

RAPPORT SUR L'EXECUTION DE LA CONVENTION

D'ETUDE GEOMORPHOLOGIQUE DES VALLEES DU GUIL, DE L'UBAYE ET DE LA
CERVEYRETTE.

L'ampleur des dégâts subis par les trois vallées alpines du Guil, de l'Ubaye et de la Cerveyrette au cours de la crue catastrophique de juin 1957 (on les a estimés à une dizaine de milliards) ont incité la Section Technique Hydraulique de la Direction du Génie Rural, nouvellement créée, à rompre avec les méthodes empiriques de reconstruction auxquelles on a trop souvent recours dans de telles circonstances. Ce service n'a pas voulu se contenter d'adopter la solution de facilité consistant dans une simple remise en état des vallées, assortie de quelques travaux de protection supplémentaires et a voulu étudier le problème dans son ensemble, à l'échelle du bassin fluvial, seul cadre logique d'un aménagement. C'est pourquoi, profitant des expériences déjà tentées sur le Sénégal, sur le Niger et sur divers fleuves sud-américains, il a pris l'initiative d'une collaboration avec le Centre de Géographie Appliquée (Strasbourg), dont le Laboratoire de Géographie Physique s'est mis à sa disposition pour mener les études nécessaires dans le cadre d'une convention administrative en date

Une telle procédure est entièrement nouvelle en France où a régné, depuis de nombreuses décades, un cloisonnement presque hermétique entre Ingénieurs chargés des aménagements hydrauliques et spécialistes des Sciences de la Nature dans les Universités. Cette collaboration, vite devenue très étroite, a été possible grâce à l'amorce d'un changement d'état d'esprit dans les Universités et d'un renouvellement de leurs méthodes de travail, qui est à la base de la création, par Monsieur le Directeur de l'Enseignement Supérieur G. BERGER, du Centre de Géographie Appliquée, dans le cadre du troisième cycle. Comme il s'agit d'une expérience encore unique en France métropolitaine, bien que, croyons-nous, fructueuse, il nous a semblé utile de la relater dans ses grandes lignes et d'examiner les conclusions qu'il y a lieu d'en tirer.

A) L'ORGANISATION DU TRAVAIL : OBJET ET METHODES

L'énormité des dégâts subis, surtout par le Queyras où plusieurs localités ont été sinistrées à plus de 25 % et où les communications le long de la vallée ont été interrompues pendant quatre mois malgré un effort gigantesque des Ponts et Chaussées, a fait que les Ingénieurs de la Section Technique Hydraulique ont rejeté d'emblée la solution qui aurait consisté dans une remise en état des travaux de protection antérieurs assortie de leur renforcement en certains points critiques. Ils ont désiré une analyse systématique du problème sous ses divers aspects. C'est cette analyse qui constitue la mission qui nous a été confiée et dont l'exécution est déjà fort avancée. L'organisation de l'étude a dû être réalisée de manière à respecter d'une part l'enchaînement inéluctable des diverses étapes de la recherche scientifique et, d'autre part, à satisfaire à des exigences pratiques impérieuses de programmation imposées tant par l'urgence des travaux à effectuer que par les contingences climatiques de la montagne, la totalité de la région intéressée se trouvant au-dessus de 1000 m d'altitude et plus de 50 % de sa surface au-dessus de 2000 m. Le déroulement des travaux a été ainsi fixé, ainsi que leur objet, au cours de conversations préliminaires entre MM. DARLOS et

et DARVES-BORNOZ pour la Section Technique et le Professeur TRICART, pour le Centre, en décembre 1957 et janvier 1958. La convention a été ensuite aussitôt établie en fonction de l'accord réalisé et les travaux entrepris dès janvier 1958, avant-même sa ratification.

L'étude se déroule en trois phases successives, dont deux sont d'ores et déjà achevées.

La première phase s'est placée de janvier à juin 1958. Elle a comporté avant tout des travaux préliminaires, exécutés à Strasbourg, dans les laboratoires de Cartographie et de Géographie Physique du Centre. Elle a comporté deux séries de recherches, exécutées parallèlement pour gagner du temps :

- Une analyse hydrologique du déroulement de la crue, partant de la situation météorologique réalisée au cours de l'hiver et du printemps et permettant de définir le mécanisme même de la crue. Cette analyse a fait l'objet d'un premier rapport dont les conclusions ont été amplement confirmées tant par nos propres observations ultérieures sur le terrain que par de nouveaux témoignages recueillis, au cours de l'été, auprès des habitants et auprès d'Ingénieurs ayant pratiqué la montagne à cette époque, notamment MM. DIÈS, Ingénieur du Génie Rural à Gap et ROUANET, Ingénieur des Eaux et Forêts à Briançon. L'importance déterminante que nous avons attribuée à un rapide réchauffement de la température se traduisant par une ascension rapide de l'isotherme de 0° avec succession à quelques heures d'intervalle, de neige puis de pluie de plus en plus tiède faisant fondre la neige fraîche et ruissellant presque intégralement sur la neige durcie de l'hiver après avoir déclenché des avalanches, s'est avérée parfaitement exacte, des traces de tous ces phénomènes ayant été relevées en de nombreux endroits, tant sur la Haute-Ubaye que sur la Cerveyrette supérieure que dans le Haut-Queyras au cours des levés géomorphologiques, dans des sites variant en fonction de la couverture neigeuse, elle-même commandée, suivant la règle, par l'exposition et la topographie. Nous pouvons donc considérer comme définitive la première partie de notre rapport général consacrée à la crue. Aussi est-elle en cours de publication dans la Revue de Géographie Alpine qui a bien voulu l'accueillir. Des tirages à part en seront diffusés au titre de la convention.

- Une étude préliminaire, sur les photographies aériennes des phénomènes géomorphologiques liés à la crue. Un inventaire systématique de toutes les formes vives a été dressé sous la direction de Melle S. RIMBERT, Chef de Travaux, qui dirige le Laboratoire de Cartographie du Centre. Repérées et interprétées sur les photographies aériennes les manifestations morphodynamiques ont été reportées d'abord sur des calques du Plan Directeur au 1/20.000 puis synthétisées à l'échelle du 1/50.000, moins encombrante. Cet inventaire, quoique fait minutieusement, n'a pas donné entière satisfaction pour diverses raisons. Tout d'abord, nous n'avons disposé d'une bonne documentation photographique que pour la Cerveyrette et le Guil. En effet, dans les Hautes-Alpes, l'Ingénieur en Chef de la circonscription du Génie Rural a eu l'excellente idée de faire prendre par l'Institut Géographique National une couverture de photographies aériennes des fonds de vallées et de leurs abords peu de temps après la crue, en juillet 1957. Ces clichés, pris à basse altitude, sont à grande échelle et suffisamment détaillés. Ils permettent de fructueuses comparaisons avec la couverture régulière, malheureusement à échelle trop petite (1/40.000 environ). Par contre, dans l'Ubaye, seule la couverture régulière existe ce qui ne nous a pas permis de distinguer les manifestations morphodynamiques, propres à la crue, des manifestations endémiques, d'ailleurs intenses dans cette région. L'exploitation des photographies aériennes a donc introduit, dans nos études, une disparité entre Cerveyrette et Guil d'une part, plus favorisés, et Ubaye de l'autre. Heureusement, les meilleurs

instruments de travail s'appliquent à la région la plus touchée lors de la catastrophe. Cependant, l'exploitation des photographies aériennes, même effectuée au moyen d'un bon matériel et par des spécialistes entraînés, ne peut donner de résultats vraiment satisfaisants sans une intime connaissance du terrain, et, cela, plus encore en région montagneuse où les distorsions prennent une grande importance. Aussi n'avons nous pas diffusé les cartes au 1/50.000 dressées au cours de cette phase de l'étude, malgré le gros travail qu'elles représentent (environ 1500 heures de travail pour la rédaction des minutes et 500 heures de rédaction des cartes et de contrôle). Elles comportent, en effet, de nombreuses précisions et quelques erreurs, tant dans l'identification des manifestations morphodynamiques que dans le figuré de leur extension. Ce labeur n'a cependant pas été inutile. Il a permis déjà de fixer l'importance des travaux de terrain, de préparer leur organisation et, surtout de localiser les zones de grande activité morphogénétique. Effectué volontairement de manière indépendante de l'analyse hydrologique de la crue, il a apporté une première confirmation des résultats de celle-ci, atteints par une méthode en grande partie nouvelle. Les manifestations morphodynamiques ont mis en lumière le rôle de la couverture neigeuse au cours de la crue et nous ont donné une idée de son extension pendant la catastrophe. Ces éléments ont été confirmés tant par les témoignages que par les observations de terrain.

