

# COMMUNICATION

## LES INONDATIONS DANS LA RÉGION VERVIERS-EUPEN

### Etude préalable à un aménagement du territoire

par

A. PISSART

*Assistant à l'Université de Liège  
Laboratoire de Géographie Physique*

*En vue de répondre à la mission qui lui a été confiée par l'Administration de l'Urbanisme, Ministère des Travaux publics, de procéder à une étude sur l'Aménagement de l'Est de la Belgique, le bureau d'architecture et d'urbanisme L'EQUERRE, groupe de Liège, a prié le Professeur E. LECLERC de présider une commission spécialement chargée du problème des eaux. Un groupe de travail au sein de cette commission a mis à l'étude ce problème dans la zone Verviers-Eupen.*

*On présente ci-dessous les premiers résultats d'une recherche dans ce cadre, concernant les risques d'inondations dans la région de Verviers et d'Eupen.*

*Le CEBEDEAU remercie le groupe L'EQUERRE et l'auteur, qui ont bien volontiers autorisé cette publication.*

#### INTRODUCTION

La nécessité d'étudier les risques d'inondations dans la région de Verviers et d'Eupen, avant d'établir un plan d'aménagement du territoire, apparaît immédiatement quand on se rappelle que la crue du ruisseau de Dison a provoqué, le 29 mai 1956, la mort de quatre personnes et occasionné des dégâts estimés à plus de 150 millions de francs. Un désastre semblable s'est d'ailleurs répété le 13 mai 1960, sans faire heureusement de victime, mais en causant des destructions estimées à une cinquantaine de millions.

Ces catastrophes récentes ne sont d'ailleurs pas les seules qui se soient produites dans la région : le 24 juin 1953, Eupen subissait une inondation extraordinaire à la suite d'un violent orage, et, le 8 juillet 1952, une crue extrêmement brutale de la Soor provoquait la mort de plusieurs ouvriers occupés à creuser le tunnel qui conduit les eaux de ce cours d'eau dans la Gileppe.

Nous avons retrouvé, d'autre part, la trace d'autres débordements importants et inattendus, qui se sont produits par ordre chronologique dans les bassins suivants :

1911 et 1917 : ruisseau d'Eupen,  
6-7-1936 : Soor,  
26-11-1939 : ruisseau de Dison,  
7-4-1947 : ruisseau de Dison,  
8-7-1952 : Gileppe,  
24-6-1953 : Soor.

D'après ces renseignements, qui sont pourtant bien fragmentaires, la région qui nous intéresse a connu au cours des vingt dernières années, huit crues locales, parmi lesquelles quatre ont eu des conséquences particulièrement graves.

Ces catastrophes montrent l'intérêt de la présente étude qui cherche à répondre aux questions suivantes :

1. Quelles sont les probabilités de voir se reproduire des crues semblables ?
2. Quelles sont les régions menacées par ces crues ?
3. Quelle est l'importance maximum du débit qu'il faut craindre en chaque endroit ?

Nous aborderons le problème de deux façons différentes :

- a) en étudiant d'après les renseignements que nous avons recueillis (témoignages oraux, journaux, administrations) les inondations qui se sont produites ces dernières années;
- b) en étudiant sur cartes les bassins de chaque cours d'eau et en recherchant d'après leurs caractères quelles sont les régions les plus menacées.

## PREMIERE PARTIE

### DESCRIPTION DES CRUES PASSES.

#### 1. Le ruisseau de Dison.

J. Chaudoir a écrit en 1947 (p. 326) que le ruisseau de Dison a subi, le 26-11-1939, une crue dont le débit a été estimé à 25 m<sup>3</sup>/sec. Cette crue ne lui paraissait pas cependant réellement exceptionnelle puisque, d'après des témoignages locaux, il y aurait eu antérieurement des crues de 50 m<sup>3</sup>/sec.

La crue la plus catastrophique qui s'est produite dans ce bassin hydrographique a eu lieu après son étude, le 29 mai 1956, en fin d'après-midi. C'est un orage d'une violence inouïe mais de courte durée et étroitement localisé qui a été à l'origine de ce désastre. Les précipitations exceptionnelles sont tombées presque uniquement dans le bassin du ruisseau de Dison, sur les communes de Chaineux, Petit-Rechain, Dison et Andrimont. Quoique situées à proximité, les communes de Verviers, Olne, Soiron et Herve n'ont reçu que des précipitations ordinaires.

En raison de l'absence de pluviomètre dans la zone de forte pluie, la hauteur des précipitations tombées ce jour-là n'est pas connue avec précision. M. L. Poncelet (Directeur à l'Institut Météorologique de Belgique) nous a écrit que les plus fortes précipitations mesurées aboutissaient à 100-120 mm localement. Ces précipitations se sont accompagnées de violentes chutes de grêle, au point que le lendemain de gros glaçons subsistaient en de nombreux endroits (Petit-Rechain, Chaineux).

Les dégâts les plus importants ont affecté le chenal aval du ruisseau de Dison, depuis le lieu-dit « Le Corbeau » jusqu'à la confluence avec la Vesdre. Toutefois, des inondations considérables se sont produites également dans les têtes de vallée des ruisseaux affluents. C'est ainsi que les quatre victimes de cette catastrophe furent des habitants de la rue du Foyer à Petit-Rechain. Trois ont été noyées dans des cuisines-caves, et la quatrième, une enfant d'une dizaine d'années, a été emportée par le flot d'eau qui a brusquement traversé le corridor de sa maison. Or, la masse d'eau qui a provoqué ces dégâts provenait seulement d'un bassin de moins de 1 km<sup>2</sup>, ce qui donne la preuve de l'intensité extraordinaire de ces précipitations. D'après le journal *Le Jour*, c'est d'ailleurs « la rapidité extrême avec laquelle la masse d'eau a fondu sur les hauteurs couvrant Battice et Andrimont qui a le plus frappé les témoins du phénomène ».

Les dégâts occasionnés par cette inondation ont été évalués à plus de 150.000.000 de francs (*dixit* le bourgmestre de Dison). Nous n'essayerons pas d'en établir l'inventaire, et nous signalerons seulement que, à la limite des communes de Dison et de Chaineux, les garde-fous du pont ont été emportés par les eaux. A l'aval, dans le quartier du Corbeau, l'inondation a atteint 1,50 m et a duré 3 heures.

Ce n'est toutefois qu'après les confluences des ruisseaux de Petit-Rechain et du Wesny que la crue a pris toute son importance. Dans ce dernier tronçon, elle a abattu les murs de certains immeubles, emporté des voitures, raviné profondément la chaussée.

Une catastrophe semblable s'est reproduite le 13 mai 1960 et a occasionné des dégâts pour plus de 30 millions. Le mécanisme du déclenchement de la crue a été identique : des précipitations exceptionnelles se sont abattues sur la région, mais heureusement sans affecter, comme en 1956, tout le bassin du ruisseau de Dison. En effet, les témoignages que nous avons recueillis sur place, le 14 mai, ont montré que la partie Est du bassin n'a pas reçu de pluie extraordinaire. De ce fait, aucune inondation n'a affecté le ruisseau descendant des hauteurs de Wesny, alors qu'en 1956 cette région avait été durement éprouvée. Cette observation est confirmée par la carte des dégâts occasionnés par cet orage que nous a remis M. Saubain, Directeur du Service Technique provincial.

Nous avons pu estimer directement la hauteur d'eau tombée à Battice, où, de mémoire d'homme, aucune précipitation de cette intensité ne s'est jamais produite. Le pharmacien de cette localité nous a en effet indiqué qu'un seau vide, abandonné au milieu du jardin était rempli de 22 cm d'eau à la fin de l'orage dont la durée est estimée à trois quarts d'heure. Ce pluviomètre de fortune (dont nous avons pu mesurer les dimensions) nous a permis de ramener le volume de ce tronç de cône à une colonne d'eau de 146 mm. L'ampleur de l'inondation et les dégâts au sommet même du plateau de Herve montrent que la quantité d'eau tombée à Battice ne semble pas surestimée. Il semble toutefois probable que cette valeur constitue un maximum (1) pour cet orage.

La durée des fortes précipitations n'a pas dépassé une heure. Elles se sont produites un peu plus tôt à Battice qu'à Petit-Rechain et Dison (2).

