



## CHAPITRE 3 - LES PRECIPITATIONS

## Introduction

### **Les gouttelettes d'eau d'un nuage :**

- Diamètre moyen : 10 à 30  $\mu$  (1 à  $3 \times 10^{-2}$  mm)
- Vitesse de chute : 1 cm/s en air calme
- Espacement des gouttelettes : 1 mm
- Densité spatiale : 1000 gouttelettes/cm<sup>3</sup>
- Masse d'eau condensée : 0,5 à 1 g/m<sup>3</sup>

### **Les gouttelettes de pluie :**

Diamètre moyen : 0,5 à 2 mm

Densité spatiale : 0,1 à 1 goutte/dm<sup>3</sup>

Volume : 1 000 000 de fois celui des gouttelettes de nuage

## CHAPITRE 3 - LES PRECIPITATIONS

### Introduction

Pour avoir des précipitations, il faut que le volume des gouttelettes du nuage augmente de 1 000 000 de fois pour que le poids puisse vaincre la poussée de l'air.

Les mécanismes possibles sont :

- Coalescence (grossissement par chocs dont l'efficacité est trop faible)
- Captation ou balayage (dans les tropiques)
- Condensation de vapeur d'eau.

## **Définition :**

Le terme «**précipitations** » recouvre, toutes les formes d'humidité en provenance des nuages ou en provenance de l'atmosphère et qui atteignent le sol, tant sous forme liquide (pluie ) que sous forme solide ( neige ou grêle ).

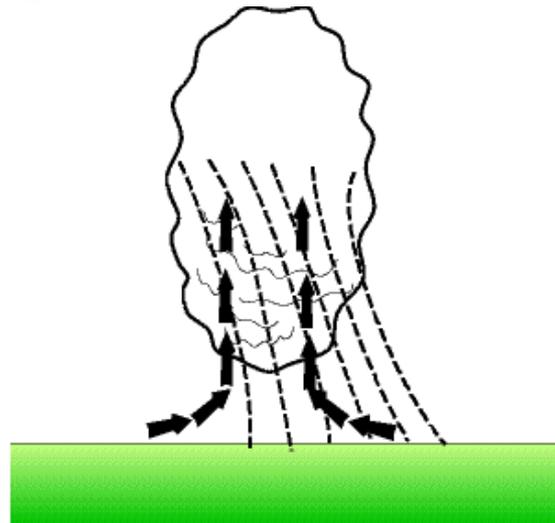
## **Classification des précipitations :**

- précipitations de convection
- précipitations orographiques
- précipitations cycloniques ou de front (fronts chauds ou froids,...)
- précipitations de turbulence.

# Mécanismes de formation des précipitations et Types

- l'ascendance des masses d'air est à l'origine de la formation des nuages et de l'apparition des précipitations

- 3 types de précipitations



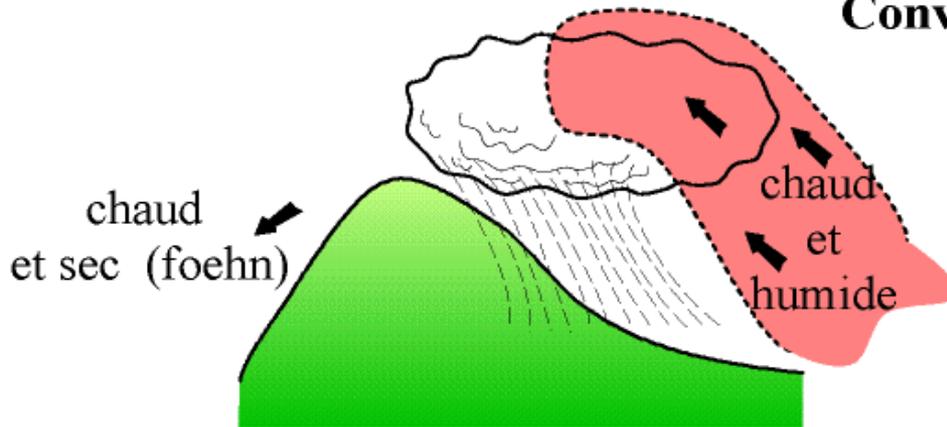
De courte durée  
De forte intensité



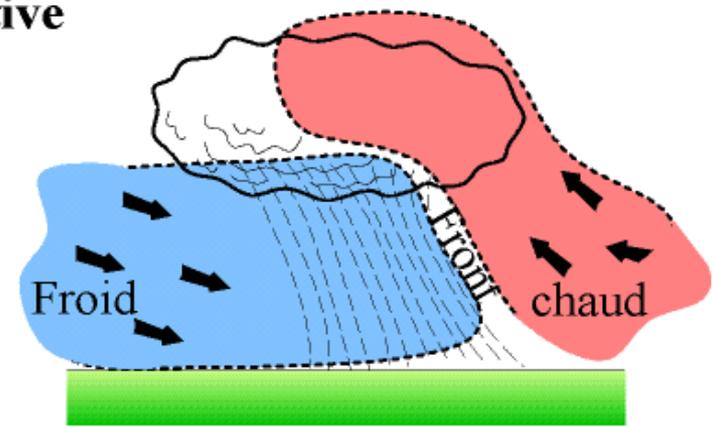
cumulonimbus

cumulus

## Convective



## Orographique



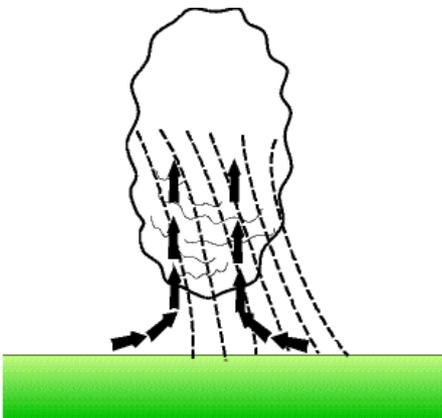
## Frontale

Fronts froids  
Précipitations  
Brèves, intenses  
Pas très étendues

Fronts chauds  
Précipitations  
Longues, peu intenses  
Aires géographiques

## Précipitations convectives

- ascendance rapide dans l'atmosphère de masses d'air réchauffées au contact du sol.
- orageuses, de courte durée mais de forte intensité
- En climat tempéré, en période estivale, responsables des principaux dégâts (Coulée de boue, crues des torrents, ...)
- Ces précipitations forment l'essentiel des précipitations équatoriales.



