



CENTRE INTERNATIONAL POUR LA FORMATION ET LES ÉCHANGES GÉOLOGIQUES
INTERNATIONAL CENTER FOR TRAINING AND EXCHANGES IN THE GEOSCIENCES

**EXPÉRIMENTATION
DE LA MÉTHODE
DE CARTOGRAPHIE HYDROGÉOMORPHOLOGIQUE
EN NOUVELLE-CALÉDONIE**

Avril 1998

Gérald GARRY

Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement
Direction Générale de l'Urbanisme, de l'Habitat et de la Construction

SOMMAIRE

Introduction

I. Contexte de l'étude

- 1.1. Problématique - Secteur d'étude
- 1.2. Méthode d'étude

II. Résultats obtenus

- 2.1. Analyse de la cartographie
- 2.2. Discussion des résultats
- 2.3. Aspects complémentaires

III. Perspectives

Dans le cadre d'une commande de la Direction de l'Aménagement Foncier et de l'Urbanisme relative à la prise en compte des risques naturels dans les DOM/TOM et à la suite de la mission réalisée par M. Garry, chargé de Mission Risques à la DAFU, en Décembre 1995, a été décidée, en liaison avec les services intéressés sur le Territoire, la réalisation d'une opération expérimentale visant à vérifier l'applicabilité de la méthode de cartographie hydrogéomorphologique en Nouvelle Calédonie.

Cette opération a été effectuée par M. Garry de la DGHUC et M. Masson, du CETE Méditerranée du 16 au 20 Mars 1998, à la demande de la Direction de l'Agriculture du Territoire. Elle a porté sur la rivière Thio, située sur la côte Est. Limitée à une semaine, elle a pu être menée à bien grâce à une utilisation intensive de la photointerprétation, dont les résultats ont été vérifiés lors d'une visite de terrain d'une journée. Les cartes réalisées ont été présentées en fin de mission aux représentants des Directions de l'Agriculture et de la forêt, des Ressources Naturelles et de l'Équipement de la Province Sud.

Une comparaison des résultats obtenus a pu être faite avec une modélisation hydraulique réalisée parallèlement par le Bureau d'Études HYDREX.

I. Contexte de l'étude

I.1. Problématique - secteur d'étude

La Direction de l'Agriculture et de la Forêt du Territoire, en charge des risques d'inondation, doit faire face à des besoins croissants en termes de diagnostic du risque d'inondation. Le territoire est en effet drainé par de nombreux cours d'eau dont les bassins versants mesurent de 100 à 400 Km², et sont affectés par des pluviométries très importantes (lames d'eau annuelles de 3 000 à 4 000 mm, et surtout de 200 à 400 mm en quelques heures). Les données hydrologiques disponibles, résultant de diverses études de l'ORSTOM, font état de débits spécifiques très élevés pour des bassins versants de cette taille : ainsi en est-il pour la Thio, avec 10 à 15 m³/s/Km², pour une superficie de 350 km².

Les crues de ces cours d'eau se propagent très rapidement dans les parties montagneuses des bassins versants, et s'étendent largement dans les plaines aval, où elles affectent l'agriculture et, de plus en plus l'urbanisation.

Face à ce problème, les seuls moyens d'études disponibles jusqu'ici relevaient de la modélisation hydraulique, avec un seul bureau d'études calédonien apte à intervenir dans ce domaine. Cette situation explique l'intérêt manifesté par les services compétents lors de la mission DAFU de décembre 1997 relative aux risques naturels, vis à vis des possibilités que pourrait apporter la mise en œuvre de la méthode hydrogéomorphologique dans le contexte calédonien.

1.2. Méthode d'étude

La méthode hydrogéomorphologique mise au point et développée en Métropole peut a priori être appliquée sans difficulté particulière au contexte de la nouvelle Calédonie. Il était cependant nécessaire de s'en assurer, et pour cela de la tester sur un secteur alluvial représentatif des cours d'eau calédoniens, ce qui est le cas de la Thio.

La description de cette méthode est présentée dans l'ouvrage co-édité en 1996 par le Ministère de l'équipement, des transports et du logement intitulé "Cartographie des zones inondables, approche hydrogéomorphologique". Deux exemplaires de cet ouvrage ont été remis à la Direction de l'Agriculture et de la Forêt au cours de la mission réalisée en Mars 1998.

Dans le cas de la Thio, les moyens suivants ont été utilisés :

- interprétation des photographies aériennes de différentes échelles :
 - . 1/20 000 de 1986
 - . dans la partie aval, 1/8000 de 1988

Pour l'estuaire, une comparaison du trait de côte et de l'embouchure de la Thio a pu être réalisée par rapport à une mission photographique aérienne au 1/40 000 de 1952.

- support cartographique au 1/10 000 provenant du Service Topographique du territoire.
- observations du terrain

II Résultats obtenus

Les cartes hydrogéomorphologiques ci-après synthétisent les données recueillies sur le site étudié.

2.1. Analyse de la cartographie

Les cartes mettent en évidence :

- la limite externe du lit majeur, correspondant à la courbe enveloppe des zones inondables par les plus fortes crues ;
- la présence d'un lit moyen, inscrit à l'intérieur du lit majeur, et en position topographique basse par rapport à celui-ci (encaissement variable, entre 2 et 4 mètres) ;
- un lit mineur très encaissé à l'amont (de 5 à 6 mètres) à l'intérieur du lit moyen et majeur, dont il se rapproche topographiquement progressivement à l'aval, où il s'accompagne de nombreux bras secondaires caractéristiques d'une configuration de site marécageux.
- Le lit majeur occupe à l'aval la quasi totalité de la plaine alluviale moderne, que toutes les crues à partir de la quinquennale submergent entièrement, il est beaucoup plus réduit dans la partie moyenne et amont de la zone étudiée. Il se présente alors plutôt sous la forme de chenaux de crue recoupant le lit majeur ; ces chenaux sont particulièrement bien visibles sur les photographies aériennes et sur le terrain ;

L'inondabilité du lit majeur, étonnante du fait de sa hauteur par rapport au lit mineur à l'amont, a pu être vérifiée par la découverte de laisses de crue à +2 m environ au dessus de sa surface topographique (photo n° 1 et 2).