L'écoulement exceptionnel et les inondations ont commencé dans les têtes de vallons à Chaineux, comme à Petit-Rechain, environ un quart d'heure après le début de la pluie. A Chaineux même, la crue a été à peine inférieure à celle de 1956.

Après la confluence des ruisseaux de Chaineux et de Quarreux, à la ferme Hick, la crue est arrivée après la fin de la pluie. La hausse brutale du plan d'eau du ruisseau fait penser que des rattrapages

(1) La station d'I.R.M. de Herve a mesuré 80 mm pour ce jour-là, tandis que celle de Thimister enregistrait 56,5 mm pour la précipitation elle-même (bulletin d'orage).

(2) Contrairement à ce qui s'était produit en 1956, il n'y a pas eu de précipitations de grêle, sauf dans le bassin du Ruisseau des Prés de Mont (en amont du Wesny) où les précipitations n'ont pas été exceptionnelles.



n'a toutefois pas été prévue pour remplir un tel office et l'on peut craindre que, à la suite d'une obturation (4) accidentelle du ponceau, le niveau de l'eau, qui a atteint près de 5 m en 1960 et environ 8 m en 1956, ne s'élève encore plus haut. Il s'ensuivrait alors la rupture du barrage, et les milliers de mètres cubes d'eau libérés d'un seul coup dévasteraient toute la vallée située en aval;

2. Le biez de Dison, canalisé et en majeure partie souterrain dans la partie inférieure de son cours, soit sur une longueur de 2,5 km, joue également par ses multiples rétrécissements et élargissements le rôle de retenue. En effet, en amont des rétrécissements, il s'est formé des retenues d'eau temporaires qui ont favorisé l'étalement de la crue;
3. Signalons enfin l'influence non négligeable, dans le cas d'une crue moyenne comme en 1960, des centaines de caves qui ont été inondées au moment de l'écoulement sur les chaussées. Le débit de pointe en a été diminué sensiblement.

Si l'insuffisance des sections du chenal souterrain, qui, sur 2,500 km, conduit les eaux du ruisseau de Dison à la Vesdre, est responsable de la majorité des dégâts, celle-ci n'est cependant pas à l'origine des débits de pointe excessifs dont l'apparition est due aux facteurs suivants :

- a) L'existence de pluies d'orage extrêmement violentes, qui ont déversé dans le bassin du ruisseau et en un temps réduit des quantités formidables d'eau;
- b) La forte pente des versants, qui est à l'origine de l'écoulement rapide de l'eau tombée;
- c) L'importance des herbages et de la surface construite, qui favorisent l'écoulement;
- d) La concentration à Dison d'une grande quantité d'eau, en raison de la convergence en cet endroit de trois cours d'eau de longueur assez semblable (1956);
- e) La forte pente longitudinale de la partie inférieure de la vallée, qui a donné au flot d'eau une force vive considérable.

Il faut encore remarquer que des précipitations semblables sont susceptibles de produire des dégâts importants, même dans le bassin de très petits cours d'eau; les destructions occasionnées en 1956 par le petit ruisseau d'Andrimont (voir carte 1) en témoignent. En effet, malgré sa longueur réduite (1.400 m) et la faible étendue de son bassin (1 km<sup>2</sup>), ce ruisseau a provoqué des dégâts importants à son arrivée dans la plaine alluviale de la Vesdre, entièrement construite en cet endroit.

(4) Obturation qui doit être d'autant plus redoutée que des troncs d'arbres transportés par le ruisseau en temps de crue peuvent très bien se placer en travers de l'ouvrage.

## 2. Le ruisseau d'Eupen.

Le 24-6-1953, deux orages successifs, le premier de 12 h. 55 à 14 h. 35 (128 mm) et le second de 18 h. 30 à 2 h. 50 (114 mm), ont fourni au total 242 mm d'eau en un peu plus de 12 heures à Herbesthal (Poncelet 1954, p. 10). A la suite de ces précipitations, la ville d'Eupen a subi une inondation sans précédent dont nous allons résumer les différentes phases.

Pendant la durée du premier orage, Eupen a subi une inondation assez bénigne due au débordement des ruisseaux venant des quartiers de Nispert et du Buschberg. Les habitants s'efforcèrent à ce moment d'empêcher l'eau d'entrer dans les rez-de-chaussée, au moyen de barrages de fortune. Lorsque la pluie diminua d'intensité et que, de ce fait, on pensait que la situation allait redevenir rapidement normale, le niveau de l'eau s'éleva d'une manière extrêmement rapide en provoquant une inondation unique dans les annales de la ville. C'était, selon toute vraisemblance, un flot d'eau descendant la vallée du Schimmerisherbach qui arrivait à Eupen. Les rez-de-chaussée furent alors inondés si rapidement que pratiquement rien ne put être sauvé. Vers 17 heures, le maximum de l'inondation était passé et le niveau de l'eau a commencé à descendre. A partir de 18 heures, l'eau s'était suffisamment retirée pour que des travaux de pompage puissent être entrepris. Tout fut cependant remis en question vers 20 heures, à la suite du second orage qui provoqua une nouvelle crue. Celle-ci n'atteignit heureusement pas la même hauteur que celle de l'après-midi. Le retrait des eaux ne se produisit qu'après minuit, et la situation ne redevint presque normale que vers 4 heures.

Cette inondation a présenté des caractères tout différents de ceux de la crue du ruisseau de Dison. En effet, il s'agit ici vraiment d'une inondation et non d'un flot d'eau torrentueux arrachant et transportant les obstacles qui se présentaient devant lui. Cette différence s'explique par la faible pente longitudinale de ce ruisseau qui est, d'après la carte au 1/20.000, inférieure à 1 ‰, alors que celle du ruisseau de Dison est au moins trois fois supérieure. La convergence à Eupen de trois ruisseaux : la Haasbach à l'est, la Schimmerischerbach au nord-est et le ruisseau venant de Buschberg au nord, est à l'origine de l'intensité de l'inondation.

Il faut noter que des crues semblables quoique d'intensité moindre se sont produites auparavant, la dernière nuit de carnaval 1911 et le 31-12-1917 après-midi (*Grenz-Echo* du 26-6-53).

## 3. La Soor.

Nous avons retrouvé la trace de quatre crues exceptionnelles de la Soor. La première s'est produite en 1894 et a été mentionnée par R. Bouillenne, P. Deuse et M. Streel en 1956, sans cependant qu'aucun autre renseignement ne soit fourni.

La seconde s'est produite le 6-7-1936 et nous est rapportée par Cl. Quairière (1936) et M. Boudru (1939, p. 104). Nous résumons ci-dessous l'essentiel de la description qui en a été donnée par ce dernier auteur.

A la suite d'un bref (une demi-heure) mais violent orage qui s'est abattu sur les fagnes nues, entre la Helle, Drossart et la Baraque Michel, la Soor a subi une crue brutale et immédiate. Une heure après la fin de l'orage, le flot arrivait à Eupen, une heure et demie plus tard, il se marquait à Dolhain, et deux heures encore plus tard, on pouvait l'observer à Verviers. L'importance de la crue est attestée par les chiffres suivants : « On mesura 2 m de crue sur la route de Porfays; au gué de Bergscheid, soit 5 km plus bas, environ 2 m également : la passerelle située 1,75 m au-dessus du radier fut emportée. A Eupen, le flot mesurait plus de 1 m; au pont de Goé, la Vesdre accusa pendant 40 minutes une hausse de 0,95 m et la crue était encore de 0,60 m à Verviers. » (Boudru, 1939, p. 104.)

Une crue de même type, mais pour laquelle nous possédons des renseignements moins précis s'est produite le 8-7-52 vers 17 heures. La montée brutale des eaux est attestée par le fait que plusieurs ouvriers furent surpris par l'inondation dans le tunnel de la Soor et y perdirent la vie.

