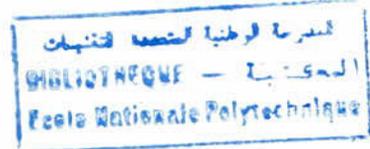


وزارة الجامعات والبحث العلمي  
Ministère aux Universités et de la Recherche Scientifique

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE



DEPARTEMENT *Hydraulique*

## PROJET DE FIN D'ETUDES

### SUJET

*Dimensionnement d'un réseau de  
drainage:*

*Cas de la mitidja ouest tranche II*

3 PLANCHES

Proposé par :

M<sup>elle</sup> FZ. ZERFA

Etudié par :

M<sup>r</sup> M. CHETOUI

M<sup>r</sup> A. DOUAR

Dirigé par :

M<sup>elle</sup> FZ. ZERFA

PROMOTION

*Juillet 93*

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات  
BIBLIOTHEQUE — المكتبة  
Ecole Nationale Polytechnique

DEPARTEMENT *Hydraulique*

PROJET DE FIN D'ETUDES

SUJET

*Dimensionnement d'un réseau de  
drainage:  
Cas de la mitidja ouest tranche II*

Proposé par :

M<sup>lle</sup> FZ. ZERFA

Etudié par :

M<sup>r</sup> M. CHETOUI

M<sup>r</sup> A. DOUAR

Dirigé par :

M<sup>lle</sup> FZ. ZERFA

PROMOTION

*Juillet 93*

المكتبة - BIBLIOTHEQUE  
Ecole Nationale Polytechnique

محمد

إلى والديَّ العزيزين وخاصةً لكما المهديَّ الذي بذل كل ما يملك من أجل أن يرى  
فلذة كبدك وأطراف البلاد. (حفظه الله)

إلى زوجتي العزيزة التي أزرنتني في السراء والضراء وفي كل الأزمات التي مرت بها  
إلى أبنائك العزيزين الأئمة القادرين أملاً لهذه الأمة وإلى اخوتك لقاديين إن شاء الله  
إلى أفراد كل عائلتي وأذكر منهم: نصيرة، فائزة، مليكة، فضيلة، أبو بكر، الحاج الزبير  
حكيم بالمانيا، عاستور، دون أن أنسى "أم الزوجة"

إلى كل معارف وأحبائي وأخواني لمدينة فكم لبحارها وخاصةً لبي محمد،  
إلى أخي العزيز "عبد القادر" وزوجته وأبنائه وخاصةً أملاً خديجة"

إلى أخواني "صحاب المبدأ" فمنهم من قضى لحبه ومنهم من ينتهز  
وما بدّلوا تبديلاً "داخل البلاد وخارجها خاصةً بكنة وفرنسا.

إلى أخي سعد، عطية، أحمد، وإلى كل الذين يبتغون من أجل أن  
تحيا الجزائر مرفوعة الرأس بين الأمم.

إلى الذين لن ننساهم أبداً أذكر منهم طويلب، تميرش، العيد، رضا،  
خليل، عبد الحميد، عبد القادر بفاق، منير، علي، محمد، مراد (211)

أهدي هذا الجهد المتواضع

محمد شتوي  
2011

أهدي هذا العمل المتواضع :

\* إلى أمي حفظها الله لي، التي لطلما انتظرت هذه الثمرة  
اللهم اجعلني عنه حسن ظنها .

\* إلى أبي الرائييد حفظه الله لي ووفقني الله للإحسان إليه  
\* إلى زوجتي " أم خليل " بارك الله لها فيّ وبارك الله لي فيه  
وجمع بيننا بخير وجعلني الله لها في معاملا تي نموذج  
من نماذج السلف الصالح .

\* إلى أولادي : أسماء ، زكرياء واللاحقون : جعلهم الله لي  
قرة أعين . فالرجال رجال مهة أ ، والنساء أمهات للرجال .

\* إلى أختي سهيلة ، زوجها بوعلام وأبناءهم : اللهم الدين  
فاطمة ولبنتي . جعلني الله وإياهم من أهل الجنة .

\* أختي صليحة جعلها الله صالحه

\* إلى أخي محمد ووجيه أسأل الله لي ولهم الهداية والتوفيق .

\* إلى أخي محمد شتوي وزوجه وابنتها الأمير عبد القادر قوي الله أنوة

\* إلى أخي عبد الملك أمين ، عبد الكريم عزيزي ، الحسين ، كويلب ، امير شر

جلول ، نرضا ، كمال ، سعد ، ومن معهم حفظهم الله جميعا للبه أ .

\* إلى أخوالي : بن يوسف ، بن ميرة ، عبد القادر وعائلاتهم دون أن

أنسى بغداد والميلود وعائلاتهم

\* إلى كل من عرفته من قريب أو بعيد .

\* إلى العم ، خليل ، عبد المجيد



Saouf Abdelkader

تَوَاز و شُكْرًا :  
شكر و احتفاء ~~~~~

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات  
المكتبة - BIBLIOTHEQUE  
Ecole Nationale Polytechnique

نتقدم بشكرنا إلى :

\* الأئمة ZERFA فاطمة الزهراء والأئمة BENMAMAR شعيبة على خدماتهما الجليلة التي قدموها لنا خاصة خلال السنة الرابعة وذلك في وقت الشدة عندما أحاطت بنا المشاكل من كل جانب فجزاك الله خيرًا على الوساطة التي قُمتَ بها.

\* إلى الأئمة ZERFA فاطمة الزهراء (Promotrice) على جهودها المبذولة لإزجاح هذه الأطروحة وعلى النصائح التي قدمتها لنا

\* إلى كل من ساهم في تعليمنا :

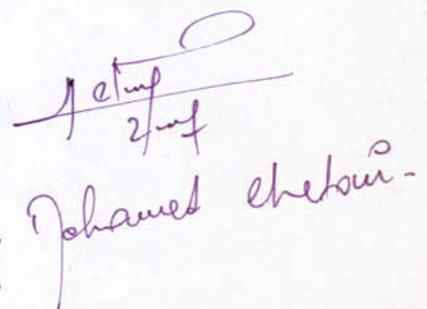
M<sup>me</sup> KETTAB, M<sup>r</sup> DECHEMI, M<sup>r</sup> NAKIB, M<sup>r</sup> CHAMBAZ,  
M<sup>r</sup> MAHDI, M<sup>r</sup> NEBBACHE, M<sup>r</sup> IPPALURY, M<sup>r</sup> MERABENE  
M<sup>lle</sup> BENMAMAR, M<sup>lle</sup> ZERFA, M<sup>r</sup> MOULLODI, M<sup>r</sup> BERKANI  
M<sup>r</sup> KETTAB, M<sup>r</sup> MESSAHLI, M<sup>r</sup> BERMAD, M<sup>me</sup> EGOVA  
M<sup>r</sup> BEN ZIADA et M<sup>r</sup> CHERARAD.

\* إلى كل عمال l'AGID بالعفرون وعين طاية منهم :

M<sup>lle</sup> KHALI, M<sup>r</sup> NEBBIH, M<sup>r</sup> Abdelnasser  
et le directeur et son adjoint de l'AGID  
de Ain-taya.



Daouar  
Abdelkader

  
Mohamed chebou.

تتضمن هذه الأشرطة وضع شبكة تصريف المياه الزائدة على مستوى منطقة متباعدة الغربية أو البليدة "المجموعة II" ذات مساحة تقدر بـ 2100 هكتار. هذه المنطقة تتكون وتتشكل من تربة ذات نوعية ثقيلة تتمتع بنفوذية منخفضة، تحتاج إلى تصريف مياه جوفية حسب المقاييس التالية :

\* حامل التصريف : 13 م/يوم .

\* الاتساع بين قنوات التصريف : 30 م .

\* التدفق الصروف عن طريق هذه الشبكة : 3,36 م<sup>3</sup>/ثا .

\* القنوات 792280 م ذات النوعية "P.V.C" ذات البعد 60 سم .

التركيب الميكانيكي لهذه القنوات يتم بواسطة آلة قاطعة حيث أذتبارة هذه الماكنت تتحقق بإتباع نظام "الإنزير بلان"

هذه الشبكة مدعمة بـ 48 بيزومتري مقيا من الضغط لسكوني لمراقبة فعاليتها خلال الموسم الممطرة على مستوى الطبقة المائية .

## RESUME

La présente étude consiste en l'aménagement d'un réseau de drainage au niveau du périmètre Mitidja Ouest (W. Blida), tranche II sur une superficie de 2100 ha.

La zone est constituée de sols lourds présentant une perméabilité basse et nécessite un drainage souterrain avec les caractéristiques suivantes:

q : coefficient de drainage

$$q = 13 \text{ mm/j}$$

E : écartement entre les drains

$$E = 30 \text{ m}$$

qr: débit évacué par le réseau de drainage

$$qr = 3,36 \text{ m}^3/\text{s}$$

drains: 722280 m tuyaux en PVC annelé

60 mm prévus

La pose mécanique des drains se fait à l'aide d'une trancheuse poseuse, d'où le guidage de cette machine est réalisé par le système "Laser-Plane".

Ce réseau est équipé de 48 piézomètres pour contrôler son efficacité par le biais des mesures durant les saisons pluvieuses du niveau de nappe.

## ABSTRACT

The following study consists of the planing of a draining network in the perimeter of Mitidja Ouest (W. Blida) portion II on a superficies of 1200 ha.

The zone contains heavy sols presenting a low permeability and needs underground draining with the following characteristics:

q : draining modilus

$$q = 13 \text{ mm/j}$$

E : distance between the drains

$$E = 30 \text{ m}$$

qr: flow evacuated by the drainig network

$$qr = 3,36 \text{ m}^3/\text{s}$$

drains: 722280 m PVC pipes (60mm).

The installation of drains is made with a cutter from veloch, the guidning of this machine is realised by a Laser-Plane system.

This network is equiped with 48 piezometers to control its efficiency by measures during the raining seasons.

## Introduction:

Dans le cadre de l'aménagement hydro-agricole des terres de la partie Ouest de la MITIDJA, le drainage des sols lourd et hydromorphes est indispensable, vu les apports d'eau d'irrigation et de pluie qui font des remontées de nappe spectaculaires parfois, qui souvent se repercutent directement sur les rendements agricoles escomptés.

Dans ce contexte, notre étude sera menée pour faire face à ces eaux exsudentes moyennant un système d'évacuation et de rabattement des eaux à un seuil tolérable par les plantes.

Cette étude consiste à dimensionner un réseau de drainage qui répond aux caractéristiques naturelles de la zone.

Ce travail est subdivisé en plusieurs parties:

1ère partie: théorie du drainage

2ème partie: situation et analyse des données de la Mitidja Ouest

3ème partie: Application: dimensionnement du réseau de drainage

5ème partie: Modes et techniques de réalisation du réseau de drainage

CHAPITRE I

THEORIE DU DRAINAGE

THEORIE DE DRAINAGE

1.1) - INTRODUCTION :

Dans les conditions de notre époque, il est évident que la gestion rationnelle de l'eau disponible est devenue une nécessité absolue pour l'agriculture. Dans ce contexte, drainage et irrigation doivent intervenir pour corriger le cycle de l'eau dans le processus de production agricole.

Cette nécessité de maîtrise rationnelle "des volumes d'eau" a induit le développement de l'étude de l'irrigation, drainage en tant que science et technique.

1.2) - QU'EST CE QUE LE DRAINAGE ?

Des qu'un excès d'eau existe à l'intérieur d'un sol, il se forme une nappe qui est nuisible à la respiration des racines (asphyxie). Le drainage consiste alors à abaisser le niveau de cette nappe en évacuant l'eau soit par des conduites perforées, soit par des fosses profondes, tous deux appelés "drain".

En effet, le terme "drainage agricoles" peut être défini comme "l'élimination par voie naturelle ou artificielle des eaux de surface et/ou souterraines excédant les besoins en eau de la production végétale".

Le problème qui nous intéresse est "le drainage par voie artificielle". On peut le définir comme suit : lous travaux ayant pour objet l'évacuation contrôlée, intensive, dans des délais déterminés, en tout point d'une parcelle et de façon uniforme des eaux excédentaires qui saturent la couche superficielle du sol ou stagnent à la surface". Pour les zones arides et semi-arides, on pourrait la corriger par "des eaux excédentaires et des sels associés".

### 1.3) - OBJECTIF DU DRAINAGE :

Il est si impératif d'empêcher le plan d'eau de s'approcher trop près de la surface pendant un temps prolongé car :

a) - L'excès d'eau est accompagné d'un manque d'air qui limite les activités des racines avec effets directs sur la croissance donc sur le rendement.

b) - L'eau contenue dans un sol peut représenter une inertie thermique importante (son évaporation consomme par ailleurs une quantité de calories) donc, il peut en résulter un retard de démarrage à la croissance. [En effet, les sols soumis à un excès d'eau sont plus "froids" et se réchauffent moins vite que les sols sains, la germination des grains et la levée des plantes sont retardées, le renouvellement de l'O<sub>2</sub> y est plus lent, l'alimentation hydrique est minérale des plantes est modifiée et le potentiel de rendement est affecté].

c) - Un sol humide en excès perturbe le déroulement des façons culturales.

d) - Une nappe non contrôlée en périmètre irrigué peut créer des problèmes de salinisation.

En résumé on dit : "l'objectif principal du drainage agricole est de créer un environnement favorable aux racines et aux conditions de travail agricole de façon à permettre la croissance maximale des plantes et à augmenter ainsi la production et les rendements sur une longue période."

### 1.4) - ORIGINE DES EAUX A DRAINER :

Avant d'aborder une étude de drainage, il est indispensable de rechercher l'origine des eaux excédentaires car les méthodes à utiliser peuvent être très différentes selon les cas et les débits obtenus eux aussi très différents.

Les eaux peuvent provenir :

a) - D'infiltration lointaines, provoquant par exemple des résurgences ou des écoulements de nappe provenant des versants voisins. Dans ce cas, il est souvent préférable de combattre l'excès d'eau par exemple en captant les sources ou en effectuant un "fossé ou un drain de ceinture" autour du périmètre.

b)- De débordement ou de remontée excessive du niveau d'un cours d'eau dans ce cas également, les remèdes peuvent être différents du drainage.

c)- D'excès d'irrigation, soit par application de doses trop fortes ou trop fréquentes, soit par mauvaise répartition de l'eau sur le sol. Dans ce cas il suffit de chercher un remède dans les méthodes d'irrigation.

d)- D'excès de pluies ou de mauvaise évacuation naturelle des eaux. Il est nécessaire de rechercher en premier lieu un remède en renforçant les fosses d'assainissement superficiel ou en créant des ados. Ces derniers favorisent l'évacuation des eaux superficielles sans entraver les façons culturales. En cas d'insuccès, il faut avoir recours au drainage.

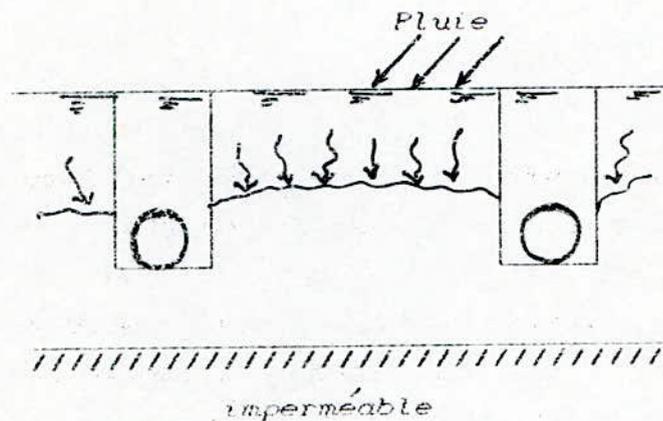
Dans ce qui suit nous ne parlerons que de la 4<sup>ème</sup> source évoquée ci-dessus car elle constitue la principale source. En matière de drainage ce n'est évidemment pas la pluviométrie totale annuelle ou mensuelle qui importe, mais ce seront les épisodes pluvieux de courte durée et de forte intensité qui en dépassant les capacités naturelles de drainage du sol provoqueront la formation et/ou l'élévation d'une nappe jusqu'à proximité de la surface du sol. Cette ascension durera pendant un temps plus ou moins prolongé et peut engendrer des conditions néfastes pour l'agriculture.

#### 1.5)- MECANISME DU DRAINAGE :

Nous supposons un réseau exécuté avec des drains enterrés et disposés en files parallèles, à une certaine profondeur de la surface du sol, dans la couche qu'il convient de drainer (au dessus de l'horizon imperméable). Pour simplifier, nous admettrons qu'avant les pluies, le taux d'humidité du sol (au dessus de l'imperméable) a une valeur inférieure à la rétention et, par conséquent, les pores du sol contiennent de l'air (aucun mouvement d'eau ne se produit sous l'action de la gravité, le potentiel capillaire étant prépondérant).

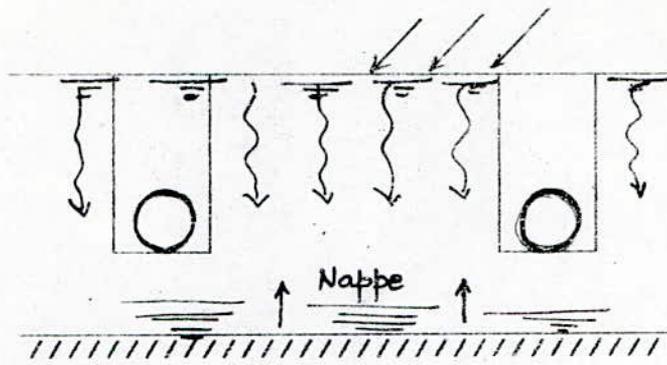
Quand la pluie apparaît, une partie s'infiltre ; les couches superficielles se saturent d'eau et si cette pluie se maintient (ce que nous supposerons pour l'instant), le front de saturation

impermeable sous l'influence de la gravite. Des que ce dernier est atteint, la nappe se forme. Elle augmente alors très vite de volume et sa surface libre subit une rapide ascension, car les vides encore accessibles a l'eau sont en effet, a ce moment, tres réduits, le taux d'humidite etant déjà, juste avant la formation de la nappe, voisin de la porosite totale. Des que le toit de la nappe atteint le niveau des drains, le drainage s'amorce. La ligne d'eau prend une forme incurvee et presente un point haut a mi-distance des drains sur la mediatrice. La distance OM augmente jusqu'a ce qu'un regime d'équilibre soit atteint, c'est a dire a partir du moment ou l'eau "apportée" par la pluie est entierement evacuee par les drains.



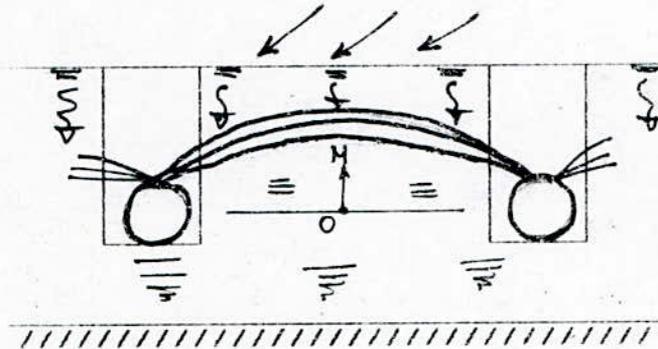
-PHASE 1-

Des lors le niveau reste evidemment constant si l'intensité de la pluie ne change pas de valeur. On obtient ainsi un régime de coulement permanent ou régime stationnaire, la hauteur de la nappe et le debit des drains ne varient pas pendant ce regime.



-PHASE 2-

Si la pluie cesse, et dès que la nappe n'est plus alimentée par la couche superficielle gorgée d'eau, le niveau de la surface libre baisse bien entendu. C'est le cas du régime variable sans apport d'eau de pluies.



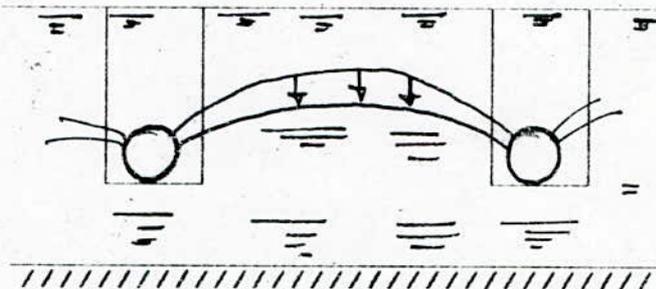
-PHASE 3-

Ces deux régimes d'écoulement : régime permanent, régime variable sont ceux qui nous intéressent plus particulièrement en matière de drainage :

Le régime permanent se rapporte en effet au cas où le drainage est à exécuter sur le territoire d'une région, ou durant les mois d'hiver et de printemps les pluies sont fréquentes et où les intervalles de temps les séparant ne sont, en moyenne, pas suffisamment longs pour permettre un ressuyage du sol efficace, sur une hauteur convenable de la zone des racines. On est alors obligé, pour éviter une chute appréciable du rendement des cultures, de

de tabler sur un régime d'écoulement permanent, en introduisant dans les calculs un certain rabattement constant de la nappe et un certain débit à évacuer appelé débit caractéristique, lui même calculé à partir de considérations d'ordre climatique (pluie critique en particulier), le régime variable peut être pris en considération pour des régions où, au contraire, les pluies laissent entre elles des intervalles de temps d'au moins une semaine permettant un rabattement de la nappe suffisant au bout de deux à trois jours. Ainsi, d'une manière générale, le rendement des cultures n'est pas affecté par de courtes durées de submersion des racines et les façons culturales peuvent être pratiquées en temps voulu. Dans ce cas, les dimensions du drainage et en particulier l'écartement, seront calculés en considérant un régime variable qui se traduira par un rabattement d'une profondeur donnée (par exemple 0,4 m) en un temps donné (par exemple 3 jours) compatibles avec les exigences des cultures.

Pluie  
arrêtee



- PHASE 4 -

#### 1.6) - RESEAU DE DRAINAGE : [ ]

L'ensemble d'un réseau comprend d'amont en aval :

- \* Les drains proprements dits.
- \* Les collecteurs dans lesquels débouchent les drains.
- \* Les bouches de sortie du réseau souterrain.
- \* Les fossés d'assainissement ou les émissaires naturels.

#### 1.6.1)- Etude de la topographie de détail du terrain à drainer :

Le premier travail consiste à étudier en détail le modèle du terrain. Le procédé le plus simple consiste à reconnaître et tracer (en bleu) les thalwegs principaux et secondaires et à tracer (en rouge) les lignes de crête séparant ces thalwegs.

Ainsi apparaît de façon claire l'aspect topographique de détail des parcelles. Or, c'est sur ces lignes que doit s'adapter parfaitement, se modeler en quelque sorte, le trace du drainage.

#### 1.6.2)- Disposition générale :

D'une façon générale, les collecteurs doivent se trouver dans les thalwegs, ils constituent une sorte de réseau soulignant les lignes principales d'accumulation et de ruissellement de l'eau. L'ensemble des collecteurs est assez semblable au chevelu hydrographique qui se formerait naturellement sous une grosse pluie. Les petits drains doivent recueillir l'eau du sol et l'amener dans chaque petit bassin versant vers le collecteur occupant le thalweg correspondant c'est à dire qu'en principe les drains ne doivent franchir aucune ligne de crête, chaque petit bassin restant indépendant des autres.

#### 1.6.3)- Direction des petits drains :

La direction des petits drains se définit par rapport à la ligne de plus grande pente du sol. On distingue deux techniques principales, les drains peuvent être placés :

- \* Soit parallèlement à la direction de la plus grande pente.
- \* Soit transversalement à cette direction.

Dans le premier cas, on pratique la méthode du "drainage en long" ou "longitudinal". Dans le second cas, celle du drainage en travers ou "transversal".

La seule méthode aujourd'hui adoptée est celle du drainage transversal, l'autre étant adoptée dans des cas particuliers : cette supériorité du drainage transversal est attribuée aux raisons

suivantes :

a) - Les drains disposés transversalement à la pente évacuent les eaux plus rapidement que les autres parce que les collecteurs ont dans ce cas la pente maximale que l'on peut leur donner ce qui assure l'assèchement du sol dans le plus bref délai possible et écarte les dangers d'obstruction des tuyaux.

b) - Les drains transversaux font sentir leur action à une plus grande distance, ou, ce qui revient au même, chacun d'eux assèche un volume de terre plus considérable et par suite on peut réduire le nombre des tuyaux employés par unité de surface, ce qui permet de diminuer le prix de revient du projet.

Le drainage transversal présente néanmoins quelques petits inconvénients :

Le jalonnage et la pose de petits drains sont plus difficiles par la suite de la pente faible dont on dispose dans certains cas et les dangers d'obstruction des petits drains sont possibles dans les terrains de faible pente. Aussi, on peut adopter la méthode du "drainage longitudinal" pour les sols présentant des pentes inférieures à 0,003 qui est la pente minimale à donner aux drains en poterie. Quoiqu'il en soit, les résultats pratiques obtenus confirment la théorie. Les travaux de drainage, dont le mauvais fonctionnement a été jusqu'ici signalé, ont été exécutés généralement suivant le mode longitudinal.

Nous remarquerons qu'il faut, en outre, s'efforcer de placer les drains non seulement transversalement à la pente, mais aussi transversalement au sens du labour des parcelles qui est en général, celui de leur grande longueur. De cette façon, on coupe les raies de charrue et l'eau arrive plus rapidement aux drains. Ceci est très important dans le cas des terrains très compacts (terrains argileux) et intéresse particulièrement les traces des drainages exécutés dans des périmètres de terres morcelées.

#### 1.6.4) - Collecteurs :

##### a) - Principe général :

Les collecteurs, dans le drainage transversal, sont disposés suivant la plus grande pente et placés dans le thalweg.

##### b) - Collecteurs de reprise :

Les collecteurs de reprise ont pour but de couper les files

de petits drains quand celles-ci ont une longueur supérieure a la longueur maximale admise. Ils sont alors placés dans une position quelconque par rapport aux courbes de niveau. On place également des collecteurs de reprise parallelement et a une distance egale a l'ecartement entre drains, a des collecteurs importants lorsqu'il s'agit de recevoir une suite de drains qui ne peuvent etre raccordes directement a ces collecteurs en raison de leur diametre trop grand (diametre superieur a 0,14 m).

#### 1.6.5)- Jonctions des drains et des collecteurs :

Il est souhaitable que la jonction se fasse autant que possible sous un angle plus grand que 30 et plus petit que 60 .

#### 1.6.6)- Drains de ceinture :

Nous avons dit que si de l'eau vient des fonds superieurs et pénètre par voie souterraine dans la zone drainée, elle doit etre interceptee au passage : c'est le rôle des drains de ceinture. Ces drains aboutissent dans les collecteurs secondaire ou principal du reseau.

