

AUTOPSIE D'UN HYETOGRAMME

Jacques. COLOMBANI

1. PREAMBULE

Les hydrologues de l'ORSTOM disposent maintenant d'un pluviographe électronique dont les performances sont nettement supérieures à celles du pluviographe classique avec enregistrement graphique sur tambour ou sur bande. Trop souvent dans le passé ils se sont trouvés confrontés dans des périodes d'actions urgentes à la lourdeur, la pénibilité et la relative imprécision du dépouillement des enregistrements graphiques sur papier, même avec l'aide de tables à digitaliser perfectionnées. Sur le terrain la gestion de ces appareils est également lourde, avec la nécessité d'un contrôle fréquent. Trop souvent encore on peut constater l'existence de stocks énormes d'enregistrements pluviographiques non dépouillés un peu partout dans le monde. C'est pourquoi dès 1978 on s'est préoccupé à l'ORSTOM de remédier à ces défauts. Le résultat de l'entreprise est le pluviographe OEDIPE dont les caractéristiques et les performances sont analysées ci-après.

2. LE PLUVIOGRAPHE OEDIPE :

Notre ambition primitive était de réaliser un pluviographe entièrement nouveau y compris en ce qui concerne le capteur. En fait, nous n'avons trouvé pour l'heure aucun dispositif meilleur que le dispositif dit "à augets basculeurs". Nous n'avons pas renoncé pour autant à trouver un meilleur capteur mais pour l'instant nous avons du nous contenter de remplacer l'enregistrement sur papier par un enregistrement électronique.

N'importe quel pluviographe à augets basculeurs peut être muni d'un dispositif générateur d'une impulsion électrique à chaque basculement pour une dépense minime de deux ou trois cents francs. Notre enregistreur inscrit dans une mémoire "morte", de type EPROM, la date, à la seconde près, de chaque impulsion. Chaque averse est ainsi enregistrée sous forme d'un hyétoqramme décomposé par basculement, chaque cartouche mémoire est capable d'enregistrer de plus de 3 à 8 mètres de pluie avant d'être saturée (cela dépend uniquement de la bague réceptrice et du volume des augets).

Le transfert des données sur micro-ordinateur du type "compatible PC", et leur traitement sont simples et très rapides, permettant une mise à disposition de l'information dans un court laps de temps. On peut en juger sur un exemple : notre collègue J. DANLOUX, en poste en Nouvelle Calédonie, nous ayant envoyé le contenu d'une cartouche OEDIPE transféré sur une disquette, à savoir un an d'enregistrement pluviographique d'un poste de Nouvelle Calédonie (la cartouche a fonctionné un an sans être changée), c'est à dire 497 averses (une averse est considérée comme

terminée lorsqu'on observe moins d'un basculement en une heure), nous avons pu traiter cet enregistrement en moins d'une journée avec comme résultats :

- l'inventaire des averses
- les hyétoigrammes des averses supérieures à 10 mm (tableaux et graphiques)
- les courbes intensité-durée correspondantes
- les hauteurs de pluie cumulées tombées avec des intensités supérieures à des seuils donnés par averse.

Nous devons ajouter à cette durée le temps nécessaire au transfert du contenu de la cartouche sur une disquette soit de 5 à 10 minutes (suivant le micro-ordinateur utilisé). Il n'y a aucune possibilité de travailler aussi vite et aussi bien en dépouillant les graphiques sur papier. Mais le but de cet exposé n'est pas (seulement) de vanter les mérites d'OEDIPE en général mais d'examiner les possibilités d'exploitation des hyétoigrammes ainsi enregistrés.

3. EXPLOITATION DU HYETOGRAMME OEDIPE

Nous disposons donc d'un hyétoigramme découpé par basculements dont les dates sont enregistrées à la seconde près. Un tel hyétoigramme est représenté à la figure 1. Il correspond ici à une averse brève mais violente (37,9 mm en moins d'un quart d'heure) observée le 8.7.87 au ruisseau du Patus, près du Pic Saint Loup au Nord de Montpellier. On constate des intensités remarquables atteignant 448 mm.h^{-1} pendant 4 secondes, intervalle minimum entre deux basculements observés au cours de cette averse. En fait, ce hyétoigramme constitue une information riche mais très imparfaite sous cette forme, cela pour au moins deux raisons :