Les cartes indiquent également en évidence :

- les apports de versants, représentés par des colluvions empâtant les bas de pente, et par des cônes torrentiels, le plus souvent destabilisés et situés en bordure de plaine alluviale, mais dont certains, correspondant à des vallées affluentes à forte activité minière, sont actifs et empiètent sur la plaine alluviale jusqu'au lit mineur (cas du Xwé Tomuré).
- les axes de drainage du versant, à profil le plus souvent en V, mais qui parfois déterminent des atterrissements importants de lits mineur et moyen.
- les aménagements susceptibles de modifier le comportement hydraulique du cours d'eau, ou consécutifs au constat de désordres liés à ce comportement. Il s'agit essentiellement dans la partie aval, de digues et d'épis. Les photographies aériennes permettent de reconstituer également l'itinéraire de la voie ferrée minière desservant le port dans le passé, et dont le remblai constitue une digue, cartographiée comme telle, dans la partie aval de la vallée.

Des extractions de matériaux alluvionnaires (sables et graviers) ont également été repérées dans les atterrissements du lit mineur. De dimensions limitées (de l'ordre de 1000 à 5000 m³) elles sont vraisemblablement temporaires, et leur impact à moyen et long terme est difficile à apprécier (photo n° 3 et 4).

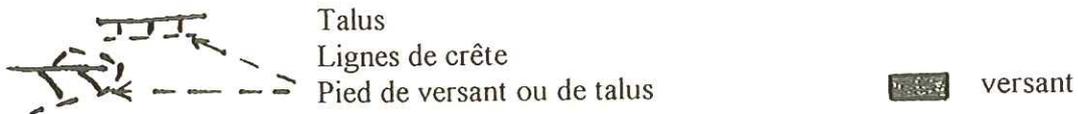
- l'évolution de l'embouchure de la Thio, qui s'est déplacée du Sud vers le Nord depuis 1954. Cette évolution s'est accompagnée d'une avancée très sensible, de l'ordre de 100 mètres, du trait de côte entre la nouvelle embouchure et le piton rocheux de Botaméré. Elle s'est aussi traduite (autant qu'on puisse l'apprécier correctement sur les photographies aériennes) par l'érosion de la plage nord qui aurait reculé de 20 à 70 mètres depuis 1954.

Il serait nécessaire de disposer de photographies aériennes récentes pour apprécier la continuité de ces phénomènes dans le temps.