#### 1.7)- PIEZOMETRE :

Le reseau de drainage sera equipe de 48 piezometres, la mise en place de ces piezometres est indispensable pour se prononcer sur l'efficacite et le fonctionnement du reseau.

Au niveau de la zone de drainage, la presence de la nappe superficielle situee a des profondeurs allant de 0,5 a 1,5 m [4], est l'element de base pour fixer les profondeurs des piezometres (on peut aller a 5m [4]).

#### 1.7.1)- Role du piezometre :

- Suivre les fluctuations de la nappe par rapport au niveau du sol.

- Tracer la carte des isobathies.

- Suivre les axes d'ecoulement preferentiel de l'eau de la nappe.

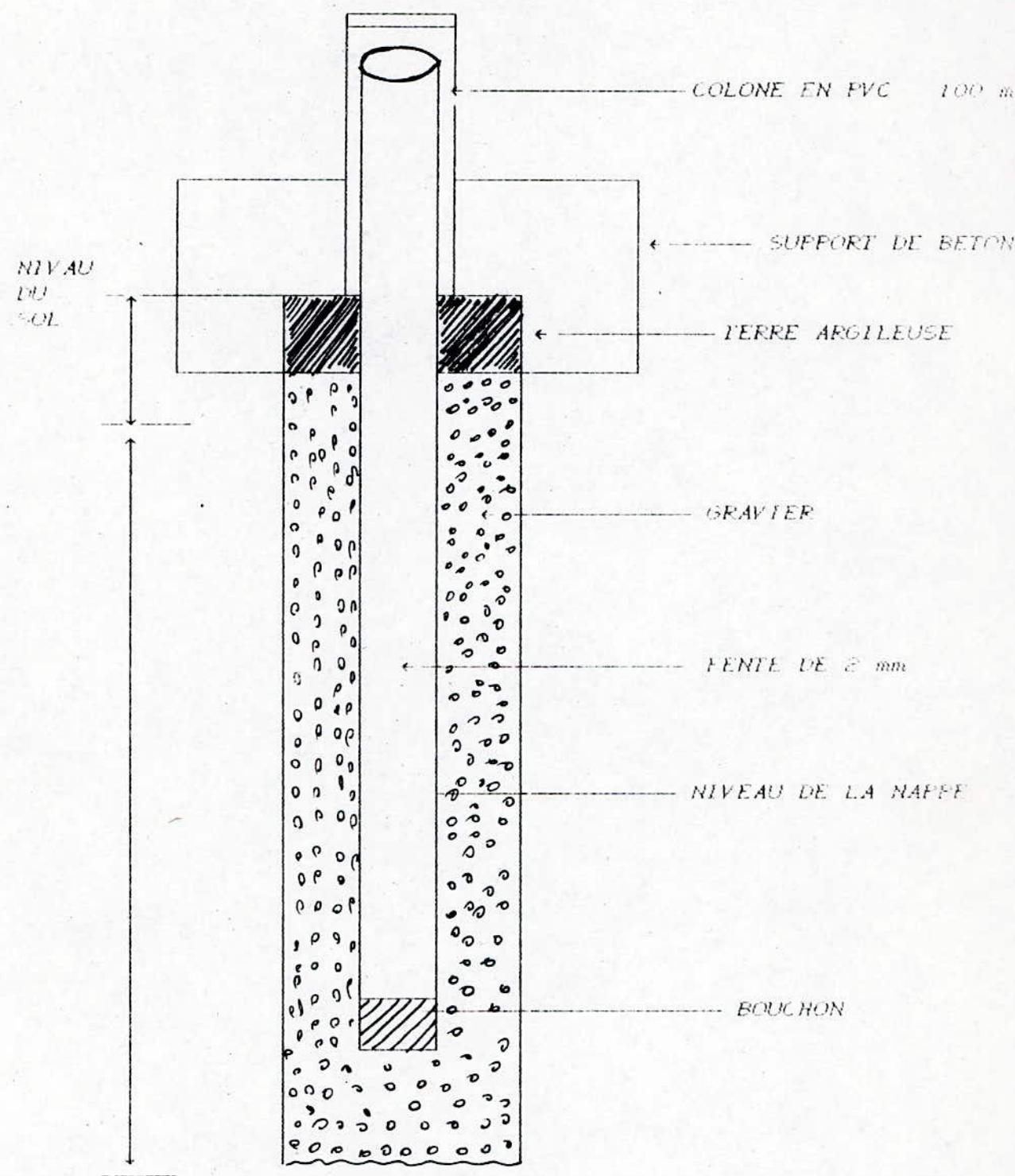
### 1.7.2)- Principe de mesure :

Le principe de mesure au niveau du piezometre a l'aide d'une sonde détectrice, munie d'un ruban metre et d'un voyant lumineux qui s'allume au contact de l'eau ou bien a l'aide d'un autre systeme (flotteur), on peut determiner le niveau de l'eau dans le piezometre par rapport au niveau du sol.

### 1.7.3)- Description du piezometre :

Le piezometre est constitue d'une colonne en PVC de 100 mm de diametre interieur, crepinee a partir de 1,00 m jusqu'a 4 m [4].

Le gravier de petites dimensions lave, servant de filtre et protection de la colonne en PVC est mis entre la paroi exterieure de la colonne et le forage jusqu'a la profondeur de 60 cm dessous de niveau du sol (voir schema numero II.1).



SCHEMA N 11.1

PIEZOMETRE

## 1.8) - LES CRITERES DE DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU DE DRAINAGE :

### 1.8.1) - Introduction :

On distingue deux niveaux pour dimensionner un reseau de drainage :

#### \* Les dimensions d'installation du reseau :

- La profondeur de placement des drains.
- L'écartement entre les files de drains paralleles.
- La perte des drains ou fosses.

#### \* Les dimensions des equipements :

- Les diamètres des drains (largeur pour tranches ou fosses).
- Longueur des files de drains.
- Dimensions des collecteurs.
- Dimensions des enrobages de drain.
- Dimensions des equipements annexes (regards, bouches...).

Les informations qui permettent de fixer les dimensions évoques ci-avant. Ces criteres sont :

- Le niveau optimum de la nappe.
- Caracteristiques des sols (conductivite, horizon impermeable ...).
- Volume d'eau à évacuer (pluviometrie, irrigation, lessivage, bilan hydrique).
- Critères agronomiques (durée de submersion admise ...).
- Regime d'évacuation des eaux (permanent, variable transitoire).
- Caracteristiques des terrains (dimensions des paralleles pentes, topographie, réseau hydrographique existant ...).

### 1.8.2) - Notion de profondeur optimale de la nappe :

C'est la distance verticale entre la surface du sol et le "toit" de la nappe.

Nous avons vu qu'une nappe, trop proche de la surface, pouvait créer des conditions asphyxiques néfastes à la croissance normale des plantes. De même, on peut imaginer qu'une nappe trop profonde ne participera pas à l'alimentation en eau des plantes et

aura ainsi un effet dépressif sur le rendement.

On peut donc concevoir qu'entre trop profond et pas assez, il existe la profondeur optimale de la nappe.

On peut dire en cas d'agriculture non irriguée qu'une nappe pas trop profonde peut être avantageuse surtout en sol léger, cet avantage étant nettement moins marqué en sol lourd à forte capacité de rétention. Par contre en agriculture irriguée, on peut dire à la limite, que plus la nappe est profonde mieux cela est.

#### 1.8.3) - Notion de régime permanent et régime variable :

Le raisonnement et les méthodes de calcul des caractéristiques techniques du réseau sont différentes suivant le climat (pluie).

Dans une région où, les pluies sont longues, fréquentes et ne laissent entre elles que des intervalles de temps trop courts, on est en présence d'un régime permanent qui maintient la nappe en dessous d'un niveau optimum.

Dans les régions, où les pluies ont été <sup>de</sup> très forte intensité mais sont courtes et laissent entre elles des intervalles de temps d'au moins une semaine, on cherche à obtenir un rabattement de la nappe suffisant en un délai déterminé après la fin de la pluie ( 2 ou 3 jours par exemple).

L'abaissement de la nappe se produit dans des conditions qui varient à chaque instant, on est en régime variable.

Exemple :

Le régime de drainage en MITIDJA est un régime permanent car en automne et surtout en hiver, le climat est caractérisé par des pluies fréquentes (saison pluvieuse de Novembre à Février inclus, avec 56 % des 615 mm de la pluviométrie annuelle en 40 jours de pluie).

#### 1.8.4) - La profondeur de placement des drains :

C'est à la fois une dimension et un critère de drainage. Il existe plusieurs éléments de réponse pour le choix de la profondeur de placement. La FAO propose de fixer la profondeur d'installation des drains de la manière suivante :

✦ En régime permanent :

$$\text{Profondeur drain} = P.I.m + \frac{E.M}{2} + 0,10m.$$

\* En regime variable :

$$\text{Profondeur drain} = \text{P.I.m} + \text{E.M} + 0,10\text{m.}$$

Avec :

P.I.m = profondeur minimum imposee depend de la culture, du sol et le regime d'ecoulement.

Exemple : Cultures de plein champ ( en regime permanent) dans un sol fin permeable  $\rightarrow$  P.I.m = 1,2 m.

E.M = elevation maximum de la nappe suite a l'apport d'eau (dose d'irrigation en periode de pointe).

0,1m = marge de securite.

En cas de drainage par tuyaux enterres :

La profondeur e a une valeur minimum, elle se situe a environ de 0,7 a 0,8 m, cette profondeur est imposee pour des probleme de resistance de gel, au colmatage raicinaire et aux efforts dus au déplacement des engins de travail du sol en surface, et une valeur maximum qui correspond aux capacites des engins mecaniques qui placent ces tuyaux  $\approx$  2,5.

\* Profondeur de la couche impermeable ou peu permeable (troisieme element). Il y a trois possibilites :

- Placer les drains au-dessus de la couche impermeable pour autant qu'une profondeur minimum de 1m (par exemple) soit respectee.

Placer les drains au-dessous de la couche impermeable.

- Placer les drains dans la couche impermeable avec un remblai poreux par dessus.

\* Topographie (quatrieme element) :

Les conditions topographiques peuvent imposer certaines limites en matiere de propulseur.

\* Le cout d'installation (cinquieme element).

CONCLUSION :

A l'heure actuelle, en regions arides et semi-arides, la tendance est "aux grandes profondeurs". Une profondeur courante a l'heure actuelle est 2,5 m.

1.8.5) - Les caracteristiques des sols :

Trois caracteristiques sont indispensables pour le

dimensionnement d'un reseau de drainage :

1.8.5.1) La conductivite hydraulique saturee "K" :

Le facteur "K" a une dimension d'une vitesse m/jour, cm/sec. Il represente une combinaison entre les caracteristiques du fluide considere et l'aptitude du milieu considere a se laisser traverser par un ecoulement.

Il existe plusieurs methodes de mesure :

- Des methodes de laboratoire.

Des methodes correlatives.

Des methodes "in situ" de terrain : Soit par les mesures par "trou de sondage" ou par les mesures realisees sur systeme de drainage experimental.

1.8.5.2) La porosite efficace ou porosite de drainage :

$$\mu = \frac{\text{Volume des pores remplis d'air apres drainage}}{\text{Volume total de sol}}$$

La porosite de drainage est un des parametres de base utilises dans les methodes usuelles de prediction des mouvements de nappe.

Elle definie habituellement comme "le volume d'eau par unite de surface qui est "relachee" lorsque la nappe "chute" d'une unite.

Dans les projets de drainage, elle est supposee constante et prise comme propriete du sol.

1.8.5.3) La profondeur de l'Horizon impermeable :

La profondeur a laquelle se situe cet horizon a une influence considerable sur l'hydraulique de l'ecoulement vers les drains. En pratique, on peut determiner la profondeur de cet horizon lors de mesures de conductivite par exemple.

Il peut etre relativement facilement reperable de son caractere "sec" par rapport aux horizons sus-jacents.

1.9) DESCRIPTION DES TECHNIQUES DE DRAINAGE :

1.9.1) Drainage superficiel :

La methode de drainage en surface, telles de l'amenagement des fosses tertiaires et quaternaires rendent plus difficiles

l'emploi d'engins mecanises modernes.

Le probleme de techniques de drainage reside , en rendant l'acces difficile aux exploitations, diminution de la surface utile et surtout si l'entretien est mal concu.

#### Avantages :

Presente deux gros avantages :

- \* Simplicite relative de mise en oeuvre.
- \* Investissement peu eleve.

#### Inconvenients :

\* Occupation du terrain, gene les facons culturales, labour et autres facons, surtout si elles sont mecanises.

\* Les fosses necessitent un entretien annuel si on desire qu'ils gardent leur capacite d'ecoulement.

#### 1.9.2)- Drainage souterrain :

Un systeme de drainage souterrain peut etre defini comme tout systeme de drainage (puits drainants, tuyau de drainage) concu pour controler le niveau de la nappe. On peut aussi distinguer : Le drainage par les fosses remblayees , cette technique consiste a placer au fond du fosse un materiau filtrant (gravier par exemple) puis a remblayer la tranche avec le sol original.

Ce type du systeme contourne les desavantages des fosses a ciel ouvert (pente de terrain + entretien).

#### 1.9.3)- Drainage par tuyaux enterres :

Cette technique concerne tous les materiels installant des conduits creant dans le sol des cheminements plus ou moins faconnes. Elle est caracterisee par des canalisations deposees dans le sol a des profondeurs variables (jusqu'a deux metres).

Ce type de drainage reste le plus frequent dans les sols mineraux a permeabilite superieur a 30 cm/j, l'ecoulement vers les tuyaux enteree (drains) est provoque par la difference de charge entre l'interieur du tuyau et la nappe environnante.

Dans le cas des sols structures, peu permeables ou a risque de colmatage eleve, on y adjoint des filtres ou des remblais poreux en materiaux apports.

Dans les sols lourds, cette technique est souvent associee au drainage taupe ou bien amelioree par un sous-solage.

Le sous-solage est une technique tres efficace et permet un

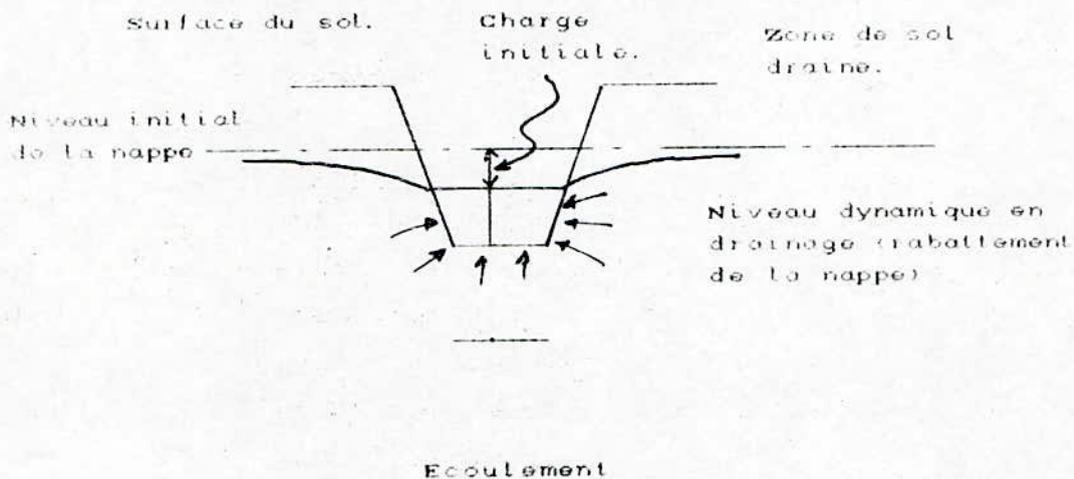
ecartement économique des drains dans certaines stations difficiles.

#### 1.9.4)- Drainage taupe :

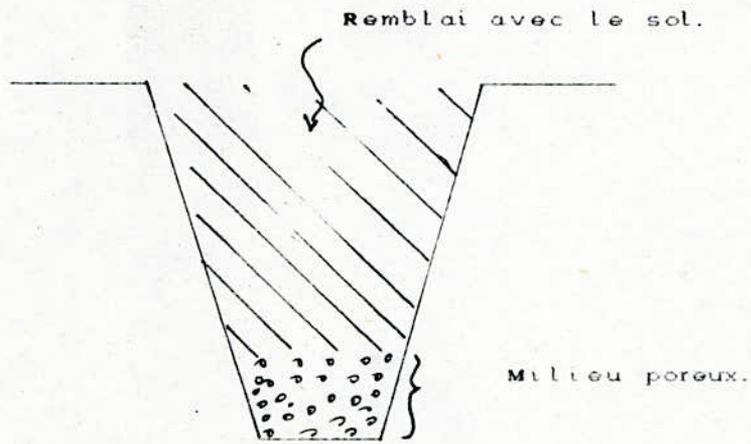
Ce taupage ou formation de galeries souterraines non revêtues, créés par une charrue-taupe, a utiliser essentiellement dans les sols très argileux et plastiques.

Les galeries drainantes réalisées en profondeur par un façonnage direct du sol, susceptibles d'améliorer les conditions de fonctionnement d'un réseau plus profond, a écartement important ou dans un milieu a faible conductivité hydraulique.

Le drainage taupe est appliqué aux sols argileux indépendamment ou combiné avec le drainage en tuyaux, son utilisation assure l'évacuation plus rapide de l'humidité en excès.

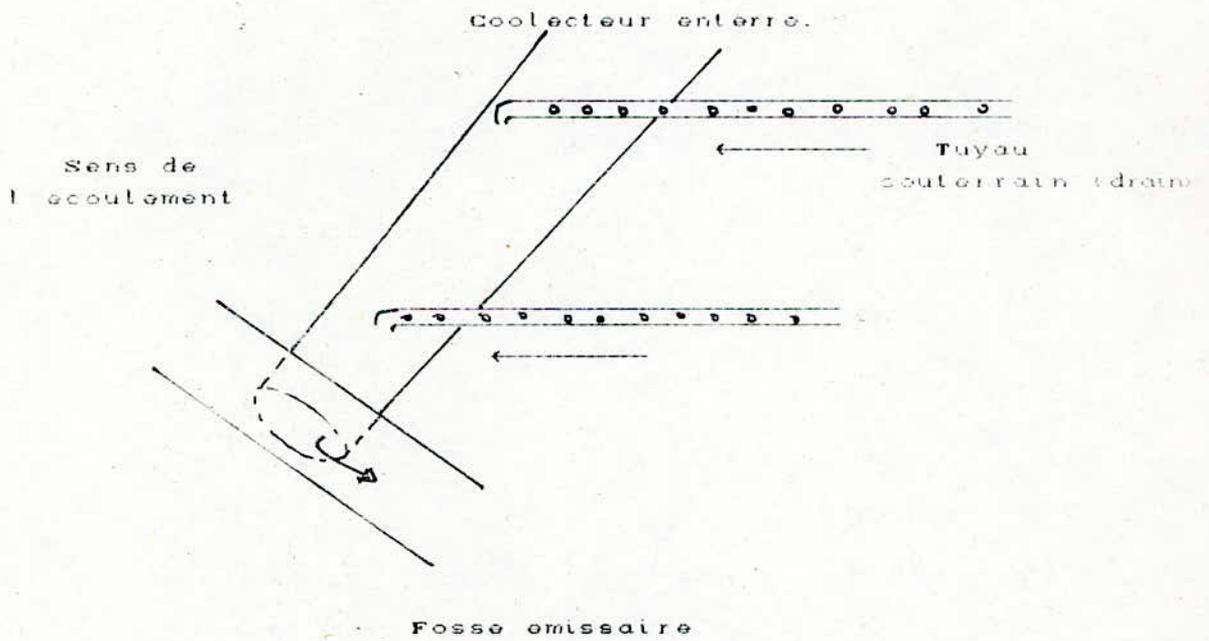


DRAINAGE PAR FOSSES

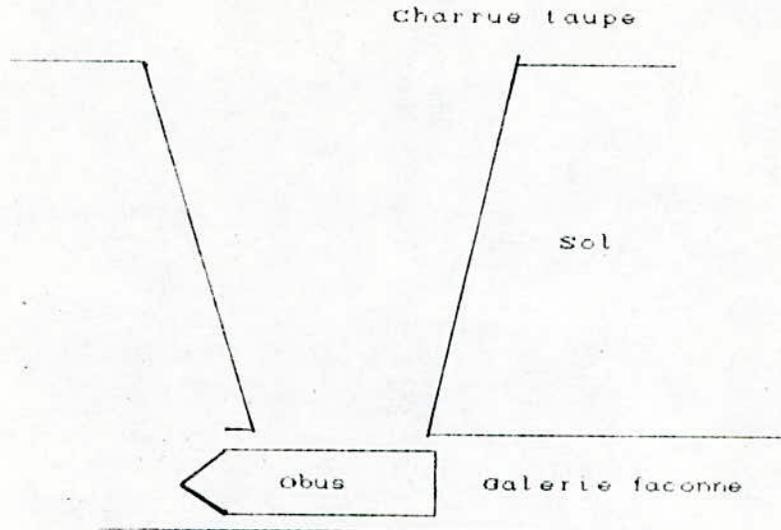


(Risque de colmatage).

**DRAINAGE PAR LES FOSSES REMBLAYES.**



REPRESENTATION SCHEMATIQUE D'UN RESEAU DE DRAINAGE SOUTERRAIN



#### DRAINAGE TAUPE"

##### 1.10) - QUELQUES INFORMATIONS SUR LE PROBLEME EN ALGERIE :

Le problème du drainage se pose en Algérie avec acuité dans certaines régions dans les zones arides "ou de sertigues du sud", dans les palmeraies et Oasis, la lutte contre la salinisation des sols par suite de la montée des nappes phréatiques est permanent depuis la mise en culture de ces zones. Les réseaux de drainage (presque toujours par fosses) y sont plus ou moins bien entretenus et fonctionnels suivant les régions. Dans le nord, il existe de vastes périmètres irrigués, installés très souvent dans des dépressions, des plaines alluviales à faible drainage naturel.

Ces périmètres sont soit dépourvus de réseaux de drainage, soit équipés de vieux réseaux de fosses non ou mal entretenus et peu fonctionnels, soit équipés d'un nouveau réseau de drainage enterré comme le MITIDJA (W de BLIDA).

Il est évident qu'en ALGERIE le drainage est une technique qui doit être presque toujours associée à l'irrigation.

##### 1.11) - SYNTHESE ET TECHNIQUE DE DRAINAGE PRECONISE :

La conception d'un reseau de drainage est tributaire de facteurs naturels (origine de l'eau, pentes exutoire, l'étude hydrodynamique de sols), ou lies a l'utilisation humaines (structure des exploitations, conduite des cultures, servitude eventuelles, conditions economique).

Il faut aussi insister sur le fait que l'agriculteur doit etre systematiquement associe a la conception du reseau, en effet, sa connaissance du terrain est indispensable.

Le choix d'un drainage souterrain ou de surface dans les sols argileux n'est pas une chose aisee.

Le drainage de surface est difficilement realisable en Algerie du fait que l'amenagement est a la charge de l'agriculteur et necessite un materiel specialise, de plus l'entretien indispensable des ados est rarement assure de facon satisfaisante.

Par contre l'amenagement de drainage souterrain devient encombrant et ne perturbe pas la culture mecanisee, l'entretien n'est pas necessaire sauf pour les fosses collecteurs et meme le cout de l'amenagement a l'hectare est presque le meme pour les deux systemes.

D'autre part du point de vue de la nappe a maintenir.

Il faut recueillir les eaux infiltrees avec une vitesse suffisante pour evacuer la pluie critique qui risque d'asphyxier les racines.

Sur ces raisons, la technique de drainage preconisee est basee sur les conduites entrees, cette technique nous semble avantageuse par rapport a celle de drainage de surface, par le fait que le sol ne sera pas encombre (presence de peu de fosses et collecteurs), et elle abaisse le plan d'eau dans de meilleures conditions d'une part et d'autre part elle est utilisee dans les sols ou la permeabilite est superieure a 30 cm/j.

En se comparant a d'autres pays tels que l'Angleterre, l'Espagne, le Portugal et la Yougoslavie, le drainage des sols lourds par la methode souterraine a ete employe avec succes.

#### CONCLUSION :

Pour la tranche II de la MITIDJA ouest, la technique de

drainage par tuyaux enterrees a été retenue pour ces avantages.

Pour se prononcer sur une technique de drainage appropriée, il faut reunir tous les parametres de base definissant le drainage:

- Etablir un bilan hydrologique.
- Definir l'occupation des sols.
- Determiner le debit caracteristique.
- Definir la topographie de la zone.

Pour maitriser une technique de drainage et etudier sa rentabilite, il est imperatif de mener un protocole de suivi par des observations et des mesures en continues (piezometrie, debit de drainage et le rendement des cultures).

