

**SOCIÉTÉ HYDROTECHNIQUE DE FRANCE**

▼  
**Commission pour l'Etude des Débits**

▼  
**18 Décembre 1964**

**POSSIBILITÉS et INTÉRÊT  
D'UNE CONTRIBUTION DES SCIENCES DE LA TERRE  
AUX PROBLÈMES D'HYDROLOGIE DE SURFACE**

**POINT DE VUE D'UN HYDROLOGUE**

**Par**

**Pierre DUBREUIL**

**Directeur de Recherches**

**à l'Office de la Recherche Scientifique  
et Technique Outre-Mer**

**Novembre 1964**

SOCIETE HYDROTECHNIQUE de FRANCE

---

Commission pour l'étude des débits

---

18 Décembre 1964

---

POSSIBILITES et INTERET d'une CONTRIBUTION  
des SCIENCES de la TERRE aux PROBLEMES d'HYDROLOGIE  
de SURFACE : POINT de VUE d'un HYDROLOGUE

---

par Pierre DUBREUIL

Directeur de Recherches  
à l'Office de la Recherche Scientifique  
et Technique Outre-Mer

Novembre 1964

On peut se permettre de donner la représentation schématique suivante du déroulement logique de la pensée pour toute recherche hydrologique ou non :

- établissement des programmes de recherche,
- expérimentation, observations et mesures,
- analyse,
- synthèse.

De cette dernière, s'inspirent les extrapolations vers des secteurs non observés, les prévisions et les révisions de programme.

Si l'on excepte la phase expérimentale, on constate rapidement que l'hydrologue rencontre à tous les autres stades du déroulement de ses activités, et d'autant plus qu'il approche du dernier de ces stades, des obstacles étrangers à sa science propre, obstacles qui ressortent, pour la plupart, du vaste domaine des sciences de la terre, ses plus proches voisines dans l'ensemble des sciences naturelles.

#### 1. Quelques obstacles liés aux sciences de la terre :

La présentation de quelques-uns de ces obstacles montre la complexité des liens qui rattachent l'hydrologie à ses voisines.

Au cours de l'interprétation des données d'observations recueillies sur un bassin représentatif, la pièce maîtresse de l'analyse est la recherche du modèle le plus apte à expliciter la transformation des pluies en débits. Que l'on aborde cette transformation pour saisir la part ruisselante ou la part qui s'infiltré, on est conduit à faire deux groupes des facteurs conditionnels : ceux qui tiennent aux caractéristiques propres de la précipitation (hauteur, intensités) et ceux qui relèvent du milieu physique (relief, couverture végétale, perméabilité du sol, de la roche ....). Si, pour les premiers, l'hydrologue est assez bien armé, il n'est arrivé jusqu'ici à saisir dans le deuxième groupe que le relief, duquel un indice de pente global semble être actuellement la meilleure forme simple, réduite et quantitative d'approche. Encore doit-on préciser que l'on n'est pas arrivé jusqu'ici à un accord sur le meilleur indice global.

Pour la couverture végétale et les perméabilités, on en reste au stade de l'appréciation qualitative vague : un peu, modérément, très, etc...

La perméabilité du sol, telle que l'entend l'hydrologue, c'est-à-dire la réaction du sol à une pluie de longueur et d'intensités déterminées pour un état d'humidité initial supposé, lui aussi, connu, cette perméabilité apparaît tellement insaisissable que l'hydrologue s'efforce de la contourner en concentrant ses efforts sur le choix d'un indice d'humidité lié aux seules caractéristiques de la pluie mais dont les paramètres d'ajustement sont sensés varier selon cette réaction du sol à la précipitation. La dispersion qui subsiste dans la recherche d'une relation entre le coefficient de ruissellement d'une pluie, la hauteur de celle-ci et l'indice d'humidité, est la preuve que le rôle du sol est plus complexe qu'on le pense encore, bien qu'il faille aussi incriminer dans ce cas la variabilité spatiale des intensités de la pluie.