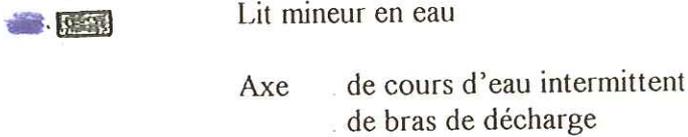
CARTE HYDROGÉOMORPHOLOGIQUE

BASSE VALLEE DE LA THIO

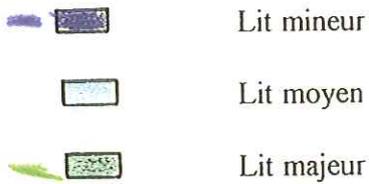
MORPHOLOGIE



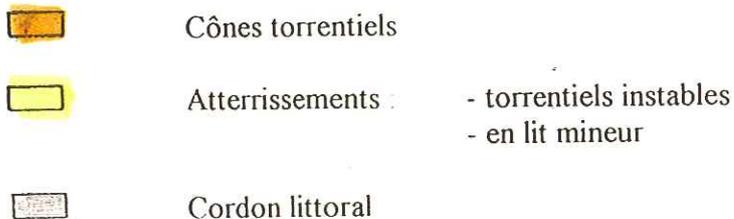
HYDROLOGIE



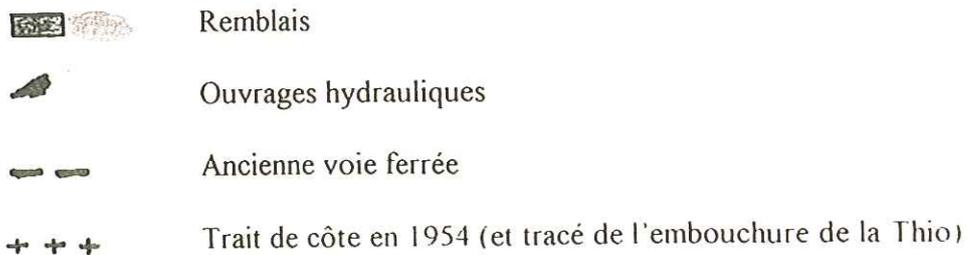
UNITES HYDROGÉOMORPHOLOGIQUES

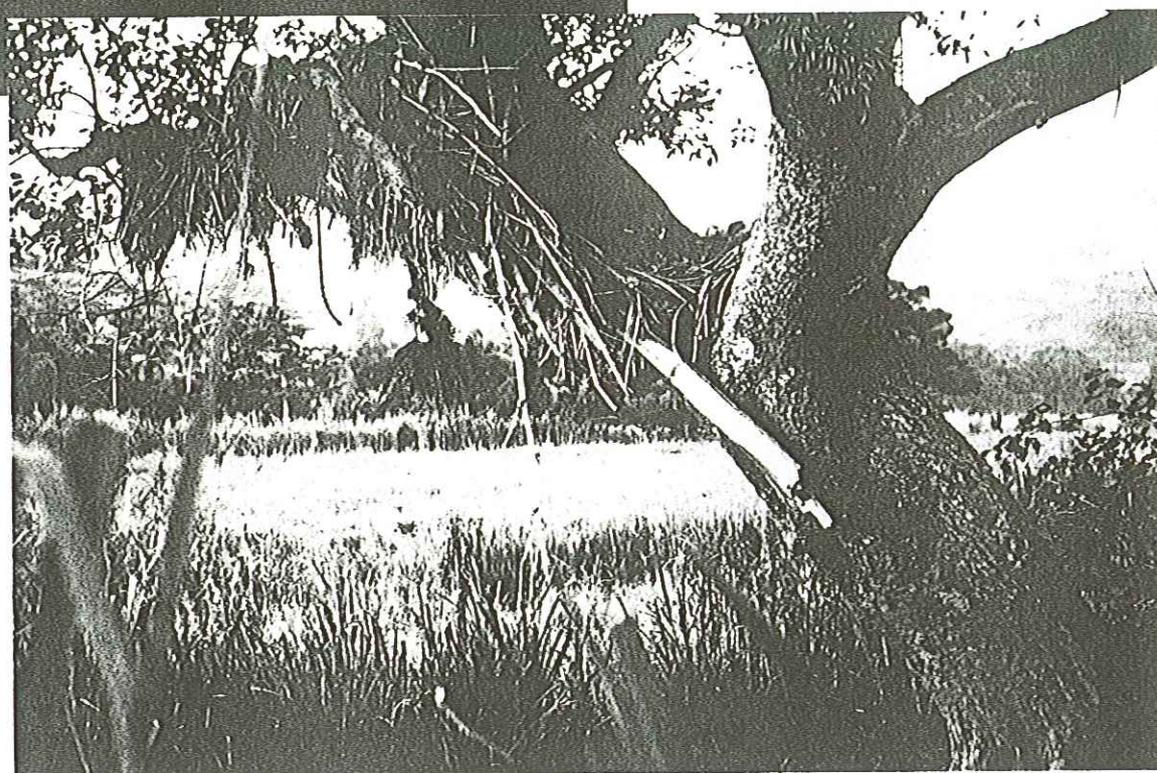
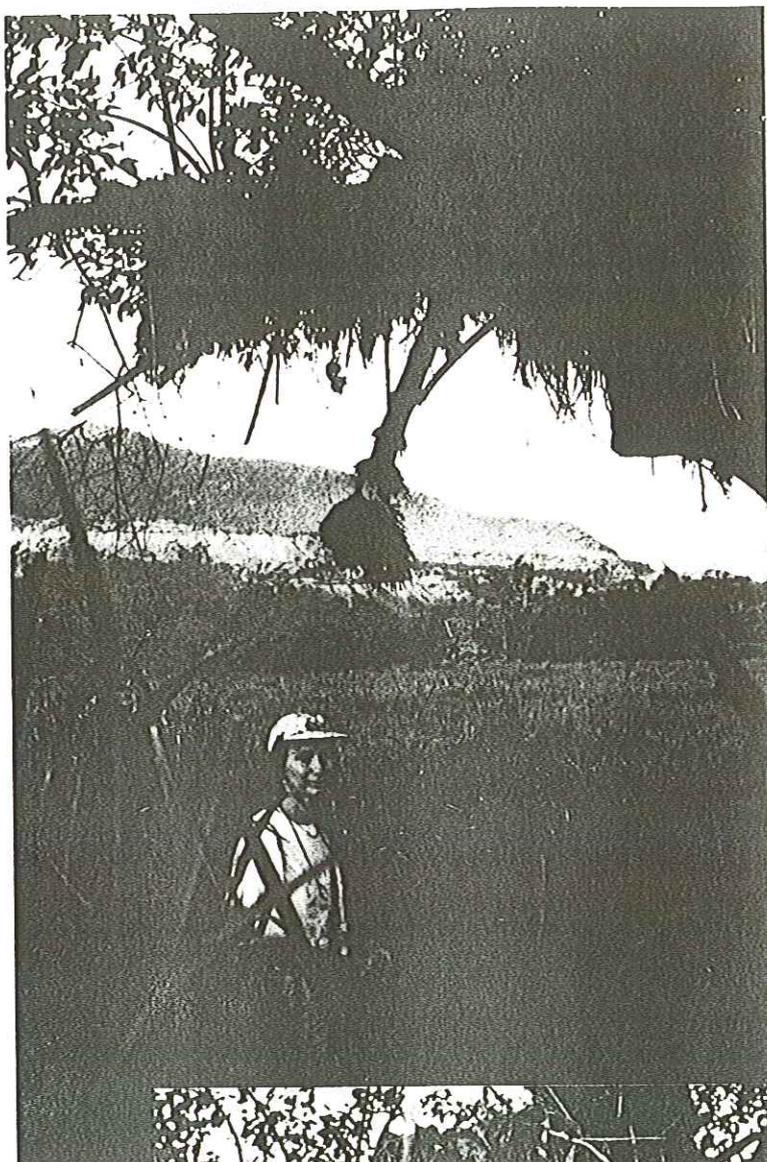


