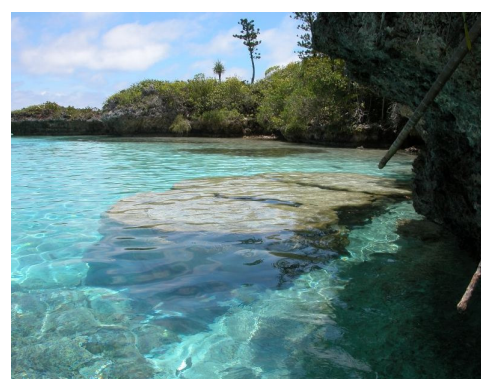
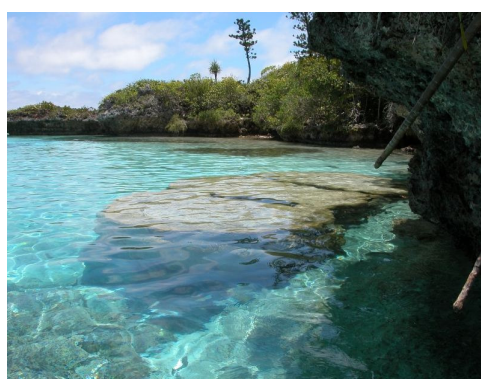


Comité de pilotage :
Gouvernement de NC (DAVAR), Province Sud (DENV),
Province Nord (DAN), Province des îles, Œil, CNRT



DEFINITION DES HYDRO-ECOREGIONS DANS LE CADRE DES CONSEILS DE L'EAU



RAPPORT D'ETAT D'AVANCEMENT : PHASES 1 ET 2



6-8 espace henry vallée
69366 Lyon cedex 07



7 bis rue Suffren
Imm. Le Kariba BP 76
98845 Nouméa

Novembre 2011

SOMMAIRE

1	INTRODUCTION :	3
2	PRINCIPE MÉTHODOLOGIQUE	5
3	LES DONNÉES BRUTES	7
4	ELABORATION DES HER	8
4.1	ANALYSE DES FACTEURS PRIMAIRES.....	8
4.1.1	Climatologie : précipitations	8
4.1.2	Climatologie : température.....	9
4.1.3	Relief.....	10
4.1.4	Géologie	12
4.1.5	Relation sol/végétation	14
4.1.6	Réseau hydrographique	16
4.1.7	Chimie de l'eau	17
4.2	PROPOSITION DE DÉCOUPAGE DES HER.....	17
4.3	VALIDATION DU DÉCOUPAGE.....	21

1 Introduction :

L'urbanisation et l'industrialisation croissante de la Nouvelle-Calédonie représentent aujourd'hui une menace pour les cours d'eau de l'île déjà soumis à des pressions anciennes (feux, exploitation forestière, agriculture, mines, rejets domestiques et industriels, espèces envahissantes...) Ces pressions, outre le fait d'avoir des impacts négatifs avérés sur la biodiversité dulçaquicole, mais également marine, exceptionnelle du territoire (la Nouvelle-Calédonie fait partie des 4 premiers « Hot Spots » mondiaux de la biodiversité), sont également susceptibles, en altérant cette biodiversité, de nuire aux services écosystémiques apportés par les cours d'eau (services d'approvisionnement, de régulation, à caractère social voire spirituel en Nouvelle-Calédonie dans la culture kanake).

Afin d'être en mesure d'établir une veille leur permettant de qualifier les impacts des pressions existantes et tout changement susceptible d'être induits par les menaces existantes, les gestionnaires de la ressources en eau ont besoin de disposer d'outils d'évaluation adéquats. A ce jour la Nouvelle-Calédonie dispose de plusieurs types d'outils adaptés (SEQ-eau adapté, indices biologiques en cours d'amélioration,...), reposant sur des approches méthodologiques diverses souvent dérivées d'approches métropolitaines plus ou moins adaptées localement en fonction des connaissances disponibles sur les milieux aquatiques calédoniens. L'avancée des connaissances, mais surtout le besoin croissant d'outils d'évaluation adaptés aux problématiques actuelles des gestionnaires de la ressource en eau et également des industriels, ont généré un besoin de révision des méthodologies employées.

Cette problématique n'est pas exclusive à la Calédonie, elle s'est récemment posée aux différents états membres européens suite à l'adoption en 2000 de la Directive Cadre européenne sur l'eau (DCE). Cette directive impose en effet à ces états de justifier du bon état écologique de leur cours d'eau à l'échéance 2015. Cette directive a surtout introduit une nouvelle philosophie de gestion des hydrosystèmes, qui imposa une révision de l'ensemble des méthodes de suivi existantes. En effet, afin de s'assurer de l'inter-comparabilité des différents systèmes de mesure de la qualité écologique des milieux aquatiques, cette directive impose de manière explicite l'expression des résultats de mesure sous forme de ratios de qualité écologique permettant une classification de l'état écologique (très bon à mauvais), ces ratios représentant la relation entre les valeurs des paramètres mesurés (principalement des bioindicateurs) pour une masse d'eau de surface donnée et les valeurs de ces paramètres dans les conditions de référence applicables à cette masse d'eau (Directive/2000/60/CE). Cette prescription sous-entend donc la nécessité de disposer d'une typologie des masses d'eau d'un territoire afin de définir pour chacune d'entre-elles les conditions de référence des différents paramètres biologiques, mais également physico-chimiques et hydro-morphologiques mesurés (Wasson et *al.*, 2002). L'annexe II de cette directive décrit pour chaque catégorie de masse d'eau la méthodologie à employer pour la caractérisation des différents types. En ce qui concerne la catégorie « eaux de surface », deux systèmes de caractérisation sont proposés et laissés au libre choix de chacun des états membres :

- Le système A propose une typologie fixe reposant sur le concept d'écorégion. Il définit les seuils de classement pour chacun des descripteurs retenus pour établir la typologie des masses d'eau au sein de chacune des écorégions ;
- Le système B permet à chacun des états membres de proposer une classification alternative du moment que cette dernière présente un degré de précision au moins équivalent au système A et intègre pour la définition des types les descripteurs

suivants : coordonnées géographiques (longitude et latitude), la géologie, l'altitude et les dimensions du réseau.

Pour la France métropolitaine, ainsi que pour les différents DOM (Guyane, Martinique, Guadeloupe et Réunion), une typologie fonctionnelle des masses d'eau a été établie selon l'approche des hydroécorégions (HER) couplée à une ordination du réseau selon la méthode des rangs de Strahler (Wasson *et al.*, 2002). Cette méthodologie reposant sur un cadre conceptuel identique à celui imposé par le système A, mais basée sur les déterminants primaires du fonctionnement des cours d'eau (et non sur la biogéographie des insectes aquatiques) et intégrant l'existence des discontinuités naturelles majeures de l'espace (masquée par le cadre rigide des classes prédéfinies par le système A), permet d'isoler des régions homogènes en termes de processus dominants et aboutit pour chaque région à définir une enveloppe de variabilité des paramètres de mesure à l'échelle du tronçon (Wasson *et al.*, 2002). Ce cadre conceptuel sera détaillé un peu plus dans le chapitre 1 du présent rapport. In fine cette typologie fournit donc une des bases permettant d'établir un référentiel permettant d'exprimer les résultats des différents paramètres mesurés sous la forme d'un ratio exprimant l'écart à la référence.

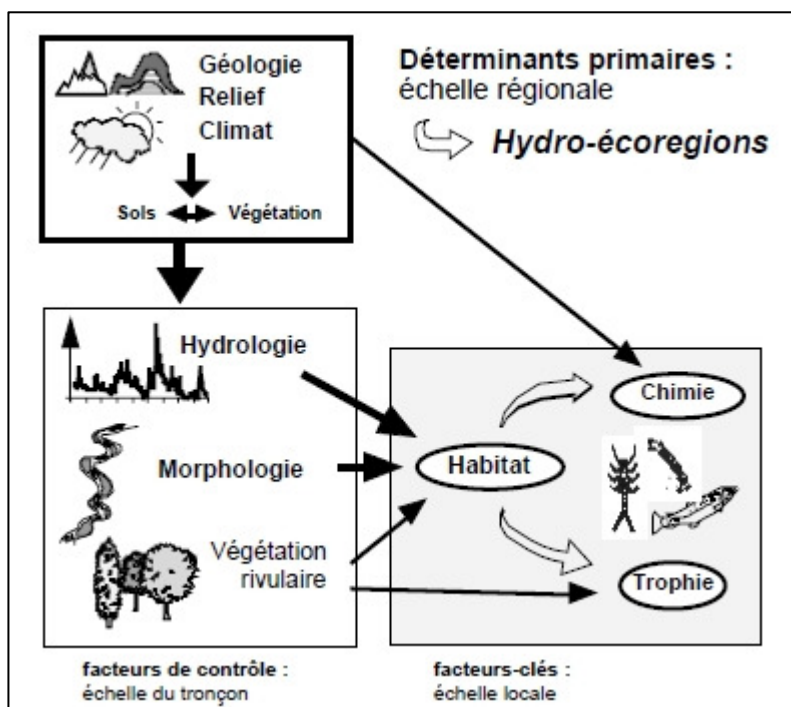
Suite aux ateliers tenus en Avril 2010 et organisés par l'ŒIL sur la gestion des hydrosystèmes dulçaquicoles calédoniens, de nombreuses propositions d'actions, dont la nécessité de disposer d'un référentiel cohérent du type HER, ont été validées, afin de faciliter la bonne gestion de ces milieux.

La présente étude financée conjointement par la Nouvelle-Calédonie (DAVAR) et la Province Sud (DENV) s'inscrit donc en réponse à ces propositions d'actions et a pour objectif de définir les premiers niveaux élémentaires (HER de niveau 1 et 2) à l'établissement d'une typologie des masses d'eau selon le référentiel développé en métropole et dans les DOM par le CEMAGREF. Cette étude se déroulera en 3 phases :

- Phase 1 : collecte des données et analyses de ces dernières ;
- Phase 2 : Traitement des données (définition des HER de niveau 1 et 2) ;
- Phase 3 : Constitution de la base de données SIG et détermination des conditions d'amélioration du projet.

2 Principe méthodologique

La démarche adoptée par le CEMAGREF pour la détermination des hydro-écorégions¹ en France métropolitaine et dans les DOM (Martinique, Guadeloupe, Guyane et Île de la Réunion) repose sur une approche descendante, telle qu'illustrée par le schéma² ci-dessous.



Elle se base sur l'enchaînement hiérarchique de facteurs influençant le fonctionnement écologique des cours d'eau : « la biodiversité et la productivité des communautés vivantes répondent aux facteurs clés que sont l'habitat physique et le climat aquatique au niveau local, eux-mêmes dépendants de facteurs de contrôle identifiables à l'échelle du tronçon que sont l'hydrologie, la morpho-dynamique fluviale et la structure de la végétation rivulaire. Ces facteurs de contrôle sont eux-mêmes dépendants de la géologie, du relief et du climat caractérisant des régions différentes ». Ces derniers

constituent les **facteurs primaires**.

Le CEMAGREF base sa méthodologie sur une analyse géographique du territoire à travers le traitement des données des **facteurs primaires**. La mise en place d'une analyse spatiale via des algorithmes paraît plus compliquée en raison des disparités régionales pour la prise en compte des facteurs primaires. Celle-ci imposerait un découpage territorial, afin de créer des « algorithmes régionaux ».

A titre d'exemple en France métropolitaine, dans la région méditerranéenne c'est le climat qui prédomine puis le relief et la géologie, alors qu'en plaine c'est le relief, le climat et la géologie. L'analyse successive des paramètres selon un « arbre décisionnel » permet d'aboutir à un zonage.

Toutefois il s'agit d'une forme d'analyse spatiale, mais sans avoir recours à des algorithmes et à la mise en place d'une pondération telle que cela est pratiqué pour des études sur la détermination de zones humides potentielles, d'analyse de la vulnérabilité, de l'érosion des sols...

Le territoire néo-calédonien est nettement plus petit que la France métropolitaine. Les disparités ne devraient pas être aussi marquées. Toutefois pour garder une cohérence entre les travaux du CEMAGREF en Métropole et en DOM nous aurons la même approche.

1 Pour des raisons de simplicité, nous écrirons HER dans la suite du rapport. HER-1 correspondra aux HER de niveau 1 et HER-2 à celles de niveau 2.

2 Wasson et al., Les hydro-écorégions en France métropolitaine, CEMAGREF juin 2002

Les données indispensables à la détermination des HER sont :

- le relief
- la géologie
- la climatologie
- le réseau hydrographique

Le chapitre suivant est une analyse critique des données mises à disposition pour élaborer les HER. Nous rappelons que comme dans toutes les analyses, la qualité et la précision du résultat sont directement liées à la fiabilité des données utilisées en amont.

L'échelle de travail en France métropolitaine était le 1/1 000 000ème. Elle n'est pas précisée dans les rapports méthodologiques pour les DOM. D'après les données disponibles dans le cadre de cette prestation, nous pouvons envisager une restitution au 1/250 000ème.

3 Les données brutes

Les données disponibles pour réaliser cette étude ont été téléchargées sur le site du Gouvernement³, de la Direction de l'industrie, des mines et de l'énergie de Nouvelle Calédonie (DIMENC)⁴ ou fournies par Météo-France NC. Les supports suivants ont été utilisés :

- **Climat** : Les données ont été fournies par Météo-France NC. Elles correspondent aux précipitations moyennes mensuelles en millimètres⁵ sur une période de retour de trente ans (1971 – 2000) pour les stations de mesure exploitées pour la modélisation.
- **Relief/Pente** : Le MNT50 en format raster a permis d'extraire les informations suivantes :
 - Forme du relief (ombrage et/ou analyse topographique)
 - Pente des versants
- **Géologie** : Carte simplifiée de la géologie provenant du site de la DIMENC
- **Hydrographie** : DAVAR
- **Géomorphologie** : ORSTOM 1980
- **Aptitude des sols** : ORSTOM 1979

L'analyse de la qualité des données est présentée en Annexe 1.

3 <ftp://ftp.gouv.nc/sig/PUBLIC/>

4 <ftp://dimenc:gslnPTC1@ftp.gouv.nc>

5 Les données raster ont une résolution de 1000 mètres (taille du pixel)

4 Elaboration des HER

4.1 Analyse des facteurs primaires

4.1.1 Climatologie : précipitations

L'analyse des précipitations annuelles (cf. carte 1.1 et carte d'analyse 1.2 en annexe 2) montre l'existence typique des milieux insulaires sur la Grande Terre d'une opposition au vent / sous le vent avec une côte Est au vent, très plus arrosée (>1700mm/an) et une côte Ouest sous le vent, plus sèche (<1700mm/an). Ce découpage est par ailleurs légèrement désaxé sur une composante « Nord/Est » / « Sud/Ouest » du fait de l'angle d'interception des alizés. Ceci a pour conséquence un régime de précipitation plus soutenu sur l'extrême Sud de la Grande Terre contrairement à l'extrême Nord moins arrosé

En ce qui concerne les îles Loyauté, l'île des Pins et l'archipel des Belep, nous pouvons constater que ces dernières sont toutes faiblement arrosées sur l'année en raison de l'absence de relief.