Quand l'hydrologue achève l'interprétation des données d'observations fournies par le réseau hydrométrique d'un grand bassin et qu'il rédige cette synthèse, qu'il est convenu d'appeler une monographie, il peut parfois se permettre de jeter un regard de satisfaction sur l'oeuvre bien faite. Mais il retrouve très vite ses soucis lorsqu'on l'interroge, précisément sur tel cours d'eau qui serait passé - sans observation - à l'intérieur des mailles du réseau de stations de mesures, ou qui, non loin de la limite du grand bassin étudié, paraît si semblable à celui-ci. Là aussi, les moyens dont dispose l'hydrologue pour entreprendre l'extrapolation des caractéristiques hydrologiques établies dans sa monographie sont bien pauvres et toujours qualitatifs : un bref examen des relevés météorologiques, du relief, de la végétation et de la carte pédologique et beaucoup d'intuition. Tout va à peu près bien si ce cours d'eau draine effectivement un bassin qui paraît homogène avec celui du grand bassin étudié, mais que faire quand il y a une certaine hétérogénéité (pluviosité différente, répartition géologique distincte ...), dans quel sens et sur quelle caractéristique faire porter la correction et surtout de combien ?

Le développement des activités hydrologiques croît à un rythme rapide ; sollicité de toutes parts par des utilisateurs aux questions précises, l'hydrologue s'efforce de répondre aussi clairement que possible par des chiffres et d'en estimer la fourchette de précision. Mais pourra-t-il longtemps encore, au fur et à mesure que s'accroissent les demandes et qu'elles se font de plus en plus précises, répondre par des chiffres, alors qu'une grande part de ses analyses reposent sur des interprétations à

caractère qualitatif. Quelle que soit l'aide apportée jusqu'ici, consciemment ou non, par les sciences de la terre à l'hydrologie, elles n'ont pas complètement rempli leur contrat ; les liaisons qui unissent l'hydrologie à ses voisines manquent encore de solidité ; il faut, sans plus attendre, aborder les obstacles de front et tenter d'appréhender quantitativement tous ces facteurs conditionnels restés dans le vague de la description qui repose sur les adjectifs qualificatifs.

Cette entreprise est vaste et difficile. Il serait trop optimiste d'en espérer la réalisation complète à court terme. Mais il est un stade des activités hydrologiques qui ne peut pas attendre que soit terminé ce passage du qualitatif au quantitatif, c'est celui de l'établissement des programmes, plus particulièrement dans les pays en voie de développement. Les hydrologues appelés à travailler dans ces pays doivent souvent créer de toutes pièces l'ossature expérimentale de leur discipline. Avec des crédits limités, ne sont-ils pas tentés d'en extraire le maximum, c'est-à-dire de doser judicieusement les stations du réseau hydrométrique et quelques bassins représentatifs de telle sorte qu'ils soient représentatifs de la plus grande partie du pays, tout en tenant compte des potentialités différentes de développement économique des diverses régions.

2. La notion de représentativité au stade de l'établissement des programmes :

A ce stade, on dispose généralement d'une carte topographique avec les données altimétriques - bien souvent figuratives - d'au moins une carte pédologique sommaire, et des relevés climatologiques et pluviométriques.

La carte des sols et la carte géomorphologique sont des objets trop rares pour qu'il soit raisonnable de compter sur eux, au moment de l'établissement des programmes.

Avec les moyens disponibles, forcément limités, l'hydrologue doit être à même, sans reconnaissance du terrain, de définir l'implantation approximative des stations du réseau. Le problème est plus complexe quand il s'agit de petits bassins censés être représentatifs d'une certaine zone homogène. Le choix de la meilleure implantation possible des bassins représentatifs doit être une opération aussi simple et rapide que possible. L'obstacle à franchir étant la définition et la détermination des zones qui semblent raisonnablement devoir présenter des caractères hydrologiques homogènes, on ne peut qu'employer à cela des moyens qualitatifs en

essayant de les classer logiquement. Mis en présence d'une telle situation dans un bassin de 80 000 km<sup>2</sup> situé dans le polygone de la sécheresse du Nord-Est brésilien, nous avons essayé d'appliquer certaines règles simples pour définir ces zones homogènes (1).