La première de ces raisons est que l'entonnoir du pluviographe est un "micro-bassin versant" qui introduit un délai dans l'enregistrement de la pluie par effet de rétention et de freinage, délai qui rend hypothétique le calcul d'une intensité sur une aussi courte durée (4 secondes). La deuxième raison est que les temps sont enregistrés à la seconde près seulement. Ceci rend l'erreur possible sur l'intensité très grande dès que le temps sur lequel elle est calculée est faible (par rapport à une seconde). En effet, une seconde d'erreur en plus ou en moins sur 4 secondes cela donne une durée réelle située entre 3 et 5 secondes ! Si chaque basculement représente 0,5 mm de pluie comme c'est le cas ici, le résultat peut être compris entre 600 et 360 mm.h^{-1} !. Si le temps mesuré est de 10 secondes cela peut correspondre à un temps réel compris entre 9 et 11 secondes et une intensité comprise entre 200 et 164 mm.h^{-1} . De surcroit, comme les durées enregistrées possibles s'incrémentent d'une seconde, les intensités résultant du calcul ne peuvent prendre que des valeurs discrètes qui sont à partir d'une seconde jusqu'à 12 secondes par exemple : 1800, 900, 600, 450, 360, 300, 257, 225, 200, 180, 164, 150 mm.h^{-1} et jamais aucune valeur intermédiaire.

On remarquera que sur le hyétoqramme de la figure 1 on trouve une intensité maximum de 448 mm.h⁻¹ et non 450 ; cela vient tout simplement du fait qu'il y a eu une correction sur la hauteur de pluie totale (par comparaison avec la hauteur mesurée au seuil).

En définitive, pour éviter ces discontinuités artificielles des résultats et pour tenir compte de l'effet tampon de l'entonnoir, il est raisonnable de ne calculer l'intensité que sur des intervalles de temps supérieurs à une limite inférieure que nous proposons de fixer à 50 secondes.

Mais d'autres remarques peuvent être faites concernant d'une part un déséquilibre possible des augets, d'autre part un étalonnage possible du pluviographe.

3.2. Déséquilibre des augets :

La figure 2 représente un hyétoqramme communiqué par P. CHEVALLIER et recueilli en Côte d'Ivoire sur le bassin de Booro-Borotou. Le pluviographe étant partiellement obstrué par des débris végétaux, il y a eu mise en charge et vidange progressive lente. Ceci fait apparaître très clairement un déséquilibre entre les deux augets qui étaient donc mal réglés. Sur un hyétoqramme normal ce déséquilibre n'apparaît pas aussi facilement.

3.3. Etalonnage du pluviographe :

Il est bien connu qu'en dehors du déséquilibre possible cité ci-dessus, un pluviographe ne fournit généralement pas un résultat exact pour toute la gamme des intensités. Si le réglage est bien fait pour une intensité donnée, en général les intensités plus faibles sont surestimées et les plus fortes sous-estimées du fait des phénomènes d'inertie et du fait d'une petite perte d'eau au moment du basculement, une partie du débit n'étant pas comptabilisée pour les fortes intensités.

3.4. Améliorations possibles des résultats dépouillés :

3.4.1. Vérification du déséquilibre éventuel des augets :

Il est possible de faire la sommation des basculements d'ordre pair et impair séparément et de comparer les sommes ainsi obtenues. S'il s'agit d'une averse suffisamment intense et de durée suffisante, un déséquilibre entre les augets se traduira pas une différence sensible des hauteurs de pluie cumulées obtenues.

3.4.2. Calcul rationnel de l'intensité

Pour supprimer l'effet éventuel du déséquilibre des augets, il suffit de comptabiliser les basculements deux par deux ou quatre par quatre au minimum. Au-delà de quatre basculements, l'effet s'atténuant, il n'est plus nécessaire d'utiliser un nombre pair de basculements.

Pour réduire à une faible valeur l'erreur systématique due à l'arrondi des temps à la seconde, il suffit comme on l'a vu, de calculer l'intensité au minimum sur 50 secondes et aussi donc avec au minimum 2 ou 4 basculements. Le micro-ordinateur utilisé fera donc la somme des temps des deux premiers basculements, si le temps obtenu est supérieur ou égal à 50" l'intensité sera calculée et ainsi de suite.

Sinon on cumulera les quatre premiers basculements. Si cela ne suffit pas pour atteindre 50 secondes, on cumulera les basculements suivants un par un jusqu'à atteindre le temps minimum voulu. On obtient ainsi un hyétogramme à pas de temps variable mais voisin de 60 secondes. Enfin, si l'appareil est étalonné (correction en fonction de l'intensité), l'étalonnage peut être introduit dans la chaîne de calcul pour corriger les intensités ainsi obtenues une par une.

