

□ *La pluie*



Radhouane Hamdi

Plan de la présentation

- I. Importance de la mesure de la pluie
 - II. Mesure de la hauteur d'eau précipitée
 - III. Réseau pluviométrique
 - IV. Notion d'intensité de la pluie
 - V. Erreurs de la mesure de la pluie
 - VI. Analyse critique de chroniques de pluies ponctuelles
 - VII. Statistique descriptive de chronique de pluie
 - VIII. Notion du temps de retour
 - IX. Les courbes IDF (intensité-durée-fréquence)
 - X. Évaluation régionale de la pluie
 - XI. Publication des données
-
-

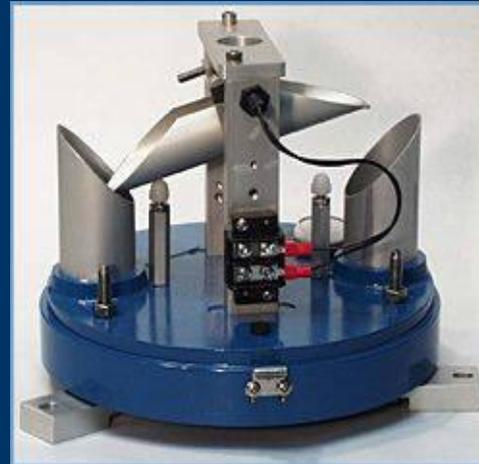
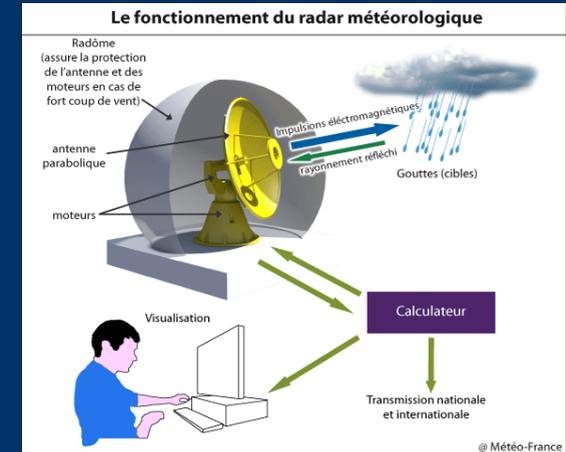
I. Importance de la mesure de la pluie

Pourquoi mesure-t-on la pluie???

- haute importance pour les statistiques climatiques
 - haute importance pour la gestion des ressources
 - haute importance pour les projets de construction
 - entrée principale des modèles hydrologiques
-
-

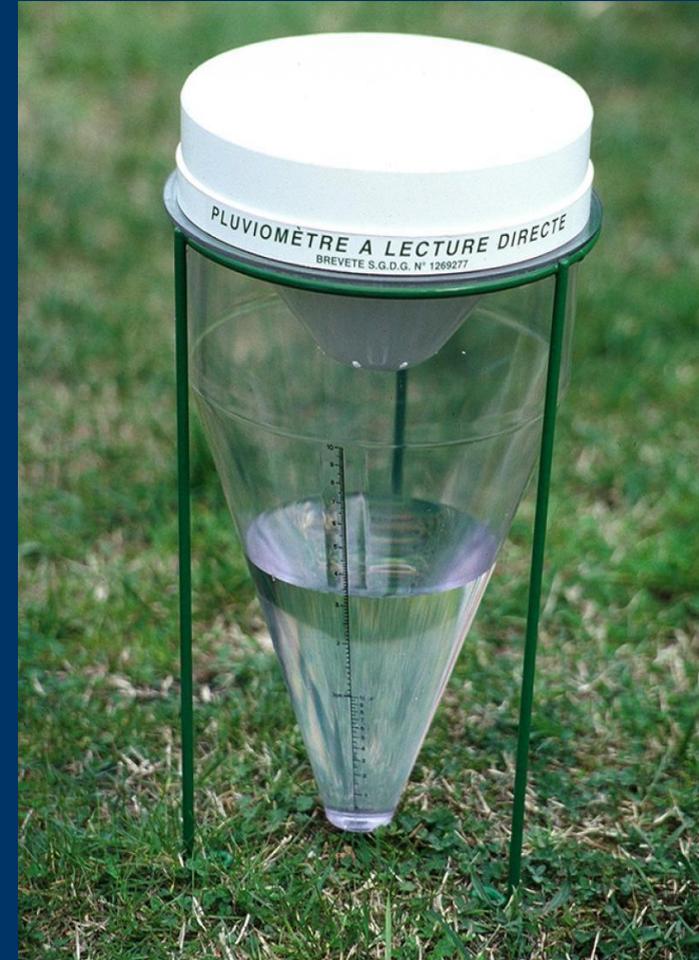
II. Mesure de la hauteur d'eau précipitée

1- instruments de mesure directe et indirecte



II. Mesure de la hauteur d'eau précipitée - Le Pluviomètre

- Le pluviomètre est l'instrument de base de la mesure des précipitations liquides ou solides. Il indique la pluie globale précipitée dans l'intervalle de temps séparant deux relevés.
- Un pluviomètre se compose d'une bague à arête chanfreinée, l'orifice qui surmonte un entonnoir conduisant au récepteur (seau). Pour uniformiser les méthodes et minimiser les erreurs, chaque pays a dû fixer les dimensions des appareils et les conditions d'installation. Chaque pays a pourtant son type de pluviomètre, dont les caractéristiques sont toutefois peu différentes. En France, c'est le type SPIEA qui est utilisé (surface réceptrice de 400 cm²).
- La quantité d'eau recueillie est mesurée à l'aide d'une éprouvette graduée. Le choix du site du pluviomètre est très important. Les normes standards sont basées sur le principe qu'un site est représentatif et caractérisé par l'absence d'obstacles à proximité.
- La hauteur au-dessus du sol de la bague du pluviomètre est également déterminante pour une mesure correcte de la pluie. En effet, les effets du vent créent un déficit en eau, dans le cas où le pluviomètre serait en position élevée. Aussi, malgré les erreurs de captation, les normes OMM (1996) préconisent que la surface réceptrice des pluviomètres (et pluviographes) soit horizontale et située à 1,50 m au-dessus du sol ; cette hauteur permet de placer facilement l'appareil et évite les rejaillissements.