De manière générale, l'analyse de ce facteur permet de constater que les isohyètes ne sont pas délimitées par les lignes de crêtes mais sont étroitement corrélées aux courbes de niveau, au sein d'un même massif. **L'opposition Est/Ouest reste le point dominant de ce facteur.**

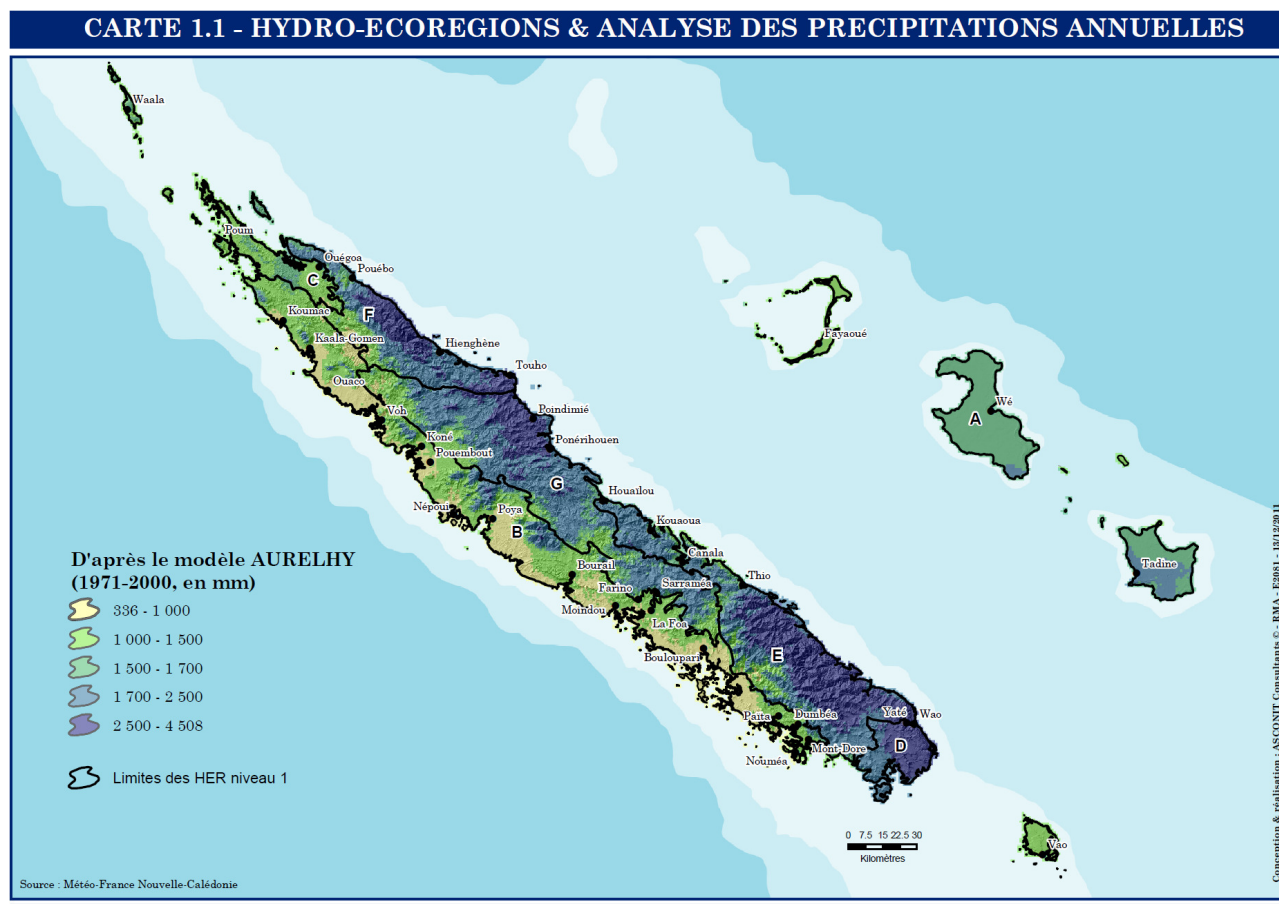
En s'intéressant plus spécifiquement à la côte au vent, nous pouvons mettre en évidence trois ensembles nettement plus arrosés (>2500mm/an). Il s'agit de massifs plus élevés et directement en « contact » avec l'océan, qui interceptent directement les masses nuageuses chargées en humidité (le massif ultrabasique du sud, le mont Panié et la zone située entre Touho et Ponérihouen).

L'analyse saisonnière montre que la répartition et la saisonnalité des précipitations sont cohérentes avec l'analyse annuelle. Aucune disparité n'est masquée. La délimitation au vent / sous le vent se vérifie sur les différentes saisons, même si sur certaines elle mériterait d'être plus proche de la côte Est. La grande saison des pluies l'influence beaucoup.

Les saisons ont été étudiées de la façon suivante (cf. non présentées dans ce rapport mais disponible sur demande) :

- gsp : grande saison pluvieuse (décembre à mars)
- pss : petite saison sèche (avril à mai)
- psp : petite saison pluvieuse (juin à août)
- gss : grande saison sèche (septembre à novembre)

Les seules limites qui seraient à adapter par rapport à la carte annuelle sont celles des trois principaux massifs. Ils se distinguent nettement en dehors de la grande saison des pluies. Le massif au sud est à étendre, il doit englober le lac de Yaté. La délimitation du massif à proximité de Poindimié est à étendre légèrement au sud. En revanche celle du massif au Nord vers Pouébo peut rester en l'état.



4.1.2 Climatologie : température

Contrairement aux précipitations qui permettent d'identifier quatre saisons, deux saisons se distinguent au niveau des températures. Après une analyse des données de météo-France et quelques tests, la distinction la plus marquée entre les saisons est la suivante :

- saison chaude : novembre à avril
- saison fraîche : mai à octobre

Globalement la carte des températures moyennes annuelles met uniquement en avant un zonage Nord – Sud (cf. carte analyse des températures en Annexe 2). Sur la Grande Terre, l'extrême nord et la transversale Nepoui/Poindimié sont passablement chauds avec des températures allant de 23 à 25° mais constamment au-delà des 21°. Le reste du territoire est plus hétérogène avec des valeurs restant cependant chaudes à tempérées allant de 17 à 25° une grande partie de l'année. Les îles de Lifou et Ouvéa ont des températures s'apparentant à la première zone, tandis que Maré et l'île des Pins sont équivalents au reste de la Grande Terre.

L'analyse saisonnière des températures et notamment celle de la saison chaude confirme la délimitation faite sur la carte annuelle. La carte de la saison fraîche ne modifie pas ce zonage. La répartition Nord-Sud des températures est liée à la situation géographique parmi la zone de transition « Tropique – zone tempérée de l'hémisphère Sud » et à sa forme allongée.

Les variations de températures sont toutefois modérées. L'amplitude thermique est faible puisqu'elle ne dépasse pas 10° entre la température moyenne du mois le plus doux et du mois le plus chaud à l'échelle de tout le territoire. A ce stade de l'analyse, nous pouvons dire que

les températures ne sont pas un critère déterminant. De plus il n'est pas constaté sur le terrain un quelconque zonage Nord-Sud au niveau de la faune et de la flore.

4.1.3 Relief

L'analyse orographique met en évidence des observations déjà mises en évidence lors de l'étude climatologique. Alors que les îles Loyauté ont, de par leur origine géologique, un faible relief, une très grande partie de la Grande Terre est située à plus de 250m d'altitude (cf. cartes 2 et 3) avec une nette démarcation Centre et Est plus montagneux versus littoral Ouest collinaire.

L'analyse cartographique plus fine met en évidence cinq grands ensembles :

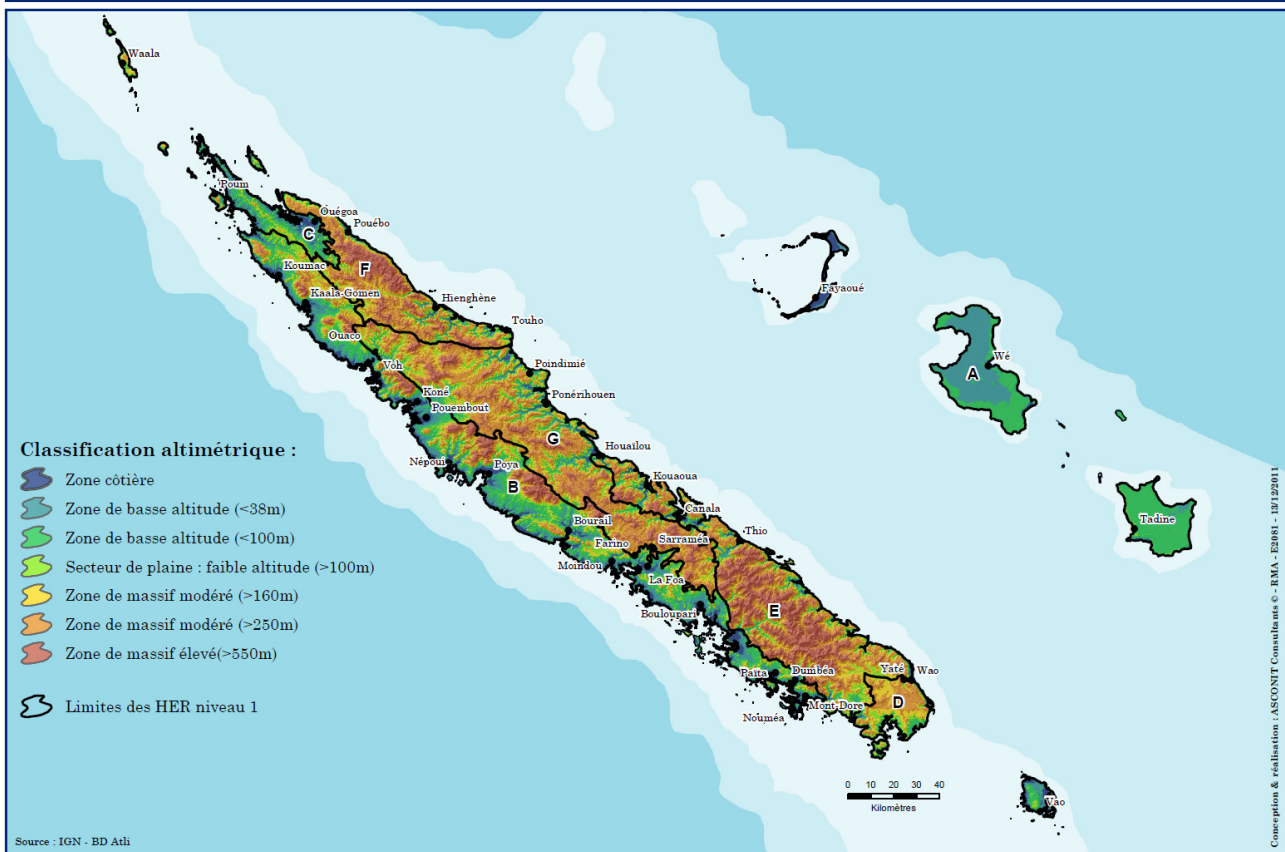
- le premier est constitué du massif ultrabasique du Sud s'étendant entre les Monts Humbolt et la montagne des Sources, auquel il faut ajouter les différents klippes de péridotites de la côte Ouest (Me-Maoya, Kopéto, Koniambo, Ouaco, Kaala-Gomen) et le Mont Panié au nord-est. Cet ensemble est caractérisé par la présence d'un relief marqué à forte pente ;
- Le deuxième est le secteur « montagneux » de la partie centre-est de la Grande Terre, secteur qui s'étend de la transversale Thio-Boulouparis au sud à la pointe de Pam au Nord de Ouégoa en excluant le massif du Mont Panié. Ce secteur présente un relief moins marqué que le précédent ;
- Le secteur du Grand Sud de la Grande Terre (plateau ultrabasique du Grand Sud), constitue le troisième ensemble. Ce secteur présente une altitude moyenne et de faible pente ;
- La plaine littorale de la côte ouest et l'archipel des Beleps, secteur de basse altitude et de faible relief, constituent le quatrième élément ;
- Les îles Loyauté et des Pins forment le dernier ensemble orographique.

Le massif ultrabasique du Sud entre les mont Humbolt et la montagne des sources est le secteur qui présente le relief le plus « marqué » avec des versants plus abrupts, plus pentus que les autres massifs du territoire. Le massif du Mont Panié présente également, mais dans une moindre mesure, un relief marqué aux versants abrupts. De manière générale le relief évolue très rapidement sur toute la façade Est où aucune plaine littorale n'est développée.

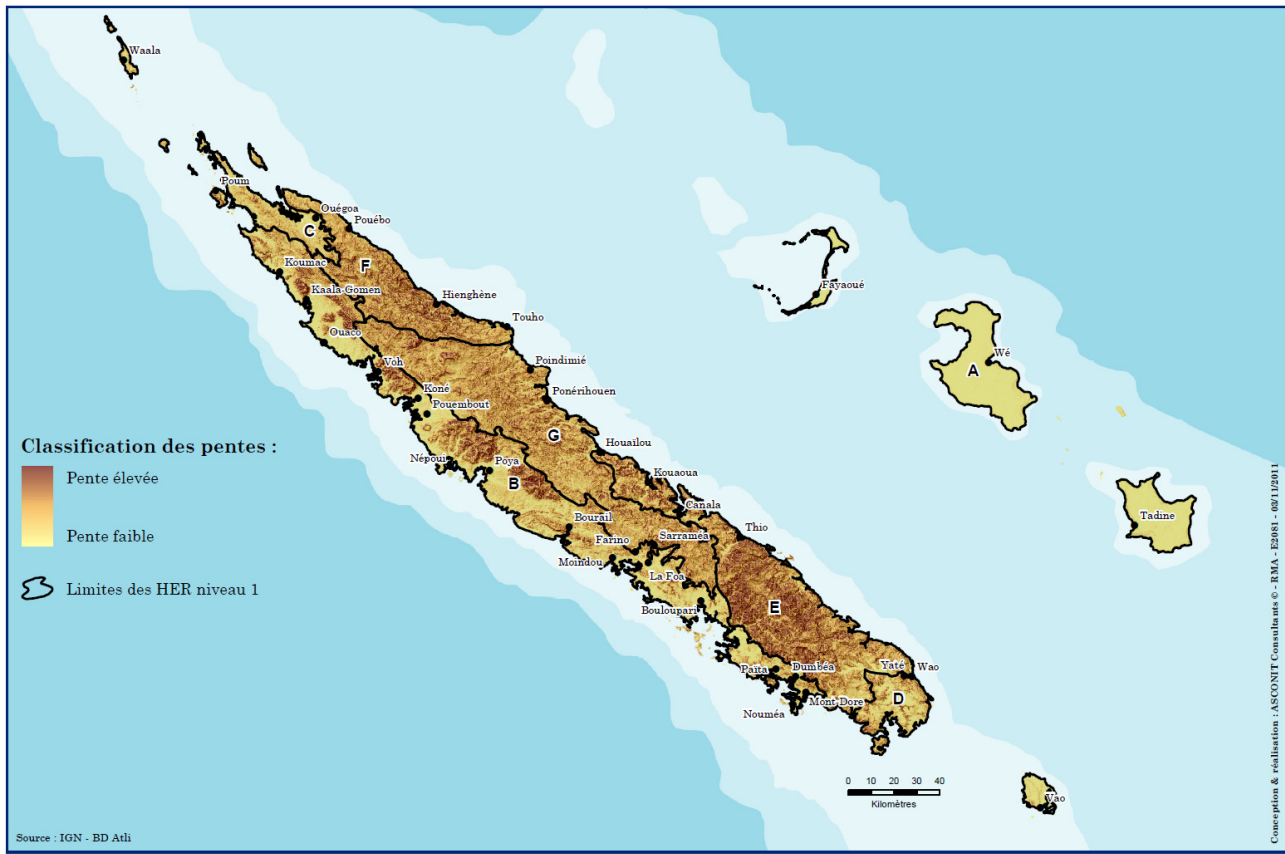
Sur la côte Ouest les massifs sont plus reculés et une plaine littorale plus ou moins développée est présente sur toute la franche littorale. Les cours d'eau occidentaux qui descendent de la chaîne, traversent donc une vaste plaine littorale avant de se jeter dans le lagon. Notons que certains d'entre eux se perdent au sein de cette plaine alluviale et aucun écoulement de surface n'atteint le lagon. Il faut également signaler la présence sur la partie occidentale de l'île de massifs isolés, correspondant aux différents klippes de péridotites.

