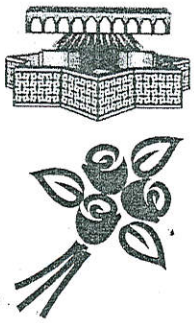
UNIVERSITE SIDI MOHAMMED BEN ABDILLAH
FACULTÉ DES LETTRES
DHAR EL MAHRAZ - FES

جامعة سيدي محمد بن عبد الله
كلية الآداب والعلوم الإنسانية
ظهر المهراز فاس

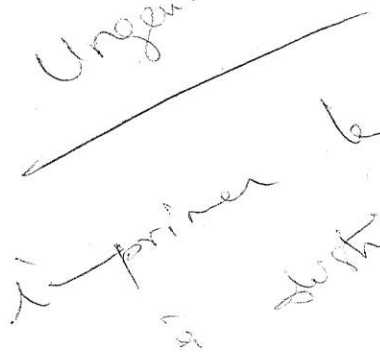


ذة. سعاد طنوش بناني

شعبة الجغرافيا
الفصل الرابع -
وحدة الهيدرولوجيا

الأحواض النهرية مجالات حيوية تشكل العمود الفقري لغالبية الدول والمغرب أيضا فهي مصدر مياهه وأغلب غاباته؛
والحالة لهذه الأحواض تمسها وحدها بل تنعكس على أراضي البيئية
المجاورة الساقطة من سهول ومنخفضات ومدن إلخ.
تغطي ١١ مليون هكتار من الأراضي مهددة بالتعرية و3 ملايين هكتار تتطلب تهيئة عاجلة:

- فثلث المساحات الغابوية المغربية يوجد ضمن الأحواض النهرية
- ساكنتها تبلغ حوالي 37 نسبة في
- المساحة الزراعية النافعة فيها تتعدى 17٪
- وهناك مشكلة التوحل المتسارع لحقينات السدود بسبب انجراف التربة)
- كما أن وضعية الهدر البيئي بالأحواض النهرية ليست أمرا حديثا.



UNIVERSITE SIDI MOHAMMED BEN ABDILLAH
FACULTÉ DES LETTRES
DHAR EL MAHRAZ - FES

جامعة سيدي محمد بن عبد الله
كلية الآداب والعلوم الإنسانية
ظهر المهراز فاس

الأحواض التصريفية الفارية

أحواض الصرف / التصريف

يعد الحوض أنه هو المجال الجغرافي الذي يخترقه عنصر هيدروغرافي رئيسي و روافده التي تصب فيه ، أي المكان الذي تتجمع فيه المياه و تزود الشبكة ~~المائية~~ النهرية بالماء . والفرق بين حوض الصرف و الحوض النهري هو أن

الأول: يمثل المجال الذي تتدفق فيه المياه الأمطار

أما الثاني : فهو المساحة الكلية التي تصرف فيها المياه الجارية مشكلة مجرى رئيس وروافد.

و ~~تعرف أيضا~~ يعرف أيضا بالحوض النهري . المجال الجغرافي الذي يخترقه عنصر هيدروغرافي رئيسي و روافده ، أي كل منطقة تتجمع فيها المياه ، وعليه فإنه يجب معرفة طبيعة التصريف النهري ونظامه و علاقته مع المكونات الجغرافية التي يتواجد بها الحوض وان كمية المياه المتصرفة عبر النهر تعكس الحقيقة الجغرافية للمجال . فبعد وصول مياه الأمطار إلى سطح الأرض تتدخل العوامل البيولوجية و الطبوغرافية في تحديد نظام الجريان السطحي و حجم كميات المياه المتسربة إلى باطن الأرض .

فمجموع الخاصيات الهيدرولوجية لأي حوض نهري قاري لا يمكن فصله عن تنظيمه الجغرافي الداخلي باعتبار الحوض وحدة جغرافية (وظيفية) فهو يعبر عن تفاعل المعطيات الجغرافية وخاصة الجيولوجية و الطبوغرافية والمناخية والنباتية والحيوانية (تداخل ~~الشركة~~ الإنسان) .

