

COMPTE RENDU DE MISSION
EN NOUVELLE - CALEDONIE (1968)

par

Marcel ROCHE

Ingénieur en Chef à E.D.F.
Chef du Département de la Recherche Fondamentale
au Service hydrologique de l'O.R.S.T.O.M.

AVRIL 1968

- S O M M A I R E -

- 1 - Emploi du temps
- 2 - Etude conjointe de la DUMBEA
- 3 - Projet d'étude de la lentille d'eau douce de l'Ile LIFOU
- 4 - Hydrologie générale - Orientation du réseau
- 5 - Projets divers
- 6 - Conclusion

I - EMPLOI DU TEMPS

Le programme assez chargé de cette mission m'a obligé à un emploi du temps strict ; il s'agissait avant tout de ne passer sous silence aucun point essentiel. Le temps disponible a été distribué en visites, séances de travail, entretiens avec des chercheurs de différentes disciplines, tournées en voiture, survols de la GRANDE TERRE.

- 8 Mars : Arrivée à NOUMEA.
- 9 Mars - Matin : Première réunion avec les hydrologues
(MM. MLATAC et DOUNIE)
- Après-midi : Séance de travail avec les hydrologues, portant notamment sur les études de la DUMBEA.
- 10 Mars - : Lecture de rapports.
- 11 Mars - Matin : - Conférence avec M. LEGAND, Directeur du Centre ORSTOM par interim.
- Visite à M. ESPIRRAT, Chef de la Section locale du B R G M. Cet Organisme n'envisage pas pour l'instant de participer à des études hydrogéologiques en Nouvelle-Calédonie.
- Après-midi : - Visite à M. LEVASSEUR (Service du Génie Rural). Cette visite s'est déroulée en présence de M. FLATTOT et il a surtout été question du projet de LIFOU (voir titre 3).
- Visite à M. BARRET (Météorologie).
- Nouvelle discussion avec M. LEGAND.
- 12 Mars - Matin : Première réunion avec les géologues :
MM. TRESCASFS
GUILLON
BALTZER
LAUNAY

Cette réunion s'est déroulée en présence de MM. LEGAND et ROTSCI, océanographes, et de MM. MLATAC et DOUNIE, hydrologues. Elle avait essentiellement pour but de faire le point sur les travaux déjà exécutés pour l'opération DUMBEA et de jeter les premières bases de l'action future.

- Après-midi : - Visite à M. CORBESSON (Chef du Service des Eaux et Forêts).
 - Visite à la Géophysique (M. PUECH), discuté avec lui des possibilités d'effectuer des sondages géophysiques à LIFOU.
- 13 Mars - Matin : - Séance de travail avec les hydrologues et M. FLATTOT, préparation de la tournée LIFOU.
- Après-midi : Vol NOUMEA-LIFOU. Difficultés logistiques à l'arrivée dans l'Ile.
- 14 Mars : La journée s'est passée à parcourir la partie Sud de l'Ile, par l'itinéraire WE-KEDEIGNE - HMELEK (avec aller-retour sur THUAHAÏK) - WIWATOUL - LUENGONI - MOU - LUENGONI - INAGOD - DOSIP - WE. J'ai pu ainsi me rendre compte des conditions de sol (pratiquement partout lapiazé) et de végétation (forêt secondaire et savane arborée). Nous avons rendu visite au grand chef BOUIA, responsable d'une grande partie de l'Ile, auquel nous avons fait part de notre projet.
- 15 Mars - Matin : Visite du Nord de l'Ile, après avoir vu le trou "avion", par l'itinéraire : WE - KOUMO - CHEPENEKE - Pointe d'EACHO - NATHALO - aéroport de OUANAHAM.
- Après-midi : Nous devons prendre l'avion à 14 h pour retourner à NOUMEA. Le vol ayant été annulé par suite du mauvais temps, nous sommes rentrés à WE. Du point de vue logistique, l'expérience de cette tournée montre que si l'on doit effectuer un travail d'une certaine importance à LIFOU, il est absolument indispensable de s'y assurer le plus tôt possible une base et un moyen de transport indépendant.
- 16 Mars : Retour à NOUMEA :
- Entrevue avec M. CORBESSON.
 - Entrevue avec M. LEGAND.

- 17 Mars : Avec M. CORBESSON, visite d'un lambeau de forêt primaire.
- 18 Mars - Matin : Séance de travail avec les géologues (déjà nommés), les hydrologues et M. QUENTIN (pédologue) : définition d'ensemble du programme à poursuivre.
- Après-midi : Tournée sur la basse DUMBEA. Recherche d'une station de mesure (débits, sédiments, matières dissoutes), le plus à l'aval possible. Solutions différentes pour basses eaux et hautes eaux. Tournée sur l'embouchure et la MANGROVE. Visite d'un barrage collinaire.
- 19 Mars - Matin : Survol de la GRANDE TERRE au Nord de NOUMEA. Traversée de la chaîne de NOUMEA à THIO, puis longé la côte Est jusqu'à la Rivière HOUAÏLOU. Remonté la vallée de HOUAÏLOU jusqu'à CAROVIN, puis par la montagne jusqu'à la Rivière PONERIHOUEN. Descendu cette rivière, longé la côte jusqu'à HIENGHENE (arrêt). Longé ensuite la côte jusqu'à la OUAIEME, remonté la OUAIEME puis descendu le DIAHOT. Après OUEGOA, piqué directement sur KOUMAC (Côte Ouest). Remonté la vallée de GOMEN jusqu'au col TAOU par lequel on joint TEMALA, puis KOUE. A partir de BOURAIL, on remonte une partie de la vallée de la BOGHEN, puis on suit approximativement la route jusqu'à l'aérodrome de MAGENTA. Ce survol m'a permis d'appréhender en très peu de temps la morphologie des bassins calédoniens, de voir sur place des phénomènes signalés depuis longtemps, tels que les peuplements forestiers beaucoup plus denses des versants Ouest par rapport à ceux des versants Est, de suivre de près l'hydromorphologie des lits des rivières, d'apprécier les effets de la turbulence convective au passage des lignes de crête, notamment dans les cols, etc...

- Après-midi : - Survol beaucoup plus court du Sud de l'île ; bassin de la YATE, plaine des Lacs, retour à très basse altitude au-dessus du récif coralien.
- Visite des laboratoires de géologie et de pédologie.
- Entrevue avec M. LEGAND.
- 20 Mars - Matin : Départ de NOUMEA en voiture, en direction de BOURAIL. Arrivée à la TONTOUTA, remontée de la vallée en rive droite ; vu l'ancienne station limnimétrique (abandonnée). Remonté la KALPUEOLA (affluent) jusqu'à un ancien campement minier. Retour sur la route principale. OUENGI au pont : station limnimétrique.
- Après-midi : BOULOUPARI, LA FOA, MOINDOU. Après le col de BOGHEN, on prend une petite route à droite pour remonter la vallée jusqu'à la station de jaugeage (à déplacer). Examen des conditions d'écoulement ; problème de l'infiltration dans les galets, rencontré en d'autres points de l'île. Redescendu la vallée jusqu'à BOURAIL ; allé jusqu'à la Pointe PERCEE (phénomènes d'érosion marine dans les dolomites).
- 21 Mars - Matin : Sur la route du retour, pris à gauche pour le col d'AMIEU. Visite de la station forestière ; bassin versant de l'OUEN OUAOU exploité ces dernières années comme bassin expérimental par la section hydrologique de l'ORSTOM. Descendu la vallée OUEN OUAÏ jusqu'à CROUEN.
- Après-midi : Retour à NOUMEA.
- 22 Mars - Matin : - Entrevue avec MM. QUENTIN et LEVEL. Discussion sur la création éventuelle d'un laboratoire de chimie à grand débit pour analyses de routine.
- Entrevue avec M. TRESCASES au sujet de l'analyse des échantillons d'eau de la DUMBEA. Les résultats sont curieux et il conviendrait d'examiner à fond la question.
- Après-midi : Séance de travail LIFOU, avec les hydrologues et M. FLATTOT. Préparation du programme de LIFOU.

- 23 Mars : Tournée YATE, plaine des Lacs. Itinéraire : Saint-LOUIS, La COULEE, Vallée de LEMBI, Col de MOUIRANGE. Remonté la Rivière des LACS jusqu'au GOULET, YATE Barrage, YATE Usine, retour par Col de MOUIRANGE et SAINT-LOUIS. Observations sur l'érosion spectaculaire des sols ferrugineux. Station forestière de OUCENAROU (reboisement : D R S et exploitation ; tentative de bassin expérimental minuscule ; tout passe dans les galets, à abandonner). Visite de l'usine et du barrage.
- 25 Mars : Visite du bassin de la DUMBEA. Monté d'abord sur la ligne de crête de la Montagne des SOURCES d'où on a une vue d'ensemble sur le bassin de la DUMBEA Est, puis visite des vallées des trois bassins étudiés : DUMBEA Est, DUMBEA Nord et COUVELEE.
- 26 Mars - Matin : - Visite à M. BARRAU, Conseiller à l'Agriculture. Objet principal de l'entretien : étude de LIFOU.
- Visite du CORIOLIS.
- Visite à M. ODET, Directeur des Travaux Publics.
- Après-midi : - Entretien avec M. LEVASSEUR (Chef du Service du Génie Rural) au sujet de LIFOU et notamment de la participation de M. FLATTOT aux études menées par l'ORSTOM. On a évoqué également la question de l'utilisation des barrages collinaires pour l'étude du ruissellement et de l'érosion sur bassins très petits.
- Examen, avec les hydrologues, de la poursuite des études sur le réseau hydrologique.
- 27 Mars - Matin : Derniers entretiens, notamment avec M. LEGAND.
- Après-midi : Départ de NOUMEA - Fin de mission.

II - ETUDE CONJOINTE DE LA DUMBEA

2.1. - Principes et but de l'étude. Critique de la méthodologie générale

Cette étude, désignée sous le nom "Bilan géochimique de l'altération des péridotites en Nouvelle-Calédonie", est définie, pour les Comités techniques intéressés, dans une note du Professeur ROUTHIER datée du 23/6/65. Des renseignements complémentaires sont fournis, à propos d'un compte rendu des premiers résultats, dans un rapport du même auteur, intitulé : "Géologie Nouvelle-Calédonie. Rapport sur une mission en Nouvelle-Calédonie effectuée du 19 Août au 26 Septembre 1966, par P. ROUTHIER".

On peut résumer en quelques lignes le but et l'extension de l'étude. L'attaque des péridotites par les éléments atmosphériques se traduit par une altération dont les produits sont au moins partiellement entraînés, en dissolution par les eaux de percolation qui vont rejoindre les nappes souterraines, en dissolution aussi, mais surtout en suspension par les eaux de ruissellement. Le réseau hydrographique sert alors de transit à ces produits qui finissent au bout de très peu de temps par se mêler aux eaux du lagon s'il s'agit d'éléments dissous, ou par se déposer dans le lagon ou dans la zone estuarienne s'il s'agit d'éléments en suspension.

