Les précipitations en 6 minutes. Premier examen de quelques mois d'enregistrement sur cassette magnétique

Study of the initial 6 minutes of rainfall recordings

P. Guillot et D. Duband

Direction de la Production et du Transport
EDF - Grenoble

Nous avons commencé en 1980 à équiper tous nos pluviographes à auget basculeur, de l'enregistreur magnétique à cassette décrit dans la Houille Blanche (1975, n° 4, pp. 231-232). Nous utilisons ce matériel depuis plusieurs années pour enregistrer la température des cours d'eau dans une cinquantaine d'emplacements. (Houille Blanche, 1976, n° 5, pp. 375-377).

Fin 1980, 30 pluviographes à auget étaient équipés, 80 le seront fin 1981, 150 fin 1982 ; ainsi que 150 limnigraphes.

Les cassettes sont relevées et lues une fois par mois ; cette périodicité pourra éventuellement être portée dans l'avenir à 2 ou 3 mois, avec la surveillance quotidienne du fonctionnement par liaison téléphonique, qui permettra de collecter directement les données horaires. Pour le moment, l'enregistrement graphique à relevé hebdomadaire est conservé (du moins dans les emplacements où un observateur peut encore s'en charger) pour le contrôle visuel du bon fonctionnement du capteur.

Figure 1 - Pluviographe équipé d'un enregistreur à cassette.

Nous rappelons que ce matériel (Fig. 1) :

- résout économiquement le problème de l'enregistrement de longue durée sans intervention, dans les emplacements isolés et non (ou mal) desservis en énergie électrique ;
- permet l'automatisation de l'archivage informatique des précipitations à fine échelle de temps : 6 minutes, ou même aussi facilement 1 minute, et ceci avec une chronologie rigoureuse (les bandes graphiques hebdomadaires donnent laborieusement des données horaires, avec une incertitude d'une demi-heure . . .).

Mais, diront certains, à quoi peut servir la connaissance des précipitations en 6 minutes ? Le pas de temps d'une heure n'est-il pas suffisant pour l'hydrologie ? Citons trois applications qui n'épuisent pas le sujet, loin de là :

Pluies extrêmes

Analyse de la structure chronologique fine des averses pour savoir quelle réalité élémentaire recouvre l'hypothèse schématique du Gradex saisonnier des pluies horaire et journalière. Et si 3 à 5 ans de bonnes données "6 minutes" dans une station suffisaient à y caractériser le régime saisonnier des relations intensité-durée-fréquence, aussi bien, sinon mieux, que des dizaines d'années de pluies journalières et horaires de qualité médiocre ? La rentabilité de ces données irait bien au-delà du ruissellement urbain.

Relation pluie-débit

Quelle est l'influence sur le coefficient d'écoulement immédiat, de l'irrégularité chronologique, et de l'irrégularité spatiale dont elle est l'indice ? Il n'est évidemment pas question de tracer des isohyètes décahoraires, seulement d'avoir un indice de concentration dans le temps et dans l'espace, génératrice de saturation du sol, facteur décisif de l'écoulement.

Figure 2 – Episode du 21 septembre 1980.

Tableau I — Tableau de la pluie horaire en 1/10 mm calculée sur une journée (8h — 8h) 3 épisodes pluvieux