cumulonimbus



cumulus



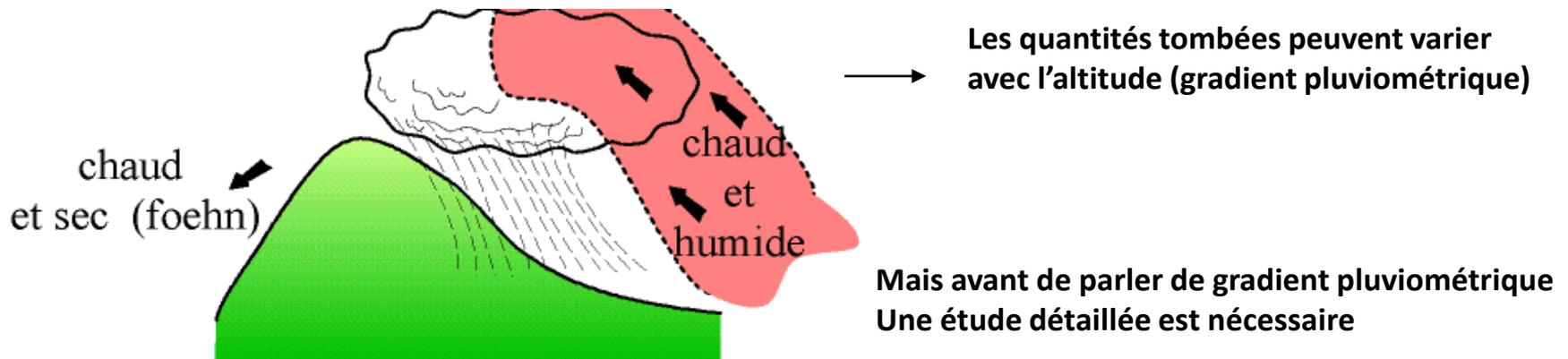
## Précipitations orographiques

- présence d'une barrière topographique, d'où leur caractère localisé.

Lorsqu'une masse d'air en mouvement bute sur un relief, il se produit une compression et une ascendance dans la zone au vent et une détente dans la zone sous le vent (effet de foehn).

L'ascendance orographique force la condensation à cause du processus de Refroidissement et explique, en conséquence, la naissance des nuages et des précipitations – nuages orographiques

- précipitations avec des intensités et des fréquences assez régulières.

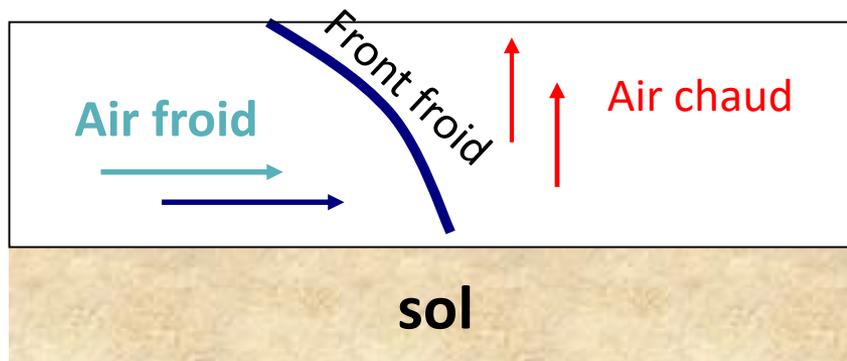


## Précipitations frontales (ou de type cyclonique)

Elles sont associées aux surfaces de contact entre les masses d'air de température, de gradient thermique vertical, d'humidité et de vitesse de déplacement différents: les fronts.

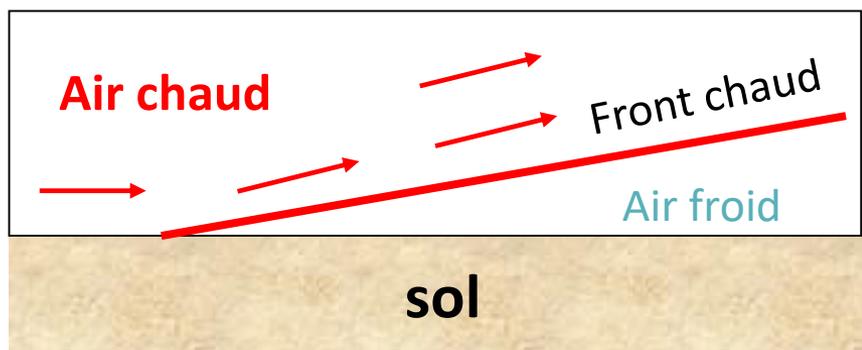
### Front froid

Précipitations plus brèves,  
moins étendues et plus intenses



### Front chaud

Séquences pluviométriques  
plus longues et couvrant  
des zones plus vastes



### **Mécanisme des précipitations**

Un nuage est nécessaire pour engendrer de la pluie ou de la neige. Mais, tous les nuages ne fournissent pas nécessairement des précipitations liquides ou solides.

**La question est donc de savoir :**

Comment un nuage peut rester stable pendant un temps plus ou moins long ?

Pour quelle cause, subitement, il se résout en pluie?

Comment, en cas de pluie prolongée, il peut subsister (il fournit, à la longue, plus d'eau qu'il n'en contenait initialement)?

## CHAPITRE 3 - LES PRECIPITATIONS

### La stabilité du nuage

Le nuage est formé de :

- une infinité de gouttelettes d'eau, en suspension, pleines de liquide, extrêmement fines (diamètre jusqu'à 4 millièmes de millimètre).
- Les gouttelettes sont retenues par la résistance de l'air .
- L'air les maintient en place et peut les entraîner plus haut.
- Les gouttelettes sont chargées d'électricité de même signe, elles se repoussent mutuellement.
- Elles forment un système stable en suspension dans l'air.
- Les nuages peuvent se déplacer, sans donner de pluie, s'il n'y a aucune cause qui viendra rompre l'équilibre établi et provoquer le phénomène de la coalescence.

## CHAPITRE 3 - LES PRECIPITATIONS

### Comment la rupture d'équilibre peut se produire ?

- Les gouttelettes d'eau de la partie supérieure des nuages sont à moins de  $0^{\circ}\text{C}$ , c'est à dire en surfusion, avec présence, de cristaux de glace.
- Or, les tensions maximales de vapeur de la glace et de l'eau en surfusion sont différentes.
- 
- Il en résulte que si de la glace est placée dans le voisinage d'eau en surfusion, cette dernière s'évapore et vient se fixer sur la glace où elle se congèle.
- Donc, les gouttelettes d'eau surfondue se vaporisent au bénéfice des cristaux de glace qui se trouvent en suspension dans le nuage.
- Chaque cristal devenant lourd, descend et se nourrit aux dépens des gouttes d'eau rencontrées plus bas qui se vaporisent.
- Aussi les mouvements ascendants de l'air, en freinant la chute, permettent au cristal de se nourrir plus longtemps.
- Puis, viendra un moment où il passera en dessous de l'isotherme zéro : il se mettra à fondre et à devenir une goutte d'eau de pluie.