Université Sidi Mohammed ben Abdellah
Faculté des Lettres et des Sciences Humaines
Dhar Al Mahraz – Fès –

جامعة سيدي محمد بن عبد الله
كلية الآداب والعلوم الإنسانية
ظهر المهراز - فاس

le bassin versant

يعتبر حوض التصريف الوحدة الجغرافية المعتمدة في تحليل الدورة المائية و تأثيرها.

~~ويمكن اعتبار حوض التصريف~~

فحوض التصريف، الذي يمكن اعتباره كنظام، هو مساحة أساسية "مائيا" مغلقة، بمعنى أن كل نقطة داخلها أي تدفقها هو الخارج (أي ما خارج الحوض) وأن كل فائض في التساقطات إما يتبخر أو يجري في اتجاه المنفذ l'exutoire. بعد المنفذ النقطة التي انطلقنا منها يمكننا رسم نقطة انطلاق و وصول خط توزيع المياه أو خط الذرى la ligne de partage des eaux : la ligne de crête الذي يحدده والتي تشكل بدورها حدود الحوض التصريف المعدورها. نتكلم عن حوض تصريف طبوغرافي. لكن التحديد الطبوغرافي لحوض تصريف ليس كافيا. لأن لما أتربة نافذة تغطي قاعدة صخرية غير نافذة، فتقسيم المياه حسب الطبوغرافيا لا يتطابق دائما مع خط التوزيع الحقيقي للمياه الجوفية أو الحت-سطحية. حوض التصريف يكون مختلفا عن حوض التصريف الطبوغرافي: نتكلم آنذاك عن حوض التصريف الحقيقي le BV. réel

نتدلل → la fig. 2.2

وهناك من يسميه بالهيدرولوجي

الاختلاف بين الحوض الحقيقي والحوض الطبوغرافي حد مهم خاصة في المجالات الكارستية.

إضافة إلى ذلك، بعين الاعتبار عند ما نود تحديد حوض التصرف، يجب أخذ الحواجز الاصطناعية كالطرقات، السكك الحديدية ... والتي غالبا ما تغير من اتجاهات التجاري، وأن نأخذ بإضافات أو تزويدات غير طبيعية (artificielle) مثل شبكة المياة العادمة، الضخ... الخ تحرفات المصطنعة والتي تؤثر في الدورة الهيدرولوجية.

← المنفذ : هو أدنى نقطة في الشبكة الهيدروغرافية والتي تقرعندها جميع التدفقات السطحية الآتية من الحوض.

← ~~الرسم~~ تحديد خط الذروة أو خط تقسيم المياه يتم على الخريطة الطبوغرافية وكلما كان مقياس الخريطة كبيرا أي من فئة 1/50000 أو 1/25000، كان ذلك أحسن وقد نستعين بالصور الجوية التي تزيد من دقة الرسم. ويبقى العمل الميداني لسير الحقيقة الميدانية بالاستعمال الخريطة الجيولوجية نظرا لما تحمدنا به من معلومات عن طبيعة الصخور والطبقات الجيولوجية.

Université Sidi Mohammed ben Abdellah
Faculté des Lettres et des Sciences Humaines
Dhar Al Mahraz – Fès –

جامعة سيدي محمد بن عبد الله
كلية الآداب والعلوم الإنسانية
ظهر المهراز - فاس

I- الخاصيات الفيزيائية وتأثيرها على تدفق المياه

تؤثر الحوض تصريف ~~تؤثر~~ بقوة على نظام التدفقات خلال الفيضانات وفي المياه المنخفضة أو البحيرات ويتأثر ~~وقت~~ مدة التركيز، والذي يهم ~~تؤثر~~ سرعة و شدة رد فعل حوض التصريف أمام التساقطات، ~~بعض~~ بمختلف الخاصيات المورفولوجية :

1- حجم الحوض أو مساحته
2- شكله
3- مدى ارتفاعه
4- انحداره
5- و توجهه.

لكل هذه العوامل، يمكننا إضافة :
- نوع التربة
- الغطاء النباتي
- و خاصيات الشبكة المائية.

كل هذه العناصر يمكن تقديرها، بكل سهولة، من خلال الخرائط أو بواسطة تقنيات رقمية أو نماذج عددية.