II. Mesure de la hauteur d'eau précipitée - Le Pluviographe

- Le pluviographe se distingue du pluviomètre en ce sens que la précipitation, au lieu de s'écouler directement dans un récipient collecteur, passe d'abord dans un dispositif particulier (réservoir à flotteur, augets, etc) qui permet l'enregistrement automatique de la hauteur instantanée de précipitation. L'enregistrement est permanent et continu, et permet de déterminer non seulement la hauteur de précipitation, mais aussi sa répartition dans le temps donc son intensité. Les pluviographes fournissent des diagrammes de hauteurs de précipitations cumulées en fonction du temps.
- Cet appareil comporte, en dessous de son entonnoir de collecte de l'eau, une pièce pivotante dont les deux compartiments peuvent recevoir l'eau tour à tour (augets basculeurs). Quand un poids d'eau déterminé (correspondant en général à 0,1 ou 0,2 mm de pluie) s'est accumulé dans un des compartiments, la bascule change de position : le premier auget se vide et le deuxième commence à se remplir. Les basculements sont comptés électriquement par comptage d'impulsions

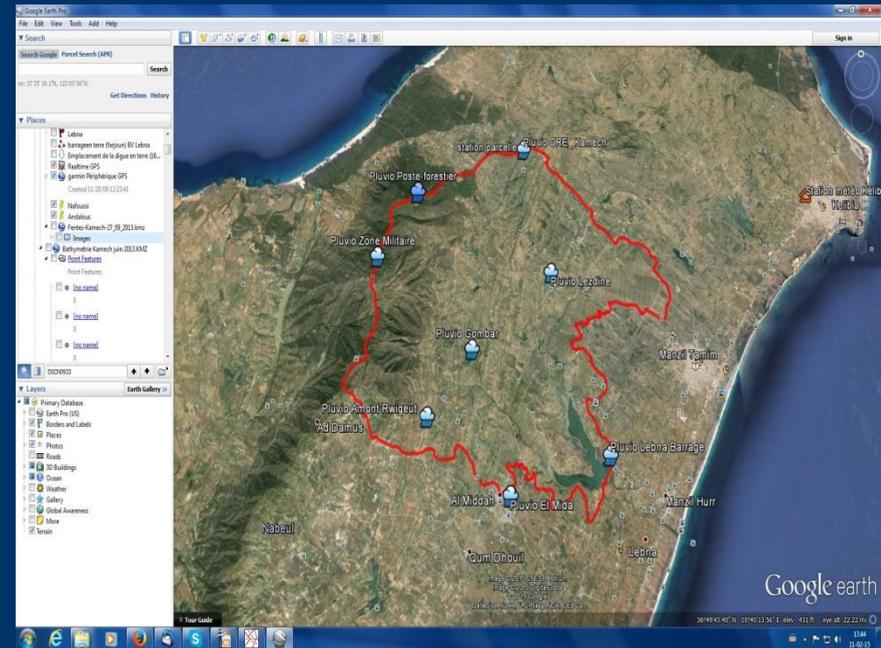


Quelles sont les difficultés auxquelles on fait face?????

- un des processus hydrologiques les plus variables :
 - ✓ une grande variabilité dans l'espace et ceci quelle que soit l'échelle spatiale prise en compte (régionale, locale, etc.).
 - ✓ une grande variabilité dans le temps, aussi bien à l'échelle annuelle qu'à celle d'un événement pluvieux

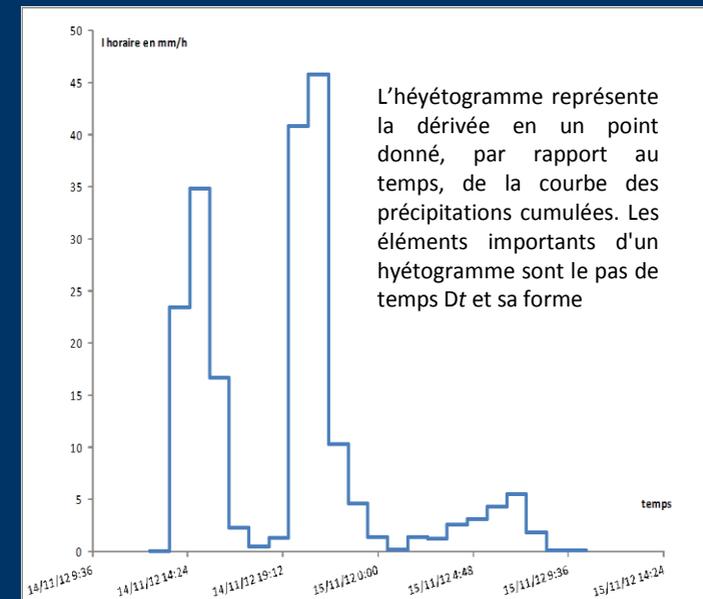
III- Réseau pluviométrique

- Pour un bassin versant donné les stations pluviométriques forment un réseau d'observations. Elles fournissent des mesures ponctuelles.
- la nature et la densité des réseaux doivent donc tenir compte du phénomène observé, du but des observations, de la précision désirée, de la topographie, de facteurs économiques ou d'autres encore.
- L'hydrologue devra donc faire appel à son expérience de terrain pour planifier un réseau. Il tiendra compte du relief et du type de précipitations (frontales, orographiques, convectives). Il s'assurera également des facilités d'accès, de contrôle et de transmission des informations (par l'homme ou par télétransmission : téléphone, satellite, etc.).