Cette différence de relief entre les deux versants de la Grande Terre influence directement la morphologie des cours d'eau. En effet à l'est, la majorité des cours d'eau présente un linéaire réduit et une pente marquée jusqu'à leur rejet en mer. Seuls les principaux cours d'eau qui parcourent les différentes grandes vallées transversales de la chaîne centrale présentent un linéaire plus important et une pente moins marquée. A l'ouest, la présence de la plaine littorale confère aux cours moyens et inférieurs des creeks une morphologie différente. La pente est naturellement plus faible et les différents cours d'eau gagnent une dimension latérale que la topographie de la côte limite fortement.

CARTE 2 - HYDRO-ECOREGIONS & OROGRAPHIE

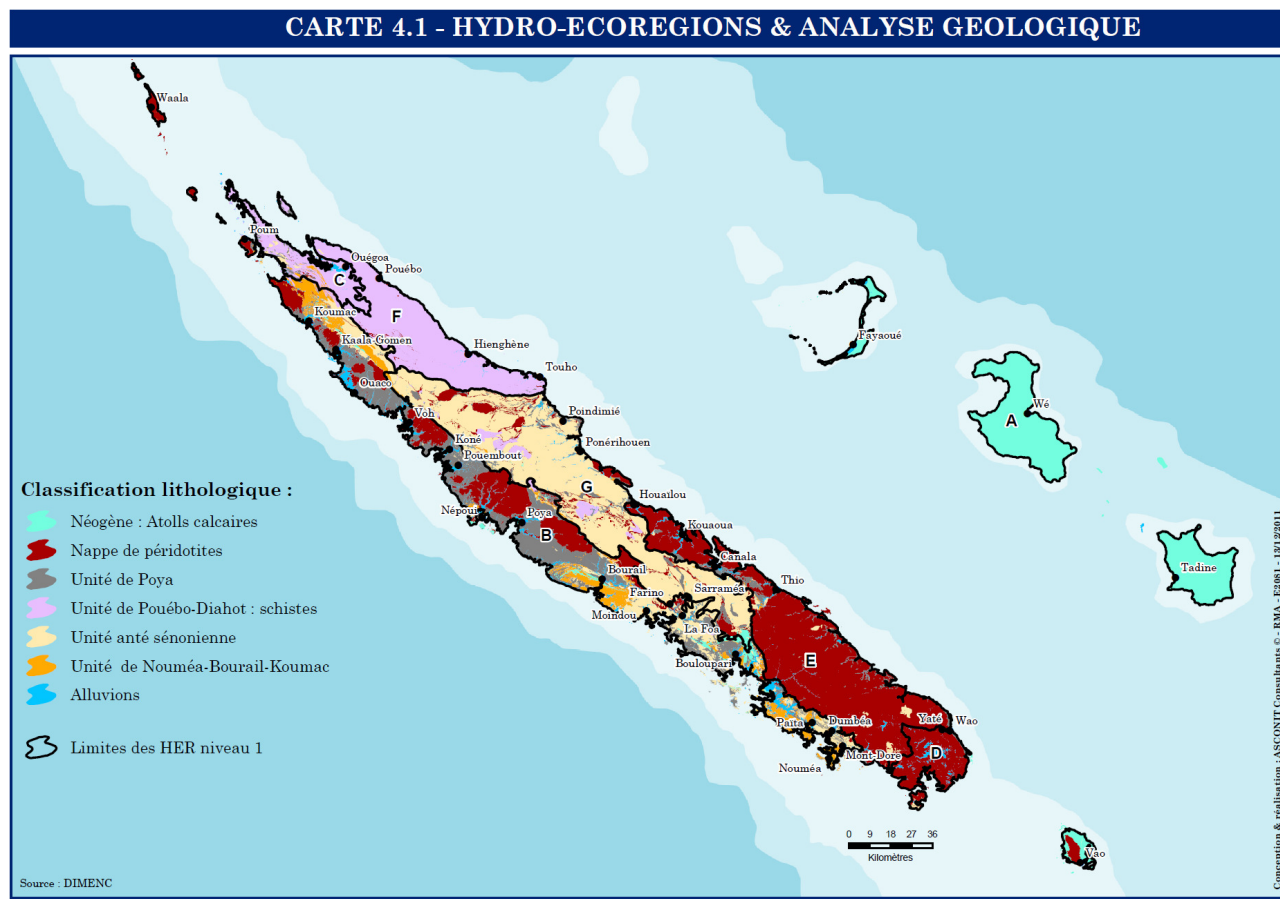


CARTE 3 - HYDRO-ECOREGIONS & PENTE



4.1.4 Géologie

La géologie est un déterminant primaire particulièrement complexe à traiter sur le territoire calédonien en raison de la multitude de phénomènes géologiques qui ont présidé la formation des entités pour une surface somme toute restreinte au regard des grands ensembles continentaux.



Afin de s'exonérer de cette complexité, qui peut nuire à la lecture du « paysage des cours d'eau », il a été choisi de baser en premier lieu le traitement sur une carte très simplifiée de la géologie calédonienne. Bien que les limites présentées sur ce support soient peu précises, elles laissent la possibilité d'effectuer des focus ultérieurement sans perturber la lecture des grandes unités.

La carte issue de cette catégorisation nous permet de mettre en évidence les grandes entités géologiques composant le territoire (cf. carte 4.1 et carte de travail 4.2 en annexe 3). Nous pouvons distinguer les grandes entités suivantes :

- **L'entité géologique 1** couvrant exclusivement les îles Loyauté néogène formée de roches détritiques et sédimentaires (récifs anciens soulevés).
- **L'entité géologique 2** qui correspond à la nappe des péridotites. Elle est composée de roches ultrabasiques plus ou moins altérées qui s'étend sur l'ensemble de la partie sud de la Grande Terre (sud d'une ligne Boulouparis-Thio), île des Pins comprise. Il faut également rattacher à cette dernière les différents klippes de péridotite présents sur la côte nord-ouest du territoire.

Au sein de cette entité, la région du Grand-Sud (sud d'une ligne Mont-dore/Nord Yaté) se distingue des autres régions de par la dominance des formations détritiques, peu représentés dans le reste de l'entité.

- **L'entité géologique 3** correspondant à l'unité de Poya qui s'étend sur la côte nord-ouest, autour des différents klippes de péridotites. Cette entité est constituée de roches cristallines volcaniques et de roches détritiques non ultrabasiques issues de l'altération des premières.
- **L'entité géologique 4** recouvrant la pointe Nord et la partie Nord-Est de la Grande Terre jusqu'à Touho. Cette entité est composée des schistes métamorphiques de l'unité du Diahot-Panié et de Pouébo.
- **L'entité géologique 5** composant le noyau central de la Grande Terre et regroupant toutes les unités anté Sénoniennes (roche cristalline métamorphique et roches détritiques/sédimentaires volcaniques).
- **L'entité géologique 6** composite de deux unités principales (formations sédimentaires et d'altération : cherts et calcaires pélagiques du Paléocène et flysh Eocène) couvrant la plaine littorale s'étendant entre Bourail et Nouméa, ainsi que la zone Nord-Ouest à proximité de Koumac.

Les données lithologiques ont été classifiées (cf. annexe 4) afin de pouvoir mettre en évidence deux des trois critères ayant une influence sur la morphologie des cours d'eau, l'habitat et le faciès géochimique des eaux :

- la **résistance à l'érosion** : a une incidence sur les formes du relief (crêtes aigues ou arrondies), la forme des vallées (thalweg profond ou ouvert) et le profil en long des cours d'eau, ainsi que sur la nature et la forme des matériaux du lit (sédiment grossier ou fin).
- la **perméabilité** : a une incidence directe sur le fonctionnement hydrologique des cours d'eau par rapport aux écoulements à l'étiage, aux crues, ainsi que sur le drainage des bassins versants (densité de drainage : une roche imperméable ne permet pas à l'eau de s'infiltrer, un réseau généralement dense s'organise).

Tableau des caractéristiques lithologiques des principales entités (cf. cartes 10 perméabilité et 11 érosion en annexe 3).

Entité géologique	Sensibilité à l'érosion (type)	Perméabilité	Type d'écoulement
1. Néogène	Faible (chimique)	Perméable	Pas de cours d'eau
2. Nappe péridotite	Forte (chimique et mécanique)	Peu perméable (sauf plaine des lacs perméable)	Torrentiel (réseau dense)
3. Unité de Poya	Faible (mécanique)	Peu perméable	Mixte
4. Unités Pouébo/Diahot	Forte (mécanique)	Imperméable	Torrentiel
5. Unités Anté Sénoniennes	Moyenne (mécanique)	Peu perméable à imperméable	Mixte
6. Unité Nouméa/Bourail/Koumac	Moyenne à forte (chimique et mécanique)	Peu perméable à perméable	Mixte

4.1.5 Relation sol/végétation

La géomorphologie représente une composante qui traduit l'influence des déterminants primaires (climat/relief/géologie). Elle n'est donc pas majeure dans la construction des HER, mais peut être un outil supplémentaire de lecture du territoire donc d'évaluation d'influence sur les milieux aquatiques. En corollaire, les qualités agrologiques des terres, résultant de la géomorphologie et la pédologie, apporte encore un niveau de lecture supplémentaire.

Nous avons basé notre analyse de cette composante sur les cartes produites par l'IRD de 1973 à 1980 (cf. carte 5 et 6). Ces cartes synthétiques permettent de discriminer certains sous-ensembles sans doute à même de définir des HER de niveau 2 si les développements ultérieurs le suggèrent.

Géomorphologie :

- Tel que le laissait comprendre l'analyse du relief, **une grande partie de la Grande Terre suit un modelé montagneux** parsemé de plateaux au niveau de la Chaîne centrale et sa façade Est.
- La **façade Ouest et à l'extrême Nord se caractérise par un modelé collinaire et alluvial**, si on excepte les klippes du Nord-Ouest. Malgré cette unité morphologique, nous avons vu précédemment que la géologie avait une influence importante sur ce modelé collinaire, lui procurant une certaine hétérogénéité : les collines sont préférentiellement à crête aigues et pente forte sur la partie Sud allant du nord de Bourail à Nouméa, tandis qu'elles sont plus faiblement ondulées au Nord de cet ensemble.
- **L'extrême Sud se détache** clairement de l'ensemble montagneux du Sud Est **en formant la plaine des lacs** : dépôts colluviaux et fluvio-lacustres soumis à des processus de dissolution par karst péridotitiques.

L'aptitude culturelle et forestière :

- Une **grande partie du territoire présente une qualité agrologique médiocre à mauvaise** et ceci principalement sur les zones de relief et/ou sur substrat ultrabasique. Dans cet ensemble se distingue à nouveau la pénélaine des massifs de roches ultrabasiques du Sud (plaine de lacs) modelant des sols très pauvres chimiquement.
- A l'inverse, la façade Ouest, si on excepte les klippes du Nord-Ouest, se distingue par des sols de moyenne à bonne qualité (surtout en zone alluvionnaire). Ce second ensemble, bien que partiellement hétérogène, renforce néanmoins l'idée d'unité de fonctionnement des déterminants primaires.