A. الخاصيات الهندسية

① المساحة و المحيط
② الشكل
③ التضاريس

Université Sidi Mohammed ben Abdellah
Faculté des Lettres et des Sciences Humaines
Dhar Al Mahraz – Fès –

جامعة سيدي محمد بن عبد الله
كلية الآداب والعلوم الإنسانية
ظهر المهراز - فاس

الخصائص الهندسية

① المساحة والمحيط l'aire et le périmètre

يقصد بالمساحة منطقة استقبال التساقطات والتي تمد المجاري المائية؛ وبه فالتدفقات ترتبط / تتصل جزئيا بها.
ويمكن تحديد مساحة حوض تصريف معين بتراكب جدول 1e grille على شكل خانات مرسومة على ورق شفاف، باستعمال
أو أحسن / الأفضل وهو استعمال تقنيات de planimètre
digitalisation الرقمنة.

ويعبر عنها بالكلم².

أما المحيط فهو خط حدود الحوض ويقاس بالكلم le curvimètre.

② الشكل

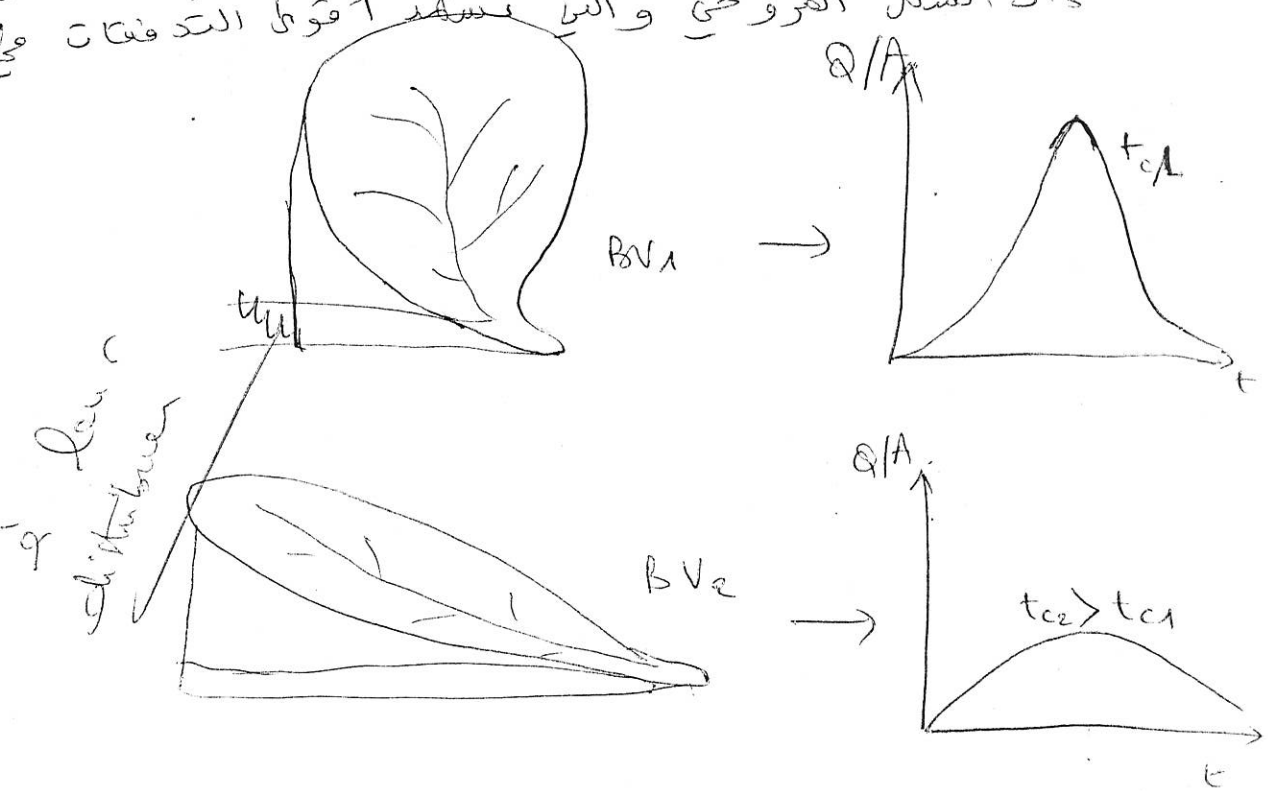
نظرا للظروف الجزائية التي تتحكم في حوض التصريف فإنه يتخذ شكلا معينا يؤثر بدوره على الجريان.