Pendant cette première phase de l'étude, nos travaux ont été facilités par l'obligeance de plusieurs organismes qui ont bien voulu nous communiquer tout ou partie de leur documentation. Signalons tout particulièrement la Météorologie Nationale et, spécialement M WAGNER, Ingénieur à Embrun, et E. D. F., notamment le Centre Hydrométéorologique de Lyon. Nous aurions voulu compléter ces recherches par des dépouillements d'archives afin de connaître avec précision les dommages subis par les divers villages au cours des siècles. Nous avons malheureusement dû nous contenter des sources imprimées, les Archives Départementales de Gap étant des plus déficientes.

Une seconde phase des études, également achevée, s'est déroulée de juillet inclus à septembre inclus. Elle a consisté presque exclusivement en travaux de terrain, bloqués pendant la belle saison. Elle a été préparée d'une part par l'analyse systématique des photographies aériennes dont il vient d'être question, de l'autre par une courte mission de reconnaissance sur le terrain, effectuée les 10 derniers jours d'avril par le professeur J. TRICART et Melle S. RIMBERT, accompagnés de 4 collaborateurs et utilisant deux voitures. Cette mission de reconnaissance a servi à préparer l'organisation matérielle et scientifique de la mission d'été et a permis la rédaction d'un rapport préliminaire dégagant déjà les grandes lignes de la dynamique de la crue et d'une politique d'aménagement rationnel. Elle a permis aussi de se rendre compte que certains travaux, commencés en hâte, étaient peu adéquats, voire dangereux. Elle eut dû avoir pour conséquence quelques modifications utiles dans les réalisations déjà amorcées. Malheureusement, par suite d'obstacles administratifs sur lesquels nous reviendrons plus en détail, ce but n'a pas été atteint, ce qui a eu pour conséquence des gaspillages de crédits.

Du 30 juin au 29 août, un travail intensif a eu lieu dans les trois vallées sous la double direction du Professeur J. TRICART et de Melle S. RIMBERT. Il a consisté conjointement

- dans la cartographie systématique de toutes les manifestations morphodynamiques actuelles et récentes de la plus grande partie des bassins. Toutes les formes d'érosion, de transport et d'accumulation rencontrées ont été figurées avec leur nature exacte, des indications sommaires sur la lithologie du matériel qu'elles affectent et sur les conditions de leur fonctionnement. Les levés sont accompagnés de carnets de notes où sont

commentés les faits cartographiés et précisés certains détails au moyen de schémas. L'échelle choisie a été imposée par celle des cartes topographiques c'est pourquoi nous avons dû nous résoudre à adopter le 1/20.000 ; comme prévu dans la convention. Malheureusement, cette échelle est insuffisante et ne permet que rarement le report des observations avec toute leur précision. Il eût fallu disposer d'une carte au 1/5000 ou au 1/10000 pour que notre travail ait sa pleine efficacité. Il est donc dommage que, pour des raisons d'économie, l'Institut Géographique National ait renoncé à continuer le lever de la carte au 1/10000. De plus, de nombreuses inexactitudes, voire des erreurs grossières ont été relevées sur certaines feuilles assez anciennes des plans Directeurs. Elles n'ont pu être que très sommairement corrigées lors des levés géomorphologiques. Leur rectification aurait, en effet, exigé beaucoup trop de temps. La carte géomorphologique au 1/20 000, tout en ayant été très soignée, n'est donc pas un document parfaitement satisfaisant. Elle donne une bonne vue d'ensemble, permet d'élaborer un plan d'aménagement général. Mais elle devra être complétée, dans le détail, par des levés plus détaillés de certains sites critiques, appuyés sur des plans topographiques spécialement préparés. La région qui a été cartographiée au 1/20.000 comprend :

Le bassin de la Cerveyrette en amont de Cervières

Le Queyras en amont de la Gorge de la Chapelue avec le Guil et ses divers affluents

Le bassin du Cristillan en entier

Le bassin de l'Ubayette en dehors des têtes de vallées

Le bassin du Chagne en entier

Une partie du bassin de la Haute-Ubaye, comprise sur la feuille Bibrun au 1/50.000

Le bassin de l'Ubaye entre Barcelonnette et le confluent de l'Ubayette, à l'exclusion du bassin du Parpaillon

Notre cartographie s'étend ainsi bien au delà des seules zones particulièrement critiques, dont le lever nous incombait au titre de la convention. Cependant, pour un aménagement rationnel des bassins, il serait souhaitable de compléter cette cartographie pour l'étendre à la totalité des bassins-versants. Ce travail pourrait se réaliser au cours de l'été 1959, dans le cadre d'un avenant à la convention.

Conscients des insuffisances que présente, malgré nous, la carte géomorphologique au 1/20 000, nous avons entrepris de profiter des plans dressés à la demande des Ponts et Chaussées par l'I. G. N., pour élaborer une carte géomorphologique au 1/50.000 du fond de vallée du Guil en amont de la Maison du Roy. L'échelle s'est révélée parfaitement satisfaisante. Malheureusement, ce travail exécuté en sus des obligations de la convention, en fin de mission, dans un temps trop limité est inégal. Certains secteurs ont été levés trop sommairement tandis que d'autres sont excellents.

Tous les travaux de cartographie ont été effectués par des équipes de 2 spécialistes directement sur le terrain et avec l'aide des photographies aériennes. Tous ceux de nos collaborateurs qui avaient participé à l'exploitation de ces dernières au Laboratoire y ont participé, aidés par d'autres, parmi lesquels un certain nombre d'étrangers désireux d'apprendre sur le terrain les méthodes nouvelles mises au point par notre Centre et qu'il est le seul à pratiquer dans la plupart des cas. Une quarantaine de géographes ont participé, par roulement, aux travaux de terrain, avec parmi eux : deux allemands, un australien, deux brésiliennes, un chilien, une américaine, trois néerlandais, dont certains boursiers de notre Centre, d'autres de leurs Gouver-

nements, d'autres du Ministère des Affaires Etrangères, d'autres de l'UNESCO (Assistance technique). Le haut rendement, supérieur de 50 % aux prévisions, atteint lors des levers, a été permis par une série de circonstances favorables : l'exploitation antérieure des photographies aériennes ayant familiarisé une partie du personnel avec la région, les conférences et séminaires tenus aux Laboratoires chaque semaine de janvier à mai sur cette étude, le temps généralement beau (seules quelques journées pluvieuses, à la fin août, ont interrompu les levers), la mobilisation d'un grand nombre de véhicules personnels facilitant les déplacements (jusqu'à 6 voitures et 5 motos et scooters) et excédant largement ce qui avait été prévu par la convention (3 voitures seulement), l'aide apportée par un certain nombre de maires, qui ont facilité le logement des géographes dans les écoles, à pied d'oeuvre. Cependant, toutes les municipalités n'ont pas fait preuve de la même courtoisie et certaines ont voulu considérer nos collaborateurs comme des touristes à exploiter ...