DONNEES MORPHOSÉDIMENTAIRES

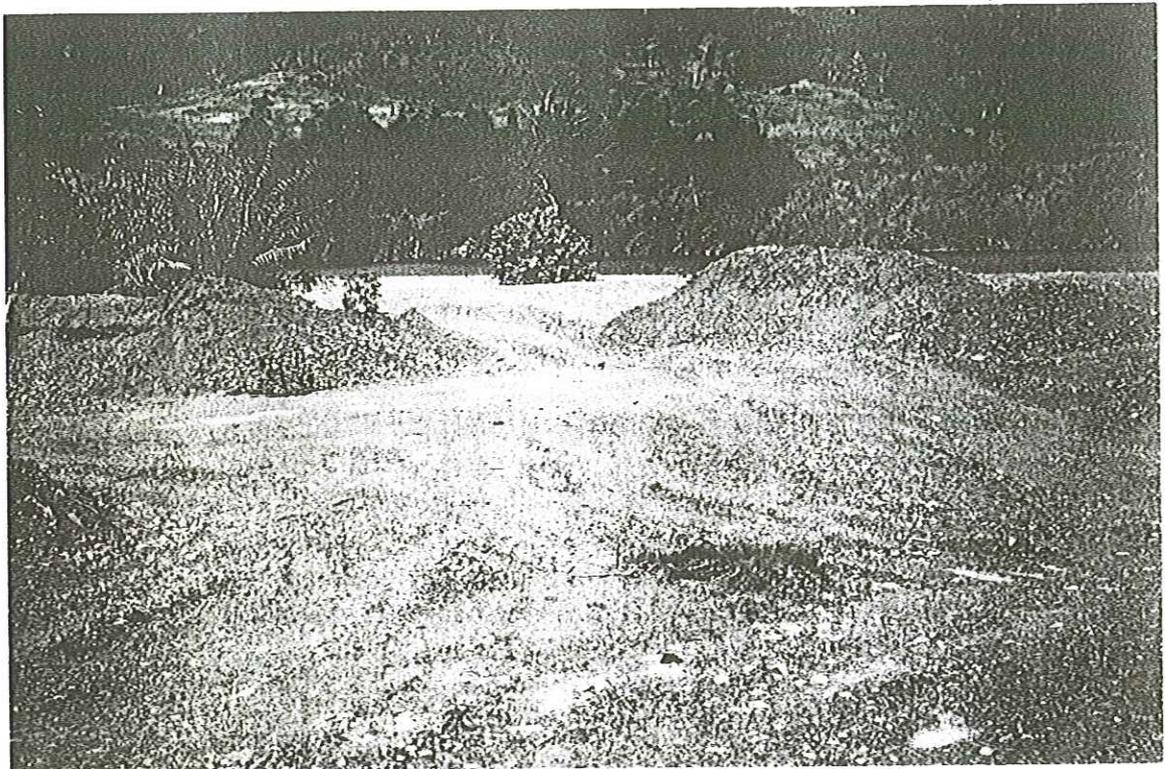
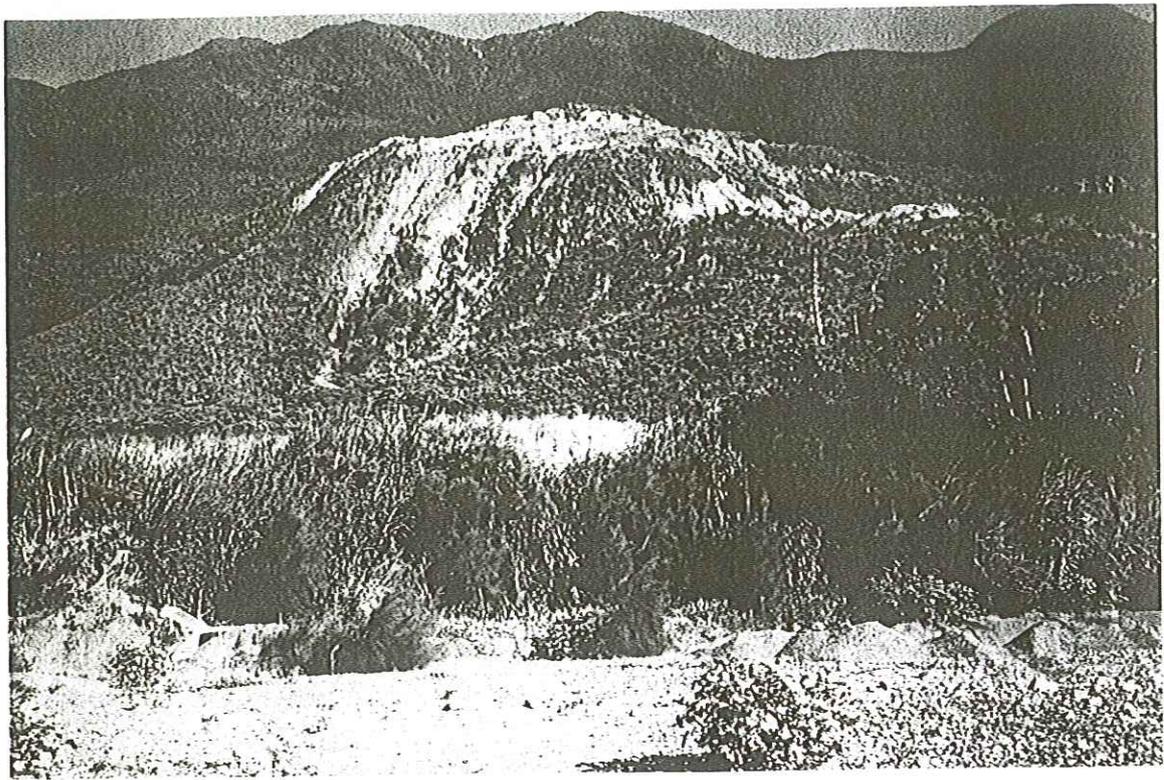


DIVERS





Photos à n° 1 et 2 - Laisses de crue à 2 mètres de hauteur, sur lit majeur de la plaine de St Denis (rive droite), en bordure d'un chenal de crue.



Photos n° 3 et 4 - traces d'extractions de matériaux sur les atterrissements
du lit mineur de la Thio

2.2. Discussion des résultats

La cartographie géomorphologique ainsi établie a été confrontée aux résultats de l'étude hydraulique menée parallèlement par le BE Hydrex. Il apparaît une grande concordance entre ces deux approches, la seconde permettant de quantifier les informations fournies par la première.

La principale divergence observée lors de la restitution à Nouméa concerne le site où s'est implanté le village de Thio, en rive gauche de la rivière. Elle tient à la difficulté présentée par l'interprétation des photographies aériennes en site urbain, et au fait qu'il n'a pas été possible pour des raisons de disponibilité de temps d'effectuer une vérification terrain, nécessaire dans ce cas. Cette zone, développée en bande étroite parallèlement à la Thio, correspond sans doute en fait à une succession continue de cônes torrentiels peu marqués et de colluvions, interprétation qui a été retenue pour les cartes présentées dans le présent rapport.

Une indétermination subsiste par ailleurs dans la partie amont de la zone d'étude, en rive gauche au niveau de Saint-Denis. Là en effet, compte tenu de la petitesse de l'échelle des photographies aériennes (1/25000), de leur ancienneté ne permettant pas en particulier de retrouver des repères plus récents (nouvelle route au Sud du C.R.6), ainsi que du manque de temps passé sur le terrain, les limites reportées sur la carte restent incertaines.

Dans ce cas de plus, il semble nécessaire de tenir compte d'un fonctionnement hydrodynamique particulier du cours d'eau ; tout le tronçon compris entre le port de Saint Michel et la colline en aval de laquelle se situe le village de Saint Paul correspond sans doute à un vaste cône torrentiel, dans lequel le lit mineur s'est profondément encaissé (de 5 à 7 mètres) et dont la surface haute, cartographiée en lit majeur est traversée par des bras de décharge. Ces derniers, très apparents en rive droite, sont séparés du lit mineur par un bourrelet de berge. Ils sont également alimentés par des torrents affluents qui, bloqués à l'aval par l'obstacle constitué par des dépôts sédimentaires du bourrelet de berge, forment des zones humides perchées, particulièrement développées dans la plaine de Saint-Denis.

Cette relation entre la plaine alluviale de la Thio et ses petits affluents se retrouve sur l'ensemble du secteur d'étude, et se traduit en particulier par des contrepentes au débouché des torrents sur la plaine alluviale, et par un cheminement de ceux-ci en parallèle à la rivière principale, sur des distances de plusieurs centaines de mètres - Tel est le cas par exemple au lieu dit La Champagne, ainsi qu'au niveau des petroglyphes. Plus à l'aval, le Xwê Népu, renforcé par des déviations de la Thio, serait à l'origine du chenal qui traverse la plaine alluviale, en parallèle à la Thio, jusqu'à l'embouchure.