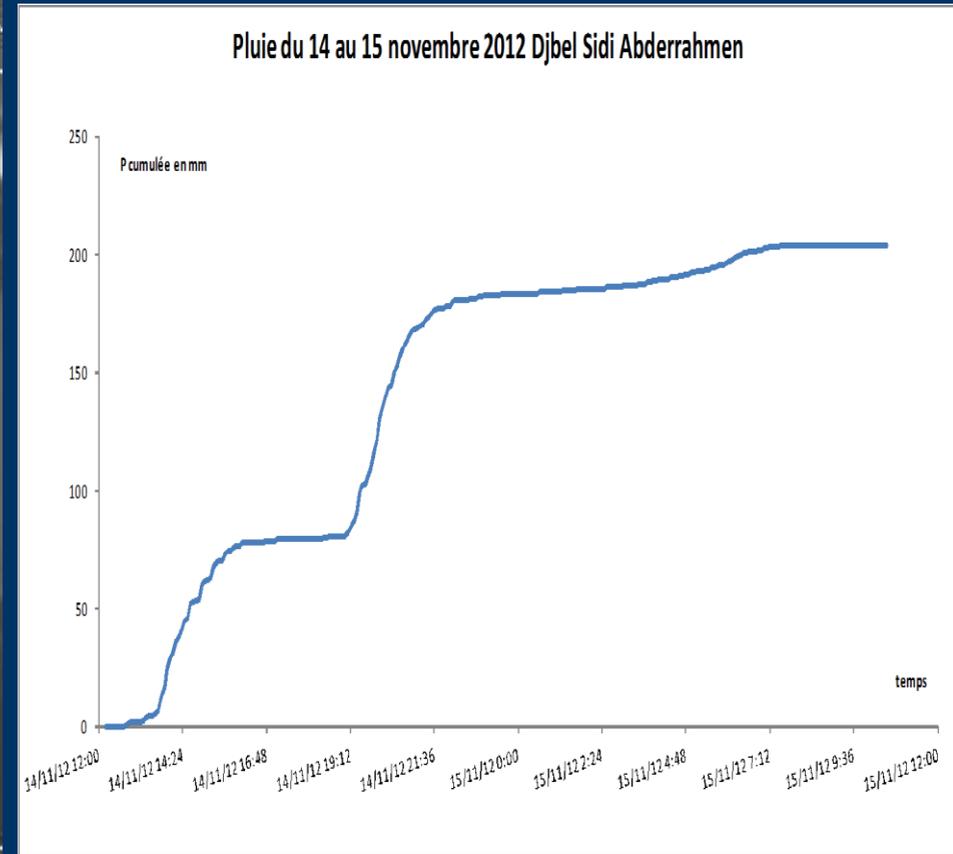
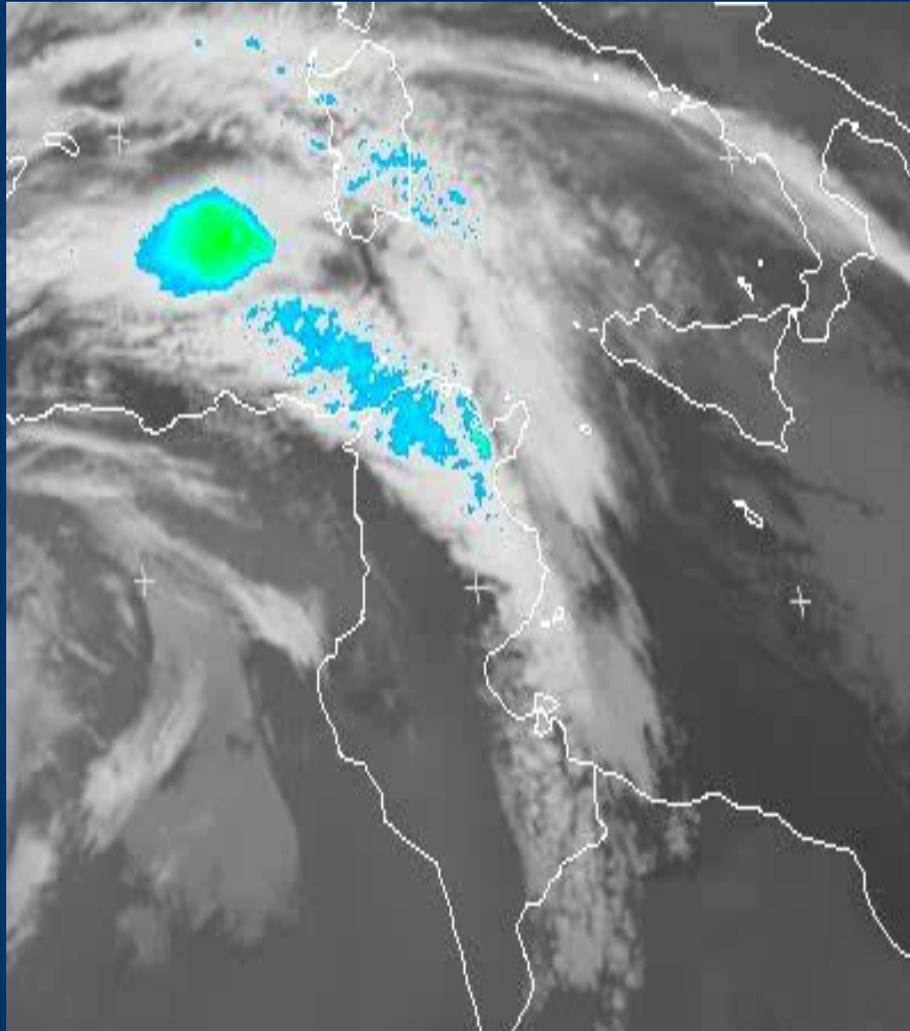