فالمجاري المائية تكون على شكل شجرة جذعها هو الواد الرئيسي وأغصانها الروافد. وتعرف
وانطلاقا من هندسة الشبكة المائية، يمكننا تصنيف الأحواض إلى 3 أصناف رئيسية
- نوع شجرة البلوط chêne (شكل دائري)
- " " الصفصاف (le cyprès) (شكل طولي)
- " " الصنوبر المظلي (le pin parasol) الذي يجمع بين الشكلين: الطولي والدائري

هندسة الشبكة المائية تؤثر كثيرا على سرعة تكون الأسطح (وهو أعلى قمة للحوض) فقمته تكون أسرع وأكبر في حوض شجرة البلوط والصنوبر المظلي منه في حوض الصفصاف.

ويؤثر شكل حوض التصريف في شكل الهيدروغرام في منفذ الحوض. فمثلا، شكل طويل يتيح، لنفس الكمية المستقطبة، تدفقات ضعيفة في وقت الذروة وذلك عالق بالوقت الذي يتطلبه وصول الماء إلى المنفذ ويتحمل هذه الظاهرة الطويل بمدة التركيز le temps de concentration.

في حين، نجد مدة تركيز أقل امتدادا في الأحواض ذات الشكل المروحي والتي تشهد أقوى التدفقات في الذروة



المؤشر الذي يستعمله الهيدرولوجيون لوصف شكل حوض تصريف هو مؤشر التماسك/الاكتناز Gravelius
L'indice de Compacité de Gravelius
وهو علاقة محيط الحوض بمحيط دائرة من نفس المساحة.
(même surface)

$$K_G = \frac{P}{2.\sqrt{\pi . A}} \simeq 0{,}28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

P: محيط الحوض (كلم)
A: مساحة الحوض (كلم²)

ويقاس هذا المؤشر انطلاقا من الخ.ط بمقياس المحيط والمساحة

فهو أقرب إلى 1 بالنسبة للأحواض الشبه دائرية وأكبر من 1 بالنسبة للأشكال

c- Le rectangle équivalent :

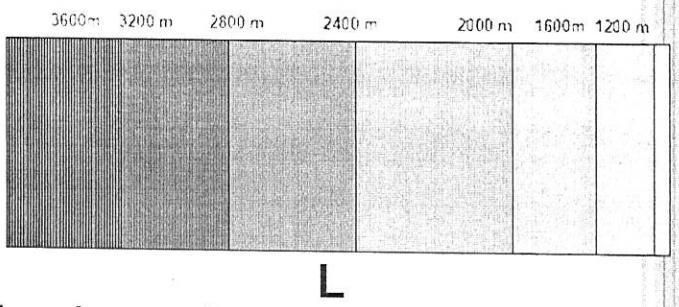
Défini pour comparer facilement les bassins entre eux.

On imagine que le bassin versant a une forme rectangulaire de longueur L et de largeur l ;

les courbes de niveau seront parallèles aux petits côtés

$$L = K_G \frac{\sqrt{A}}{1,12}\left(1+\sqrt{1-\left(\frac{1,12}{K_G}\right)^2}\right)$$

$$l = K_G \frac{\sqrt{A}}{1,12}\left(1-\sqrt{1-\left(\frac{1,12}{K_G}\right)^2}\right)$$



Le tracé des «droites» de niveau du rectangle découle directement de la répartition hypsométrique, c'est à dire des pourcentages cumulés des tranches d'altitude.

b- Le relief et la courbe hypsométrique :

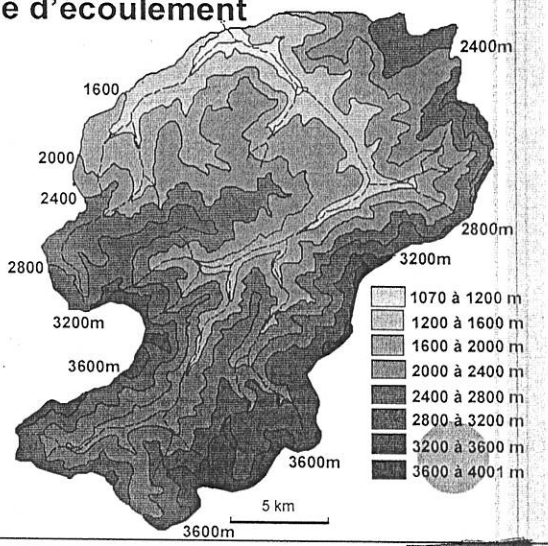
L'influence du relief est encore plus évidente sur les vitesses de ruissellement :

Une pente forte ⟶ Faible durée de concentration des eaux

⟶ Grande vitesse d'écoulement

Le relief est indiqué par la disposition et la valeur des courbes de niveau d'une carte topographique.