Parmi les éléments ainsi déplacés, devrait obligatoirement se trouver la partie des produits d'altération qui n'est pas restée en place. Autrement dit, les sédiments recueillis dans le lagon devraient avoir en moyenne une composition chimique complémentaire de celle des produits d'altération restés en place, par rapport à la composition chimique de la roche non altérée, compte tenu de la sédimentation propre du lagon et des pertes dues aux éléments dissous dont le devenir est beaucoup plus incertain. D'où un premier contrôle portant sur :

- l'analyse chimique des péridotites non altérées ;
- l'analyse chimique des produits d'altération restés en place ;
- l'analyse chimique des sédiments "frais" du lagon, effectuée sur des échantillons prélevés par dragages.

Cette première étape constitue en quelque sorte la phase statique actuelle de l'étude. Toutefois il n'est pas sûr, comme nous le verrons, que les résultats tirés de la méthodologie esquissée ci-dessus puissent être significatifs. Le raisonnement qui conduit à cette méthodologie suppose en effet qu'il existe, dans les produits d'altération, une partie capable d'être dissoute ou érodée et une partie qui reste immuablement en place, ou tout au moins que la première partie est susceptible d'une érosion beaucoup plus rapide que la seconde. Il est fort possible au contraire que l'érosion des différents éléments atteigne à la longue une "vitesse de croisière" indépendante de leur nature et dépendant uniquement de leur concentration dans la roche mère, les éléments plus résistants finissant par composer uniquement la surface de la couche altérée, donc par être plus exposés, tandis que les éléments les plus faciles à déplacer se trouvent dans les couches les plus profondes de l'altération, c'est-à-dire dans une large mesure protégés de l'érosion. Bien que très schématique et n'ayant nullement la prétention de rendre compte du mécanisme de l'érosion, ce point de vue doit être assez sain ; il conduit à un équilibre des vitesses d'érosion pour l'ensemble des éléments composant les produits d'altération. Il en résulte que, aux produits dissous près, la totalité des éléments composant la roche mère devrait se retrouver dans les sédiments du lagon et de la zone estuarienne.

On se demande alors quelle pourrait être la signification exacte de l'analyse des produits d'altération en place par rapport au bilan chimique effectué. En particulier, cette analyse ne pourrait être d'aucun secours pour l'étude de la concentration (ou de la dispersion) de certains éléments dans les sédiments.

On peut penser néanmoins que cette première étape était nécessaire pour dégrossir le problème et dégager un certain nombre d'idées concernant notamment la pétrographie des péridotites et celle des produits d'altération.

Dans le programme original, le traitement des produits dissous n'est guère qu'évoqué et, de fait, se raccorde assez mal au reste de l'étude. Ceci provient du fait que les deux séries d'analyses (roches en place, altérations, sédiments déposés d'une part, produits dissous ou sédiments en suspension d'autre part) se situent sur des plans différents. Tandis que l'analyse des terres et l'établissement éventuel d'un bilan chimique (en pourcentage) les concernant, s'accommode assez bien d'une méthodologie statique, le bilan chimique des matières dissoutes ou en suspension n'a aucune signification en dehors d'un processus dynamique

d'échantillonnage aboutissant à l'établissement d'une chronique et à une quantification dans le temps de ces éléments. Ceci est vrai pour les matières transitées dans le réseau hydrographique ; ce l'est également pour celles de l'eau du lagon et on verra quelles difficultés pratiquement insurmontables, tant du point de vue dynamique que du point de vue analytique, cela peut entraîner.

Avant d'examiner plus en détail les méthodologies permettant de traiter quantitativement le problème du bilan, nous dirons un mot de la "phase statique historique" de l'étude, bien que celle-ci relève exclusivement de la géologie. Il s'agit, par des prélèvements en profondeur, d'étudier l'histoire de la sédimentation dans le lagon et éventuellement l'évolution des sédiments, notamment les migrations qui peuvent constituer un facteur de reconcentration. A notre avis, cette phase, fort intéressante en soi, n'a guère de relation avec le problème du bilan dynamique actuel et peut être menée de façon totalement indépendante.

2.2. - Méthodologie pour une solution complète du problème

Nous allons examiner, dans ce paragraphe, ce qui pourrait être considéré comme une réponse idéale au problème du bilan. On verra par la suite que, pour différentes raisons et à différents points de vue, une telle méthodologie n'est pas actuellement applicable ; son exposé n'est cependant pas inutile car il permet de placer le problème sous son vrai jour et d'explicitier tous les éléments du bilan.

Pendant un intervalle de temps ΔT , un poids P de matériaux est enlevé à la couche d'altérations (sol ou roches) et amené par les eaux de ruissellement et les eaux souterraines au réseau hydrographique. Ce poids total se divise en deux parts : P_1 , qui se rapporte à la partie dissoute, et P_2 qui est formée par les sédiments en suspension (le charriage peut être considéré comme négligeable). Il est clair que la mesure de P in situ, c'est-à-dire au moment de son arrachement par les facteurs mécaniques de l'érosion, ou de sa dissolution par les facteurs de l'érosion chimique, est technologiquement impossible et le sera probablement à tout jamais.

P transite dans le réseau. Il peut, durant ce transit, se produire un certain nombre de transformations, soit dans la nature physico-chimique des éléments transités, par exemple mise en solution d'une partie des éléments en suspension, soit dans leur quantité (sédimentation le long du parcours ou au contraire reprise en suspension de sédiments prédéposés). En l'absence d'accidents morphologiques permettant un ralentissement du

courant et des possibilités importantes de stockage, ces transformations ne peuvent présenter quelque importance, étant donné la nature du cours d'eau et de ses affluents, tant que le flot ne parvient pas dans la zone estuarienne.

La DUMBEA est formée, on le sait, de trois bras drainant des bassins sinon de même importance, du moins du même ordre de grandeur : DUMBEA Nord, DUMBEA Est et COUVELEE. Seule, la DUMBEA Est comporte un accident morphologique notable : la retenue formée par le barrage de prise pour l'alimentation de NOUMEA. Il est certain que cette retenue doit piéger une fraction non négligeable des sédiments, et perturber quelque peu la composition chimique des eaux. Cependant, son influence n'est peut-être pas aussi grande qu'il pourrait le paraître a priori : la turbidité des eaux est importante surtout lors des très grandes crues et alors les sédiments fins, qui composent la majeure partie de la charge solide, n'ont guère le temps de se déposer. On pourrait tenter d'isoler ce bras Est ou de ne pas en tenir compte, mais alors ou bien il ne serait plus possible d'entreprendre l'opération de bilan que nous exposerons plus loin, ou bien on se heurterait à d'autres difficultés qu'il serait trop long d'exposer ici.

On en arrive donc finalement à mesurer les apports solides en amont immédiat de la zone estuarienne ; on a choisi, pour des raisons de commodité, le pont de l'ancienne ligne de chemin de fer. La technologie des mesures sera exposée dans un autre paragraphe. Dans quelle mesure les apports en solutions et surtout en suspension, évalués en ce point du réseau, reflètent l'altération naturelle des péridotites ? Il est difficile de le dire, non seulement à cause du réservoir de la DUMBEA Est, mais surtout par suite des exploitations minières qui procèdent à une érosion beaucoup plus active que celle des agents atmosphériques. On peut supposer néanmoins que ces interventions, qui restent très limitées dans l'espace, mettent en jeu des volumes totaux de matériaux bien inférieurs à ceux de l'érosion naturelle qui, elle, s'attaque à la totalité du bassin.

L'estimation des apports P_1 et P_2 , pendant l'intervalle de temps ΔT , à l'entrée de la zone estuarienne, constitue la mesure du premier terme du bilan qui nous intéresse.

La seconde zone d'action est constituée par la zone intermédiaire entre le réseau hydrographique dont la limite aval est définie plus ou moins arbitrairement par la section choisie, et le lagon. C'est ce que nous avons appelé la zone estuarienne. Il est peu probable qu'elle

soit le siège d'une activité chimique intense, j'entends d'une activité de masse mettant en jeu une partie importante des matériaux dissous transités. Par contre, et les observations de M. BALTZER le confirment, la sédimentation y est assez active. Du point de vue de notre bilan, l'intervention de la zone estuarienne se traduira donc par la ponction d'un poids P_{estu} de sédiments sur le poids total P_2 apporté par le réseau dans l'intervalle ΔT .

Les eaux chargées de sédiments et de produits dissous arrivent enfin dans le lagon. Elles subissent alors un ralentissement brutal qui a pour effet de décanter les produits en suspension, les plus grossiers se déposant à proximité de l'estuaire, puis de plus en plus loin à mesure qu'ils sont plus fins. Supposons qu'on soit capable, par une technique appropriée, de mesurer le poids total P_{lag} des matériaux déposés dans le lagon pendant le temps ΔT , ainsi que la constante de sédimentation propre au lagon (en dehors des apports fluviaux) : P_{colag} . L'équation du bilan des sédiments est alors :

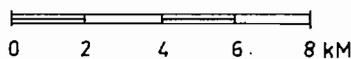
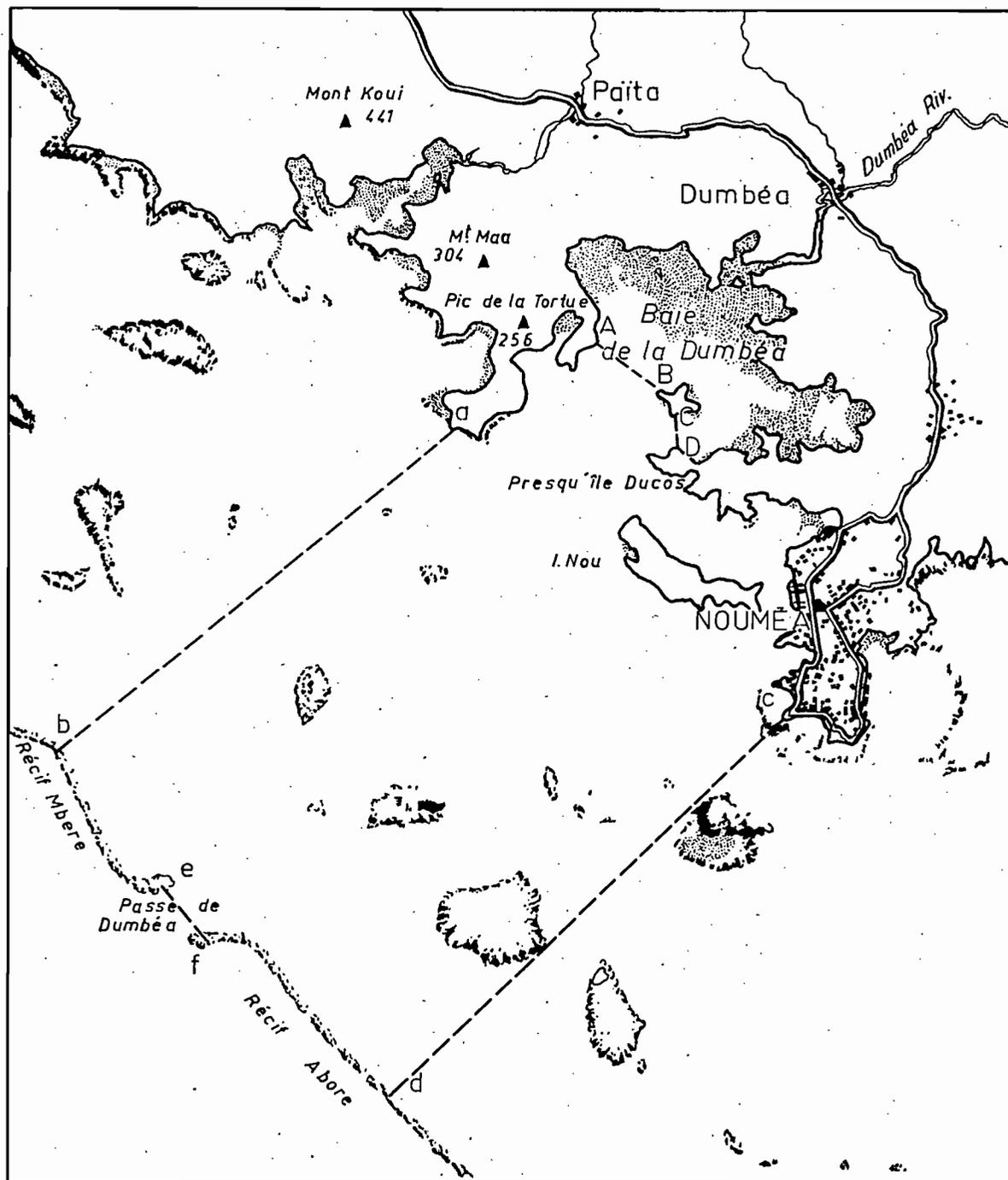
$$P_2 = P_{estu} + P_{lag} - P_{colag} .$$

Chacun des termes étant supposé mesurable, le bilan est "bouclé".