En rive gauche de la Thio ce phénomène, amorcé seulement au niveau de Saint-Denis, ne se retrouve que plus rarement à l'aval, sans doute du fait que la Thio a tendance à se déporter vers son versant de rive gauche, et ce sans doute pour des raisons géologiques (dissymétrie lithologique avec un massif homogène de peridolite au SE et une grande hétérogénéité au NW : péridolites, mais aussi complexe basaltique - flysch ...)

Il pourrait être utile, pour mieux comprendre la dynamique de ce type de rivière, de procéder à une analyse plus fine que ce que nous avons pu faire, en multipliant en

particulier les observations de terrain. Il n'est cependant pas évident que les précisions qui en résulteraient s'avèrent d'une grande utilité vis à vis de la problématique du risque d'inondation.

2.3. Aspects complémentaires

L'étude relative au risque d'inondation a permis d'effectuer quelques observations connexes dont nous nous bornerons à faire une présentation succincte :

Dynamique sédimentaire de la Thio :

La comparaison des photographies aériennes prises à différentes périodes montre que le lit mineur de la Thio, de même que les bras de décharge considérés par nous comme annexes du lit mineur à l'aval, et du lit moyen à l'amont, sont extrêmement stables dans le temps. Il en va de même d'ailleurs pour des atterrissements de lit mineur, normalement positionnés en rive connexe, et qui semblent se reconstituer rapidement même à la suite d'extractions de matériaux. Les érosions de berge sont limitées, et n'incitent pas à craindre une mobilité excessive de la Thio dans l'avenir.

On observe par ailleurs une décroissance granulométrique de l'amont vers l'aval du secteur d'étude. Il semble toutefois que les extractions de matériaux puissent avoir un impact négatif sur la dynamique sédimentaire, dans la mesure où elles suppriment le pavage de gros galets, constitué naturellement et qui tend à limiter l'érodabilité du fond du lit. Cette suppression provoque la mise à nu du sédiment brut, de granulométrie plus fine, et plus aisément érodable. Il vaudrait donc mieux éviter de poursuivre ces extractions en lit mineur, qui par ailleurs contribuent à l'approfondissement de ce lit, donc à fragiliser des berges de plus en plus hautes et à pente forte.

Par ailleurs, il ne semble pas que le transit sédimentaire des éléments grossiers soit important dans le cas de la Thio. Les éléments sont en effet très peu apparents dans la partie aval de la vallée. Il se peut cependant que, mobilisés uniquement par les grandes crues, ils soient ensuite masqués par des dépôts de MES.

Cette éventualité, qui pourrait être vérifiée par des observations de terrain, ne semble cependant pas à retenir a priori, du fait de la faiblesse de la pente hydraulique dans ce tronçon.

La même interrogation subsiste quant au transit des matériaux provenant des torrents alimentés par des extractions minières. Ces matériaux, qui forment par exemple un cône de déjection à l'aval du Xwé Tomuré, ne se retrouvent apparemment pas à l'aval. Leur charriage est d'ailleurs sans doute rendu difficile par l'angularité de leurs gros éléments. Ils ne peuvent de toutes façons pas, dans la situation actuelle, représenter de grandes quantités transitant dans la Thio.

Gestion des charriages des creeks : le problème des matériaux grossiers provenant des zones minières et transitant par les creeks, s'il est en régression du fait des travaux antiérosifs mis en œuvre depuis quelques années, demeure important et mal résolu. Il est fait état de charriages spectaculaires, qui induisent la mise en œuvre de travaux relativement lourds destinés à les maîtriser. Ces travaux comprennent, d'une part des terrassements favorisant l'écoulement des eaux, et d'autre part la réalisation de seuils en enrochements.

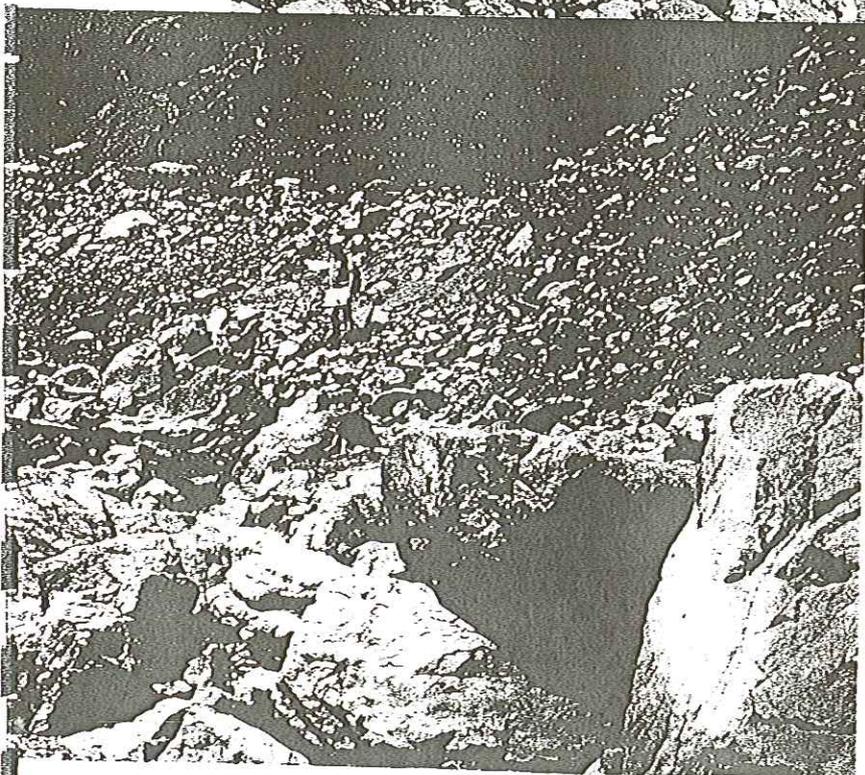
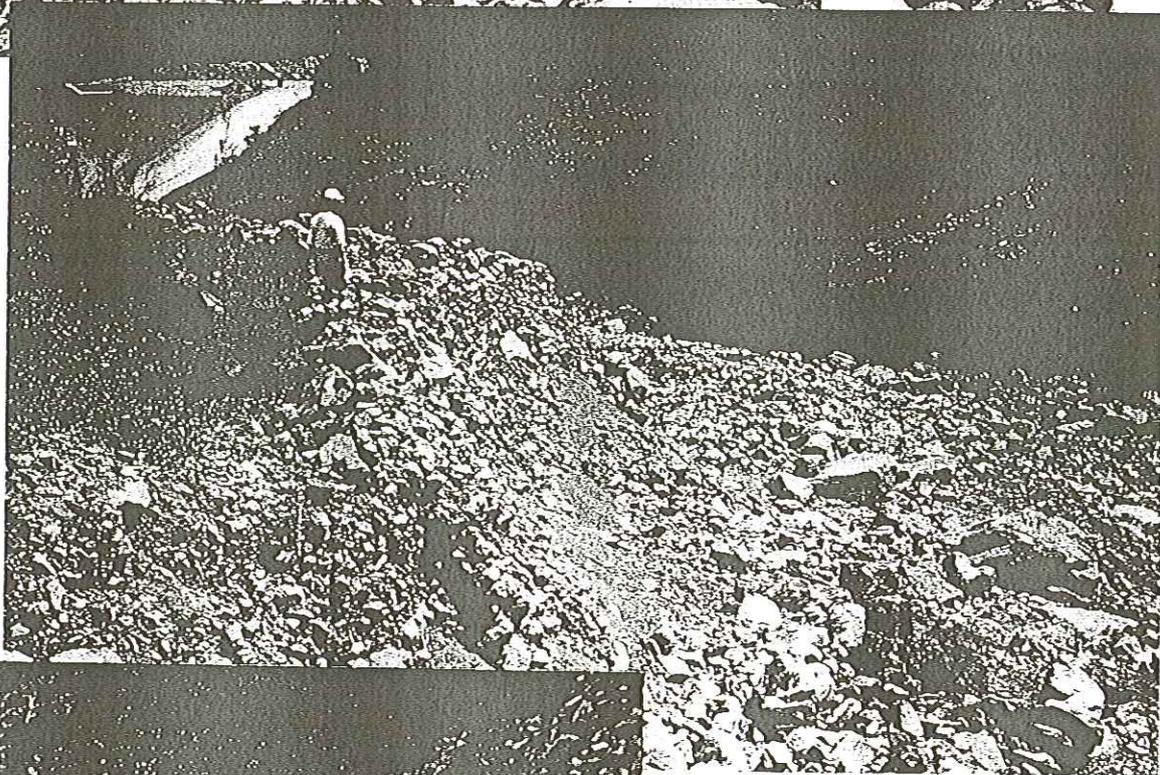
Bien qu'il soit nécessaire de rester prudent sur ce sujet, du fait du faible nombre d'observations réalisées, il nous semble que les travaux de terrassement présentent de nombreux inconvénients, en particulier :