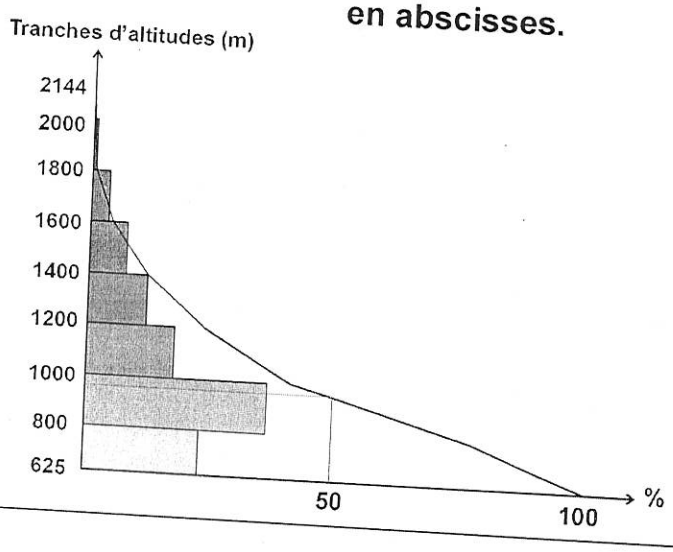
La carte qui différencie les différentes tranches d'altitude est appelée : carte hypsométrique. ⟶



Le relief peut être illustré par la courbe hypsométrique.

Elle est obtenue en mesurant les surfaces comprises entre les courbes de niveau et en leur attribuant des pourcentages de la surface totale.

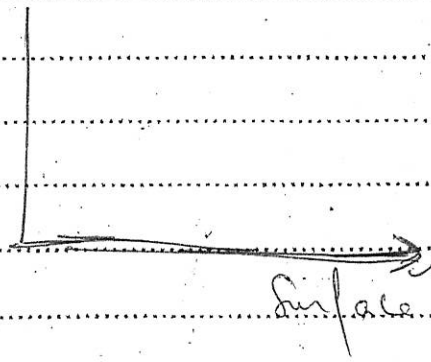
On trace un diagramme avec les tranches d'altitude en ordonnées et les superficies cumulées leur correspondant en abscisses.



26/03/2015

(1) Hydrologie SC.

la courbe hypsométrique du BV



L'altitude $\bar{H}$ se déduit directement de la courbe hypsométrique ou de la lecture de la carte topographique

$$H_{moy} = \sum \frac{A_i h_i}{A}$$

$\bar{H}$ altitude

A_i surface (km²) comprise entre 2 courbes de niveau

h_i altitude moyenne (m) entre 2 courbes de niveau

A Superficie / Surface totale du BV (km²)

elle est peu représentative de la réalité

جامعه سيدي محمد بن عبد الله
كلية الآداب والعلوم الإنسانية
ظهر المهراز ـ فاس

مسلك: .....
وحدة: .....

اختبار الفصل: .....

اسم الطالب	النقطة	ملاحظات
رقم الامتحان		
رقم التسجيل بالكلية ..... مجموعة		

* La pente $\bar{x}$ du bsv.
+ indique que l'altitude $\bar{x}$, elle renseigne sur la topographie du BV. Elle est indicateur sur le type de [ ]R t. et donc sur la nature et donc influence directement le débit de pointe lors d'1 averse.

$$\bar{x} = \frac{D_i L}{A}$$

D_i : équidistance entre 2 courbes de niveau (m)
L : longueur totale des courbes
A : surface du BV (en km²)
$\bar{x}$: pente en m/km ou ‰

Université Sidi Mohammed ben Abdellah
Faculté des Lettres et des Sciences Humaines
Dhar Al Mahraz – Fès –

جامعة سيدي محمد بن عبد الله
كلية الآداب والعلوم الإنسانية
ظهر المهراز - فاس

③ التضاريس

من البديهي تأثير التضاريس على التدفق أو الجريان الهوائي بالعديد من معطيات الأرصاد الجوية ~~الهيدرولوجية~~ / المناخية تختلف باختلاف الارتفاع (نذكر منها الضغط، درجة الحرارة ... إلخ) و هو مؤشر لوجيه الجو فيما يؤثر الانحدار على سرعة التدفق.

