

## Exercice n° HG 0302 - Corrigé

### Estimation à l'aide de MapInfo de la pluviométrie moyenne inter-annuelle selon différentes méthodes – Application au bassin versant de la Broye à Payerne (VD, Suisse)

#### Données de l'exercice

L'exercice porte sur le bassin versant de la Broye à Payerne. On dispose de fichiers MapInfo regroupés dans le dossier « HG0301\_MapInfo ». Il s'agit des trois fichiers suivants :

- HG0302\_Bassin.TAB : limite du bassin versant de la Broye
- HG0302\_Pluie.TAB : données pluviométriques moyennes inter-annuelles pour 17 stations de MétéoSuisse "proches" du bassin versant de la Broye. Ces données sont également disponibles dans un fichier Excel « HG0302\_enonce.xls ».
- HG0302\_Reseau.TAB : Réseau hydrométrique de la Broye.

Les différents fichiers de corrigé sont aussi disponibles dans le dossier « HG0301\_MapInfo\_corr ».

#### Question 1a. Estimation de la lame précipitée (Moyenne arithmétique)

La méthode la plus simple pour calculer la moyenne des pluies à partir de l'ensemble des mesures ponctuelles obtenues à plusieurs stations pluviométriques sur le bassin ou à proximité consiste à calculer la moyenne arithmétique des valeurs obtenues aux stations étudiées. Ici, on obtient :

$$P_{moy} = 1192 \text{ mm}$$

#### Question 1b. Estimation de la lame précipitée (polygones de Thiessen)

##### ☉ Méthode à appliquer : Méthode des polygones de Thiessen

La méthode du polygone de Thiessen 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.

Les différentes zones d'influence sont déterminées par découpage géométrique du bassin sur une carte topographique. Les stations disponibles étant reportées sur une carte géographique, on trace une série de segments de droites reliant les stations adjacentes. On élève des perpendiculaires au centre de chacune des droites (médiatrices) ; les intersections de ces perpendiculaires déterminent des polygones. Dans chaque polygone, la hauteur de précipitation choisie est celle relevée à la station située à l'intérieur de celui-ci. Les côtés des polygones et/ou la ligne de partage des eaux représentent les limites de l'aire (et du poids) accordée à chaque station. L'aire de chaque polygone  $A_i$  est déterminée par planimétrie ou numériquement.

La précipitation moyenne pondérée  $P_{moy}$  pour le bassin, se calcule alors en effectuant la somme des précipitations  $P_i$  de chaque station, multipliées par leur facteur de pondération (aire  $A_i$ ), le tout divisé par la surface totale  $A$  du bassin. La précipitation moyenne sur le bassin s'écrit :

$$P_{moy} = \frac{\sum A_i \cdot P_i}{A} \quad (1) \text{ Avec :}$$

$P_{moy}$  : précipitation moyenne sur le bassin,  
 $A$  : aire totale du bassin ( $=\sum A_i$ ),  
 $P_i$  : précipitation enregistrée à la station  $i$ ,  
 $A_i$  : superficie du polygone associée à la station  $i$ .

⊙ Démarche et résultats :

Ouvrir les deux fichiers suivants : HG0302\_Pluie.TAB , HG0302\_Bassin.TAB

**Etape 1. Construction des polygones de Thiessen.** Utilisation de « Vertical Mapper » et de la fonction « Natural Neighbours Analysis – Voronoï »

**1. Construction des polygones de Thiessen à l'aide de Vertical Mapper**

Menu / Vertical Mapper

↳Natural Neighbours Analysis – Voronoï (sélectionner « HG0301\_Pluie.TAB”)

Création du fichier « HG0301\_Pluie\_voronoi.TAB »

**Etape 2. Calcul des surfaces des polygones comprises dans le bassin versant.** Utilisation de « Query », « SQL Query » et « Update Column ».

**2. Calcul des surfaces des polygones comprises dans le bassin versant.**

Dans l'espace de travail (HG0301\_Pluie.TAB, HG0301\_Bassin.TAB)

Menu / Map

↳Layer Control

↳Add « HG0301\_Pluie\_voronoi.TAB »

Menu / Query

↳Select...