Les eaux fluviales, débarrassées de leurs sédiments, se mélangent aux eaux du lagon dont la composition est très voisine de celle de l'eau de mer. Il y a très probablement des échanges physico-chimiques à l'intérieur des eaux du lagon, notamment précipitations et peut-être reprises en solution ; mais la plus grande partie des masses dissoutes subit sans doute avant tout la loi des courants marins. Faire un bilan chimique des produits dissous, c'est définir avant tout une portion de lagon à l'intérieur de laquelle on soit sûr que tous les sédiments d'origine fluviale aient décanté, en tracer les frontières qui se matérialisent par des sections de passage, puis contrôler les produits dissous transitant à travers ces sections, ainsi que la variation du stock de matières dissoutes à l'intérieur de la portion de lagon choisie.

Une telle action suppose :

- que l'on est capable de contrôler à chaque instant le champ des vitesses (en direction et en intensité) dans les sections choisies. Ce n'est pas impossible avec le développement actuel de la technique, mais très onéreux : on a estimé à 400 000 F l'investissement en



courantographes, dans le cas d'une version simplifiée de l'étude ;

- que l'on est capable de doser, dans l'eau salée du lagon, les différents éléments chimiques avec une précision suffisante pour que les différences apportées par les eaux fluviales aux eaux du lagon soient mesurables avec une précision significative. Il ne semble pas que la technologie actuelle permette d'envisager de telles performances, mais le projet n'est sans doute pas "à jamais" irréalisable.

Pour aller plus loin dans l'exposé, nous nous appuyerons sur un schéma de travail concret. La carte I montre un premier schéma possible, matérialisé par les sections ab, cd et f, cette dernière n'étant autre que la passe de DUMBEA. On supposera que les apports d'origine terrestre dans la zone ainsi définie sont dus exclusivement à la DUMBEA. Il est plus probable que les sédiments apportés par la DUMBEA jusqu'au lagon ne franchissent pas les limites ab, cd et ef.

Si on peut assurer :

- la mesure à chaque instant de la composante des courants normale respectivement à ab, cd et ef ;
- une mesure suffisamment précise de la concentration de l'eau du lagon en chacun des éléments dissous intéressants,

il est clair qu'on peut mesurer le poids de matières dissoutes entrées ou sorties par le lagon dans la zone choisie pendant l'intervalle de temps ΔT . Nous verrons par la suite ce qu'il faut penser des hypothèses ci-dessus concernant les possibilités de mesures.

A ce point de notre exposé, il est nécessaire de regarder de plus près la question des matières dissoutes. Certaines sont contenues dans l'eau en proportions notables, d'autres y sont en très faible pourcentage et constituent les oligo-éléments. Il faut dire tout de suite qu'un dosage même approximatif des oligo-éléments n'apporte strictement rien au problème de bilan qui est posé au départ. Pour les autres éléments, certains peuvent ne présenter qu'un intérêt réduit. Après avoir consulté les géologues et les pédologues, j'ai retenu la liste suivante :

| | | |
|-------------|----------------------|----|
| Sodium | désigné ci-après par | SO |
| Potassium | " | P |
| Calcium | " | C |
| Manganèse | " | M |
| Silice | " | SI |
| Bicarbonate | " | B |

De sorte que le poids total d'extrait sec déterminé au cours d'un dosage se répartit entre ces six éléments et un résidu qu'on désignera par R. Chaque estimation de poids d'éléments dissous sera donc un vecteur à sept dimensions au lieu du scalaire qui exprimait le poids total. On retiendra alors, comme mesures élémentaires durant le temps ΔT :

P_1 (SO,P,C,M,SI,B,R) : poids des différents éléments apportés par la DUMBEA pendant ΔT .

P_{ab} (SO,P,C,M,SI,B,R) : poids des différents éléments ayant transité par la section ab pendant ΔT .

P_{cd} (SO,P,C,M,SI,B,R) : idem pour la section cd.

P_{ef} (SO,P,C,M,SI,B,R) : idem pour la section ef.

On posera conventionnellement que les composantes de P_{ab} , P_{cd} et P_{ef} sont négatives si elles désignent une migration de l'élément correspondant de l'intérieur vers l'extérieur de la zone choisie et positives dans le cas contraire. Avec la même définition, P_1 est naturellement toujours positif.

Les variations de poids des matières dissoutes à l'intérieur de la zone peuvent théoriquement être mesurées par des dosages effectués dans l'eau du lagon, étant entendu qu'on connaît le volume d'eau total contenu dans la zone. Le poids des matières dissoutes contenu dans la zone sera exprimé également par un vecteur, P_{zone} , ayant les mêmes composantes que les vecteurs exprimés précédemment. A la différence des autres, P_{zone} est un vecteur statique exprimant une condition d'état ; il n'est pas nécessaire d'en obtenir une chronique pour l'utiliser dans une opération de bilan où il intervient sous forme de la différence :

$P_{zone}(i + 1) - P_{zone}(i)$, qu'on appellera ΔP_{zone} ; i désigne l'instant initial et i + 1 l'instant final de l'intervalle Δt ; deux mesures effectuées aux instants i et i + 1 sont donc suffisantes.

Si l'on ajoute, sous forme d'un vecteur ΔP_{chised} , le poids des matériaux dissous précipité dans le lagon (ΔP_{chised} négatif), ou repris en solution (ΔP_{chised} positif) pendant ΔT , l'équation du bilan chimique de l'eau de la zone choisie du lagon pendant le temps ΔT s'écrit :

$$P_1 + P_{ab} + P_{cd} + P_{ef} = \Delta P_{zone} + \Delta P_{chised} ,$$

étant entendu qu'il s'agit d'une relation vectorielle devant être vérifiée séparément pour toutes les composantes indiquées plus haut.

Qu'y a-t-il de réaliste, à l'heure actuelle, dans une telle méthodologie ? Pas grand chose, il faut bien l'avouer. Les deux difficultés majeures à surmonter sont, comme je l'ai déjà indiqué, d'une part la mesure permanente des courants du lagon qui, si elle est techniquement possible, restera toujours fort onéreuse, d'autre part, l'obtention d'une précision suffisante dans l'analyse des éléments dissous. Les calculs eux-mêmes, qui eussent constitué naguère un obstacle quasi-insurmontable, seraient maintenant aisément conduits au moyen d'un ordinateur puissant ; la programmation de ces calculs ne poserait guère de problèmes.

Je ne m'étendrai pas sur les difficultés analytiques qui sont du ressort du chimiste, mais qu'un profane peut sans peine imaginer. Le problème des mesures de courants, bien que parfaitement accessible avec la technologie actuellement disponible, demanderait néanmoins, pour cette application particulière, une action commune des océanographes et des hydrologues ; il constitue à lui seul un sujet de recherche. Nous indiquerons en quelques lignes comment ce problème peut être abordé.

Il s'agit soit de mesurer le flux liquide total passant dans une section donnée à un instant donné normalement à cette section, soit de mesurer le flux normal passant dans un certain nombre de tubes de courant de section et de position connues, dans lesquels on fait un ou plusieurs prélèvements à intervalles de temps jugés suffisants ; on peut déterminer ainsi le poids de matériaux (par élément chimique) transporté par unité de temps, à chaque instant, dans chaque tube de courant. On obtient alors, par sommation, les valeurs des composantes des vecteurs dont il a été parlé plus haut.

Il n'est pas actuellement concevable d'installer un tel dispositif sans essais préalables constituant un véritable programme de recherches. Le problème est en effet d'assurer une densité de mesures de vitesses et de directions suffisante pour obtenir la précision désirée, tout en

limitant au maximum le nombre d'appareils : un courantographe très sensible, comme ceux dont il faudrait disposer, coûte dans les 15 000 F.

Sans préjuger des résultats de telles recherches, et même comme hypothèse de base pour l'orientation de leur programme, on peut dire a priori que l'enregistrement continu devra faire appel à des appareils de références relativement peu nombreux jouant un rôle analogue à celui de l'échelle limnimétrique en hydrologie fluviatile. On ne peut toutefois espérer, pour peu que la section de mesure soit large, qu'un seul appareil suffira. Ceci pour deux raisons :

- un tel dispositif ne saurait rendre compte du schéma complexe du courant,
- il ne permettrait pas d'introduire dans les calculs une variabilité spatiale éventuelle des concentrations.

Il convient donc de diviser chaque section en un certain nombre de sous-sections à chacune desquelles on affectera un courantographe de référence. L'appareil de référence N° i, par exemple, fournira à un instant donné, pour la sous-section i, une vitesse de référence $V_{Ref,i}$ et une direction de référence $D_{Ref,i}$. Ces deux données se combinent pour donner une vitesse de référence normale à la section $V_{Noref,i}$. Au même instant, si l'on dispose, dans la sous-section, d'un nombre suffisant d'appareils, on enregistrera un certain nombre de vitesses et de directions qui, combinées, permettront d'établir un champ de vitesses normales à la section d'où il sera possible de déduire une vitesse normale moyenne dans la sous-section : $V_{Nomoy,i}$.

Il s'agit de ne maintenir, dans chaque sous-section, le matériel complet que pendant la durée réduite nécessaire à l'étalonnage de l'appareil de référence. Cet étalonnage consiste à établir une relation :

$$V_{Noref,i} \longrightarrow V_{Nomoy,i}$$

Il n'est pas évident que cette relation soit biunivoque. En particulier, d'autres facteurs peuvent intervenir tels que l'instant de la mesure par rapport au cycle de la marée, l'amplitude ou la cote maximale de la marée etc... On aura alors une relation du type :

$$\begin{array}{l} V_{Noref,i} \\ \text{Instant cycle} \\ \text{Cote max marée} \end{array} \begin{array}{c} \longrightarrow \\ \longrightarrow \\ \longrightarrow \end{array} V_{Nomoy,i}$$

que l'on pourra établir par régressions multiples.