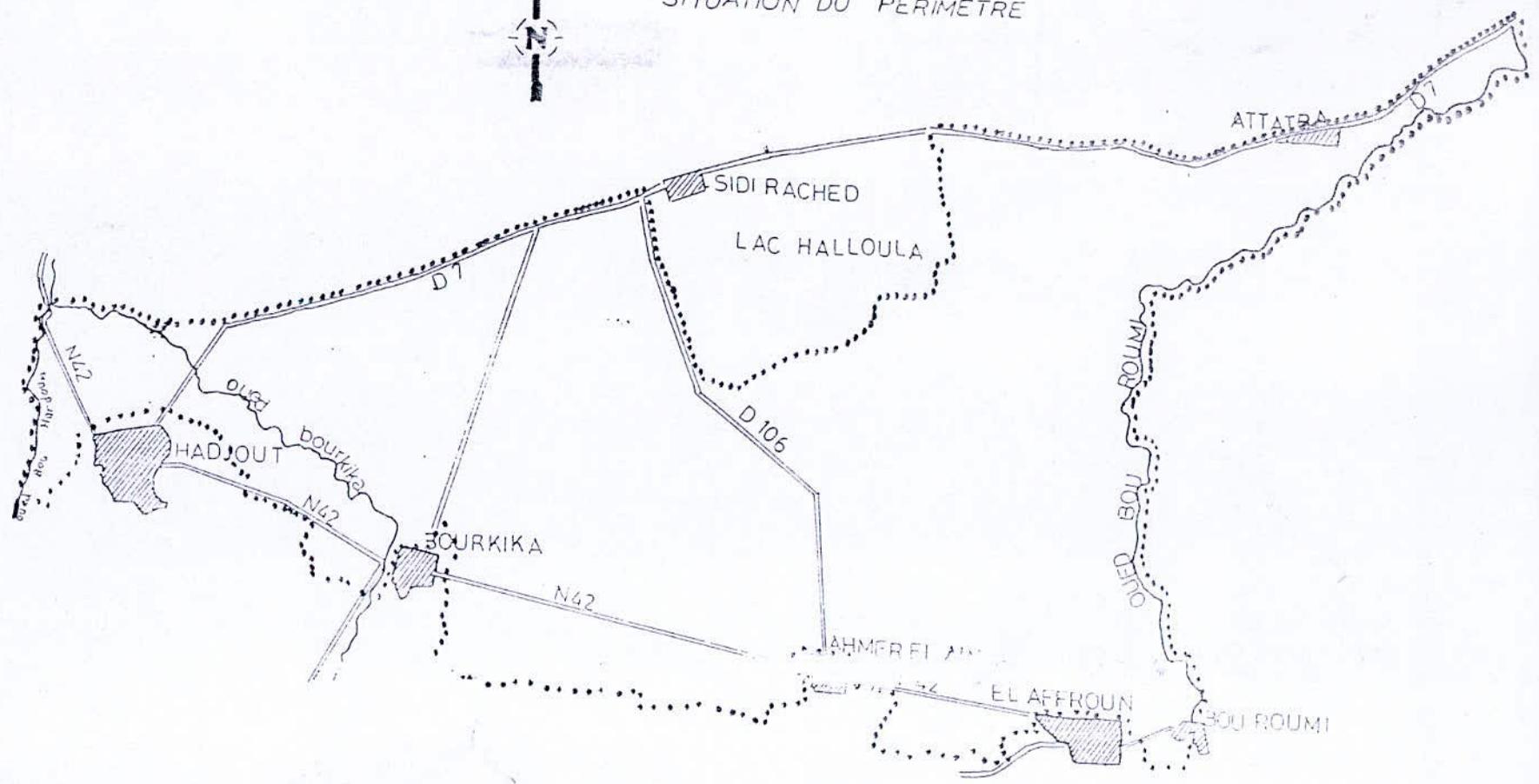
CHAPITRE II

SITUATION ET ANALYSE DES DONNEES

DE

LA MITIDJA OUEST TRANCHE II

SITUATION DU PERIMETRE



P.2.A.  
P.11005/03

MITIDJA OUEST (TRANCHE II) SITUATION ET ANALYSE DES DONNES

2.1)- SITUATION :

2.1.1 La plaine de la Mitidja:

La plaine de la mitidja est un bassin alluvial cotier forme par un affaissement et une sedimentation .

Elle s'étend sur une longueur d'environ 80 KM d'est en ouest et entre 12 à 18 KM de largeur du nord au sud. C'est une dépression orientée ouest sud-ouest et est nord est par l'oued Boudouaou , l'ouest par l'oued Nador, limitée au nord par les collines du sahel et au sud par les montagnes de l'Atlas.

2.1.2 Situation du perimetre:

Notre projet s'effectue au niveau du perimetre de la mitidja ouest (tranche II).

Le perimetre couvre une superficie de 2100 ha et se limite l'ouest de hadjout, l'est par l'oued Bou-Roumi, au nord par la route de wilaya numero 7, reliant Attatba hadjout et au sud par la route nationale numero 42 reliant El-Afroun Hadjout (voire planche I).

2.1.3 Zones de drainage:

Sur la base des etudes agro-pedologiques differentes echelles de precisions et des resultas des travaux hydrodynamiques des sols obtenus des par l'etudes hydrodynamique faites par l'ANRH [7] les sols du perimetre etudie ont de delimités en quatre zones homogènes.

Le principal facteur pris en consideration dans cette classification est celui de degre d'engorgement des sols en eau, en incluant les autres facteurs ( textures , structure , profondeur , porosité , permeabilité, ...) les quatre zones identifiées et classées par ordre de saturation en eau sont les suivantes [7]

voire annexe (planche.I) :

a/zones ne necessitant pas des travaux de drainages:

cette categorie de sols qui occupe une superficie d'environ 6000ha ne necessite pas de travaux ni d'assainissement.

La grande majorite des sols de cette categorie se localisent toute autour du perimetre et presente le plus souvent une pente pouvant creer un drainage naturel le reste de cette categorie des

sols dont une partie se situe au nord du village d'El Affroun et l'autre au sud de HAI -RAHMANE ,possede une legere pente (sud au nord) et se caracterise principalement par des sols peu evolues d'apport alluvial, profond de texture moyenne.

b/ zones à drainages retardés:

cette categorie de sols, qui couvre une superficie d'environ 6200ha se localise principalement droite le long de la route nationale numero 42 en direction de Hadjout, une deuxieme partie se situe ,Attatba le long de la route de wilaya numero 7 (Attatba-Sidi Rached ).

c/zones à drainer dans l'immediat:

cette zone occupe une superficie d'environ 3700ha la grande majorite des sols se localisent au centre du perimetre (depression).

les sols de cette categorie possèdent des caractères dont leur évolution est dominée par l'effet d'un excès d'eau ,il possede une texture tres fine ,avec un pourcentage d'argile superieur 50 % dans tout les horizons.

ces sols se distinguent par leur forte halomorphie dont la conductivite électrique peut dépasser les 7 mmhos/cm.la conductivite mesurée dans ces zones oscille entre 0.15 et 0.55 m/j .

d/zones à exclusion de l'irrigation:

cette zone couvre une superficie d'environ 1670ha, elle se localise au lac de Halloula, près du village de SIDI Rached. la conductivité électrique des sols varie entre 4 et 7 mmhos/cm en surface et de 7 à 16 mmhos/cm en profondeur.

## 2-2 ANALYSE DES CONDITIONS NATURELLES :

### 2-2-1 Etude climatique:

Le climat se définit comme tant l'ensemble des phénomènes météorologiques qui caractérisent l'état de l'atmosphère et de son évolution en un lieu donné.

Les différents éléments composant le climat sont:

a/ pluviométrie: la moyenne calculée de 44 années par le bureau climatologique du S.E.S pour 3 stations :

Tableau 1-1 [1]

Stations	Pluviométrie annuelle (mm)
Mouza a	565
Sidi-Rached	616
El-Afroun	667

La répartition annuelle moyenne de la pluviométrie est représentée par le tableau 1-2 [1].

Tableau I-2

Mois	Nombre de jours pluvieux	% de la pluvio- mtrie
Novembre - Fevrier	40	56
Juin - Septembre	9	8
Mars - Mai	22	26
Octobre	6 7	10

En valeur moyenne annuelle, c'est la station de Sidi-Rached qui est repr sentative du perim tre avec la pluviométrie représenté e dans le tableau I-3 [1].

Tableau I-3

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
P mm	100	73	60	33	40	12	0	0	25	68	85	100	616

b/ Temperatures:

les temperatures observées à Blida (moyenne de 25 années, source: selte Zer) sont représentatives du perimètre.

Il en ressort : une température moyenne annuelle de 18.5 deg.C des minimas absolus de 0 deg.C en Decembre-Janvier et des maximas absolues de 45 deg.C en Juillet-aout.

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Annuelle
11.3	12.2	14.7	15.9	19.4	23.2	26.3	27.5	24.7	19.8	15.7	12.8	18.5

Tableau representatif des temperatures en 0 deg.C [1].

c/ Vents( source:ENERGO PROJET 1977 )

La rose des vents a blida a fait ressortir pres de 30% du temps total avec vents provenant des directions suivantes:

N = 31.5%

S = 14.9%

W = 34.7%

E = 22.8 %

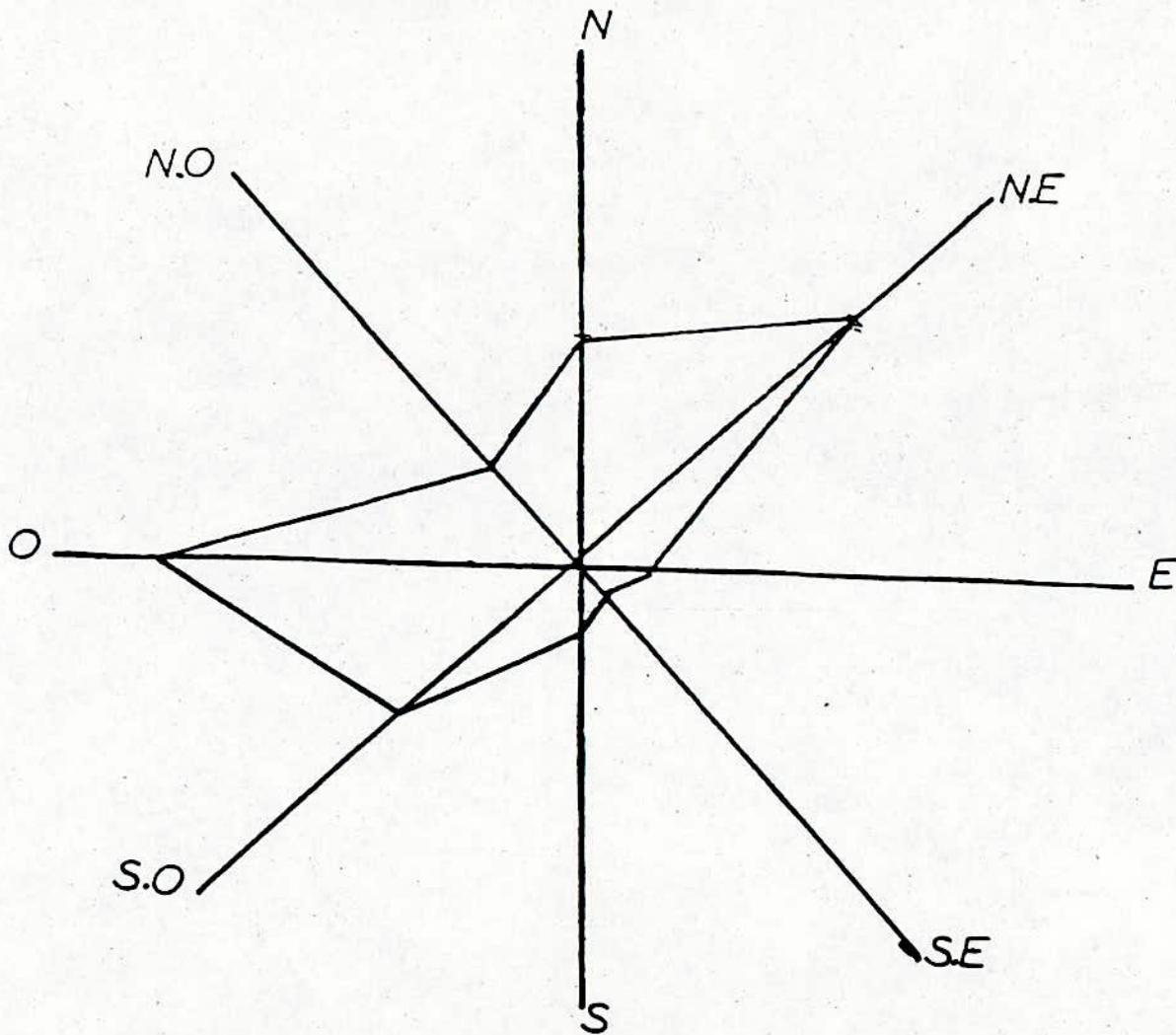
la vitesse moyenne des vents (en m/s) au cours de l'annee est representee dans le tableau suivant [1].

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
V	3.0	3.1	2.9	3.1	2.8	3.0	3.2	3.1	2.5	2.3	2.5	3.7

d/Humidite relative de l'air:

l'humidite est generalement importante au debut et a la fin de la journee pendant toute l'annee. Elle est representee dans le tableau ci dessous ( exprimee en pourcentage )

# ROSE DU VENT



34

H d'ob	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
6	77	75	75	76	79	73	79	73	77	78	76	79	76
12	66	60	67	55	53	51	47	43	49	55	62	61	56
18	78	75	72	69	63	59	55	55	66	75	75	78	68
24	74	70	71	66	63	61	60	57	66	69	71	73	67

Tableau 1.5

e/ gelee:

les gelees commencent a se former de decembre a mars dans la station d'EL AFROUN. Le nombre de jours de gelee enregistre est de 1.8 dont le maximum des jours de gelee se situe en janvier [1]. Les masses d'air froides qui descendent des montagnes vers la plaine conditionnent dans cette derniere pendant les mois du printemps la formation de gelee .

f/ Evaporation:

L'evaporation moyenne annuelle observee dans la station d'EL AFFROUN est de l'ordre de 1400 mm. Elle est representee dans le tableau ci dessous ( en mm) [1].

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Annuelle
49	61.6	72.8	101	155	157	214	202	161	91	85.4	50.4	1400.2

g/ Brouillard :

sur la base de 20 ans d'observation ,SELTZER donne le nombre moyen

Mois Sta.	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Sta. Rach	1.7	3.9	4.2	3.5	5.4	6.3	7.6	6.6	4.1	3.9	3.0	1.0	54.0

b/ Orages :

SEIZER donne un nombre moyen de jours d'orage pour la station de Sidi-Rached

Mois Sta.	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Sta. Rach	1.7	3.0	2.4	1.9	3.1	3.0	1.7	1.6	3.5	2.3	2.3	2.4	28.9

On note 2 maximums: 1 au mois de septembre et l'autre aux mois de Fevrier et Mai. Le minimum est note en janvier et en juillet.

#### 2.2.2 ETUDE GEOMORPHOLOGIQUE :

Le bassin de la Mitidja est un tres important bassin alluvial cotier forme par un affaissement suivi d'une sedimentation progressive durant le pliocene. La structure synclinale originale responsable de la presence de la Mitidja fut produite par un leger plissement survenu a la fin du tertiaire [2]. La structure geologique du comblement mitidjien s'est faite avec la participation [3]:

a/ du pliocene marin : formant la bande du sahel et servant de bordure aux massifs anciens. Il comprend une couche puissante de marnes bleues, parfois sableuses, la serie de l'Astein (marnes jaunes, facies greseux, facies calcaires greseux).

b/ Du quaternaire marin: il est localise sur le versant nord du

sahel et il forme la depression Mitidjienne entre Alger et Bordj-El-Bahri .

c/ Du quaternaire continental divise en :

\* Villa Franchien superieur: localise sur la couverture du glacis superieur (100 a 300 m d'altitude ),se sont des graviers sillicieux fluviatiles et des graviers de gres cretaces melanges a une argile rougeatre.

\* Quaternaire ancien :il se trouve sous forme de relique sur les bordures terrasse du sahel,echelonnees entre 50 et 150 m au dessus des reconnaissances geomorphologiques. On peut ainsi avoir une apprehension acceptable de l'evolution du bassin de la Mitidja et de la

\* Quaternaire moyen : ce sont des terrasses qui s'etagent entre 8 a 30 m au dessus des oueds ,les alluvions constituent la majeure partie

du piedmont de l'atlas et forment un bourrelet typique a la limite du sahel et de la plaine.

\* Quaternaire recent :ces alluvions forment le dernier comblement de la Mitidja ,ils correspondent au rharbien terrasse de 5 m . ce sont des limons gris, des limons sableux,des limons argiles noiresou bleues,des limons caillouteux et des cailloutis grissiers.

\* Quaternaire actuel :il est limite aux lits mineurs et majeurs des oueds cailloutis fluviatiles grossiers a galets roudes ,plats et blocs volumineux ,et aux plages limons gris - acre.

La forme actuelle de la Mitidja a ete etablie avec 4 unites geomorphologiques clairement definies [2]

#### CONCLUSION :

L'interpretation geologique constitue une base saine pour l'interpretation hydrogeologique,c'est a dire pour l'identification des principales formations aquiferes de leur configuration et de leurs independances.

Des reconnaissances geomorphologiques conduisent a une apprehension acceptable de l'evolution du bassin de la Mitidja et de la distribution tridimensionnelle des formations.

#### 2.3 ETUDE HYDROGEOLOGIQUE :

En relation avec le développement géologique et géomorphologique de la Mitidja pendant le pliocène et le quaternaire se forment deux aquifères principaux:[3]

#### 1-Astien:

gréseux ou grésocalcaire, il est bien délimité entre un substratum argileux et la couverture épaisse des "marnes des maisons carrées". La limite nord de cet aquifère représente le cote sud du sahel et au sud, l'Astein s'enfonce à l'amont d'une ligne S0 NE passant par BOUFARIK et EL AFFROUN; le toit de l'astein est à 400 m de profondeur à Qued El Alleug et à 200 m dans le Mazafran. L'épaisseur moyenne est de 100 m. L'aquifère Astein est principalement alimenté par l'infiltration des pluies sur le sahel où il est affleurant. Dans les piémonts de l'Atlas, il est également alimenté par la nappe alluviale sous-jacente, à travers les marnes jaunes peu épaisses. Les seuls exutoires de cet aquifère sont constitués par certaines percolations privilégiées vers la nappe alluviale.

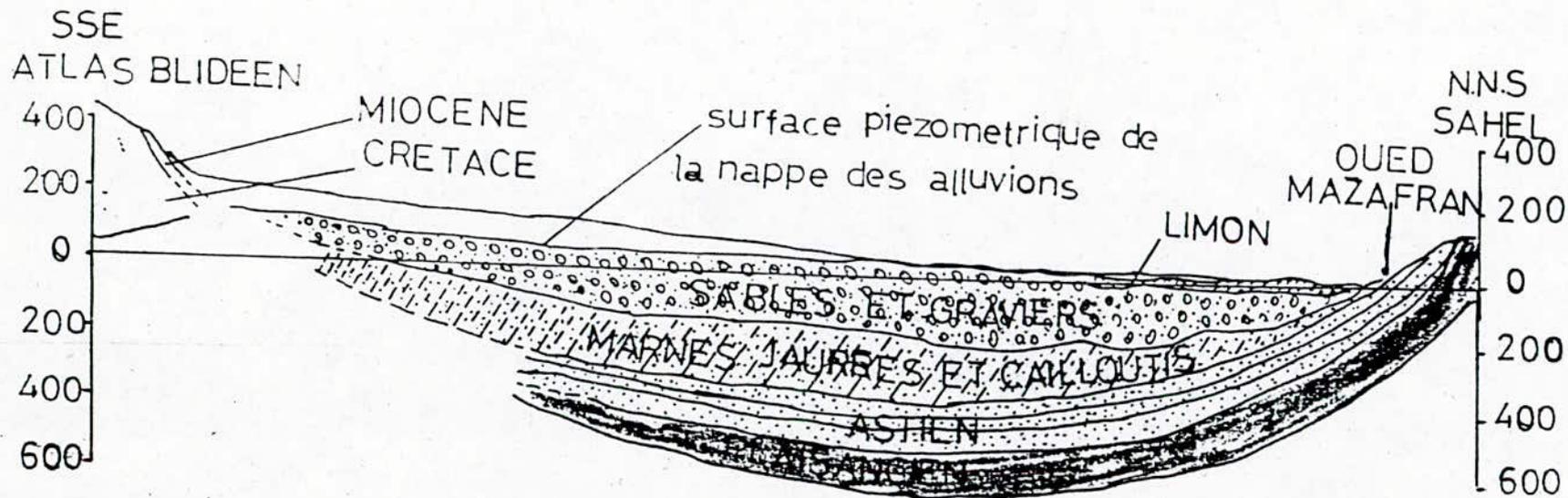
#### 2-Le réservoir quaternaire :

il est essentiellement constitué par la superposition des alluvions du quaternaire moyen et par la base des alluvions récents. Dans le piémont, le niveau piézométrique est très souvent inférieur au toit des marnes jaunes, l'amont est pratiquement un réservoir vide, à laval des aquifères gravilleux sont captifs sous des limons gris de plaine (15 m environ), l'épaisseur moyenne du réservoir est de 50 à 70 m.

L'aquifère alluvial est alimenté comme suit :

- \* Dans la plaine, par infiltration des précipitations.
- \* Dans les piémonts de l'Atlas par infiltration des cours d'eau
- \* Et long du sahel, par écoulement souterrain de l'Astein vers la nappe alluviale, à travers une épaisseur variable des marnes jaunes

COUPE INTERPRETATIVE TRANSVERSALE DE LA  
MITIDJA DANS LE BASSIN DE MAZAFRAN



ECHELLE DES LONGUEURS : 1/100 000

ECHELLE DES HAUTEURS : 1/120 000

## 2.4 ETUDE HYDROLOGIQUE :

### 2.4.1 RESEAU HYDROGRAPHIQUE : [1]

le reseau hydrographique actuel peut etre divise en trois groupes differents suivant leur exutoire aval:

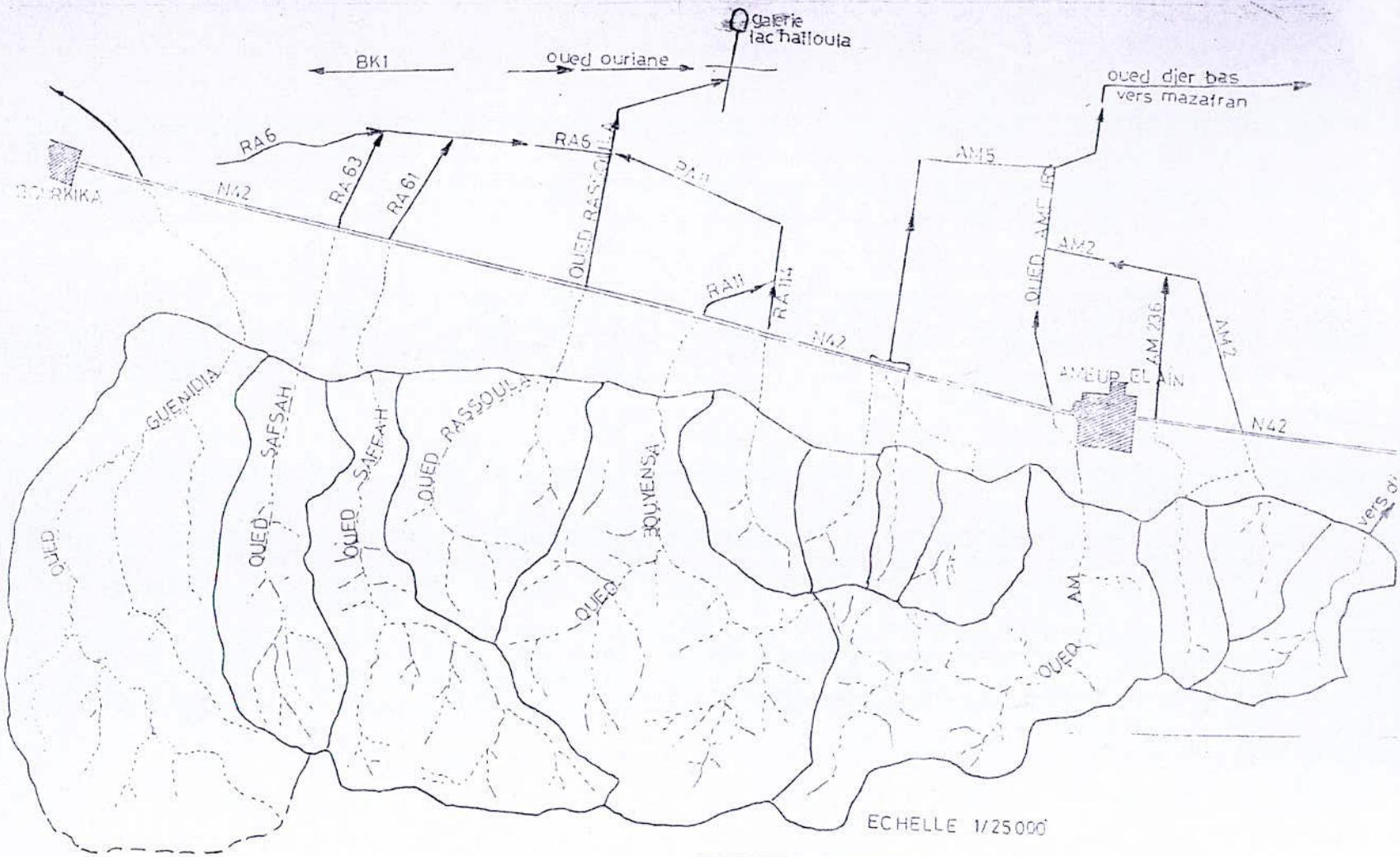
\* Le bassin de NADOR :le plus a l'ouest forme par la reunion des oueds Bouyersen, Bouardoun , Menrad et Bourkika;traverse le sabel au droit de la cluse de TIPAZA.L'oued Bourkika a ete derive sur NADOR a l'origine il allait se perdre dans le lac HALLOULA .

\* Le bassin du lac HALLOULA

le lac recoit les eaux de ruissellement de nombreux petits oueds situes au centre du piemont de l'Atlas.Une galerie de 29 km de longueur permet l'evacuation totale des eaux qui parviennent ,et si en temps de crue exceptionnelle on assiste a des submersions dont la hauteur et la duree peuvent etre importantes ,la realisation de cette galerie a permet la mise en culture de l'ensemble de la zone qui constituait l'ancien lac halloula .

\* L'oued Mazafran

il est constitue par l'ensemble des oueds situes a l'est des precedents ,son bassin versant ( 1300 km<sup>2</sup>)est le plus important ;les affluants principaux traversent tout le perimetre de mise en valeur et ne se reunissent qu'a l'extremite aval de la plaine ,juste avant d'emprunter la cluse qui leur sert d'exutoire .L'ampleur des precipitations sur l'Atlas d'une part et la faiblesse de leur pente a l'aval du piemont d'autre part introduisent des debordements importants dans la plaine et une instabilite du lit mineur caracteristique du regime extremement mediterraneendeces oueds .On trouve d'ouest en est :L'oued Djer derive vers Loued BOUROUMiet Loued CHIFFA ,principal affluent du mazafran et generateur des crues les plus importantes vu l'ampleur de son bassin versant .



SCHEMA DE LA  
 REPARTITION HYDRAULIQUE  
 DES BASSINS VERSANTS  
 DES PETITS OUEDS SUD(ATLAS)

#### 2.4.2 CARACTERISTIQUE HYDROLOGIQUE : [1]

la plaine de la Mitidja est traversee par six oueds importants qui assurent le drainage des bassins versants montagneux de la chaine de l'Atlas . Ces oueds sont les suivants : Djer, Bou-roumi, Chiffa, El-harrach, Djemmaa et Hamiz . A l'ouest se trouvent les oueds Djer, Bouroumi et Chiffa qui confluent pour former l'oued Mazafran dont les eaux , apres le passage de la cluse de Mazafran dans le sahel , se jettent dans la Mediterranee .

Le sahel qui longe la cote Mediterannienne est de faible altitude ( 350 m au maximum ), mais son influence tant sur la circulation des precipitations que sur l'obstacle qu'il presente aux ecoulements n'est pas negligeable . Les montagnes de L'Atlas , beaucoup plus elevees ( point culminant 1600 ) fournissent la majeure partie des eaux de surface et des eaux souterraines de la Mitidja .

#### 2.4.3 RESSOURCES EN EAU :

la mise en irrigation de la Mitidja ouest cree une demande en eau supplementaire dont la satisfaction a pose un certain nombre de probleme tant au niveau du choix de la ressource (eau superficielle ou souterraine ) qu'au niveau de sa mobilisation .