## **Reconstitution des nuages:**

- Les courants ascendants de l'atmosphère, chargés de vapeur d'eau invisible, ravitaillent les nuages par le dessous.
- La vapeur d'eau se condense en fines gouttelettes, au fur et à mesure de son arrivée dans le nuage.
- Ces gouttelettes entraînées vers le sommet du nuage sont refroidies au point de passer les unes à l'état de cristaux de glace, les autres à l'état de surfusion.
- Là, le processus de la pluie recommence.

## Autre possibilité de formation de pluie :« captation »

Dans les tropiques, la pluie est formée par **captation (ou balayage)**

- On admet qu'il existe à l'intérieur du nuage près de la base des gouttelettes plus grosses que la majorité des gouttelettes nuageuses.
- Les grosses gouttelettes, lorsqu'elles sont entraînées dans le nuage par les mouvements ascendants grossissent par captation de gouttelettes nuageuses jusqu'à ce qu'elles soient suffisamment grosses pour que leur vitesse de chute soit supérieure à celle des courants ascendants.
- Elles tombent alors dans le nuage où elles continuent à grossir par captation de gouttelettes nuageuses.

# Mesure des précipitations

## Quantités à mesurer

- La précipitation météorique  $P$ , en un point déterminé pendant une durée de temps égale à  $T$ , est le poids d'eau météorique liquide ou solide tombée par  $m^2$
- de surface plane horizontale placée au point considéré.
- Pour déterminer  $P$  on recueille l'eau de pluie dans un récipient appelé pluviomètre,
- Pour la neige, elle est recueillie sur une table horizontale, appelée nivomètre, de  $1 m^2$  de surface plane.
- La précipitation  $P$  est exprimée par une hauteur évaluée en mm ( $1 \text{ mm} \times 1 m^2 = 1 \text{ litre}$ ).

$P$  est appelée hauteur de pluie ou indice de pluviométrie.

# Instruments de mesure

le **pluviomètre** , appelé aussi **hyétomètre** ou **hyétoscope**.

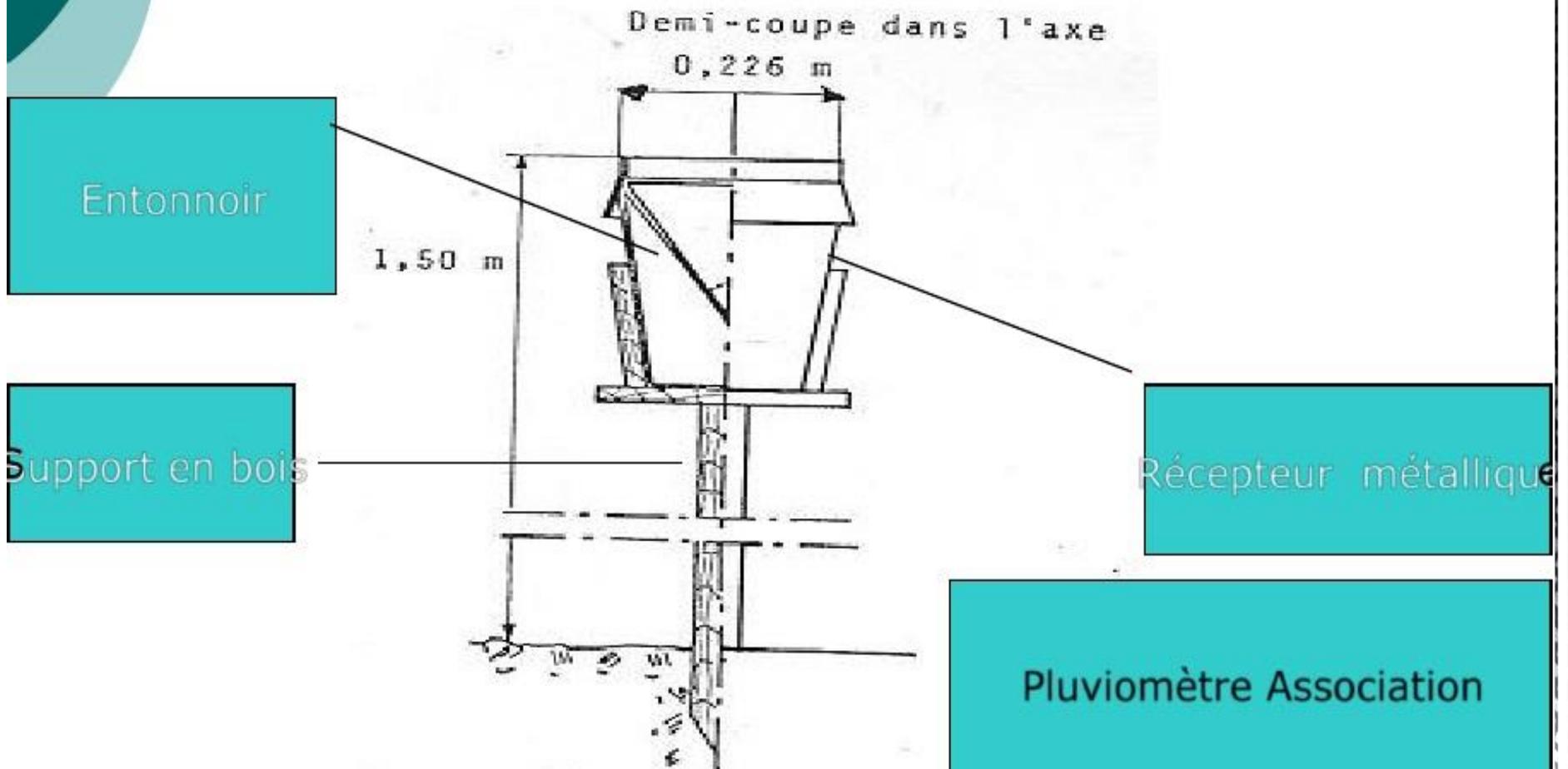
Il comporte un récepteur métallique de forme tronconique.

Son ouverture circulaire, disposée horizontalement à un diamètre variable suivant le type de pluviomètre utilisé.