Les personnes travaillant devant l'entrée du tunnel au moment de la catastrophe ont parlé d'un véritable mur d'eau haut de plusieurs mètres (5 m selon les témoignages, mais vraisemblablement 2 à 3 m) qui serait arrivé environ 20 minutes après le début de l'orage. Cette augmentation soudaine du débit, qui se serait poursuivie par la suite d'une manière encore très rapide, n'est pas due selon M. Pardé et M. Chartier (1960, p. 66) uniquement au « déchaînement soudain, explosif, de pluies tout à fait torrentielles » mais bien à des phénomènes de « rattrapages de certains débits, gagnés de vitesse par les eaux bien plus abondantes, plus profondes et plus rapides ». A cet égard, il est intéressant de noter que le sol devait être complètement gorgé d'eau avant le déclenchement de l'averse. En effet, deux jours avant, des précipitations exceptionnelles s'étaient déjà produites au même endroit (L. Poncelet, 1954, p. 8. Carte 3 de la figure III). Le débit de pointe de cette crue a été estimé par M. de Clercq à 70 m<sup>3</sup>/sec (renseignement oral).

Le 24-6-1953, à la suite des fortes précipitations qui ont donné l'inondation d'Eupen, une crue semblable s'est également produite dans le bassin de la Soor, et le débit de pointe aurait atteint 60 m<sup>3</sup>/sec.

La brutalité des précipitations justifie ces trois crues extraordinaires. Ce sont elles qui permettent un écoulement rapide, favorisé, comme le mentionnent R. Bouillenne, P. Deuse et J. Streel en 1956, par le « réseau multiple et profond de drains établi en vue de plantations ». Cependant des autres facteurs doivent être invoqués pour expliquer le phé-

nomène. Les principaux sont la forme en « poire » du bassin de la Soor, conjuguée à un tracé très particulier du cours d'eau. Celui-ci dessine, en effet, une courbe en forme de faucille qui l'amène à s'écouler sur près de 1,500 km perpendiculairement à la pente générale. Cette disposition est vraiment idéale pour provoquer la concentration des précipitations tombées en amont sur une surface de près de 15 km<sup>2</sup>, d'autant plus que la pente du bassin d'amont est généralement forte (+ de 5 %).

#### 4. La Gileppe.

Si c'est pour ce ruisseau que nous possédons le plus d'indications concernant son régime, nous manquons cependant tout à fait de renseignements à propos des débits de pointe. En effet, comme nous venons de le voir, à propos de la Soor, ceux-ci persistent généralement moins d'une heure et la quantité d'eau entrée au lac n'est généralement notée que toutes les 24 heures.

Le plus fort débit journalier enregistré (avant la construction du tunnel de la Soor) est de 1.875.000 mètres cubes (J. Sporck, p. B. 107), ce qui correspond pendant 24 heures à un débit de 21,7 m<sup>3</sup>/sec. Il ne fait aucun doute que cette dernière valeur doit être doublée et triplée pour représenter les pointes de crue. La description que donne Dubois (1952, p. 250) de l'accroissement du débit après l'orage du 8-7-1952, en témoigne clairement : « La Gileppe vit passer sa hauteur d'eau de 0,5 m à 4 m en 3 heures de temps et son lit s'élargit et passa d'environ 4 m à 12 m ». Le lac de la Gileppe enregistra en 2 heures l'entrée record de 1.400.000 m<sup>3</sup>. Si cette dernière observation était bien exacte, la quantité d'eau entrée dans le lac serait de 194 m<sup>3</sup>/sec pendant 2 heures !

\*\*

Résumons brièvement les conclusions que nous pouvons tirer de cette étude :

- a) De petits ruisseaux de la région qui nous intéresse peuvent subir des crues foudroyantes et provoquer des dégâts considérables. La fréquence de ces crues ne peut pas être bien établie sur la base des renseignements fragmentaires que nous possédons. Soulignons toutefois que trois crues de la Soor se sont produites en dix-sept ans, que trois inondations du ruisseau d'Eupen se sont succédées en quarante ans, et que le ruisseau de Dison a subi également trois crues importantes en une vingtaine d'années<sup>(5)</sup>. Comme il est évident que nous ne connaissons pas toutes les crues qui se sont produites, il est logique d'admettre qu'en un siècle il se produit entre vingt et quarante crues de ce type qui affectent l'un ou l'autre ruisseau de cette région.

(5) Ajoutons-y la crue de la Gileppe en 1952 et celle du ruisseau de Soumagne en 1960.

- b) Ces crues sont toutes des brèves crues d'orage, apparues pendant la bonne saison et consécutives à des précipitations extraordinaires, supérieures à 80 mm, dont les caractères principaux sont la *courte durée* et l'*intensité anormale*. En raison du peu d'extension de la zone très arrosée, ces pluies torrentielles ne sont pas souvent enregistrées par les pluviomètres dont les stations sont trop espacées. Il n'empêche cependant qu'une étude des indications pluviométriques enregistrées, publiée par M. Poncelet (1954, p. 8), montre que les pluies extrêmement abondantes sont beaucoup plus nombreuses sur la plateau des Hautes Fagnes que partout ailleurs. A cette constatation qui s'explique aisément par l'altitude s'en ajoute une autre, celle que la zone de précipitations exceptionnelles se prolonge au N-W sur la rive droite de la Vesdre jusque dans la région de Herve. La période d'observation est évidemment trop courte pour que des conclusions certaines puissent en être tirées, mais cette étude semble bien montrer cependant que la région Verviers-Eupen est une contrée où, dans l'ensemble, les précipitations exceptionnelles sont particulièrement fréquentes.
- c) Ce type particulier de pluie brève mais très intense, engendre des conditions d'écoulement particulières. L'infiltration et l'évaporation n'y jouent pratiquement aucun rôle et, seule, la couverture végétale peut, au départ diminuer le ruissellement. C'est vraisemblablement la forêt qui constitue le meilleur obstacle à l'écoulement en nappe que produisent ces précipitations. Par ailleurs, c'est sans doute la Fagne qui en se gorgant d'eau retardera le plus le déclenchement du phénomène.
- d) Les débits atteints pendant une ou quelques heures à la suite de ces précipitations torrentielles n'ont rien de commun avec les débits habituels des cours d'eau.
- Ils sont souvent plus de dix fois supérieurs aux plus grands débits annuels, comme ceux qui surviennent lors de la fonte brutale des neiges.
- e) Si de telles inondations peuvent occasionner des dégâts partout, dans les têtes de vallée comme sur les versants et donc dans tous les bassins, notre étude montre cependant clairement que certains cours d'eau sont nettement prédisposés à engendrer de tels débits extraordinaires. La forme évasée du bassin amont, lorsqu'il est drainé par plusieurs cours d'eau de longueur sensiblement égale est un élément qui, en permettant la concentration du flot d'eau, détermine l'apparition des crues. La forte pente des versants qui implique un écoulement très rapide est un autre élément qui agit dans le même sens.
- f) En comparant ce qui s'est produit à Dison en 1956 et à Eupen en 1953, nous nous apercevons que le phénomène est entièrement différent suivant la valeur de la pente longitudinale du chenal d'aval. Pour une pente faible, il n'advient qu'une simple inondation alors que pour une forte pente, la force vive du flot d'eau occasionnera des dégâts beaucoup plus importants.

De ces dernières observations, nous pouvons déduire qu'une étude théorique des bassins de chaque cours d'eau doit permettre, en tenant compte des facteurs que nous venons d'énumérer, de préciser les régions menacées par ces inondations. C'est de cette manière que nous allons aborder le problème maintenant.

## DEUXIEME PARTIE

### ETUDE THEORIQUE DES DIFFERENTS BASSINS

#### 1. La solution adoptée par l'Administration.

Le problème que nous venons de définir, à savoir celui de la prévision des crues maxima à redouter pour chaque cours d'eau, intéresse au plus haut point l'Ingénieur des Ponts et Chaussées. Celui-ci doit en effet calculer, pour ces débits maxima, les débouchés des ouvrages d'art à construire au-dessus des différents cours d'eau.

Des solutions au problème que nous abordons maintenant ont donc été proposées par les Ingénieurs, et le Service Technique Provincial a utilisé l'une d'entre elles, lorsqu'il a étudié les cours d'eau de notre région. Toutefois, la question n'a pu être définitivement résolue, comme nous le montrons ci-dessous.

La formule utilisée est celle qui est administrativement reçue pour toute la Belgique. Elle est extraite d'Imhoff et s'énonce:

$$Q = \alpha \cdot S \frac{n-1}{n} \cdot \psi.$$

Q étant le débit en litres par seconde.