Les etudes hydrogeologiques et hydrologiques anterieures ont permis de definir un ensemble d'amenagements dont la realisation est actuellement en cours [1].

##### \* Eaux souterraines :

le sous sol de la plaine comporte des ressources importantes en eau souterraine qui sont exploitees par plus de 4000 puits et forages assurant l'A.E.P, eau industrielle et eau agricole ( principalement pour l'irrigation ) .

##### \* Eau de surface :

L'alimentation en eau agricole de la Mitidja Ouest sera realise au moyen d'un complexe hydraulique dont l'ouvrage est le barrage d'EL MOUSTAKBEL sur BOU-ROUMI (capacite totale 188 km<sup>3</sup>), des remplissages optimaux de la retenue .

## 2.5 ETUDE PEDOLOGIQUE : [1]

### 2.5.1 GENERALITEES :

La plus part des sols rencontrés dans la Mitidja sont des sols peu évolués qui occupent environ 60% de toute la superficie de la plaine. Le reste est occupé par les sols rouges et bruns méditerranéens, des vertisols, des sols hydromorphes à gley et pseudo gley.

Les sols en générale dans la zone du projet sont constitués d'argiles lourdes et gonflantes et leur perméabilité est considérée comme faible à très faible. Ces sols peuvent être comme étant imperméables ( par Monsieur Croon 1988 ) .

### 2.5.2 CARACTERISTIQUES DES SOLS :

Depuis la transgression flandrienne les cluses creusées dans le Sahel par les oueds CHIFFA et NADOR sont remblayées par des alluvions fines épanchées par les cours d'eaux venant de l'Atlas.

Ces alluvions se répartissent dans l'espace selon 4 types principaux de zone qui couvrent la majeure partie de la superficie du périmètre, le reste étant occupé par une zone très différente constituée de

cones de déjection d'alluvions caillouteux. Ces 5 types de zones sont (voir annexe planche 2) :

#### 1- Zones des bourrelets alluviaux :

C'est en bordure des oueds CHIFFA et BOU-ROUMI qu'ils sont le plus étendus. Ils portent des sols peu évolués d'apport alluvial de texture équilibrée, limono-argilo-sableux, ce sont des sols profonds poreux dont les taux de calcaire total sont de l'ordre de 20% (dont 10% de calcaire actif).

En rive droite de BOU-ROUMI des conductivités de 2 à 4 mmhos s'observe parfois, elles correspondent à des salinités très peu élevées, ponctuelles non dangereuses dans un sol si perméable.

#### 2- Zones de plaines alluviales :

Ce sont des sols sains des plaines d'épandage d'alluvions fines, leur pente vers le nord et généralement de l'ordre de 1%, le type de sol est le même que précédemment mais le matériau est plus

limoneux, plus structure de porosité moyenne, leur taux de calcaire sont les mêmes ou légèrement inférieur.

### 3- Zones des vertisols généralement hydromorphes :

Ce sont des zones planes dont les pentes sont de l'ordre de 0.5% majoritairement couvertes de vertisols à drainage externe imparfait généralement hydromorphes. Leurs terres fines, peu ou pas calcaire à une texture fine. Ce sont majoritairement des argiles gonflantes qui confèrent aux sols des propriétés caractéristiques. Porosité très faible, consistance et cohésion élevées, structures défavorables très développées. Ces sols se ressuyent très mal en hiver et au printemps, ils portent une nappe perchée (sols à pseudo-gley ou gley). Au sud Ouest du lac halloula, des sondages révèlent des salinités relativement élevées mais des zones peu étendues (4 à 7 mmhos/cm).

C'est dans ces zones qui sont à assainir en priorité, qui est localisée la presque totalité des superficies devant faire l'objet de l'étude générale de drainage qui permettent de localiser des parcelles devant être drainées.

### 4. Zones depressionnaires hydromorphes :

Il s'agit des deux zones du HALLOULA et de l'oued CHERADA, considérées ensemble ici, car, en dépit de leurs différences, elles présentent des caractéristiques communes déterminantes. Pourcentages cumulés "argile plus limon fin" supérieur à 60% (texture fine) ou 90% (texture ultra fine). Ce sont des dépressions où s'accumule l'eau des écoulements superficiels et hypodermique. La zone du lac HALLOULA est une dépression fermée sans restriction, cuvette de decantation d'eau de crues. C'est un sol hydromorphe à gley, à nappe proche de la surface pendant près de la moitié de l'année. Cette dépression est actuellement assainie par un tunnel de près de 3 mètres de diamètre qui perce le Sahel et vers lequel convergent les principaux canaux d'assainissement. Ces canaux tout comme l'ensemble du réseau existant sur le futur périmètre, ne sont pas entretenus. La zone qui borde les sections avalées de l'oued CHERADA et de l'oued AROUA

est encore plus mal assainie a cause principalement de la presence d'un seuil dans leur zone de confluence.

Sur la majeure partie de cette zone ,la nappe est proche de la surface du sol pendant toute l'annee.Ce sont des sols vertiques ,hydromorphes comparables a ceux de la zone 3 situee au sud ouest du lac HALLOULA

Sol de texture ultrafine a taux d'argile gonflantes superieur a ceux

de limon fin, conductivite hydraulique tres elevee.Dans ces zones l'assainissement superficiel est imperatif , elles seront majoritairement concernees par l'etude generale de drainage qui demontrera que les sols de la seconde zone justifient plus la pose de drains enteres que dans le perimetre.

#### 5-Zones de cones :

Il s'agit principalement des zones de MOUZAIA dont la pente reguliere de 2 a 5% portent un sol fersiallitique a reserve calcique.

L'amont de ces cones est tres disseque par le reseau hydrographique actuel.Ce sol generalement non caillouteux en surface, non calcaire et de texture moyenne ,est caracterise par un encroulement tres caillouteux observable a partir de 40 a 80 cm de profondeur et qui limite sa profondeur utile.

#### CONCLUSION :

L'etude generale des sols du perimetre permet de en evidence les deux caracteristiques les plus importantes :

- \* Les sols des bourrelets alluviaux et de plaines alluviales sont de tres bonnes qualite (zones 1 et 2).
- \* Les vertisols presentent 2 principaux facteurs limitants :  
Ils sont generalement hydromorphe et de texture ultra fine.  
Mais ce sont des sols fertiles et, apres assainissement , leur productivite agronomique sera satisfaisante si l'on y cultive

des

plantes adaptees a leur texture (zone 3 dans leur majorite et zone de l'oued CHERADA ).

### CHAPITRE III

#### Hydrologie de la Mitidja Ouest

1.1.2. Étude des valeurs extrêmes des précipitations:

##### 1.1.2.1 Méthodologie:

Le premier travail sera alors de classer et traiter les données pluviométriques existantes, et pour cela:

1) On va collecter les relevés pluviométriques journaliers de la zone étudiée, et ce, pour une période d'au moins 5 années au moins.

2) L'objectif du classement du traitement sera de mettre en évidence les pluies maximums de courte durée (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 270, 360, 540, 720, 1080, 1620, 2160, 3240, 4320, 6480, 8640, 12960, 17280, 25920, 34560, 51840, 69120, 103680, 138240, 207360, 276480, 414720, 549600, 824400, 1099200, 1648800, 2198400, 3297600, 4396800, 6595200, 8793600, 13190400, 17587200, 26380800, 35174400, 52761600, 70348800, 105523200, 140697600, 211046400, 281395200, 422092800, 562789600, 844184000, 1125578400, 1703367600, 2281156800, 3421735200, 4562113600, 6843170400, 9124227200, 13686340800, 18248454400, 27372681600, 36456908800, 54685363200, 72913817600, 109370726400, 145756185600, 218634278400, 291512371200, 437268544000, 576914713600, 865372070400, 1153929427200, 1730894144000, 2307858860800, 3461788288000, 4562717712000, 6844076544000, 9125435376000, 13688572032000, 18251708688000, 27375846016000, 36459983344000, 54691969984000, 72923956544000, 109375943104000, 145827929664000, 218711811840000, 291595693920000, 437338067200000, 576880240640000, 865422414080000, 1153964281600000, 1731428447360000, 2308892613120000, 3464315346880000, 4569738080640000, 6851100714240000, 9132463347840000, 13695599904000000, 18258736460800000, 27382873817600000, 36457011174400000, 54688997811200000, 72920984347200000, 109372970902400000, 145824957468800000, 218708839635200000, 291592721302400000, 437334947968000000, 576877061734400000, 865419325100800000, 1153961588467200000, 1731425754131200000, 2308890019795200000, 3464312753536000000, 4569735487200000000, 6851098120864000000, 9132460764528000000, 13695607321152000000, 18258744877440000000, 27382882233728000000, 36457019590080000000, 54688995223680000000, 72920981699200000000, 109372968256000000000, 1458249548224000000000, 2187088364896000000000, 2915927181568000000000, 4373348264960000000000, 5768771602688000000000, 8654194236352000000000, 11539616903040000000000, 17314280559680000000000, 230889632163200000000000, 3464319321036800000000000, 4569742054700800000000000, 6851104698364800000000000, 9132467342028800000000000, 13695614897617600000000000, 18258752013280000000000000, 27382889369600000000000000, 36457026726240000000000000, 54688991716160000000000000, 72920978124800000000000000, 109372964691200000000000000, 145824951257600000000000000, 218708833524800000000000000, 291592715252000000000000000, 437334825260800000000000000, 576877159032800000000000000, 865419422400000000000000000, 1153961690064000000000000000, 1731428055728000000000000000, 2308896321400000000000000000, 3464319320800000000000000000, 4569742054464000000000000000, 6851104698128000000000000000, 9132467341792000000000000000, 13695614897381000000000000000, 18258752013040000000000000000, 27382889369360000000000000000, 36457026725700000000000000000, 54688991615600000000000000000, 72920978024200000000000000000, 109372964600000000000000000000, 145824951166000000000000000000, 218708833433000000000000000000, 291592715160000000000000000000, 437334825168000000000000000000, 576877158940000000000000000000, 865419422512000000000000000000, 1153961690070000000000000000000, 1731428055730000000000000000000, 2308896321370000000000000000000, 3464319320770000000000000000000, 4569742054430000000000000000000, 6851104698090000000000000000000, 9132467341750000000000000000000, 13695614897339000000000000000000, 18258752013000000000000000000000, 27382889369320000000000000000000, 36457026725600000000000000000000, 54688991615500000000000000000000, 72920978024100000000000000000000, 109372964600000000000000000000000, 145824951166000000000000000000000, 218708833433000000000000000000000, 291592715160000000000000000000000, 437334825168000000000000000000000, 576877158940000000000000000000000, 865419422512000000000000000000000, 1153961690070000000000000000000000, 1731428055730000000000000000000000, 2308896321370000000000000000000000, 3464319320770000000000000000000000, 4569742054430000000000000000000000, 6851104698090000000000000000000000, 9132467341750000000000000000000000, 13695614897339000000000000000000000, 18258752013000000000000000000000000, 27382889369320000000000000000000000, 36457026725600000000000000000000000, 54688991615500000000000000000000000, 72920978024100000000000000000000000, 109372964600000000000000000000000000, 145824951166000000000000000000000000, 218708833433000000000000000000000000, 291592715160000000000000000000000000, 437334825168000000000000000000000000, 576877158940000000000000000000000000, 865419422512000000000000000000000000, 1153961690070000000000000000000000000, 1731428055730000000000000000000000000, 2308896321370000000000000000000000000, 3464319320770000000000000000000000000, 4569742054430000000000000000000000000, 6851104698090000000000000000000000000, 9132467341750000000000000000000000000, 13695614897339000000000000000000000000, 18258752013000000000000000000000000000, 27382889369320000000000000000000000000, 36457026725600000000000000000000000000, 54688991615500000000000000000000000000, 72920978024100000000000000000000000000, 109372964600000000000000000000000000000, 145824951166000000000000000000000000000, 218708833433000000000000000000000000000, 291592715160000000000000000000000000000, 437334825168000000000000000000000000000, 576877158940000000000000000000000000000, 865419422512000000000000000000000000000, 1153961690070000000000000000000000000000, 1731428055730000000000000000000000000000, 2308896321370000000000000000000000000000, 3464319320770000000000000000000000000000, 4569742054430000000000000000000000000000, 6851104698090000000000000000000000000000, 9132467341750000000000000000000000000000, 13695614897339000000000000000000000000000, 18258752013000000000000000000000000000000, 27382889369320000000000000000000000000000, 36457026725600000000000000000000000000000, 54688991615500000000000000000000000000000, 72920978024100000000000000000000000000000, 109372964600000000000000000000000000000000, 145824951166000000000000000000000000000000, 218708833433000000000000000000000000000000, 291592715160000000000000000000000000000000, 437334825168000000000000000000000000000000, 576877158940000000000000000000000000000000, 865419422512000000000000000000000000000000, 1153961690070000000000000000000000000000000, 1731428055730000000000000000000000000000000, 2308896321370000000000000000000000000000000, 3464319320770000000000000000000000000000000, 4569742054430000000000000000000000000000000, 6851104698090000000000000000000000000000000, 9132467341750000000000000000000000000000000, 13695614897339000000000000000000000000000000, 18258752013000000000000000000000000000000000, 27382889369320000000000000000000000000000000, 36457026725600000000000000000000000000000000, 54688991615500000000000000000000000000000000, 72920978024100000000000000000000000000000000, 109372964600000000000000000000000000000000000, 145824951166000000000000000000000000000000000, 218708833433000000000000000000000000000000000, 291592715160000000000000000000000000000000000, 437334825168000000000000000000000000000000000, 576877158940000000000000000000000000000000000, 865419422512000000000000000000000000000000000, 1153961690070000000000000000000000000000000000, 1731428055730000000000000000000000000000000000, 2308896321370000000000000000000000000000000000, 3464319320770000000000000000000000000000000000, 4569742054430000000000000000000000000000000000, 6851104698090000000000000000000000000000000000, 9132467341750000000000000000000000000000000000, 13695614897339000000000000000000000000000000000, 18258752013000000000000000000000000000000000000, 27382889369320000000000000000000000000000000000, 36457026725600000000000000000000000000000000000, 54688991615500000000000000000000000000000000000, 72920978024100000000000000000000000000000000000, 109372964600000000000000000000000000000000000000, 145824951166000000000000000000000000000000000000, 218708833433000000000000000000000000000000000000, 291592715160000000000000000000000000000000000000, 437334825168000000000000000000000000000000000000, 576877158940000000000000000000000000000000000000, 865419422512000000000000000000000000000000000000, 1153961690070000000000000000000000000000000000000, 1731428055730000000000000000000000000000000000000, 2308896321370000000000000000000000000000000000000, 3464319320770000000000000000000000000000000000000, 4569742054430000000000000000000000000000000000000, 6851104698090000000000000000000000000000000000000, 9132467341750000000000000000000000000000000000000, 13695614897339000000000000000000000000000000000000, 18258752013000000000000000000000000000000000000000, 27382889369320000000000000000000000000000000000000, 36457026725600000000000000000000000000000000000000, 54688991615500000000000000000000000000000000000000, 72920978024100000000000000000000000000000000000000, 1093729646000, 145824951166000000000000000000000000000000000000000, 218708833433000000000000000000000000000000000000000, 2915927151600, 437334825168000000000000000000000000000000000000000, 5768771589400, 865419422512000000000000000000000000000000000000000, 11539616900700, 17314280557300, 23088963213700, 34643193207700, 45697420544300, 68511046980900, 91324673417500, 13695614897339000000000000000000000000000000000000000, 1825875201300, 273828893693200, 364570267256000, 546889916155000, 729209780241000, 109372964600, 14582495116600, 21870883343300, 29159271516000, 43733482516800, 57687715894000, 86541942251200, 115396169007000, 173142805573000, 230889632137000, 346431932077000, 456974205443000, 685110469809000, 913246734175000, 1369561489733900, 18258752013000, 2738288936932000, 36457026725600, 54688991615500, 72920978024100, 1093729646000, 145824951166000, 218708833433000, 2915927151600, 437334825168000, 5768771589400, 865419422512000, 11539616900700, 17314280557300, 23088963213700, 34643193207700, 45697420544300, 68511046980900, 91324673417500, 13695614897339000, 1825875201300, 273828893693200, 364570267256000, 546889916155000, 7292097802

## CHAPITRE III

### Hydrologie de la Mitidja Ouest

#### 3.1 Etudes des valeurs extrêmes des précipitations:

##### 3.1.1 Méthodologie:

Le premier travail sera alors de classer et traiter statistiquement les données pluviométriques existantes, et pour celà:

\* On va collecter les relevés pluviométriques journaliers sur la zône étudiée, et ce, pour une période d'une vingtaine d'années au moins.

\* L'objectif du classement du traitement sera de mettre en évidence les pluies maximums de courte durée (1,2,3,5,... jours) et leurs fréquences d'apparition (ou leur période de retour).

Pour celà, il faudra ajuster à la distribution des fréquences observées une loi statistique de distribution de probabilité:

Les plus utilisées sont: - La loi de Gumbel  
- La loi log normale

Une formule type Montana

Exemple pour l'ajustement par la loi de "Gumbel"

Démarche:

- \*) Relever les pluies maximums des (1,2,...jours ) sur n années d'observation
- \*) On dispose alors de n valeurs de pluviométrie exprimées en "mm"
- \*) On classe les n valeurs par ordre de grandeur croissante et on attribue à chaque valeur une fréquence.

$$F(x) = \frac{r - 1/2}{n} \text{ au non dépassement avec:}$$

r: le rang de l'observation,

n: le nombre total d'observations

La loi de Gumbel a pour fonction de répartition :  $F(x) = e^{-e^{-\alpha(x-x_0)}}$   
avec:

$\alpha, x_0$  sont les coefficients d'ajustement

$F(x)$  c'est la fréquence au non dépassement.

Soit  $y = \alpha(x-x_0)$  = variable réduite de Gumbel

avec  $y = -\ln(-\ln(Fx))$  et  $x = 1/\alpha y + x_0$

donc: si la distribution des valeurs observées s'ajuste à la loi de Gumbel, les grandeurs  $x$  et  $y$  sont "liées" par une droite qui représente la loi de Gumbel sur du papier à échelle de probabilité Gumbel.

- En représentant graphiquement l'échantillon des valeurs observées sur le graphique, on peut déterminer visuellement si les points s'alignent, si cela semble le cas, on peut calculer les paramètres d'ajustement par la méthode des moindres carrés (Par exemple)

Rappel sur la méthode des moindres carrés:

Principe:

La courbe de regression des moindres carrés est calculée de telle façon que  $\Sigma(Y_{obs} - Y_{th})^2 = \min$  avec  $y$ : valeur étudiée.

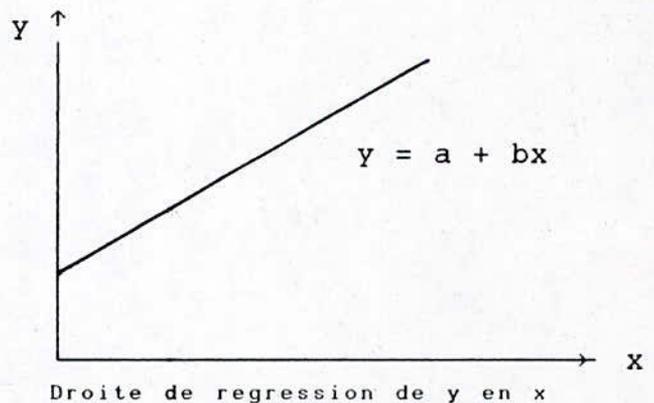
Les écarts

Si on considère un système d'axes (X,Y) avec une droite des moindres carrés  $y = a + bx$ ;

On dit que:

$y$  : est la variable expliquée

$x$  : est la variable explicative  
et la regression est de  $y$  en  $x$



On peut montrer que les coefficients de regression a et b (X<sub>0</sub> et 1/α pour la droite de Gumbel) sont solution du système d'équations:

$$\left. \begin{array}{l} An + B \Sigma Y = \Sigma Y \\ A \Sigma X + B \Sigma X^2 = \Sigma XY \end{array} \right\} \longrightarrow A = \frac{\Sigma Y (\Sigma X^2) - \Sigma X \Sigma XY}{n \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$$

$$B = \frac{n \Sigma XY - \Sigma X \Sigma Y}{n \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$$

avec n: nombre de couples (X,Y)

	A	B	X	Y
Regression Linéaire $y = a + bX$	a	b	X	Y
Exponentielle $y = a + b^x$	Lna	b	X	LnY
Logarithmique $y = a + b \ln x$	a	b	LnX	Y
Puissance $y = ax^b$	Lna	b	LnX	LnY

On peut vérifier facilement si l'ajustement est valable par l'intermédiaire de  $\mathcal{R}$  (coefficient de corrélation)

$$\mathcal{R}^2 = \frac{\Sigma(Y_{th} - \bar{y})^2}{\Sigma(Y_{obs} - \bar{y})^2} \quad \begin{array}{l} \longrightarrow \text{La variation expliquée} \\ \longrightarrow \text{La variation totale} \end{array}$$

$$\text{La variation totale: } \Sigma(Y - \bar{y})^2 = \underbrace{\Sigma(Y - Y_{th})^2}_{\text{Variation Résiduelle}} + \underbrace{\Sigma(Y_{th} - \bar{y})^2}_{\text{Variation Expliquée}}$$

Pour un bon ajustement  $\mathcal{R}^2$  doit être évidemment proche de 1 c'est à dire variation résiduelle  $\longrightarrow 0$

On pourra calculer  $R^2$  par:  $R^2 = \frac{A\Sigma Y + B\Sigma XY - 1/n(\Sigma Y)^2}{\Sigma(Y)^2 - 1/n (\Sigma Y)^2}$

Remarque: Sur les ~~problèmes~~ <sup>Probleme</sup> de la regression d'un échantillonnage:  
L'équation de regression est obtenue à partir des données d'un échantillon d'une population;

On peut vouloir déterminer alors l'équation de regression de la population d'où a été tiré l'échantillon surtout si l'échantillon utilisé est de petite taille (<30)

Les tests suivants permettent d'estimer les coefficients de la droite de regression pour la population.

Test sur l'hypothèse  $b = b_1$  (pour tester l'hypothèse que le coefficient de la regression est égal à une valeurs  $b_1$  particulière)

$$t = \frac{b - b_1}{S_{y.x}/S_x} \sqrt{n - 2} = \frac{b - b_1}{\sqrt{1 - R^2}} \sqrt{n - 2} \quad \text{où} \begin{cases} S_{y.x} = \frac{\Sigma XY}{n} \\ S_x = \frac{\Sigma X^2}{n} \end{cases}$$

Suit une distribution t de Student à (n-2) degrés de liberté.  
On peut également utiliser cette statistique pour trouver les intervalles de confiance pour les coefficients de regression de la population à partir des valeurs d'échantillonnage.

Test d'hypothèse sur les valeurs estimées:

Soit  $y_0$  la valeur prévue pour  $y$  lorsque  $x = x_0$  par l'intermédiaire de l'équation de régression d'un échantillonnage on a:  $y_0 = a + bx_0$ ;

Soit  $y_p$  la valeur prévue pour  $y$  correspondant à  $x = x_0$  pour la population mère.

Alors la statistique:

$$t = \frac{y_0 - y_p}{S_{yx} \sqrt{n+1 + (x_0 - \bar{x})^2 / S_x^2}} \sqrt{n-2} = \frac{y_0 - y_p}{S_{yx} \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(x_0 - \bar{x})^2}{S_x^2}}}$$

Suit une distribution  $t$  de Student à  $(n-2)$  D.L

Donc: A partir de cette formule, on peut également trouver les limites de confiance de valeurs prévues pour la population.

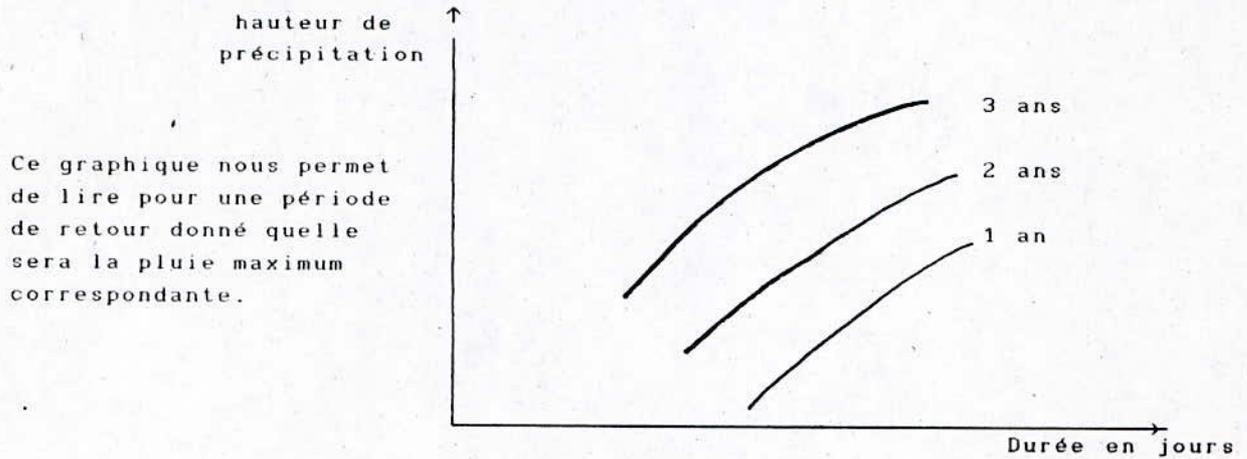
Utilisation des droites de régression. Courbes hauteur d'eau - durée - fréquence.

On peut établir une droite de régression dans un graphique de Gumbel pour chaque durée de pluies choisie 1, 3, 7 ... jours.

La lecture de ces graphiques permet de déterminer pour une valeur de période de retour donnée :  $T = \frac{1}{1 - F(x)}$  par exemple.

Tant qu'elle sera la valeur maximum probable de la pluie 1,3,7 .... jours.