Ces règles s'établissent en divisant, en plusieurs classes à potentialité de ruissellement croissante par exemple, les principaux éléments des facteurs conditionnels de l'écoulement de surface : climat et pluviosité, perméabilité des sols et des roches, relief, végétation.

Pour le relief, on a admis que l'indice de pente le définissait suffisamment et après quelques modifications simplificatrices du calcul de cet indice, n'introduisant pas de dispersion exagérée, et tenant compte d'une superficie drainée de référence, on a divisé le relief en 7 classes à indices de pente croissante.

Pour les autres éléments, la division a été purement qualitative en tenant plus particulièrement compte :

- a) du régime des précipitations et de la hauteur moyenne annuelle qui en caractérise bien tous les traits à cette échelle de 80 000 km<sup>2</sup>,
- b) de la capacité des roches à constituer des réservoirs aquifères, modérés, importants ou négligeables;
- c) de la densité de couverture végétale et de son degré de protection du sol sous l'angle de l'érosion.

On a ensuite cartographié au 1/500 000° toutes les zones correspondant aux différentes classes de pluviosité H<sub>1</sub>, H<sub>2</sub>, H<sub>3</sub>, de perméabilité P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>, de relief R<sub>1</sub> ..... à R<sub>7</sub> et de végétation V<sub>1</sub> à V<sub>7</sub>.

La conjugaison des trois premiers éléments (la végétation ressortant d'une classe unique dans notre exemple), fait apparaître 18 groupements du type H<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>, R<sub>1</sub> ou H<sub>3</sub>, P<sub>1</sub>, R<sub>4</sub>, dont les potentialités de ruissellement sont certainement homogènes.

---

(1) - P. DUBREUIL - Contribution à l'étude d'implantation de bassins représentatifs de régions hydrologiques homogènes - ORSTOM - Mai 1964.

Ce découpage géographique ne tient compte que des options essentielles, éliminant systématiquement tous les micro-détails. Il n'est pas exclu que plusieurs groupements répondent de la même manière pour une caractéristique donnée de l'écoulement de surface.

A partir de cet essai, aussi imparfait soit-il, on a pu fixer l'implantation des deux bassins représentatifs que les moyens disponibles nous permettaient de créer. Dans le courant de 1965, après deux années d'observations, il faudra procéder à l'extrapolation régionale des résultats. On disposera heureusement alors d'une carte géomorphologique, d'une carte des sols et d'une carte de végétation, toutes trois au 1/250 000°. Nous attendons avec impatience le moment de revoir, a posteriori, toutes cartes en main, la délimitation des zones hydrologiques homogènes et d'évaluer le degré de précision de la division qui a été effectuée a priori à partir des règles simples énoncées ci-dessus, en vue de la mise au point de notre programme de recherches.

L'analyse, la synthèse et les conséquences qui en découlent impliquent dès maintenant que l'hydrologie oriente ses modes de pensées vers la préhension quantitative des contributions possibles des sciences de la terre voisines. Cette préhension ne sera pleinement satisfaisante que si les chercheurs de chaque discipline acceptent de s'arrêter aux multiples croisements de leurs propres routes pour en parcourir ensemble les tronçons communs.

Ces rencontres existent-elles et sont-elles actuellement suffisantes ou méritent-elles d'être développées sérieusement ?

### 3. La contribution du géologue :

Avec le géologue, les rencontres sont déjà nombreuses, peut-être parce qu'il est généralement passé avant l'hydrologue même dans les régions les plus déshéritées du globe, peut-être aussi parce que, lorsqu'il devient hydrogéologue, le tronçon commun qu'est l'étude des basses eaux a-t-il eu assez d'importance pour les obliger mutuellement à des contacts étroits.