$\alpha$  étant la valeur de la précipitation. Il est admis que la précipitation la plus forte avec laquelle il faut compter est de 135 l/ha/sec.

S étant la surface du bassin d'amont.

n étant un coefficient d'écoulement dépendant de la pente et de la forme du bassin.

$n = 8$  pour un bassin en forte pente et de forme circulaire.

$n = 6$  pour un bassin en pente moyenne et de forme intermédiaire.

$n = 5$  pour un bassin en faible pente et de forme allongée.

$n = 4$  pour un bassin en faible pente et de forme très allongée.

$\psi$  étant un coefficient de retard. Pour des pentes inférieures

- à 5 ‰,  $\psi = 0,05$
- de 5 à 8 ‰,  $\psi = 0,10$
- de 9 à 12 ‰,  $\psi = 0,15$
- de 13 à 17 ‰,  $\psi = 0,20$
- de 18 à 25 ‰,  $\psi = 0,25$ .

Pour des terres labourées et des bois touffus,  $\psi$  doit être multiplié par 2/3. Il doit être multiplié par 4/3 pour des terrains rocheux.

Cette formule est à l'origine de nombreux déboires, car les sections calculées de cette manière sont nettement insuffisantes, ainsi qu'en témoignent les exemples suivants :

- D'après ce calcul, le débit maximum du ruisseau de Dison à la confluence de la Vesdre serait 5,826 m<sup>3</sup>/sec, alors qu'en 1956 et en 1960 le débit a certainement dépassé 50 m<sup>3</sup>/sec.
- Pour la Soor, à la passerelle de Bergscheid, le débit maximum serait de 9,960 m<sup>3</sup>/sec, alors qu'en 1952 et en 1953 le débit a atteint 70 et 60 m<sup>3</sup>/sec.
- Pour la Gileppe, à la sortie du barrage, le débit maximum serait de 18,640 m<sup>3</sup>/sec alors qu'en 1952 le débit a largement dépassé 50 m<sup>3</sup>/sec. Nous avons d'ailleurs déjà fait remarquer plus tôt que, pour ce ruisseau, le plus fort débit journalier enregistré correspondait à 21,7 m<sup>3</sup>/sec.
- Pour la Vesdre à Pepinster, le débit maximum serait de 123,960 m<sup>3</sup>/sec, alors que selon J. Chaudoir ce débit aurait été dépassé au cours de sept journées de 1922 à 1944 (maximum 172,2 m<sup>3</sup>/sec). m<sup>3</sup>/sec).

Remarquons immédiatement que l'erreur provient, en partie, de ce que les précipitations d'orage sont sous-estimées. En effet, 125 l/sec/ha pendant 20 minutes correspondent seulement à 15 mm d'eau, valeur qui est, de temps à autre, largement dépassée.

Des écarts de cette importance; entre les débits observés et les débits calculés n'ont pas manqué d'attirer l'attention de certaines personnes. C'est ainsi que M. Rothy, Ingénieur de la 3<sup>e</sup> circonscription du même Service Technique provincial, utilise en raison de ces différences les formules suivantes :

- pour un bassin inférieur à 1 km<sup>2</sup> .  $Q = 9,5 S$
- » de 1 à 20 km<sup>2</sup> . . . =  $7 S^{0,55}$
- » de 20 à 200 km<sup>2</sup> . . . =  $9,5 \sqrt{S}$
- » de + 200 km<sup>2</sup> . . . =  $16,4 S^{0,4}$

Q donnant le débit en m<sup>3</sup>/sec  
et S la surface du bassin en km<sup>2</sup>.

L'application de ces formules donne des valeurs beaucoup plus grandes (plus de 10 fois pour des bassins peu étendus) que celles calculées par la formule d'Imhoff, et de ce fait elle correspond mieux aux crues maxima qui ont été observées ici. Toutefois, malgré que l'on affecte ces valeurs d'un coefficient dépendant de la pente moyenne du bassin, celles-ci

ne tiennent pas compte de tous les caractères topographiques intervenant lors du déclenchement du phénomène.

Il existe, bien entendu, d'autres formules permettant de calculer le débit de pointe d'un cours d'eau, mais elles ne peuvent être utilisées ici, pour des raisons diverses. Ainsi, la méthode dite rationnelle implique l'existence d'une pluie continue pendant une période de temps considérable, et de ce fait elle ne correspond pas au type de précipitation qui, d'après notre étude historique, est en cause ici. La méthode dite de l'hydrogramme unitaire ne trouve pas plus d'application, étant donné qu'il faut au préalable avoir mesuré, pendant un certain temps, les débits des cours d'eau étudiés.

Comme les formules dont nous venons de parler ne permettent pas d'apporter une solution satisfaisante, nous avons repris le problème à son origine, en cherchant à établir une nouvelle formule, qui, sans chiffrer les débits, permettrait cependant de montrer, dans le cadre de la région que nous étudions, quels sont les cours d'eau dont les crues sont les plus redoutables.

Nous examinerons d'abord en détail l'étude des conditions météorologiques, puis nous aborderons le problème de l'influence de la topographie.

## 2. Le bilan de nos connaissances météorologiques.

Comme nous l'avons montré plus haut, ce sont des précipitations orageuses de brève durée, mais de forte intensité, qui provoquent les inondations désastreuses étudiées. Le premier problème qui se pose consiste donc à déterminer la fréquence des phénomènes atmosphériques susceptibles d'engendrer de semblables inondations. Les renseignements qui existent à ce sujet sont malheureusement incomplets. Ils sont fournis par l'Institut Météorologique de Belgique et consistent uniquement en des relevés *journaliers*. Sur cette base, L. Poncelet (lettre personnelle du 2 août 1960) a établi par la formule de Gumbel, grâce à des observations de 10 à 30 ans, que les précipitations journalières pouvaient atteindre dans la région étudiée, en 25, 50 ou 100 ans, les valeurs ci-dessous :

	25 ans	50 ans	100 ans
Aubel . . . . .	76	86	96 mm
Herve . . . . .	86	97	108
Thimister . . . . .	91	102	113
Verviers . . . . .	95	107	119
Eupen . . . . .	110	126	139

Ce tableau, qui ne donne malheureusement pas les valeurs pour le Signal de Botrange, concerne les précipitations *journalières* et non les précipitations d'orage extraordinaire, responsables des crues. Or, il est bien certain que 100 mm de pluie reçue en une heure engendreront un débit plus de vingt fois supérieur à celui provoqué par la même précipitation



répartie sur vingt-quatre heures (2). Les chiffres donnés au tableau ci-dessus ne peuvent donc pas être purement et simplement appliqués au problème qui nous occupe, mais ils doivent être corrigés. Les précipitations d'orage brèves et intenses sont évidemment moins fréquentes que les précipitations journalières de même valeur.

D'autre part, comme ces précipitations d'orage sont extrêmement locales (souvent de l'ordre d'une vingtaine de km<sup>2</sup>), le maximum de précipitations prévu pour une certaine période peut être tombé plusieurs fois dans le même bassin, mais en des endroits différents, en provoquant cependant chaque fois des inondations considérables.

Il semble bien, en conséquence, que la fréquence des crues ne puisse être prévue sur la base des observations que possède l'Institut Météorologique de Belgique, et que, de ce côté, la meilleure indication est celle que nous avons donnée précédemment à la suite de notre étude des inondations passées, à savoir qu'il faut craindre dans la région étudiée entre vingt et quarante crues exceptionnelles par siècle.

Il est un autre élément climatologique qui doit être précisé, à savoir le rapport existant entre la durée et l'intensité des pluies d'orage responsables des inondations.