LIEU : RUEYRES STATION NO : 3758 ALTITUDE : 730 M BASSIN VERSANT : TRUYERE

ANNEE : 1980 MOIS : SEPTEMBRE DISPONIBLE DEPUIS LE : 10 1 1980

DATE	0	1	2	3	4	5	6	7	8	DATE	PLUIE MAX JOUR, HOR
1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	0 0
2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	0 0
3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	0 0
4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	0 0
5	65	1	169	29	2	.	.	.	.	6	300 169
6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7	0 0
7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8	0 0
8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9	42 26
9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	0 0
10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	11	43 23
11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	12	41 14
12	.	.	.	.	.	.	.	.	.	13	23 16
13	.	.	.	.	.	.	.	.	.	14	9 7
14	.	.	.	.	.	.	.	.	.	15	0 0
15	.	.	.	.	.	.	.	.	.	16	0 0
16	.	.	.	.	.	.	.	.	.	17	0 0
17	.	.	.	.	.	.	.	.	.	18	1 1
18	.	.	.	.	.	.	.	.	.	19	0 0
19	.	.	.	.	.	.	.	.	.	20	0 0
20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	21	186 113
21	.	.	.	.	.	.	.	.	.	22	1066 176
22	.	.	.	.	.	.	.	.	.	23	0 0
23	.	.	.	.	.	.	.	.	.	24	0 0
24	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25	0 0
25	.	.	.	.	.	.	.	.	.	26	0 0
26	.	.	.	.	.	.	.	.	.	27	1 1
27	.	.	.	.	.	.	.	.	.	28	0 0
28	.	.	.	.	.	.	.	.	.	29	1 1
29	.	.	.	.	.	.	.	.	.	30	0 0
30	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	0 0

TOTAL MENSUEL : 1755

REP-100 11/11/81

TABLEAU DE LA PLUIE HORAIRE EN 1/10 MM
CALCULEE SUR UNE JOURNEE (8H-8H)

LIEU : SERRES STATION NO : 2526 ALTITUDE : 670 M BASSIN VERSANT : RUECH

ANNEE : 1980 MOIS : OCTOBRE DISPONIBLE DEPUIS LE : 11 3 1980

DATE	0	1	2	3	4	5	6	7	8	DATE	PLUIE MAX JOUR, HOR
1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	0 0
2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	0 0
3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	0 0
4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	0 0
5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6	0 0
6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7	0 0
7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8	158 44
8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9	0 0
9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	12 12
10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	11	192 43
11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	12	61 13
12	.	.	.	.	.	.	.	.	.	13	0 0
13	.	.	.	.	.	.	.	.	.	14	0 0
14	.	.	.	.	.	.	.	.	.	15	0 0
15	.	.	.	.	.	.	.	.	.	16	197 46
16	.	.	.	.	.	.	.	.	.	17	533 190
17	.	.	.	.	.	.	.	.	.	18	174 45
18	.	.	.	.	.	.	.	.	.	19	0 0
19	.	.	.	.	.	.	.	.	.	20	0 0
20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	21	0 0
21	.	.	.	.	.	.	.	.	.	22	0 0
22	.	.	.	.	.	.	.	.	.	23	0 0
23	.	.	.	.	.	.	.	.	.	24	0 0
24	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25	298 122
25	.	.	.	.	.	.	.	.	.	26	2 1
26	.	.	.	.	.	.	.	.	.	27	0 0
27	.	.	.	.	.	.	.	.	.	28	0 0
28	.	.	.	.	.	.	.	.	.	29	0 0
29	.	.	.	.	.	.	.	.	.	30	0 0
30	.	.	.	.	.	.	.	.	.	31	0 0
31	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	0 0

TOTAL MENSUEL : 1595

TABLEAU DE LA PLUIE HORAIRE EN 1/10 MM
CALCULEE SUR UNE JOURNEE (8H-8H)