-L'étude dynamique des processus a été poursuivie parallèlement aux levers sous la direction plus particulière du Professeur J. TRICART. Elle a été réalisée au moyen de l'application de méthodes entièrement nouvelles, élaborées au cours des 10 dernières années et perfectionnées au cours même de la mission. Le principe de ces méthodes consiste à combiner le lever et les observations géomorphologiques détaillées (cartographie au 1/5000 du fond de vallée du Guil) et des méthodes originales d'étude des formations détritiques de nature statistique. Par exemple, l'orientation des blocs et galets renseigne sur les modalités de leur transport (glissement sur le fond, roulement, pavage de déflation etc..) Le façonnement des galets (indices d'émoussé et d'aplatissement) enregistre les effets mécaniques subis au cours du transport et permettent de différencier, dans un cailloutis, les éléments qui proviennent du remaniement local de formations de pente, de moraines et ceux qui sont apportés de l'amont, ou, encore de faire la part des apports frais et des remaniements de la nappe alluviale de fond de vallée remise partiellement en marche lors de la crue. Nous avons utilisé surtout la méthode des spectres pétrographiques, que nous avons découverte il y a 7 ans. Elle permet, sur le terrain, pour la classe des blocs et galets, de préciser remarquablement les conditions de charriage. Elle a été appliquée, en s'appuyant sur plus de 40 000 Comptages, au Guil, à l'Ubaye et à certains de leurs affluents ; Ubayette, Aigue Agnelle-Aigue Blanche, Rivière d'Arvieux, Cristillan, à la Cervèyrette supérieure. Des prélèvements de sables ont été effectués pour appliquer la même méthode au laboratoire, à la phase fine des alluvions. Des études dynamiques ont également été amorcées au sujet des versants. Nous avons confié à l'un de nos meilleurs collaborateurs, l'établissement de critères permettant de différencier sûrement, pour évaluer en chaque cas leur part respective, les éboulis de gravité, les cônes d'avalanches les éboulements, les torrents, les laves torrentielles, les coulées boueuses. Question délicate car, très souvent, le même canal d'écoulement est emprunté successivement par des modes de transport différents qui alternent en fonction des conditions météorologiques mais ont une efficacité très inégale. Or, les méthodes de protection à appliquer varient considérablement suivant les cas. On ne se défend pas de la même manière contre une lave et contre un torrent, contre un éboulement et contre une avalanche. Dans tel cas, ce sont les avalanches qui causent le plus de dégâts dans le couloir mixte, dans tel autre, les ruissellements torrentiels ou les laves. Un aménagement rationnel doit donc pouvoir tabler sur de telles données. Or, la systématique de ce problème a été à peu près entièrement négligée. Il nous a donc fallu entreprendre des recherches fondamentales sur cette question essentielle. Elles n'ont pu être qu'amorcées cette année mais s'avèrent prometteuses. Nous envisageons de les faire poursuivre pendant l'été 1959, dans le cadre d'un avenant à la convention. Si toutes les données sont disponibles pour l'analyse dynamique du Guil et de ses principaux affluents, les données dont nous disposons pour l'Ubaye, dont le bassin est beaucoup plus vaste, restent partiellement fragmentaires, bien que l'un de nos meilleurs collaborateurs, chargé de cette question, prolonge encore son

séjour sur le terrain. Il faut, en effet, indiquer que l'extrême variété pétrographique des bassins, les complications extrêmes de la disposition tectonique, les modalités particulières de la crue de juin 1957, rendent l'application de nos méthodes particulièrement ardues, ce qui exige un soin minutieux et la multiplication des mesures.

A l'achèvement de la seconde phase de nos travaux, on peut envisager le déroulement suivant pour la suite de nos études :

- Pendant l'hiver 1958-1959, nous effectuerons la mise au net et le contrôle des levés géomorphologiques au 1/20 000 et au 1/5000. Chacune des feuilles sera accompagnée d'un bref commentaire facilitant son utilisation. Simultanément, nous entreprendrons l'étude au Laboratoire des quelques 350 échantillons prélevés au cours de la campagne afin d'en tirer des précisions sur la dynamique des divers phénomènes recensés, par exemple sur les modalités de dépôt de la fraction fine des alluvions, sur la susceptibilité des minéraux argileux dans les glissements, etc... Nous pensons que ce complément d'étude pourra être achevé vers le printemps 1959. Nous reprendrons alors les rapports déjà rédigés sous une forme provisoire en les complétant et en les corrigeant et en leur donnant leur forme définitive, ce qui achèvera l'exécution de la convention souscrite.

- Nous souhaiterions que, conformément aux conversations que nous avons eues avec la Direction de la Section Technique Hydraulique, un complément de travail sur le terrain ait lieu pendant l'été 1959. Il comporterait, comme en 1958, des levés géomorphologiques avec achèvement des levés dans le bassin de l'Ubaye, et des études systématiques orientées vers la dynamique d'une part de l'Ubaye, de l'autre des versants. Ces travaux seraient poursuivis avec des effectifs beaucoup plus faibles que ceux de cette année, ce qui permettrait au Centre de se consacrer éventuellement à d'autres travaux de terrain pendant la même période. Les crédits nécessaires seraient donc moins élevés que ceux qui ont été prévus au titre des travaux en cours. La poursuite de ces études et la signature d'un avenant à la convention permettrait aussi à notre Centre de continuer à suivre la question de l'aménagement des trois bassins même après exécution de la convention souscrite, notamment d'intervenir lors de la préparation ou de la réalisation des travaux.

B PRINCIPAUX RESULTATS OBTENUS :

L'état actuel d'avancement des travaux nous permet d'avancer déjà des conclusions définitives dans leurs grandes lignes et dont seulement quelques éléments de détail seront nuancés ou modifiés par les études de laboratoire qui restent à faire quoique celles-ci seront indispensables pour la préparation des travaux d'aménagement.

Conformément aux exigences de la convention, les résultats obtenus sont de deux sortes : des études de détail sur certains points particuliers et l'élaboration d'une conception générale d'aménagement de divers bassins.

1° Les études particulières :

Elles ont été faites dans un but d'application immédiat, afin de fournir une documentation aux Ingénieurs pour la solution de tel ou tel problème urgent qui se posait à eux. L'installation, à Guillestre pendant toute la durée de la mission, d'un embryon de secrétariat et d'un laboratoire sommaire nous ont permis de préparer rapidement et de diffuser aussitôt sous la forme d'un manuscrit dactylographié, ces études et notes. Malheureusement, l'exécution de la mission en pleine période de congés a gêné la polycopie de ces documents et la mise au net des figures, qui n'a pu être faite qu'avec un retard de deux mois environ, notre personnel resté à Strasbourg n'étant pas assez nombreux pour qu'un roulement efficace ait pu être organisé pour les congés, surtout au Laboratoire de Cartographie. Nous espérons que le développement normal de notre Centre permettra de lever ces difficultés et de diffuser très rapidement en un grand nombre d'exemplaires les documents préparés. Quoiqu'il en soit, le délai de remise d'une note ou d'un rapport sur un point particulier dont l'étude nous a été demandée n'a jamais excédé 10 jours, même pour des questions dé-

licates et importantes comme l'étude de l'avant projet de reconstruction de la RN 202 dans la Gorge du Guil. Une intervention rapide est, en effet, dans de tels cas, une conditions primordiales de l'efficacité.

