

## Chapitre 01 : Mesure des précipitations

### Introduction

Les précipitations désignent toutes les eaux météoriques qui arrivent jusqu'au sol, sous quelque forme (**Laborde, 2009**). Ces derniers constituent un élément très important du cycle hydrologique. Une région ne recevant aucune précipitation pendant une période prolongée subit une sécheresse, tandis qu'à l'opposé, une région qui reçoit un excès de précipitations subira des inondations qui peuvent devenir très dévastatrices, les problèmes surviennent lorsque les précipitations tombent en volume ou avec une intensité extrême ; il peut y avoir pénurie ou surabondance. Il existe plusieurs méthodes de mesure de la pluie. De nombreux appareils ont été créés afin de quantifier les précipitations, Ce chapitre va donc se focaliser sur les techniques de mesure de la pluie, les différents dispositifs et les erreurs de mesure potentielles.

### 1. Méthodes de mesure et principes de fonctionnement

Il existe deux catégories principales d'appareils de mesure des précipitations : les pluviomètres et les pluviographes. Les pluviomètres indiquent la hauteur d'eau totale précipitée, en mm ( $1 \text{ mm} = 1 \text{ L/m}^2 = 10 \text{ m}^3/\text{ha}$ ), sur des durées généralement égales à 24 heures. Les pluviographes permettent de déterminer le cumul de la hauteur de pluie précipitée au cours du temps, et donc de déterminer l'intensité de la pluie, en mm/h, sur des pas de temps courts de l'ordre de 1 à 6 minutes en général, les pas de temps étant fixes ou variables.

### 2. Dispositifs recueillant les précipitations

#### 2.1 Le pluviomètre

Les pluviomètres, dont les modèles sont très divers indiquent la hauteur d'eau précipitée pendant un intervalle de temps donné, en général 24 heures (**Fig: 1**). L'eau collectée par la surface réceptrice est conservée dans un récipient gradué directement en millimètres d'eau. La lecture du volume permet de connaître la hauteur de pluie précipitée. Après lecture, le récipient est vidé et remis en place.



**Figure: (1) :** pluviomètre.

## 2.2 Le pluviographe

Les pluviographes ont pour but d'enregistrer la hauteur de pluie cumulée en fonction du temps, à la différence des pluviomètres qui enregistrent le cumul des pluies sur une période donnée. Il existe trois types de pluviographes : à niveau d'eau, à auget basculeurs et à pesée.

### 2.2 Pluviographe à augets

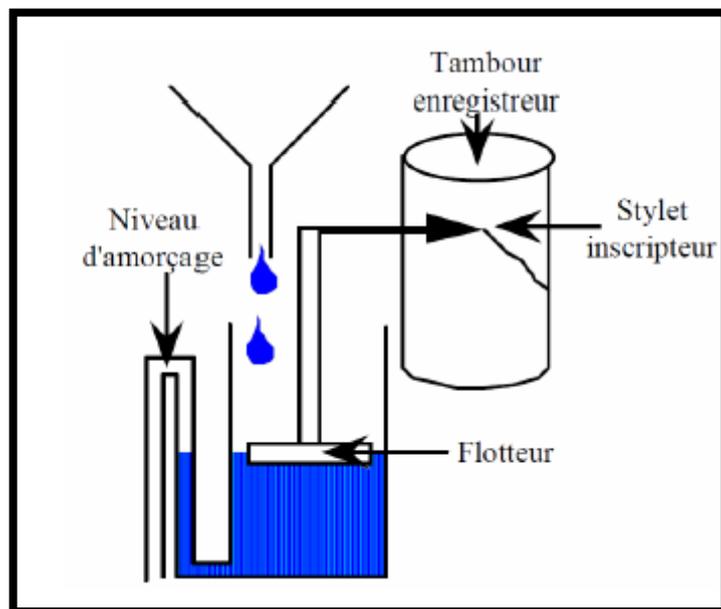
Le principe de cet appareil est très simple (**Fig: 2**), L'eau de pluie est recueillie dans un cône de réception appelé impluvium et s'écoule à travers un ajutage calibré vers un auget. Lorsque cet auget est rempli, il bascule sous l'effet du déplacement de son centre de gravité : l'eau s'écoule à l'extérieur de l'appareil et l'auget opposé se remplit à son tour jusqu'au prochain basculement. Lors de chaque basculement