- surface réceptrice de 200 à 500 cm<sup>2</sup> (le plus souvent 400 cm<sup>2</sup>)



# CHAPITRE 3 - LES PRECIPITATIONS



# Pluviographes

### « Pluviographes à siphon »

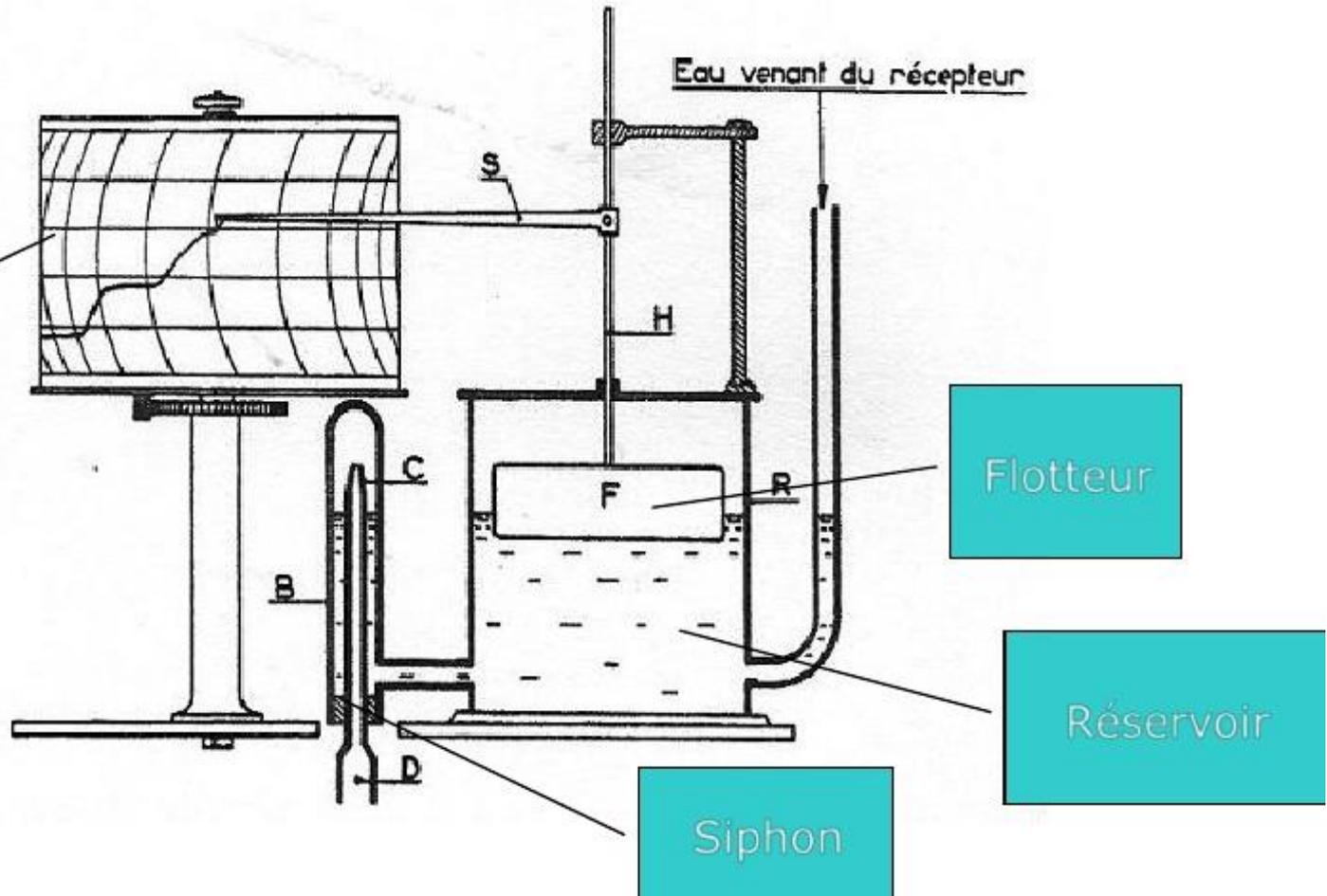
La surface réceptrice d'un pluviographe (400 cm<sup>2</sup>) est constituée par un « entonnoir » bordé d'une bague à bord tranchant identique à celui du pluviomètre « Association ».

L'eau recueillie s'écoule par une tuyauterie en cuivre dans un réservoir cylindrique contenant un flotteur surmonté d'une tige verticale guidée, à laquelle est relié le stylet inscripteur.

Lorsque l'eau a atteint dans le réservoir un certain niveau maximum, un siphon s'amorce et vide le réservoir entraînant flotteur et stylet; puis le cycle recommence (Pluviographe à siphon).