Les problèmes ci-dessus étant résolus, le calcul des débits solides dissous est évident et n'est plus qu'une question de gestion et de programmation.

Examinons maintenant ce que donnerait un tel projet sur la portion de lagon qui a été utilisée pour l'exposé de la méthodologie (carte I).

Les sections ont approximativement les largeurs suivantes :
ab : 16 km, cd : 17 km, ef : 2 km. Il n'est pas concevable, malgré la régularité relative des courants dans cette partie du lagon, de mettre moins d'un courantographe de référence pour 500 m de largeur, sauf peut-être pour la passe de DUMBEEA (ef), pour laquelle on peut sans doute se contenter de deux appareils. Ceci représente donc un total de 68 courantographes installés en permanence, auquel on doit ajouter un groupe de 20 appareils pour l'étalonnage en vitesse normale moyenne. L'étalonnage devant probablement durer plusieurs années, il n'y aurait sans doute aucune récupération possible ; il s'agit donc bien, pour une telle opération, rien qu'en courantographes, d'une dépense de $88 \times 15\ 000 = 1\ 320\ 000$ F.

On a cherché s'il n'était pas possible de se contenter, pour le bilan, d'une portion de lagon plus modeste et on a examiné le cas de la baie de la DUMBEEA. Cette baie est assez bien délimitée et séparée du lagon par deux passes relativement étroites : AB et CD sur la carte I. La largeur à couvrir n'est plus que d'environ 3 km, mais les courants, plus hétérogènes dans la baie que dans le lagon, exigeraient sans doute une plus grande densité d'appareils ; peut-être un courantographe de référence pour 200 m, soit 15 appareils en tout, plus, pour l'étalonnage, une batterie de douze qui serait au moins partiellement récupérable, l'étalonnage devant être beaucoup moins long que pour le premier projet. Malgré tout, l'achat initial reste assez élevé (405 000 F). Ce coût ne serait toutefois pas prohibitif si l'on était à peu près sûr d'arriver à un résultat intéressant ; or, par ailleurs, les difficultés de l'analyse chimique nous interdisent cet espoir.

Si l'étude en soi des débits de courants, et notamment les recherches sur l'étalonnage d'appareils de référence en vitesse normale moyenne, reste souhaitable et devrait être entreprise dans les années à venir par les océanographes physiciens et les hydrologues, il ne semble pas réaliste, dans l'état actuel des choses, de l'appliquer à un programme tel que celui de la DUMBEEA.

Que faire alors pour cette action concernant l'altération des péridotites ? A notre avis, rédiger les résultats déjà acquis, compléter par une campagne de sondages profonds dans le lagon, puis tout arrêter, ... ou adopter un programme dynamique réduit ne portant que sur les sédiments, comme nous allons l'exposer.

2.3. - Etude dynamique restreinte mais réaliste

Dans l'exposé du titre 2-1, il est fait mention assez brièvement, comme ne posant pas de problèmes insolubles actuellement, du bilan des matières en suspension. Nous renvoyons à cette partie de l'exposé et rappelons qu'on était arrivé à une équation de bilan de la forme :

$$P_2 = P_{estu} + P_{lag} - P_{colag} .$$

La simplicité relative de l'opération vient du fait qu'on peut pratiquement supposer que tous les sédiments apportés par le fleuve décantent dans la zone choisie. Les matières dissoutes viennent énormément compliquer le problème du fait de leur grande dilution dans une eau marine déjà très chargée et de leur migration au gré des courants exigeant pour son contrôle la très lourde technologie décrite précédemment, sans que le succès puisse en être assuré.

On peut toutefois supposer que, du point de vue du bilan, le rôle joué dans le lagon par les corps dissous n'est pas considérable. Il est alors possible de proposer une méthodologie simplifiée basée sur les principes suivants :

- Les éléments dissous sont cubés uniquement avant l'entrée dans la zone estuarienne ;
- les sédiments en suspension sont également cubés au même point du réseau hydrographique ;
- les sédiments déposés dans la zone estuarienne et dans les mangroves dulcicoales, à l'exception du lit même de la rivière, sont cubés après chaque crue relativement importante, c'est-à-dire ayant donné lieu à des transports en suspension ;
- les sédiments déposés dans la zone lagunaire et dans la partie estuarienne du lit de la rivière sont cubés par différence entre la sédimentation totale P_{lag} et la sédimentation propre aux eaux du lagon P_{colag} .

Avant de passer à la description des techniques permettant la mesure de ces différents paramètres, il convient de redéfinir les éléments de l'équation du bilan. Pour la même raison que pour les éléments dissous, on ne s'occupera pas d'éventuels oligo-éléments. D'après les indications qui m'ont été données par les géologues et les pédologues, les éléments chimiques intéressants à doser sont les suivants :

| | |
|-----------|------------|
| Silice | Fer |
| Aluminium | Nickel |
| Calcium | Cobalt |
| Magnésium | Chrome |
| Manganèse | Titane |
| | Carbonates |

Si on ajoute un éventuel résidu, on voit que chaque terme du bilan est un vecteur à 12 composantes et que l'équation doit être satisfaite pour chacune de ces composantes. C'est ainsi que l'équation écrite ci-dessus devra être interprétée.

2.3.1. - Mesure des sédiments et des éléments en solution à l'entrée dans la zone estuarienne

Le point de mesures a été fixé au pont de l'ancien chemin de fer (SDCF). La morphologie locale oblige en réalité à adopter des sections différentes pour les hautes eaux et pour les basses eaux. Le pont du chemin de fer lui-même, avec sa section principale (lit mineur de la DUMBEA) et ses deux petites sections latérales (passage des routes noyées lors des grandes crues), convient parfaitement pour les mesures de crues. Pour les eaux basses et moyennes, la section ne convient pas pour deux raisons : vitesses trop lentes et surtout influence de la marée. Il a donc fallu chercher une autre section ; à 2 km environ du pont, on trouve quelque chose de très correct, avec section rétrécie en amont permettant les jaugeages de basses eaux : on l'appellera SDA1. Cependant, cette section ne prend pas en compte un petit affluent, la NONDOUE, qui conflue à l'amont de SDCF et dont le débit de base n'est pas négligeable. Une station devra également être installée sur cette rivière ; cela ne pose aucun problème et la section sera baptisée SDA2.

On a en définitive :

- 1 section de hautes eaux SDCF qui sera utilisée pour les crues et à laquelle on mesurera le débit solide des sédiments en suspension et le débit des éléments dissous ;
- 2 sections de basses eaux SDA1 et SDA2 auxquelles on mesurera uniquement le débit des éléments dissous.

L'expérience montrera à partir de quel moment on doit passer d'un système à l'autre. Ce point de passage se tient dans une fourchette dont la valeur inférieure (en débit liquide par exemple) est donnée par le point où la loi hauteur-débit au pont cesse d'être influencée par la marée, et la valeur supérieure par le point où le débit des sédiments commence à ne plus être négligeable. On peut espérer que cette fourchette n'est pas négative.

Les trois stations doivent être équipées chacune d'un limnigraphe, OTT X pour SDCF et SDA2, limnigraphe à bulles (Telimnip par exemple) pour SDA1 où il ne semble pas possible de conserver un limnigraphe à flotteur. Du point de vue débits liquides, SDA2 sera complètement étalonnée, sauf pour les très forts débits correspondant selon toute vraisemblance à des hautes eaux sur la DUMBEA, SDCF sera étalonné pour les hautes eaux seulement telles que définies plus haut et SDA1 pour les basses et moyennes eaux. Pour SDCF, le pont de chemin de fer pourra être utilisé après quelques aménagements (installation d'un plancher avec des tôles de récupération) ; il serait bon également de pourvoir la station d'une cabine roulante destinée à protéger de la pluie le carnet de l'opérateur. On étalonnera séparément les trois passages d'eau correspondant aux trois travées du pont. Le pont est accessible en tout temps par le remblai du ballast qui sera très roulant après un simple débroussage. A SDA1, il n'y aura aucun inconvénient à utiliser un bateau, les vitesses restant modérées pour les débits qu'on se propose d'y mesurer. Pour SDA2, on n'aura que l'embarras du choix pour disposer de petits ponts en hautes et moyennes eaux, les basses eaux pouvant se mesurer à gué.

Les mesures de produits dissous et les mesures de sédiments en suspension doivent être complètement dissociées du point de vue technologie, même si elles sont effectuées par le même opérateur. En effet, la cadence et le volume des échantillons ne sont pas les mêmes pour les deux opérations ; le prétraitement des échantillons peut différer également. Nous traiterons d'abord le cas des sédiments en suspension.

La mesure des sédiments en suspension comporte deux actions différentes assez comparables à la lecture régulière d'une échelle d'une part et à l'établissement d'une courbe d'étalonnage au moyen de jaugeages d'autre part, effectués pour la connaissance des débits liquides. L'action "lecture d'échelle" est remplacée ici par des prélèvements standards, systématiques effectués à intervalles réguliers pendant toute la durée de la crue : à raison par exemple d'un tous les 1/4 d'heure. Dans le cas de la section SDCF, par exemple, on effectuerait chaque 1/4 d'heure un prélèvement en surface au droit du milieu de la travée centrale et, avec la même cadence et dans les mêmes conditions, un prélèvement pour chaque travée latérale lorsque les deux routes seraient inondées. Chaque prélèvement sera d'au moins 10 litres et devra être fait au moyen d'un récipient en matière plastique. Je n'insisterai pas sur les détails de la technologie des prélèvements.

L'action "étalonnage de l'échelle" se traduit par un "étalonnage en turbidité" de la section. On effectue un certain nombre de mesures complètes de la turbidité moyenne, en grammes par litre, dans la section. Pour cela, on effectue à la pompe un certain nombre de prélèvements suivant différentes verticales et à différentes profondeurs. Pour fixer les idées, dans la travée centrale de SDCF, on pourra effectuer trois à quatre prélèvements sur 5 à 6 verticales. Les premiers essais servent du reste de guide pour la répartition des points de mesure dans les essais ultérieurs. Une moyenne pondérée effectuée sur les résultats obtenus permet de calculer la turbidité moyenne que nous appellerons C_M . Durant la mesure complète, on effectue un ou plusieurs prélèvements standards sont on tire une valeur significative de la concentration au point standard C_S . Etablir l'étalonnage en turbidité dans la section, c'est établir une relation $C_M = F(C_S)$. L'expérience montre que cette relation est très souvent univoque ; si elle ne l'était pas, il faudrait faire intervenir un facteur correctif, par exemple le débit liquide, que l'on incorporerait dans la loi au moyen de régressions multiples. L'étalonnage en turbidité doit être fait séparément pour les trois passages d'eau.