Par suite des courts délais d'exécution, certains de ces rapports sont devenus caduques car leur objet a disparu par suite d'une modification de la situation entre temps. C'est le cas, par exemple, pour le problème de Ville-Vieille. Au cours d'une première phase, la Direction départementale du Génie Rural avait pensé transférer ce hameau, particulièrement touché par la catastrophe. Nous avons donc consacré une note à ce problème, en l'appuyant sur un levé au 1/5000 des abords de l'agglomération. Puis, au cours d'une réunion les habitants ont manifesté leur opposition à l'idée d'un transfert, les commerçants ne désirant pas s'écarter de la route montant à Molines. Il a donc été nécessaire de réenvisager la question sous un autre angle : celui de la défense du site actuel de l'agglomération. Un nouveau rapport a été alors préparé suivant cette hypothèse, s'appuyant sur l'étude dynamique de l'Aigue - Blanche-Aigue Agnelle, sur les modalités de la crue du Guil et sur le levé géomorphologique au 1/20.000 de la gorge de l'Aigue en amont du village. Une telle souplesse est indispensable, car sauf lorsqu'on le lui demande expressément, ce n'est pas au Naturaliste de trancher, c'est à l'Ingénieur ou à l'Administrateur. Le Géographe est au service de l'Administrateur ou du Technicien. Il doit partir des hypothèses qui lui sont soumises pour trouver une solution. Lorsque l'hypothèse proposée peut être avantageusement remplacée par une autre, comme c'est le cas en certains points de l'avant-projet de reconstruction de la RN 202, il est souhaitable qu'une collaboration constante et cordiale permette une discussion qui peut seule permettre de sauvegarder l'intérêt général en confrontant des points de vue nécessairement différents.

L'efficacité exige aussi que le Naturaliste ne soit pas consulté seulement au stade de préparation des avant-projets, mais soit amené à participer activement aux divers stades de réalisation. Ce n'est que de cette manière que l'on peut corriger des prévisions qui ne peuvent jamais être parfaitement exactes. La découverte, au cours des travaux, d'un fait nouveau peut amener à une modification profonde des appréciations et peut éviter de grosses difficultés si, grâce à elle, on modifie à temps le projet en cours d'exécution. Certes, cette meilleure efficacité est difficile à réaliser : le système trop rigide des marchés de l'Etat rend tout changement onéreux et compliqué. Il y a là un grave obstacle administratif, donc purement artificiel, à une meilleure productivité des investissements de l'Etat. Cependant, en deux cas, des modifications ont été apportées à des travaux en cours d'exécution conformément aux indications portées dans nos rapports : dans la reconstruction de la RN 100 à Meyrommes, le tracé a été modifié pour tenir compte de notre avis, sollicité par M. l'Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées des Basses-Alpes. Un important foirage survenu peu de temps après dans le remblai commencé d'édifier sur le tracé primitivement prévu a d'ailleurs confirmé notre expertise. A Ceillac, dans un ensemble de travaux de protection par ailleurs fort critiquable, le tracé du chenal bétonné a été modifié pour supprimer une double courbe que nous avions signalée, d'ailleurs dès mai, comme dangereuse. Il faut cependant souhaiter qu'une meilleure conception des règles administratives facilite aux Ingénieurs l'adoption de modifications utiles lors de l'exécution des travaux. C'est une question d'efficacité, donc d'économie des deniers de l'Etat.

La collaboration constante entre Ingénieurs et Chercheurs spécialisés, telle que nous avons essayé de la pratiquer lors de l'été 1958, exige la concentration sur le terrain de moyens importants, comme ceux dont nous avons disposé et d'un personnel nombreux travaillant en équipe. Elle n'est pas possible avec un chercheur isolé, qui passe quelques jours puis s'en va, sollicité par d'autres travaux ou d'autres occupations. Elle suppose la collaboration avec un organisme universitaire important, spécialement organisé en vue des applications pratiques de sa discipline et disposant d'une grande

latitude tant sur le plan administratif que financier. Là aussi, un assouplissement des règles administratives est indispensable. L'administration doit être au service du travail productif et non l'inverse. Le règlement des indemnités de déplacement avec un retard de plusieurs mois, par exemple, sans parler d'une note nous enjoignant, contrairement d'ailleurs aux termes de la convention, d'utiliser exclusivement le chemin de fer pour nos déplacements dans le Queyras et dans l'Ubaye qui en sont totalement dépourvus, montrent les obstacles que l'administration financière peut opposer à de tels travaux.

Les diverses études particulières que nous avons réalisées et qui seront diffusées en même temps que ce rapport au titre de la convention, même lorsqu'elles sont devenues caduques sont les suivantes :

a) Note sur la protection du hameau de Fontgillarde, donnant des indications pour l'aménagement du torrent, la construction d'une digue de protection et insistant sur la nécessité d'un bon drainage des eaux usées du hameau.

b) Note sur le glissement de Meyronnes et la reconstruction de la RN 100 suggérant une modification du tracé adopté lors de la conclusion du marché afin de rendre la route plus stable et un dispositif d'aménagement local de l'Ubayette afin de bloquer le sapement qui accentue le glissement.

c) Etude du transfert du hameau du Pasquier (Arvieux) : le hameau est soumis à des glissements qu'il est impossible d'arrêter. Le transfert proposé sur un cône de déjections est acceptable à condition d'effectuer une correction assez facile du torrent, dont le bassin ne présente qu'un faible périmètre critique.

d) Etude du site proposé pour le transfert de Ceillac : le site est excellent et n'exige que de minimes précautions.

e) Recherche de moëllons calcaires pour la reconstruction de Ceillac : deux gisements présentant les conditions requises sont proposés.

f) Etude des possibilités d'exploitation de sables et graviers à béton à Ceillac. Les difficultés proviennent de la forte proportion de mica. L'étude lithologique des alluvions donne des indications sur les gisements les plus pauvres en ce minéral et suggère un lavage de sables.

g) Rapport sur le transfert de Ville-Vicille : les deux seuls sites non dangereux sont le hameau voisin de la Rua et une petite surface près de l'Eglise, qu'on pourrait réserver aux commerçants.

h) Rapport sur la protection de Ville-Vieille : aménagement de la gorge de l'Aigue Blanche-Aigue Agnelle, rectification du torrent sur son cône, nécessité de se plier à un plan d'ensemble pour l'extraction des remblais destinés à la Route Nationale.

i) Rapport sur la protection de Ristolas : le gros danger est celui du déclanchement de laves torrentielles dans la gorge du Tt. de Ségure. Le site du village est très mauvais et il est malencontreux qu'il ait été choisi pour reconstruire entièrement l'agglomération il y a quelques années. La protection ne sera jamais parfaite tout en étant très coûteuse. Un traitement immédiat de la gorge du Ségure contre le déclanchement de laves s'impose et une politique d'aménagement du bassin à plus lointaine échéance est indispensable. C'est à ces conditions qu'un onéreux chenal bétonné peut être efficace.

j) Rapport sur la protection de Vars Ste Marie : les travaux en cours ne répondent absolument pas à leur objet. Le Chagne est dangereux par ses laves périodiques qui débordent en direction du village. Le confluent dans le Chagne est très mal dessiné. Les travaux seraient entièrement à reprendre pour être efficaces.

2° Etudes générales d'aménagement des bassins :

Ces études particulières ont été toujours conduites en gardant présente à l'esprit l'unité des phénomènes naturels, leur permanente interaction. Cette conception est d'ailleurs la base même de la formation géographique et c'est grâce à elle que nous pouvons apporter un concours utile aux Ingénieurs. Un ouvrage, même parfaitement

conçu en lui-même, ne peut être efficace que s'il est adapté au milieu, dont, justement, l'étude constitue l'objet propre de notre discipline. Tel pont, magnifique en lui-même est régulièrement endommagé lors des crues parce que son implantation ne tient pas compte de la dynamique particulière de la rivière et des particularités du sous-sol. Nombreux sont les exemples de tels échecs, échecs qui sont dus à ce que certains ingénieurs travaillent dans l'absolu, en se fondant uniquement sur des considérations topographiques, sans connaissance topographique, sans connaissance de la dynamique naturelle, sans connaissance des conditions de sols et de sous-sols que leur formation, essentiellement mathématiques, ne leur permet pas d'analyser. Il ne saurait être question, avec le développement de plus en plus des connaissances scientifiques et techniques, de demander à la même personne de maîtriser tous ces aspects, le plus souvent extraordinairement complexes, de problèmes que nous sommes loin encore de connaître parfaitement. Un Léonard de Vinci lui-même n'y arriverait plus. La solution est dans le travail d'équipe, dans la collaboration constante entre Ingénieurs et Naturalistes des diverses branches intéressées : géographie physique, géologie, écologie même dans certains cas. La prise de conscience de l'unité de la nature par les Ingénieurs permet, après réalisation d'études préliminaires adéquates, de mieux adapter les réalisations techniques au cadre dans lequel elles se placent. En définitive, cela revient à les rendre plus efficaces et moins onéreuses, à aboutir à un meilleur rendement, à une productivité accrue. Tel est l'esprit dans lequel ont été conduites nos études, à la demande de la Section Technique de l'Hydraulique.