IV- Notion d'intensité de la pluie

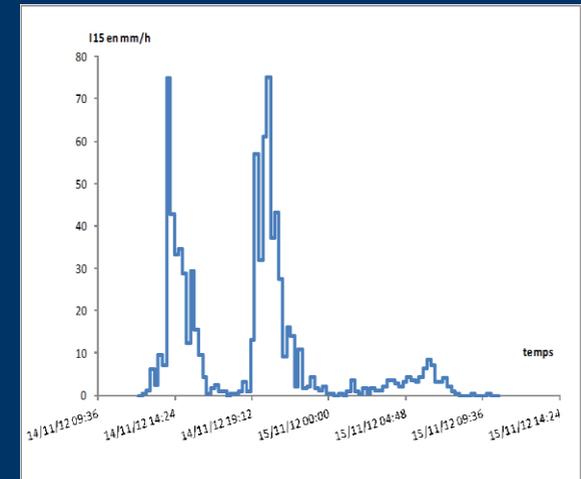
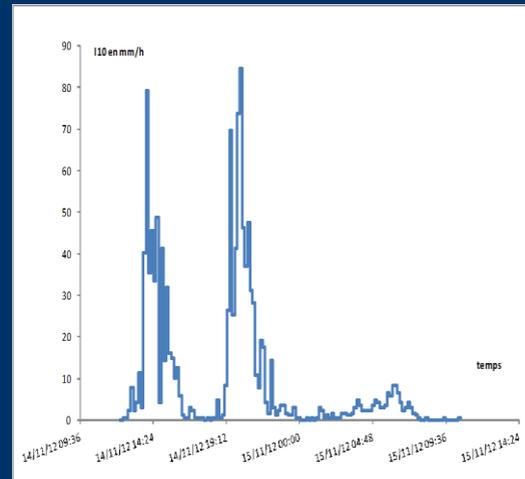
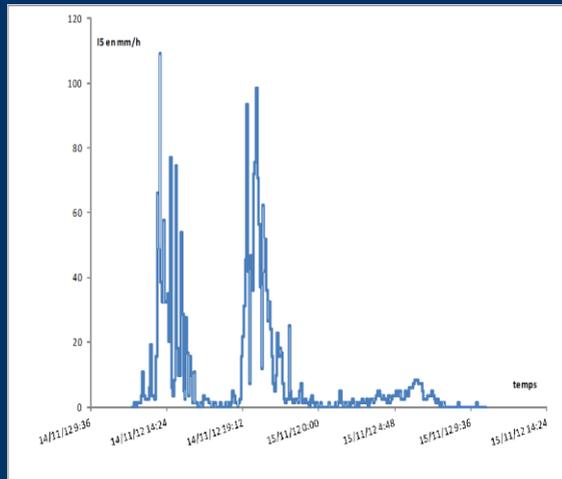
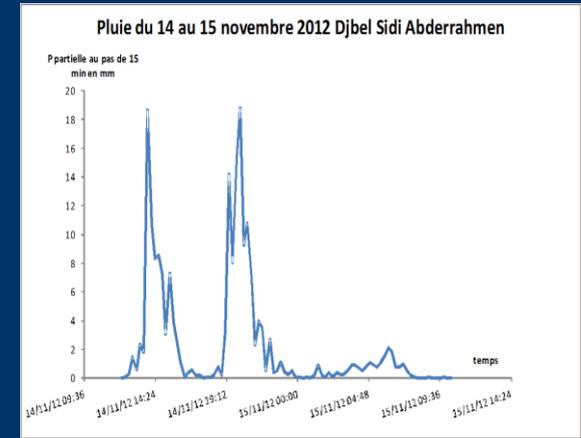
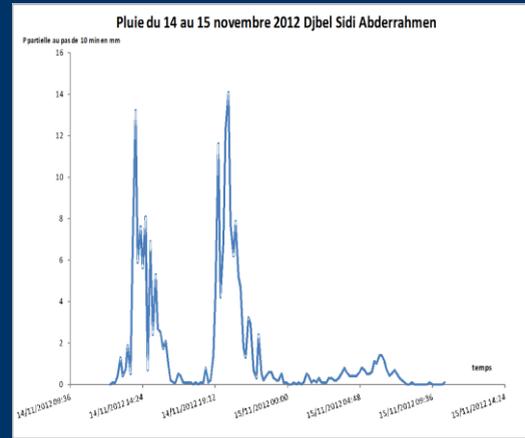
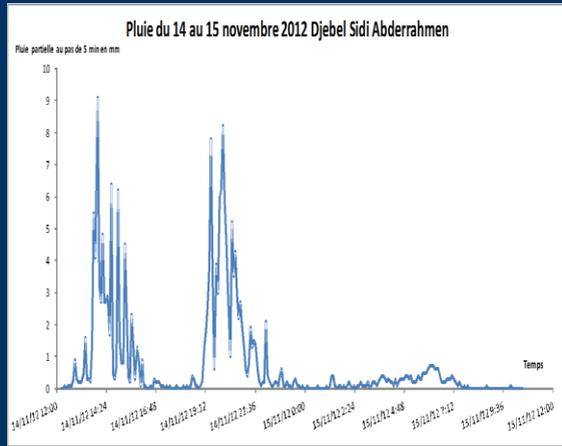
- L'intensité moyenne d'une averse s'exprime par le rapport entre la hauteur de pluie observée et la durée t de l'averse
- Plutôt que de considérer l'averse entière et son intensité moyenne, on peut s'intéresser aux intensités observées sur des intervalles de temps au cours desquels on aura enregistré la plus grande hauteur de pluie. On parle alors d'intensité maximale.
- Deux types de courbes déduites des enregistrements d'un pluviographe (pluviogramme) permettent d'analyser les averses d'une station :
 - La courbe des hauteurs de pluie cumulée,
 - le hyétogramme.



IV- Notion d'intensité de la pluie



IV- Notion d'intensité de la pluie



V- Les erreurs de mesure de la pluie

Les erreurs instrumentales sont multiples ; elles ont presque toutes pour conséquence de sous-estimer les quantités précipitées. On distingue :

- Les erreurs de captation (5 à 80 %) : pluie inclinée, fortes pentes, turbulences du vent autour du pluviomètre.
- Les erreurs dues aux rejaillissements (environ 1%).
- Les pertes par mouillage (environ 0,5 %) : déficit équivalent à l'eau qui humecte les parois intérieures du pluviomètre.
- Les erreurs dues à l'évaporation dans le récipient (environ 1%).

Les erreurs d'observation sont en principe systématiques mais ne sont pas trop graves du moment que l'on ne change pas d'observateur (possibilité de corrections).