# CHAPITRE 3 - LES PRECIPITATIONS

## « Pluviographes à siphon »



Tambour

Flotteur

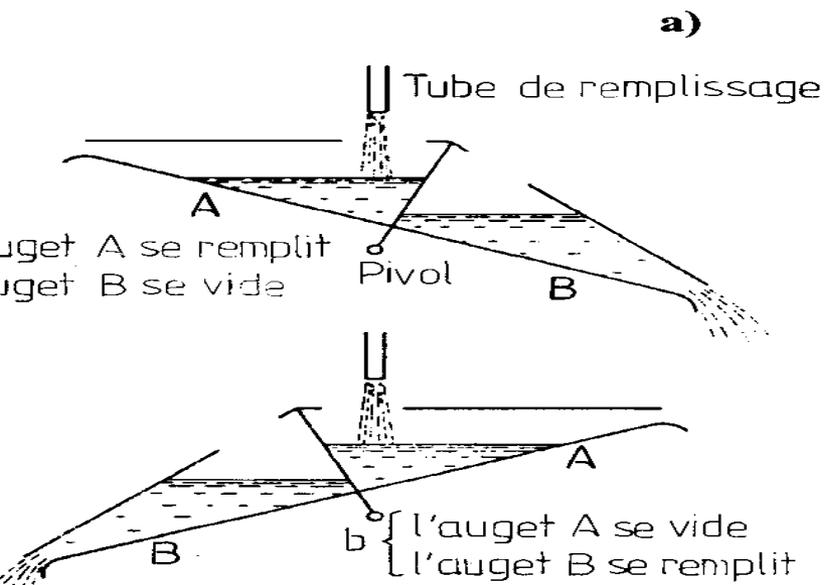
Réservoir

Siphon

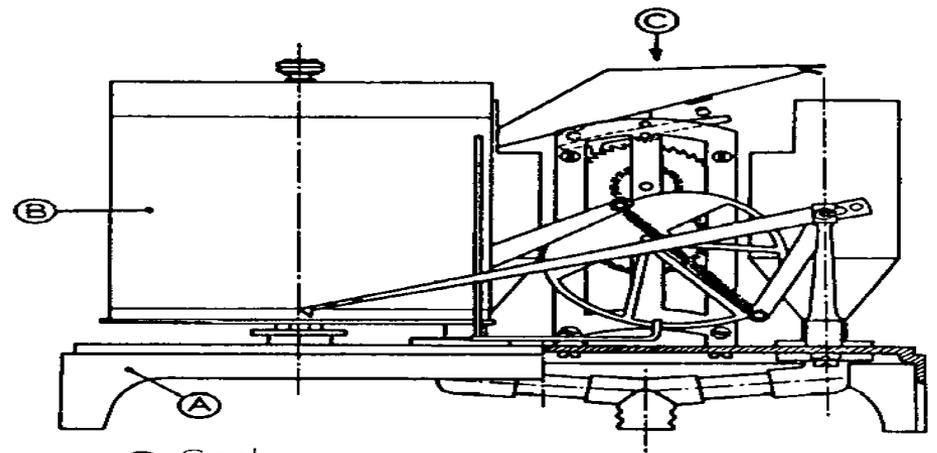
## « Pluviographes à auget basculeur »

- Le principe de fonctionnement est que l'eau recueillie à l'intérieur d'une bague pluviométrique se déverse dans un auget à bascule.
- Celui-ci est conçu de façon à basculer brusquement lorsqu'il contient une certaine quantité d'eau (20g).
- Il se met ainsi en position de vidange et un auget identique vient prendre sa place sous le déversoir pluviométrique.
- Lorsqu'il contient 20g d'eau, il bascule à son tour et le premier auget, vide, vient prendre la position qu'il occupait précédemment.
- A cet effet, les deux augets symétriques sont assemblés et montés sur pivot commun.
- Chaque basculement dans un sens ou dans l'autre, fait avancer d'une dent, une roue.
- Un mécanisme à engrenages, came et leviers transmet le mouvement à un stylet inscripteur se déplaçant devant un cylindre à axe vertical effectuant une rotation complète soit en une semaine, soit en un jour.