Le résultat obtenu doit ainsi être raisonnablement véridique.

La figure 3 présente un hyétogramme obtenu à partir du hyétogramme de la figure 1 en cumulant les temps de basculement deux par deux ou quatre par quatre avec des temps de calcul supérieurs ou égaux à 10 secondes.

La figure 4 présente un hyétogramme obtenu en dépouillant sur des temps voisins de 60 secondes dans les conditions indiquées ci-dessus avec toutefois un nombre pair de basculements pour tous les temps de calcul.

3.5. Courbe intensité-durée

Sur le graphique 1 on a reporté la courbe intensité-durée de l'averse à partir de une minute. On notera qu'avec ce système d'enregistrement le calcul de l'intensité maximum en 1 minute (réalisé très rapidement avec un micro-ordinateur) est tout à fait légitime et précis (à la correction éventuelle d'étalonnage près).

3.6 Perspectives d'avenir :

Nous avons recherché la possibilité d'utiliser un capteur plus performant que le système des augets basculeurs. Quelles sont les qualités attendues d'un tel capteur ?

- Être plus précis que le système à augets basculeurs
- Avoir un étalonnage stable en toute circonstance
- Permettre la mesure d'intensités faibles et fortes (jusqu'à 600 mm.h⁻¹ par exemple)
- Être relativement peu coûteux.

Malheureusement, à ce jour, nous n'avons trouvé aucun dispositif présentant toutes ces qualités. D'autres que nous ont bien entendu fait la même recherche, avec une réussite seulement partielle. Nous pensons notamment au dispositif imaginé par le CNET en 1979 (1). Le dispositif du CNET comporte un capteur de pression relative sensible qui permet de mesurer l'intensité de la pluie, que l'on recueille toujours dans un cône, dans une gamme allant de 4 à 500 mm.h⁻¹. Ce dispositif est intéressant mais nous ne sommes pas sûrs que l'effet des variations de température sur le capteur de pression ait été étudié et nous n'avons aucune idée sur le coût du dispositif en série commerciale, ni sur sa fiabilité dans le temps.

En définitive, jusqu'à ce jour, nous n'avons rien trouvé de mieux que le système à augets basculeurs, tant pour la fiabilité que pour le coût. De plus, ce dispositif utilisé quasi universellement est facile à compléter par un émetteur d'impulsion de faible coût qui permet d'utiliser l'enregistreur OEDIPE dont les qualités sont maintenant tout à fait évidentes et appréciées par les utilisateurs : facilité de mise en oeuvre, rapidité de traitement des données, précision des résultats et coût. Nous ne renonçons pas pour autant à trouver mieux, espérant que nous puissions innover en la matière et nous sommes d'ailleurs ouverts à toute collaboration sur ce sujet.

(1) A. AZOULAY, R. BESCOND, J.L. PUECH - Etude d'un pluviomètre à faible temps d'intégration. Note technique NT/TCRAPH/68. Centre National d'Etudes des Télécommunications. Isy Les Moulineaux.