Il est possible que la cadence imposée pour les prélèvements standards, c'est-à-dire finalement trois opérations par 1/4 d'heure, puisse être réduite. Mais, au début au moins, il faudrait opérer de cette manière. Il faut toutefois noter que les travées latérales ne seront pas exploitées à toutes les crues et pendant toute la durée des crues. Admettons que, pendant un cyclone donnant lieu à une crue de trois jours, on ait 1 jour à trois travées et 2 jours avec uniquement la travée centrale. L'opération

totale aura conduit à prélever 480 échantillons d'au moins 10 litres ; si l'on ajoute les prélèvements d'étalonnage et les prélèvements pour les corps dissous, on réalise que le transport de tout ce matériel à un laboratoire central est une très lourde astreinte. Il faudra donc obligatoirement procéder sur place à une concentration des échantillons. Ceci nécessitera, sinon un local complètement aménagé, du moins un abri sommaire : on pourra assez facilement trouver sur place une location satisfaisante. Le vrai problème est dans la technique même de la concentration ; c'est ainsi que la technique classique par adjonction d'acide chlorhydrique, avec ou sans chauffage, présente l'inconvénient de détruire les carbonates, ce qui risque de ne pas satisfaire le pédologue. Il y a, dans ce domaine, une petite recherche préalable à effectuer.

La technique des prélèvements pour l'analyse des corps dissous est beaucoup moins astreignante du fait que la concentration est beaucoup plus homogène dans l'espace et moins capricieusement variable dans le temps où elle suit généralement d'assez près la variation du débit liquide.

En dehors des crues, on pourra se contenter d'un prélèvement par jour, et peut-être même par semaine aux stations SDA1 et SDA2. Pendant les crues, les prélèvements seront effectués à SDCF, à la cadence de un à l'heure pour commencer. Comme pour les sédiments, les prélèvements doivent être faits dans des récipients en plastique, en évitant soigneusement tout contact de l'eau avec un objet métallique ; par la suite, on évitera de stocker les échantillons dans des récipients en verre. Un volume d'un litre par prélèvement devrait être suffisant. Pour éviter, dans les échantillons, toute reprise en solution des éléments contenus dans les sédiments (brassage durant les transports, stockage parfois long avant analyse), on procèdera sur place à une décantation (à étudier comme pour les sédiments), suivie d'un siphonage.

A ce propos, M. TRESCASES nous a fait part des premiers résultats qu'il a obtenus sur quelques échantillons disparates. Un résultat absolument insolite et inexplicable est que la concentration en corps dissous en hautes eaux (à la crue comme à la décrue) n'est que la moitié environ de la concentration en basses eaux, alors que les débits sont dans un rapport de l'ordre de 1 à 100. Or, il est bien connu que les eaux de nappes souterraines qui sont longuement en contact avec le sol et les roches, sont beaucoup plus chargées que les eaux de ruissellement qui, après un bref lessivage du sol pendant lequel elles peuvent mobiliser les éléments les plus solubles, sont chimiquement très pures, bien que souvent très turbides.

Il doit probablement y avoir une erreur ou une faute technologique quelconque dans les analyses effectuées jusqu'à présent ; s'il n'en était pas ainsi et si les analyses de routines qui suivront corroborent ce résultat, il faudrait en rechercher la cause et cela ouvrirait peut-être un champ de recherches intéressant.

Il reste alors à analyser tout ça. Les éléments à doser ont déjà été indiqués plus haut, soit dans le cas des sédiments en suspension, soit dans le cas des corps dissous. Le premier résultat obtenu est le poids total de matériaux secs, soit dissous, soit en suspension. En ce qui concerne les sédiments, il est probable que l'on n'ait pas besoin de procéder à une analyse chimique de tous les échantillons, bien que ceci demande à être contrôlé. On pourrait alors se contenter d'analyser un échantillon sur 5, par exemple, les autres n'intervenant que pour connaître le poids total. En ce qui concerne le passage de la concentration ponctuelle standard à la concentration moyenne, on n'a guère d'autre solution que d'admettre une équirépartition des différents constituants chimiques du sédiment.

Dans ces conditions, on peut évaluer à environ :

- 2 000 évaluations de poids de sédiments secs,
- 400 analyses chimiques de sédiments portant sur 11 éléments chimiques (soit 4 400 analyses),
- 300 analyses d'échantillons d'eau portant sur la détermination du poids de l'extrait sec et l'analyse chimique de 6 éléments (soit 2 100 opérations d'analyse).

Il est évident qu'un tel programme relève d'un laboratoire central, bien équipé pour des analyses de routine de ce type et situé à une distance raisonnable des lieux de prélèvements. Il faut également noter que cette opération est une affaire de chimistes de métier et non de chercheurs d'autres disciplines plus ou moins hâtivement convertis à la chimie.

Ceci pose en fait le problème de la création d'un laboratoire de routine au Centre ORSTOM de NOUMEA, laboratoire qui semble du reste rendu nécessaire pour d'autres problèmes que ceux de la DUMBEA. Il est en tout cas une chose certaine : c'est que, ou bien on crée un tel laboratoire, ou bien on arrête au plus vite l'opération péridotites.

2.3.2. - Mesure des sédiments déposés dans la zone estuarienne

Rappelons qu'on entend par zone estuarienne la partie comprise entre la section du pont et le lagon, y compris toutes les zones à palétuviers et non compris le lit mineur de la DUMBEA qu'il est plus pratique, tant pour des raisons méthodologiques que pour des raisons technologiques, de grouper avec le lagon lui-même.

M. BALTZER, qui est en charge de cette zone, a déjà effectué des relevés de sédiments après des crues importantes. Les sédiments "frais" déposés par une crue se séparent paraît-il très bien des sédiments déposés par une crue antérieure. J'ai simplement demandé à M. BALTZER de modifier sa technique de prélèvements de manière à faciliter la quantification du phénomène.

La technique proposée tient compte de deux impératifs :

- relever ponctuellement un poids exact de sédiments par unité de surface,
- répartir de manière significative la distribution des prélèvements dans l'espace.

En ce qui concerne le premier point, nous avons conseillé de remplacer la simple mesure de l'épaisseur de la couche déposée par le prélèvement de cette couche sur une surface donnée, par exemple 400 cm^2 (carré de 20 x 20). Il sera ainsi aisé de déterminer pour chaque point le poids de sédiments secs déposé par unité de surface.

Le second point est plus délicat et peut être envisagé selon deux techniques très différentes. Après un quadrillage intelligent de la zone susceptible de recevoir des dépôts (les résultats acquis à ce jour doivent permettre dans de bonnes conditions d'effectuer une telle opération), on peut, dans chaque zone partielle ainsi créée, procéder soit par échantillonnage au hasard, soit à une répartition homogène des prélèvements. La première technique est sans doute meilleure si elle est correctement réalisée, ce qui finalement n'est pas simple du tout. Il sera sans doute préférable d'adopter la seconde. La sédimentation spécifique dans chaque zone partielle peut être déterminée par simple moyenne arithmétique. Le poids total de sédiments déposé pendant une crue est alors calculé en additionnant les produits partiels obtenus en multipliant les sédimentations spécifiques obtenues par les superficies des zones partielles correspondantes. L'estimation sera d'autant plus précise que les conditions de sédimentation seront plus homogènes à l'intérieur d'une zone partielle ; les mesures déjà effectuées devraient permettre un découpage rationnel.

2.3.3. - Mesure des sédiments dans la zone lagunaire

On a déjà vu que les études sédimentologiques dans le lagon comportent deux parties très différentes :

- Etude des sédiments anciens exigeant des carottages relativement profonds ; cette étude, comme on l'a déjà vu, n'a pas d'incidence sur le bilan actuel. Elle demande, pour être exécutée, un carottier qui existe au Centre de NOUMEA et une batellerie qu'apparemment on n'arrive pas à approvisionner.
- Cubage et analyse des sédiments "frais" apportés par chaque crue.

Nous développerons un peu ce dernier point. Disons d'abord que peu de choses ont été faites dans ce domaine. M. LAUNAY, chargé de ce secteur, a effectué quelques prélèvements superficiels avec une benne d'ailleurs défectueuse qui n'a permis qu'un échantillonnage plus que douteux et conduit finalement à des résultats erronés pour la composition chimique des sédiments. L'opérateur a l'intention de reprendre ses essais avec un échantillonneur fonctionnant correctement. Mais ces opérations n'apportent pas grand chose à la solution du problème du bilan. Il faudrait maintenant pouvoir chiffrer les poids des sédiments et de chaque élément chimique de ces sédiments déposés par chaque crue dans le lagon. Cette opération permettrait de boucler le bilan des matières en suspension, ce qui, en fournissant un contrôle de l'ensemble des facteurs de l'équation de bilan, présente le plus grand intérêt pour l'étude de la dynamique de la sédimentation.

A priori, la mesure de la sédimentation dans le lagon paraît simple : les vitesses sont très lentes et les dépôts doivent s'effectuer à peu près verticalement. Il suffit donc en principe de déposer sur le fond un récipient et de recueillir périodiquement ce qui tombe dedans. En fait, il existe un certain nombre de facteurs qui viennent troubler la simplicité d'un tel schéma :

- En dehors de tout apport fluvial, le lagon a sa propre sédimentation, surtout d'origine biologique. Il semble que cet inconvénient puisse être surmonté en étalonnant, en quelque sorte, cette sédimentation propre par les observations effectuées en dehors de toute crue : c'est le terme p_{colag} de l'équation proposée pour le bilan des sédiments. p_{colag} doit varier dans le temps suivant l'activité biologique saisonnière, mais cette variation doit être relativement lente, sauf en cas

de phénomènes particuliers plutôt rares, tels que les marées rouges. Il n'est cependant pas évident que la sédimentation propre du lagon soit la même pendant et immédiatement après une crue de la DUMBEA, qu'en dehors de tout apport fluvial ; il y aura sans doute quelques corrections à apporter, d'où une petite recherche méthodologique supplémentaire.

- Il y a certainement un écoulement lent des sédiments fluviaux décantés vers les parties les plus profondes du lagon. Cet écoulement n'a pas d'importance en soi pour l'estimation de la sédimentation ; mais il peut, de par son processus physique, avoir une influence sur la qualité des prélèvements, s'il y a une reprise en suspension de sédiments, due par exemple à l'action d'une tempête, ce qui, sur un collecteur de fond, conduirait à une surestimation de la sédimentation totale. Là encore, il y a un point qu'il faudra examiner.
- La sédimentation fluviale est finalement obtenue par différence entre la sédimentation totale p_{lag} et la sédimentation propre du lagon p_{colag} . Il ne faudrait donc pas, pour obtenir une bonne précision dans sa mesure, que p_{colag} soit très supérieur à p_{lag} pendant l'intervalle de temps sur lequel est faite la mesure. Cela veut dire pratiquement que les mesures de sédimentation devraient le mieux possible "encadrer" les crues, ce qui ne va pas sans difficulté : si le moment de la mesure "après" est facile à déterminer, celui de la mesure "avant" résulte de la préconnaissance de l'évènement des crues, c'est-à-dire finalement de la prévision météorologique. Pour être prudent, ces mesures "à la demande" devront être complétées par des mesures systématiques à intervalles réguliers.

Les pièges à sédiments utilisés pour les prélèvements doivent être fabriqués d'une matière ne risquant pas d'altérer la composition chimique des sédiments ; en particulier, ils ne doivent comporter aucune pièce métallique. M. LAUNAY a fait construire entièrement en matière plastique, quatre pièges composés de deux plateaux superposés, suivant un modèle américain. Un des deux plateaux repose sur le fond, tandis que l'autre est à une certaine distance au-dessus ; le but de ce dispositif est précisément d'éliminer l'influence des reprises en suspension du sédiment déposé : affaire à suivre et à examiner de près.