Reprenons, à cet effet, les observations des pluies d'intensité exceptionnelle observées en Belgique (documents I. R. M.) :

Durée de la pluie (minutes)	Hauteur de la pluie observée (mm)	Lieu et année	Hauteur calculée d'après la formule ci-dessous (mm)
6	25	Turnhout (1889)	22
10	30	Maredsous (1900)	30
20	35	Westmalle (1887)	44
29	39	Ostende (1879)	55
30	83	Rummen (1925)	56
35	61	Uccle (1895)	61
160	128	Botrange (1953)	147
195	200	Louvain (1906)	165

En admettant qu'entre la durée  $T$  des pluies exceptionnelles et leur intensité moyenne  $i$ , on peut établir la relation  $i = KT^{-a}$ , le Professeur Sine (3) a obtenu par la méthode des moindres carrés, et à partir des données ci-dessus, la formule

$$i = 7,94 T^{-0,425}$$

(2) Toute l'importance de ce facteur apparaît lorsque l'on étudie les précipitations tombées le 24-6-1953 dans le bassin du ruisseau d'Eupen. On a écrit : 242 mm d'eau en 12 heures à Herbesthal, chiffre de précipitation record ! Or, l'étude des inondations montre que la seule précision intéressante pour notre problème est que 128 mm sont tombés en 1 h 40, puis que les 114 mm, tombés par la suite en 3 h 20, ont engendré une crue moins importante que la première.

(3) Institut Agronomique de l'Etat à Gembloux.

Celle-ci permet de calculer les hauteurs de pluie correspondant à diverses durées (dernière colonne du tableau ci-dessus et figure 1).

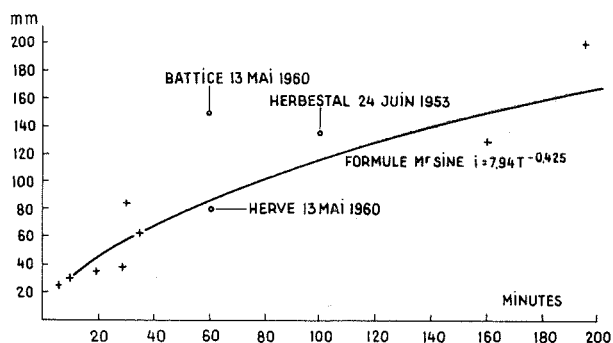


Fig. 1. — Rapport entre l'intensité et la durée des précipitations exceptionnelles (d'après L. Sine).

- + Points ayant servi à calculer la formule
- o Autre observation dans la région étudiée

Remarquons toutefois que ce graphique a été établi en tenant compte des observations faites dans toute la Belgique. Or, la région que nous étudions comprend une partie du massif des Hautes-Fagnes, où l'importance des précipitations est exceptionnelle. De ce fait, il est vraisemblable que si l'on possédait assez d'observations dans notre région, la courbe serait différente et montrerait des pluies de plus grande intensité.

### 3. L'influence des conditions topographiques.

Les différents facteurs qui interviennent dans la formation des crues des ruisseaux à la suite des précipitations d'orage sont l'étendue, la forme et les pentes du bassin de ces cours d'eau. Avant de passer en revue chacun de ces facteurs, pour préciser le rôle joué par chacun d'eux, nous analyserons tout d'abord les rapports existant entre ces facteurs et la durée des précipitations.

#### CAS D'UNE PLUIE D'INTENSITE UNIFORME ET DE DUREE CONTINUE.

Dans le cas d'une pluie d'intensité uniforme et de durée continue, il est évident qu'après un certain temps correspondant au temps de concentration (4), la pente et la forme du bassin d'amont ne jouent plus aucun rôle. En effet, après ce temps de concentration, la quantité d'eau qui s'écoule du bassin est égale à la quantité d'eau qui y tombe (5) et dépend uniquement de la surface du bassin. Par conséquent, dans le cas d'une pluie continue, le débit maximum est le même pour deux bassins dont la forme et les pentes diffèrent, et il n'y a que le temps de concentration qui varie de l'un à l'autre. (Voir fig. 2a.)

(4) Temps qui est nécessaire à une goutte d'eau tombée au point le plus éloigné du bassin pour arriver à l'endroit où l'écoulement est étudié.

(5) Moins toutefois la quantité infiltrée, évaporée et retenue.



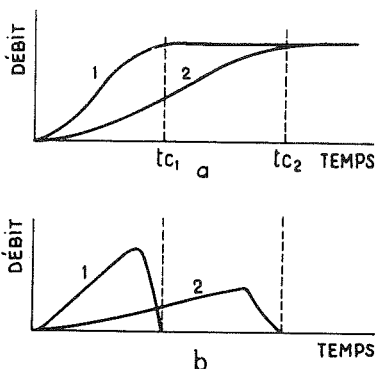


Fig 2. — Hydrogrammes théoriques simplifiés de deux cours d'eau, de bassin de superficie égale, mais dont la forme et l'inclinaison sont différentes

- a) Dans le cas d'une pluie continue d'intensité uniforme.  
b) Dans le cas d'une pluie instantanée.

#### CAS D'UNE PLUIE INSTANTANÉE.

Dans le cas tout aussi idéal que le précédent d'une pluie instantanée, les facteurs pentes et forme du bassin jouent un rôle essentiel, et pour les deux bassins envisagés plus haut, les débits maxima atteints sont différents. Il est évident, en effet, que plus la pente est forte et plus la forme du bassin massive, plus l'écoulement se fait rapidement et, en conséquence, plus le débit de pointe est élevé. En admettant qu'il n'y a aucun retard dans l'écoulement, on peut admettre que les crues de chacun d'eux peuvent être représentées comme sur la figure 2b.

#### CAS D'UNE PLUIE REELLE.

Dans la réalité, la pluie n'est ni instantanée ni d'intensité constante et très généralement sa durée est inférieure au temps de concentration des cours d'eau que nous étudions. L'étude détaillée de la crue du ruisseau de Dison du 13 mai 1960 a montré que pour ce cours d'eau, dont la longueur est de l'ordre de 6 km, le temps de concentration est d'environ deux heures. Or, une pluie de forte intensité et d'une durée aussi longue semble bien ne pratiquement jamais se produire; il paraît donc logique de ne pas en tenir compte et de se soucier uniquement des précipitations dont la durée est inférieure au temps de concentration. Dans ce cas, la forme du bassin et la pente des versants jouent un rôle qui diffère selon la durée de la précipitation.

L'examen des deux diagrammes que nous venons de présenter nous permet de poser d'une autre manière le problème que nous étudions, en demandant simplement : quels sont les cours d'eau pour lesquels la vitesse d'accroissement du débit est la plus rapide, après une précipitation de forte intensité ?

Avant de passer à la recherche d'une formule susceptible de fournir une solution, il y a lieu de souligner l'influence complexe de la durée de la précipitation. En effet, comme le montre le diagramme a de la figure 2, l'augmentation du débit ne s'accroît pas d'une manière simple, directement proportionnelle à la durée de la précipitation (sup-

posée d'intensité égale) mais elle présente des variations sensibles.

Le débit de pointe d'un cours d'eau varie donc non seulement de l'amont à l'aval, et cela d'une manière irrégulière fonction des caractéristiques de son bassin, mais il varie aussi d'une manière irrégulière, en un point déterminé, suivant la durée des précipitations.

On conçoit facilement, à la suite de cet exposé, que, pour chaque bassin, l'établissement d'une relation analytique rigoureuse entre les pluies et les débits soit impossible. Cela apparaîtra d'ailleurs beaucoup mieux après l'étude de l'influence de la topographie dont nous abordons maintenant le problème.

#### a) La surface du bassin d'amont.

La quantité d'eau écoulée est directement proportionnelle à la surface du bassin touchée par la pluie. Toutefois, il faut remarquer que pour un très grand bassin, comme, par exemple, celui de la Vesdre en amont de Pepinster, les crues d'orage ne sont jamais catastrophiques. En effet, les averses exceptionnelles dont nous avons parlé plus haut sont toujours extrêmement locales. L'étude que nous entreprenons ici, et qui consiste à essayer d'évaluer le risque de crue d'orage, n'est donc valable que pour des bassins de réception peu étendus, ne dépassant pas 20 à 30 km<sup>2</sup>, pour lesquels on peut raisonnablement supposer, en se plaçant dans le cas le plus défavorable, qu'une pluie très intense peut affecter simultanément tout le bassin.

#### b) La pente des versants.

Le débit de pointe enregistré dans le chenal d'aval dépendra directement de la pente des versants. Il est en effet clair que plus les pentes sont fortes, plus l'écoulement est rapide.

Il est difficile de tenir compte exactement de ce facteur, en raison de

- 1° la difficulté de tenir compte de la répartition et de la forme de ces pentes,
- 2° l'ignorance où nous sommes de la vitesse d'écoulement, en fonction de la pente.