**Figure (2) :** pluviographe à auget basculeurs

### 2.3 Le pluviographe à mesure du niveau d'eau

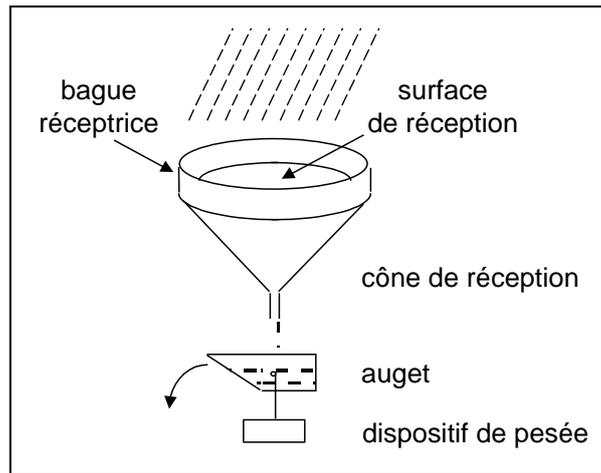
Ce type utilise soit un flotteur dont le niveau varie avec la hauteur d'eau (**Fig: 3**), soit une direction acoustique de la distance du niveau (**Lanza et al, 2005**), soit la conductivité de l'eau avec plusieurs détecteurs positionnés les uns au-dessus des autres. Ce genre d'appareille comprend un mécanisme de vidange de grand précision et de grand fragilité qui nécessite une maintenance attentive. C'est pour quoi ces pluviographes à siphon ne sont plus que très rarement installés (**Laborde, 2009**).



**Figure (3) :** Schéma de pluviographe à niveau d'eau avec siphon (**Laborde, 2009**).

### 2.4 Pluviographe à pesée

Dans un Pluviographe à pesée classique (**Fig: 4**), l'eau recueillie dans le cône de réception s'écoule vers un auget unique qui se remplit progressivement et qui se vide par déplacement de son centre de gravité dès qu'une masse d'eau fixée est atteinte (150 à 200 g pour les modèles courants). L'eau est évacuée à l'extérieur du Pluviographe et l'auget reprend sa position initiale. Entre deux basculements, la masse de l'auget et de l'eau qu'il contient est mesurée en continu.



**Figure (4) :** Principe de fonctionnement d'un pluviographe à pesée.

### 3. Les dispositifs ne recueillant pas les précipitations

A l'inverse des premiers dispositifs, cette catégorie d'appareil capte les pluies à distance sans contact direct, ces appareils sont appelés des disdromètres, deux technologies existent (disdromètre d'un capteur optique et disdromètre à impact).

### 4. Conditions d'installation

Un pluviographe doit être installé selon des critères précis illustrés (**Fig: 05**) permettant :

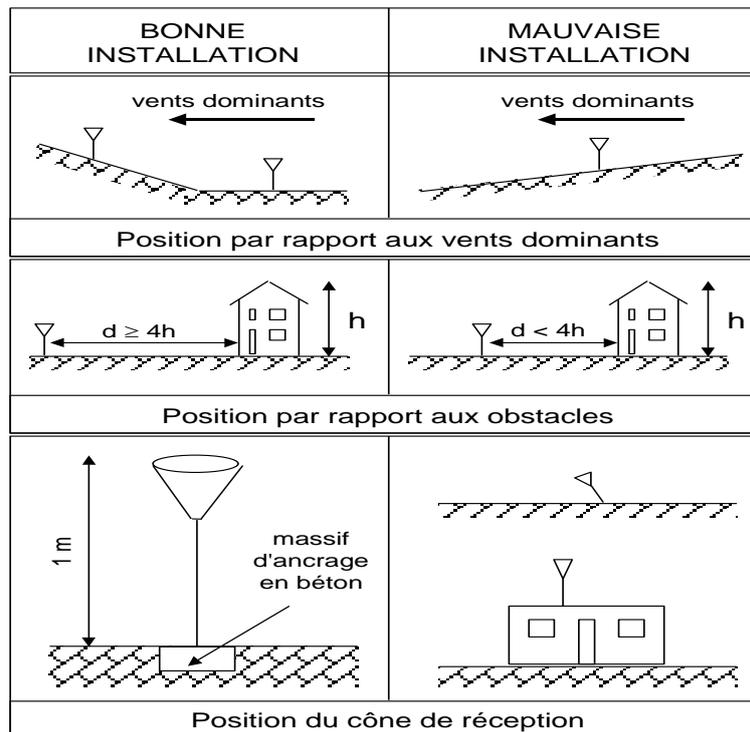
D'assurer autant que possible une bonne représentativité ;

De comparer entre eux des résultats de mesure provenant de différents sites.