و غالبا ما يقيس الحوض منحنى التوزيع الهيبسومتري ou la courbe hypsométrique.

أو منحنى مقياس الارتفاع

يوضح هذا المنحنى توزيع مساحة الحوض بناء على ارتفاعها و تعبر عن مساحة الحوض أو عن نسبة مؤوية من ~~أحد~~ المساحة، انطلاقا من ارتفاع معين

و تشكل هذه المنحنيات أداة مفيدة لمقارنة عدة أحواض فيما بينهم أو أقسام مختلفة من حوض واحد كما يمكن استعمالها لتحديد متوسط التساقطات على أحواض مؤوزة هكذا مؤشرات على السلوك الهيدرولوجي والهيدرولوجي لحوض و لنظام صرفه.

Voir bas de page (hps de [illegible] page blanche, c-après.)

hter courbe hypsométrique du BV Sebou Guercif (Y)

ط. الارتفاعات:

تستخرج العطوى و الدنيا مباشرة من الخ.ط.
و تجد كل أهميتها لما نربط بينها و بين متحولات مناخية مثل الحرارة و التساقطات و الغطاء الثلجي.

أما متوسط الارتفاع altitude moyenne، فنستمدها من منحنى قياس الارتفاع la courbe hypsométrique مباشرة من الخ.ط. b.

~~الخ.ط الارتفاع~~ ~~Courbe de niveau~~

لكنه ~~ط~~ يمثل الحقيقة peu représentative de la réalité.

ج - نظام الانحدارات

يتميز كل حوض تصريف بنظام خاص به و تعتبر دراسة هذا النظام من بين العناصر المهمة في الى حوض تصريف ، حيث انه كلما كان الانحدار قويا كلما ازداد الجريان بسرعة ، وبالتالي ذلك يؤثر على الوقت الفاصل بين الزخة (أعلى كمية للتساقطات) والانسطاح (أعلى قيمة للصبيب) حيث يرتبط (أي الوقت) بنظام الانحدارات و أيضا بالمسافات .

فمؤشرات الانحدار تمكن من مقارنة الأحواض فيما بينها، و يمكننا التمييز بين 4 أنواع من الانحدارات :

1. الانحدار التضاريسي = la pente orographique
2. " الطبوغرافي = " topogg
3. " الهيدروغرافي/المائي = " hydrogg
4. " الستراتيغرافي : le pendage.

1. يعني اعتدام كتل هوائية رطبة محملة بالمياه (العالقة) بحاجز طبوغرافي فتلقي بحمولتها في السفح المواجي للهذه الاضطرابات .

2. و هو انحدار السفوح التي نراه على الخ.ط . والذي يؤثر على الجريان السطحي للمياه . فهذا الانحدار يتحكم في سرعة الجريان على السفوح و يحدد جزئيا المدة الزمنية التي تستغرقها استجابة المجرى المائي من العالية الى السافلة من جراء التساقطات .

3. هو المنحنى الطولي للمجرى المائي و يمكن تحديده على الخ.ط أو في الميدان (و يقاس عادة بالم/الكلم m/km) و نعرف من خلاله نوع الانحدار (تدريجي؟ أم هناك نوع انقطاع في الانحدار (rupture de pente).

فالانحدار الهيدروغرافي يتغير حسب البرنيات الصخرية التي يمر بها و ما ينتج عن هذا الانحدار من العالية الى السافلة

Université Sidi Mohammed ben Abdellah
Faculté des Lettres et des Sciences Humaines
Dhar Al Mahraz – Fès –

جامعة سيدي محمد بن عبد الله
كلية الآداب والعلوم الإنسانية
ظهر المهراز - فاس

أما القطاع المستعرض (le profil en long) فهو دراسة المجرى المائي ما بين نقطتين لمعرفة نوع التعرج.