\* Pour des raisons de facilité de lecture, on peut transformer le graphique de Gumbel en graphique " Hauteur d'eau - durée - fréquence"



Graphique hauteur d'eau-durée-fréquence

Ajustement à la loi Log normale:

La fonction de repartition de la loi log normale est:

$$F_1(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_u^{\infty} e^{-1/2u^2} du \quad \text{avec} \quad u = \frac{\text{Ln}x - \overline{\text{Ln}x}}{\sigma \text{Ln}x}$$

x: est la variable;  $\overline{\text{Ln}x}$  est la moyenne des Ln des x observés

u: est la variable centrée réduite et  $\text{Ln}x = \overline{\text{Ln}x} + u\sigma \text{Ln}x$  devient l'équation d'une droite sur papier à probabilité log normale (papier Galton)

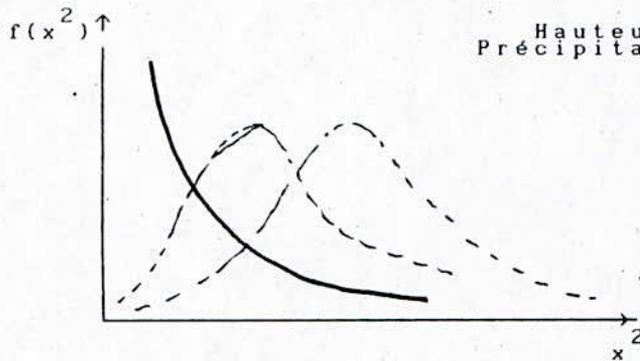
Sur ce papier, l'abscisse, c'est une échelle de Gauss et l'ordonnée une échelle logarithmique

a) La démarche:

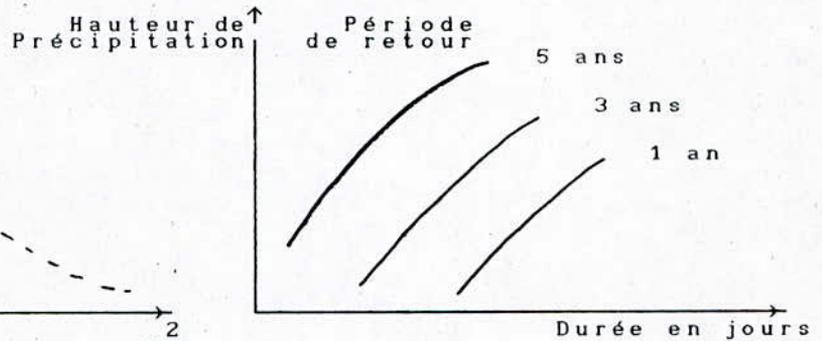
\* Classer les valeurs de précipitations observées, en ordre de grandeurs décroissante, attribuer un numéro à chaque valeur.

\* Calculer la fréquence expérimentale de dépassement pour chaque valeur:

$$F_1(x) = \frac{r - 1/2}{n}$$



Distribution du  $X^2$  avec différents degrés de liberté



Graphique hauteur d'eau - durée - fréquence

\* Calculer les  $\text{Ln}x$  pour chaque  $x$ . Calculer  $\overline{\text{Ln}x}$  et  $\sigma\text{Ln}x$

\* Reporter sur papier Galton les points (ou quelques uns seulement) et vérifier l'alignement

\* Tracer la droite  $\text{Ln}x = \overline{\text{Ln}x} + u\sigma\text{Ln}x$  à l'aide de 3 points particuliers par exemple pour

$F_1 = 0,5 \longrightarrow u = 0$ ;  $F_1 = 0,1 \longrightarrow u = 1,28$ ;  $F_1 = 0,02 \longrightarrow u = 2$

\* Tester l'ajustement

b) Test d'ajustement- Test du  $\chi^2$ :

Soient  $Z_1, Z_2, \dots, Z_k$  les valeurs indépendantes prises par une variable aléatoire normale de moyenne 0 et d'écart-type 1 (Variable centrée réduite)

alors  $\chi_k^2 = \sum_{i=1}^k Z_i^2$  [ $\chi_k^2$  est une variable aléatoire de paramètre  $K$

est définie comme la somme des carrés de  $K$  variables aléatoires normales réduites indépendantes)

Si dans la population normale l'écart-type  $\sigma$ , on extrait un échantillon de taille  $N$ ; pour cet échantillon on peut calculer:

$$\chi^2 = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{\sigma^2} = \frac{Ns^2}{\sigma^2} \text{ avec } s \text{ l'écart-type sur l'échantillon}$$

On peut ainsi tirer un certain nombre d'échantillons de taille  $N$ , pour chaque échantillon calculer  $\chi^2$  et ainsi obtenir la distribution du  $\chi^2$ .

Cette distribution est donnée par

$$y = y_0 (\chi^2)^{1/2(\nu-2)} e^{-1/2\chi^2}$$

où  $\nu = N-1$  est le nombre de degrés de liberté.

$y_0$ : constante fonction de telle façon à ce que l'aire totale située au dessus de la courbe soit égale à un Fig

On peut définir pour  $\chi^2$  les intervalles de confiance à 95%, 99% ou autres

Les valeurs correspondantes de  $\chi^2$  sont données dans les tables disponibles dans les ouvrages classiques sur les statistiques.

Expérience:

$\chi_{0,025}^2$  et  $\chi_{0,975}^2$  sont les valeurs de  $\chi^2$  (valeurs critiques) pour lesquelles 2,5 % de l'aire (limitée par la courbe de distribution), alors l'intervalle de confiance à 95 % est donné par:

$$\chi_{0,025}^2 < \frac{Ns^2}{\sigma^2} < \chi_{0,975}^2 \text{ (la valeur de } \chi^2 \text{ a 95 chances sur 100 de}$$

se trouver dans l'intervalle)

$Y^D$  ce qui montre que  $\sigma$  doit se trouver dans l'intervalle:

$$\frac{S\sqrt{N}}{\chi_{0,975}^2} < \frac{Ns}{2} < \frac{S\sqrt{N}}{\chi_{0,025}^2} \text{ avec 95 chances sur 100}$$

Dans le cas qui nous occupe, on dispose d'un échantillon de valeurs observées avec les fréquences expérimentales correspondantes. On veut ajuster cette distribution de fréquence par la distribution théorique (La loi normale ici)

Cette distribution théorique "propose" à son tour, pour des valeurs données de fréquences d'apparition, ce sont alors des fréquences théoriques supposées être celles de la population.

On pourra alors dire que, si les fréquences expérimentales ne diffèrent pas significativement des fréquences théoriques, l'ajustement est bon.

Soit dans un échantillon, on observe un certain nombre d'événements  $E_1, E_2, \dots, E_k$ , avec des fréquences observées  $O_1, O_2, \dots, O_k$ ; si la loi d'ajustement donne de son côté des fréquences théoriques  $e_1, e_2, \dots, e_k$ , on peut obtenir une mesure de l'écart-type entre les fréquences observées et les fréquences théoriques par la statistique:

$$\frac{(O_1 - e_1)^2}{e_1} + \frac{(O_2 - e_2)^2}{e_2} + \dots + \frac{(O_k - e_k)^2}{e_k} = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - e_i)^2}{e_i}$$

Si cette somme tend vers 0, on peut supposer l'ajustement valable. Quand toutes les fréquences théoriques sont au moins égales à 5, la distribution d'échantillonnage de cette statistique est très voisine de la distribution de  $\chi^2$  vue ci-avant.

D'où on dira:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - e_i)^2}{e_i} \quad \text{avec } y = y_0 (\chi^2)^{1/2(\nu-2)} e^{-1/2\chi^2}$$

Dans le cas qui nous occupe, le nombre de degré de liberté est défini par  $\nu = k-1-m$  avec  $m$ : le nombre de paramètres de la population (de la loi théorique) que l'on doit déterminer à partir de l'échantillonnage

Pour la loi normale  $m=2$

## Résumé:

\* Diviser l'échantillon en un certain nombre de classes de telle sorte que l'effectif de chaque classe soit  $\geq 5$  données.

\* Pour chaque classe, on définit la fréquence observée et on calcule la fréquence théorique à partir de la loi d'ajustement.

\* On calcule ensuite le  $\chi^2$  de l'échantillonnage

\* On fait l'hypothèse que l'ajustement est bon avec un seuil de signification de 0,05 par exemple [cela veut dire qu'on ne rejettera l'hypothèse que si la probabilité d'erreur (rejeter l'hypothèse alors qu'elle est correcte) est  $\geq 5$  chances sur 100 ]

\* On compare ainsi le:  $\chi^2$  observé et le  $\chi_{0,95}^2$  que l'on peut trouver dans les tables.

Si  $\chi_{obs}^2 < \chi_{0,95}^2$  on dira que l'on ne peut rejeter l'hypothèse que l'ajustement est au seuil de signification 0,05 (on peut prendre aussi 0,01 ou 0,1)

Il faut aussi comparer  $\chi_{obs}^2$  avec les valeurs faibles de  $\chi^2$  pour le nombre de degré de liberté utilisé, par exemple si  $\chi_{obs}^2 \gg \chi_{0,95}^2$  on dira que:

On ne peut rejeter l'hypothèse que l'ajustement est bon au seuil 0,05

Mais l'ajustement n'est sûrement pas très bon.

### Etudes des valeurs extrêmes des précipitations:

Les données de base (Valeurs journalières des précipitations) sont abondantes et les postes pluviométriques sont exploités parfois depuis de nombreuses années, ce qui permet des études statistiques fiables. (Voir les cartes E.P)

Les résultats sont disponibles sous forme de cartes qui synthétisent les paramètres nécessaires à l'établissement de ces lois.

\* La hauteur des précipitations tombées en t heures:  $H_t$  est déduite de  $H_{24}$  précipitation maximum annuelle de 24 heures par la relation:

$$\frac{H_t}{H_{24}} = \left( \frac{t}{24} \right)^\beta$$

avec  $\beta$ : coefficient régional (planche 4)  
et  $H_{24}$ : se calcule à partir de la moyenne des  $H_{24_{\max}}$  et du coefficient de variation CV

[Voir la planche 3]

d'après les 3 planches, on peut déterminer les coefficients (paramètres) nécessaires pour la zone qui nous intéresse (Oued Cherrada) [Étude préliminaire de la H.O].

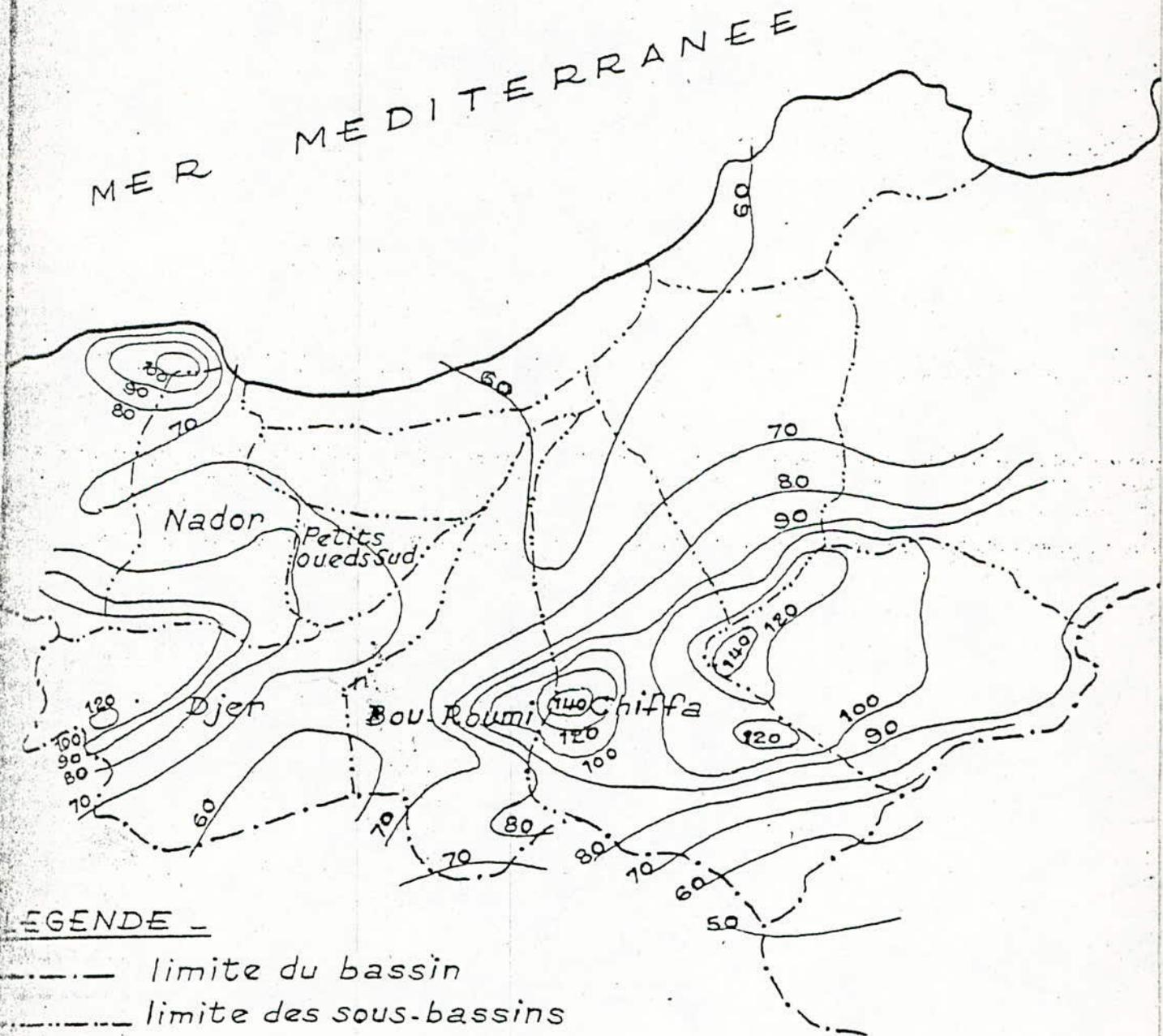
Périmètre	P <sub>24</sub> Moy.	CV	$\beta$
(Oued Cherrada)	65	0,48	0,45

\* D'après le tableau; on veut déterminer la courbe Hauteur - durée - fréquence. La loi de répartition des pluies maximales de 24 heures  $P_{24_{\max}}$  étant du type Gausso - logarithmique de chacune des valeurs de l'échantillon.

# MITIDJA OUEST

## CARTE DES ISOHYETES DE LA PLUIE JOURNALIERE MAXIMUM ANNUELLE

— Echelle: 1/500.000 —



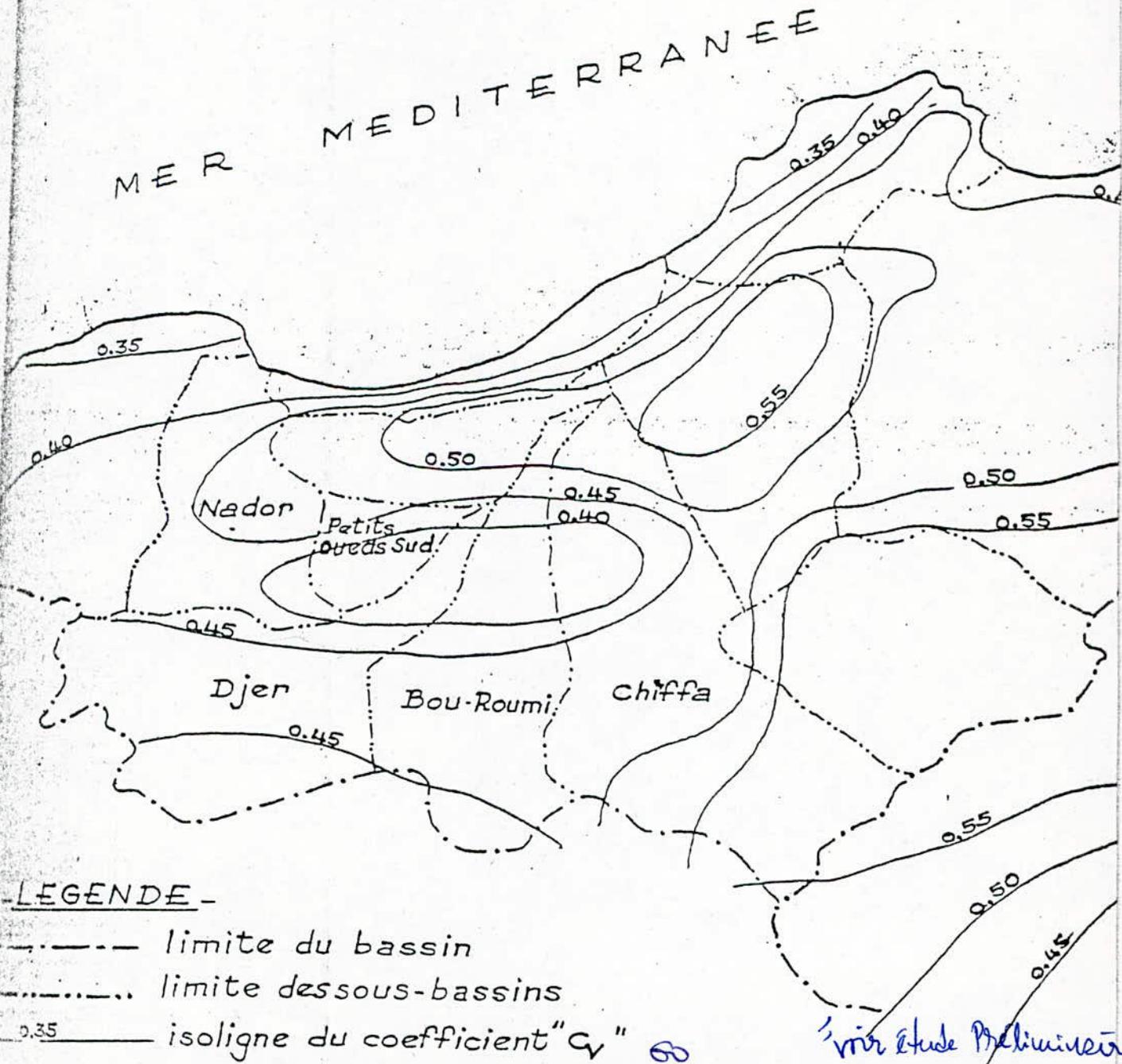
### LEGENDE

- — — — limite du bassin
- ..... limite des sous-bassins
- 50 — isohyète de la pluie journalière maxi, mm -

# MITIDJA OUEST

## CARTE DES ISOLIGNES DU COEFFICIENT "C<sub>v</sub>"

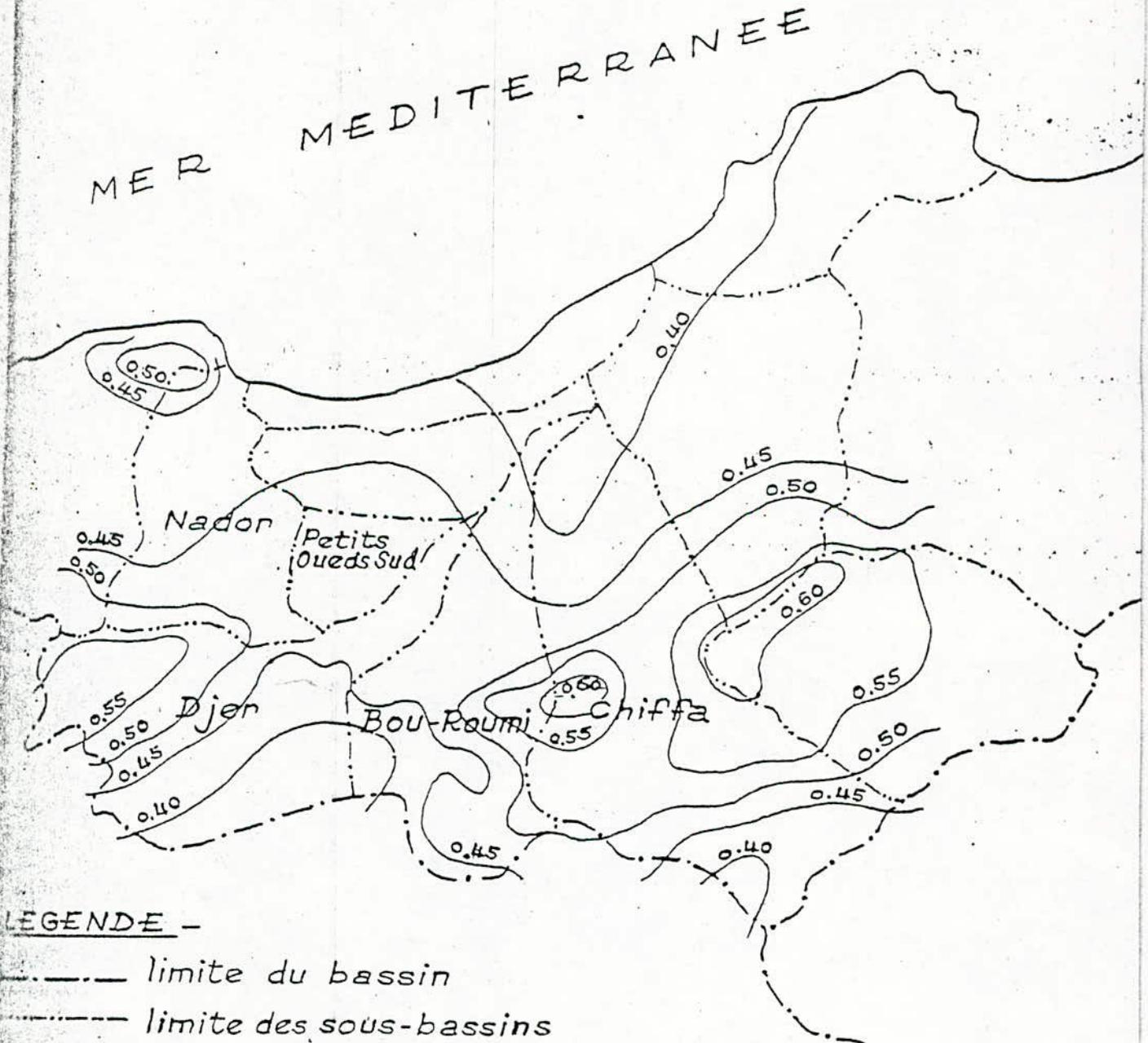
— Echelle : 1/500.000 —



# MITIDJA OUEST

## CARTE DES ISOLIGNES DE L'EXPOSANT CLIMATIQUE "B"

— Echelle : 1/500.000 —



### LEGENDE -

- — — limite du bassin
- ..... limite des sous-bassins
- 0.40 — — — isoligne du coefficient "B"

Si on transforme les variables Y en prenant leur logarithme; on obtient un échantillon des valeurs x ( $x = \text{Ln}Y$ ) et les transformées des moyennes et écarts-type sont les suivant;

$$\text{Moyenne des logarithmes } \bar{m}_{\text{Ln}Y} = m_x = \text{Ln} \left[ \frac{m_Y}{\sqrt{1 + (\text{Ln}x)^2}} \right]$$

$$\text{A.N: } m_x = \text{Ln} \frac{65}{\sqrt{1 + (0,48)^2}} = \text{Ln}(58,59) \approx \text{Ln } 58,6 = 4,07$$

$$\text{Ecart-type des logarithmes } \sigma_x = \sigma_{\text{Ln}y} = \sqrt{\text{Ln} (1 + (\text{Ln}y)^2)}$$

$$\text{A.N } \sigma_x = 0,455 \approx 0,46$$

On en déduit les pluies de 24 heures maximales pour plusieurs périodes de retour T en posant

$$X = \bar{m}_x + k\sigma_x$$

avec k: variable réduite de Gauss

A.N

$$X = 4,07 + k \cdot 0,455$$

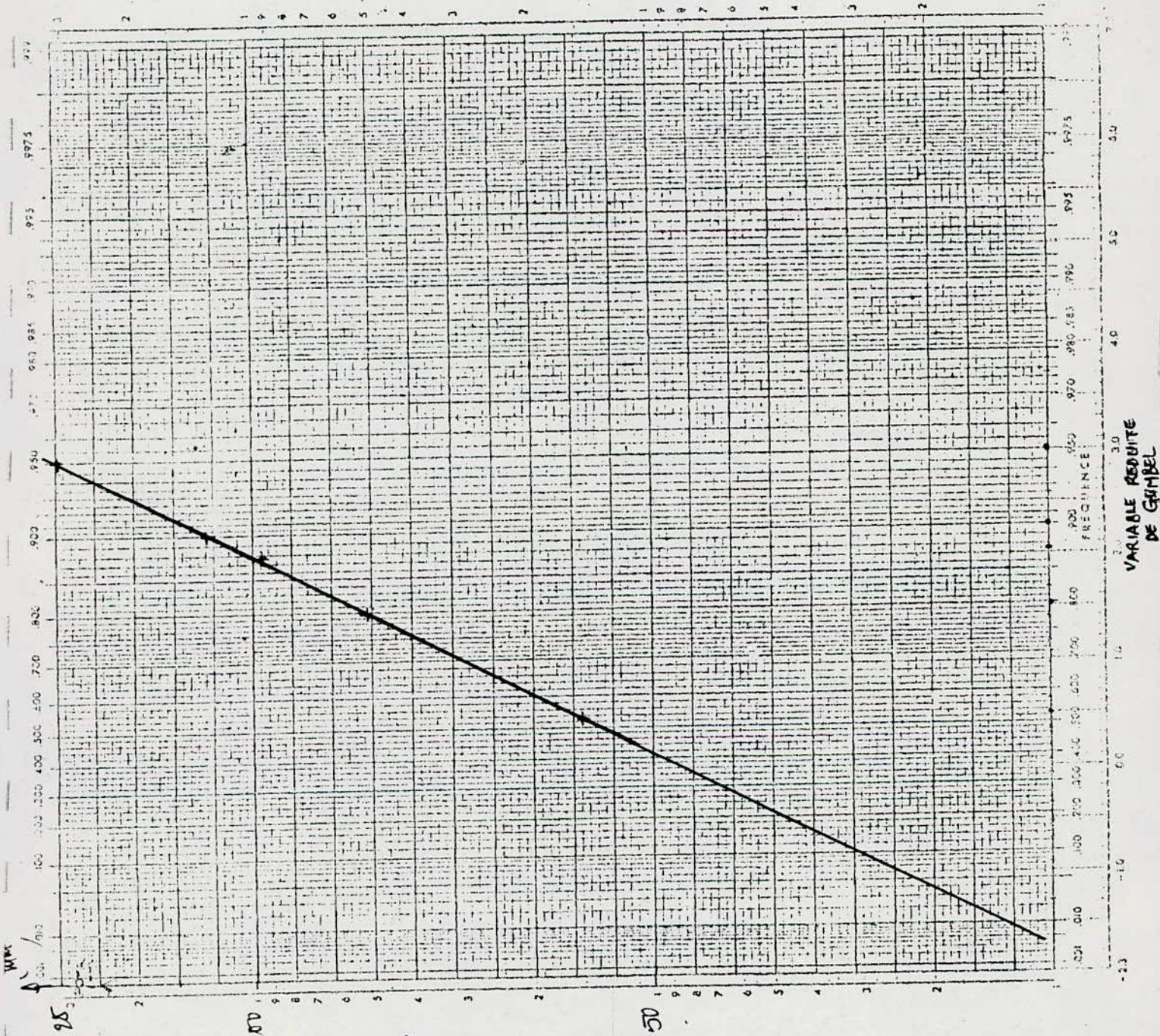
D'après la  
Table de Gauss

	T - K				
	2-0	5-0,8452	8-1,15	10-1,2816	20-1,1448
Périmètre (Oued Chewada)	59	86	99	106	125