#### 4.1 Les critères de bonne installation sont les suivants :

- ✚ Terrain plat et herbeux ;
- ✚ Sous les vents dominants ;
- ✚ à une distance au moins égale à 4 fois la hauteur des obstacles environnants (arbres, bâtiments, etc.) pour éviter les turbulences de l'air créées par ces obstacles qui modifient le champ pluvieux ;
- ✚ Fixation sur un massif en béton ;
- ✚ Base du cône de réception parfaitement horizontale ;
- ✚ Arête de la base du cône à 1 m du sol (hauteur de référence).

Il n'est pas toujours facile de satisfaire simultanément toutes ces conditions, notamment en zone urbaine. On essaiera néanmoins de s'en rapprocher le plus possible. Les conditions d'exposition au vent revêtent une importance majeure, Il faut donc être très attentif à ce problème lors du choix d'un site de mesure, en veillant tout particulièrement à l'emplacement relatif du pluviographe par rapport aux bâtiments environnants et à la direction des vents dominants pour éviter les sous-estimations grossières de la pluviométrie. Des erreurs de mesure atteignant -30 % ont été observées sur des pluviographes en zone urbaine dense placés dans de mauvaises conditions de représentativité (effet d'abri des bâtiments).



**Figure (05) :** Conditions d'installation des pluviographes (d'après Deutsch et al, 1989).

Par ailleurs, en milieu urbain, le choix du niveau de référence pour l'installation des pluviographes est délicat : s'agit-il du niveau des toitures sur lesquelles s'effectue une grande part du ruissellement, ou s'agit-il du niveau des chaussées. De nombreux sites sont peu conformes aux recommandations précédentes, les toits des bâtiments sont souvent choisis comme site d'installation. Or il n'existe pas d'études de référence sur les incertitudes liées à ce type d'implantation.

Enfin, un certain nombre de considérations d'ordre pratique prennent souvent le pas sur les critères de bonne installation pour choisir les sites de mesure :

- ✚ facilité d'accès à toute heure ;
- ✚ protection contre le vandalisme (les toits sont alors particulièrement indiqués !)
- ✚ risque de colmatage (feuilles, déjections d'oiseaux, embruns, graminées, etc) ;
- ✚ proximité d'une source d'énergie.

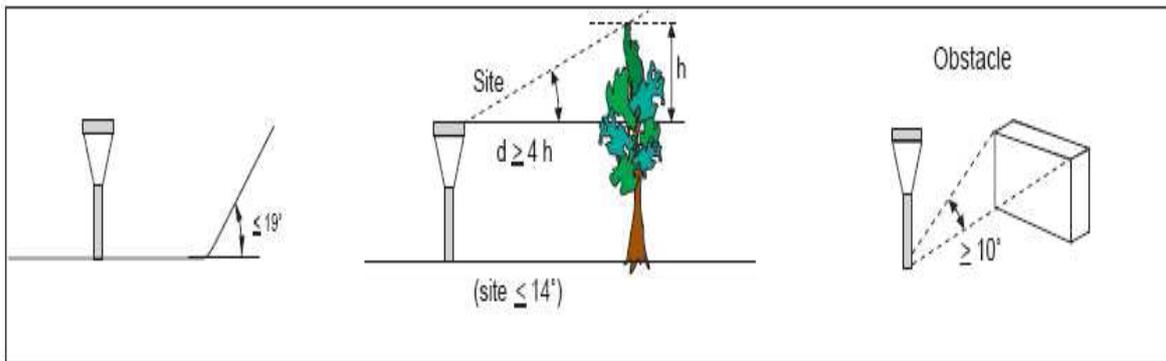
#### 4.2 . *Les erreurs de mesure potentielles des capteurs pluviométriques au sol*

l'objectif d'un appareil de mesure de précipitations (pluviomètre , pluviographe ou nivomètre ) et de produire des données de bonne qualité. Il existe trois types d'erreurs sont classiquement reconnus dans la bibliographie, et peuvent conduire à des incertitudes de forte amplitude sur la mesure, donc il faut prendre en compte lors des études ultérieures en premier lieu il convient de s'intéresser aux erreurs pouvant être engendrées par le site en lui –même. En outre, les erreurs liées à la captation des précipitations doivent être prises en compte, puis les erreurs liées à la mesure en elle -même. **(Neppel et al, 1998 et 2006).**