Pour l'hydrogéologue étudiant la dynamique des nappes aquifères, l'hydrologue fournit, par la mesure des débits de basses eaux, l'élément le plus mesurable du poste "sortie" de son bilan. Pour l'hydrologue analysant la variabilité spatiale ou interannuelle des basses eaux, le géologue apporte la connaissance appréciable de la capacité d'accumulation des roches aquifères du bassin versant.

Dans le domaine de l'alimentation naturelle, et surtout artificielle, des nappes aquifères, la collaboration entre les 2 disciplines a déjà donné des résultats qui pourront certainement être améliorés.

C'est enfin tout particulièrement dans l'établissement du bilan hydrique d'un bassin hydrographique que l'hydrologue et le géologue ont besoin d'harmoniser leurs activités car ils se livrent encore à des approches du problème tellement différentes que leurs conclusions sont à la fois en contradiction partielle et insuffisamment développées.

Quoi qu'il en soit, le stade de cette contribution du géologue aux problèmes d'hydrologie est relativement avancé pour qu'il ne soit pas utile de s'étendre plus longuement dessus.

#### 4. Possibilité d'une contribution de la Pédologie :

Bien qu'intimement persuadé que cette contribution est intéressante, on ne peut guère parler aujourd'hui que d'une possibilité, tellement rares ont été les contacts avec la pédologie dont les chercheurs, axés généralement vers la mise en valeur agronomique, ne voient pas pour eux l'intérêt d'une collaboration qui paraît effectivement devoir être un peu à sens unique, sauf en ce qui concerne les parcelles expérimentales d'érosion qui intéressent vraiment les pédologues au premier chef, mais sur lesquelles les études purement hydrologiques ont été négligées. Il faut reconnaître cependant que les travaux de CORMARY au Centre de l'Eau de TUNISIE ont été menés dans une optique de synthèse des facteurs conditionnels de l'érosion sous l'angle de l'hydrologue.

Mais l'hydrologue attend beaucoup plus du pédologue, car il a coutume de dire que dans tous ses problèmes, il rencontre toujours le sol avant la roche. Si la seconde joue un rôle essentiel dans la formation de l'écoulement de base, le premier est presque seul en jeu lorsqu'on limite l'analyse aux seuls facteurs conditionnels du ruissellement. La connaissance complète de la perméabilité du sol, telle qu'on l'a définie précédemment,



est bien l'obstacle majeur à vaincre dans la transformation pluie-débit à l'échelle de l'averse unique tombant sur un petit bassin versant.

Au cours d'une discussion avec un pédologue sur le mécanisme de l'infiltration dans les sols lors d'une pluie, nous sommes même arrivés à la conclusion que, très vraisemblablement dans le cas d'orages courts et intenses (averses tropicales et méditerranéennes), la rapidité et la violence du phénomène étaient telles, en face de la lenteur des processus de percolation dans le sol, que seul l'horizon superficiel devait être concerné et que les variations de sa capacité de rétention et de son état de saturation préalable devaient suffire à expliquer, dans de nombreuses situations, la réaction du sol sous la pluie.

C'est certainement au niveau de l'analyse des données recueillies sur bassin représentatif que la contribution du pédologue sera la plus fructueuse.

La coexistence des hydrologues et des pédologues dans les centres de l'ORSTOM a favorisé le début d'une collaboration. Au TCHAD, sur certains bassins représentatifs, les pédologues ont, non seulement dressé la carte des sols, mais entrepris la mesure in situ de la perméabilité par les méthodes MUNTZ et PORCHET, en de nombreux points et durant la saison des pluies. Ces résultats évalués en mm/h traduisent la capacité d'infiltration du sol qu'A. BOUCHARDEAU, ensuite, a comparé habilement à la capacité d'absorption du bassin, différence estimée en mm/h sur le hystogramme, entre la précipitation et le ruissellement. Cette méthode apparemment féconde n'a pas donné, ces dernières années, les résultats que l'on en attendait, peut-être parce qu'il s'agit d'une méthode différentielle, peut-être parce que la perméabilité sur un bassin est généralement hétérogène, peut-être enfin parce que les hydrologues ont manqué de persévérance ou imparfaitement utilisé cette capacité d'absorption. Elle mériterait à notre avis d'être à nouveau expérimentée.