- déstructuration de la partie superficielle des sédiments de fond de vallon : il s'agit en général, en surface, de la juxtaposition de gros blocs anguleux constituant une sorte de carapace relativement stable. Lorsque cette carapace a été démantelée, les matériaux sous jacents, de granulométrie plus régulière et surtout moins grossière, deviennent beaucoup plus facilement érodables par les crues.
- élimination de la végétation, qui joue un rôle important dans le freinage des écoulements et le piégeage des matériaux de charriage.

Ces transformations du milieu se traduisent par exemple, dans le cas du Xwé Tomuré, par la formation de larges méandres très érosifs en amont du seuil en enrochements.

En première analyse, il semble que le remède utilisé soit en l'occurrence plus néfaste que le mal. Il serait donc nécessaire de réviser cette méthode de traitement des creeks affectés par les charriages de matériaux d'origine minière. Différentes solutions alternatives pourraient être envisagées, par exemple :

- favoriser l'épandage des matériaux sur l'ensemble du lit majeur, lorsque celui-ci est assez développé (ex : creek Néburu). Des seuils rudimentaires, réalisés dans le lit vif au moyen de gros éléments trouvés sur place, favoriseraient la divagation des eaux et le piégeage des matériaux.
- réhabiliter les vallons affectés par les aménagements, en rechargeant l'axe de drainage au moyen des matériaux refoulés latéralement, et en procédant à une revégétalisation systématique des lits majeurs, au moyen d'essences adaptées.
- éventuellement, effectuer des prélèvements limités, très sélectifs là où les matériaux risquent de recouvrir un axe routier. Les volumes prélevés pourraient, soit être mis en stockage dans une zone non active, soit être concassés au moyen d'une station mobile de concassage criblage, pour fabriquer des granulats.



Photos n°5 à 7
Petit creek, à l'amont d'un
ouvrage d'art en construction sur
la R.P.4

En haut : contraste entre la
carapace intacte, à l'amont, et la
zone terrassée très encaissée.

Photos suivantes : bourrelets
latéraux produits par les
terrassements.

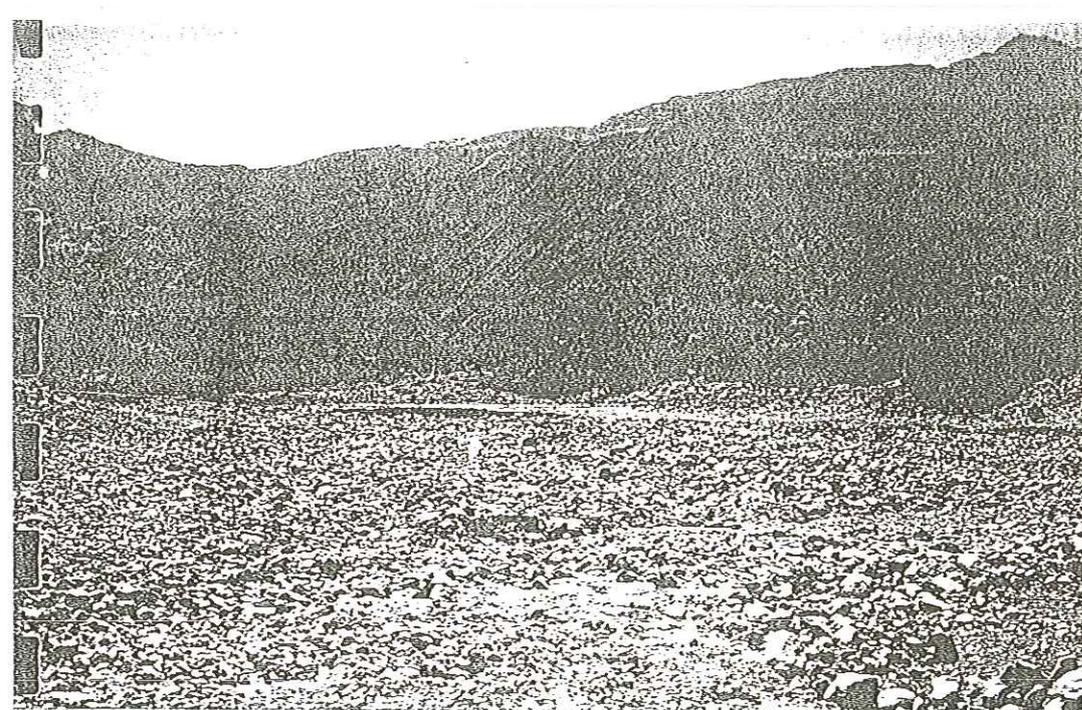


Photo n°8

Xwé Tomuré, à l'amont du set lit majeur dénudé, destruct avec cordons de matéri repoussés sur les bor formation de méandres très éro