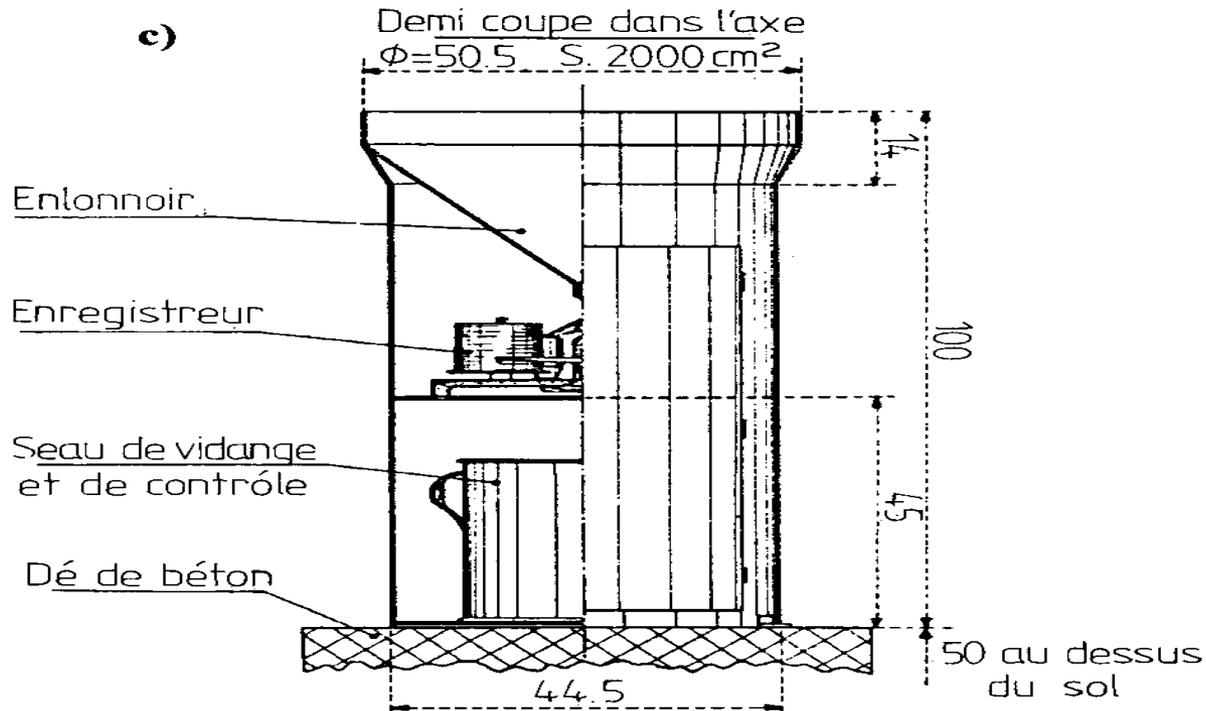


**SCHEMA DE PRINCIPE**

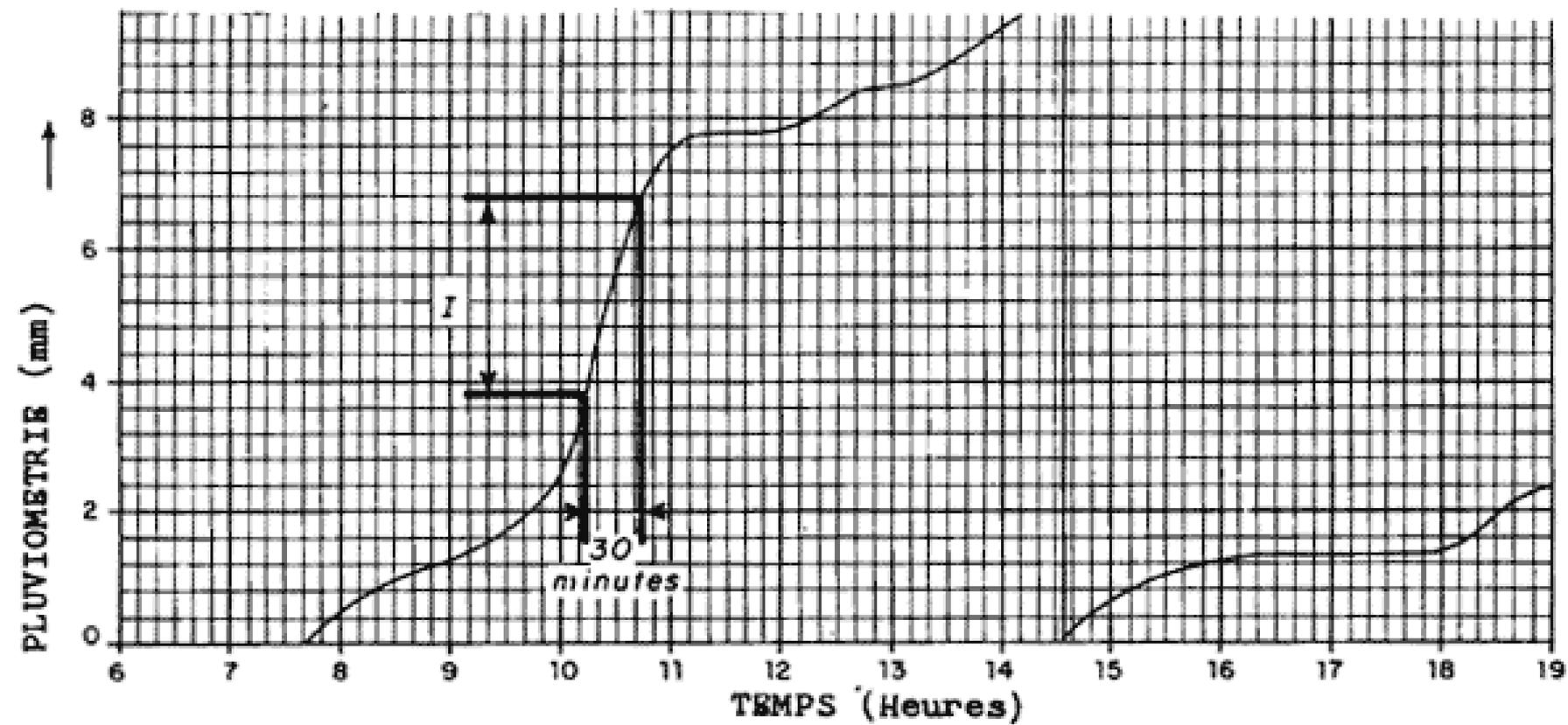


- (A) Socle
- (B) Cylindre enregistreur
- (C) Mechanisme pluviométrique à augets

**ENREGISTREUR DU PLUVIOGRAPHE  
TYPE R 208**







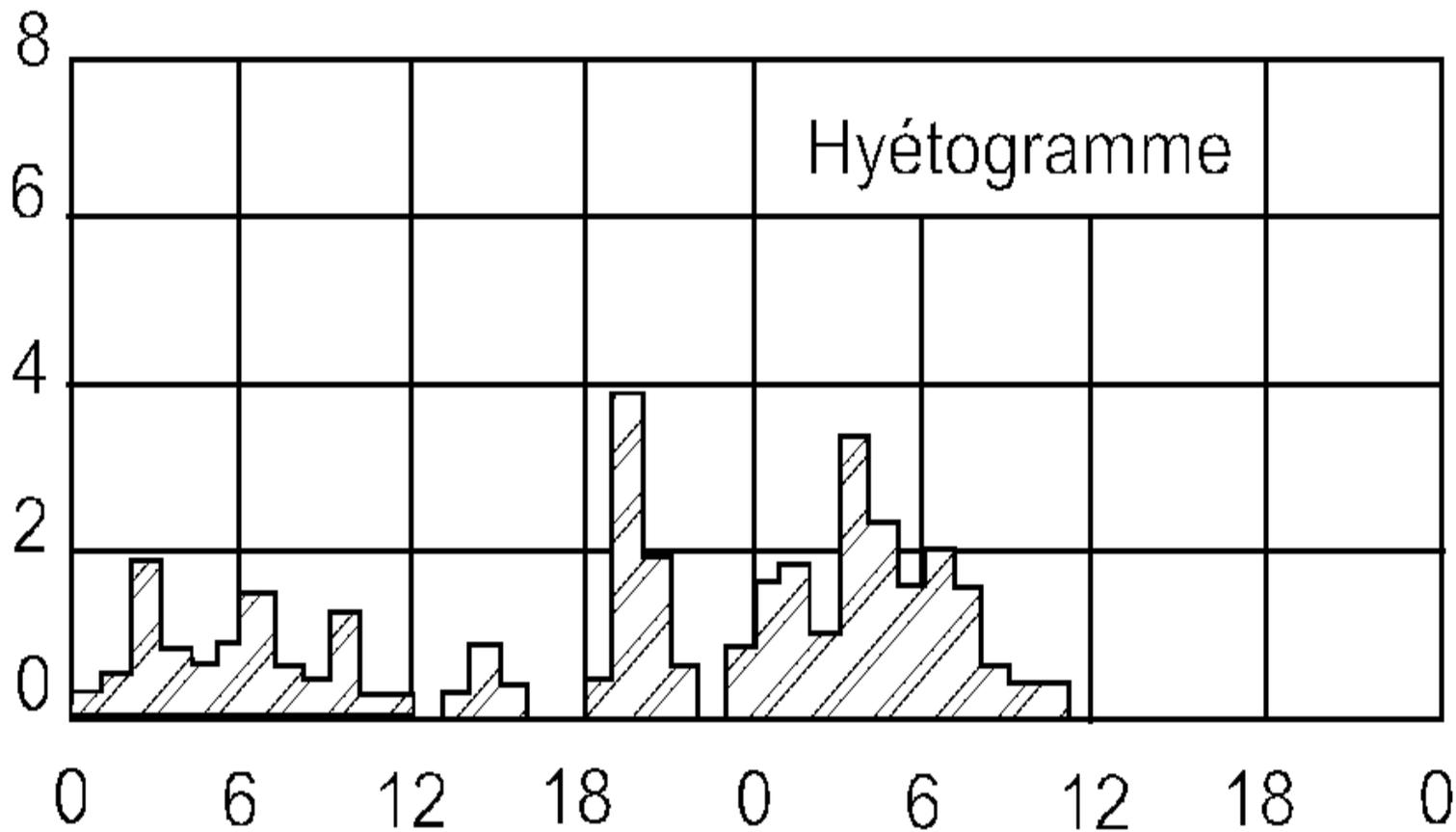
— PLUVIOMETRE A AUGETS BA

POSTE : G Terrain expérimental d'ALRANCE

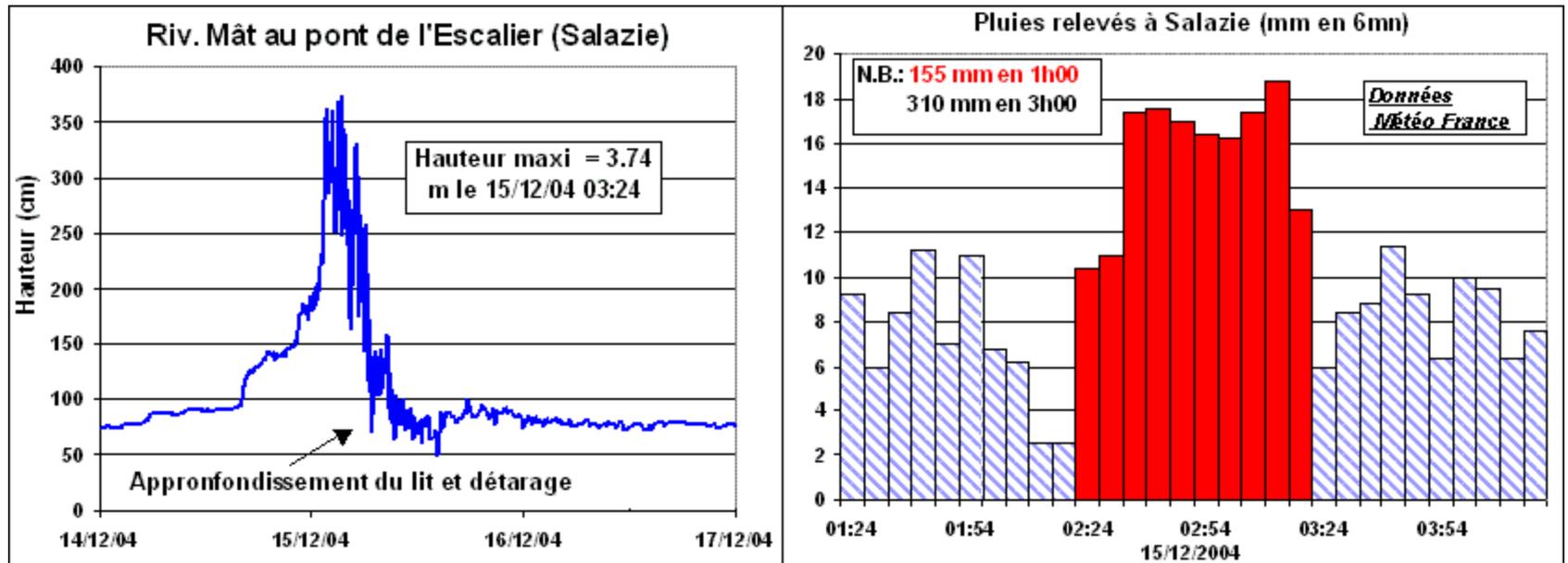
9h 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24



Pluie horaire  
en mm



# Réponse d'un cours d'eau à une averse





# **Calcul de la lame d'eau tombée équivalente Pmm sur un bassin versant**



## CALCUL DE LA PLUIE MOYENNE

---

La pluie  $P(x, y)$  est observée sur  $n$  postes, on veut calculer la valeur moyenne  $\bar{P}$  sur le bassin versant.

