NBOABOU	NBO100	295 665	337 662	04/11/2009	31	5,32
NEMBURU	NEBU300	416121	281092	11/01/2000	23	5,35
NEMBURU	NEBU300	416121	281092	10/08/2000	23	5,26
NEMBURU	NEBU300	416121	281092	19/10/1996	20	5,10
NEMBURU	NEBU300	416121	281092	30/01/1997	13	4,69
NEMBURU	NEBU300	416122	281092	14/06/1997	14	4,43
NEMBURU	NEBU300	416121	281092	29/10/1997	23	4,74
FRIDOLINE	NEEN100	217905	410935	27/10/2005	26	5,42
FRIDOLINE	NEEN100	217905	410935	06/07/2005	21	5,33
NEMBURU	NEMBURU AMONT	419898	280664	11/01/2000	22	5,59
NEMBURU	NEMBURU AMONT	419895	280664	10/08/2000	23	5,70

NEOUATE	NEO050	294 938	337 633	04/11/2009	19	4,42
NEOUATE	NEO200	294 569	337 972	04/11/2009	35	5,14
NEPIA	NEPI-010	269790	350930	20/11/1999	26	5,15
NEPIA	NEPI-010	269790	350930	07/10/2000	30	5,27
NI	Ni 1	451508	247267	01/12/2004	30	6,03
NI	NI 100	451933	245431	01/12/2003	24	5,92
NI	NI 200			12/12/2003	1	4,00
NI	NI200	452737	257062	11/11/2008	14	4,50
Nobo-Kalavéré	NOBO100	329 168	306 532	15/12/2008	47	6,15
NODELA	NODE 400	330889	305833	13/05/2005	42	5,88
NOEAN	NOEA100	152348	499285	06/12/2005	11	3,73
SANS NOM	OHLB01	210 783	415 596	28/03/2008	12	4,00
SANS NOM	OHLB02	210 787	416 064	28/03/2008	25	4,84
SANS NOM	OHLB03	209 791	415 535	27/03/2008	18	4,44
OUAMBAYEE	OUAB01	214 072	415 977	26/03/2008	22	5,18
OUENDE	OUEN-002	308569	339898	05/10/1996	33	6,33
OUENDE	OUEN-002	308573	339892	23/01/1997	23	6,48
OUENDE	OUEN-002	308573	339892	03/06/1997	27	6,19
OUENDE	OUEN-002	308569	339898	25/10/1997	34	6,00
QUINNE	QUIN100	456369	241370	02/12/2003	22	5,36
QUINNE	Quin2	454187	240722	02/12/2004	27	5,44
QUINNE	QUIN200	467700	245470	13/01/2004	18	4,78
SANS NOM	PAIROME	157 359	490 539	30/10/2007	28	5,07
PAKE	PAKE			31/01/2008	16	5,13
PAKE	PAKE			16/04/2008	4	3,75
CREEK PANDANUS	PAND_BRL	331890	302686	20/10/1999	32	5,44
PANDANUS	PAND-010	276284	353576	10/10/2000	20	4,90
PANDANUS	PAND-020	274838	353125	10/10/2000	16	4,63
PANDANUS	PAND-030	273242	350018	09/10/2000	27	4,89
PANDANUS	PANDANUS CR 24	272446	351842	20/11/1999	27	5,48
PAPAINDA	PAP100	298 340	338 641	10/11/2010	33	5,67
CREEK A PAUL	PAUL200	212 897	410 682	28/12/2010	17	5,00
CREEK A PAUL	PAUL400	211 465	410 694	28/12/2010	21	4,57
OUENDE	PB0	309543	339224	05/10/1996	27	6,52
OUENDE	PB0	309543	339223	23/01/1997	38	6,29
OUENDE	PB0	309544	339224	03/06/1997	34	6,68
OUENDE	PB0	309544	339224	25/10/1997	44	6,27
SANS NOM	PBO100	496386	205130	16/05/2005	10	3,90
CREEK COCO	PISTE DES 2 VALLEES	269510	355581	21/11/1999	20	4,95
PANDANUS	PND100	299 225	338 651	11/11/2010	28	5,86
RIVIERE BLANCHE	PONT 5	472733	228252	14/12/2002	25	6,08
PORO	PORO_SOURCE	406073	298986	19/10/2005	13	4,46
PORO	PORO100	405518	299152	19/10/2005	20	5,25
POURINA	POU100	473470	239704	13/11/2008	13	5,15
POURINA	POU300	475665	241318	14/11/2008	21	5,14
POUEVALO	POUV100	232921	393510	26/10/2005	36	5,75
POVIO	POVB03	194 653	437 935	30/11/2007	3	5,33
RIVIERE BLEUE	RIVIERE BLEUE 2	465797	233783	10/10/1999	24	6,63