- Les erreurs de positionnement de l'appareil (on peut avoir une bonne mesure mais de quelque chose de "faux").
 - Les erreurs de représentativité spatiale ou d'échantillonnage sont difficiles à estimer, car nous ne savons pas dans quelle mesure les quantités recueillies ponctuellement sont représentatives du volume total d'eau précipitée sur l'ensemble du bassin.
-
-

VI-Analyse critique de chroniques de pluies ponctuelles

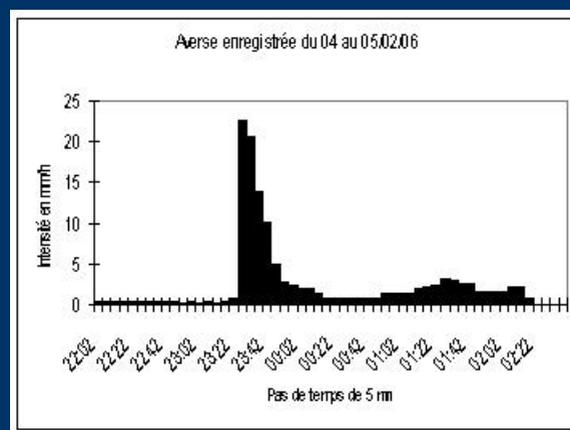
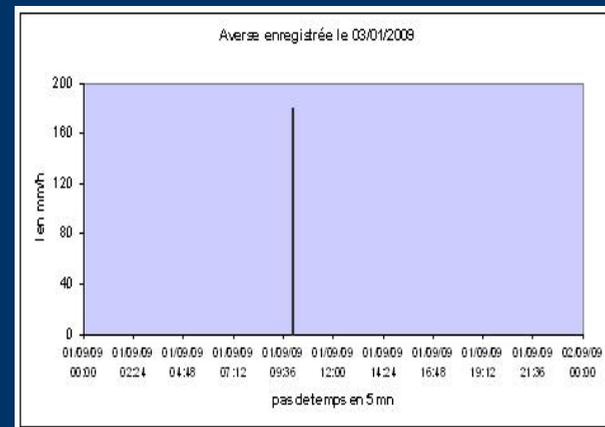
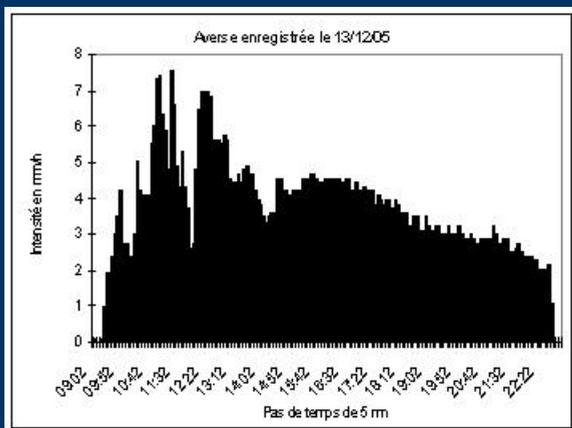
on se propose de contrôler et valider la mesure de la pluie en un point sur un bassin versant.

Etapas à suivre

- 1) Vérifier l'existence de la métadonnée nécessaire relative au relevé, (l'heure du passage, est ce qu'il pleuvait ou non au moment du passage, l'outil du relevé...)
- 2) Vérifier homogénéité des cumuls relevés sur les deux pluviomètres (si les relevés sont faits dans les mêmes conditions la différence est de l'ordre de 05%)
- 3) calculer la pluie journalière enregistrée par le pluviographe : sommer les basculements de x heure de la journée J à x heure de la journée j+1.
- 4) Examen de l'hyétogramme de la pluie, cette étape est fondamentale pour juger de la qualité de l'enregistrement pluviographique, ça permet en fait de vérifier s'il n' y a pas eu des bouchages totale ou partiel de l'entonnoir du pluviographe. L'outil étant Hydraccess et EXCEL



VI-Analyse critique de chroniques de pluies



VII-statistique descriptive de chronique de pluie

But: condenser à l'aide de caractéristiques bien choisies l'information considérable fournie par une station de mesure pluviométrique.

On applique ainsi les lois et d'autres techniques de la statistique aux relevés pluviométriques pour en tirer des informations utiles aux études et travaux envisagés. On détermine de la sorte :

- Valeurs moyennes, tendances centrales ou dominantes (moyenne, médiane, mode,...),
- Dispersion ou fluctuation autour de la valeur centrale (écart-type, variance, quantiles, moments centrés),
- Lois de distribution statistiques (loi normale, log-normale, Pearson...).

VIII-notion du temps de retour

- Les projets d'aménagements hydrauliques ou hydrologiques sont souvent définis par rapport à une averse type associée aux fréquences probables d'apparition.
- Lorsque l'on étudie des grandeurs comme les précipitations (caractérisées à la fois par leur hauteur et leur durée) ou les débits de crue d'un point de vue statistique, on cherche donc et, en règle générale, à déterminer par exemple la probabilité pour qu'une intensité i ne soit pas atteinte ou dépassée (i.e. soit inférieure ou égale à une valeur x_i).
Cette probabilité est donnée, si i représente une variable aléatoire, par la relation suivante :

$$F(x_i) = P(i \leq x_i)$$

- On nomme cette probabilité fréquence de non-dépassement ou probabilité de non-dépassement. Son complément à l'unité $1 - F(x_i)$ est appelé probabilité de dépassement, fréquence de dépassement ou encore fréquence d'apparition.
- On définit alors le temps de retour T d'un événement comme étant l'inverse de la fréquence d'apparition de l'événement. Soit :