↳Sélectionner « HG0301\_Pluie\_voronoi.TAB »

Menu / Map

↳Layer Control

↳Rendre éditable dans l'espace de travail « HG0301\_Pluie\_voronoi.TAB »

Menu / Object

↳Set Target

Sélectionner manuellement le bassin. (NB: dans l'espace de travail, il faut changer l'ordre des couches pour pouvoir sélectionner le bassin).

Menu / Object

↳Split

Menu / Query

↳SQL Query (Condition: HG0301\_Pluie\_voronoi.Obj within HG0302\_Bassin.Obj)

Menu / File

↳Save Copy as... « ThiessenBV.tab”

Menu / File

↳Open Table... « ThiessenBV.tab”

Menu / Table

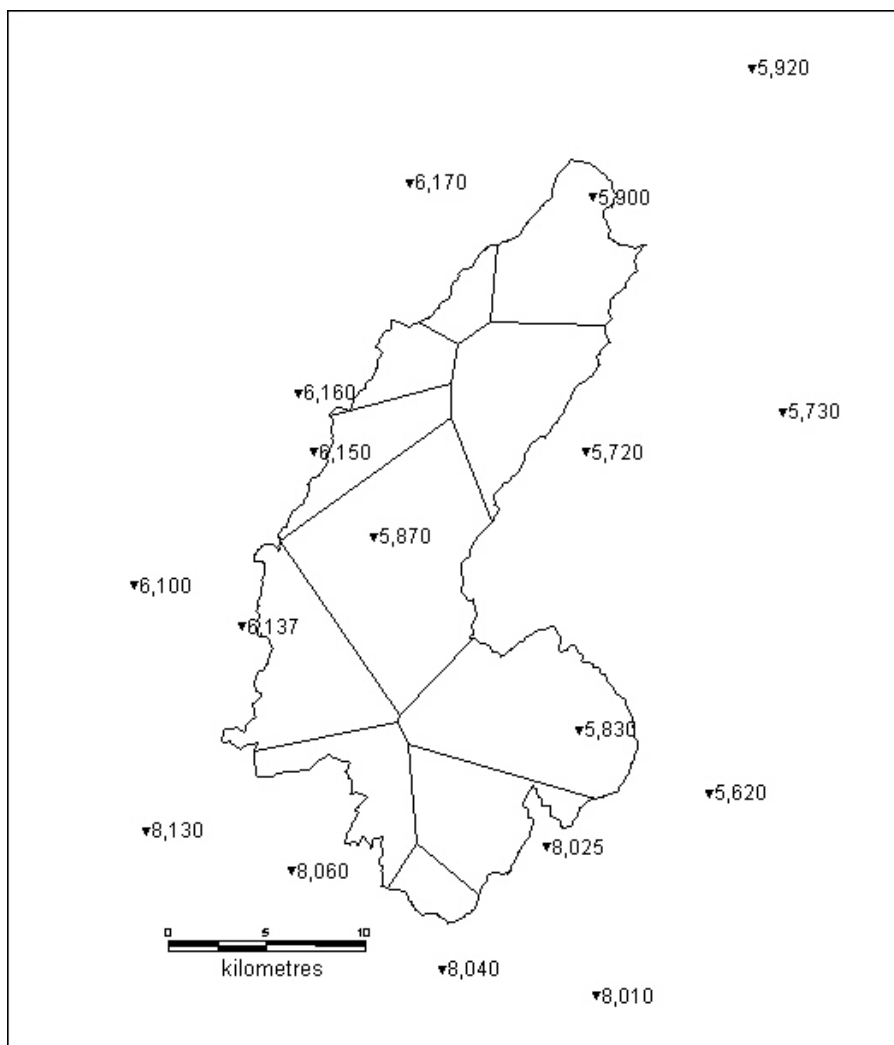
↳Maintenance

↳Table Structure (sélectionner « ThiessenBV.tab », ajouter une colonne « Area»)

Menu / Table

↳Update Column...(sélectionner « ThiessenBV.tab », colonne Area, Value : Area(obj, “sq m”)/1 000 000

Save !