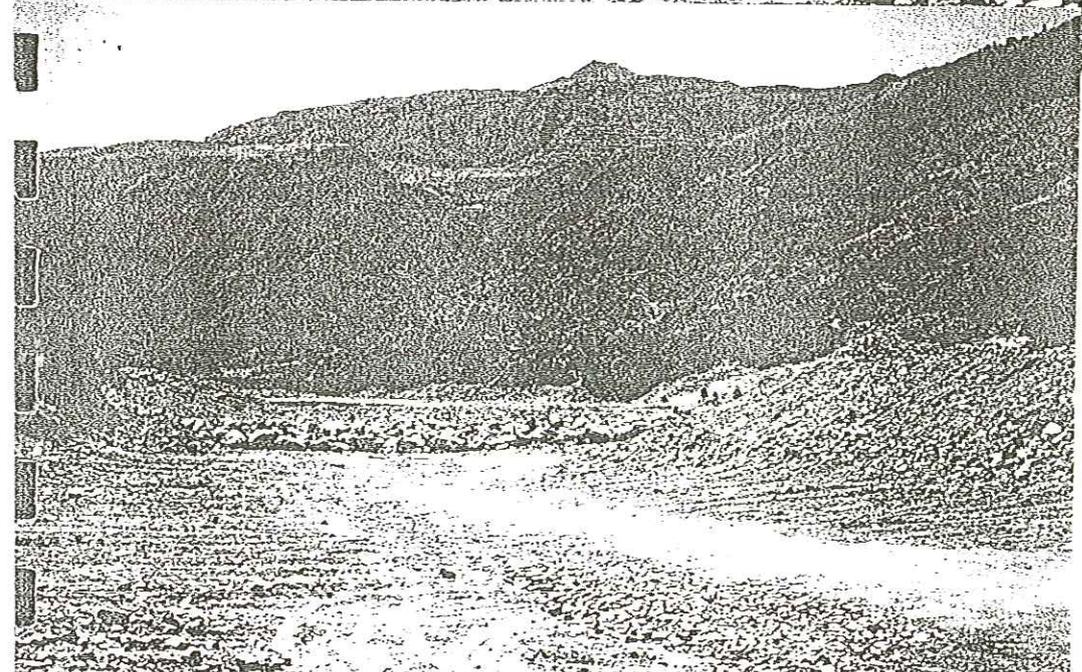


Photo n° 9

Mêmes creeks, à l'aval du set alluvions de granulomé moyenne, très érodables, de mé que les merlons latéraux