Nous avons donc considéré nos trois bassins comme trois entités depuis les lignes de partage des eaux jusqu'à leur débouché sur la Durance, étant entendu que ce dernier ne constitue en rien une limite absolue : notre étude apporte une contribution au problème général de l'aménagement de la Durance et, plus immédiatement, à celui de la retenue de Serre-Ponçon. En effet, toute traitement réalisé sur l'une quelconque de nos trois rivières aura ses répercussions bénéfiques sur la longévité de Serre-Ponçon, aussi serait-il juste d'en tenir compte pour le financement des travaux. Logiquement nos recherches devraient être étendues progressivement à tout le bassin de la Durance, dont l'étude sera facilitée par les données déjà obtenues au cours de notre mission.

Nous nous sommes attachés à définir dans chacun de nos trois bassins, l'enchaînement de tous les phénomènes d'écoulement liquide, depuis la chute de la goutte de pluie jusqu'à son arrivée dans la Durance, en précisant les actions mécaniques de cette eau. Nous avons volontairement laissé de côté les problèmes d'altération chimique et de transport de matière dissoute, qui n'intéressent pratiquement pas les travaux d'aménagement et auraient exigé, à eux seuls, une longue étude menée au moyen de techniques très différentes et coûteuses (analyses systématiques de prélèvements liquides échelonnés pendant 2 à 3 ans). Nous nous sommes limités à l'altération de la roche en place, car elle commande la pédogénèse, et par conséquent, d'une part les problèmes de ruissellement, donc de constitution des crues, d'autre part, l'ameublissement des roches cohérentes, donc les possibilités de départ de matière sous l'effet des phénomènes mécaniques faisant l'objet même de notre étude. Par exemple, nous avons accordé une grande importance à l'altération des schistes lustrés et du flysch schisteux, qui libère des produits argilo-terreux fort mobiles et aisément mis en marche par la solifluxion. Ce sont ces formations qui donnent naissance à la quasi-totalité des glissements de terrain, dont l'importance pratique est primordiale (transfert du hameau du Pasquier, reconstruction de la RN 202 au Pas de la Reyssole, de la RN 100 à Meyronnes etc...). Des analyses de laboratoire préciseront les caractères de cette altération et les propriétés mécaniques des produits qu'elle fournit. Nous avons aussi relié les mécanismes hydrauliques, depuis le ruissellement diffus des lignes de partage des eaux, jusqu'à l'écoulement concentré des torrents, à tous les mécanismes de façonnement des versants : éboulis, éboulements, solifluxion, avalanches, reptation, coulées boueuses etc.... Il y a, en effet, comme cela a été découvert en Géographie Physique dès le siècle dernier, interaction permanente entre l'évolution des talwegs et celle des versants. En s'enfonçant par creusement le talweg créé, si aucune évolution indépendante des versants n'a lieu, une rupture d'équilibre progressive qui accroît la

pente du versant et modifié, lorsque certains seuils sont franchis, les processus de façonnement du versant lui-même. A leur tour, ces modifications se répercutent sur la fourniture de débris du versant au torrent qui longe son pied. Le jeu de ces interactions particulièrement complexes a été notre principale préoccupation. En effet l'intervention de l'Homme peut être considérable dans ce domaine. Et c'est un de ceux où l'ouvrage d'art, conçu sans de solides recherches sur le cadre dans lequel il s'implante, peut aboutir aux plus graves déconvenues. Par exemple, un pont trop étroit ou muni d'un radier protecteur pour empêcher l'affouillement des culées, bloque l'enfoncement vertical du cours d'eau et peut provoquer une diminution de pente du lit qui déclenche, à son tour des divagations du cours d'eau avec sapement des berges et destructions de terres cultivables ou menace de lieux habités. Nous connaissons un excellent exemple de ce mécanisme aux environs de Strasbourg, qui se solde par la perte de plusieurs hectares de terres cultivées depuis quelques années. Dans ce dernier cas, il eût été de l'intérêt national de débloquer rapidement les crédits permettant de reconstruire sans attendre le pont provisoire qui provoque ces dommages au capital agricole. De telles conséquences inattendues, qui passent souvent inaperçues des autorités responsables mais n'en sont que plus nuisibles sont encore plus à redouter dans des régions comme la nôtre, où la dynamique des phénomènes naturels est incomparablement plus intense que dans un pays de plaine comme l'Alsace. Une erreur de conception dans un ouvrage, toujours à redouter car bien naturelle lorsque cet ouvrage est conçu uniquement en fonction d'un certain objet particulier (passage d'une route, protection d'un site, fourniture d'électricité), risque d'avoir des conséquences dispendieuses, voire funestes dans d'autres domaines. Ainsi, nous sommes fort inquiets au sujet des conséquences de la retenue de Serre-Ponçon pour la moyenne vallée de la Durance, dont la correction à toutes les chances de devenir inadéquate par suite des modifications de régime qui résulteront de l'exploitation de la retenue, et dont l'équilibre hydrogéologique sera complètement modifié avec toutes conséquences que cela comportera pour les cultures d'assainissement.

Dans notre région même, un certain nombre de travaux ont été déjà entrepris, qui, faute d'étude préalable, constituent des dangers. Tel est notamment le cas du dispositif de protection de Vars Ste. Marie, dispositif qui serait déjà fort critiquable pour un torrent ordinaire, mais qui est franchement catastrophique pour un torrent à laves. Les sommes engagées dans ces travaux sont non seulement dépensées en pure perte, mais deviennent une source de danger en donnant aux habitants une fausse sécurité, et en faisant que les ouvrages risquent de rendre plus destructrice la prochaine lave en gênant son écoulement. Cet exemple, tout comme celui de Ristolas, est typique, car il montre que la protection d'une agglomération située sur un cône de déjection ne peut se faire en partant seulement de données géométriques et topographiques mais doit reposer sur une connaissance complète de tout le bassin car c'est lui qui fournit les débris et l'écoulement contre lequel il faut se protéger sur le cône. La prise de conscience de ce fait est ancienne : Surelle l'a clairement exposé. Mais certaines vérités premières sont aisément oubliées Dans des cas comme ceux de Vars Ste Marie et de Ristolas, il ne faut pas essayer d'endiguer des laves, ce qui est illusoire et dangereux, mais grâce à une bonne connaissance géomorphologique du bassin, viser à empêcher leur déclenchement par une correction de tout le bassin torrentiel ou de ses secteurs critiques, menée en combinant un traitement du talweg par petits barrages, enrochements etc..., et des versants par reboisement, engazonnement, fixation etc... Ne voir que l'aspect immédiat des travaux de protection à réaliser sur le cône lui-même ne peut aboutir qu'à de graves et dangereuses erreurs de conception, dont les conséquences risquent d'être tragiques.

Conscient de ces lourdes responsabilités, nous avons élaboré, à partir de notre étude géomorphologique exhaustive, un schéma d'aménagement des trois bassins. Ce schéma a été exposé, sur le terrain, en fin de mission, à MM. DARLOT et DARVES-BORNOZ de la Section Technique Hydraulique et aux Ingénieurs chefs de circonscription du Génie Rural intéressés. Une remarquable intensité de vue s'est révélée à cette occasion. Ce sont ces conclusions communes que nous exposerons brièvement ci-dessous.