##### 4.2.1 *Les erreurs liées au site*

D'après une recommandation de l'OMM (Organisation Météorologique Mondiale), la surface de la bague réceptrice du pluviomètre doit se situer entre 0,5 et 2 m du sol. D'autre part, il faut veiller lors de son installation à ce que la surface réceptrice du pluviomètre soit bien horizontale. Le pluviomètre doit être installé dans un endroit plat ; la pente du terrain environnant le pluviomètre doit être inférieur à 19°. À l'idéal, la distance entre le pluviomètre et un obstacle (un arbre par exemple) devrait être supérieure à quatre fois la hauteur de cet obstacle.

Par exemple, si un arbre de 2 m de haut se situe sur le site où doit être installé un pluviomètre, il faudra le positionner à au moins 8 m de l'arbre. Le pluviomètre doit être dégagé de tout obstacle afin de limiter la turbulence autour de l'instrument. Un obstacle est un objet donc la largeur angulaire est de 10° ou plus (**Fig: 06**).

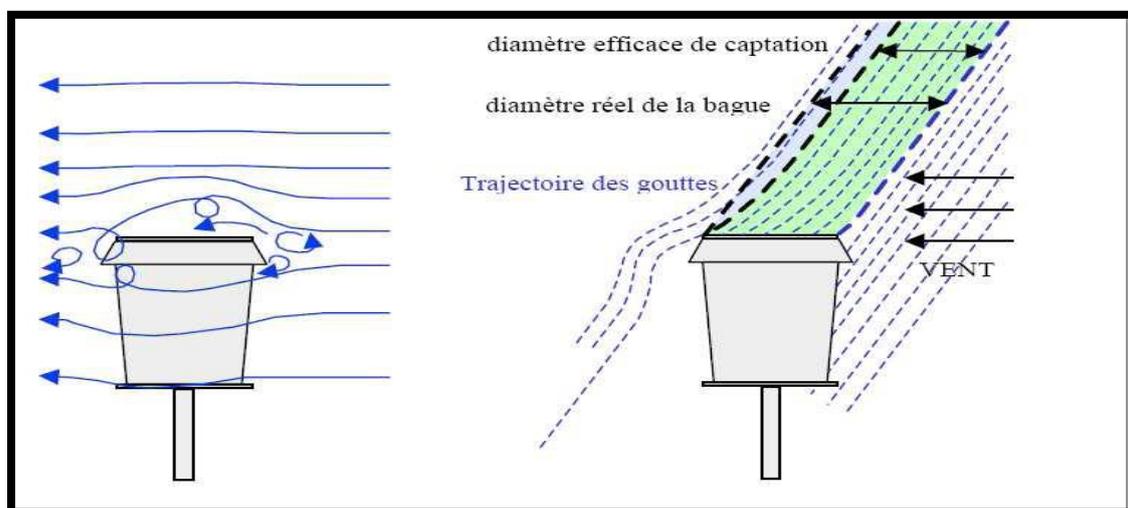


**Figure (06) :** Schéma illustrant l'installation idéale du pluviomètre

#### 4.2.2 les erreurs du vent

Le principal facteur d'erreur est l'action du vent sur la trajectoire des gouttes d'eau. L'importance de l'erreur dépend de l'intensité du vent et de la hauteur de l'appareil de mesures par rapport au sol.

Une certaine quantité d'eau est nécessaire pour mouiller le réceptacle de l'appareil avant que l'eau ne s'écoule à l'intérieur si l'averse est intermittente, le processus de l'évaporation fera que des quantités de pluie non négligeable s'évaporent et ne seront donc pas mesuré (**Fig: 07**).