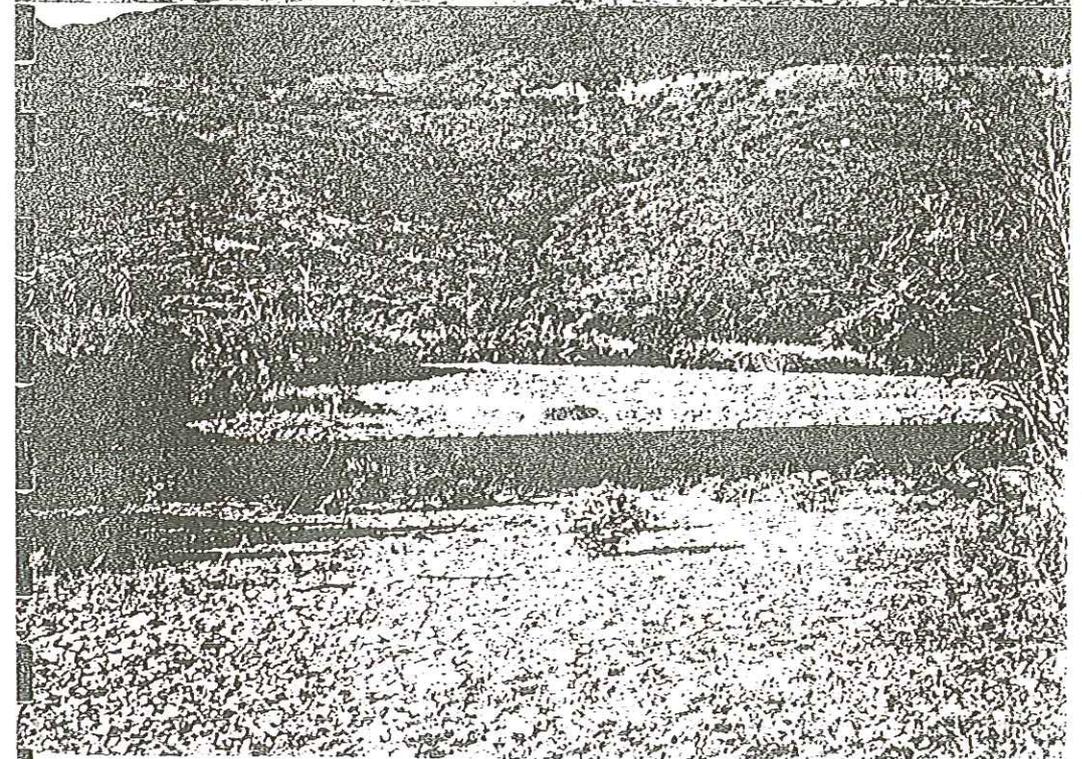


Photo n° 10

Cone de déjection du même crec en limite du lit mineur de la Th

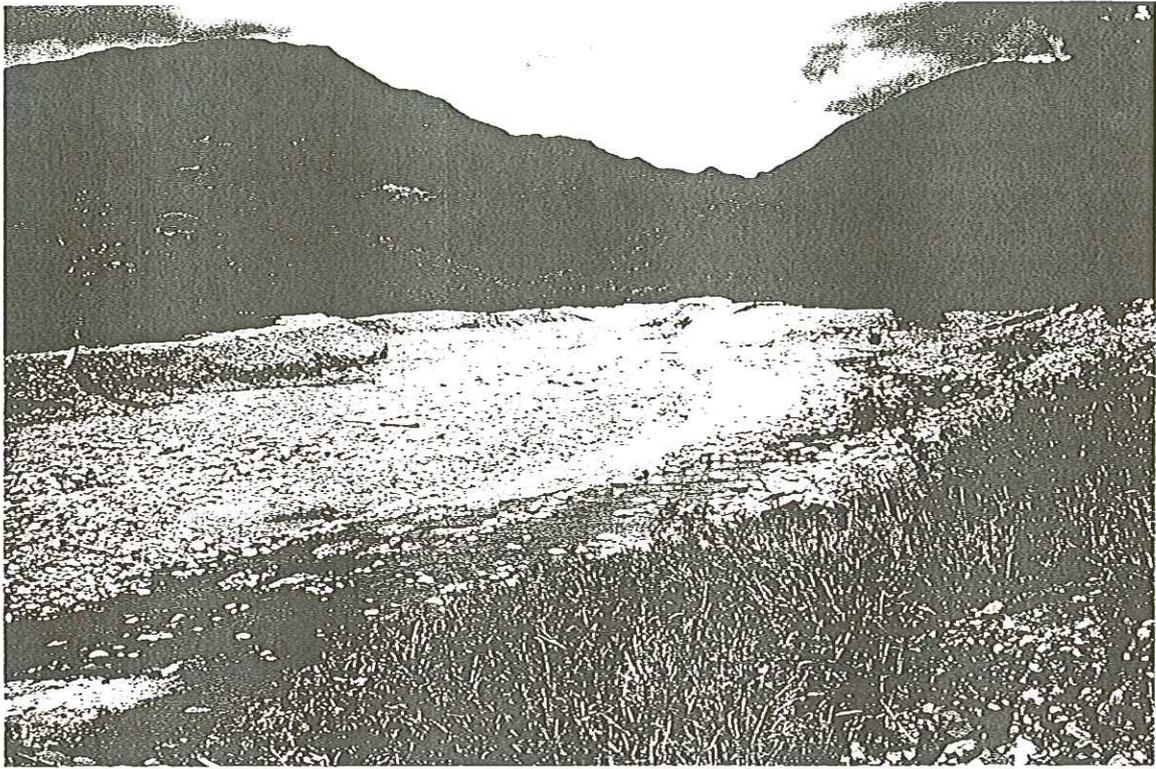


Photo n°11

Creek Neburu aménagé pour faciliter l'écoulement des crues : lit mineur surcalibré et encaissé, merlon latéral réalisé par refoulement des matériaux.

III. Perspectives

L'expérimentation de la méthode de cartographie hydrogéomorphologique des zones inondables, bien qu'effectuée dans des conditions de délais très court, a pour le cas de la Thio retenue par la Direction de l'Agriculture et de la Forêt, produit les résultats escomptés. Les principaux aspects positifs ressortant de cette expérimentation concernent :

- la rapidité et donc par conséquent, compte tenu du fait qu'aucun moyen technique lourd n'est requis pour la mise en oeuvre de la méthode, le coût peu élevé.
- le fait que, sur la portion de cours d'eau concerné, la cartographie est réalisée de manière continue, sans interruption, contrairement au cas d'une modélisation hydraulique basée sur des profils topographiques régulièrement espacés.
- la précision de la cartographie des limites des différentes zones inondables (lit moyen - lit majeur).

Cette précision peut cependant être prise en défaut, en particulier en milieu urbanisé, où des mouvements de terre et des constructions diverses peuvent masquer une limite ou la transformer.

Tel est le cas, en l'occurrence, pour l'agglomération de Thio en rive gauche, où l'imprécision de la photo interprétation n'a pu, faute de temps, être levée par des observations de terrain, qui de toute façon n'auraient pu fournir l'équivalent des levés topographiques réalisés pour la modélisation hydraulique.

- la possibilité d'interpréter dans son ensemble le mode de mise en place des différentes unités géomorphologiques, et par conséquent le fonctionnement hydrologique du cours d'eau.
- l'intérêt de réaliser cette cartographie sur l'ensemble des plaines alluviales concernées par des enjeux économiques (agriculture - urbanisation) et sécuritaires liés aux crues. Dans le cadre d'une stratégie globale de prévention du risque d'inondation, il est ainsi possible pour les pouvoirs publics d'intervenir au niveau de la planification spatiale, afin d'éviter l'implantation de biens et de personnes dans des zones à aléa fort.

Au delà, cette démarche permet de détecter les zones à risques élevés (zones déjà urbanisées) ou à enjeu fort (projets de grand intérêt économique, sans solution de rechange évidente), pour lesquelles des investigations complémentaires, relevant de la modélisation hydraulique, pourront s'avérer nécessaires.

- la possibilité d'intégrer à cette démarche l'articulation entre le cours d'eau principal et ses affluents, sur lesquels peuvent être affinées, comme le montre le cas de la Thio, les stratégies de gestion des transits sédimentaires et, plus largement, des transits hydrologiques.

Par ailleurs, les applications réalisées en métropole ont montré l'intérêt de cette méthode pour, au stade de la concertation, expliciter clairement aux élus et aux habitants les enjeux d'un territoire qu'ils connaissent de manière détaillée mais que la cartographie leur permet de réinterpréter en termes d'aléas.

Le temps consacré à cette mission n'était pas suffisant pour que puissent être testés d'autres sites. Il semble cependant, compte tenu de diverses observations faites complémentirement, dans la province Nord en particulier, que les conditions géomorphologiques globales soient assez constantes, sur l'ensemble du territoire, pour qu'aucune difficulté majeure d'interprétation ne risque d'apparaître lors de la réalisation de nouveaux travaux de cartographie hydrogéomorphologique.

Il est cependant souhaitable que les premières futures applications de la méthode soient menées dans un esprit de recherche, de manière à affiner les connaissances, dans le but d'optimiser les travaux ultérieurs.

En particulier, les corrélations avec les données hydrologiques méritent d'être précisées.