$$\bar{P} = \frac{1}{S} \iint P(x, y) dx dy$$

- Méthode de Thiessen
- Méthode des Isohyètes

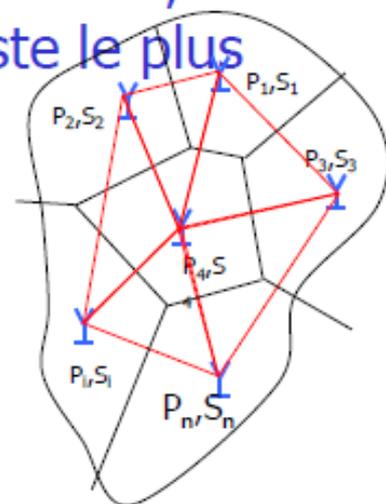
# METHODE DE THIESSEN

## Principe :

On suppose que la fonction  $P(x,y)$  varie discrètement et on admet que pour une surface élémentaire donnée,  $P(x,y)$  est égale à la valeur enregistrée au poste le plus proche.

$$\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i S_i}{\sum_{i=1}^n S_i} = \sum_{i=1}^n \alpha_i P_i$$

$$\alpha_i = \frac{S_i}{S}$$



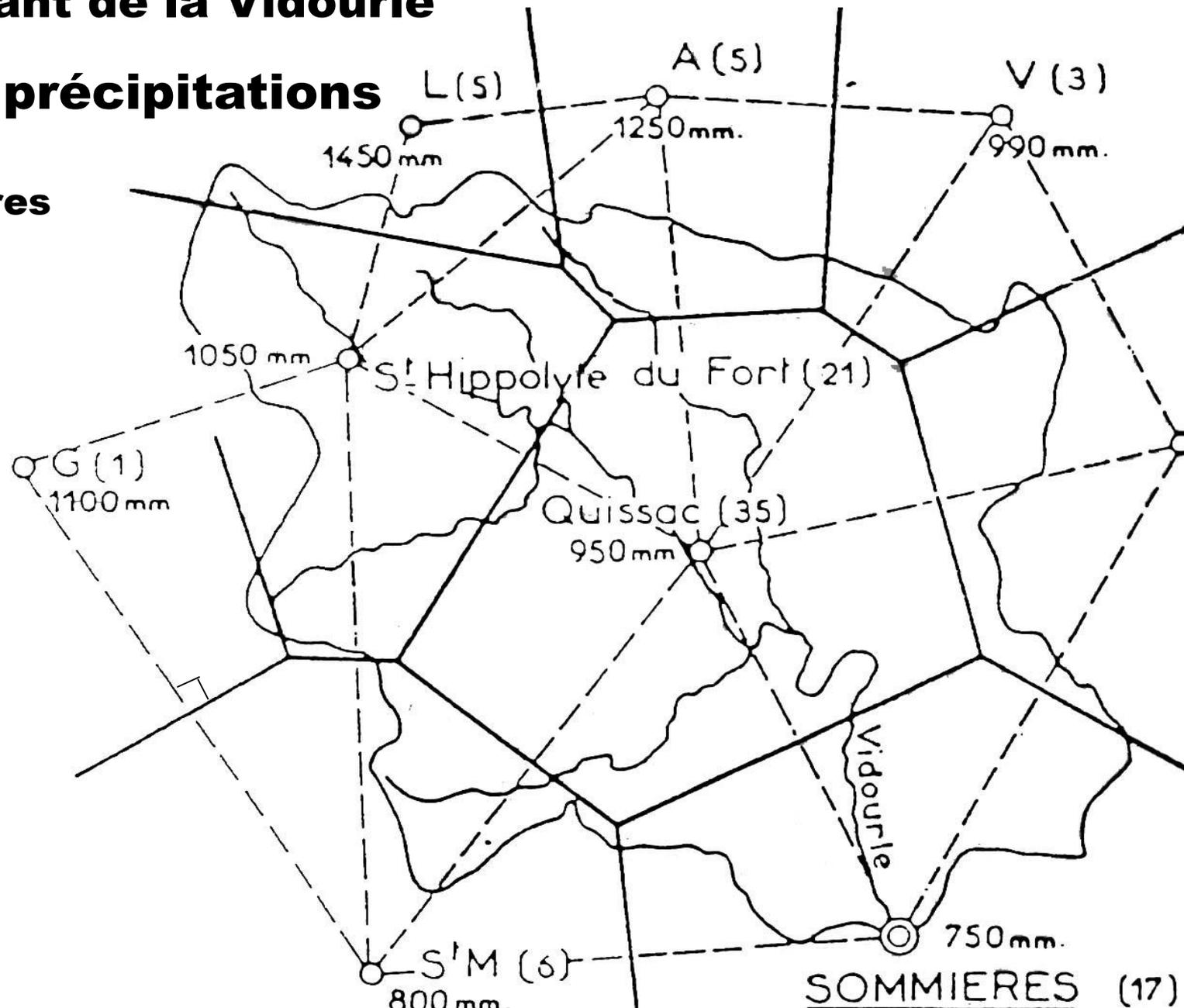
$\alpha_i$  sont appelés coefficients de THIESSEN, ils dépendent de la répartition spatiale des pluviomètres par rapport au bassin versant