Quatre appareils ne peuvent équiper qu'un dispositif expérimental en vue de l'étude technologique des mesures ponctuelles de sédimentation. Lorsque des observations auront été ainsi menées pendant trois

ou quatre mois (à condition que, durant cette période, on ait pu observer au moins deux crues donnant des sédiments fluviaux), on devra passer à la première phase de l'exploitation qui constitue elle-même une étude méthodologique en vue de déterminer la meilleure répartition spatiale à donner aux pièges à sédiments. Cette répartition dépend de la variabilité spatiale et du gradient d'intensité de la sédimentation, de la forme du champ de sédimentation (radial ou rectangulaire, symétrique ou dissymétrique). On pourra adopter comme premier schéma d'étude, une répartition en croix de Lorraine des appareils : une radiale d'environ 2 km, deux transversales dont l'une soit à proximité de l'estuaire de la DUMBEA (100 m par exemple) et l'autre à 1,5 km. Une trentaine de pièges, dix par segment, devraient suffire pour cette étude. Le réseau définitif dépendra des résultats ainsi obtenus.

J'ai passé sous silence, jusqu'à présent, le problème des sédiments dans le lit même de la DUMBEA à l'aval de SDCF. On peut penser que, sur une période relativement longue, il y a compensation entre les dépôts de sédiments et le charriage de fond ou la reprise en suspension de ces dépôts. La mesure effective de la sédimentation est compliquée du fait que les vitesses sont beaucoup plus élevées, surtout lors d'une crue, que dans le lagon. Par contre, de ce fait même, il n'y a pas à proprement parler sédimentation, au moins pour les matériaux fins, mais remblaiement du fond par charriage, aussi bien du reste que déblaiement, le tout d'amplitude probablement fort limitée.

Le seul moyen d'exercer un contrôle de la sédimentation dans cette partie de notre champ d'études serait d'effectuer des relevés périodiques très précis du fond. Ce sont des opérations longues et onéreuses exigeant l'intervention d'un spécialiste. Je ne pense pas qu'elles soient justifiées par les renseignements complémentaires qu'on pourrait en tirer. Tout au plus pourrait-on fixer 4 ou 5 sections dont on lèverait régulièrement le profil.

2.4. - Etudes hydrologiques et climatologiques

Des études hydrologiques visant surtout à faire ressortir les caractéristiques du ruissellement sur les bassins, ont été menées sur la DUMBEA Nord et la DUMBEA Est, avant même que commence l'étude de l'altération des péridotites. Ces études ont fait l'objet de rapports signés MONIOT et MLATAC et se poursuivent actuellement sous la direction de M. MLATAC.

Il a été décidé récemment, à la demande des géologues, d'équiper un troisième bassin, celui de la COUVELEE, qui draine une zone entièrement située dans les péridotites. Le but de l'opération est de réduire le nombre des paramètres géologiques dans l'étude du couple érosion-sédimentation. Malheureusement, on ne voit pas très bien comment les résultats qu'on obtiendra vont pouvoir s'insérer dans le bilan général, puisque les produits d'altération entraînés par les trois rivières se mélangent nécessairement avant de parvenir aux aires de sédimentation. C'est pourquoi je me montrerai très réservé sur le secours réel qu'on peut attendre de l'exploitation de ce nouveau bassin pour ce qui fait l'objet de notre action conjointe. Par contre, il est certain que les résultats concernant le ruissellement et ses rapports avec la géomorphologie seront d'une grande utilité. De toute manière, une fois la station étalonnée, ce qui sera réalisé au cours de l'année, l'exploitation "hydrologique" du bassin ne coûtera pas très cher.

A ces trois stations, on exercera un contrôle chimique des eaux pour les mêmes éléments qu'à la section SDCF. Toutefois, ce contrôle, assuré par le géologue comme dans le passé, sera beaucoup plus lâche qu'à SDCF (prélèvements plus espacés).

Le réseau pluviométrique sur l'ensemble du bassin est à peu près suffisant et demandera simplement à être complété dans la partie basse (extension des études jusqu'à la mer). On s'efforcera toutefois de remplacer au moins une partie des totalisateurs par des enregistreurs longue durée (1 mois si possible) : on sait que de tels appareils se donnent pas encore toute satisfaction ; il faudra regarder la question de plus près.

Les géologues demandent également des données climatologiques complémentaires en altitude. On installera, près d'un totalisateur actuellement en service, une station réduite comportant un thermographe et un hydrographe à rotation mensuelle (Montagne des Sources ou haut du bassin de la COUVELEE).

2.5. - Matériel et incidences budgétaires

Le changement d'orientation et le renforcement de certains secteurs de l'Etude vont se traduire par des achats complémentaires de matériel et un renforcement du personnel d'exécution. D'autre part, certains matériels prévus pour l'Etude telle qu'elle était primitivement conçue n'ont jamais été livrés. Dans ce qui suit, nous allons essayer de

faire le point au moins provisoirement sur ce problème. Toutefois, pour ne pas retarder la rédaction du présent rapport, nous ne chiffrerons pas les dépenses à engager correspondantes : cela fera l'objet d'un rapport ultérieur à notre Direction Générale.

2.5.1. - Matériel hydrologique complémentaire

L'équipement des stations de prélèvements aval exigera :

- Achats :

- 1 télimnip (limnigraphe à bulle de Neyrpic) pour la section SDA1, avec accessoires et papier. (SDA2 pourra être équipée d'un OTT XV et SDGF d'un OTT X, appareils en stock à la section de NOUMEA).

- Installation :

- d'un plattelage sur le pont de chemin de fer (achat de tôles ou de planche + travail) ;
- des trois limnigraphes.

2.5.2. - Matériel de prélèvements en rivière

La réalisation des prélèvements demandera :

- Achats :

- 300 récipients tout plastique d'une capacité de 10 à 15 litres ;
- 3 treuils et 3 récipients pour prélèvements standard (à définir et probablement à faire fabriquer sur place) ;
- 500 récipients tout plastique de 1 à 2 litres de capacité ;

- Location et installation :

- d'un local de campagne pour décantation préalable des sédiments.

2.5.3. - Matériel climatologique

- Achats :

- N pluviographes mensuels. Question à voir. N sera fixé ultérieurement par l'hydrologue ;
- 1 thermographe ;
- 1 hydrographe.

2.5.4. - Matériel de prélèvements en lagon

- Achats :

- d'un catamaran ou d'un autre système permettant le même usage. La question du catamaran est agitée depuis des années et a donné lieu à un volumineux courrier entre la Direction Générale et la Direction du Centre. Un constructeur local, M. LIMOUSIN, semblait avoir fait des propositions dignes de retenir l'attention. Cependant, le dossier "catamaran" que j'ai pu consulter au Centre de NOUMEA, se termine sur une lettre de M. TONNIER à la Direction Générale, datée du 7 Avril 1967, et accompagnant une note contenant des précisions demandées par la Direction Générale dans une lettre précédente (N° 3 376 du 3-3-67), cette note était accompagnée d'une lettre de M. LIMOUSIN.

Depuis, plus rien.

Actuellement, les solutions que l'on peut envisager sont les suivantes :

- Reprendre la solution d'une construction locale d'un catamaran et lancer enfin, très rapidement, la construction.
- Faire construire un catamaran en France.
- Acheter un chalutier australien réformé et faire construire un chaland pour la zone littorale.

La dernière solution présente l'avantage de permettre un emploi mixte du chalutier que les océanographes pourraient également utiliser pour leurs travaux dans le lagon.

De toute manière, il faut trouver une solution de toute urgence, ou renoncer délibérément à effectuer des carottages dans le lagon, c'est-à-dire abandonner l'étude historique des sédiments, ce qui serait tout de même dommage.

- Construction :

- le plus tôt possible et après essais, d'un premier lot de 30 pièges à sédiments (M. LAUNAY). Le nombre final de pièges à prévoir serait peut-être d'une centaine.

2.5.5. - Matériel d'analyse

Pour mémoire. Il se rattache au projet du Laboratoire Central d'analyses physico-chimiques de routine du Centre de NOUMEA. C'est un problème interdisciplinaire qui devrait être coordonné et étudié dans le détail par un ingénieur chimiste expérimenté.

2.5.6. - Personnel complémentaire

Il serait nécessaire d'engager pour le projet deux aides locaux qui résideraient dans la zone des études. Leur rôle serait d'effectuer les observations courantes et d'aider dans leurs travaux les spécialistes lorsque ceux-ci viendraient sur le terrain. Ils devraient disposer d'un véhicule à titre permanent.

La liste précédente, destinée à fournir un premier contour des besoins, n'est pas exhaustive. Il conviendrait de la compléter (éventuellement) le plus rapidement possible, de la chiffrer et de tenir compte des frais correspondant pour l'établissement du prochain budget du Centre. Il semble évident que le budget actuel ne saurait les supporter.

III - PROJET D'ETUDE DE LA LENTILLE D'EAU DOUCE DE L'ILE LIFOU

3.1. - Problème posé, études de MM. GIRARD et de KOCH

Les habitants des îles de dimension réduite qui ne comportent aucun réseau hydrographique et sur lesquelles, par conséquent, on ne peut déceler aucun ruissellement ni écoulement de surface, comme c'est le cas des îles LOYAUTE, n'ont que deux moyens de se procurer de l'eau douce : construire des citernes ou puiser dans la nappe si celle-ci existe. La solution citernes convient pour des consommations modérées, telles que celles qui sont entraînées par l'usage domestique. Pour les consommations importantes, comme celles de l'irrigation, même s'il s'agit de cultures maraîchères, il devient indispensable de s'adresser aux réserves du sous-sol.

On trouvera tous les renseignements désirables sur la géologie de l'île LIFOU dans deux rapports non publiés du géologue P. KOCH :

- Hydrogéologie de l'île de LIFOU, non daté mais vraisemblablement sorti en 1957 ;
- Hydrogéologie des îles LOYAUTE, non daté mais sans doute sorti en 1958.

Des observations hydrologiques sont consignées et interprétées dans le rapport G. GIRARD daté du 1^{er} Juillet 1957 et intitulé :

- Rapport d'étude sommaire sur la nappe d'eau à LIFOU.

Sans entrer dans le détail des phénomènes qu'on trouvera exposés de façon très complète dans les trois rapports cités, on peut résumer la situation de l'île en disant qu'elle est entièrement constituée de calcaires coraliens plus ou moins fissurés et fissurés plus ou moins menu. L'ensemble de sa structure permet la formation et le maintien d'une lentille d'eau douce en équilibre sur l'eau de mer, dite lentille de Ghyben-Harzburg. Les conditions requises pour qu'il en soit ainsi sont données dans les rapports de MM. GIRARD et KOCH (d'après C.K. WENTWORTH) :

- 1 - Perméabilité adéquate : elle doit permettre à l'eau douce de s'infiltrer, mais être suffisamment faible pour éviter le mélange général de l'eau douce avec l'eau de mer.

- 2 - Alimentation suffisante de la nappe : question de pluviométrie et de valeur de l'infiltration.
- 3 - Fluctuations peu importantes des niveaux de la nappe et du niveau de la mer.
- 4 - Absence de fissures importantes, surtout si elles sont perpendiculaires à la côte.
- 5 - Présence d'un "cap-rock", ou formation de couverture colmatant les fissures dans la zone de contact superficielle entre l'eau de mer et l'eau douce.