Comme aucune autre forme de collaboration n'a été tentée à notre connaissance entre spécialistes français, peut-être est-il plus sage d'énumérer simplement quelques observations fragmentaires déjà notées et quelques-uns des problèmes à résoudre en commun ou, plus précisément, quelques-unes des questions que le pédologue pourrait se poser en orientant ses réflexions vers l'action physique des précipitations et le mouvement de l'eau dans le sol, avant, pendant et après une pluie :

- a) Comment varie, pour un sol donné, la capacité d'infiltration sous une pluie d'intensité constante et de durée infinie rencontrant un certain état initial d'humidité. Des modifications, tantôt de l'état d'humidité préalable, tantôt de l'intensité ou de la durée de l'averse influent-elles, et comment, sur cette variation dans le temps de la capacité d'infiltration.
- b) Quel est le rôle exact de la structure d'un sol sur la réaction à la pluie ; comment caractériser quantitativement cette structure ; peut-on utiliser l'indice d'instabilité structurale IS et sa liaison avec la perméabilité K qui permet au pédologue de répondre à certaines questions relatives à l'irrigation ou à la fertilisation.
- c) La composition classique d'un sol (% d'argiles, de sables ...) ne suffit pas à le classer dans une échelle de perméabilité ; la forme de l'argile est importante : à composition voisine (40 %), des vertisols à montmorillonite expansive ont de telles fentes de retrait qu'ils ne se gorgent d'eau que tard en saison des pluies (zone intertropicale), alors que des sols sablo-argileux sur grès avec kaolinite-illite cristallisée sont totalement perméables en grand.
- d) La présence ou non d'un horizon superficiel sableux, donc perméable, modifie la réaction à l'eau du 2ème horizon compact des sols dits "SOLONETZ" ; en cas d'absence, on observe une imperméabilité élevée (due peut-être à une réaction physique de surface au choc des gouttes de pluie) qui s'atténue avec l'imbibition permanente au contact du sable mouillé quand cet horizon existe.
- e) Il existe des associations préférentielles entre types de sol, types de couvert végétal et position dans le relief ; leur mise en évidence paraît devoir faciliter une meilleure détermination des zones homogènes.
- f) La profondeur d'un sol - de laquelle dépend un peu la végétation - semble jouer un grand rôle dans la formation des crues exceptionnelles, car lui est liée la rapidité d'engorgement total du sol lors d'une séquence pluvieuse de plusieurs jours. Nous avons eu l'occasion d'étudier un exemple très net de ce genre sur le RIO NEGRO en URUGUAY où le sol peu épais, perméable, se comportait, pour les très grands épisodes pluvieux, comme un sol imperméable.

Si certains problèmes ainsi soulevés devraient être résolus dans le cadre des mesures de laboratoire, ou des expérimentations sur parcelles de dimensions réduites, nombre d'autres ne pourront s'éclaircir, sur bassins représentatifs que lorsque les pédologues visiteront, en saison de pluies, les sols qu'ils ne connaissent qu'en saison sèche, comme c'est souvent le cas en région intertropicale.

Il nous paraît utile, en parallèle avec le pédologue, de citer ici le bioclimatologue dont les études, quoiqu'à vocation agronomique essentielle, lorsqu'elles portent sur les profils hydriques, l'évaporation du sol, l'évapotranspiration réelle ou potentielle, peuvent présenter des aspects intéressants pour l'hydrologue tant dans sa démarche analytique (profils hydriques pour le ruissellement) que dans sa démarche synthétique (évapotranspiration et déficit d'écoulement).

Mais l'allusion précédente aux associations sol - relief nous amène tout naturellement à la géomorphologie.