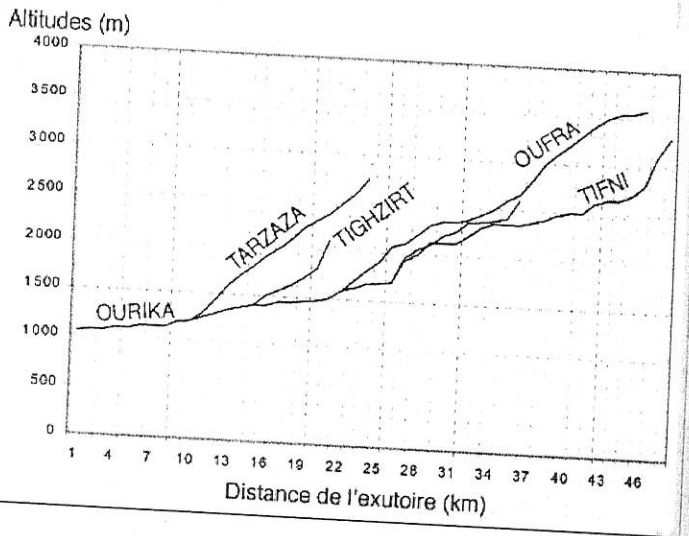
4. انحدار الستراتيغرافي (le pendage des couches) أي ميل الطبقات الجيولوجية فهذا الانحدار يتحكم في اتجاه الذي ستأخذه المياه المتسربة والتي ستغذي الفرشات. بمعنى آخر: فهذا الانحدار يحدد اتجاه الجريان الجوفي.

5. مؤشر الانحدار: l'indice de pente

f2- Le profil en long:

S'obtient en portant sur un graphique, en abscisses la distance à l'exutoire, et en ordonnées l'altitude du point correspondant.

On peut aussi dresser sur le même graphique les profils en long des principaux affluents.



① t_c tps de concentration مدة التركيز

هي المدة الزمنية أو الوقت الذي يأخذه تدفق وآبل (tps avalée) حتى يصل إلى المنفذ، إنطلاقا من أبعد نقطة من هذا المجرى.

بمعنى آخر، مدة تركيز المياه على حوض مائي هي أقصى مدة زمنية لازمة لقطرة ماء حتى تصل من نقطة معينة في الحوض إلى المنفذ.

تمر قطرات المطر من 3 مراحل قبل وصولها إلى المنفذ و يقاس مدة كل مرحلة بعامل الوقت t:

- t_h = مدة التبلل (الترطيب) tps d'humectation — avant que l'eau ne ruisselle.
- t_r = " السيلان أو التدفق écoulement — إلى حين وصولها إلى نظام تجمع المياه (واد، بحيرة ...)
- t_a = مدة الوصول أي وصول المياه إلى المنفذ tps d'acheminement