$$Y = P_{24T} = e^x$$

5

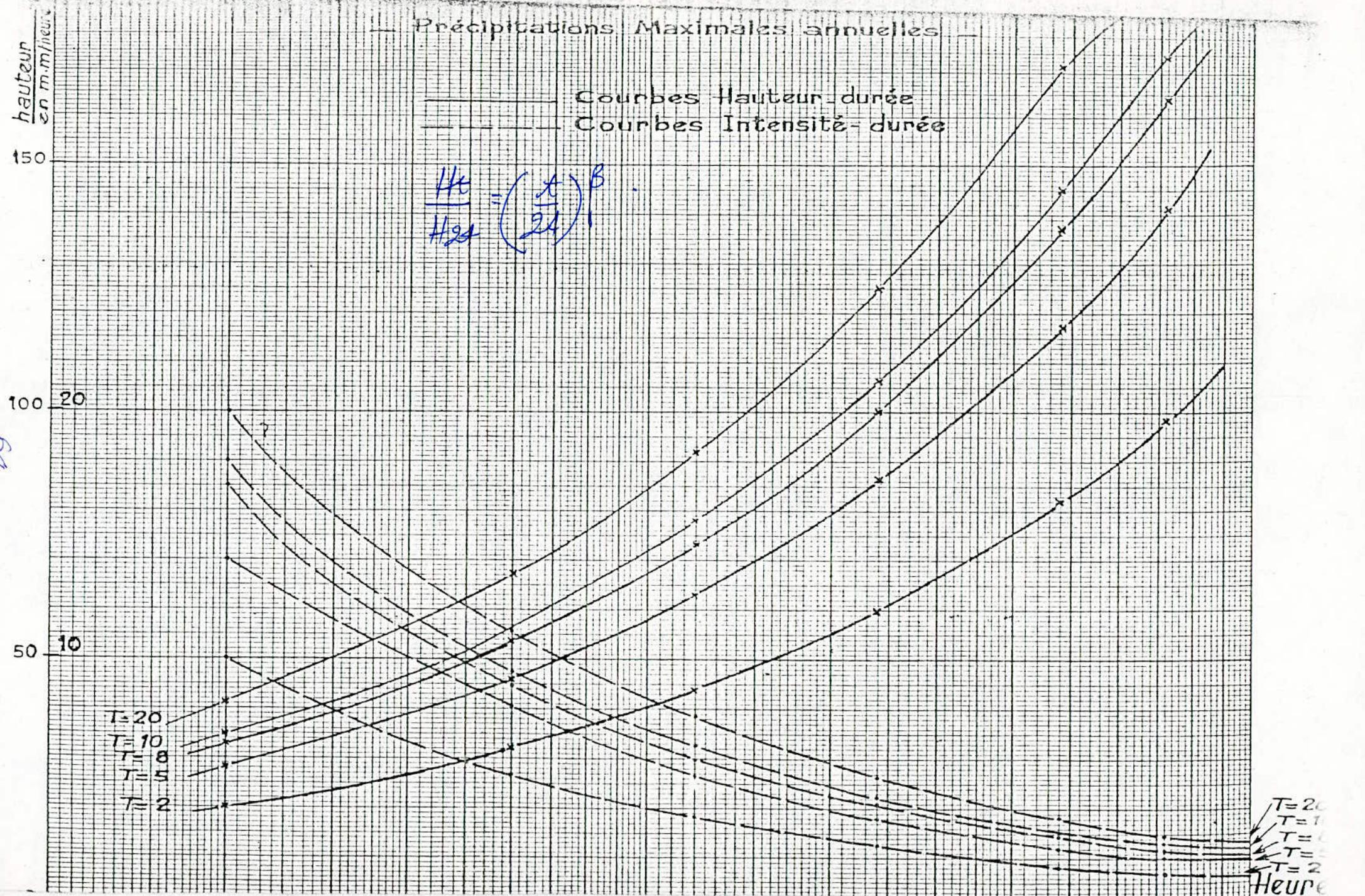
Handwritten notes on a piece of paper at the top left, including the word "mesure" and some illegible scribbles.



La hauteur du précipitat = max de 24 heures  
 en fonction de la fréquence d'apparition.

Equat<sup>o</sup> de la droite:  $x = mx + k \sqrt{x}$ .

Précipitations Maximales annuelles



CHAPITRE IV

APPLICATION:

DIMENSIONNEMENT DU RESEAU DE DRAINAGE

#### 4.1-DESCRIPTION DU RESEAU DE DRAINAGE :

Le reseau de drainage se compose eventuellement de plusieurs systemes de drainage ,chacun de ceux-ci comprend l'ensemble des aménagements relatifs a un exutoire.L'ensemble des drains et des collecteurs qui se jettent les uns dans les autres et se réunissent pour aboutir a une même bouche porte le nom de "système" [5].

La debouche d'un système est le point de raccordement entre ce système et l'exutoire correspondant .

Le système comprend :

a/ les drains : ils ont pour role d'absorber l'eau qui se trouve en excès dans un volume de terre determine .

b/ Les collecteurs : recoivent les eaux recueillies par les drains qui debouchent les collecteurs sous un angle aigu dans le sens de l'ecoulement .

c/ L'emissaire : c'est lui qui est charge d'eliminer les eaux recueillies dans le perimetre draine ,il doit etre aménage de maniere a assurer un écoulement facile est suffisamment rapide .

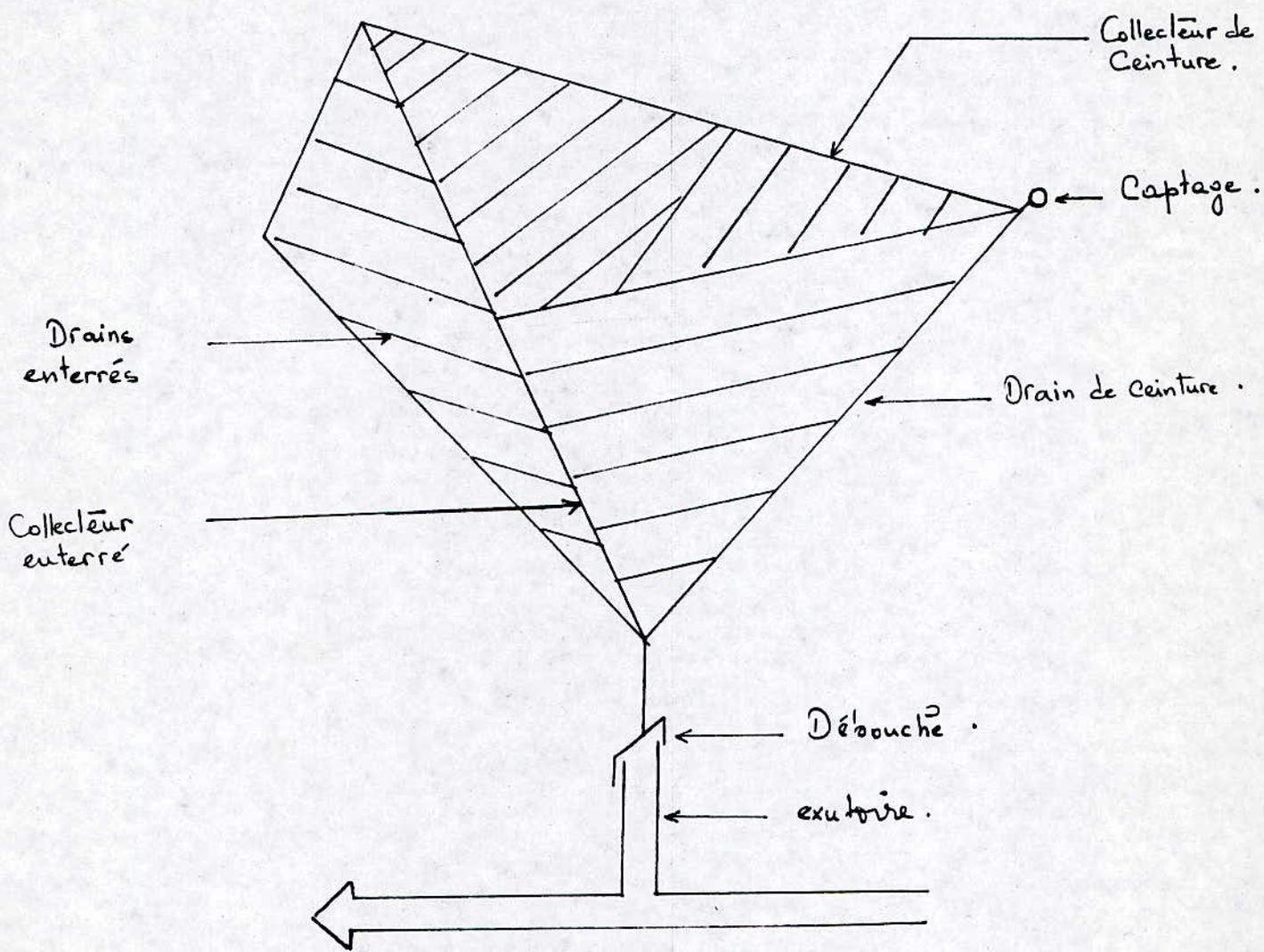
#### 4.2 METHODOLOGIE :

##### 4.2.1 Analyse frequentielle du regime hydrologique :

a/ Regime permanent,Regime variable :

Le raisonnement et les methodes de calcul des caracteristiques techniques du reseau sont differentes suivant le climat (pluie).Dans une region ou ,en hiver et au printemps en particulier ,les pluies sont longues ,frequentes et ne laissent entre elles que des intervalles trops courts pour permettre un ressuyage du sol suffisant sur une hauteur convenable ,on'est en presence d'un regime permanent qui maintient la nappe en dessous d'un niveau maximum.

Dans les regions,ou les pluies ont ete de tres forte intensite,mais sont courtes et laissent entre elles des intervalles de temps d'au moins une semaine , on cherche a obtenir un rabattement de la nappe suffisant en un delai determine apres la fin de la pluie (2 ou 3 jours par exemple ).



Système de drainage .

L'abaissement de la nappe se produit dans les conditions qui varient a chaque instant , on est en regime variable.

Dans la plus part des pays d'Europe , en FRANCE en particulier on ne trouve que le cas du regime permanent , parcontre au U.S.A , on donne la preference au regime variable.

b)- Regime du drainage en MITIDJA :

C'est un regime permanent, car en automne et surtout en hiver, le climat est caracterise par des pluies de tres forte intensite (saison pluvieuse de Novembre a Fevrier inclus avec 56 % des 615 mm de la pluviometrie annuelle en 40 jours de pluie) [ ].

c)- Hauteur optimale de la nappe d'eau :

Une nappe d'eau a une certaine profondeur est susceptible de fournir aux plantes des quantites d'eau importante par ascension capillaire. Cette quantite varie en fonction du developpement de racines des plantes et de la nature de sol.

Il y a donc pour une plante donnee, un niveau optimal de la nappe lui permettant le meilleur developpement, et ce niveau reste fonction de la nature du sol et aussi de la saison, d'une plante a l'autre ce niveau optimal varie surtout en fonction du developpement des racines et de la profondeur qu'elles sont susceptibles d'atteindre [ ].

d)- Duree de submersion admissible :

Lorsque la nappe ne se maintient pas au niveau optimal et qu'elle remonte pres de la surface du sol, le rendement agricole est diminue, et inonder non seulement completement le systeme radriculaire, mais egalement la base des tiges. La submersion devient totale et les degats risquent d'etre considerables.

Sur le plan du calcul du reseau de drainage, il sera necessaire de se fixer, une certaine duree de submersion que l'on jugera admissible, cette duree est choisie en fonction de fait qu'il lui correspond un certain reseau de drainage dont la rentabilite doit etre optimale.

On peut fixer cette duree d'apres le tableau de salamin (voir tableau N ).

En pratique les specialistes adoptent pour les cultures :

- De 7 a 8 jours pour les prairies.
- De 1 a 2 jours pour les cultures maraicheres.
- De 3 a 4 jours pour les cereales. [ ]

e)- Pluie critique :

Il est necessaire de proceder dans chaque bassin versant qu'on se propose a drainer a une analyse detaillee de la duree, l'intensite et la frequence qui sont des caracteristiques essentielles.

TABLEAU des dommages subis par les plantes (en pour-cent de la récolte optimale)  
en cas d'une submersion de 3, 7, 11 ou 15 jours.

Tableau 17

Mois	Décembre			Janvier			Février			Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre														
	3	7	11	15	3	7	11	15	3	7	11	15	3	7	11	15	3	7	11	15	3	7	11	15	3	7	11	15	3	7	11	15	3	7	11	15	3	7	11	15								
1. Fourrages pérennes	-	-	5	10	-	-	5	10	-	-	5	10	-	10	20	30	10	25	40	60	10	30	50	100	10	40	70	100	10	40	70	100	10	30	50	80	10	30	50	70	-	10	20	30	-	-	5	10
2. Pâturage	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	10	20	30	-	15	30	50	-	20	30	50	-	20	30	50	-	10	20	30	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-				
3. Prairie	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	10	20	30	-	15	30	50	-	20	30	50	-	20	30	50	-	20	30	50	-	10	20	30	-	-	-	10	-	-	-	-				
4. Betterave à sucre betterave fourragère	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	50	100	100	10	50	90	100	10	50	90	100	10	40	80	100	10	40	80	100	10	40	80	100	10	40	80	100	-	10	30	50	-	-	-	-	
5. Pomme de terre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	80	100	100	30	80	100	100	40	90	100	100	50	100	100	100	50	100	100	100	50	100	100	100	20	40	80	20	-	-	-	-					
6. Tournekol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	20	40	80	10	30	60	100	10	40	80	100	10	40	80	100	10	40	80	100	10	40	80	100	10	40	80	100	-	-	-	-					
7. Chanvre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	40	60	100	20	50	75	100	20	50	75	100	20	50	75	100	20	50	75	100	20	50	75	100	20	50	75	100	20	50	75	100	20	50	75	100	
8. Céréales d'automne	-	5	10	20	-	5	10	15	-	5	10	20	5	15	30	50	10	25	40	70	10	40	70	100	10	40	70	100	10	40	70	100	10	40	70	100	10	40	70	100	10	40	70	100	10	40	70	100
9. Céréales de printemps	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	20	40	100	15	40	75	100	15	50	75	100	20	50	75	100	20	50	75	100	20	50	75	100	20	50	75	100	20	50	75	100	20	50	75	100	
10. Maïs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	80	100	100	20	80	100	100	20	80	100	100	20	80	100	100	20	80	100	100	20	80	100	100	20	80	100	100	20	80	100	100	20	80	100	100	

(Relevés de ALESER, CZIRAKY, FEKETE, NIZSALOVSKY, SZEKER)  
D'après SALAMIN (Hongrie)

On doit savoir quelle pluie critique est définie par une durée  $\theta$  (durée admissible de la submersion) et une périodicité moyenne de retour qu'on recommande de prendre  $u = 2$  ans pour le drainage agricole.

Durée (heures) Période de retour	2	6	12	24	48	72
T = 2 ans.	20	32	44	60	82	98
T = 5 ans.	28	46	63	86	117	141
T = 8 ans.	33	54	73	100	137	164
T = 10 ans.	35	57	78	106	145	174
T = 20 ans.	41	67	92	125	171	205

Tableau : représente la hauteur de la pluie (en mm), en fonction de la durée de la pluie et de la période de retour.

\* Calcul de l'intensité de pluie :

Du fait qu'on ne dispose pas de données d'observation, on applique les méthodes indirectes et empiriques qui sont les plus acceptables parmi celles existantes, dans ce sens la méthode se base sur les notions des pluies de courte et longue durée.

Du point de vue assainissement agricole, la durée de la pluie de courte durée est de 1 à 6 heures et est de 12 à 72 heures pour la pluie de la longue durée. [6].

\* Calcul de l'intensité des pluies de courte durée :

Pour ce calcul la formule applicable est de Talbot [6] :

$$i_t = \frac{a}{c + z} \quad \text{mm/heure}$$

Ou :

$z$  = Duree de la pluie de courte duree en mm.  
 $a$  et  $c$  = Coefficient en fonction de la frequence.

Annee	1	2	5	10
$a$	830	1400	2100	2590
$c$	5	7	9	10

$z = 1$  a 6 heures. Prenons  $Z = 5$  heures =  $5 \times 60 = 300$  mm.

La periodicite de retour est de 2 annees d'ou d'apres le tableau ci-dessus , on aura :

$$\begin{aligned} a &= 1400 \\ c &= 7 \end{aligned} \Rightarrow i_t = \frac{a}{c + t} = \frac{1400}{7 + 300} \Rightarrow \boxed{i_t = 4,56 \text{ mm/h}}$$

\* Calcul de l'intensite des pluies de longues duree :

On applique la formule de Montana qui se base sur la formule Talbot [ ] :

$$\boxed{i_m = \frac{a'}{\sqrt{\theta}}} \quad \text{mm/heures}$$

$\theta$  = duree pour la pluie de longue duree ( $\theta = \theta = 3$  jours)

$$a' = i_t \sqrt{z'} = 4,56 \sqrt{300} = 78,98.$$

$$\theta = 3 \times 24 \times 60 = 4320 \text{ mm.}$$

AN :

$$i_m = \frac{78,98}{\sqrt{4320}}$$

$i_m = 1,20 \text{ mm/h}$

Les études météorologiques nous ont permis de déterminer la pluie critique correspondante, de durée  $z = \theta$  et de période de retour  $u$  : L'intensité  $i$  de cette pluie critique permet de calculer le débit caractéristique du réseau de drainage qui lui est directement proportionnel.

\* Principe de cartographie de la conductivité hydraulique :

La conductivité hydraulique des sols principal paramètre du drainage, est déterminée par des mesures in situ faites en des stations de mesure.

Ces stations doivent être judicieusement implantées car elles doivent caractériser les différents sols.

La cartographie doit donc s'appuyer sur une carte des cartes des sols qui, en l'occurrence, est celle de "l'étude agro-pédologique de la plaine de la MITIDJA" (y, Ecrement -1977).

La conductivité hydraulique de sols est fonction des caractéristiques pédologiques, principalement de deux d'entre elles, la granulométrie et la structure qui sont liées aux roches mères et aux types pédogénétiques.

C'est pour cela que les résultats des mesures sont classés par types de matériaux et par type de sol.

Dans les zones étudiées, les textures sont presque toujours argileuses, c'est la structure, liée au type de sol, qui conditionne les valeurs de conductivités hydrauliques.

### Les caracteristiques hydrodynamique du sol :

Les resultats de letude hydrodynamique de l'ANRH (1989) ont ete compares a ceux de l'etude agropedologique de la plaine de la MITIDJA (Y. Ecrement 1971).

Les trois profils realises sur la zone de drainage immediat (profil D,G et H), presentent les caracteristiques moyennes suivants :

Horizon s (cm)	0+20	20+40	40+80	80+120	120+200
Argile %	61	61	64	59	45
Limon fin %	26	26	25	27	35
Limon grossier%	6	6	4	4	5
Sable fin	5	5	5	6	10
Sable grossier%	1	1	2	2	4

Donc il s'agit de sol tres argileux (plus de 50 % ),de tres fines ,faible a tres faible porosite,de larges fentes de retrait,une consistance et une cohesion une structure prismatique.Generalement,on note la presence d'une nappe ou un horizon humide d'une couleur grisatre a une profondeur de 50 cm .La conductivite electrique de l'eau de la nappe de cette zone oscille entre 2 et 5 mm hos /cm [7].

La valeur de la contuctivite hydraulique,disponible sur la zone a drainer en priorite ( sondage 37,38,44 et 45 :fores a une profondeur de 2.3 m "methode hollanaise" [1]et [7]) presente une variabilite tres grande (0.195-2.51-1.74-0.57 m/j )d'ou la moyenne de ces variables est de 1.25 m/j.

Les sols peuvent etre classes suivant leur coefficient de permeabilite "k" (voir tableau ci dessous );elle est assez faible dans les horizons superficiels ce qui explique la stagnation des eaux durant les saisons pluvieuses et assez forte dans les horizons de profondeur .

Les valeurs de la conductivite hydraulique preconisee dans notre projet est de 0.05 m/j dans la couche superficielle (permeabilite assez faible )et de 1.25 m/j dans la couche profonde (assez forte permeabilite )

Conductivite hydraulique K (cm/j)	Appreciations
.3	Tres faible permeabilite.
3 + 6	Faible permeabilite.
6 + 15	Assez faible permeabilite.
15 + 60	Permeabilite moyenne.
150 + 300	Forte permeabilite.
300	Permeabilite tres elevee.

#### DEBIT CARACTERISTIQUE DE DRAINAGE :

le debit specifique du reseau de drainage est un debit par unite de surface que ce reseau collecte et evacue de la parcelle .Il est proportionnel al'intensite de la pluie critique et fonction de l'intensite de la pluie de longue duree .En admettant que le reseau doit recevoir toutes les eaux qui ne s'evaporent pas , le debit sera donne par l'expression suivante :[6]

$$q_c = \frac{1}{0,36} (1 - e)i \quad (l/s/ha)$$

avec :1-e = coefficient de l'ecoulement .

e = coefficient d'evaporation .

i = intensite de la pluie critique en mm/h .

$q_c$  = debit caracteristique en litre par seconde et par hectare.

pour les travaux d'assainissement agricole, on a les coefficients mensuels d'ecoulement suivant [6].

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1-e	0.56	0.63	0.50	0.34	0.31	0.13	0.10	0.10	0.16	0.40	0.49	0.56

Le coefficient d'ecoulement, c'est pendant les 4 mois precipites qu'il est le plus eleve car les sols sont tres humides (nappes proches de la surface). On doit l'estimer a 45% de la pluie critique.

Ces parametres definis, le coefficient de drainage obtenu est :

$$q_c = (0.45 * 1.20) / 0.36 = 1.5 \text{ l/s/ha}$$

$$= 12.93 \text{ mm/j}$$

soit un debit a evacuer de 13 mm/j.

La valeur  $q=1.5$  l/s/ha, semble etre adequat du fait qu'elle resulte d'un compromis entre les necessites d'assainissement des cultures qui craignent un exces d'eau et celles qui resistent a l'humidite, preconisee pour le perimetre Mitidja Ouest.

En France le debit caracteristique le plus usite est de  $q=1$  l/s/ha cette valeur parait justifiee pour la grande culture et resulte d'un compromis entre les necessites d'assainissement des cultures telles les cereales qui craignent un exces d'eau et celles des prairies naturelles ou artificielles, beaucoup plus resistantes a l'humidite.

Mais des qu'il s'agit de cultures speciales a haut rendement craignant la submersion, cette valeur du debit caracteristique devient tres insuffisante et peu atteindre 2.5 l/s/ha (cas des cultures maraicheres). En se comparant a d'autres pays, la valeur adoptee en Hollande, en France et en Belgique est de 7 mm/j = 0.81 l/s/ha.

En realite cette comparaison ne semble pas evidente du faitque le coefficient de drainage est fonction des conditions climatiques et du couvert vegetal.

A titre d'exemple, nous donnons quelques valeurs de "q" adoptees en Hollande et aux Etats Unis

Dans la province de Drenthe (Hollande) :

Type de sol	"q" coefficient de drainage
Sols de fons tourbeux et peu permeables.	1,2 a 1,33 l/s/ha (10 a 11 mm/j)
Sols de pente sableux avec limon de 80 cm de profondeur.	0,9 a 1,01 l/s/ha (8 a 8,5 mm/j)
Sols de pente sableux.	0,6 a 0,7 l/s/ha (5 a 6 mm/j)

Etats-Unis :

Type de sol	"q" coefficient de drainage	
	Culture	Cultures maraicheres
Sols mineraux	9 mm/j	18 mm/j
Sols tourbeux	18 mm/j	25 a 37 mm/j

## DIMENSIONNEMENT DU RESEAU DE DRAINAGE:

Les parametres de dimensionnement des drains enterres, sont determines d'apres les caracteristiques topographiques, agro-pedologiques et hydrogeologiques de la zone .

Les parametres sont :

\* profondeur de pose des drains (voir schema ci dessous ) [8]  
avec: E: ecartement des drains (m)

..  $K_1$ : permeabilite au dessus des drains (m/j )

$K_2$ : permeabilite au dessous des drains ( m/j )

A : Epaisseur de la tranche superieure du sol a assainir (m)

h : charge hydraulique(m ) ou (P-A)

H : profondeur de l'impermeable (m )

\* profondeur des drains et de l'impermeable :

ce choix est fonction de la nature pedologique du sol et de la culture envisagee. Dans le tableau ci-dessous on a les normes francaises concernant la profondeur des drains en fonction des cultures et des types de sol.

Les profondeurs optimales des drains dependent de la permeabilite du sol, de l'ecartement entre les drains, de la profondeur des horizons impermeables et de la profondeur de la sortie du reseau qui doit permettre l'installation des drains a la profondeur requise et l'evacuation de l'eau sans obstacle, sous les conditions normales . En general, les drains doivent etre les plus profonds possible , techniquement et economiquement, compte tenu des machines de pose disponibles et du cout de l'installation et de l'entretien .

Des donnees sur la profondeur des drains sont fournies dans le tableau ci -dessous :

Cultures	Types de sol	
Prairie		0,8 + 1,0
Prairie	Terre arable.	1 + 1,25
Prairie	Sol tres argileux et tres impermeable.	0,90 + 1,05
Prairie	Sables et tourbes.	0,90 + 1,05
Prairie	Sol impermeable ou peu imperable.	1,05 + 1,10
Prairie	Sols riches legerement calcaires.	1,25 + 1,90
Vigne, houblon, certains arbres fruiti- er.		1,30 + 1,50

Plus les drains sont profonds ,plus le rabattement de la nappe est efficace.En effet, le debit draine est fonction de la charge hydraulique cree par la nappe sur le drain. Toutefois, plus les drains, plus le volume d'eau disponible pour les cultures durant la saison seche est reduit . Il faut donc trouver un equilibre entre l'efficacite du drainage en hiver et le maintien d'une reserve suffisante aux plantes en ete. Compte tenu des criteres agro-pedologiques et en particulier de la profondeur des sols sur la zone, on adopte une profondeur des drains de 1,20 m. La profondeur de la couche impermeable est 2,40 m (cf. etude prealable )[1].

Tableau :

Donnees sur la profondeur des drains dans les regions humides [ ].