Fig-1- BASSIN DE LA JASSE RUISSEAU DU PATUS

AVERSE DU 8/7/87 H 37,9mm

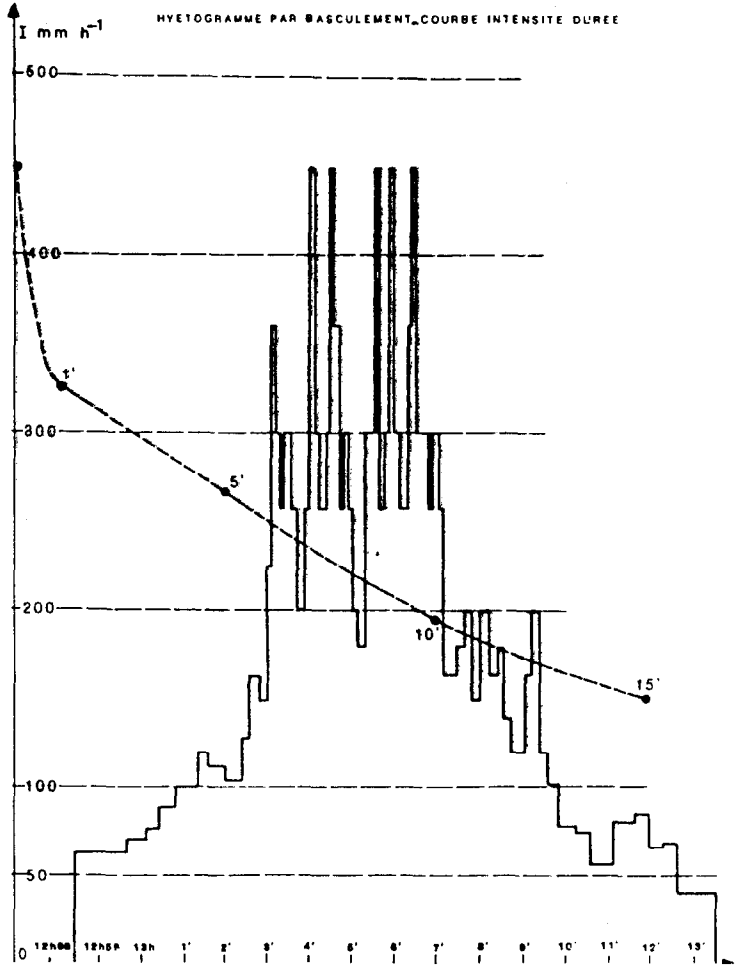
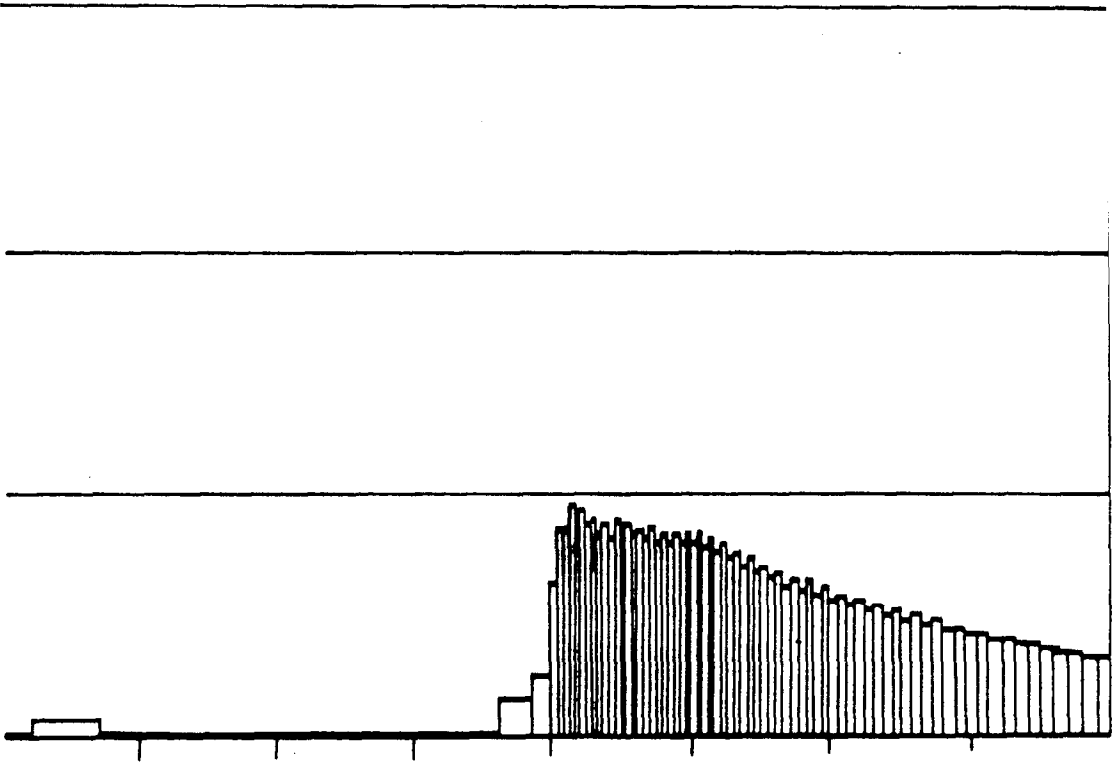


Fig.-2- ECART DE REGLAGE ENTRE LES AUGETS (fourni par Chevallie
bassin d'Hyperbav) A BOORO-BOROTOU COTE D'IVOIRE