En ce qui concerne ce dernier point, nous rappellerons que, dans le cas d'un écoulement laminaire, qui n'est en fait jamais réalisé pour des pluies très violentes et des pentes marquées, la vitesse d'écoulement est proportionnelle au sinus de la pente. Dans le cas d'un écoulement torrentiel, la vitesse est variable et fonction d'un coefficient de rugosité, mais aucune formule ne permet de préciser simplement l'influence de la pente. Il est admis, par ailleurs, que pour les cours d'eau, la vitesse d'écoulement est grossièrement proportionnelle à la racine carrée de l'inclinaison du lit.

Comme pour les précipitations que nous considérons ici, l'écoulement a dû se faire très rapide-

ment, en se concentrant déjà en partie sur les versants, nous retiendrons cette dernière formule

$$v = \sqrt{p}$$

Sur cette base, nous pourrions admettre que l'écoulement s'effectue environ deux fois plus vite sur des pentes variant de 5 à 20 % (moyenne 13 %) que sur des pentes inférieures à 5 % (moyenne 3 %) et près de trois fois plus vite pour des pentes supérieures à 20 % (moyenne 25 %).

Ce renseignement pourra être utilisé, car il est possible de mesurer aisément sur les cartes I.G.M. les surfaces occupées par ces différents groupes de pente.

### c) La forme du bassin.

Nous avons montré précédemment que l'influence de la forme du bassin n'intervenait que dans le cas de précipitations très brèves. Si la durée de la pluie s'allonge, ce facteur ne joue plus aucun rôle, et le débit ne dépend plus que de la surface drainée par le cours d'eau.

La forme allongée du bassin d'un cours d'eau est la meilleure garantie contre les risques d'inondations dues à des précipitations de courte durée. Par con-

tre, si la forme du bassin détermine la concentration de l'eau en certains points (comme cela se passe, par exemple, quand la forme de la tête de vallée est celle d'un large cirque, ou encore lorsque plusieurs affluents de longueur identique convergent en un seul endroit), le débit de pointe sera, pour une même précipitation, beaucoup plus important.

Cette influence peut être approximativement comparée pour deux bassins de même étendue (voir fig. 3, A et B) par les longueurs de chacun des plus grands cours d'eau de chaque bassin. Il faut bien entendu arrêter la longueur de ce cours d'eau en tenant compte de la forme du bassin qui l'entoure. Ainsi, pour la figure 3 C, il est logique de négliger les parties du cours X-Y et V-W et les parties des bassins qui s'y rapportent. Ces régions ne jouent en effet presque aucun rôle dans la concentration de l'eau due à un bref orage.

Par ailleurs, comme il faut pouvoir comparer des cours d'eau différents, dont la longueur et le bassin sont variables, nous utiliserons, à la place de la longueur absolue du cours d'eau, le rapport

$$\frac{\text{surface du bassin (en km}^2\text{)}}{\text{longueur du plus grand cours d'eau (en km)}}$$

qui représente à première vue la largeur moyenne du bassin.

En rassemblant l'influence de ces trois facteurs, le débit de pointe d'un cours d'eau pour une averse brève mais intense peut être caractérisé par la formule suivante :

$$\begin{aligned} &[(\text{surface du bassin en km}^2 \text{ de } + 20\%) \times 3 \\ &+ (\text{surface du bassin en km}^2 \text{ de } 20\% \text{ à } 5\%) \times 2 \\ &+ (\text{surface du bassin en km}^2 \text{ de moins de } 5\%)] \\ &\times \frac{\text{surface du bassin (en km}^2\text{)}}{\text{longueur du plus grand cours d'eau}} \quad (6). \end{aligned}$$

Bien entendu, cette formule ne tient compte que des facteurs topographiques et nous devons examiner plus loin l'influence de la végétation et de la perméabilité du sol. Sans envisager ces éléments, la grande différence entre la façon dont cette formule représente les faits et la réalité réside en ce que nous négligeons de tenir compte de tout retard dans l'écoulement. Nous nous écartons par là considérablement de la réalité. Cependant, il faut remarquer que, pour ces crues extraordinaires, la plus grande partie de l'écoulement, celle qui donne les débits excessifs, s'effectue en nappe sur les versants, donc, du moins pour les débits principaux, d'une manière extrêmement rapide.

La formule ci-dessus, appliquée aux différents ruisseaux de la région étudiée, a permis d'établir le classement suivant :

(6) Pour que cette formule ait une signification, il faut que la longueur de chacun des cours d'eau considéré ne soit pas trop petite et si possible du même ordre de grandeur dans tous les bassins.

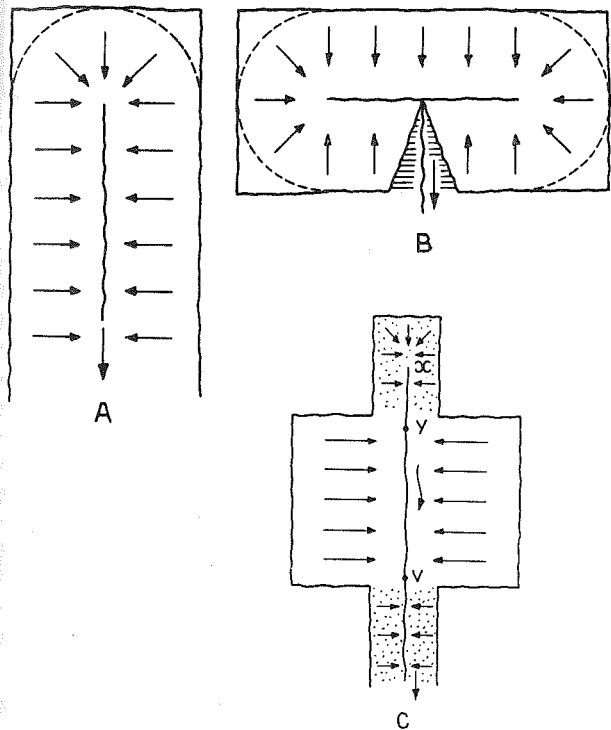


Fig. 3. — Influence de la forme du bassin sur le débit maximum dans le cas d'une pluie instantanée.

Pour une averse instantanée, le débit maximum sera deux fois plus grand en B qu'en A, bien que les surfaces des bassins soient identiques (en négligeant tout retard dans l'écoulement).

Dans le cas où le bassin présente une forme semblable à celle mentionnée ci-contre, la possibilité de concentration des eaux après une pluie instantanée est indépendante de la longueur totale du cours d'eau et de la surface totale du bassin. Seul le tronçon Y-V et le bassin qui y correspond doivent être considérés.

*Classement des ruisseaux de la région Verviers-Eupen  
d'après le débit de crue en cas d'averse brève. (Voir carte page 64.)*

Ruisseau de	Surface du bassin considéré km <sup>2</sup>	Longueur du cours d'eau km	Indice de crue	Endroit où la mesure a été faite
La Soor . . . . .	18	3	170 (174)	Passerelle de Bergscheid (à la confluence de la Helle) (*)
Dison . . . . .	20	4	170 (159)	Confluence R. Près des Mont, Wesny (à la confluence de la Vesdre)
La Gileppe . . . . .	20	5	145 (65)	Confluence R. de Loubas (à la confluence du R. des Huttes)
Mangombroux . . . . .	13	2,6	135 (132)	Croisement des routes vers Malmédy et vers Francorchamps (à l'entrée de la vallée de la Vesdre)
Soiron . . . . .	19	5,3	119	1 km en amont de Nessonvaux
Bilstain . . . . .	17	4	105	A la confluence de la Vesdre
Eupen . . . . .	16	3,7	104	Au S-W de la ville
Getz-Bach . . . . .	16	3,7	92 (94)	1 km au nord des maisons de Ternell (à la cote 475 m)
Baelen . . . . .	13	5	61	Au débouché dans la vallée de la Vesdre
La Borchène . . . . .	7	3	54	A la confluence des deux ruisseaux principaux
Le Ruyff . . . . .	13	5	52	à la confluence avec la Vesdre

(\*) Entre parenthèses, d'autres indices en dehors du classement.