**Etape 3. Exporter les données pour Excel.** Utilisation de « Export » pour exporter la table au format \*.txt

**Etape 4.** Calcul de la pluie moyenne à partir de l'équation (1) ci-dessus :

On obtient, pour l'ensemble du bassin de la Broye :  $P_{moy} = 1234$  mm

Station ID	Surface BV comprise dans polygone [km <sup>2</sup> ]	Pluie station [mm]	Ai. Pi
5720	45.1	1128	50829
8040	9.7	1228	11904
5870	86.0	1102	94768
6170	9.7	1014	9809
8060	26.7	1266	33740
5830	67.4	1511	101874
5900	41.1	900	36953
6150	22.6	1061	23996
6137	45.5	1343	61040
6160	14.2	1005	14280
8025	35.1	1656	58047

## Question 1c. Estimation de la lame précipitée (isohyètes)

### ☉ Méthode à appliquer : Méthode des isohyètes

Une méthode rigoureuse pour calculer la moyenne des pluies à partir de l'ensemble des mesures ponctuelles obtenues à plusieurs stations pluviométriques sur le bassin ou à proximité est fondée sur l'utilisation des isohyètes.

Les isohyètes sont des lignes de même pluviosité (isovaleurs de pluies annuelles, mensuelles, journalières, etc.). Grâce aux valeurs pluviométriques acquises aux stations du bassin et aux autres stations avoisinantes, on peut tracer le réseau d'isohyètes comme on le ferait pour celui des courbes de niveau. Il doit être dessiné avec le maximum de vraisemblance compte tenu de la région, du réseau, de la qualité de la mesure, etc.

Lorsque les courbes isohyètes sont tracées, la pluie moyenne peut être calculée de la manière suivante :

$$P_{\text{moy}} = \frac{\sum_{i=1}^K A_i \cdot P_i}{A} \quad (2) \quad \text{Où}$$

$P_{\text{moy}}$  : précipitation moyenne sur le bassin,  
 $A$  : surface totale du bassin  
 $A_i$  : surface entre deux isohyètes  $i$  et  $i+1$ ,  
 $K$  : nombre total d'isohyètes,  
 $P_i$  : moyenne des hauteurs  $h$  de précipitations entre deux isohyètes  $i$  et  $i+1$ .

### ☉ Démarche et résultats :

Ouvrir les deux fichiers suivants : HG0302\_Pluie.TAB , HG0302\_Bassin.TAB

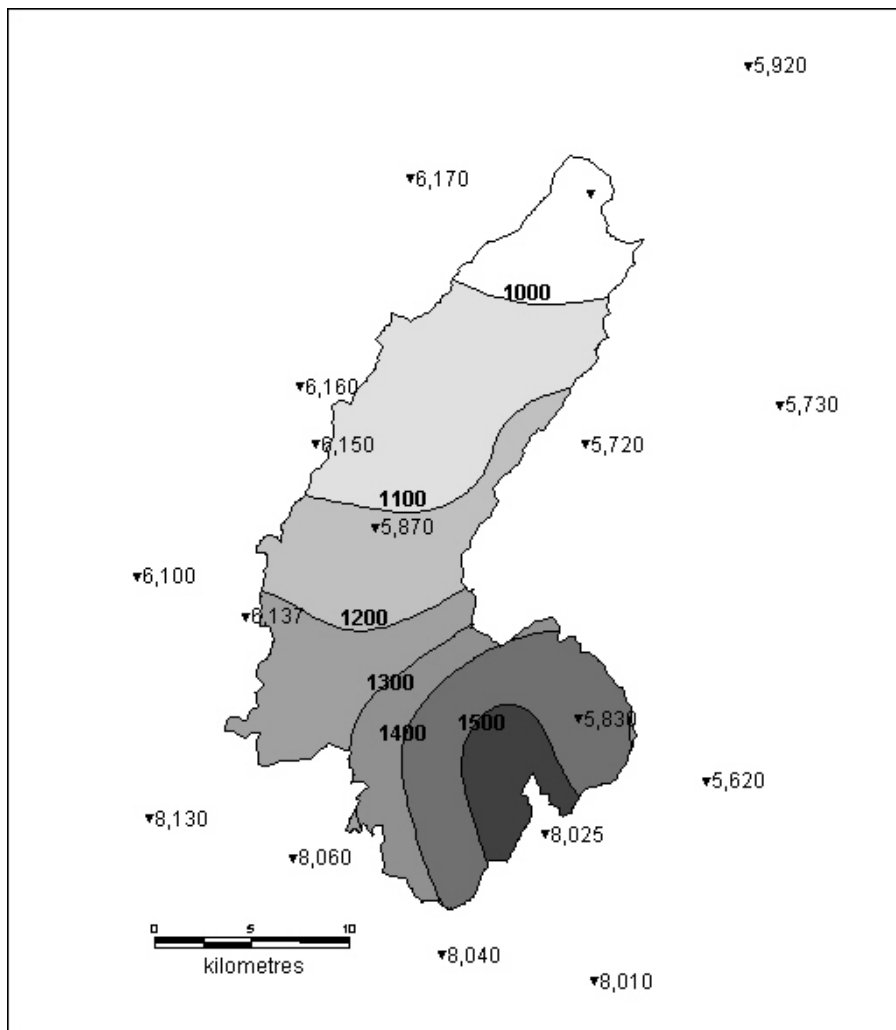
**Etape 1. Le tracé des isohyètes.** Utilisation de « Vertical Mapper » et de la fonction « Create Grid», puis du « Grid Manager ».