15 / 40



Conception & réalisation : ASCONIT Consultants © - RMA - E2081 - 13/12/2011

Source : IRD



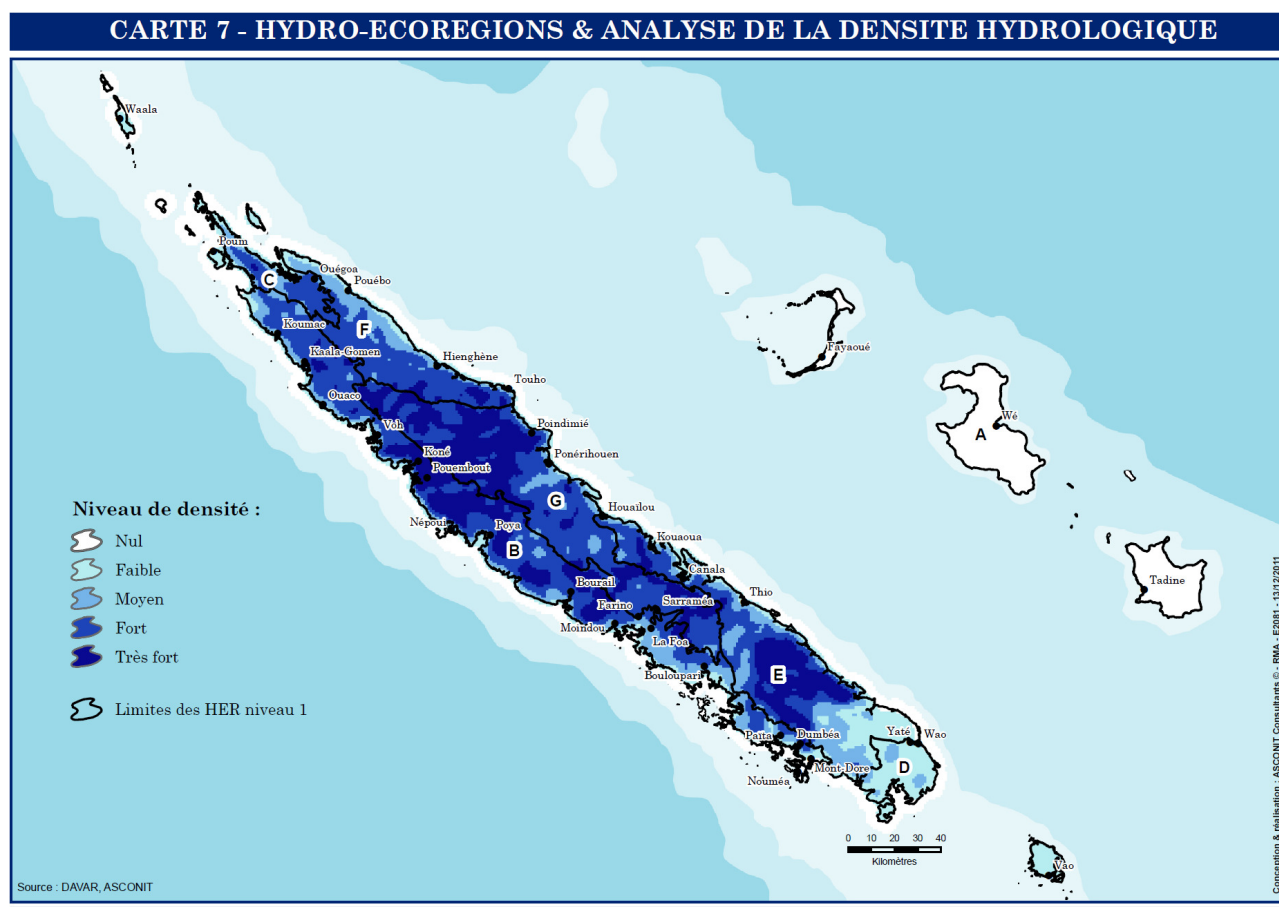
Conception & réalisation : ASCONIT Consultants © - RMA - E2081 - 13/12/2011

4.1.6 Réseau hydrographique

A partir de la table attributaire de la couche morphopédologique nous avons pu établir une cartographie des différents types de cours d'eau du territoire (cf. carte 7 et carte de type de réseau hydrographique Annexe 5). La carte établie nous permet de constater que le réseau hydrographique calédonien est majoritairement dendritique. Ce type de réseau s'observe généralement sur un substratum de lithologie homogène⁶. Au sein de ce réseau dendritique se distinguent toutefois quatre sous-ensembles :

- réseau dendritique sur une grande partie de Grande Terre
- réseau torrentiel sur les massifs de roches cristallines ultrabasiques et les schistes sédimentaires
- réseau côtier sur la façade Ouest
- réseau à méandres principalement sur la pointe sud de l'île et au droit de plusieurs plateaux latéritiques de la côte est entre Canala et Ponérihouen, des plateaux des différents klippes et des plateaux de l'archipel des Belep.

L'île des Pins et Belep sont les deux seules îles en dehors de la Grande Terre à avoir des cours d'eau. Leurs caractéristiques géologiques étant proches de celles de l'île principale, ce sont en effet des « parties de la Grande Terre » qui se sont détachées.



⁶ Bravard, Petit, Les cours d'eau « Dynamique du système fluvial », A.Colin 2000.

D'autre part, à partir des couches représentant le réseau hydrologique primaire et secondaire du territoire, nous avons pu représenter spatialement le niveau de densité du réseau hydrographique (cf. carte analyse de la densité hydrologique). Pour mémoire, la densité du réseau hydrographique est fortement influencée par la géologie et notamment le degré de perméabilité des roches.

L'analyse cartographique des résultats obtenus montre que le réseau hydrographique de la Grande Terre est globalement très dense. Seul le plateau ultrabasique de l'extrémité sud présente une faible densité de drainage.

Bien que supérieure à celle de la partie sud de l'île, la densité du réseau hydrographique de la pointe nord apparaît moins dense que celle de la majeure partie du territoire. La partie centrale relativement dense est composée de trois ensembles où le réseau hydrographique est très dense. C'est une combinaison des critères climatique, géologique et orographique qui explique ce phénomène.

4.1.7 Chimie de l'eau

La composition chimique des eaux de surface dépend à l'origine de celles de l'eau de pluie (fortement influencée par l'océan en Nouvelle-Calédonie). Etant donné que ce signal d'entrée est le même sur tout le territoire, en l'absence d'influences anthropiques, ce sont les formations rencontrées (sols, couches géologiques successives) qui vont différencier les eaux sur le plan de leur composition chimique, lors de leur transit vers l'aval (infiltration/ruissellement, écoulement souterrain/superficiel). La composition chimique des eaux intègrera alors la signature géochimique des formations traversées de façon plus ou moins prononcée selon les temps de séjour, les surfaces de contact et les conditions géochimiques (solubilité des minéraux, redox, cinétiques des réactions) et modifiée par les phénomènes biologiques.

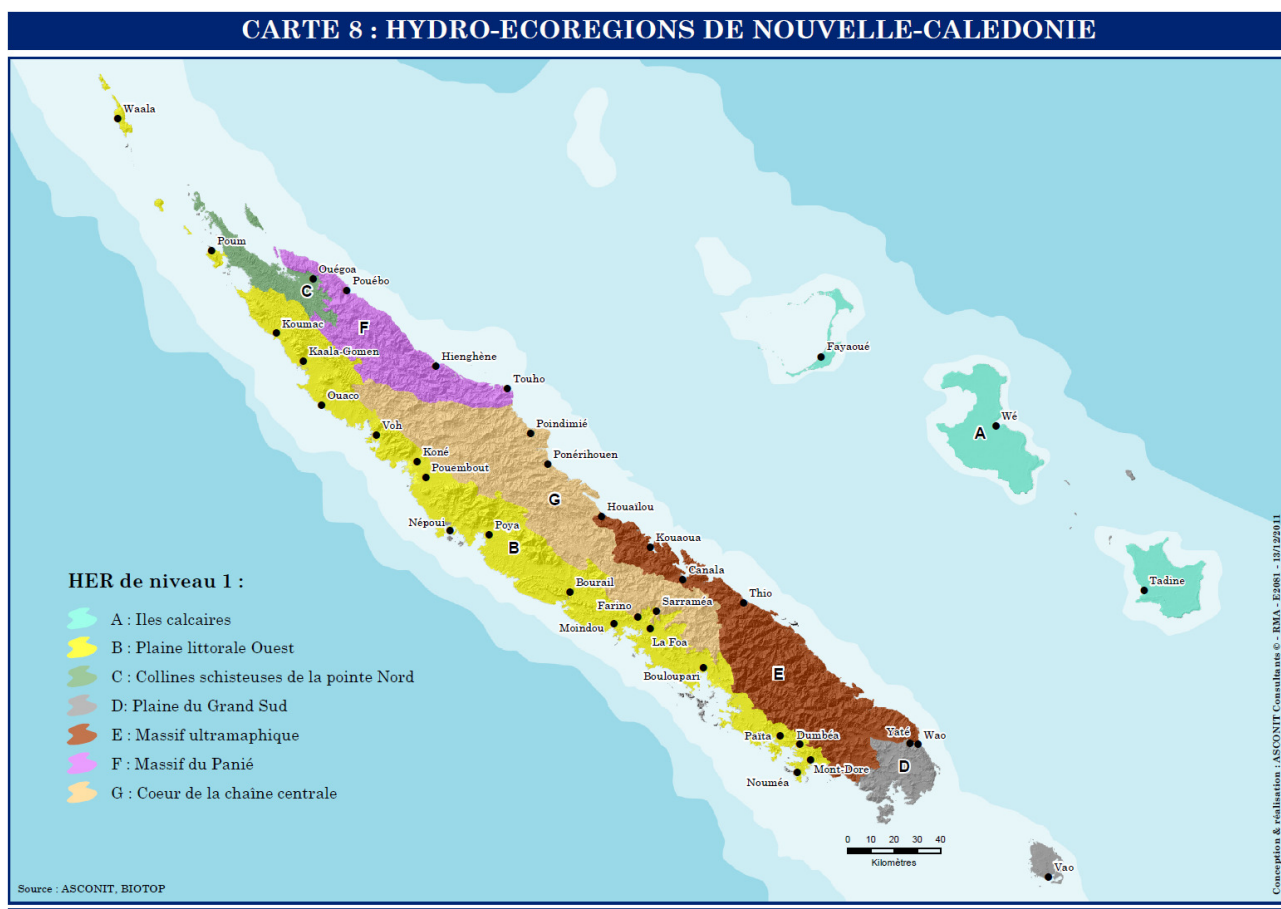
En ce qui concerne l'influence des roches calédoniennes sur la chimie de l'eau, aucune étude synthétique à l'échelle du territoire n'existe. L'identification des HER sur la base des facteurs primaires est une première étape. Le traitement des données d'analyse des eaux viendra dans un second temps corroborer et compléter cette première approche.

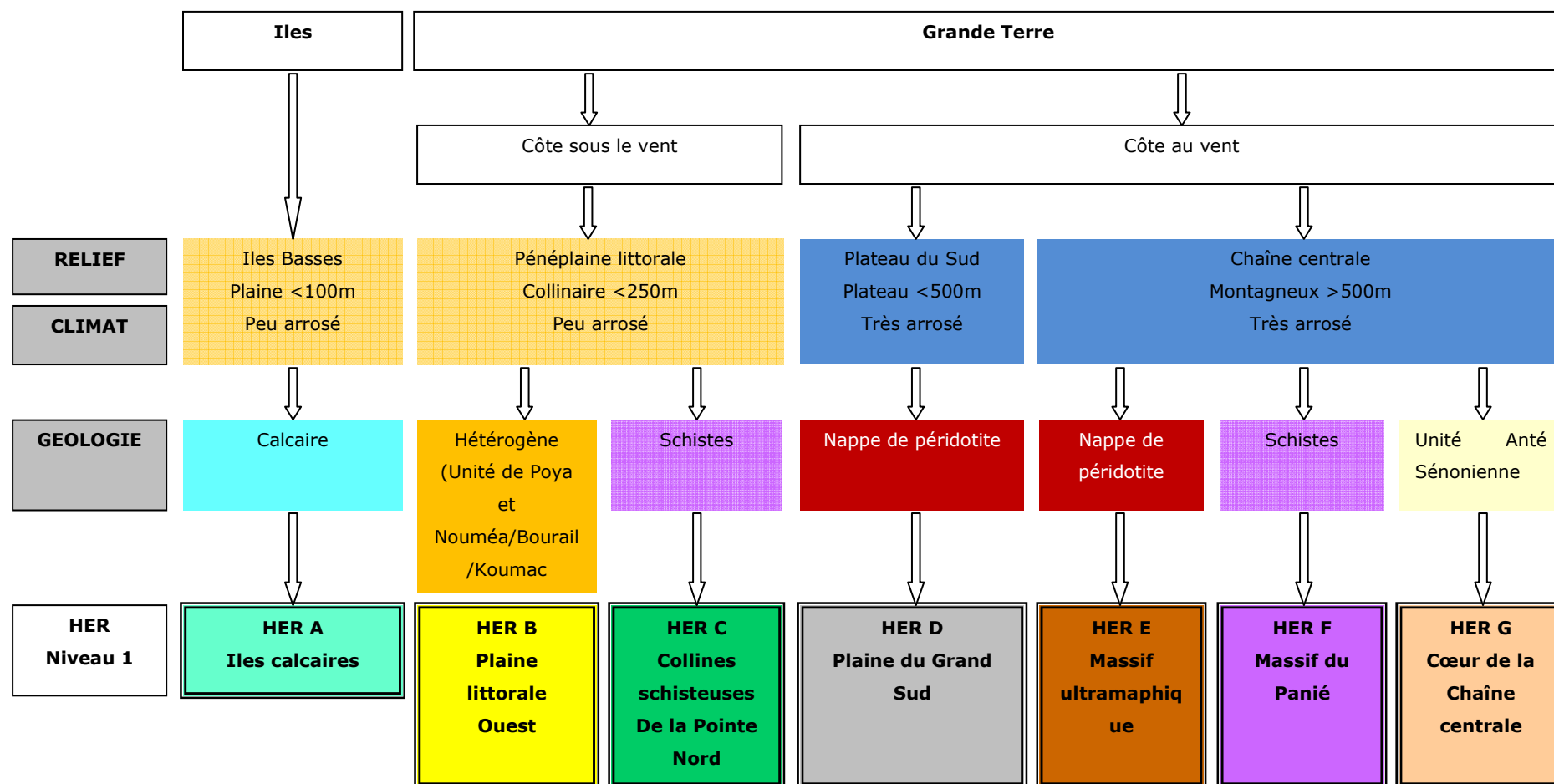
4.2 Proposition de découpage des HER

L'approche de type « géographique » avec discrimination visuelle retenue par le CEMAGREF pour caractériser les différentes HER métropolitaines permet de considérer les différents déterminants primaires à des niveaux hiérarchiques différents en fonction de l'intensité attendue de leur contrôle sur les hydrosystèmes. Appliqué à la Nouvelle-Calédonie, ce principe méthodologique nous a amené à considérer pour l'ensemble de l'archipel de manière hiérarchique : le relief étroitement lié à la climatologie, et la géologie comme les facteurs prépondérants pour le fonctionnement des biocénoses. Nous avons pu constater que la répartition des précipitations est fortement dépendante du relief : les différents massifs de l'île sont les zones les plus arrosées ($P > 1\,700$ mm/an). Comme nous le verrons ci-dessous, il apparaît, à l'image de ce qui a été observé pour les régions métropolitaines sous influence climatique océanique ou continentale, que la hiérarchie adoptée pour la classification des HER aboutie *in fine* à une bonne discrimination des ensembles climatiques de l'île.

Au sein de chacun des ensembles discriminés, des découpages de niveau 2 peuvent être effectués en utilisant pour chacun d'entre eux les facteurs de contrôle supplémentaires (densité de drainage, hydrologie, végétation, ...). A ce stade des connaissances en hydrobiologie sur la zone d'étude, nous avons jugé nécessaire de ne pas pousser la réflexion au-delà des HER de niveau 1. Cependant nous pouvons envisager par exemple de scinder l'HER F (Pénéplaine littorale Ouest) en deux sous unités Nord et Sud (en limite d'Unité géologique de Poya). Il pourrait être également opportun de scinder l'HER B en en deux sous unités Nord et Sud (au niveau de Thio) en raison du contrôle amont exercé par les têtes de bassins versant étendus en HER de cœur de Chaîne centrale.

La logique de classification utilisée a été retracée a posteriori et est explicitée dans le schéma ci-après. La carte des HER de niveau 1 est présentée en carte 8.





Description sommaire des hydro-éco-régions

HER A : Iles calcaires

Iles sans relief marqué (<100m), faiblement arrosées et totalement calcaires. Cette HER ne possède pas de cours d'eau.