**Figure (07) :** Schéma illustrant les perturbations dues au vent.

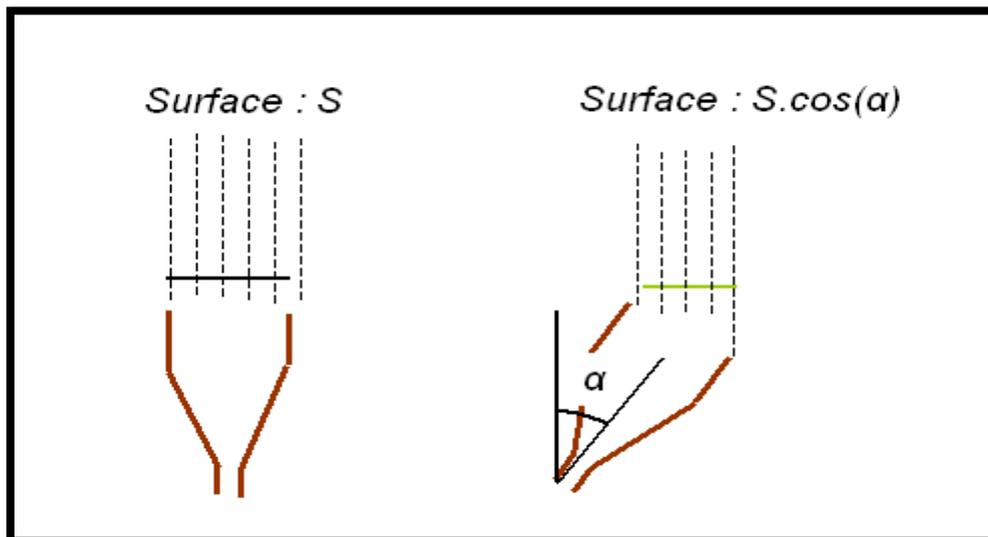
Dans un pluviographe, le temps de basculement des augets n'est pas négligeable. Au cours de ce mouvement, une certaine quantité d'eau est admise en excédent dans l'auge intéressé, donnent lieu à une sous-estimation de la pluie captée d'autant plus importante que l'intensité de la pluie est forte. En

outre l'exploitation des stations pluviométriques donne lieu à un certain nombre d'erreurs :

#### 4.2.3 Les erreurs d'observation

Lecteur peu consciencieux : depuis celui qui lit le pluviomètre tous les 5 ou 6 jours , jusqu'à celui qui invente purement et simplement les résultats en passant par celui ,inconscient, qui arrose ses plantes avec l'eau du pluviomètre ;

- ✚ Erreurs fortuites de lecture de l'éprouvette ;
- ✚ Erreurs dues à l'évaporation ;
- ✚ Débordement du pluviomètre quand la pluie est très intenses
- ✚ Pluviomètre percé ;
- ✚ Pert d'eau pendant le transvasement de l'éprouvette dans le sceau;
- ✚ Pluviomètre sur un arbre, etc.



**Figure (08) :** Schéma illustrant la diminution de surface de collection lors de non horizontalité du cône.

### 4.3 Les erreurs de transcription et de calcul

#### 4.3.1 Les erreurs systématiques

Parmi les erreurs systématiques, on peut citer.

La graduation de l'éprouvette ne correspondant pas à l'ouverture du pluviomètre ;

Un changement dans l'exploitation du pluviomètre du à :

- ✓ Un déplacement du pluviomètre
- ✓ Une modification de l'environnement du pluviomètre ;
- ✓ Un changement d'observateur

Une éprouvette cassée remplacée par une autre qui ne convient pas.

Il y a lieu de noter que cette liste d'erreurs est presque exhaustive et que toutes ces erreurs n'arrivent pas simultanément. Cependant, les documents élaborés par les observateurs et les hydrologues restent notre référence et sont à la base du développement hydraulique du pays. La liste ci-dessus est beaucoup plus pédagogique.

Les erreurs dans les séries de mesures pluviométriques modifient le caractère aléatoire des phénomènes et les conditions de leur avènement. Si ces conditions changent cela veut dire que les données mesurées ne proviennent pas de la même population et que la série de mesures n'est pas homogène. Avant de pouvoir étudier statiquement ces séries, il y a lieu donc, au préalable, de les rendre homogènes.

Références bibliographiques

**Neppel L et al, 2006.** Quelques illustrations des sources d'incertitudes dans l'analyse de l'aléa pluvieux, la houille blanche, 6, pp.22-25.

**J.P. Laborde, 2009.** cours éléments d'hydrologie de surface université de Nice - Sophia Antipolis, 202 pages.