$$T = \frac{1}{1 - F(x_i)}$$

VIII-notion du temps de retour

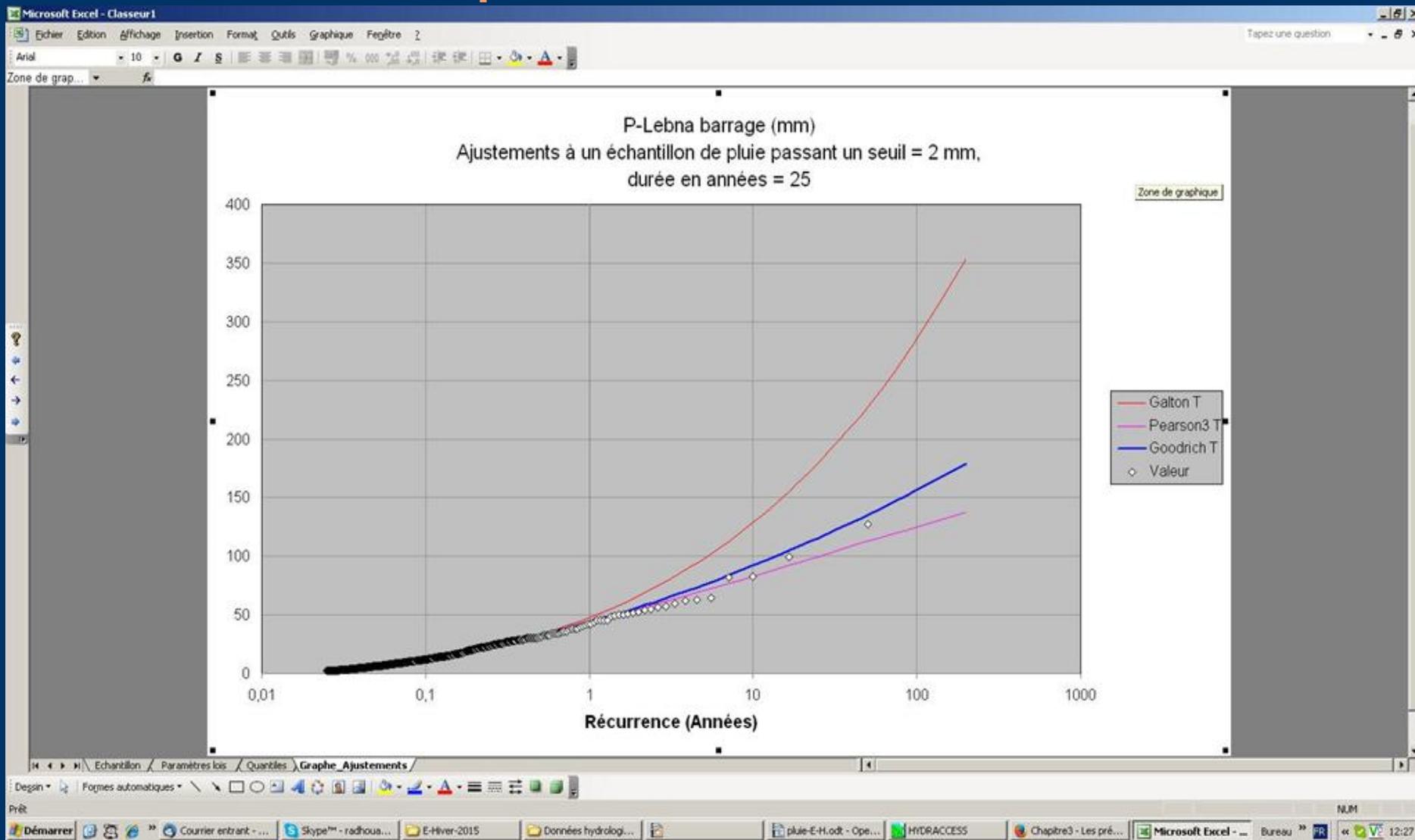
Ainsi, l'intensité d'une pluie de temps de retour T est l'intensité qui sera dépassé en moyenne toutes les T années.

Si l'analyse fréquentielle d'une série d'intensités maximales de pluie permet de déterminer le temps de retour d'une valeur particulière il n'est en revanche et a priori pas possible de répondre à d'autres questions pertinentes qui peuvent se poser à l'ingénieur. Par exemple, la notion de temps de retour ne permet pas de répondre aux questions où q est la probabilité que l'événement ne se produise pas dans une année en particulier.

Une pluie peut être caractérisée par plusieurs paramètres qui peuvent avoir, au sein de la même pluie, des temps de retour très différents. Citons notamment :

- La hauteur totale de pluie,
- la durée,
- l'intensité moyenne,
- les intensités maximales sur des intervalles de temps quelconques,
- la distribution d'intensité instantanée $i(t)$.