Deux types différents de dynamique ont été réalisés lors de la crue de juin 1957. Le premier se rencontre sur la Cerveyrette, le Guil, et la Haute-Ubaye (en amont de St. Paul). Une forte couverture neigeuse a été éliminée au cours de la crue ce qui a donné des débits considérablement accrus. D'énormes apports liquides et solides sont arrivés des bassins-versants sous la forme d'avalanches passant à des laves torrentielles, d'écoulements torrentiels de ruissellement diffus sur la neige ancienne durcie. Les talwegs n'étaient pas adaptés à une telle abondance et ont subi une crise particulièrement intense de réadaptation brutale. Un recalibrage partiel a eu lieu, avec sapement des berges et des pieds de versants. De grosses masses de débris ont été ainsi libérées, qui sont venues accroître la charge solide. Les prairies de fond de vallée ont été rongées, les pieds de versants sapés ont été mis en déséquilibre, ce qui a engendré des glissements par paquets, des éboulements, des foirages. De grandes plaies nues ont été ouvertes. La végétation n'a pas résisté à un tel effort et de nombreux arbres ont été emportés par les eaux, qui ont ensuite contribué à la formation d'embâcles. Dans les torrents importants, les modalités de cet écoulement exceptionnel ont été commandées beaucoup plus par les variations du rayon hydraulique que par celles de la pente. Là où la zone d'inondation s'élargissait, les eaux s'étalaient et, perdant de la profondeur, rencontraient dans leur écoulement une résistance accrue, génératrice d'une perte de vitesse, qui, se répercutant sur la compétence, a provoqué des accumulations. Dans les bassins, des engravements importants se sont ainsi produits, détruisant les terres cultivables ou endommageant les agglomérations. Un mécanisme analogue a fonctionné, naturellement, sur les cônes de déjection qui a été largement recouverts d'alluvions fraîches. Mais le dépôt de tout ce matériel provenant de l'amont, a, à son tour, constitué un obstacle. Accumulé plus ou moins dans l'axe de la vallée, il a rejeté les eaux latéralement. Celles-ci, ayant perdu une bonne partie de leur charge solide, ont attaqué vigoureusement le pied des versants et effectué d'importants sapements dont les produits leur ont reconstitué une charge solide. Tel est le mécanisme de substitution de charge alluviale que nous avons pu établir au cours de notre étude grâce aux méthodes nouvelles que nous avons mises au point. Ce mécanisme, hypertrophié ici, semble très général au cours d'un certain type de crue et présente ainsi un grand intérêt. Il s'est trouvé, dans certains cas, encore renforcer le jeu des embâcles et des débâcles successives, des bouchons se formant, grâce aux arbres flottants, là où rétrécissement, naturel ou artificiel, les accroche. Une mise en charge se produit derrière le barrage et provoqué une violente chasse d'eau lorsqu'il cède. La force du courant, pendant quelques minutes, est alors extraordinaire ce, qui permet le déplacement de blocs énormes. Sur le Guil, des blocs de 25 T ont été roulés dans ces conditions sur une centaine de mètres, parfois plus. Certaines de ces embâcles se sont produites dans des gorges rocheuses, mais la plupart ont été occasionnées par des ponts trop bas ou trop étroits qui ont cédé tardivement. Lorsqu'ils ont résisté, comme à Château-Queyras, les dégâts sont encore plus considérables. Plus rarement, ces embâcles sont dues à des confluentes comme à la Maison du Roy, et partiellement à Ville-Vieille.

Ce schéma général comporte quelques différences secondaires d'un bassin à l'autre. C'est sur le Guil que le jeu des embâcles a été le plus important par suite des nombreux ponts franchissant le torrent, ponts parmi lesquels un seul s'est comporté de manière satisfaisante : celui du chemin du Sommet Bucher, en aval de Château-Queyras. On comprend de la sorte d'incroyable dimension des blocs charriés par le torrent et l'ampleur exceptionnelle des dégâts subis notamment par les routes de fond de vallée. C'est pourquoi ce serait une grave et dispendieuse erreur de considérer les cotes atteintes par les eaux lors de la crue de juin 1957 comme des cotes d'inondation normales. Toutes les plus hautes d'entre elles sont liées à des effets d'embâcle. Il n'est donc pas nécessaire de modifier considérablement le tracé de la RN 202 pour la mettre hors d'atteinte des eaux, ce qui évitera des dépenses considérables et l'implantation de la route dans des zones

critiques dont l'instabilité provoquera des risques de coupure bien plus graves. Seulement, il faudra prendre d'autres précautions pour éviter sa coupure par sapement ou inondation exceptionnelle. De même, le mécanisme que nous avons établi pour le transport de la charge solide montre que l'on peut éviter, dans bien des secteurs, de coûteuses digues de protection, qui au surplus, ne peuvent résister au choc de masses de 25 ou 30 T. La protection de la route doit être une conséquence des travaux d'aménagement et non l'objet exclusif d'ouvrages spéciaux, sauf en des cas nettement déterminés. En effet, protéger une route et des ponts contre le charriage de blocs de 25 ou 30 T exigerait des dépenses énormes et des dispositifs qu'il ne seraient pas même toujours réalisables. Aussi une politique rationnelle doit-elle être le traitement d'ensemble du bassin versant pour empêcher le renouvellement de tels transports donc des embâcles. Pour cela, il faut conjointement et au plus vite :

- Favoriser l'écoulement des eaux et fixer le chenal en lui donnant un tracé aussi peu sinueux que possible et en enlevant dans le lit tous les gros blocs qui forment pavage.
- Empêcher la constitution d'une charge solide importante en bloquant les sapements. On commencera par écarter le torrent de leur pied au lieu d'y diriger, comme cela a été fait, parfois, probablement par désir de l'écarter de la route que l'on menace ainsi, en fait, plus sûrement.
- Supprimer les risques d'embâcles par troncs d'arbres en coupant tous les arbres situés sur des berges instables et en reconstruisant des ponts largement ouverts, toujours placés dans des lignes droites.

Par ailleurs, une politique à plus lointaine échéance consistera à traiter les zones critiques des bassins suivant les méthodes éprouvées des Eaux et Forêts. En effet, au cours de la crue, de nombreuses griffures d'érosion et cicatrices de petits décollements se sont produites, qui ne manqueront pas d'évoluer, si l'on intervient pas, en ravinements dangereux. Petit à petit, le Queyras se transformerait en une région de bad-lands comme la moyenne-Ubaye. Il ne serait plus question alors de protection de la route ou de l'habitat, plus même question d'exploitation économique. Le danger est plus grand qu'il n'apparaît à première vue car ce sont des crises comme celle de juin 1957 qui sont généralement le point de départ d'une évolution accélérée susceptible de modifier de fond en comble l'aspect d'une région en quelques décades.

Sur la Cerveyrette, les mêmes mécanismes ont fonctionné, mais dans un bassin où le transit de la charge solide est interrompu par la plaine du Bourget que ne franchissent pas les galets et qui retient la plupart des sables. A l'amont, il faudra essentiellement opérer un traitement des versants. A l'aval, la charge solide se reconstitue rapidement dans la gorge dominant Cervières, entaillée dans des moraines croulantes. La protection du village exige un traitement de cette gorge, d'ailleurs difficile, et, surtout une correction du chenal à sa sortie, avec destruction du pavage et rectification du lit, suivant la méthode préconisée pour le Guil. En aval de Cervières, les dégâts sont limités à la destruction de 1 km environ de la RN 202. En effet, il ne s'est formé qu'une seule embâcle, à l'ancien pont du chemin forestier à l'amont de Terre-Rouge. C'est d'ailleurs cette embâcle qui a provoqué les dégâts à la RN 202. La reconstruction de celle-ci devra être adaptée aux conditions géomorphologiques, moyennant quoi on pourra se contenter d'un traitement sommaire du lit.