HER B : Plaine littorale Ouest

Façade Ouest de la Grande Terre sous le vent (relativement sèche), collinaire à l'exception des klippes de péridotite à forte pente qui sont intégrés dans cette HER du fait de leur taille restreinte. La géologie est relativement hétérogène mais les roches sont globalement altérées. Le réseau hydrographique y est assez dense.

HER C : Collines schisteuses de la pointe nord

Zone de faible relief (<150m) aux collines très douces, assez sèche sur substrat schisteux. Le réseau hydrographique est faiblement développé.

HER D : Plaine du Grand Sud

Zone de plateau ou à relief peu élevé abritant des bassins à dépôt colluviaux et fluviaux lacustres sur un substrat de péridotites. La zone est relativement bien arrosée. Le réseau hydrographique y est particulièrement peu dense et principalement constitué de plans d'eau ou de cours d'eau méandriformes.

HER E : Massifs ultramaphiques

Massifs montagneux aux très fortes pentes soumises à des précipitations intenses. Les phénomènes érosifs y sont de deux ordres : chimique et mécanique. La charge sédimentaire est assez hétérogène mais le lessivage des cuirasses produit une proportion importante de particules fines favorisant le colmatage des substrats.

HER F : Massif du Panié

Massif montagneux aux très fortes pentes également très arrosées. La roche schisteuse imperméable induit un régime torrentiel et une érosion principalement mécanique.

HER G : Cœur de la Chaîne Centrale

Vaste HER montagneuse aux pentes fortes découpées de larges vallées. Le régime de précipitations est assez soutenu. Le substrat est volcano-sédimentaire.

4.3 Validation du découpage

Les 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 correspondant. L'hypothèse de base pour la validation des HER retenue par le CEMAGREF est donc 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).

La méthode utilisée pour tester les HER métropolitaines reposait sur

- La sélection d'un jeu de données relatifs à des stations de référence pour les invertébrés ;
- L'analyse de la variation spatio-temporelle de ces peuplements afin de tester la pertinence des HER (2 HER différentes doivent présenter des différences faunistiques pour avoir lieu d'être) ;
- Identifier un référentiel faunistique régionalisé.

Notons que cette validation a pu être conduite en métropole où le CEMAGREF disposait d'un jeu de données faunistiques pertinent couvrant une période de 25 ans. Dans les différents DOM/TOM, où les connaissances sur la répartition de la faune benthique étaient encore à l'époque assez sommaires, ce travail de validation a été approché en Guadeloupe au travers des différentes études existantes sur le fonctionnement écologique des cours d'eau (répartition des différentes espèces de poissons en fonction du gradient altitudinal)

En Nouvelle-Calédonie, nous pourrions nous baser pour cette validation sur les travaux de Marquet et coll. (2003), définissant la zonation longitudinale des cours d'eau de l'île en fonction de la répartition des différentes espèces ichthyennes.

Nous essaierons également au sein des différents jeux de données acquis sur les invertébrés benthiques et les poissons dans les différentes études menées sur le territoire et au sein des données en possession de la DAVAR, de sélectionner des stations de référence afin d'analyser la présence de variations spatiales au sein des différentes HER déterminées.

ANNEXES

ANNEXE 1

AUDIT DES DONNEES DE BASE

A. Facteur primaire : le relief

Le site du gouvernement met à disposition un MNT 10 mètres et un MNT 50 mètres. En raison du poids des fichiers, le MNT10 est découpé en plusieurs éléments. Etant donné que les traitements portent sur l'intégralité du territoire néo-calédonien, il aurait été nécessaire de réaliser une mosaïque afin de garantir des opérations homogènes.

Compte-tenu du niveau de précision attendu des HER, de la précision des autres données employées (du 1/50 000ème au 1/200 000ème et pixel de 1000m pour la climatologie), de la taille de la zone d'étude (18 500km²), de l'échelle de travail et de la lourdeur des fichiers, le MNT50 s'est avéré suffisant pour extraire les informations cherchées pour l'analyse du relief.

Dans les DOM la précision du MNT était la suivante :

- France métropolitaine : MNT 250 mètres
- Île de la Réunion (2 500 km²) : MNT 25 mètres
- Martinique (1 100 km²) : MNT 50 mètres
- Guadeloupe (1 630 km²) : MNT 50 mètres
- Guyane (84 000 km²) : MNT 90 mètres

B. Facteur primaire : la géologie

Les données géologiques ont été téléchargées sur le site de la DIMENC.

B.1. Information géologique

En l'absence de métadonnées, le fournisseur nous a confirmé que la couche géologique était au 1/50 000ème. Toutefois sur l'ensemble de l'île la précision géométrique et la taille des éléments géographiques n'est pas homogène. La surface des entités va de 0.01 à 1200 km² (cf. illustration 1).

L'analyse de la géologie doit permettre d'identifier les principales formations ayant une influence locale directe sur la composition chimique des eaux et sur les habitats. Les données mises à disposition sont trop précises, il a été indispensable de les simplifier en regroupant notamment les entités de même nature. Une classification a été réalisée afin de pouvoir mettre en avant les disparités sans qu'elles ne soient « noyées » au milieu d'informations trop détaillées. Le premier traitement a consisté à regrouper les entités identiques contigües pour

considérablement réduire le nombre de polygones. La classification a été réalisée dans un second temps à l'aide des informations lithologiques fournies dans la table attributaire.

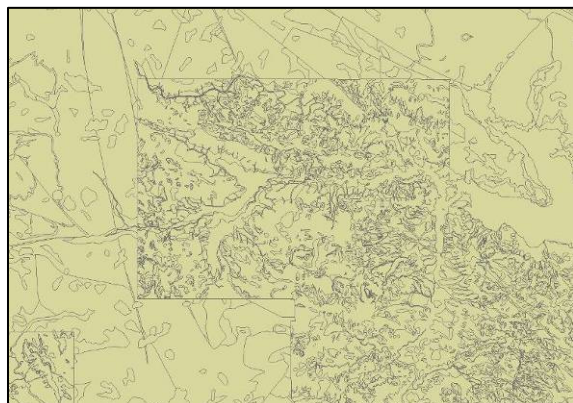


Figure 1 : Capture d'écran sur la couche géologique

Outre la superficie des entités, c'est également leur forme inhabituelle qui a soulevé des interrogations sur l'homogénéité des informations

à l'échelle du territoire.

La couche a été créée en numérisant différents documents n'ayant pas le même niveau de précision et la même échelle (cf. illustration 1). Nous distinguons en effet les contours du document « source ». Ce problème se constate sur plusieurs secteurs de la Grande Terre et notamment en Province Sud. Cette délimitation et les différences de précision ont été « gommées » afin qu'elles n'influencent pas les limites des HER.

Au niveau topologique, cette donnée est toutefois « propre » car il y a très peu de superposition ou de discontinuité entre les éléments géographiques. (cf. illustration 2).

Les données attributaires fournissent les informations utiles à notre travail. Les informations « lithologie », « unité » et « cycle » nous ont permis d'extraire l'information recherchée. Une classification a cependant dû être effectuée afin de la synthétiser.

Pour la France métropolitaine, selon la nature des roches le CEMAGREF avait pu extraire trois indicateurs ayant servi à la délimitation des HER. Il s'agit de la perméabilité, de la résistance à l'érosion et de la composante chimique des eaux. Ces critères ne sont pas mis en avant dans la méthodologie appliquée pour les DOM. Pour la Nouvelle-Calédonie, aux regards des données existantes nous avons pu extraire les informations relatives à la perméabilité et à la résistance des roches à l'érosion.

En résumé la couche géologique s'est avérée exploitable, mais elle a nécessité un important travail préparatoire avant de pouvoir l'exploiter et faire les premières interprétations.

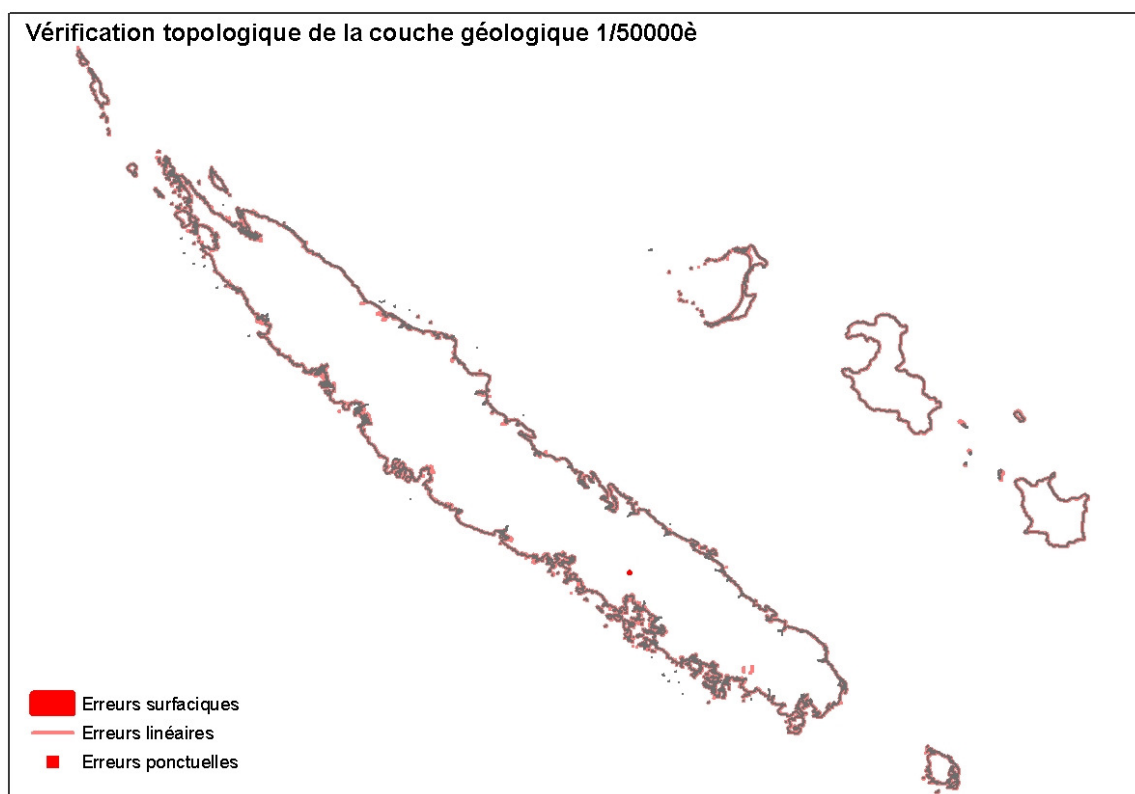


Figure 2 : Carte des erreurs topologiques des données géologiques⁷

⁷ Le contour des îles ressort automatiquement en erreur car il n'y a pas d'autre polygone à proximité. En soi il ne constitue pas une erreur. Il faut s'intéresser aux erreurs à l'intérieur des polygones.

B.2. Information morphopédologique

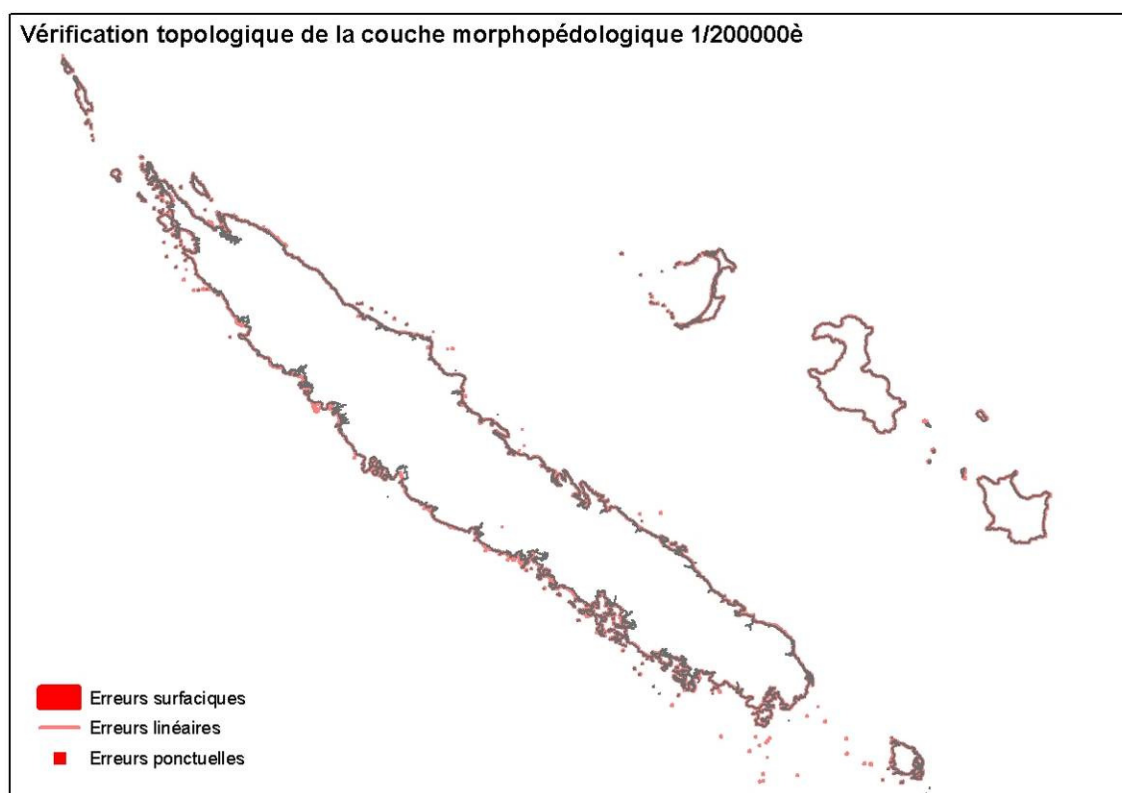
Les métadonnées sont disponibles pour cette couche d'information. Les données les plus récentes proviennent de la numérisation de la carte morphopédologique au 1/200 000ème⁸. Le niveau de détail et la précision des entités géographiques la rendent plus facilement exploitable que la couche géologique.

Au niveau topologique la couche est « propre » et ne présente pas de problèmes particuliers (cf. illustration 3).

Les données attributaires associées à chaque entité sont très intéressantes, puisqu'un important travail de classification a été réalisé. En lien avec la morphopédologie il y a les informations suivantes :

- Intitulé de l'unité paysage
- Morphologie
- Climat (ordre de grandeur des précipitations)
- Type de roche
- Erosion (type et niveau d'importance)
- Hydrographie (type et densité du réseau)
- Régime hydrique
- Sol (type de sol)
- Végétation (type de végétation)

Figure 3 : Carte des erreurs topologiques des données morphopédologiques⁹



8 Podwojewski P, Beaudou A (1987) Carte morphopédologique de la Nouvelle Calédonie, Ed.Orstom. Il n'y a pas actuellement d'information plus récente.