##### 5. Intérêt de la contribution du géomorphologue :

Cette contribution existe déjà actuellement mais se caractérise par une activité intense déployée par le géomorphologue à partir de données hydrologiques plutôt que par une étroite collaboration et la fécondité de cette contribution s'en ressent certainement. Devant l'ampleur des interventions de la géomorphologie dans le domaine de l'eau, on limitera la discussion à quelques points précis. Nous ne parlerons pas en particulier des études en vue des corrections de lits de rivières, des protections de berges anti-érosives et des mesures à prendre pour éviter certaines inondations, bien que nous ne nions pas le grand intérêt de ces études. De même la cartographie géomorphologique, dans une optique hydrologique, constitue vraisemblablement un moyen précieux d'améliorer la détermination des zones à caractères hydrologiques homogènes.

Les possibilités de l'analyse morphométrique des réseaux fluviaux paraissent suffisamment prometteuses pour qu'on se penche tout particulièrement sur cet aspect quantitatif de la géomorphologie.

A partir de la classification des rivières (rang d'ordre croissant avec l'importance du cours d'eau) de HORTON, les géomorphologues américains (LEOPOLD, MILLER entre autres) ont dégagé des relations à caractère linéaire entre ces rangs d'ordre X et les logarithmes de plusieurs caractéristiques hydrographiques :

- a) le nombre  $N_x$  des cours d'eau de divers ordres  $X = \log N_x + b$
- b) la longueur moyenne  $l_x$  de ces mêmes cours d'eau  $X = a' \log l_x + b'$
- c) leur surface drainée  $A_x$   $X = k \log A_x + k_0$
- d) leur débit moyen  $Q_x$   $X = k' \log Q_x + k'_0$
- e) les pentes, largeurs, profondeurs et vitesses dans les sections de jaugeages sont aussi liées pareillement à l'ordre  $x$ .

Ces relations peuvent être interprétées pour être plus directement utilisables ; et l'on trouve chez les spécialistes français un emploi abondant d'un certain nombre de paramètres dérivés fort intéressants :

- a') le rapport de ramification des réseaux  $R_b = \frac{N_x}{N_{x+1}}$  qui est, en fait, la pente de la courbe représentative de la relation a) précédente.
- b') le rapport de confluence  $R_l = \frac{l_x}{l_{x-1}}$  pente de la relation b).
- c') la densité de drainage  $D_d = \frac{\sum l_x}{A}$  qui se calcule aisément sous forme

$$D_d = \frac{l_1 \cdot R_b^{s-1}}{A} \cdot \frac{P_s - 1}{P - 1}$$

avec  $l_1$  longueur moyenne du thalweg élémentaire

$A$  surface du bassin

$P$  quotient de  $R_l$  par  $R_b$

$s$  ordre du cours d'eau principal

- d') la fréquence des thalwegs  $R_x = \frac{N_x}{A}$

On conçoit que ces paramètres, à des degrés divers, soient caractéristiques de la structure des réseaux hydrographiques et qu'ils puissent présenter des variations quand le relief, le sol, la végétation, la roche du substratum ou le climat changent. Une certaine tendance à observer des variations parallèles de ces paramètres et de certains caractères hydrologiques (débit moyen annuel surtout) se manifeste.

Bien que la plus grande prudence s'impose lorsque l'on s'engage dans une telle voie, une recherche pour confirmer cette tendance, pour "quantifier" ces variations doit être tentée. Elle nous paraît très intéressante et tout particulièrement pour les petits cours d'eau drainant des bassins homogènes. L'analyse des caractéristiques hydrologiques recueillies sur bassin représentatif (débit de pointe de crue, forme de l'hydrogramme-type, temps de montée, de réponse, etc...) est certainement appelée à s'inspirer de ces paramètres morphométriques pour expliquer certaines intensités ou certaines variations de ces caractéristiques.

Si en outre on peut trouver une certaine constance de ces paramètres pour des régions homogènes, la phase de synthèse et d'extrapolation des données hydrologiques en sera grandement facilitée et trouvera peut-être là les bases quantitatives qui lui font encore défaut.