Sur la Haute Ubaye, les embâcles ont été toutes d'origine naturelle, occasionnées par des gorges rocheuses. L'existence de larges affleurements calcaires, la faible utilisation économique du fond de vallée simplifient les problèmes. Il sera bon, cependant, d'entreprendre une oeuvre générale de restauration des bassins-versants et une correction sommaire du lit.

Le second type de dynamique de la crue de juin 1957 a été réalisé sur l'Ubaye en aval de St. Paul, ou plus exactement du Pas de la Resyssole. Les modifications subies

.../...

lors de la crue sont bien moindres que dans le Queyras. En effet, d'une part, les averses ont été, au total, moins violentes, la région de Jausiers et de Barcelonnette n'ayant reçu que le tiers des précipitations du Haut-Queyras et, d'autre part, la géomorphologie du bassin était bien différente. Tandis que le Guil et la Cerveyrette avaient un lit étroit bien défini entre les prairies et les bosquets, l'Ubaye avait un immense lit majeur encombré de bancs de galets peuplés de boisements de pins. Les versants étaient aussi intensément ravinés, ce qui donnait à tout le bassin un caractère torrentiel accusé, donc une aptitude bien supérieure à celle du bassin du Guil pour évacuer rapidement des débits qui ont été moins exceptionnellement considérables par ailleurs. L'abondance des précipitations dans le haut bassin a, certes, provoqué des écoulements, volumineux, mais qui ont été beaucoup plus facilement absorbés par le lit majeur. La crue n'a pas revêtu, au point de vue géomorphologique, un caractère catastrophique comme dans le Queyras et les seuls dégâts importants, à Jausiers et Barcelonnette, ont été provoqués par des aménagements mal conçus et mal entretenus. Ce sont les obstacles opposés à l'écoulement par des digues boisées et des ponts à ouverture insuffisante qui ont provoqué des débordements dévastateurs, mais étroitement localisés. Partout ailleurs, le lit majeur de l'Ubaye a été assez vaste pour contenir la crue. Il a été le siège d'une activité passagère intense, mais sans caractère catastrophique : les bancs d'alluvions fixées ont été remués et remis en marche, les bois de pins partiellement arrachés.

Dans ces conditions, la politique d'aménagement comporte deux séries de mesures bien distinctes :

- les mesures d'urgence destinées à empêcher le renouvellement des dégâts. Il s'agit d'éviter un nouvel engorgement des secteurs endigués, engorgement devenu maintenant plus menaçant du fait que la crue de juin 1957 a remis en état de mobilité des grandes masses d'alluvions auparavant fixées. Le secteur le plus dangereux à ce point de vue est celui du confluent de l'Ubayette. Il est urgent d'y retenir les galets au moyen d'un barrage perméable de faible hauteur. En aval, il faut accroître le débit des secteurs endigués et prévoir des issues de débordement. Pour cela, il importe de surhausser au plus vite le pont de Jausiers, de couper les entrées qui poussent sur la face intérieure des digues, de curer localement le lit endigué. On pourra aussi, surhausser les digues sur la berge contiguë aux agglomérations, comme par exemple, la digue de rive droite à Barcelonnette, pour qu'en cas de très forte crue, le débordement s'effectue de l'autre côté.

- des mesures à plus lointaine échéance, mais dont la mise en œuvre doit être effectuée sans délai, consisteront à corriger partiellement le régime de l'Ubaye. L'essentiel doit être d'empêcher la conjonction d'une crue de la Haute-Ubaye et de l'Ubayette, crues, qui, malheureusement, sont généralement simultanées, les deux bassins réagissant conjointement aux diverses situations météorologiques. L'Ubayette s'avère très difficile à traiter et particulièrement dangereuse. On ne peut guère espérer de solution parfaitement efficace et il faudra se contenter de mesures de correction de détail dans tout son bassin. C'est donc sur la Haute-Ubaye qu'il faut agir. Heureusement, il existe, au Châtelet un peu en amont de St. Paul, en un point où l'essentiel du débit de la Haute-Ubaye est déjà constitué, un site de barrage particulièrement favorable, constitué par un verrou calcaire coupé d'une gorge très étroite (4 à 8 m de large) et profonde (80 m environ). Une retenue assez importante pourrait être constituée sans noyer de terrains précieux. Le barrage pourrait servir de point de départ à un petit réseau d'irrigation et pourrait fournir de l'hydroélectricité à titre d'appoint. Son exploitation devrait être orientée avant tout vers la régularisation de l'Ubaye. Elle consisterait à stocker la crue de printemps, ce qui alimenterait des irrigations, puis à vider la retenue fin septembre pour retenir la crue d'automne, qui fournirait de l'électricité en hiver. On disposerait ainsi à nouveau d'un volume important pour retenir une partie de la crue de printemps. En cas de très fortes précipitations, toujours de courte durée dans la région; il serait possible de déphaser d'un ou deux jours la crue de l'Ubayette et celle de la Haute-Ubaye, ce qui éliminerait pratiquement les risques de débordement.

.../...

Il sera bien évidemment de compléter un tel ouvrage par une action généralisée de lutte contre la torrencialité dans le bassin versant au moyen des méthodes des Eaux et Forêts.

CONCLUSION GENERALE

L'expérience en cours d'étude géomorphologique exhaustive d'un bassin fluvial en vue de son traitement rationnel s'inspire d'une saine philosophie de la Nature. Bien qu'un tel principe soit à la base de projets comme ceux de la T. V. A. aux Etats-Unis ou de nombreux aménagements en cours dans la France d'Outremer, comme ceux du Sénégal ou du Niger auxquels nous participons, l'idée constitue en France Métropolitaine, une innovation. Nous avons essayé de montrer, chemin faisant, l'intérêt incontestable qu'elle présente, tant sur le plan de l'efficacité que sur celui de l'économie. L'application des principes que nous avons dégagés constituera une remarquable amélioration du rendement des services publics et une amélioration considérable de la productivité des investissements budgétaires. Pour quelques dizaines de millions investies dans des travaux de conservation des bassins-versants, on économisera des centaines de millions de digues et de réfection de ponts et on garantira aux populations, la sécurité à laquelle elles ont droit et que l'Etat doit assurer comme à son premier devoir.

Un tel aménagement rationnel n'est possible qu'à partir d'études systématiques comme celles que nous avons conduites et, pour lesquelles malheureusement, on dispose encore de très peu de spécialistes. Notre Centre de Géographie Appliquée s'attache à en former, mais n'en est qu'à ses débuts. De telles études exigent une formation spécialisée qui est différente de celle des Ingénieurs. Elles ne peuvent normalement pas être conduites par les services chargés de l'exécution des mesures de protection. De plus, par ailleurs ces services ne disposent pas du personnel nécessaire : la plupart du temps, leurs effectifs sont à peine suffisants pour assurer l'expédition des affaires courantes et lorsqu'une catastrophe se produit, les Ingénieurs sont surmenés, harcelés et obligés de courir au plus pressé, conditions très défavorables à l'élaboration de mesures rationnelles. La tendance inéluctable est alors de reconstruire ce qui existait, en se contentant de le renforcer. L'empirisme règne avec tous ses inconvénients, les erreurs se perpétuant, pire, se cristallisent. La faute en est plus à l'organisation même des services qu'aux hommes. Est-il concevable qu'à notre époque où toute entreprise industrielle importante à ses laboratoires de recherches, un service de l'ampleur des Ponts et Chaussées n'ait pas de crédits d'études et ne puisse confier sous le régime de la convention, une étude du genre de celle que nous avons faite ? Les recherches que nous avons effectuées et les rapports que nous avons rédigés pour ce service (glissement de Meyronnes, reconstruction de la RN 202, aménagement du Haut-Guil) l'ont été bénévolement, en profitant du travail financé par le Ministère de l'Agriculture. Or, rien que le projet de reconstruction de la RN 202 se monte à 2 milliards (à notre avis, d'ailleurs sous-estimés). Que représente, en regard de cette somme, le montant de notre convention (7 à 8 millions si l'on exécute les études complémentaires que nous préconisons) ? Par rapport à l'ensemble des dépenses envisagées comme suite à la crue de juin 1957, nos études représentent environ 0,15 % des crédits. Ce pourcentage est dérisoire et montre bien que si l'on ne recourt pas plus à de telles études, c'est autant par ignorance que faute d'une organisation adéquate.