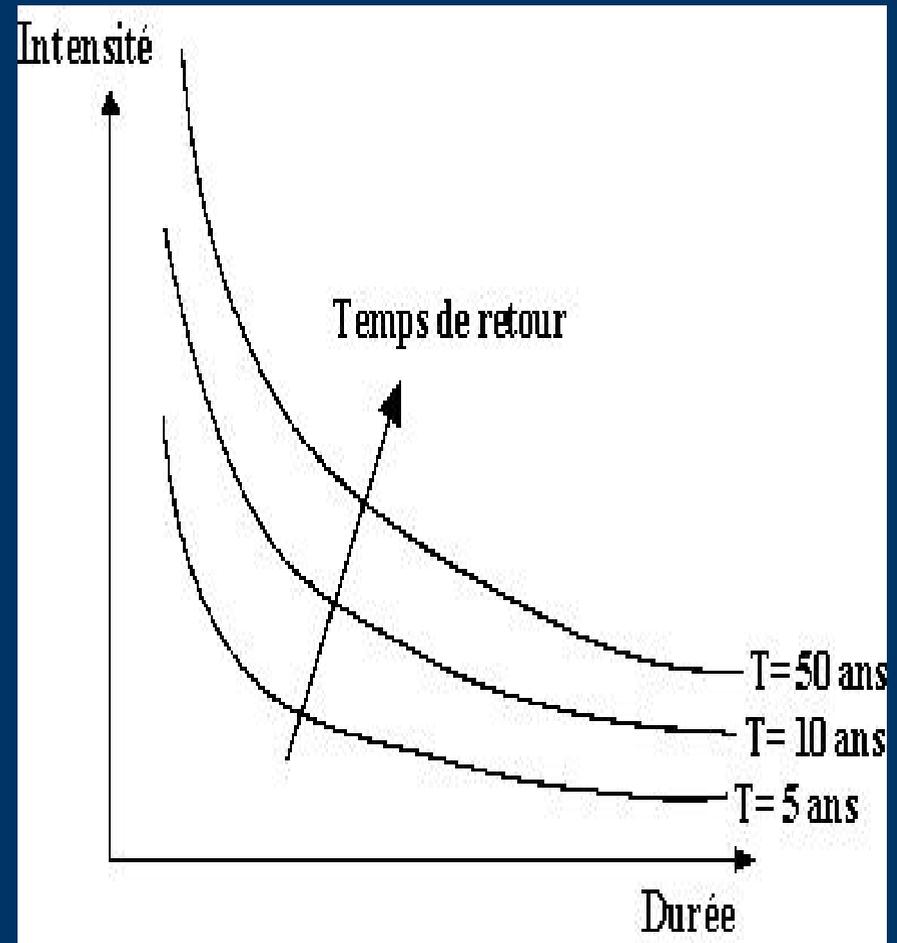
VIII-notion du temps de retour



VIII -Les courbes IDF (intensité-durée-fréquence)

L'analyse des pluies a permis de définir deux lois générales de pluviosité qui peuvent s'exprimer de la manière suivante :

- Pour une même fréquence d'apparition - donc un même temps de retour - l'intensité d'une pluie est d'autant plus forte que sa durée est courte.
- Ou encore, en corollaire, à durée de pluie égale, une précipitation sera d'autant plus intense que sa fréquence d'apparition sera petite (donc que son temps de retour sera grand).
- Ces lois permettant d'établir les relations entre les intensités, la durée et la fréquence d'apparition des pluies peuvent être représentées selon des courbes caractéristiques : on parle généralement de courbes Intensité-Durée-Fréquence (IDF) . La notion de fréquence est en fait exprimée par la notion de temps de retour.

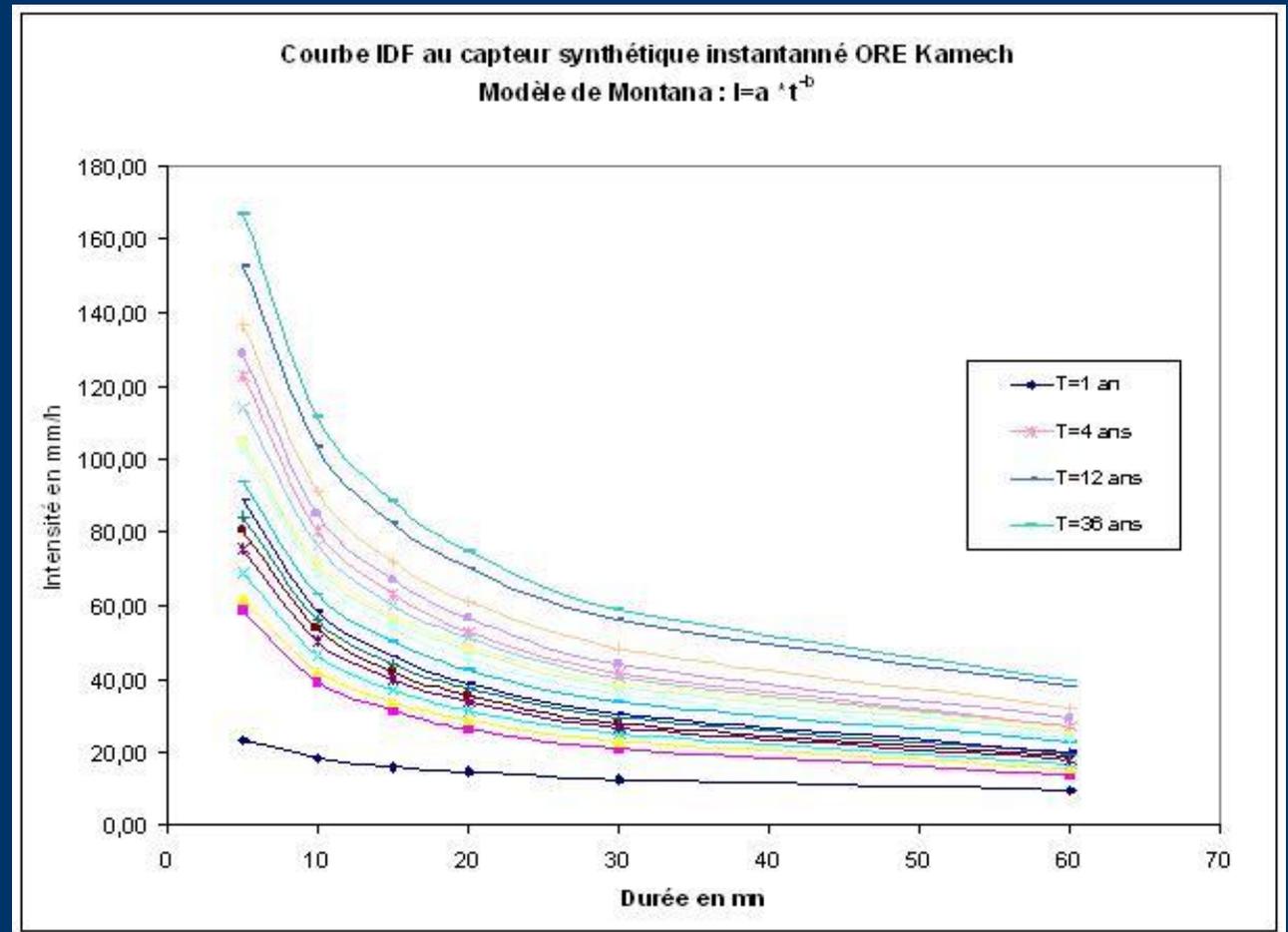


IX -Les courbes IDF (intensité-durée-fréquence)

- Différentes formules sont proposées pour représenter l'intensité critique d'une pluie en fonction de sa durée.

Montana suggère la formulation simple suivante :

$$i = a/(t^b)$$



X. Évaluation régionale de la pluie

1) Calcul de la moyenne arithmétique

La méthode la plus simple qui consiste à calculer la moyenne arithmétique des valeurs obtenues aux stations étudiées, s'applique uniquement si les stations sont bien réparties et si le relief du bassin est homogène.