1. Tracé de la grille et des isohyètes	
Menu / Vertical Mapper	↳ Create Grid
	↳ Interpolation (choisir « Inverse Distance Weighting », la colonne pluie et préciser l'unité)
	Création du fichier « PluieGrid »
Menu / Vertical Mapper	↳ Show Grid Manager (choisir « Contour », Intervalle de 100mm)
	Création du fichier « PluieGrid_Contour »

### Etape 2. Calcul des surfaces comprises entre les isohyètes.

2. Calcul des surfaces entre isohyètes comprises dans le bassin versant	
Dans l'espace de travail (HG0301_Pluie.TAB, HG0301_Bassin.TAB)	
Menu / Map	↳ Layer Control
	↳ Add « PluieGrid_contour.tab »
Menu / Query	↳ Select...
	↳ Sélectionner « PluieGrid_contour.tab »
Menu / Map	↳ Layer Control
	↳ Rendre éditable dans l'espace de travail « PluieGrid_contour.tab »
Menu / Object	↳ Set Target
Sélectionner manuellement le bassin	

Menu / Object	↳Split
Menu / Query	↳SQL Query (Condition: PluieGrid_Contour.Obj within HG0302_Bassin.Obj)
Menu / File	↳Save Copy as... « IsohyetesBV.tab»
Menu / File	↳Open Table... « IsohyetesBV.tab» NB: Dans l'espace de travail, au besoin changer ordre des couches pour visualiser les surfaces comprises entre deux isohyètes.
Menu / Table	↳Maintenance ↳Table Structure (sélectionner « IsohyetesBV.tab » et ajouter une colonne « Area »)
Menu / Table	↳Update Column.....(sélectionner « IsohyetesBV.tab », colonne Area, Value : Area(obj, "sq m")/ 1 000 000
Save !	



**Etape 3. Exporter les données pour Excel.** Utilisation de « Export » pour exporter la table au format \*.txt

**Etape 4.** Calcul de la pluie moyenne à partir de l'équation (2) ci-dessus. La pluie moyenne inter-isohyètes  $P_i$  correspond simplement à la moyenne des deux valeurs d'isohyètes.

On obtient, pour l'ensemble du bassin de la Broye :  $P_{\text{moy}} = 1220$  mm

Inter-isohyètes		Surface BV comprise entre deux isohyètes	Pluie moyenne entre deux isohyètes	Ai. Pi
inf.	sup.	[km <sup>2</sup> ]	[mm]	
909	1000	39.5	955	37698.09
1000	1100	103.6	1050	108771.6
1100	1200	67.8	1150	77914
1200	1300	54.0	1250	67485.25
1300	1400	35.1	1350	47348.96
1400	1500	74.5	1450	108033.1
1500	1600	28.5	1550	44148.96

### Question 2. Comparaison des résultats

Les résultats obtenus ne sont pas très différents. Toutefois, il faut retenir que pour ce bassin dont le relief n'est pas homogène et les stations mal réparties dans l'espace, la méthode de la moyenne arithmétique des valeurs obtenues aux stations étudiées n'est pas recommandée. Il faut lui préférer les deux autres méthodes graphiques (tracé d'isohyètes) ou statistiques qui permettent de donner un poids différent à chacun des points de mesures (moyennes pondérées).

### Question 3. Représentativités des estimations

Il est important de remarquer que les périodes de mesures sont très variables d'une station à une autre. Pour calculer une moyenne représentative d'une période donnée, il serait nécessaire de prendre en compte une période pour laquelle les données sont complètes quelle que soit la station. Ce qui n'a pas été le cas précédemment !