Pays	Profondeur des drains en metre
CANADA	0,6 a 1,05 en moyenne 0,75 a 0,90.
ETAT-UNIS	0,9 a 1,2.
FRANCE	0,80 au minimum.
HONGRIE	0,8 ÷ 1,6.
IRLANDE	Dans les horizons permeables 2,5 ÷ 3,0 en sol impermeable 0,4.
JAPON	Riz 0,6 ÷ 1,0. Technique associees en sol lourd 0,40 ÷ 0,60.
PAYS-BAS	Argile 0,9 ÷ 1,20 sol sableux 0,8 ÷ 0,9 Tourbe 0,6 ÷ 0,8.
POLOGNE	0,8 ÷ 1,1.
PORTUGAL	1,2.
ROUMANIE	1,20 ÷ 1,30.

\*EPAISSEUR DU SOL A ASSAINIR :

La remontee d'une nappe jusqu'a la surface du sol, provoque tres rapidement des conditions tres defavorables, empechant tout developpement normal de la partie des racines directement atteintes par l'inondation, c'est a dire qu'il y ai submersion totale et asphixie des racines pendant la duree de la pluie critique.

Mais en general, on n'admet pas le principe d'une telle submersion totale au moment de la pluie critique et on desire que le debit caracteristique puisse etre evacue avec une charge plus faible, correspondant a une submersion seulement partielle des racines. Il faut donc fixer l'approche minimale du sol permise a la nappe uniquement pendant la duree de la pluie critique [6] :

#.20 a 0.30 m pour les prairies .

#0.20 a 0.50 m pour les terres cultivees

#0.20 a 0.80 pour les vergers .

Cette approche correspond a une surelevation limitee de la nappe par rapport a son niveau optimal qui ne depasse pas 0.20 a 0.40 m [6], suivant les cultures et suivant la permeabilite du sol .

Pour la grande majorite des plantes cultivees sur le perimetre de la Mitidja , et pendant la saison pluvieuse , l'epaisseur de sol necessaire a la culture est de 0.40 m (cereales d'hiver, fourrage).

D'autres cultures a enracinement profond comme la vigne , supportent bien un sol gorge pendant plusieurs jours .

Sur l'ensemble de la zone , la profondeur de la couche de sol a drainer est donc de 0.40 m

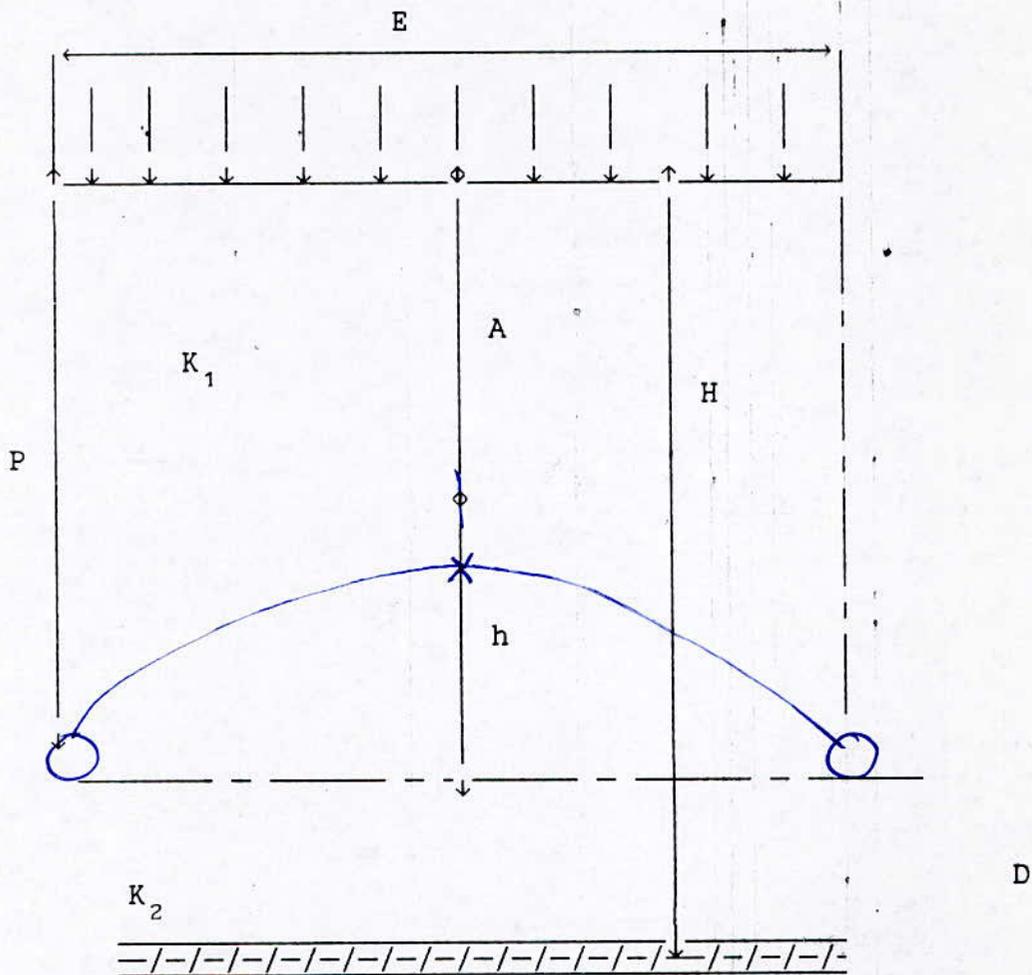
#### \* L'ECARTEMENT DES DRAINS :

Pour que l'ecartement entre les drains soit efficace et economique , on doit prendre en compte les facteurs suivants : conditions climatiques , profondeur des drains et du plancher , conductivite hydraulique et porosite de drainage du sol , profondeur de ressuyage necessaire pour la croissance des plantes , infiltrations et infiltrations profondes.

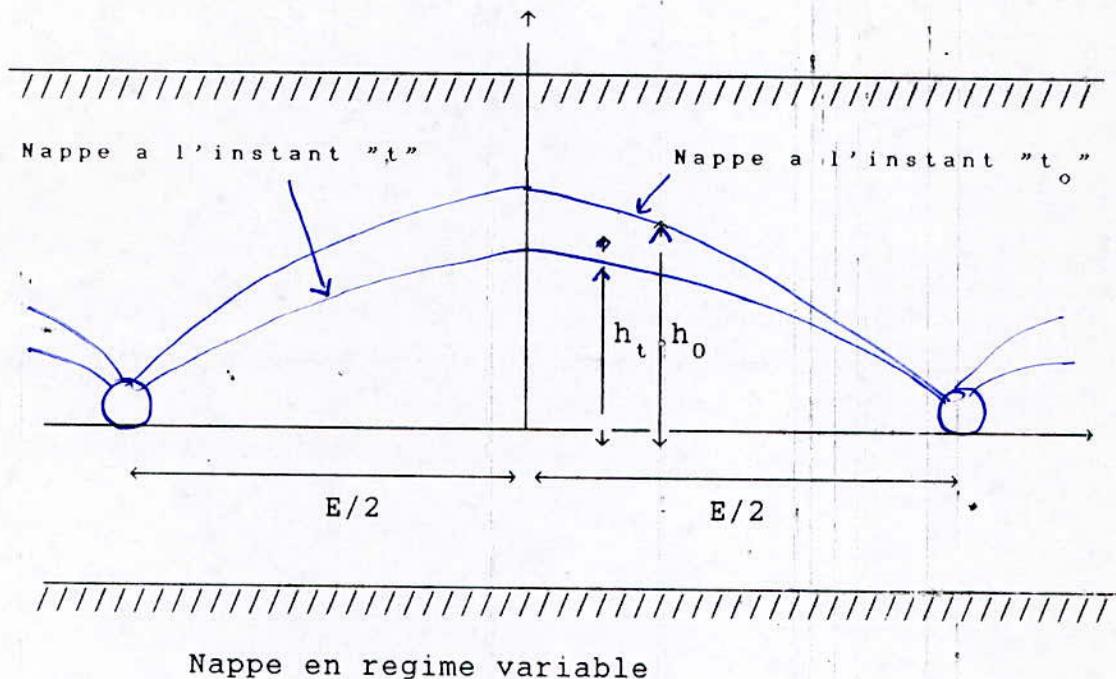
1/ Cas d'un regime variable (pluie de tres forte intensite ):

les criteres du regime variable, formules en termes de debit et profondeur minimale , vitesse de rabattement de la nappe (schemas ci-dessous )

en cas de recharge variable , le niveau de la nappe fluctue dans le temps , les solutions du regime variable sont donnees par: Glover , Dunn , Kraijen , Hoff , Guyon .



Schema type de l'ecoulement dans un systeme de drainage par tuyaux paralleles.



Celle de Glover ,Dunn suppose que la nappe initiale est horizontale.

$$E^2 = \pi \left( \frac{K d' t}{u} \right)^{0,5} \left( \ln 1,6 \frac{h_0}{h_t} \right)^{0,5}$$

avec:  $Kd'$ : transmissivite de l'acqifere en  $m^2/j$  ( avec  $d'$  profondeur equivalente)

$t$ : temps en jours .

$u$ : porosite de drainage .

$h_0, h_t$ : charges hydrauliques initiale et au temps  $t$  en mn .

2/ Cas d'un regime permanent ( pluie frequente ) :

Les criteres du regime permanent, formules en terme de profondeur et de debit constant . Les methodes de Hooghout ,Donnan, Ernest et Kirkham sont plus usitees en regime permanent.

La formule la plus connue est celle de Hooghout (1940) [8] qui s'écrit:

$$E^2 = \frac{8 K^2 d h + 4 K L h^2}{q_c}$$

avec:

$q_c$ : débit caractéristique m/j.

$k_1, k_2$ : conductivité hydraulique m/j

$h$ : charge en mètres

$d$ : épaisseur de la couche équivalente (m)

Le calcul de l'écartement des drains à partir des lois de l'hydraulique souterraine, durant de nombreuses années, a été limité à l'hypothèse du régime permanent.

En fait le régime permanent est exceptionnel dans la nature. Même si on considère une pluie uniforme d'une durée de plusieurs jours, la durée d'alimentation de la nappe sera, en général, inférieure aux durées de drainage.

D'autre part, du niveau de la nappe, les débits spécifiques  $q_c$ , en période de rabattement, diminuent au fur et à mesure que l'on s'éloigne du drain.

On retient cette méthode du fait que l'application du cas du régime variable conduit à des calculs un peu plus complexes et qu'on ne dispose de données préalables d'où :

$$E = \sqrt{\frac{8 K_2 d h + 4 K_1 h^2}{q_c}}$$

avec :  $q_c = 0.013$  m/j

$k_1 = 0.05$  m/j

$k_2 = 1.25$  m/j

$h = P - A = 1.20 - 0.40 = 0.80$  m

$d$  = paramètre déterminé empiriquement à partir de la formule suivante

$$d = 0.92 + 0.59 \ln(H-P), \text{ (pour } E < 30 \text{ m)}$$

$$d = 0.92 + 0.49 \ln(2.5 - 1.2) = 1$$

APP. NUM :

$$E = 25 \text{ m}$$

Pour des raisons économiques et vu que les paramètres sont déterminés empiriquement, on peut aller jusqu'à 30 m, cet écartement peut être réduit suivant l'efficacité du drainage donc  $E=30 \text{ m}$ .

En règle générale, on admet de calculer le débit de projet  $q_c$  pour la détermination des caractéristiques dimensionnelles soit l'écartement des drains, on adoptant l'intensité de la pluie donnée par la formule de Montana pour la durée de trois jours et pour une période de retour annuelle.

\* Diamètre longueur et débit des drains :

Le diamètre courant utilisé est le drain annelé 06 cm intérieur (08 cm extérieur). Lorsque le diamètre est insuffisant on peut utiliser le drain lisse de diamètre intérieur 8 cm.

Le dimensionnement a été effectué pour l'évacuation de débit spécifique (lorsque la nappe est au niveau de la surface du sol), on admettra pour des raisons économiques un écoulement en charge de l'aspirateur voir schéma ci-après, avec les hypothèses suivantes aux extrémités :

# passage à l'air libre à l'aval du drain

# en amont du drain, la cote piézométrique est supposée égale à la cote de la génératrice supérieure.

Les paramètres du calcul tuyau plein sont les suivants :

- débit dans le drain proportionnel à la longueur drainée qui peut être calculé à partir du débit de projet :

$$q_r = q_c * E * x * 10^{-7} \quad \text{m}^3/\text{s}$$

avec:  $q_c$  = débit spécifique de drainage  $\text{l/s/ha}$

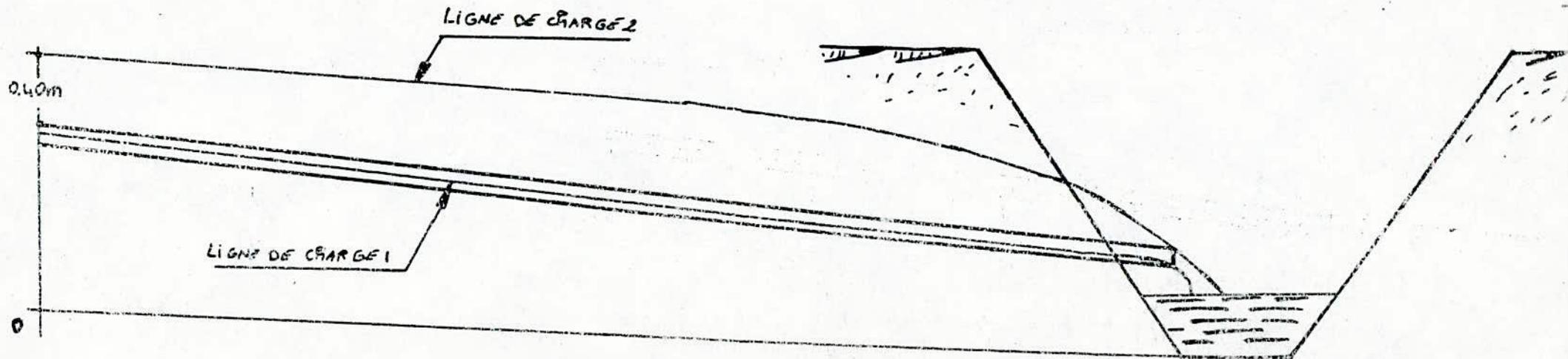
$E$  = écartement (m)

$x$  = longueur du drain variable (m)

# DRAIN ASPIRATEUR

Schéma de fonctionnement dans les 2 cas

- 1 - Régime permanent
- 2 - Régime maximum



SCHEMA N° III 3

- la perte de charge dans le drain en un point est donnée par la formule de Manning Strickler calculée pour tuyau plein:

$$J^{1/2} = \frac{n * q}{s * r_h^{(2/3)}}$$

avec:

$n = 0.014$  coefficient de rugosité.

$R_h = D/4$  (tuyau plein), rayon hydraulique

$$s = \frac{\pi * d^2}{4} \text{ (m}^2\text{)}$$

Donc:

$$J = 0.00201 * \frac{q^2}{d^{5.33}}$$

La différence entre les cotes piezométriques amont et aval sera égale à la somme intégrale des pertes de charge dans le drain pour une longueur L

$$\int_0^L J \, dx = I * L$$

$$\Rightarrow \int_0^L 0,00201 \frac{E^2 q_c^2 10^{-14}}{D^{5,33}} x^2 \, dx = I L$$

$$\Rightarrow \frac{0,00201 E^2 q_c^2 10^{-14}}{D^{5,33}} \frac{L^3}{3} = I L$$

La longueur maximum pour un diametre est donc egale a

$$L = \frac{5.33 \cdot 3 \cdot I \cdot D}{0.00201 \cdot E^2 \cdot q_c^2 \cdot 10^{-14}}$$

Le tableau ci- dessous donne la longueur maximum des drains en fonction de la pente de la parcelle pour le diametre 0.06 m ( ecoulement en charge ), de debit egal a 1.5 l/s/ha et un ecartement de 30 m

Pente ‰	Longueur max. (m)
1	150
1,5	181
2	212
2,5	237
3	260
3,5	280
4	300
4,5	318
5	336
6	368
7	397
8	425
9	450
10	475

Le diametre 0.06 m convient dans la quasi-totalite des cas de figure du projet .Lorsque le terrain est plat (pente < 5% )l'ecartement entre fosses est maintenu a 330 m au maximum .Pour une pente plus forte ,cet ecartement peut atteindre 500 m. L'utilisation d'un seul diametre  $\phi = 6$  cm ,simplifie le chantier de pose et reduit donc les couts .Pour eviter l'encombrement des fosses secondaires qui servent de collecteurs aux drains ,la longueur arretee est variable entre 100 et 400 m ( $L_{max} = 200$  m pour une pente de 1% )d'ou le debit de drain :

$$q_r = q_c * E * L_{max} * 10^{-7}$$

$$= 1.5 * 30 * 200 * 10^{-7} = 9 * 10^{-4} \quad (m^3/s)$$

soit un debit a evacuer par les drains de .09 l/s

\* Disposition des drains :

Les drains sont traces suivant la plus grande pente du terrain paralleles entre eux et debouchant dans une fosse secondaire d'assainissement (voir annexe planche 3 ).

### CONCLUSION

Le bon fonctionnement du reseau de drainage est lie au dimensionnement de ce dernier qui comprend:

#le debit : 1.5 l/s/ha

#la profondeur : 1.2 m

#l'ecartement : 30 m

Ces trois dimensions sont fonction l'un de l'autre et pour le calcul, il faut tenir compte des parametres suivants:

- profondeur optimal de la nappe (1.5 m )
- Exigences culturelles de contrôle de la salinite .
- Profondeur des horizons imperméables 2.5m.
- Profondeur de la sortie du reseau.

- Conditions climatiques .
- Conductivite hydraulique .
- Porosite de drainage du sol .
- Infiltration et infiltration profonde .

#### CARACTERISTIQUES DU RESEAU DE DRAINAGE :

1/ Les eaux evacuees par le reseau de drainage :

Elles sont effectuees par trois oueds principaux : l'oued Ahmer-El-Ain (AM), l'oued Ourihane (OU) et l'oued Rassoulah (RA) (voir carte ci -contre ).

En realite ,ces oueds recoivent un debit des bassins versants situes plus haut .

Vu le manque de donnees et calculs hydrologiques des crues ,ce manque nous amene seulement a calculer le debit de drainage .

$$Q = q_c * S$$

avec  $Q$  :debit de drainage en l/s .

$q_c$  :debit caracteristique en l/s/ha .

$S$  :surface du fosse en ha .

Les résultats sont presentes dans les tableaux a,b,c )

Debit evacue sur l'Oued AM est de  $1.21 \text{ m}^3/\text{s}$  .

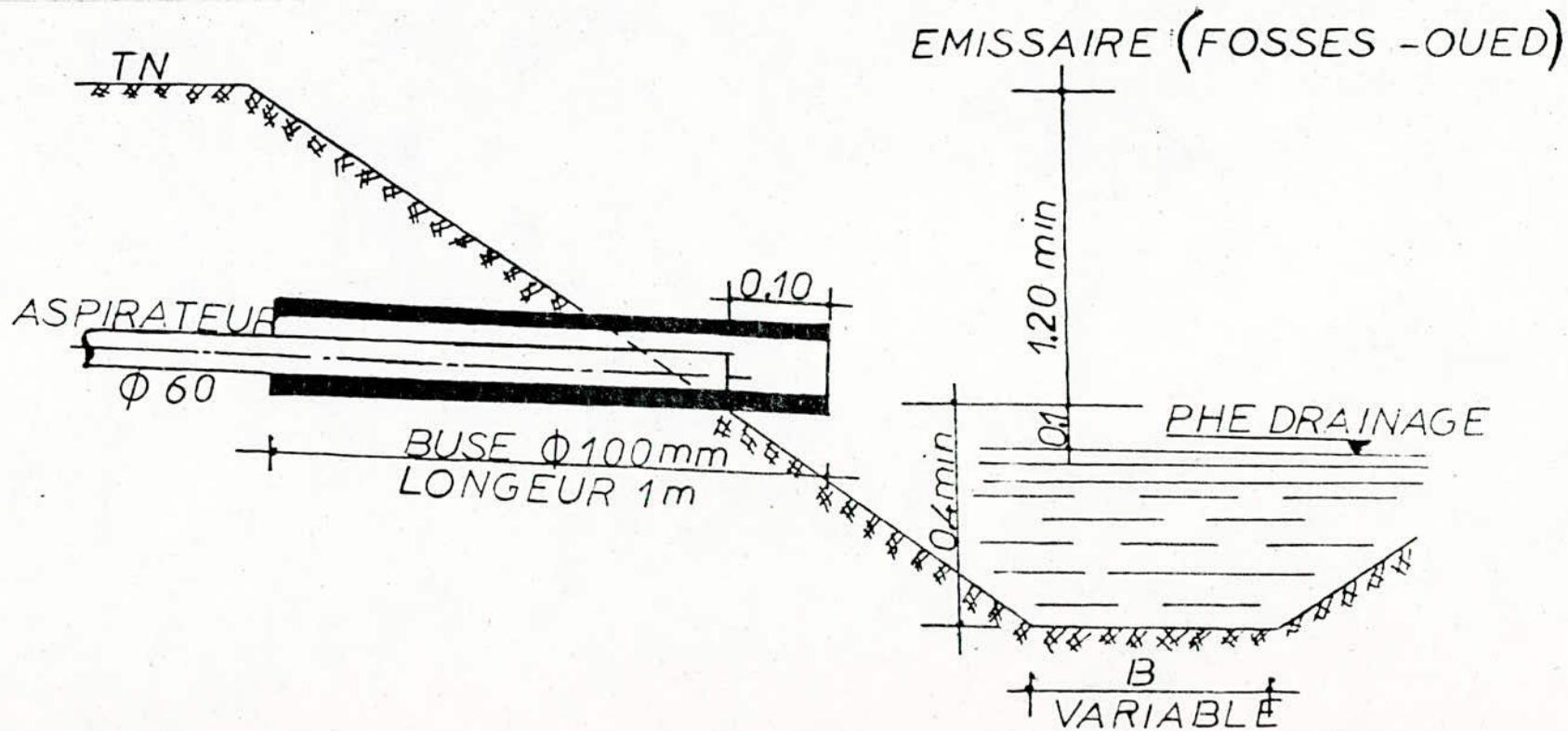
Debit evacue sur l'Oued OU est de  $0.81 \text{ m}^3/\text{s}$  .

Debit evacue sur l'Oued RA est de  $1.34 \text{ m}^3/\text{s}$  .

Dans le cadre de l'amenagement du perimetre Mitidja Ouest , le reseau de drainage est d'une grande importance en evacuant un debit global d'environ  $3.36 \text{ m}^3/\text{s}$  .

CHEMA III-4

# COUPE TRANSVERSAL D'UNE FOSSE



## 2/ Dimensions des fosses de drainage :

Ils ont une section trapezoidale , la largeur du radier (b) est variable en fonction du debit a transiter , la pente du talus (m) est de 3/2 et la profondeur (h) est conditionnee par la pose des drains (voir schema ci apres )

Pour	Q < 100 l/s	—>	b = 1 m , h = 1.60 m
	100 < Q < 200 l/s	—>	b = 1.5 m , h = 2 m
	200 < Q < 400 l/s	—>	b = 2 m , h = 2.5 m
	Q > 400 l/s	—>	b = 2.5 m , h = 3 m

En determinant les sections des fosses (A) et connaissant leur longueur , on pourra calculer le volume de terrassement telque :

$$V = A * L \quad \text{avec } A = h(b + m * h)$$

h : profondeur du fosse (m)

b : largeur du fond du fosse (m)

m : pente du talus

V : volume de terrassement (m<sup>3</sup>)

Pour le calcul des volumes de terrassement voir les tableaux 1, 2 et 3.