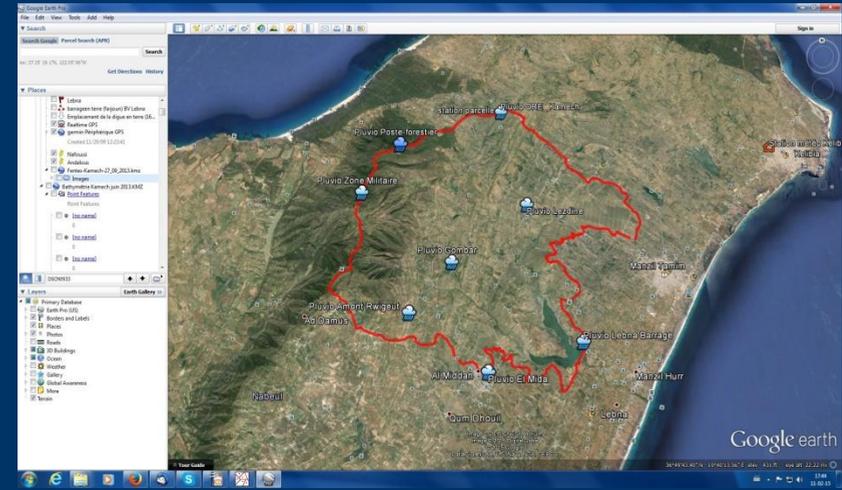
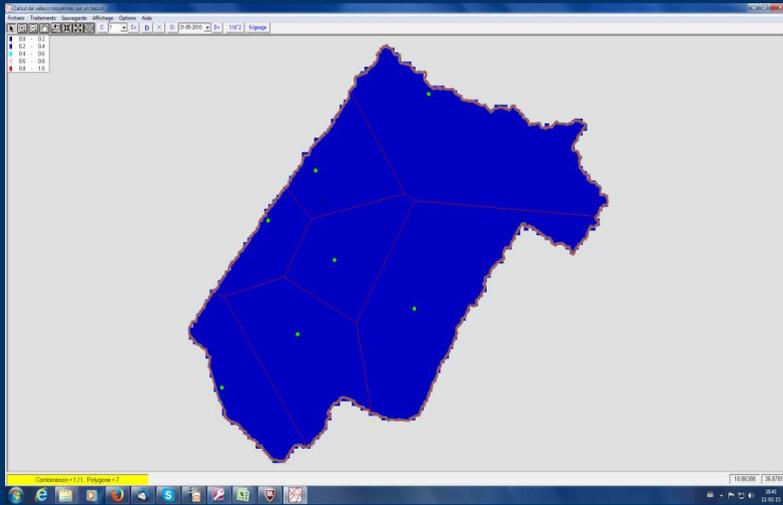
2) Calcul de la moyenne pondérée - méthode des polygones de Thiessen

Cette méthode convient notamment quand le réseau pluviométrique n'est pas homogène spatialement (pluviomètres distribués irrégulièrement). Cette méthode permet d'estimer des valeurs pondérées en prenant en considération chaque station pluviométrique. Elle affecte à chaque pluviomètre une zone d'influence dont l'aire, exprimée en %, représente le facteur de pondération de la valeur locale.

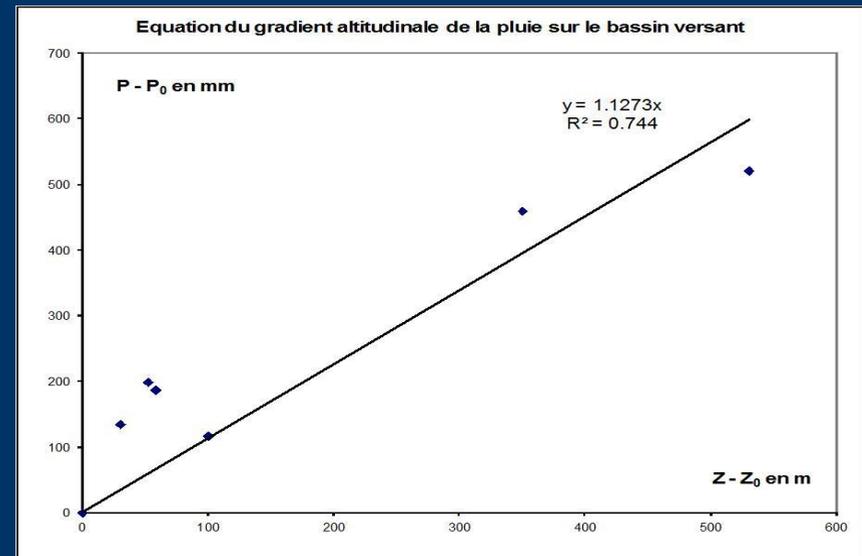
3) Gradient Altitudinale de la pluie

Cette méthode convient pour les zones avec pluie orographique. Elle consiste à déterminer le gradient de la pluie en fonction de l'altitude, pour ensuite calculer la pluie sur le bassin à partir d'une station de référence.

X. Évaluation régionale de la pluie



Id Station	Nom Station	Combi-1
12	P-J	0.09
1	P-J	0.10
2	P-J	0.05
5	P-J	0.15
6	P-J	0.25
M	P-J	0.09
PP	P-J	
7	P-J	0.26



XI. Publication des données

La publication des données pluviométriques est du ressort des services publics, qui le font généralement sous forme d'annuaires. Les annuaires pluviométriques regroupent, pour chacune des stations de mesure, les résultats suivants :

- La hauteur pluviométrique journalière,
- la hauteur pluviométrique mensuelle,
- la hauteur pluviométrique annuelle,
- le module pluviométrique annuel moyen (moyenne arithmétique des hauteurs de précipitations annuelles),
- la fraction pluviométrique mensuelle (rapport entre le module annuel et le module mensuel considéré),
- les moyennes, le nombre moyen de jours de pluie, la variabilité des précipitations et des jours de pluie,
- les cartes de la pluviométrie mensuelle et annuelle.