Si l'application de cette formule donne à première vue entière satisfaction, puisque nous constatons que les cours d'eau dont l'indice est le plus élevé sont ceux pour lesquels les crues les plus redoutables ont été observées, il convient cependant de ne pas tomber dans un optimisme exagéré. En effet, ces cours d'eau ne sont pas directement comparables, étant donné que la longueur de chaque ruisseau est différente.

Afin de tourner cette objection, nous avons appliqué la formule citée plus haut, mais en considérant cette fois pour chaque cours d'eau la partie du bassin située à une distance inférieure à 4 km du point pour lequel la formule donne le chiffre le plus élevé. Cette distance de 4 km semble correspondre à la zone mise en cause lors d'une forte pluie d'une demi-heure (observation faite pour le ruisseau de Dison en mai 1960). Le classement obtenu est le suivant :

Surface du bassin considéré		Indice pour L = 4 km
13	Ruisseau de Dison	117
13	Ruisseau de Mangombroux	104
13	Gileppe	87
12,6	Soor	63
13	Ruisseau d'Eupen	62
13,2	Ruyff	58
11,7	Ruisseau de Bilstain	55
10	Ruisseau de Soiron	52

12,2	Getz Bach	43
9	Ruisseau de Balen	43
7,3	La Borchène	26

Si l'ordre des cours d'eau donné dans ce tableau n'est pas exactement semblable à celui que nous avons présenté à la page précédente, il n'en reste cependant pas moins vrai que les quatre premiers ruisseaux des deux listes sont les mêmes. Il apparaît donc bien que ces quatre ruisseaux sont les cours d'eau dont les inondations brutales sont les plus dangereuses. Toutefois, étant donné l'imprécision résultant de la formule que nous avons utilisée, il convient d'accompagner le classement que nous proposons de quelques commentaires. Ceux-ci porteront notamment sur la perméabilité du sol et la couverture végétale dont il convient de dire d'emblée quelques mots.

Le problème de la perméabilité du sol peut être rapidement résolu. Il apparaît en effet immédiatement qu'il n'existe pas dans la région étudiée de sols très perméables susceptibles de jouer un rôle important dans le cas des précipitations de forte intensité. Il existe bien des bancs calcaire, et aussi les couches de craie du Pays de Herve qui sont réputés être perméables, mais cependant ces assises sont recouvertes d'une manière pratiquement ininterrompue par un sol dont la perméabilité est beaucoup moindre. La vitesse d'infiltration au travers de ces sols est trop faible pour soustraire à l'écoulement

un pourcentage important des précipitations intenses que nous considérons ici. Seuls quelques chanoirs, comme celui situé dans la vallée du ruisseau de Mangombroux, jouent un rôle évident et peuvent diminuer considérablement l'écoulement.

L'influence de la couverture végétale est incontestablement plus importante dans notre région que celle de la perméabilité du sol. Nous pouvons, à ce point de vue considérer quatre types d'occupation du sol :

- a) les surfaces construites,
- b) les prairies,
- c) les forêts,
- d) les fagnes.

Nous manquons de renseignements concernant l'influence de ces différents modes d'occupation du sol sur les écoulements brutaux que nous envisageons ici. Nous nous limiterons donc à des considérations générales, qui ne pourront être complétées que par des observations précises mettant en relation les précipitations et l'écoulement.

Les régions bâties favorisent bien entendu, au maximum l'écoulement de l'eau. L'eau qui y tombe s'écoule à peu près intégralement, et de ce fait l'extension de la surface construite accroît sensiblement les risques de crue. On peut penser que cette action n'est pas totalement étrangère à l'importance des inondations survenues à Dison en 1956 et 1960.

En ce qui concerne les prairies, l'influence peut, semble-t-il, varier considérablement suivant la hauteur et la densité de la couverture végétale. Il est certain que la quantité d'eau retenue au début d'une averse par cette végétation est importante, quoiqu'elle soit difficile à préciser. Cette couverture végétale, qui recouvre d'une manière continue tout le Pays de Herve, est cependant incapable d'empêcher, dans le cas de précipitations exceptionnelles, l'apparition de véritables écoulements en nappes.

Il n'est pas certain que la forêt joue un rôle protecteur plus efficace. Les Documents du Service de Conservation des sols des U.S.A. ne distinguent en effet pas l'influence de ces deux couverts végétaux. Les crues de la Soor montrent que les eaux météoriques peuvent s'écouler très rapidement, dans une région essentiellement forestière. Ici toutefois, les très nombreux fossés de drainage ont joué un rôle. Cependant si leur influence est déterminante en ce qui concerne les coefficients d'écoulement, il paraît vraisemblable que leur action est moindre dans l'apparition des crues exceptionnelles que nous étudions.

Quant aux Fagnes elles-mêmes, elles semblent, à l'état naturel, pouvoir s'opposer avec succès à l'apparition de crues brutales. Cependant, les Fagnes n'occupent plus qu'une partie réduite des bassins que nous étudions et par ailleurs l'établissement, en bien des endroits, d'un réseau serré de drains a modifié considérablement leur action primitive. Nous n'avons par ailleurs trouvé aucune trace de crues qui se seraient déclenchées à partir de telles régions.

## CONCLUSION.

Comme conclusion, nous résumerons rapidement, pour chacun des cours d'eau étudiés, les remarques formulées précédemment. Nous les considérerons dans l'ordre qui résulte de l'application de notre formule :

### 1. *Le ruisseau de Dison.*

Les crues de 1956 et de 1960 ont montré le danger d'inondation qui existe dans le bassin du ruisseau de Dison. En 1956, le débit de pointe du cours d'eau a été estimé par certains à environ  $70 \text{ m}^3/\text{sec}$ . L'ampleur de la crue prend toute son importance dans la partie inférieure du ruisseau si la précipitation violente est assez longue (plus de trois quarts d'heure). En effet, après ce laps de temps, le flot d'eau descendant du Houlteau s'ajoute à ceux descendant de Petit-Rechain et d'Andrimont. Le coefficient de ruissellement de ce cours d'eau entièrement herbager dans sa partie amont et densément habité dans sa partie aval doit être très élevé.

### 2. *La Soor.*

Si la couverture végétale du bassin de la Soor, avec ses fagnes (peu étendues) et ses forêts, retarde sans doute le déclenchement des crues, il a cependant été montré par l'étude historique (1894, 1936, 1952, 1953) et confirmé par l'étude de la topographie, que des inondations graves doivent être redoutées dans la partie inférieure du cours de ce ruisseau. Le risque d'inondation est certainement accru ici, du fait que le bassin est situé sur le versant des Hautes-Fagnes et qu'il atteint une altitude supérieure à 600 m. Les cartes de précipitations établies par L. Poncelet (1954) montrent toute l'importance de cet accroissement d'altitude. Enfin, d'après les témoignages, il semble bien que la brutalité des crues de ce ruisseau est extraordinaire car les caractéristiques du bassin déterminent des phénomènes de « rattrapages ». Un danger d'inondation brutale existe ici, même pour des précipitations relativement courtes, à condition que leur intensité soit très violente.

### 3. La Gileppe.

La Gileppe paraît moins dangereuse, comme le montre l'indice plus faible que nous avons trouvé. Quelques caractéristiques de ce bassin méritent d'être soulignées :

- a) L'étendue des Fagnes y est assez importante;
- b) L'encaissement brutal du cours d'eau, dès la cote 400 m, donne aux versants une forme concave qui favorise peu la concentration rapide des eaux.

Ce n'est qu'un peu en amont du barrage, après la confluence du ruisseau de Loubas, que le risque de voir se produire une crue extraordinaire paraît important. De toute façon, bien que la remarque concernant l'altitude soit aussi valable ici que pour la Soor, nous avons seulement trouvé la trace d'une seule crue extraordinaire, celle de 1953.

Ajoutons encore que l'on peut se demander quelle va être la conséquence de la mise en valeur d'une partie de la Fagne, de part et d'autre de la route Jalhay-Baraque Michel. Sans rien pouvoir préciser, il est cependant certain que les travaux actuellement en cours entraîneront une aggravation du danger que constituent ces inondations brutales.