LIEU : MANDAILLES STATION NO : 3636 ALTITUDE : 940 M BASSIN VERSANT : JORDANNE

ANNEE : 1980 MOIS : OCTOBRE DISPONIBLE DEPUIS LE : 19 12 1979

DATE	0	1	2	3	4	5	6	7	8	DATE	PLUIE MAX JOUR, HOR
1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	0 0
2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	0 0
3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	1 1
4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	0 0
5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6	1 1
6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7	0 0
7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8	480 78
8	25	50	20	4	20	2	4	10	12	9	229 50
9	.	3	8	22	14	12	7	2	2	10	101 22
10	.	2	6	3	.	7	6	8	17	11	616 120
11	47	12	19	23	43	45	49	35	43	12	642 46
12	.	19	13	6	6	4	2	3	1	13	126 12
13	.	.	.	.	.	.	.	.	.	14	2 2
14	.	.	.	.	.	.	.	.	.	15	20 11
15	.	.	.	.	.	.	.	.	.	16	0 0
16	.	.	.	.	.	.	.	.	.	17	240 21
17	.	.	.	.	.	.	.	.	.	18	24 10
18	4	5	9	3	11	12	13	12	8	19	124 13
19	.	.	.	.	.	.	.	.	.	20	0 0
20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	21	0 0
21	.	.	.	.	.	.	.	.	.	22	0 0
22	.	.	.	.	.	.	.	.	.	23	116 32
23	.	.	.	.	.	.	.	.	.	24	18 6
24	47	49	63	46	57	97	41	2	2	25	790 97
25	5	3	3	10	13	5	2	.	.	26	56 18
26	.	.	.	.	.	.	.	.	.	27	0 0
27	.	.	.	.	.	.	.	.	.	28	0 0
28	.	.	.	.	.	.	.	.	.	29	0 0
29	.	.	.	.	.	.	.	.	.	30	0 0
30	.	.	.	.	.	.	.	.	.	31	0 0
31	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	0 0

TOTAL MENSUEL : 3588

REP-015 11/11/81

Rectification des averses intenses

Le basculement de l'auget présente un temps mort inévitable de 0,4 seconde, soit une perte de 7 % quand l'intensité est d'un millimètre par minute, de 20 % à 3 mm/minute. Malgré ce défaut, l'auget symétrique reste le principe de capteur de loin le plus avantageux.

Tous les dispositifs correcteurs (laminage du débit, clapet, électro-vanne, auget à poche d'air, palette cinétique,) sont insuffisants et infidèles. Le plus sage est de renoncer à ces perfectionnements, sources d'ennuis, et d'appliquer, au moment du traitement, une correction forfaitaire liée à l'intensité, qui sera d'autant mieux estimée que le temps d'intégration sera court.

Quelques résultats statistiques sur les mesures enregistrées du 1^{er} septembre au 31 décembre 1980

Nous avons représenté graphiquement (Fig. 2, 4, 5) la chronologie temporelle, avec une image spatiale simplifiée, de trois épisodes pluvieux assez typiques (exemple des valeurs horaires, Tableau I) :

— l'averse du 21 septembre limitée à quelques heures et à faible extension spatiale en face sud du Cantal, mais très intense localement puisque des intensités en 6 minutes ont atteint 10 mm (stations de Mandailles, St-Etienne-Cantalès, Lardit, Rueyres, Aubrac, Grandval), et ont engendré une crue rapide sur la Bromme, avec dégâts importants (Fig. 2 et 3) ;

Figure 4 – Episode du 17 octobre 1980 (BV Buech).

Figure 5 – Episode du 24 octobre 1980.

— l'averse du 16 octobre, était relativement courte mais plus étendue dans les Alpes du Sud, avec des intensités locales moindres puisqu'elles n'ont pas dépassé 4 mm en 6 minutes (stations de Serres, Lus-la-Croix-Haute, Montmaur, St-Etienne-en-Dévoluy); cet épisode, malgré son volume cumulé important, a été à l'origine d'une crue modeste sur le Buech, du fait de la faible humidification antérieure, donc peu de rendement du sol, et parce que l'averse s'est beaucoup atténuée en altitude dans le haut bassin (Fig. 4);

— une averse de longue durée le 24 octobre dans l'ouest du Massif-Central, mais dont les intensités sont modérées, les intensités en 6 minutes n'ont pas dépassé 1,5 mm (stations de Mandailles, St-Etienne-Cantalès, Rueyres, Lardit, Aubrac); cumulé sur trois jours, le volume de l'averse est assez important (Fig. 5).