# Bassin versant de la Vidourle

## Calcul des précipitations

9 pluviomètres

P en mm



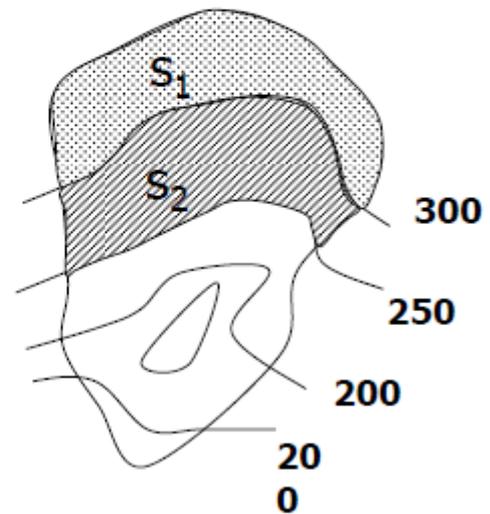
## Méthode de Thiessen

(Station de jaugeage)

# MÉTHODE DES ISOHYÈTES

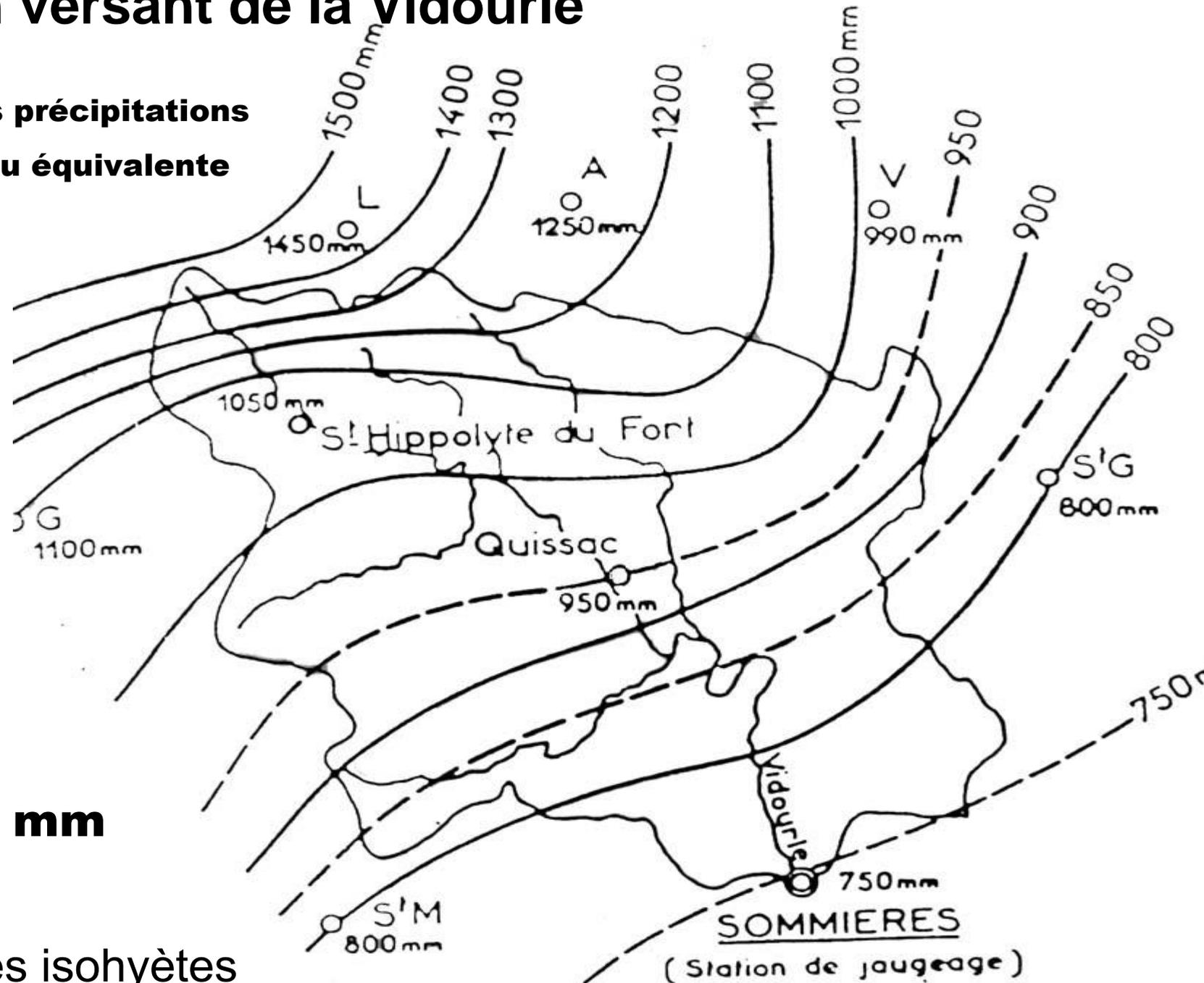
Cette méthode suppose que la pluie est connue en tout point de l'espace, c'est-à-dire, qu'une interpolation a été faite au préalable.

$$\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{P}_i S_i}{\sum_{i=1}^n S_i}$$



# Bassin versant de la Vidourle

Calcul des précipitations  
lame d'eau équivalente



**P en mm**

Carte des isohyètes