9 Le contour des îles ressort automatiquement en erreur car il n'y a pas d'autre polygone à proximité. En soi il ne constitue pas une erreur. Il faut s'intéresser aux erreurs à l'intérieur des polygones.

En parallèle de la classification menée sur la couche géologique, une exploitation des données contenues par cette couche : « type de roche », mais également « résistance à l'érosion », a été faite.

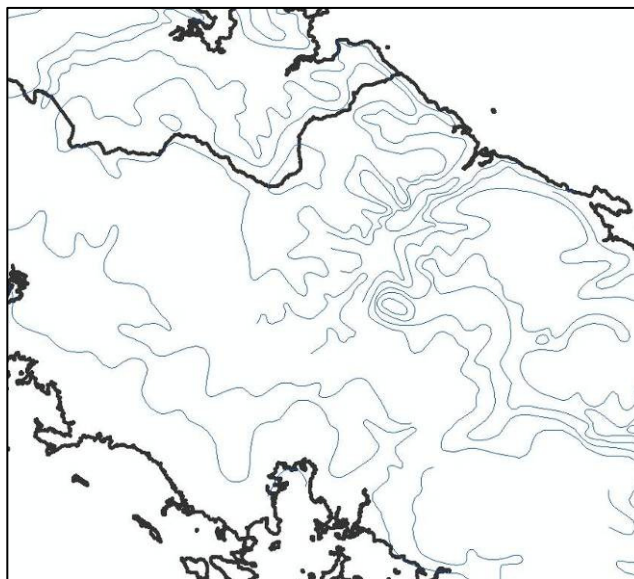
Précisons toutefois que les résultats obtenus suite à l'exploitation des données contenues par cette couche d'information ne se sont pas substitués aux données météorologiques et hydrographiques qui ont été obtenues par ailleurs, elles ont surtout servi à valider les résultats obtenus suite aux traitements des différentes couches. Il a en effet été important de réaliser une classification spécifique à l'analyse des HER, pour s'assurer que la mise en classe soit adaptée à notre finalité.

C. Facteur primaire : le climat

C.1. Isohyètes

Certaines données climatiques sont disponibles sur le site de la DIMENC. Il s'agit d'une numérisation sous forme de polygones de la carte des précipitations¹⁰. Du fait de l'existence de données beaucoup plus précises et complètes fournies par Météo-France NC, les données de la DIMENC n'ont pas été utilisées. D'autre part signalons que si ces dernières avaient dû être considérées, une analyse précise aurait été nécessaire afin d'interpoler les valeurs pour couvrir de manière surfacique le territoire néo-calédonien. Ce travail est facilité lorsque l'on dispose de polygones fermés, c'est-à-dire qui définissent une zone « précise » contenant des valeurs, or cela n'est pas le cas des polygones composant cette couche. Un travail de mise en forme en amont aurait donc été indispensable pour obtenir une information exploitable.

Figure 4 : Capture d'écran de la couche des isohyètes



C.2. Modélisation AURELHY11

Les données ont été fournies par Météo-France NC. Elles correspondent aux précipitations moyennes mensuelles en millimètres¹² sur une période de retour de trente ans (1971 – 2000) pour les stations de mesure exploitées pour la modélisation.

Nous avons cumulé (additionné) les valeurs des couches raster afin d'obtenir les informations

10 DANLOUX J. (1987), Carte de répartition des précipitations dans les zones à vocations agricoles de la Nouvelle Calédonie au 1/200 000ème.

11 AURELHY : Analyse Utilisant le Relief pour L'Hydrométéorologie

12 Les données raster ont une résolution de 1000 mètres (taille du pixel)

suivantes :

- Précipitations totales annuelles en millimètres
- Précipitations de la grande saison pluvieuse (en mm, décembre à mars)
- Précipitations de la petite saison sèche (en mm, avril à mai)
- Précipitations de la petite saison pluvieuse (en mm, juin à août)
- Précipitations de la grande saison sèche (en mm, septembre à novembre)

C.3. Températures

Météo-France NC a également fourni ponctuellement pour chaque station de mesure les températures moyennes mensuelles, tel que nous l'illustrons ci-dessous.

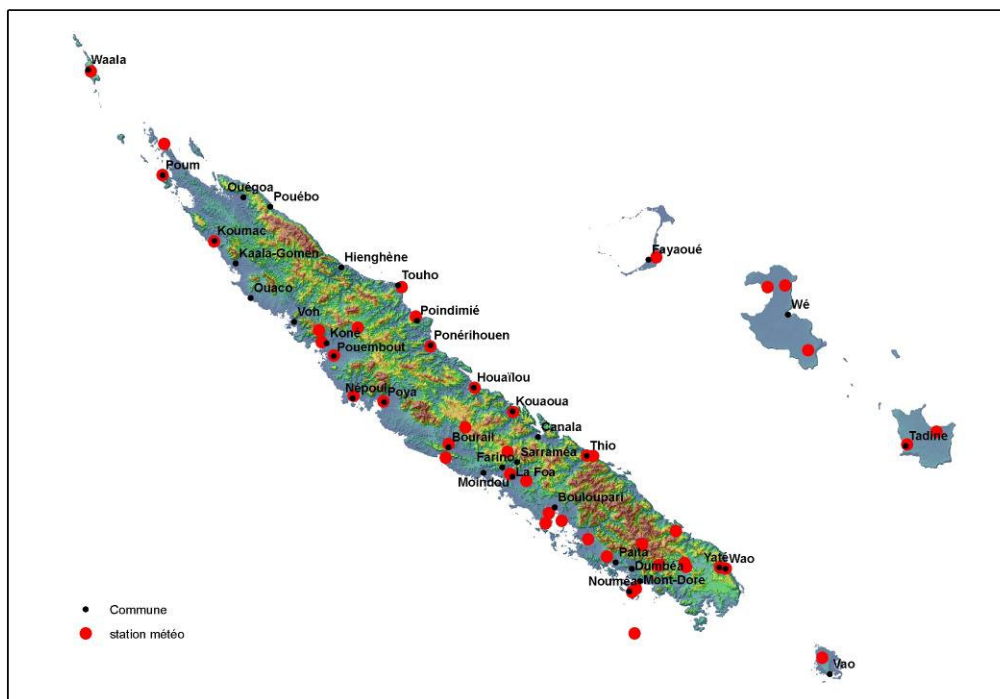
Pour disposer d'une information de température sur l'ensemble du territoire nous avons interpolé les valeurs depuis la couche des stations. Ce principe d'analyse consiste à créer une couche raster pour lesquelles les valeurs de pixels sont définies depuis des algorithmes mathématiques¹³ en fonction des valeurs de référence renseignées à proximité.

L'interpolation ne tient pas compte du relief puisqu'elle serait nettement plus compliquée à modéliser. De plus l'objectif est d'avoir une idée de la pertinence de ce critère pour la définition des HER. Il n'est pas utile d'avoir une information précise de température sur l'ensemble du territoire.

Dans notre cas les valeurs de référence sont celles des stations. Nous avons pu ainsi déterminé :

- La température annuelle moyenne
- La température moyenne de la saison douce (avril à août)
- La température moyenne de la saison chaude (septembre à mars)

Figure 5 : Carte des stations météorologiques



Pour les

13 Nous interpolons les valeurs via l'algorithme IDW. Afin d'être cohérent avec les données météorologiques, nous définissons une résolution de 1000 mètres.

besoins de notre étude, les données AURELHY et de température de Météo-France n'ont présenté aucun problème particulier.

La méthodologie du CEMAGREF n'exploite pas d'autres éléments météorologiques susceptibles de jouer un rôle déterminant sur les hydrosystèmes et donc la détermination des HER.

D. Information générale : le réseau hydrographique

Le réseau hydrographique est une donnée essentielle puisque l'objectif des HER est de déterminer des ensembles fonctionnels homogènes au niveau de l'écosystème aquatique.

Les données du réseau hydrographique ont été téléchargées sur le site du gouvernement.

D.1. Réseau hydrographique

L'idéal aurait été de disposer d'un équivalent de la BD Carthage sur le territoire néo-calédonien. Les seules informations disponibles sont les couches du réseau principal et secondaire. Ces couches ne sont pas exploitables en l'état. Elles ont nécessité un important travail de mise en forme.

La couche du réseau principal est discontinue (cf. illustration 5). Nous constatons des cours d'eau en tête de bassin comme étant un cours d'eau principal, mais que nous ne retrouvons pas en aval. Nous devons afficher le réseau secondaire pour visualiser dans leur intégralité certains cours d'eau principaux.

Il est indispensable de pouvoir suivre un cours d'eau d'amont en aval sans discontinuité. S'il est connecté à un plan d'eau, un tronçon « fictif » doit prolonger le tracé. La couche actuelle ne permet pas de réaliser des calculs hydrologiques tels que les bassins versants, les rangs, la longueur des rivières...

Des cours d'eau sont également « assemblés » au sein de la même entité géographique alors qu'ils ne sont pas sur les mêmes bassins hydrologiques. C'est le cas de la rivière Bleue sur la commune de Yaté et de la rivière Bleue sur la commune de Mont-Dore.

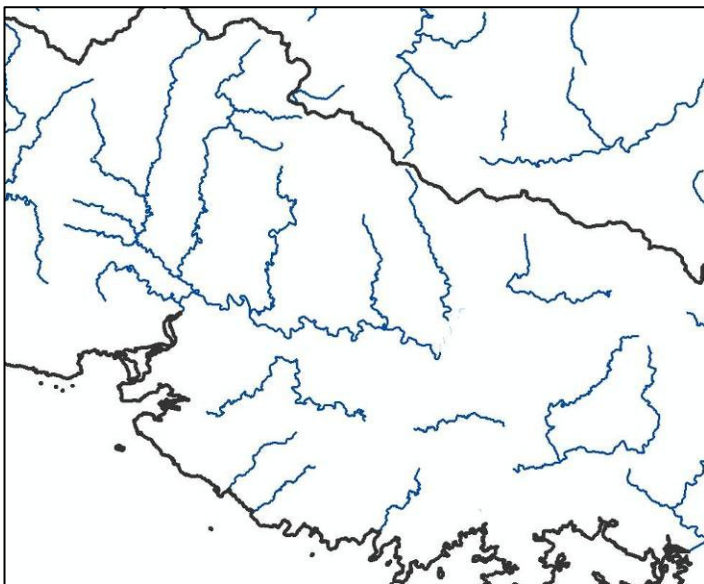


Figure 6 : Capture d'écran de la couche du réseau principal

De plus aucune information n'est disponible afin de pouvoir hiérarchiser le réseau tel que les rangs de Strahler. La seule information est réseau principal ou réseau secondaire via le nom des couches SIG, mais elle est erronée, puisque nous avons des portions de cours d'eau aval secondaire, alors qu'en amont c'est un réseau principal.

A noter également que d'amont en aval un même cours d'eau change

régulièrement de toponymie (à relier au mode d'attribution kanak de la toponymie des creeks : le tronçon porte le nom de la famille qui occupe les terres). Aucune information attributaire ne permet d'associer les entités, via un code par exemple afin de pouvoir reconstituer le réseau dans son intégralité.

La couche du réseau secondaire n'est également pas exploitable. Toutes les entités constituant les cours d'eau secondaires sont regroupées au sein d'une même entité géographique. En l'état

il n'est pas possible de visualiser un tracé d'amont en aval, notamment lorsqu'il y a une succession de confluences.

Le travail de détermination des masses d'eau et de leur typologie qui est la suite logique au découpage des HER n'est pas réalisable avec ces couches hydrographiques. Nous précisons toutefois que cette mission n'entre pas dans le cadre la présente étude.

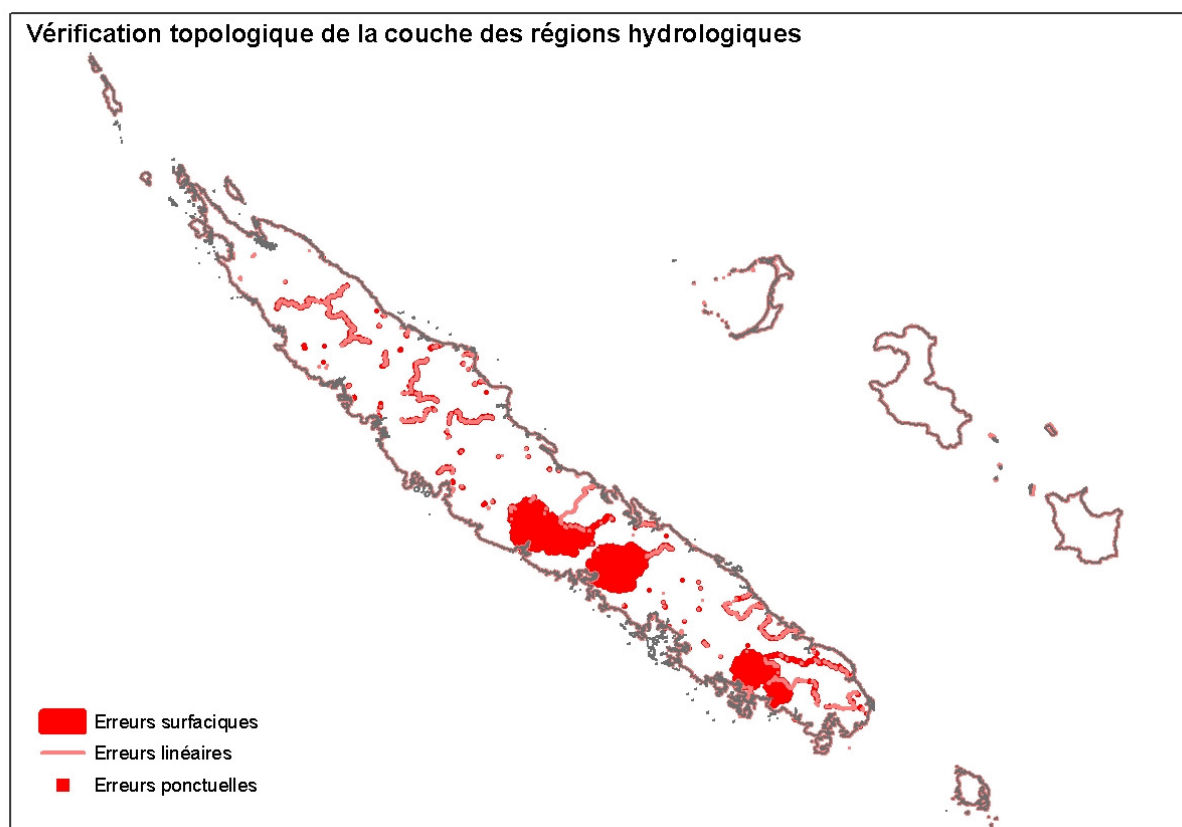
Pour la détermination des HER, il n'est pas nécessaire d'avoir un réseau hydrographique complet. Seul le réseau principal est nécessaire. La couche actuelle a donc été homogénéisée et structurée par rapport à l'ensemble des couches hydrographiques que nous avons récupéré. Aucun travail de photo-interprétation n'a été réalisé.