Analyse statistique effectuée sur 4 séries d'enregistrements locaux

— Fréquence des pluies au pas de temps de 6 minutes :

	Pluie nulle	Pluie < 1 mm	Pluie > 2 mm
Les Rousses (Jura)	90.9 %	9 %	• 1 %
Serres (Alpes du Sud)	95.8 %	4 %	• 2 %
Rueyres (Massif Central)	93 %	6.7 %	• 3 %
Gèdre (Pyrénées)	86.3 %	13 %	• 7 %

Chiffres à comparer avec la fréquence des pluies nulles en 24 heures et en 1 heure pour la même période :

— Fréquence des pluies nulles en :

	1 heure	24 heures
Les Rousses	76 %	38 %
Serres	90.9 %	70 %
Rueyres	86 %	59 %
Gèdre	76 %	45 %

— Fréquence des séquences pluvieuses suivant leur longueur :

	Nombre de séquences	Nombre de séquences de 6'	Longueur moyenne	Longueur maximale observée	Ecart-type
Les Rousses	765	471	21'	450'	43'
Serres	256	151	22'	294'	39'
Rueyres	407	239	23'	648'	59'
Gèdre	782	492	21'	906'	52'

La longueur moyenne des séquences a peu varié au cours du second trimestre 1980.

— Corrélogrammes calculés sur une demi-douzaine d'épisodes pluvieux continus, en précipitations horaires :

Entre deux intervalles pluvieux de 6', l'autocorrélation se situe à environ . 8; entre deux pluies de 6', séparées par 90 minutes, le coefficient d'autocorrélation se situe entre . 30 et . 40, et entre . 10 et . 20 pour deux pluies séparées de 180 minutes.

Discussion

Président : M. R.DARVES-BORNOZ

Le Président. — Je remercie M. GUILLOT.
Y a-t-il des questions à poser ?

M. GHIO. — Quels sont les taux de pannes que vous observez sur les enregistrements ?

M. GUILLOT. — 90 % des cassettes mensuelles n'ont aucun défaut; 10 % ont quelques mesures invalidées par des parasites, mais généralement ces mesures peuvent être reconstituées, au total le taux de perte est très inférieur à 1 %.

Je suis confus de vous présenter ce matériel en service seulement en 1981, car il aurait dû l'être depuis 8 ans; nous avons cru bien faire d'intéresser un grand constructeur, cela a abouti à un prix de commercialisation abusif, inacceptable, pour les applications hydrologiques. Pour nous, cela a donc été une perte de temps.

M. PERSOONS. — D'accord sur le principe suivant : enregistrement local le plus fin possible car ne coûte pas cher et télémessure pour le temps réel et la télésurveillance du réseau.

Question : Avez-vous pu éliminer tous les parasites (orage

et centrale électrique) tant sur les comptages que les bases de temps.

M. GUILLOT. — En effet, il y a des parasites qui ont la propriété de remettre les mémoires à 0, mais ce n'est pas très grave. Comme, de toute façon, notre système d'enregistrement est cumulatif, il y a un pas de temps qui est perdu, et comme le pas de temps est petit, le risque est limité.

Je rejoins tout à fait votre remarque sur la question de la surveillance. Actuellement, nous maintenons l'enregistrement graphique à côté des cassettes, parce qu'il permet de savoir d'un coup d'œil si le capteur a bien marché. C'est là l'étape actuelle. Dans l'avenir, la collecte par téléphone des valeurs horaires, mémorisées dans un répertoire placé à côté de chaque station, permettra la mise à jour quotidienne des données informatisées et leur visualisation sur écran-clavier. On pourra alors supprimer les enregistrements graphiques.

Le Président. — Il nous faut arrêter ici cette discussion parce que nous avons encore à entendre deux communications importantes.

Abstract

Study of the initial 6 minutes of rainfall recordings

The progressive installation of a cassette tape recorder in the EDF network of rainfall recorders (150 units of apparatus) :

- solves economically the problem of long recording (one to two months) in remote places, and
- allows for the automation of computerised files on rainfall in six minute time steps

The knowledge of rainfall using so small a time unit has a wide range of uses, including among other things, analysis of :

- the fine chronological structure of showers to examine more thoroughly the Gradex hypothesis adopted for extreme rainfall conditions, over a few hours or for a whole day ;
- the influence of the chronological irregularity of showers on the instantaneous flow coefficient in the rain/flow relation ;
- measurement quality improvement by allowing for an adjustment linked to intensity to offset the inherent loss of the recorder.

Examples are given of the processing of recent recordings.