### 4. Le ruisseau de Mangombroux.

D'après nos recherches théoriques, le ruisseau de Mangombroux pourrait également présenter des débits extraordinaires dans le cas d'orages très violents. La forme massive de son bassin, les fortes pentes de ses versants font à première vue courir des risques graves d'inondations à la région verviétoise où ce ruisseau débouche. Toutefois, les habitants n'ont pas conservé le souvenir d'inondations catastrophiques. Deux raisons peuvent être invoquées à ce propos :

- 1° Les eaux disparaissent en tout ou en partie dans un chantoir avant d'arriver à la vallée de la Vesdre;
- 2° D'après les cartes de précipitations de L. Poncelet, les pluies intenses paraissent moins fréquentes en cet endroit.

Les autres cours d'eau sont nettement moins dangereux. Certes, des crues peuvent y apparaître et leur importance peut y être relativement considérable. Toutefois, le danger qu'ils constituent est nettement moins grand car le temps de concentration de ces ruisseaux est généralement plus longue et de ce fait, les crues y sont plus étalées.

Nous classerons ces cours d'eau par ordre de danger décroissant :

*Ruisseau de Soiron* : Herbages; fortes pentes mais bassin allongé et substratum en partie calcaire;

*Ruisseau d'Eupen* : Herbages; forme massive mais pentes faibles;

*Ruisseau de Bilstain* : Herbages; forme allongée et pentes faibles;

*Getz-Bach* : Pentcs faibles et fagnes à l'amont;

*Ruisseau de Baelen* : Herbages; forme allongée et pentes faibles;

*La Borchène* : Forêts; fortes pentes, mais bassin peu étendu;

*Le Ruyff* : Herbages; pentes faibles, forme allongée.

Trois cours d'eau méritent donc une attention particulière au point de vue des inondations que nous avons étudiées : le ruisseau de Dison, le ruisseau de Mangombroux et la Soor. Il faut cependant conserver à l'esprit que toute modification de l'état actuel est susceptible de transformer le régime des différents cours d'eau en agissant soit sur le coefficient de ruissellement, soit sur le type ou l'importance des précipitations.

\*\*

### REMERCIEMENTS.

Monsieur le Professeur P. MACAR, Directeur du laboratoire de Géographie Physique de l'Université de Liège, nous a conseillé et dirigé au cours de l'élaboration du présent travail. Nous le prions de trouver ici l'expression de notre gratitude.

Par ailleurs, nous avons reçu le meilleur accueil des personnes mentionnées ci-dessous qui nous ont très aimablement communiqué de précieux renseignements : Monsieur PONCELET, de l'Institut Météorologique de Belgique; Monsieur DE CLERCQ, Directeur du Service des Barrages; Monsieur SAUBAIN, Directeur du Service Technique Provincial; Monsieur RUTHY, Ingénieur à la même administration; Monsieur SIMONIS, Commissaire-Voyer. Nous les en remercions très vivement.

### BIBLIOGRAPHIE CONSULTÉE

- BOUDRU M., 1939 : *La réserve naturelle des Hautes Fagnes*. Bruxelles. Imprimerie Breuer, 313, chaussée d'Ixelles.
- BOUILLENNE R., DEUSE P. et STREEL M., 1956 : *Introduction historique à l'étude des tourbières de la Fagne des Deux Séries*. Bull. Soc. Royale des Sciences de Liège, n° 5.
- BRULL A., 1960 : *Les méthodes d'évaluation des débits de crue*. Mémoire inédit de IRSIA. Communiqué par le Prof. Sine (Gembloux).
- CHAUDOIR J., 1947 : *Introduction à l'hydrologie de la Vesdre*. CERES T. II. Liège, pp. 251 à 354.
- DUBOIS J., 1952 : *Etude sur le lac de la Gileppe*. Bull. trim. Centre Belge Etude et Documentation des Eaux, n° 18.
- DUBOSCH Ch., 1921 : *Egouts publics*. Ann. des Travaux Publics de Belgique. Avril et juin 1921.
- Journaux : *Le Jour*, Verviers.  
*La Meuse*, Verviers.  
*Le Courrier*, Verviers.  
*Le Travail*, Verviers.  
*Grenz-Echo*, Eupen.

PARDE M. et CHARTIER M., 1960 : *Initiation à l'étude des crues*. L'information géographique, 24<sup>e</sup> année, n° 2, pp. 56 à 67.

PONCELET L., 1954 : *Le régime des précipitations des Hautes Fagnes*. Institut Météor. de Belgique, avenue Circulaire, 3, Uccle, Bruxelles.

QUAIRIERE Cl., 1936 : *A propos d'une crue de la Soor*. Bull. Soc. Centr. Forestière de Belgique, tome 6.

REMENIERAS G., 1959 : *Eléments d'hydrologie appliquée*. Collection Armand Colin, n° 343, 208 p.

SPORCK J., 1951 : *Etude du régime de la Gileppe d'après les relevés quotidiens effectués de 1880 à 1947*. Ann. Soc. Géol. Belg. T. 75, pp. B 97 à B 109.

HYDROLOGY HANDBOOK, 1948 : ASCE — « Manual of engineering practice », n° 28 New York.

# ACTIVITÉ DU CEBEDEAU

## RAPPORT 1960

Le rapport d'activité du CEBEDEAU pour l'année 1960 a récemment été remis à l'Institut pour l'Encouragement de la Recherche Scientifique dans l'Industrie et l'Agriculture (IRSIA). Les extraits de ce rapport qu'on lira ci-dessous rappelleront à nos lecteurs quelques études dont ils ont déjà pris connaissance dans nos publications et les informeront d'une façon plus complète sur l'ensemble des travaux du CEBEDEAU.

### SECTION I

#### EAUX D'ALIMENTATION ET A USAGES INDUSTRIELS

*Test caractéristique : Détermination des hydrocarbures dans les eaux de surface.*

La mise au point d'une détermination de traces de ces éléments dans l'eau et son application à différentes eaux du pays a été réalisée.

Le CEBEDEAU a retenu la méthode par spectrographie infrarouge; cette méthode permet la détermination qualitative et quantitative des hydrocarbures dans les eaux.

Elle comporte deux phases bien distinctes :

- 1° L'extraction des hydrocarbures de l'eau;
- 2° L'identification par comparaison avec le spectre de cet hydrocarbure.

Une première série d'essais a été effectuée sur les eaux de l'Ernelle (Sambre) et sur des eaux résiduaires industrielles contenant des hydrocarbures.

Les premiers résultats sont déjà encourageants, mais des modifications projetées au mode opératoire laissent espérer des résultats plus précis.

Une étude critique des méthodes de dosage pour le kérozène et l'huile minérale a été présentée par M<sup>me</sup> HERRY, aux journées d'étude de l'ANSEAU, le 21 septembre 1960, à Charleroi, et sa publication a été faite dans le bulletin d'information de l'ANSEAU (n° 69, octobre 1960).

*Clarification des eaux douces.*

Dans la région de Liège, le CEBEDEAU suit une installation pilote établie à l'échelle semi-industrielle pour le traitement de 15 m<sup>3</sup>/h d'eau chargée de fer et de manganèse.

L'eau passe dans un filtre à magno, et les résultats obtenus sont encourageants, malgré la variation des teneurs en fer et Mn de l'eau brute (eau de gravier).

L'installation réalisée comprend un filtre *fermé* sous pression, pour la facilité de distribution de l'eau filtrée, en place d'un filtre *ouvert*, préconisé et plus souhaitable pour la facilité d'aération de l'eau brute d'entrée.

Ce dispositif est en fonctionnement depuis 9 mois et il permet les enseignements suivants :

- La retenue du manganèse est très satisfaisante;
- La retenue du fer n'est pas complète et parfois la teneur relevée sur l'eau filtrée est plus élevée que celle de l'eau du puits.

Trois causes semblent produire ce fait :

- 1° L'aération de l'eau d'entrée à la filtration reste insuffisante;
- 2° Le lavage journalier du filtre paraît inefficace pour débarrasser complètement la masse du filtre des boues;
- 3° Le débit normal de la filtration dépasse le volume de 15 m<sup>3</sup>/h pour lequel l'installation est établie.

Des modifications du dispositif sont à l'étude pour assurer le débit d'une eau de qualité normale.

*Filtration et déshuilage d'eaux pour leur réemploi industriel.*

Cette étude a porté cette année sur l'identification des huiles dans les eaux de décharge de laminoirs à chaud et à froid, par la spectrographie infrarouge.