RIVIERE DES LACS	RIVIERE DES LACS	487928	219212	06/11/1999	23	5,43
RIVIERE DU TROU BLEU	RIVIERE TROU BLEU	499071	207298	18/11/1999	18	4,33
RIVIERE SALEE	SAL 100	296 518	333 875	11/02/2010	28	5,68
KOUE	STATION 1E	500041	208309	16/02/2005	6	3,83
KOUE	STATION 1E	500038	208316	03/08/2006	10	4,20
KOUE	STATION 1E	500038	208316	20/12/2006	16	4,69
KOUE	STATION 1E			28/03/2007	10	4,00
KOUE	STATION 1E			15/08/2007	11	4,45
KOUE	STATION 1E			10/10/2007	7	5,00
KOUE	STATION 1E			15/04/2008	3	3,33
KOUE	STATION 1E			01/07/2008	8	5,38
KOUE	STATION 1E			30/01/2008	9	4,89

KADJI	STATION 5E	491875	209525	03/08/2006	18	4,50
KADJI	STATION 5E	491875	209525	20/12/2006	21	4,29
KADJI	STATION 5E			28/03/2007	16	4,38
KADJI	STATION 5E			15/08/2007	20	4,50
KADJI	STATION 5E			09/10/2007	17	4,53
KADJI	STATION 5E			30/01/2008	16	4,19
KADJI	STATION 5E			15/04/2008	19	4,21
KADJI	STATION 5E			01/07/2008	12	4,67
CREEK COCO	TALE-010	271745	356050	05/10/2000	26	5,12
CREEK COCO	TALEA	269980	356540	21/11/1999	23	5,43
TENE	TENE050	353871	298046	26/10/1996	36	6,19
TENE	TENE050	353871	298046	31/01/1997	32	6,22
TENE	TENE050	353871	298039	15/06/1997	32	6,03
TENE	TENE050	353871	298046	30/10/1997	29	5,93
XWE HWAA	TH0	411998	270256	19/10/1996	12	5,33
XWE HWAA	TH0	411998	270249	30/01/1997	7	5,29
XWE HWAA	TH0	411998	270249	14/06/1997	13	5,85
XWE HWAA	TH0	412005	270241	29/10/1997	20	5,35
XWE MUE	TH7	420347	284828	19/10/1996	6	4,33
XWE MUE	TH7	420347	284828	30/01/1997	8	4,88
XWE MUE	TH7	420346	284828	14/06/1997	5	5,60
XWE MUE	TH7	420347	284828	29/10/1997	21	4,62
THY	THY 1	455448	223893	18/10/1999	38	5,95
THY	THY 2	455512	223209	18/10/1999	30	5,83
THY	THY 3	456085	221053	18/10/1999	28	5,36
OUA MENDIOU	TI1	297343	361166	06/10/1996	23	5,65
OUA MENDIOU	TI1	297343	361166	25/01/1997	24	5,88
OUA MENDIOU	TI1	297343	361166	05/06/1997	22	5,77
OUA MENDIOU	TI1	297343	361166	26/10/1997	29	5,69
TIAOUE	TIA050	294 688	335 967	02/11/2009	20	4,15
TIAOUE	TIA100	293 750	335 612	02/11/2009	44	5,55
TIIGE	TIGE100	153075	500073	06/12/2005	21	4,86
TOMO	TOMO100	417152	250195	07/07/2005	24	5,92
TOMO	TOMO100	417161	250190	24/10//2005	36	5,61
TONTOUTA	TONTOUTA 1	433962	253192	16/11/1999	19	4,79
TONTOUTA	TONTOUTA 2	430592	252583	16/11/1999	17	5,24
TONTOUTA	TONTOUTA 3	423530	248140	16/11/1999	22	4,91
CREEK A PAUL	VIVANO_CENTRE	213 757	411 495	24/11/2010	24	5,13
CREEK A PAUL	VIVANO_CONFLUENCE	213 563	411 211	24/11/2010	23	5,09
WAYO WIA	WAYO WIA	373678	310830	24/11/1999	9	3,56
WAYO WIA	WAYO200	373541	310787	05/07/2005	5	4,80
WAYO WIA	WAYO200	373541	310789	20/10/2005	9	3,56
WAYO WIA	WAYO200	373 529	310 719	05/11/2008	13	4,00
WAYO WIA	WAYO220	373999	310978	05/07/2005	6	4,17
WAYO WIA	WAYO220	374002	310978	20/10/2005	15	4,60
XWE BWI	XWE050	441706	266385	18/10/2005	17	4,18
YAHOUÉ	YAH0100	451369	222392	16/10/1996	26	5,92
YAHOUÉ	YAH0100	451369	222392	24/02/1997	24	5,88
YAHOUÉ	YAH0100	451369	222392	22/06/1997	29	5,93
YAHOUÉ	YAH0100	451369	222392	31/10/1997	36	6,17