Bien entendu, ces conditions sont complémentaires ; par exemple, une perméabilité fine très homogène permettra de tolérer des fluctuations plus importantes du niveau de la mer.

D'après Ghyben et Harzberg, une telle lentille serait en équilibre hydrostatique, c'est-à-dire que la profondeur totale de l'eau douce en chaque point serait égale à sa hauteur au-dessus du niveau de la mer divisée par la différence de densité entre l'eau de mer et l'eau douce, ce qui permettrait une détermination extrêmement simple de la puissance de la lentille en tout point du terrain. Ce point de vue est peut-être vrai en moyenne sur une longue période, mais ne paraît pas très sérieux si on considère les variations à une échelle de temps relativement fine. La loi hydrostatique conduirait à attribuer, à chaque instant et en chaque point, à la profondeur de la lentille une profondeur 40 fois supérieure à la hauteur de l'eau douce au-dessus du niveau de la mer. Autrement dit, une variation de 10 cm du niveau supérieure de la lentille entraînerait une variation de 4 mètres de sa frontière inférieure, ce qui semble peu vraisemblable.

En fait, l'équilibre de la lentille doit suivre une loi beaucoup plus complexe qu'une simple loi hydrostatique, puisqu'aussi bien les termes dynamiques, au moins sous forme de résistance à l'écoulement, ne doivent pas être négligeables. Il me semble indispensable, pour une étude scientifique correcte, de procéder à une exploration géophysique périodique du contact eau douce-eau salée, sur au moins un profil et si possible sur deux.

L'objectif principal de l'opération LIFOU devra être l'établissement d'un bilan de la lentille d'eau douce. Les termes de premier ordre de ce bilan sont :

- Les apports au sol, exclusivement par voie de précipitations atmosphériques. Il conviendra éventuellement d'étudier l'influence de la rosée qui semble être particulièrement importante.

- Les pertes à l'infiltration, exclusivement dues à l'évapotranspiration puisqu'il n'y a sur l'île aucun phénomène d'écoulement superficiel. L'interception pourra être prise en compte dans cette partie des pertes, mais une étude particulière sera faite à ce sujet.
- L'écoulement de la nappe vers la mer.
- La variation du stock, c'est-à-dire du volume d'eau douce contenu dans la lentille compte tenu de la porosité des roches.
- Le pompage des eaux par les utilisateurs.

Les termes les plus difficiles à saisir seront l'évapotranspiration et l'écoulement de la nappe vers la mer. Ce dernier terme peut être abordé par l'étude des gradients de potentiel et de la transmissivité. L'évapotranspiration fera également l'objet d'études particulières mais la méthodologie n'est pas encore décidée.

Le but final de l'opération devrait être la constitution d'un modèle mathématique de l'ensemble de l'île, modèle qui permettrait de prévoir le fonctionnement d'un plan rationnel d'exhaure qui peut se résumer ainsi :

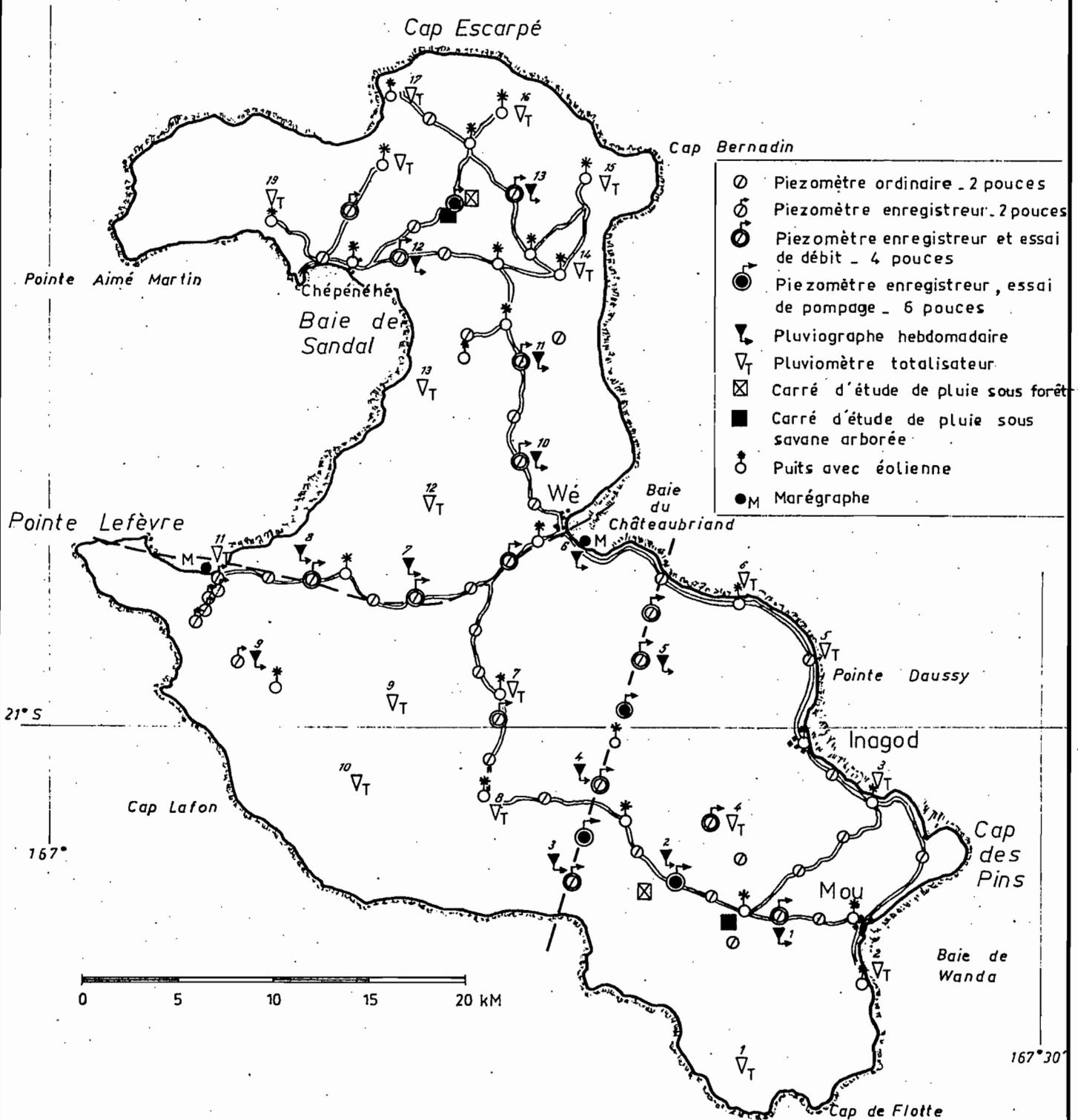
- Quelle est l'implantation optimale des forages et comment doit-on les utiliser (ordre, cadence et débits de pompage) pour tirer le maximum d'eau douce sans risques de contaminer la lentille ?

Le modèle final aura très probablement une allure paramétrique. Les différents processus physiques seront analysés au préalable au moyen d'études partielles, par exemple : étude de l'influence des marées sur le comportement de la lentille au moyen d'une ligne de forages perpendiculaire à la côte. L'ensemble de l'étude sera conduite de manière à dégager progressivement des enseignements scientifiquement intéressants et directement utilisables, ceci dans un souci de meilleure efficacité.

3.2. - Equipement de l'île en appareils de mesure

Il a été entendu avec le Service du Génie Rural de Nouvelle Calédonie que l'ORSTOM assurait l'entière responsabilité scientifique de l'opération, ainsi qu'une partie des travaux d'installation et la totalité des observations, avec l'aide d'un ingénieur du Génie Rural mis à mi-temps à sa disposition. Du point de vue travaux et installations, pour des raisons logistiques, le Génie Rural prend à sa charge : l'exécution et le tubage éventuel des piézomètres et autres forages nécessaires, le tracé des pistes d'accès complémentaires.

- LIFOU -



L'implantation des forages et appareils classiques est donnée sur la carte II. Seront installés ainsi :

- FORAGES -

| Nombre | Désignation | Utilisation |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | Forages de 6 pouces équipés d'enregistreurs et entourés d'un réseau de piézomètres pour mesure du rabattement. | - Enregistrement du niveau supérieur de la lentille, essais de pompage et détermination de la transmissivité. |
| 15 | Forages de 4 pouces munis d'enregistreurs. | - Enregistrement des niveaux et essais de débit. |
| 6 | Forages de 2 pouces munis d'enregistreurs. | - Etude de la propagation de la marée. |
| 26 | Forages de 2 pouces (piézomètres ordinaires). | - Mesure manuelle des niveaux. |

- MATERIEL CLIMATOLOGIQUE -

13 Pluviographes hebdomadaires.

19 Pluviomètres totalisateurs.

2 Aires d'études pour interception en forêt.

Ces aires sont constituées par un carré de 8 m de côté dans lequel sont équirépartis 16 pluviomètres disposés sous le couvert. Aux angles du carré, suffisamment loin pour ne pas avoir d'influence, 4 pluviomètres installés dans une clairière artificielle permettent de mesurer la pluie sans interception. Dans ces aires, on prévoira également des collecteurs destinés à mesurer le ruissellement de la pluie le long des trous.

Chaque aire "sous forêts" comporte donc 20 pluviomètres.

- 2 Aires d'études pour interception en savane arborée.
Semblables aux aires précédentes mais les carrés font 9 m de côté et ne contiennent que 9 pluviomètres. Chaque aire "sous savane" comporte donc 13 pluviomètres.
La méthodologie des aires d'interception sera définie plus tard.
- 1 Station climatologique installée au camp de base sera suivie en parallèle avec la station météorologique officielle.
Rappelons pour mémoire les évapotranspiromètres dont l'installation sera étudiée par la suite.

On a porté en tireté, sur la carte II, les axes le long desquels sera faite une étude détaillée du profil de la lentille, tant pour sa surface supérieure (piézomètre) que pour sa limite inférieure (géophysique). La profondeur moyenne des sondages sera de 35 à 40 m.

Enfin, deux marégraphes installés l'un à WE, l'autre à DOUEOULOU, donneront les fluctuations et le niveau moyen de la mer.

3.3. - Infrastructure et personnel

Il est indispensable, pour une telle opération, de disposer dans l'île d'une base permanente. Des contacts ont été pris pour louer des logements et magasins disponibles à l'emplacement du débarcadère de WE.

Deux observateurs (recrutement local) seront affecté en permanence à l'étude. Ils disposeront de deux véhicules (1 Land Rover et 1 deux CV, ou 2 deux CV), qui serviront également aux ingénieurs en tournée pour leurs déplacements dans l'île.

Chaque mois et à tour de rôle, un ingénieur de l'ORSTOM ou un ingénieur du Génie Rural, fera dans l'île un séjour d'une semaine à 10 jours pour assurer la surveillance des observations, effectuer les mesures hors de la compétence des observateurs, etc...

3.4. - Programme des observations

Il est encore prématuré d'arrêter de façon définitive le programme des observations, d'autant plus que ce programme dépendra en partie du "pas de temps" choisi pour le bilan. Il est bien évident que toutes les observations ne pourront pas être faites tous les jours.

L'île devra être divisée en deux secteurs :

- Le Nord, au Nord de la transversale WE-DOUEOULOU,
- le Sud, au Sud de cette même transversale.