D.2. Région hydrographique

En métropole et dans les DOM, les limites des HER sont calées sur les limites hydrographiques. Or les limites des régions hydrographiques que nous avons récupérées posent des problèmes topologiques. Nous constatons de nombreuses superpositions ou discontinuités entre les régions.

A noter également que certains cours d'eau changent de région hydrographique. Il y a quelques erreurs de précision.

Figure 7 : Carte illustrant les erreurs topologiques des régions hydrographique



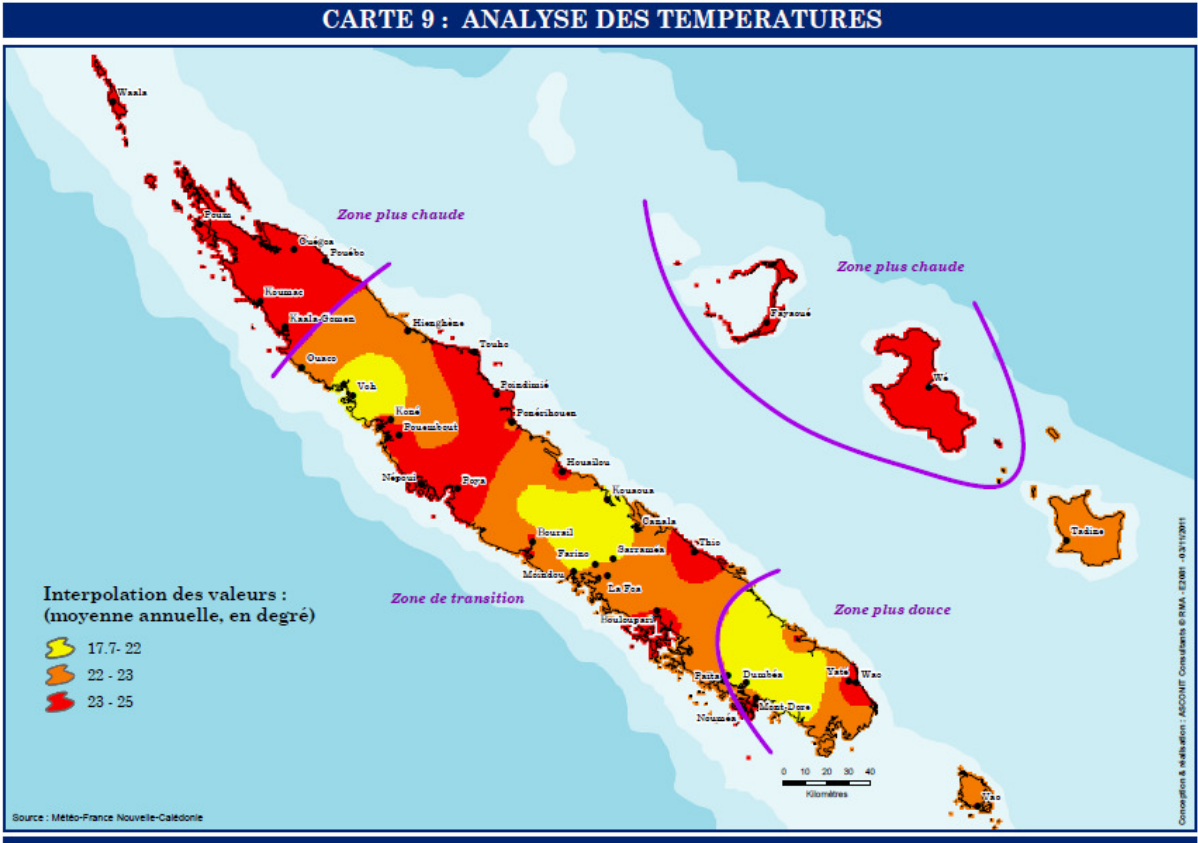
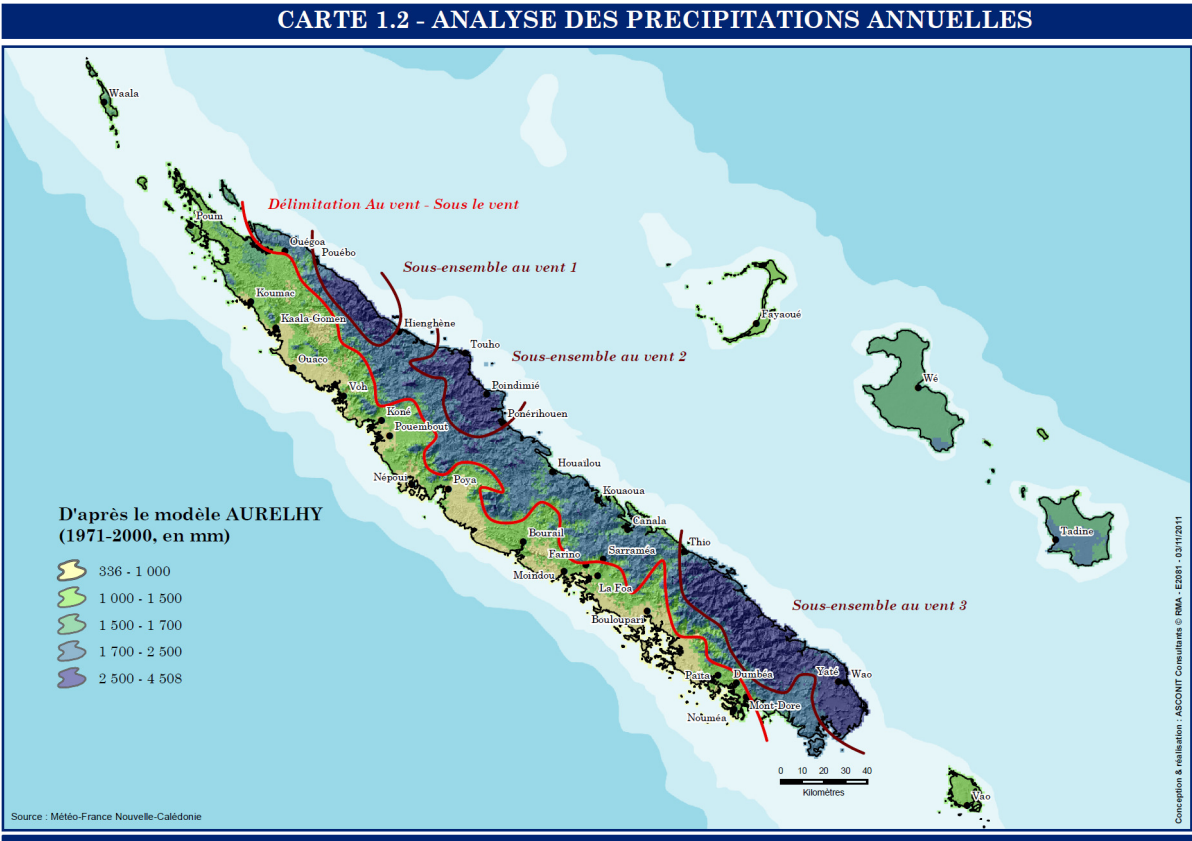
Afin d'effectuer notre travail il nous a été indispensable d'obtenir ou de créer un réseau hydrographique cohérent n'ayant aucune erreur hydrologique (continuité, inversion réseau principal et secondaire...). Ce réseau doit être accompagné des régions hydrographiques servant à la définition des HER.

E. Information générale : le contour du territoire néo-calédonien

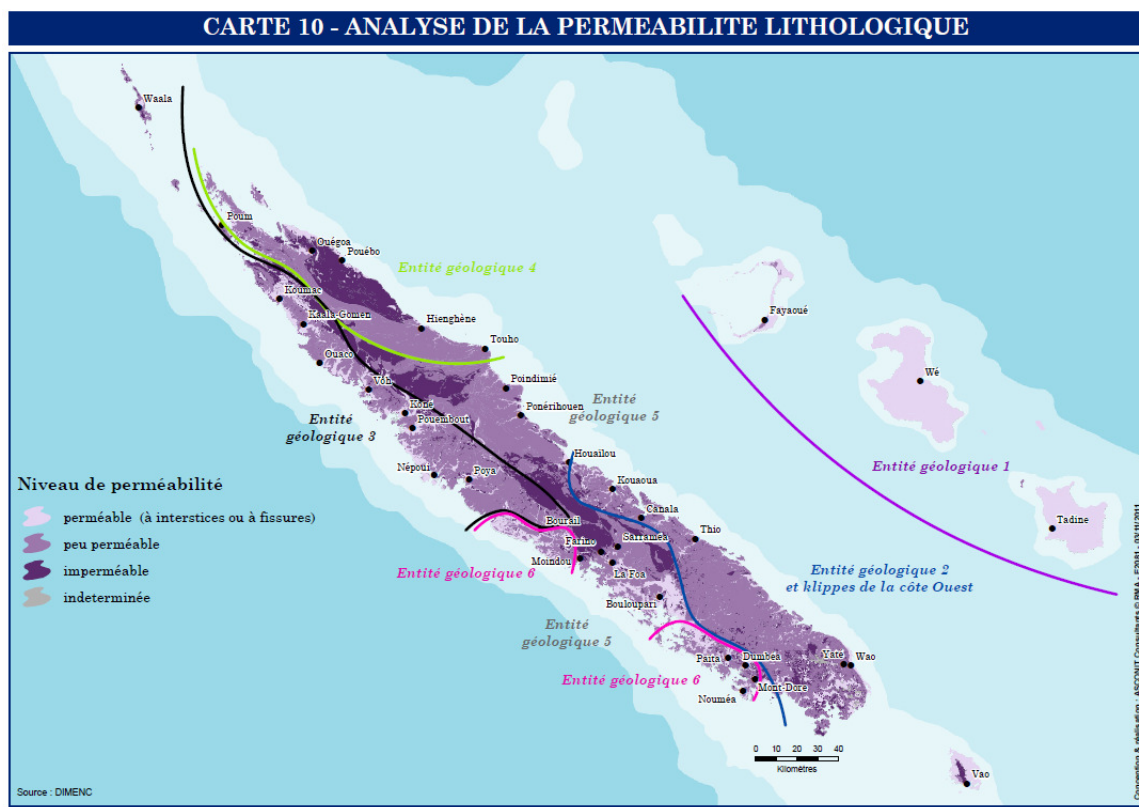
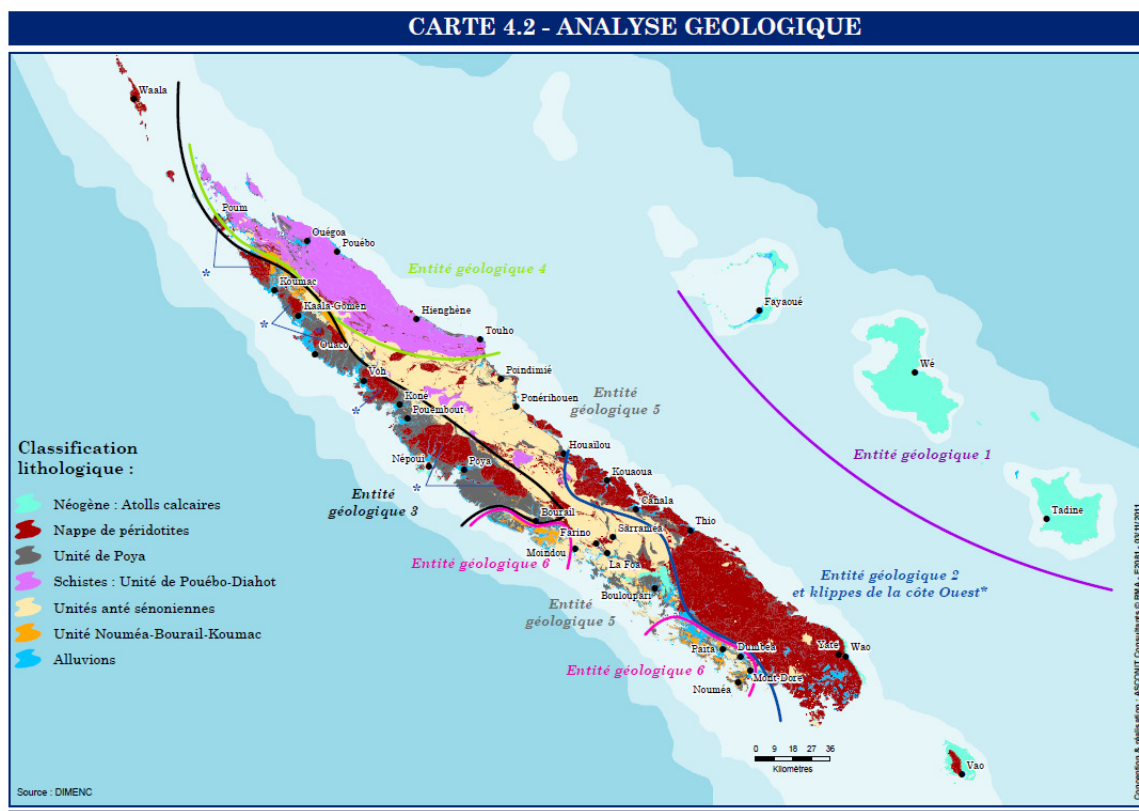
Actuellement nous ne disposons pas d'un contour de référence sur lequel se basera l'enveloppe extérieure des HER. En raison des différentes sources d'information et des différentes échelles des données géographiques il n'y a pas de cohérence entre les périmètres constituant les îles de l'archipel de la Nouvelle-Calédonie.

Afin de garantir une couverture « intégrale » de l'archipel calédonien nous proposons de réaliser une zone tampon d'un à deux kilomètres au large de chaque île afin de déterminer « l'enveloppe extérieure » des HER. Ceci ne remet pas en question notre travail, mais il permettra au maître d'ouvrage d'avoir une couche SIG finale couvrant le territoire. Elle facilitera les exploitations futures. Si au cours de la prestation une couche de référence est définie, nous nous calerons sur cette dernière.

ANNEXE 2
CARTES D'ANALYSE CLIMATIQUE



ANNEXE 3 CARTES D'ANALYSE GEOLOGIQUE



The map displays the island of New Caledonia with various geological features and erosion levels. The erosion level is indicated by colors: light yellow for 'Faible' (Low), orange for 'Moyen' (Medium), and red for 'Fort' (High). The map is divided into six geological entities (Entité géologique) labeled 1 through 6. Entity 1 is the eastern part of the island, Entity 2 is the western part, Entity 3 is the central part, Entity 4 is the northern part, Entity 5 is the southern part, and Entity 6 is the central part. The map also shows the location of the main city, Nouméa, and other towns like Bourail, Maré, and Wao. A scale bar at the bottom indicates distances in kilometers (0, 9, 18, 27, 36). A source note at the bottom left reads 'Source : DIMENC'.