ويعبر عن مدة التركيز t_c بالعلاقة التالية

$$t_c = \max\left(\sum_{\text{somme}} (t_h + t_r + t_a)\right)$$

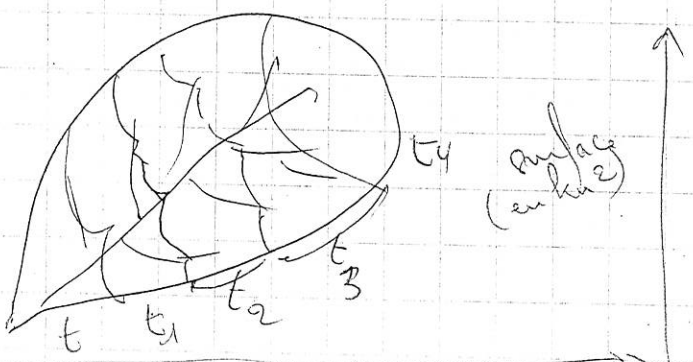
② منحنيات

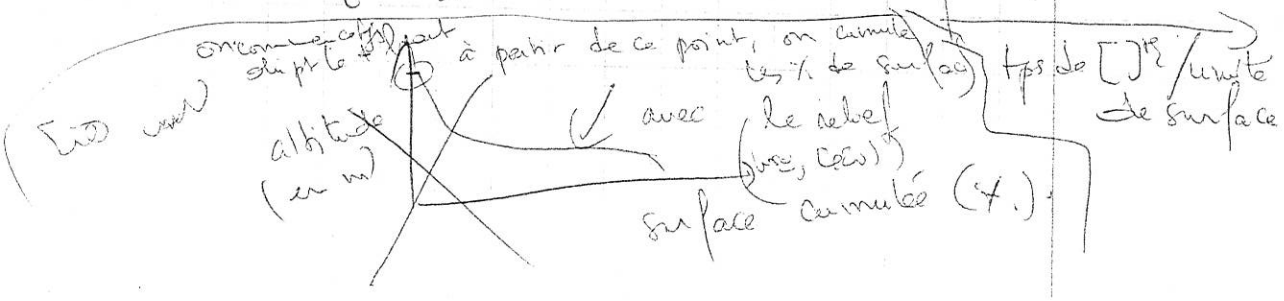
les courbes isochrones تساوي البعد أو الوقت

ولها علاقة بالوقت

وهي منحنيات تمثل مدة تركيز المياه على حوض التصريف

فكل منحنى يمثل جميع النقط التي لها نفس مدة تركيز المياه في الحوض.





2.2.2 Les courbes isochrones

Les courbes isochrones représentent les courbes d'égal temps de concentration des eaux sur le bassin versant. Ainsi, l'isochrone la plus éloignée de l'exutoire représente le temps mis pour que toute la surface du bassin versant contribue à l'écoulement à l'exutoire après une averse uniforme (Fig. 2.6). Le tracé du réseau des isochrones permet donc de comprendre en partie le comportement hydrologique d'un bassin versant et l'importance relative de chacun de ses sous-bassins.

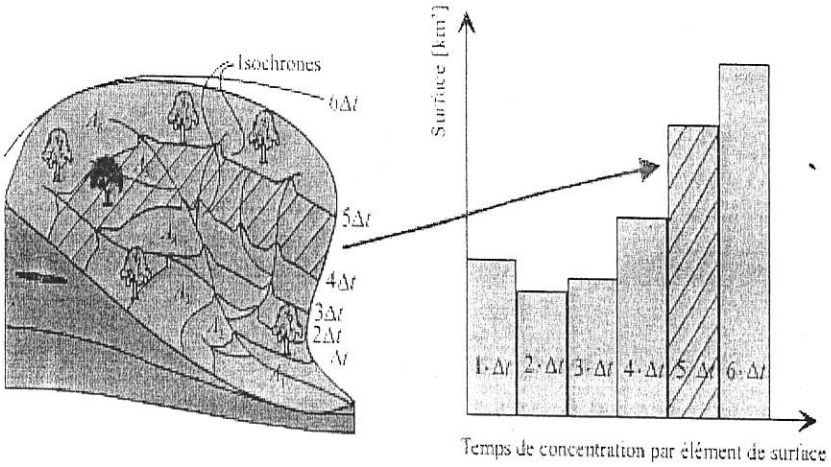


Fig. 2.6 - Représentation d'un bassin avec ses lignes isochrones et diagramme surface-temps de concentration du bassin par élément de surface. On remarquera la forme des isochrones au voisinage des éléments constitutifs du réseau hydrographique.

Ces courbes permettent de déterminer, en faisant certaines hypothèses, l'hydrogramme de crue résultant d'une pluie tombée sur le bassin.

2.3. Caractéristiques physiques et leurs influences sur l'écoulement des eaux.

Les caractéristiques physiographiques d'un bassin versant influencent fortement son régime hydrologique, et notamment le régime des

هكذا ، نرتب أعلى دسوبات التساقطات اليومية في السنة ، ونعطيها رتبة R وتردد بعدم التجاوز وهو le nun de passement =

$$1 - \frac{R - \frac{1}{2}}{n}$$

نفس المعادلة السابقة.

و أيضا $\frac{R - \frac{1}{2}}{n}$ تعطي تقريبا نسبة احتمال وقوع فيضان ...

Pour obtenir une moyenne des débits de pointe $\bar{P}$, pour toutes les crues par la suite.

$P = \frac{\text{débit de pointe}}{\text{débit moyen journalier}}$.

on le calcule pour les crues observées