La transversale elle-même sera rattachée au secteur Nord.

On peut imaginer que le "pas de temps" du bilan soit de l'ordre de 5 jours. Le programme des observations, dans chaque secteur, pourrait alors être le suivant :

- 1^{er} jour : relevé des niveaux dans les piézomètres et les puits en service (éoliennes).
- 2^{ème} jour : Relevé des totalisateurs.
- 3^{ème} jour : Relevé des appareils enregistreurs.
- 4^{ème} jour : Mesures sur les aires d'interception.
- 5^{ème} jour : Travaux divers.

Les mesures spéciales, généralement sporadiques, telles que les essais de pompage ou les sondages géophysiques, sont faites par les ingénieurs responsables.

3.5. - Aspects administratifs de la collaboration ORSTOM-Génie Rural

Le Service du Génie Rural, représentant de l'administration dans cette affaire, est le maître de l'oeuvre. L'ORSTOM, sous convention avec le Génie Rural, assume la responsabilité scientifique de l'ensemble de l'opération. Un ingénieur du Génie Rural, M. FLATTOT, sera mis à la disposition de l'ORSTOM à mi-temps ou à tiers de temps suivant les phases de l'étude ; pendant le temps de cette mise à disposition, son programme lui sera fixé par l'ORSTOM.

IV - HYDROLOGIE GENERALE, ORIENTATION DU RESEAU

Jusqu'ici, les hydrologues de l'ORSTOM en Nouvelle-Calédonie se sont surtout attachés à saisir tous les aspects des régimes hydrologiques néo-calédoniens. Les conditions particulières locales ne sont pas très encourageantes : difficultés d'accès, cours d'eau torrentiels aux profils changeant. Néanmoins, un réseau important de stations hydrométriques a pu être monté et suivi, non sans mérite : M. GIRARD d'abord, puis MM. MLATAC et MONIOD ont su vaincre les principales difficultés. Ces premières études, à caractère plutôt extensif (sauf exception) se sont traduites d'abord par la série des mémoires polycopiés de l'aperçu hydrologique de la Nouvelle-Calédonie, puis par une synthèse plus élaborée intitulée "Les régimes hydrologiques de la Nouvelle-Calédonie".

Si maintenant on veut progresser dans la connaissance de ces régimes, il faut passer à des séries d'observations plus intenses avec un matériel mieux adapté et plus automatique.

Les observations effectuées "en réseau" par nos hydrologues sont de deux sortes :

4.1. - Observations pluviométriques qui viennent compléter le réseau de la météorologie pratiquement inexistant à l'intérieur de l'île, dans les zones montagneuses. Ces observations sont souvent réalisées au moyen de totalisateurs relevés chaque mois. Le but cherché est l'établissement de bilans hydrologiques mensuels. Les réseaux de totalisateurs pourraient être développés par l'emploi systématique de l'hélicoptère. Une autre solution consisterait à installer uniquement des pluviographes de longue durée, ce qui pose un problème technologique, les appareils disponibles sur le marché ne donnant pas toute satisfaction.

4.2. - Observations hydrométriques

La plupart des stations sont actuellement équipées uniquement d'échelles limnimétriques, ce qui était suffisant pour obtenir une première série de données aboutissant à un aperçu des régimes hydrologiques. Les principaux inconvénients de l'utilisation des échelles limnimétriques en Nouvelle-Calédonie sont :

- la difficulté de trouver et de maintenir sur place des observateurs, difficulté encore plus grande qu'en Afrique ;
- la violence des crues et la rapidité de montée et de descente du niveau d'eau qui rend peu significatives les estimations des apports effectuées à partir des relevés journaliers ou bijournaliers.

Il est donc nécessaire, pour des études hydrologiques plus fines, de disposer de limnigraphes. Le problème de la pose et du maintien de limnigraphes à flotteurs a été finalement résolu en Nouvelle-Calédonie, malgré la violence des courants. Il n'en reste pas moins que l'installation est extrêmement onéreuse (génie civil important). Il faudrait se tourner vers l'emploi des limnigraphes à pression dont deux modèles, actuellement en service dans le monde, semblent donner satisfaction :

- Le "Télimnip" de Neyrpic ;
- le "Bubble gage" de Barron, à servo-manomètre, construit par différents services américains (USA et Canada).

J'aurais une certaine préférence pour l'appareil américain qui permet une plus grande automaticité de l'exploitation des résultats (perforation directe des relevés sur Fisher and Porter). Mais il n'est pas facile de s'en procurer. On envisagera donc l'achat de Télimnip. Bien entendu, les quelques limnigraphes à flotteur déjà installés continueront à être exploités normalement ; les appareils en stock seront réservés aux petits bassins ou installés à des stations "faciles".

La liste des stations que nous envisageons de conserver en Nouvelle-Calédonie et qui devront être, si elles ne le sont déjà, équipées de limnigraphes, sont, par ordre d'urgence :

En exploitation :

- Plaine des Lacs.
- DUMBEEA Nord.
- DUMBEEA Est.
- COUVELEE.

1^{ère} urgence :

- BOGHEN (à installer 2 km à l'amont de l'échelle actuelle).
- TONTOUTA (500 m à l'aval de l'échelle actuelle).
- POUEMBOUT (5 à 6 km à l'amont de l'échelle actuelle).
- OUAIEME
- TIWAKA (5 km à l'amont de l'échelle actuelle).

2^{ème} urgence :

- OUENGHI (à la sortie de la montagne, 3 km à l'amont de l'échelle actuelle).
- IOUANGA (2 km à l'amont de l'échelle actuelle).
- DIAHOT à BONDE.
- PONERIHOUEN (1 km à l'amont de l'échelle actuelle).
- HOUAÏLOU (7 à 8 km à l'amont de l'échelle actuelle).

On doit dire également deux mots de la station installée sur la OUIINNE. Cette station est équipée d'un limnigraphe et complètement étalonnée ; malheureusement elle est inaccessible de façon courante. Son approche demande la mise en oeuvre de moyens qui avaient pu être réunis pour l'étude destinée à ENELCAL, mais qui ne sauraient figurer dans l'arsenal de l'hydrologue de réseau. La seule façon de reprendre cette station, et la rivière en vaut la peine, sera d'utiliser un hélicoptère.

V - PROJETS DIVERS

J'ai groupé pêle-mêle dans ce paragraphe quelques idées d'études dont la réalisation paraît souhaitable à plus ou moins brève échéance.

5.1. - Etude du gradient pluviométrique suivant deux transversales

Cette étude, suggérée par M. MLATAC, consisterait à disposer des pluviomètres totalisateurs (ou mieux enregistreurs) le long de deux perpendiculaires à la dorsale calédonienne, avec une densité suffisante pour étudier finement la variation spatiale de la pluviométrie à différentes échelles de temps. Les résultats obtenus pourraient être un guide précieux pour la rationalisation du réseau pluviométrique néo-calédonien.

5.2. - Action conjointe des hydrologues et des océanographes pour une étude des courants dans les baies où se déversent des rivières

Il ne s'agit pas d'une simple étude des vitesses des courants et de la variation de ces vitesses, mais de la mesure des "débits" des courants et de la variation de ces débits à travers une section donnée.

C'est au départ une étude méthodologique qui portera essentiellement sur :

- l'étalonnage d'un courantographe repère en vitesse et en direction, avec introduction éventuelle de facteurs correctifs ;
- l'étude de la dispersion spatiale du phénomène et des conséquences que cette dispersion entraîne pour la densité des points de mesure.

5.3. - Etudes "érosion-ruissellement" par une exploitation systématique des barrages collinaires

J'ai été frappé, au cours des survols de l'île que nous avons effectués, de l'abondance des lacs collinaires dans certaines régions d'élevage. Cela m'a remis en tête de vieilles idées sur l'utilisation d'un tel dispositif à des fins hydrologiques. Par essence, un barrage collinaire est à réserve totale et, à ce titre, se doit de ne jamais déverser. La plupart ne comportent du reste aucun organe évacuateur. D'autre part, le remplissage est dû exclusivement au ruissellement : il n'y a aucun débit de base.

L'utilisation d'un tel ouvrage aux fins de bilan de ruissellement est évidente. Comme équipement : un limnigraphe dans la retenue et un pluviographe hebdomadaire au milieu du bassin d'alimentation. Comme mesures : un relevé topographique initial destiné à fournir la courbe de remplissage.

Le contrôle de l'érosion est plus délicat. Il peut se faire par relevés topographiques périodiques (du fond) destinés à cuber les sédiments déposés dans le lac. Des prélèvements permettraient de déterminer le poids de matériaux secs par unité de volume. La seule difficulté provient des phénomènes de tassement, pour lesquels une méthodologie devra être mise au point.

L'intérêt d'une telle action serait de fournir, pour une dépense très modérée, une collection importante de données relatives à des conditions géomorphologiques bien définies pour chaque barrage et très variées si l'on peut disposer d'un grand nombre de sites. De telles données seraient extrêmement précieuses pour une analyse factorielle du ruissellement et de l'érosion.

Il faudrait demander au Génie Rural de bien vouloir dresser l'inventaire des barrages collinaires existants, ce qui n'a pas encore été fait, afin d'évaluer le volume de l'opération à engager. Il serait, semble-t-il, assez facile d'obtenir des propriétaires des barrages l'autorisation d'installer nos appareils.

CONCLUSION

L'action des hydrologues de l'ORSTOM en Nouvelle-Calédonie est en train de changer d'orientation :

- Du point de vue réseau, passage d'une recherche technologique, sur les meilleurs moyens pratiques de collecter les données nécessaires à l'étude des régimes, à une exploitation de routine appuyée sur un automatisme de plus en plus poussé ;
- en recherche générale, accentuation des actions conjointes et création de nouveaux secteurs de recherche dans des domaines variés de l'hydrologie.

Ceci ne peut pas aller sans un renforcement des moyens en matériel, en personnel et en fonctionnement. En particulier, le recrutement et la formation de techniciens locaux devraient être renforcés ; des crédits supplémentaires devraient être octroyés au Centre de NOUMEA pour faire face aux dépenses qui seront nécessairement engagées. Des évaluations seront faites à ce sujet le plus rapidement possible.

En ce qui concerne l'étude des péridotites, le Comité de géologie sera contacté et le nouveau programme examiné avec lui. Pour l'étude de LIFOU, il faudra conclure assez rapidement un contrat avec l'Administration (Génie Rural), sur les bases indiquées précédemment ; pour le reste, le démarrage n'est pas de première urgence puisqu'il suppose que l'infrastructure (forages et pistes complémentaires), qui est du ressort de l'Administration, a été mise en place.

Pour le reste, les projets d'études à entreprendre devront être examinés à la prochaine session du Comité Technique d'Hydrologie. Si le principe d'une action commune avec les océanographes devait être retenu par ce Comité, il conviendrait en temps utile d'entrer en rapport avec le Comité Technique d'Océanographie.

Enfin il faudrait procéder de toute urgence à la mise sur pied d'un projet de Laboratoire central d'analyses chimiques de routine pour le Centre de NOUMEA. Ce projet, essentiel pour les hydrologues (études de la DUMBEA, puis implantation d'un réseau pour l'étude de la qualité chimique des eaux) est également important pour d'autres disciplines, notamment la pédologie et la géologie.