Il ne semble pas jusqu'ici que les géomorphologues, peut-être faute de données hydrologiques, aient exploité ce domaine d'utilisation des paramètres morphométriques ; il faudrait l'aborder en collaboration avec les hydrologues qui sont les seuls à avoir des idées qualitatives nombreuses et issues de l'expérience, sur les caractères physiques propres au ruissellement sur petites surfaces, ainsi que des données quantitatives relatives à ce ruissellement.

Au contraire, les géomorphologues ont fait porter leurs efforts sur les relations c) et d) précédentes, dont la combinaison leur permet d'abord de retrouver la vieille formule liant débit et surface  $Q = k A^n$ , puis, par le fil ténu de l'ordre  $x$  qui les relie aux paramètres morphométriques, d'affirmer que les valeurs de  $k$  et de  $n$  sont entièrement déterminées par des considérations géomorphologiques intégrant climat - sol - relief - et végétation. Pour ce que nous en connaissons, il n'y a encore que présomption dans cette dépendance géomorphologique de  $k$  et de  $n$ , présomption qu'il faudrait non seulement préciser mais encore expliciter en introduisant les paramètres morphométriques dans leur détermination, ceci ne pouvant être fait qu'à partir de données expérimentales.

Dans ce domaine aussi, une collaboration plus étroite entre les spécialistes des deux disciplines devrait permettre que soit modéré l'emploi de la formule  $Q = k A^n$  pour des extrapolations certainement optimistes. La représentation graphique en coordonnées logarithmiques minimise souvent les écarts et favorise la tendance involontaire à voir des relations plus simples qu'elles ne le sont en réalité. Ainsi, n'est-il par certain que pour des régions homogènes la relation débit-surface puisse se représenter par des droites parallèles pour diverses fréquences, bien que la proportionnalité des débits de diverses fréquences entre eux soit à la base des lois de FULLER ou de GUMBEL, lorsqu'il s'agit d'une station donnée.

Le fait que les paramètres morphométriques soient des valeurs moyennes (intégrant la variabilité propre aux facteurs mesurés, nombre ou longueur de cours d'eau de divers ordres) n'en autorise l'emploi que pour des caractéristiques hydrologiques moyennes. Or, si le module en est bien une, et aussi le débit moyen mensuel, on admet plus difficilement qu'il soit fait appel à des formules de ce genre pour la détermination de la crue moyenne de récurrence décennale ou centenaire, par exemple. En outre, dans le même ordre d'idée, les débits moyens mensuels et annuels sont certes des caractéristiques intéressantes, mais incomplètement représentatives du régime des rivières. L'emploi de la relation  $Q = k A^n$ , tel qu'il est actuellement pratiqué, ne permet nullement la préhension de l'irrégularité inter-annuelle des débits, moyens ou extrêmes, sans laquelle peu d'utilisateurs de l'eau se satisfont des moyennes qui peuvent leur être fournies.

En dépit des quelques réserves précédentes, il n'en reste pas moins essentiel à nos yeux que s'établisse une fructueuse coopération entre hydrologues et géomorphologues spécialement dans l'utilisation des paramètres morphométriques pour une meilleure compréhension des régimes hydrologiques (caractéristiques de l'hydrogramme de crue sur petits bassins, synthèse et extrapolation aux zones homogènes de résultats ponctuels, etc...)

Nous n'avons cité ici que quelques points de contacts entre hydrologues et spécialistes des sciences de la terre. Cette note a d'ailleurs été rédigée dans des conditions qui n'ont pas permis à l'auteur de se livrer à de patientes réflexions sur le fond du problème. Elles ne peut donc pas

prétendre avoir fait l'examen complet des contributions possibles des diverses sciences de la terre aux problèmes d'hydrologie de surface ; des contacts trop limités avec les spécialistes des disciplines sollicitées n'ont pu lui éviter de commettre des imperfections ou même des erreurs d'interprétation dans la description de leurs domaines propres. Puisse simplement cette note susciter des interventions constructives de la part des chercheurs et des spécialistes mis en cause et les encourager à une collaboration plus étroite avec les hydrologues.