		Niveau d'érosion		
		Faible	Moyen	Fort
Type d'érosion	Chimique	Light Yellow	Orange	Red
	Chimique et ravinante	Light Yellow	Orange	Red
	Ravinante	Light Yellow	Orange	Red
	Indéterminé	Light Yellow	Orange	Red

ANNEXE 4

ANALYSE GEOLOGIQUE

A. La résistance à l'érosion

Afin de mettre en évidence les différents degrés de résistance à l'érosion caractérisant les sols et sous-sols du territoire, une classification simplifiée des différentes entités géologiques en présence a été menée sur la base de leurs caractéristiques lithologiques (nature des roches). Pour ce faire nous nous sommes basés sur la classification simplifiée élaborée par le CEMAGREF pour la détermination des HER de France métropolitaine que nous avons adaptée au contexte local et complétée à l'aide des informations existantes sur la typologie de l'érosion à l'échelle du territoire (Podwojewski P, Beaudou A, 1987).

Dans un premier temps, à partir de la table attributaire de la couche SIG au 1 : 50 000^{ème} relative à la composition géologique du territoire établie par le SGNC et le BRGM et des différentes notices explicatives annexées à chacune des feuilles composant la carte géologique du territoire, une catégorisation des roches en présence a été menée. Les résultats de ce travail sont synthétisés dans le tableau ci-dessous et illustrés sur la carte nommée analyse géologique fournie en annexe de ce rapport. Au sein de ce tableau sont également reportées pour information les différentes grandes unités géologiques du territoire.

Classe de roche	Catégories de roches	Types de roches	Typologie du niveau d'érosion	Unités géologiques
Roches résistantes	Roche basaltique	Basaltes : Basaltes alcalins, Basaltes en pillow-lavas, Basaltes et dolérites indifférenciés, andésites.	Ravinante moyenne à faible	Unité de Poya
	Roches cristallines	Roche métamorphiques : Amphibolites, Diorites et Diorites quartziques, Gabbros, plagio-granites, Graniodorites, Adamellites, microgranites, Leptynites, Listvénites, Ensemble polymétamorphique indifférencié, Filons de quartz d'origine métamorphique.	Ravinante moyenne	Unité de la Boghen
		Roche ultrabasiqes : Dunites, Dunites serpentinisées, Harzburgites, Harzburgites serpentinisées, Lherzolites à niveaux dunitiques, Lherzolites à plagioclases, Lherzolites à spinelles, Péridotites indifférenciées, Péridotites saines pouvant comporter des formations d'altération, Pyroxénolites, Serpentinites, Wehrlites	Ravinante et chimique forte	Nappe des péridotites

	Roches détritiques et sédimentaires	Brèche de Buadio, Brèche, conglomérat, grès de la haute Tontouta, Conglomérats et grès polygéniques, Conglomérats rouges à ciment biosparitique, Conglomérats épicontinentaux silicifiés, Conglomérats, faciès gris, Conglomérats, faciès rouge, Eolianites, Formation hydrothermale silico-carbonatée, Microconglomérats (dont Formation de Tondo), Poudingues à éléments de micrites, Grès	Ravinante moyenne	Formation d'altération et couverture sédimentaire Paléogène
	Roches détritiques et sédimentaires calcaires	Calcaire bioclastique glauconieux détritique (Calcaire de Uitoé), tout type de calcaire lithobioclastique, tout type de calcaires micritiques, tout type de calcaires biodétritiques, tout type de calcaires récifaux construits, Calcaires subrécifaux, Calcaires à rhodolites dolomités, Calciturbidites roses, Calcrêtes, Formations plaquées biodétritiques et récifales, Pérites calcaires à débit schisteux	Chimique et mécanique moyenne à faible sur les côtes, Chimique faible sur îles loyauté.	Formation d'altération et couverture sédimentaire Paléogène
	Roches détritiques et sédimentaires chert	Brèches à éléments dominants de cherts	ravinante forte	Couverture sédimentaire Paléogène
	Roches détritiques et sédimentaires ultrabasiques	Fragments de silice et produits ferrugineux (Formation de Muéo), Grès et argiles latéritiques silicifiés	Ravinante et chimique forte	Formation d'altération de la nappe des péridotites
Roches hétérogènes	Flysh	Flysch carbonaté bioclastique et gréseux, Flysch gréseux volcanoclastique à intercalations de brèches de micrite et chert, Flysch gréseux à zéolites (Flysch de Pandop et de Népoui), Flysch gréso-carbonaté indifférencié, Flysch à olistolites de micrite, biosparite, flysch carbonaté, olistostrome	Ravinante forte	Formation d'altération
	Schistes sédimentaires	Métamorphiques et volcano-sédimentaires : Schistes dérivés d'une série volcanosédimentaire, Schistes fins tufacés (Formation de Pilou), Schistes gréseux et microconglomératiques, Schistes noirs, grauweekes, schistes à blocs, Schistes siliceux, Schistes silto-gréseux (Formation de Tondo), Schistes sériciteux, Schistes à Monotis	Ravinante forte	Unités métamorphiques du Diahot-Panié

		Sédimentaires : Calcschistes, Micaschistes à chloritoides, Micaschistes, gneiss gréso-conglomératiques, Micaschistes et gneiss indifférenciés, Micaschistes et gneiss siliceux, Niveaux à sulfures associés aux calcschistes, Schistes, cherts et calcaires cataclasés		Unités métamorphiques du Diahot-Panié
Roches cohérentes tendres	Roches sédimentaires	Argilites, Marnes, Siltites, Silts et grès volcanoclastiques à Monotis	Ravinante moyenne	Unités mésozoïque de la chaîne centrale
Roches peu consolidées	Roches détritiques	Ultrabasiques : Alluvions anciennes associées à une altération ferrugineuse, Alluvions anciennes latéritiques (Formation fluvio-lacustre), Altérites, Blocs de cuirasses, Coulées de débris à blocs de péridotites, Gravillons ferrugineux, Latérites	Ravinante et chimique moyenne	Formations d'altération de la nappe des péridotites
		Non ultrabasiques : Eboulis de blocs de micaschistes, Eboulis indifférenciés, Epanchages de blocs de cherts dépigmentés (Caillasse siliceuse), Formations littorales indifférenciées, Mélange ophiolitique (glaucophanites, cherts, serpentinites ou basaltes, cherts, serpentinites), Remblais non miniers sur la zone maritime, Remblais indifférenciés	Ravinante faible à moyenne	Formation d'altération de l'unité de Poya ou du socle mésozoïque
	Formations particulières	Alluvions actuelles, Alluvions et formations littorales associées, Alluvions fluvio-lacustres actuelles, Conglomérats fluviaux (Formation du Ngoa Doro), Cordons sableux, Dépôts de marais et mangroves actuels, Marais supratidal, Zone humide marécageuse	Chimique et mécanique moyenne à faible	Formations d'altération indifférenciées
	Formations particulières ultrabasiques	Alluvions fines oxydiques dérivées de sols ferrallitiques oxydiques formés sur roches ultrabasiques, Alluvions fines et moyennes (Sables grossiers et graviers) dérivant essentiellement de roches ultrabasiques, Alluvions grossières provenant en majeure partie de roches ultrabasiques (galets et blocs roulés)	Ravinante faible et ravinante en nappe moyenne	Formations d'altération de la nappe des péridotites

En ce qui concerne le niveau d'érosion caractérisant ces différentes catégories de roche, la classification utilisée par le CEMAGREF a été affinée à l'aide des données relatives à la typologie de l'érosion contenue dans la table attributaire de la couche morphopédologique issue de la numérisation des travaux de Podwojewski P, Beaudou A. (1987). La carte du type et de l'importance de l'érosion élaborée à partir des données morphopédologiques met en effet

en lumière certaines disparités au sein de l'archipel néo-calédonien (cf. carte de l'Analyse de l'érosion):

- la nappe des péridotites qui constitue l'entité géologique 2 identifiée ci-dessus, est sujette à une érosion chimique et ravinante dont l'intensité varie en fonction de la pente :
 - Moyenne sur les plateaux notamment ceux de l'extrême sud de la Grande Terre et reliefs moyennement arrosés ;
 - Forte sur les reliefs arrosés (2 000 à 6 000 mm/an) ;
- Cette dernière différence se retranscrit assez bien sur la morphologie des creeks. En effet, nous pouvons constater sur la carte établie toujours à partir de la couche morphopédologique, que la région de plateau de l'extrême sud où l'érosion est plus faible, est caractérisée par la présence d'un réseau hydrographique dendritique et à méandres. Le reste de l'entité géologique 2 est quant à elle caractérisée par un réseau dendritique torrentiel.
- L'unité métamorphique du Diahot-Panié qui présente un fort niveau d'érosion de type ravinante.
 - Les flyshs de la plaine littorale sud-ouest qui présente également un fort niveau d'érosion ravinante.

La plus grande partie du reste de la Grande Terre se caractérise par une érosion ravinante de niveau moyen. Seules les plaines littorales volcano-sédimentaires de la côte nord-ouest entourant les klipptes de péridotites présentent au droit des zones planes un faible niveau d'érosion.

En ce qui concerne les îles Loyauté, ces dernières sont caractérisées par une érosion chimique modérée liée à leur composition calcaire.

Ces informations nous permettent de constater que des roches appartenant à une même classe de roche sont, en fonction de leur nature, sujettes à des types et niveaux d'érosion différents à l'échelle du territoire calédonien. Un croisement des données relatives à l'érosion contenues par la table attributaire de la couche morphopédologique et de la classification établie à partir des données lithologiques a donc été menée afin d'affiner la classification relative à l'érosion. Cette opération nous a permis de proposer la classification suivante pour décrire le niveau d'érosion du territoire calédonien (cf tableau précédent).

B. La perméabilité

A l'aide de différents ouvrages relatifs à la lithologie des différentes roches ou horizons d'altération, la perméabilité des formations géologiques recouvrant le territoire calédonien a été déterminée et la classification suivante peut-être proposée :

Classes de Roche	Catégories de roches	Types de roches
Roches perméables	A fissures	Calcaires, Formation hydrothermale silico-carbonatée, Formations littorales indifférenciées, Eolianites, Cuirasses
	A interstices	Brèche, conglomérat, grès de la haute Tontouta, Conglomérats et grès polygéniques, Conglomérats rouges à ciment biosparitique, Conglomérats épicontinentaux silicifiés, Conglomérats, faciès gris, Conglomérats, faciès rouge, Microconglomérats (dont Formation de

		Tondo), Poudingues à éléments de micrites, Gravillons ferrugineux, grès volcanoclastiques à Monotis, Eboulis de blocs de micaschistes, Eboulis indifférenciés, Epanages de blocs de cherts dépigmentés (Caillasse siliceuse)
Roches peu perméables	Alternance de roches perméables à fissures et de roches imperméables	Schistes dérivés d'une série volcanosédimentaire, Schistes fins tufacés (Formation de Pilou), Schistes noirs, schistes à blocs, Schistes siliceux, Schistes sériciteux, Schistes à Monotis, Schistes, cherts et calcaires cataclasés, Calcschistes, Niveaux à sulfures associés aux calcschistes, Schistes gréseux et microconglomératiques, Schistes silto-gréseux (Formation de Tondo) Dunites, Harzburgites, Lherzolites à plagioclases, Pyroxénolites, Serpentinites, Wehrlites, serpentinites, Blocs de cuirasses Mélange ophiolitique (glaucophanites, cherts, serpentinites ou basaltes, cherts,)
	Alternance de roches perméables à interstices et de roches imperméables	Flysch carbonaté bioclastique et gréseux, Flysch gréseux volcanoclastique à intercalations de brèches de micrite et chert, Flysch gréseux à zéolites (Flysch de Pandop et de Népoui), Flysch gréso-carbonaté indifférencié, Flysch à olistolites de micrite, chert, biosparite, flysch carbonaté, Siltites
Roches imperméables	Roches détritiques et sédimentaires	Cherts, Silts, Marnes, Argilites
	Roches compactées	Roches métamorphiques : Micaschistes à chloritoides, Micaschistes, Micaschistes et gneiss indifférenciés, Micaschistes et gneiss siliceux, gneiss gréso-conglomératiques, grauweekes
	Roches cristallines	Amphibolites, Diorites et Diorites quartziques, Gabbros, plagio-granites, Graniodorites, Adamellites, micrognites, Leptynites, Listvénites,
	Roche détritiques ultrabasiques	Alluvions anciennes associées à une altération ferrugineuse, Alluvions anciennes latéritiques (Formation fluvio-lacustre), Latérites
Formations superficielles perméables		Alluvions actuelles, Alluvions et formations littorales associées, Alluvions fluvio-lacustres actuelles, Conglomérats fluviaux (Formation du Ngoa Doro), Cordons sableux
Formations superficielles peu perméables		Zone humide marécageuse, Dépôts de marais et mangroves actuels, Marais supratidal

En ce qui concerne les roches cristallines ultrabasiques, elles présentent une perméabilité de fissure. Bien que les connaissances actuelles sur le fonctionnement hydrogéologique des massifs ultrabasiques soient encore imparfaites, il apparaît que le potentiel aquifère des péridotites est fortement dépendant du degré de drainage de ces dernières et varie fortement d'un massif à l'autre. D'autre part, l'horizon d'altération latéritique qui recouvre l'horizon des péridotites et des saprolites sur des épaisseurs parfois importantes présente quant à lui une forte porosité et une faible perméabilité. Comme pour les roches volcaniques du quaternaire métropolitaines présentant une perméabilité de fissure hétérogène et recouvertes par endroit de formations de cinérites très poreuses, ces roches cristallines ont été qualifiées de roches peu perméables. En ce qui concerne l'horizon latéritique, il présente une forte porosité et une

très faible perméabilité, il a été considéré comme imperméable. Précisons enfin, qu'au droit des zones soumises à une forte altération, les horizons latéritiques sont surmontés d'un horizon supérieur formé d'une cuirasse latéritique et d'un horizon nodulaire (grenaille) présentant une forte perméabilité de fissure. La présence de ces horizons donne naissance à une nappe temporaire de sub-surface.

La carte du niveau de perméabilité des roches dressée à l'aide de cette classification met en évidence un premier ensemble perméable composé par les îles Loyauté (cf. carte Analyse de la perméabilité ci-après). Cette perméabilité est d'ailleurs à l'origine de l'absence de cours d'eau au droit de cette province calédonienne. Outre cet ensemble perméable, nous pouvons constater que les différentes formations géologiques composant la Grande Terre, l'île des Pins et l'archipel des Belep sont globalement peu perméables voire imperméables. En effet, les roches métamorphiques composant le socle mésozoïque de la Grande Terre, ainsi que les roches constitutives de l'unité métamorphique du Diahot-Panié composent un ensemble imperméable auquel il faut ajouter les zones de la nappe des péridotites recouvertes d'un horizon d'altération latéritique imperméable. A l'opposé, la présence de grandes étendues recouvertes par une cuirasse ferrallitique confère une perméabilité de fissure à l'horizon de surface de la partie sud de la Grande Terre.

40 / 40