A l'heure actuelle, le manque de spécialistes ne permet pas d'envisager la participation directe et permanente de géomorphologues dans les grands services intéressés aux aménagements hydrauliques. Ce n'est que dans une dizaine d'années, peut être un peu avant qu'une telle organisation sera possible. Pour le moment, dans ce domaine comme dans bien d'autres, règne une pénurie aiguë de spécialistes et c'est pourquoi il est préférable de concentrer les moyens, comme nous le faisons au Centre de Géographie Appliquée. Cette solution est d'ailleurs économique également sur le plan financier. Tout le personnel qui a participé aux travaux de terrain travaille bénévolement et une partie des dépenses occasionnée par l'étude est supportée par le budget de fonctionnement du Centre, dont l'objet est justement de faire de telles recherches (personnel fonctionnaire, locaux, équipement fixe).

Une efficacité plus grande, dans la collaboration entre notre Centre et les divers services ayant besoin de nos recherches pourrait être obtenue si cette collaboration devenait permanente. Malgré tout le désir d'aboutir rapidement tant du côté de la Section Technique que du nôtre, un peu plus d'un an s'est passé entre la catastrophe et le dépôt des premières conclusions définitives. En égard à l'ampleur du travail fourni, ce délai est court. En égard aux besoins d'une gestion rationnelle des crédits de l'Etat, il est beaucoup trop long. De nombreux travaux ont dû être commencés, voire même exécutés, avant même que notre étude soit achevée et ont été, de la sorte réalisés de manière empirique. Certains s'intégreront dans les programmes généraux d'autres non, et devront être refaits, d'où une perte nette de plusieurs centaines de millions rien que pour le Queyras, soit 50 à 100 fois le montant de la convention. C'est qu'il a fallu, après la catastrophe, que la Section Technique Hydraulique obtienne d'abord des crédits spéciaux, puis qu'une convention soit signée entre elle et le Centre de Géographie Appliquée. Si nous avions attendu le versement des crédits de démarrage de l'étude pour commencer le travail, nous n'aurions commencé nos travaux qu'en avril 1958 et ce n'est qu'à l'automne 1959 que ces conclusions auraient pu être déposées. Nous avons dû amorcer l'étude sur nos propres crédits de fonctionnement, ce qui fait que les services de contrôle financier de l'université ont refusé jusqu'en août 1958., le remboursement des frais de déplacement engagés. De tels obstacles sont purement administratifs et pourraient être aisément levés par une collaboration permanente prévoyant une subvention annuelle au Centre, à charge pour lui d'exécuter un certain volume de recherches à la demande de services. Dans le cas de recherches plus importantes, une dotation supplémentaire serait effectuée sous la forme d'un avenant précisant les obligations réciproques, comme nos conventions actuelles.

Une autre difficulté provient du fait que le cadre administratif français est particulièrement impropre pour l'exécution des aménagements hydrauliques, à tel point qu'il a fallu créer des organismes spéciaux comme la Compagnie Nationale du Rhône ou la Commission d'Anénagement de la Durance. Les compétences en matière d'aménagements fluviaux se divisent entre les Ponts et Chaussées, le Ministère de l'Agriculture, l'Electricité de France et le Service des mines (pour les exploitations de graviers et sables), et, qui plus est, en plusieurs services à l'intérieur de ces organismes. Une telle pluralité interdit les études d'ensemble, les projets globaux, seuls efficaces. Chacun, bien naturellement ne voit les problèmes que sous le seul aspect dont il a la responsabilité : route, protection de l'habitat, irrigation, correction torrentielle, reboisement, production de kilowatts, voire influence politique des associations de pêcheurs à la ligne... Tel barrage hydroélectrique des Pyrénées noie des terrains dont le revenu agricole était égal à la valeur de l'électricité produite :

D'une manière générale, ce sont les intérêts agricoles qui sont le plus souvent sacrifiés. Il arrive souvent que des travaux d'aménagement hydraulique soient réalisés uniquement dans l'optique d'une protection des voies de communication, optique à très court terme dont les projets que nous avons étudiés dans le Queyras donnent une excellente idée. La concession des grands barrages hydroélectriques se fait à partir d'une enquête menée en prenant pour base le projet lui-même. La défense des intérêts agricoles est souvent difficile : les études préliminaires d'E. D. F. ont été menées en vue de la production d'électri-

cité et toute mesure de sauvegarde des intérêts d'autre nature tend à être considérée, par ses techniciens, comme un obstacle. Il est donc bien évident que les projets présentés ne font guère de place à ces problèmes. Partir d'eux est se mettre dans une position très difficile pour la discussion et la sauvegarde des autres intérêts. Il faudrait, au contraire que les services du Ministère de l'Agriculture aient le loisir de faire une véritable contre expertise, indispensable pour ouvrir avec E. D. F. une discussion constructive.

C'est en effet le Ministère de l'Agriculture qui est le plus largement intéressé aux problèmes de traitement rationnel des bassins-versants. De lui dépendent les moyens d'action les plus efficaces : défense et restauration des terrains, reboisement, correction des torrents. Si l'on veut éviter la création onéreuse d'un nouveau service, qui concentrerait toute l'hydraulique, y compris la production d'énergie électrique, et dont le fonctionnement ne serait probablement pas très efféicient dans les conditions actuelles, il est indispensable que le Ministère de l'Agriculture effectue un effort de réorganisation interne concentrant des moyens importants entre les mains du Service de l'Aménagement agricole des Eaux qui peut constituer un organisme de coordination et d'étude très efficace de tous les problèmes d'hydraulique touchant aux intérêts agricoles et d'aménagement rationnel des bassins-versants. Ce service doit pouvoir représenter valablement les intérêts généraux dans toutes les discussions entre administrations publiques ou semi-publiques concernant les problèmes hydraulique. Ce la suppose non seulement que lui soient données les moyens d'effectuer rapidement des études approfondies sur tel ou tel problème d'actualité, mais aussi qu'il puisse mettre en train des recherches fondamentales. En effet, chaque fois qu'un problème urgent se pose et qu'on est amené à rassembler la documentation le concernant, on constate que cette documentation est insuffisante. Il faut alors utiliser des expédients ingénieux pour tenter d'arriver à une solution. Méthode dangereuse, car elle multiplie les risques d'erreur et peut aboutir à une interprétation complètement fautive des faits, dont peuvent découler des aménagements inadéquats. Par exemple, dans le Queyras et dans l'Ubaye, nous avons constaté qu'aucun pluviomètre n'était installé dans toutes les parties des bassins qui ont joué le rôle déterminant dans la genèse de la crue. Sur l'Ubaye aucune station ne mesure les débits respectifs de l'Ubaye et de l'Ubayette. Or, il faut envisager la construction d'un barrage de régularisation sur l'Ubaye. Comment prévoir son effet avec précision ? Il faudrait 30 ans d'observation pour pouvoir émettre un jugement précis. Va-t-on attendre 30 ans avant de commencer l'aménagement ? Certainement pas. Il faudra avancer dans l'inconnu, se fonder sur des conjectures, courir un risque. Une telle défiance n'est pas exceptionnelle. Elle est, au contraire, la règle : nous la retrouvons dans les Cévennes. Il serait donc d'excellente politique de renforcer les moyens du Service de l'Aménagement agricole des Eaux et de lui permettre d'organiser progressivement, en collaboration avec tous les autres services, une étude méthodique de l'hydrologie française, avec stations de mesures, observations pluviométriques, relevé de traces de crues, etc... Une telle documentation devient de plus en plus urgente et s'avère une source extrêmement importante d'économies dans la préparation des aménagements de toutes sortes.