AVERSE N° : 88 DEBUT D'AVERSE LE 25/7/1986 A 0h43'36

P seau = 41,4 mm

Fig-3- BASSIN DE LA JASSE RUISSEAU DU PATUS
AVERSE DU 8/7/87

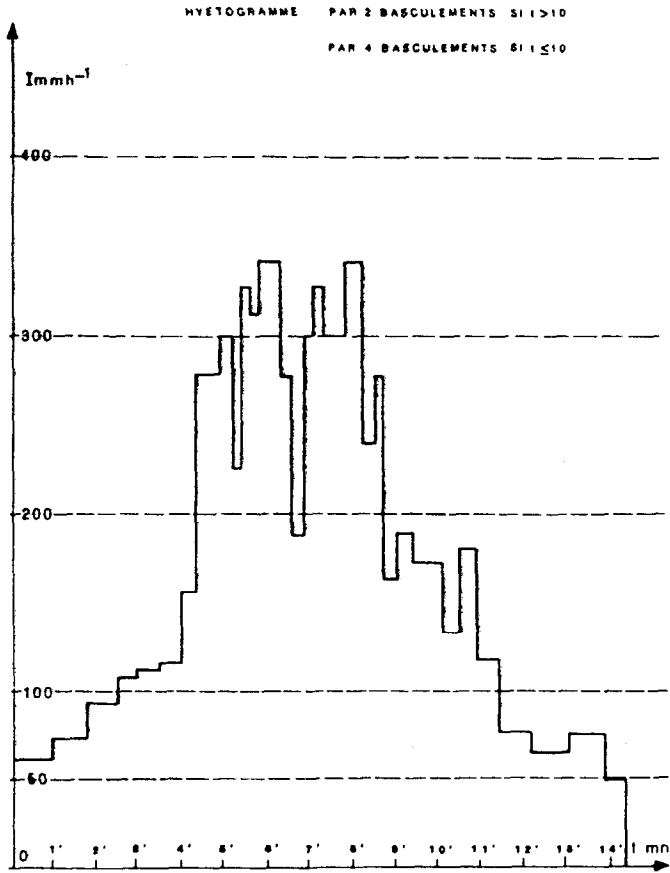
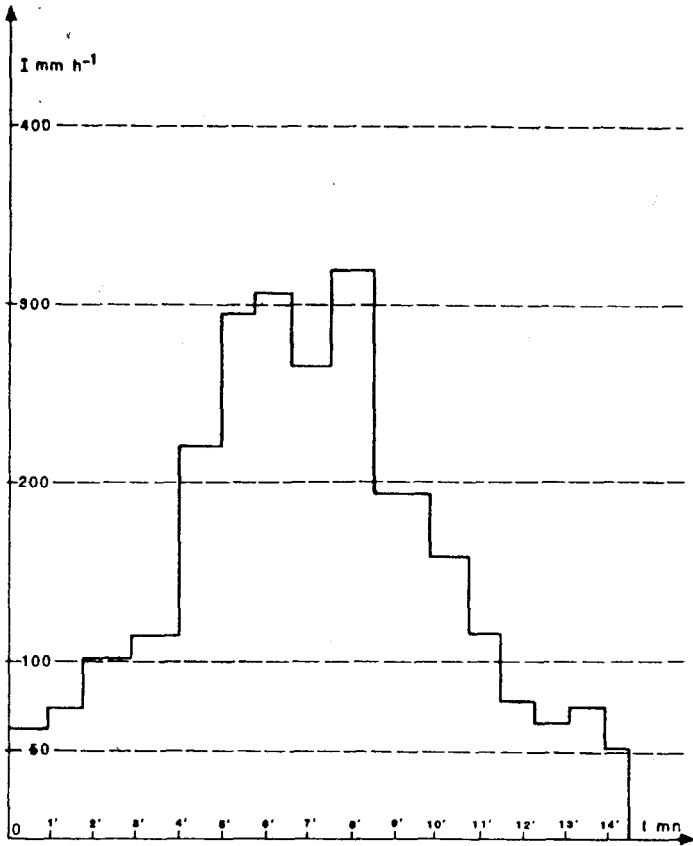


Fig.-4- BASSIN DE LA JASSE RUISEAU DU PATUS

HYETOGARME PAR TEMPS VOISINS DE 1 minute



DISCUSSION

A la question de VAUCHEI, sur la possibilité de relier un pluviographe à siphon avec un OEDIPE, COLOMBANI répond que cela n'est pas souhaitable, vu le peu de fiabilité des appareils à siphon.

ROCHE s'intéresse à un pluviographe basé sur un système de pesée avec deux réservoirs indépendants. COLOMBANI présente le modèle développé par le CNET qui pourrait être amélioré, mais souligne que l'introduction d'électrovannes par exemple, rend l'appareil fragile et peu utilisable dans un environnement difficile. GUISCAFRE signale que le modèle du CNET est distribué par la société RICHARD.