(m)

58  
67  
66  
65  
64  
63  
62  
61  
60  
59

# PROFIL EN LONG DU FOSSE AM7

ECHELLE: 1/100

93

NNS	65,6	65	64	63	62
DISTANCES (m)	230	220,5	410	180	250
DISTANCES CUMULEES (m)	230	450,5	860,5	1040,5	1300
cote du FOND DU FOSSE	63,4	63,4	61,4	60,4	
PENTES	0,0026	0,0044	0,0024	0,0055	0,004

ALTIITUDE  
(m) 68

# PROFIL EN LONG DU DRAIN

ECHELLE: 1/100

67  
66  
65  
64  
63  
62  
61  
60  
59

NNS	68	65,5	65	64,5	64	63,5
DISTANCES PARCIELLES (m)	101	110	100	85	40	
DISTANCES CUMULEES (m)	101	211	311	396	436	
COTE DU FOND DU DRAIN	64,8	64,3	64,8	63,3	62,8	62,6
PENTES	0,005	0,0045	0,005	0,0058	0,005	

Tableau a : Oued Ahmer-El-Ain (AM)

fosses	surface (ha)	qc1/s/ha	Q 1/s	L(m)	évacuation
AM1	59	1,5	89	2300	AM
AM2	34	"	51	2400	AM
AM3	29	"	44	600	AM
AM4	68	"	102	1100	AM
AM5	56	"	84	2100	AM
AM6	62	"	93	1250	AM
AM7	48	"	72	1300	AM
AM8	26	"	39	600	AM
AM11A	35	"	53	900	AM1
AM12A	37	"	56	1000	AM1
AM21	45	"	68	1400	AM2
AM211	47	"	71	1300	AM21
AM22	21	"	32	1200	AM2
AM221	25	"	38	1000	AM22
AM23	14	"	21	2000	AM2
AM24	55	"	83	1750	AM2
AM241	35	"	53	1050	AM24
AM25	10	"	15	500	AM2
AM31A	22	"	33	550	AM3
AM51	39	"	59	400	AM5
AM52	36	"	54	1100	AM5
Total			12101/s	25800 m	

Tableau b : Oued Ourihane (OU)

fosses	surface (ha)	qc 1/s/ha	Q 1/s/ha	L (m)	évacuation
OU	258	1,5	387	4200	Lac Haloula
OU1	22	1,5	33	2200	OU
OU2	121	1,5	182	2200	OU
OU12	68	1,5	102	1200	OU1
OU21	12	1,5	18	800	OU2
OU22	57	1,5	86	1100	OU2
Total			809,5	11700	

Tableau c : Oued Rassoulah (RA)

fosses	surface (ha)	qc l/s/ha	Q l/s	L (m)	évacuation
RA	30	1,5	45	2650	Lac Halloula
RA1	127	"	191	3850	RA
RA2	28	"	42	700	RA
RA3	34	"	51	1350	RA
RA4	12	"	18	450	RA
RA11A	128	"	192	3950	RA
RA13	24	"	36	750	RA1
RA14	23	"	35	1250	RA1
RA15	24	"	36	950	RA1
RA12	65	"	98	3650	RA1
RA31	16	"	24	750	RA3
RA125	16	"	24	925	RA12
RA126	8	"	12	1300	RA12
RA124	21	"	32	750	RA12
RA123	25	"	38	1250	RA12
RA121	26	"	39	750	RA12
RA122	17	"	26	850	RA12
RA1221	16	"	24	750	RA122
RA11A1	94	"	141	2300	RA11A
RA11A2	40	"	60	1150	RA11A
RA141	17	"	26	800	RA14
RA1411	42	"	63	1250	RA14
RA151	60	"	90	2200	RA15
Total			13431/s	34575 m	

Résultats de calculs du volume de terrassement (programme informatique)

Tableau numéro 1 :

Oued Ahmer-El-Ain

nom du fosse	b(m)	h(m)	sect.(m <sup>2</sup> )	long.(m)	vol. terrassement(m <sup>3</sup> )
AM4	1	1,6	5,44	1100	5984
AM6	1	1,6	5,44	1250	6800
AM7	1	1,6	5,44	1300	7072
AM8	1	1,6	5,44	600	3264
AM11A	1	1,6	5,44	900	4896
AM211	1	1,6	5,44	1300	7072
AM221	1	1,6	5,44	1000	5440
AM23	1	1,6	5,44	2000	10880
AM241	1	1,6	5,44	1050	5712
AM12A	1	1,6	5,44	1000	5440
AM31A	1	1,6	5,44	550	2992
AM25	1	1,6	5,44	500	2720
AM51	1	1,6	5,44	400	2176
AM52	1	1,6	5,44	1100	5984
AM1	1,5	2	9	2300	20700
AM3	1,5	2	9	600	5400
AM21	1,5	2	9	1400	12600
AM22	1,5	2	9	1200	10800
AM5	1,5	2	9	2100	18900
AM24	1,5	2	9	1750	15750
AM2	2	2,5	14,375	2400	34500
AM	2,5	3	21	4200	88200
total					Vt = 283282 m <sup>3</sup>

Tableau numéro 2 : Oued Ourihane

nom du fosse	hauteur h(m)	radier b(m)	longueur L(m)	section S(m <sup>2</sup> )	vol.terassement Vt(m <sup>3</sup> )
OU	1,6	1	800	5,44	4352
OU'22	1,6	1	1100	5,44	5984
OU12	2	1,5	1200	9	10800
OU1	2,5	2	2200	14,375	31625
OU2	2,5	2	2200	14,375	31625
OU	3	2,5	4200	21	88200
<b>Total</b>					<b>Vt = 172586 m<sup>3</sup></b>

Tableau numéro 3 : Oued Rasoulala

nom du fosse	hauteur h(m)	radier b(m)	longueur L(m)	section S(m <sup>2</sup> )	ol. terassement Vt(m <sup>3</sup> )
RA2	1,6	1	700	5,44	3808
RA4	1,6	1	450	5,44	2448
RA13	1,6	1	750	5,44	4080
RA31	1,6	1	750	5,44	4080
RA125	1,6	1	925	5,44	5032
RA124	1,6	1	750	5,44	4080
RA126	1,6	1	1300	5,44	7072
RA123	1,6	1	1250	5,44	6800
RA121	1,6	1	750	5,44	4080
RA122	1,6	1	750	5,44	4080
RA11A2	1,6	1	1150	5,44	6256
RA141	1,6	1	800	5,44	4352
RA1411	1,6	1	1250	5,44	6800
RA151	1,6	1	2200	5,44	11988
RA3	2,6	1,5	1350	9,44	12150
RA11A1	2,6	1,5	2300	9,44	20700
RA122	2,6	1,5	850	9,44	5032
RA14	2,6	1,5	1250	9,44	11250
RA15	2,6	1,5	950	9,44	8550
RA11A	2,5	2	3950	14,375	56781,25
RA12	2,5	2	3650	14,375	52468,75
RA1	3	2,5	3850	21,44	80850
RA	3,5	3	2650	28,875	78518,75

Total Vt = 401854,75 m<sup>3</sup>

```
#####
CE PROGRAMME PERMET LE CALCUL DE L'ECARTEMENT DES DRAINS
POUR LES DIFFERENTS CAS.( 3 CAS )
#####
```

```
integer c
write(*,*) ' ce programme traite la theorie du drainage en
1considerant trois cas: '
write(*,*) ' premier cas:les drains reposent sur l'impermeable '
write(*,*) ' deuxieme cas:les drains ne reposent pas sur l'imper
1-meable et sont surtout alimentes par la region situee
len dessous d'eux '
write(*,*) ' troisieme cas:les drains ne reposent pas sur l'imper
1-meable et sont alimentes par dessus et par dessous '
write(*,*) '
write(*,*) ' S.V.P:faites un choix,le cas 1,2,ou 3
1pour cela introduire 1,2,ou 3 '
read(*,*) c
write(*,*) ' on va traiter le ',c,' cas'
if(c.eq.1) call cas1
if(c.eq.2) call cas2
if(c.eq.3) call cas3
stop
end
```

#### SUBROUTINE CAS1

```
integer,r
real k,i
write(*,*) ' le regime de la region consideree est il permanent
lou variable? '
write(*,*) 'NOTA BENE:*le regime sera permanent si les pluies sont
1frequentes et les intervalles de temps les separant
lne sont pas longs '
write(*,*) ' *le regime sera variable si les pluies
1laissent entre elles des intervalles de temps d"au
lmoins une semaine '
write(*,*) '
write(*,*) '
write(*,*) ' introduire h0(=profond drains moins epaisseur du
1franc de culture) '
read(*,*) h0
write(*,*) ' introduire la permeabilite K '
read(*,*) k
write(*,*) ' introduire la valeur de R: 1 pour le permanent et
1 2 pour le regime variable '
read(*,*) r
if(r.eq.1)then
write(*,*) ' introduire la valeur de la pluie journaliere
1 dont la periode de retour est de 5 ans '
read(*,*) I
write(*,*) 'introduire le coefficient d"ecoulement b '
read(*,*) b
qc=(b*i)/3000
E=SQRT((4*k*h0**2)/qc)
q=qc*E
write(*,*) ' l"ecartement est E= ',E,' m'
write(*,*) ' le debit des deux demi nappes est Q= ',q,' m2/j'
endif
if(r.eq.2) then
write(*,*) ' introduire la duree t choisie pendant laquelle
1la nappe doit s"abaissier de h0 a ht '
```

```

read(*,*) t
write(*,*) ' introduire ht:cote du sommet de la nappe a l'instant
1 t par rapport au plan des drains '
read(*,*) ht
write(*,*) ' introduire la valeur de la porosite utile u '
read(*,*) u
E=sqrt((4.45*k*h0*ht*t)/(h0-ht))
q0=(3.46*k*h0**2)/E
v=(4.45*k*h0)/((u*E**2))
Q=q0/((1+v*t)**2)
write(*,*) ' l'ecartement recherche est E= ',E, ' m'
write(*,*) ' le debit des deux demi nappes est Q= ',Q, ' m2/j'
endif
return
end

```

#### SUBROUTINE CAS2

```

real i,k
integer r
write(*,*) ' introduire la valeur de la permeabilite '
read(*,*) k
write(*,*) ' introduire h0(=profond.des drains-moins-epaisseur
1 du franc de culture) '
read(*,*) h0
write(*,*) ' introduire la profondeur du plancher impermeable y '
read(*,*) y
write(*,*) ' introduire la profondeur des drains p '
read(*,*) p
d=0.92+0.59*ALOG(y-p)
write(*,*) '
write(*,*) ' introduire le nombre 1 ou 2 pour montrer si le regime
1 de drainage est permanent ou variable "R" '
read(*,*) R
if(R.eq.1)then
write(*,*) ' introduire le coefficient d'ecoulement b(pour les 4
1 mois precipites '
read(*,*) b
write(*,*) ' introduire la valeur de la pluie journaliere (T=5ans)'
read(*,*) I
qc=(b*I)/3000
E=sqrt((8*k*d*h0)/qc)
Q=qc*E
write(*,*) ' l'ecartement cherche est E= ',E, ' m'
write(*,*) ' le debit des deux demi nappes est Q= ',Q, ' m2/j'
endif
write(*,*) '
if(R.eq.2)then
write(*,*) ' introduire ht:cote du sommet de la nappe a l'instant
1 t par rapport au plan des drains '
read(*,*) ht
write(*,*) ' introduire la valeur de la porosite utile u '
read(*,*) u
write(*,*) ' introduire la duree t choisie pendant laquelle la
1 nappe doit s'abaisser de ho a ht '
read(*,*) t
E=sqrt((4.3*k*d*t)/(u*ALOG10(h0/ht)))
q0=(6.28*k*d*h0)/E
a=(9.87*k*d)/(u*E**2)
Q=q0*exp(-a*t)
write(*,*) ' l'ecartement cherche est E= ',E, ' m'
write(*,*) ' le debit des deux demi nappes est Q= ',Q, ' m2/j'
endif
return

```

end

SUBROUTINE CAS3

```
real k1,k2,i,n
integer r
write(*,*) ' introduire les valeurs de la permeabilite au dessus
et au dessous des drains K1 et K2 '
read(*,*) K1,K2
write(*,*) ' introduire la profondeur du plancher impermeable y
et celle des drains p
read(*,*) y,p
write(*,*) ' introduire h0(=profond.drains-moins-epaiss du franc
de culture)
read(*,*) h0
d=0.92+0.59*ALOG(y-p)
write(*,*) ' introduire le nombre 1 ou 2 pour montrer si le regime
de drainage est permanent ou variable "R"
read(*,*) R
if(R.eq.1)then
write(*,*) ' introduire la valeur de la pluie journaliere(T=5ans)
read(*,*) I
write(*,*) ' introduire le coefficient d'ecoulement b
read(*,*) b
qc=(b*I)/3000
E=sqrt((4*k1*h0**2+8*k2*d*h0)/qc)
Q=qc*E
write(*,*) ' l'ecartement recherche est E= ',E,' m'
write(*,*) ' le debit des deux demi nappes est Q= ',Q,' m2/j'
endif
if(r.eq.2)then
write(*,*) ' introduire ht:cote du sommet de la nappe a l'instant
t par rapport au plan des drains
read(*,*) ht
write(*,*) ' introduire la duree t choisie pendant laquelle la
nappe doit s'abaisser de ho a ht
read(*,*) t
write(*,*) ' introduire la valeur de la porosite utile u
read(*,*) u
n=(1.8*d+ht*(k1/k2)*h0)/(1.8*d+h0*(k1/k2)*ht)
E=sqrt((3.85*k2*d*t)/(u*ALOG10(n)))
Q=(3.46*k1*h0**2/E)+((6.28*k2*h0)/E)
write(*,*) ' l'ecartement recherche est E= ',E,' m'
write(*,*) ' le debit des deux demi nappes est Q= ',Q,' m2/j'
endif
return
end
```

CHAPITRE V

MODE ET TECHNIQUE DE REALISATION

DU

RESEAU DE DRAINAGE

## Mode et technique de réalisation du réseau de drainage

Les techniques de mise en place des réseaux, ont connu une révolution en un espace de temps très bref. L'évolution de drainage est caractérisée en particulier par l'utilisation de matériel de plus en plus performant.

Au milieu du 20ème siècle, le traditionnel louchet de l'ouvrier draineur a été remplacé par les trancheuses-poseuses et sous soleuses.

En même temps, le guidage de ces machines entièrement automatisées a évolué en passant par les nivelettes, radio-guidage jusqu'au laser-rotatif actuellement très performant.

### V.1 Machine de pose:

Les machines de pose de drains sont actuellement composées d'un organe de traction de grande puissance (jusqu'à 3 chevaux et plus), d'organes de creusement et de pose, avec un système de guidage. Le système de relevage de l'organe de pose fonctionne soit par câble soit par vérins hydrauliques.

On utilise essentiellement (10b), (11), (9)

- Les trancheuses-poseuses, qui ouvrent une tranchée Fig IV.1
- Les sous soleuses-poseuses qui fondent un sillon Fig IV.2

### 1.1 Conception générale:

Généralement, une machine poseuse de drains comporte un outil de pose fixé, sur un ensemble tracteurs.

Il s'agit:

-D'un châssis moteur spécialement étudié et monté pour recevoir l'outil de pose (Cas le plus général);

\* Lsine et Dautrebande (1982): Cours de drainage

Faculté des sciences agronomiques de Gembloux (Belgique) /

-D'un tracteur de série (à chenilles ou à roues), modifié pour l'adapter à cet usage.

La traction est assurée:

- Généralement par train de chenilles de préférence articulé.

- Plus rarement par treuil permettant à un châssis sur pneus de haler le long d'un câble;

- Certains matériels peuvent compléter la traction de leur train de chenilles par un treuil d'appoint.

## 1-2 Description des principaux types de machines:

### Trancheuse-poseuse:

Constituée d'un tracteur à chenilles reliées par l'intermédiaire d'un système de vérins (Une chaîne excavatrice et un caisson de pose)

Une chaîne excavatrice à couteaux en acier dur qui ouvre une tranchée d'une trentaine de centimètres et même plus de largeur, et dépose les déblais en cordons latéraux à grande vitesse.

Deux vis sans fin pour évacuer la terre.

Le caisson qui moule la tranchée, règle le fond de fouille et conduit le tuyau appuyé par un galet sur le sol.

Une raclette, solidaire du caisson, fait glisser sur le tuyau une mince couche de terre: le tuyau est ainsi calé et protégé des chocs lors du remblaiement de la tranchée, effectué généralement quelques jours après la pose au moyen d'un petit buteur.

Une tracheuse travaille à une vitesse d'environ ( $\approx 40$ cm) permet la pose des collecteurs.

### Draineuses sous-soleuses (poseuse à outil taupe)

Les sous-soleuses possèdent un élément tracteur similaire à celui des tracheuses, mais l'outil de pose est un coute sous soleur (15 à 25 cm) qui précède un caisson de pose.

Le coutre, coiffé d'une dent en acier à haute résistance fend le sol en y pratiquant une saignée.

Le caisson, solidaire du coutre, met en forme le fond de fouille et y déroule le tuyau, immédiatement calé part la fermeture de la saignée.

La vitesse d'avancement possible est plus grande que la trancheuse (2,0 à 5,0 km/j), elle peut poser des drains et collecteurs jusqu'à 200 mm de diamètre.

#### 1-3 Machine de pose utilisée:

La pose des drains peut être réalisée soit par la trancheuse, soit par la sous soleuse, et chacune d'elle a ses inconvénients.

#### Trancheuse poseuse:

- crée un effet tranchée;
- Adopter pour les sols légers et lourds;
- La vérification de pose est possible (Tranchée ouverte);
- La puissance de la machine est fonction du type de sol;
- Elle pose les drains, câbles téléphoniques, électriques...
- Elle occasionne le lissage des parois qui crée l'effet écran de la perméabilité latérale.

#### Sous-soleuse:

- Crée une saignée en fournissant l'infiltration verticale et latérale.
- Très performante pour les sols légers;
- La vérification de pose est impossible (trachée fermée);
- Son fonctionnement demande un effort important, donc puissance importante.

Dans notre cas, selon la performance des deux types de machines la trancheuse-poseuse répond probablement aux types de sol de la Mitidja Ouest (Sol très lourd).

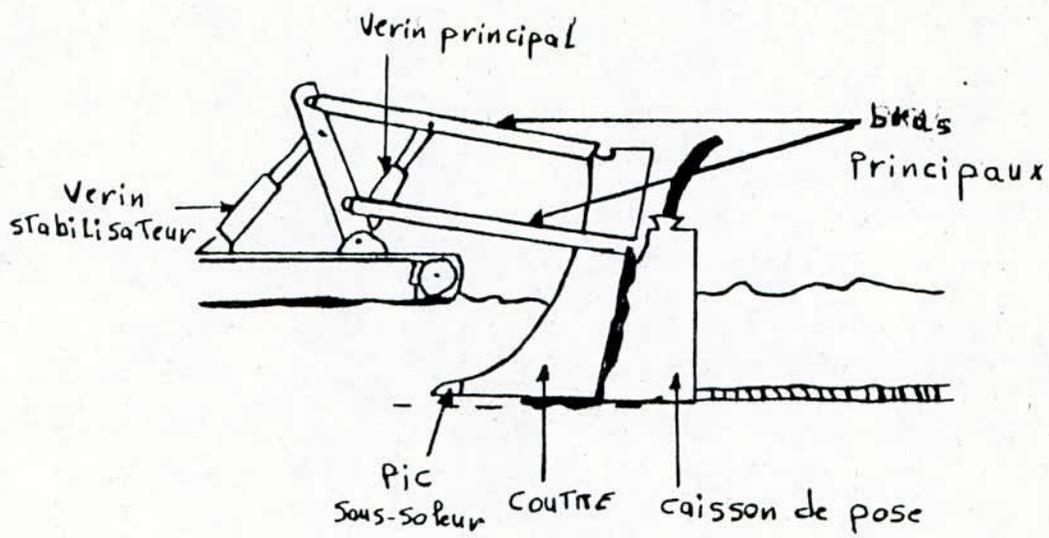


FIGURE II.2 - MACHINE SOUS-SOLEUSE.

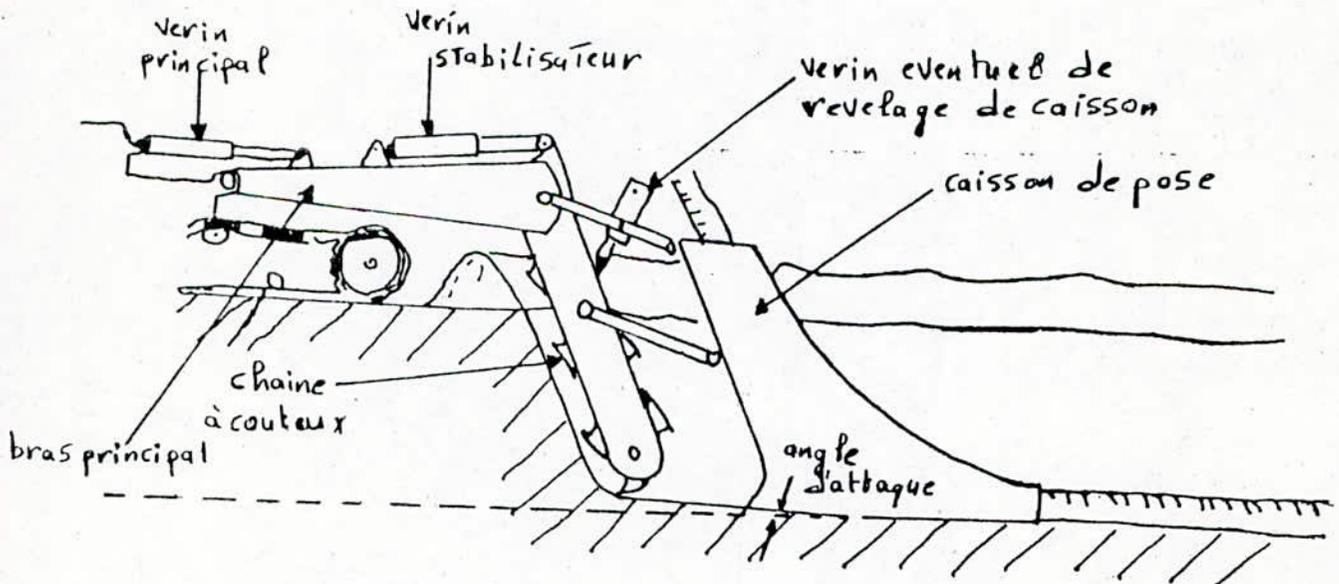


FIGURE III. MACHINE TRANCHEUSE.

## V.2 Mode de guidage:

La pérennité d'un réseau de drainage est basée sur la qualité de pose des drains et des collecteurs. Il convient d'apporter un soin particulier au système et au mode des tuyaux et des filtres.

Plusieurs systèmes de réglage de profondeur sont employés:

- Les nivelettes qui définissent une ligne de visée servant de référence à la pose des drains.

- Le radioguidage, restrictif peu employé, il permet le cas échéant, la pose de drains et collecteurs dans des secteurs à forte pente;

- Le laser ligne comporte seulement un émetteur, les corrections de profondeurs s'effectuant manuellement.

- L'émetteur peut être orienté en direction avec une grande précision, une vis graduée de fin réglage permet au préalable de régler sa pente sur la valeur voulue.

- Le laser rotatif (Laser-plane), comporte un émetteur et un récepteur permettant l'automation totale de la correction de profondeur.

## V.3 Système de guidage utilisé:

La pose des drains se fait mécaniquement à l'aide de la trancheuse-poseuse d'où le guidage de cette machine est réalisé par le système "Laser-Plane" type Spectra Physics.

- Ce système est composé d'un émetteur et d'un récepteur alimenté en courant continu par des batteries de 12 ou 24 V.

## 3. Description du Laser-Plane (Voir figure ci-contre)

1- L'émetteur: émet sous la forme d'un pinceau extrêmement fin (1mm), le rayon est élargi et focalisé par un système de lentilles, et envoyé selon l'axe vertical de l'appareil vers la tourelle de balayage, situé à la partie supérieure.

L'émetteur de rayon est en rotation rapide (5 à 10 tours/seconde) au sommet d'un trépied placé au barycentre des parcelles à drainer. Les rayons définissent donc un plan de guidage.

Dans tous les cas, la pente affichée ne concerne qu'une direction du plan de guidage, qui doit être clairement repéré sur l'appareil.

## 2. Le récepteur:

Récepteur type Wild: Une face sensible comprend un nombre impair de cellules photo-électriques.

Le passage du rayon sur celle du milieu caractérise un centrage correct du récepteur sur le plan de guidage.

Récepteur de type Spectra Physic et Laser alignement: Le centrage correct du récepteur sur le plan de guidage est caractérisé par le balayage simultané par le rayon de deux cellules centrales, qui émettent à chaque passage des impulsions électriques comparables.

3- Le boîtier de guidage: placé sous les yeux du conducteur, il remplit deux rôles:

### 3.1 Visualisation:

Trois lampes renseignent le conducteur sur la position du récepteur par rapport au plan de guidage:

- Une lampe verte indique le centrage correct,
- Deux lampes oranges ou rouges indiquent les éventuels décalages vers le haut et vers le bas.

### 3.2 Contrôle automatique:

Un selecteur "Auto-Manuel", permet le raccordement direct de ce boîtier aux électro-vannes des vérins de contrôle de l'outil de pose. Dans ces conditions, les signaux électriques indiquant un décalage du récepteur commandent l'ouverture, pendant un temps très bref de l'électro-vanne qui ramènera à la fois le récepteur dans le plan de guidage et l'outil de pose sur la ligne correcte.

#### 4. Le système de changement de pente:

Il comprend:

1- Un boîtier de commande sur lequel le conducteur affiche le sens et l'importance du changement de pente désiré;

2- Une roulette de comptage entraînée par le déroulement du drain, qui renseigne sur l'avancement réel de l'outil de pose.

3- Le mât télescope du récepteur, qui fait monter ou descendre par palier de 5 mm.

4- La mire sonore: il s'agit d'un organe annexe servant au repérage du plan de guidage indépendamment du matériel de pose, il se compose d'une canne télescopique graduée portant un récepteur miniature qui indique par rapport au plan du rayon.

### 3.2 Fonctionnement du Laser-Plane:

L'émetteur, fixé sur un trépied type théodolite placé en un endroit approprié du terrain, établit, par rotation d'un secteur lumineux plan autour d'un axe orientable avec une précision de 0,01%, un plan circulaire lumineux de référence de 500 m de diamètre, d'épaisseur réduite et parallèle au profil en long d'une ou plusieurs canalisations du projet.

L'organe de pose de la machine à drainer porte le récepteur; celui-ci est fixé sur le mât télescopique, maintenu de façon automatique et permanente, en position verticale par un dispositif électromécanique.

Le récepteur est composé de plusieurs cellules photo-sensibles superposées, balayées en permanence par le faisceau lumineux.

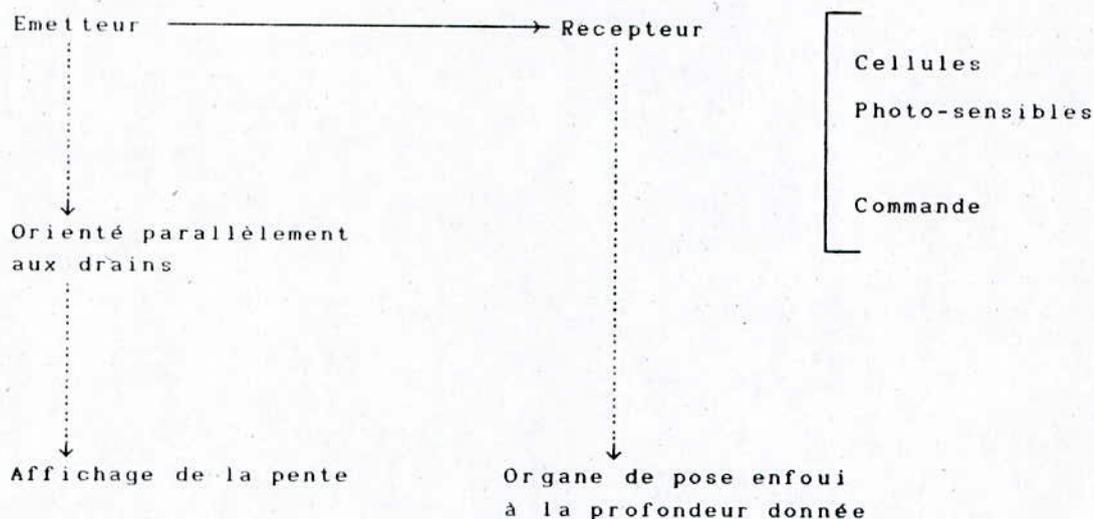
Au point de départ du drain, l'organe de pose de la draineuse est enfoui à la profondeur désirée, la cellule photo-sensible centrale du récepteur est ensuite mise en correspondance avec le plan lumineux de référence.

Lorsque, lors du déplacement de la machine à drainer le faisceau laser s'écarte de la cellule photo-sensible centrale du récepteur et atteint une cellule contigüe, cette dernière émet un signal vers un bloc logique commandant les électro-vannes des vérins du système articulé portant l'organe de pose.

De cette façon la correspondance entre la cellule photo-sensible médiane du récepteur et le plan laser est réalisée en permanence et l'automatisation du réglage de la profondeur d'excavation suivant une ligne parallèle au plan directif est assurée.

Ce mode perfectionné de guidage n'assure cependant pas une précision absolue, cette dernière demeure dans une certaine mesure tributaire de la vitesse d'avancement de la machine, de la nature du profil du terrain, du type à drainer et encore, de la qualification et de l'adresse du conducteur.

## FAISCEAU LUMINEUX



### 3.3 Utilisation du laser plane sur chantier: (9)

#### a) Mise en station de l'émetteur:

La mise en station comporte 3 phases successives:

- Le choix du lieu d'implantation
- L'orientation de l'appareil
- L'affichage de la pente

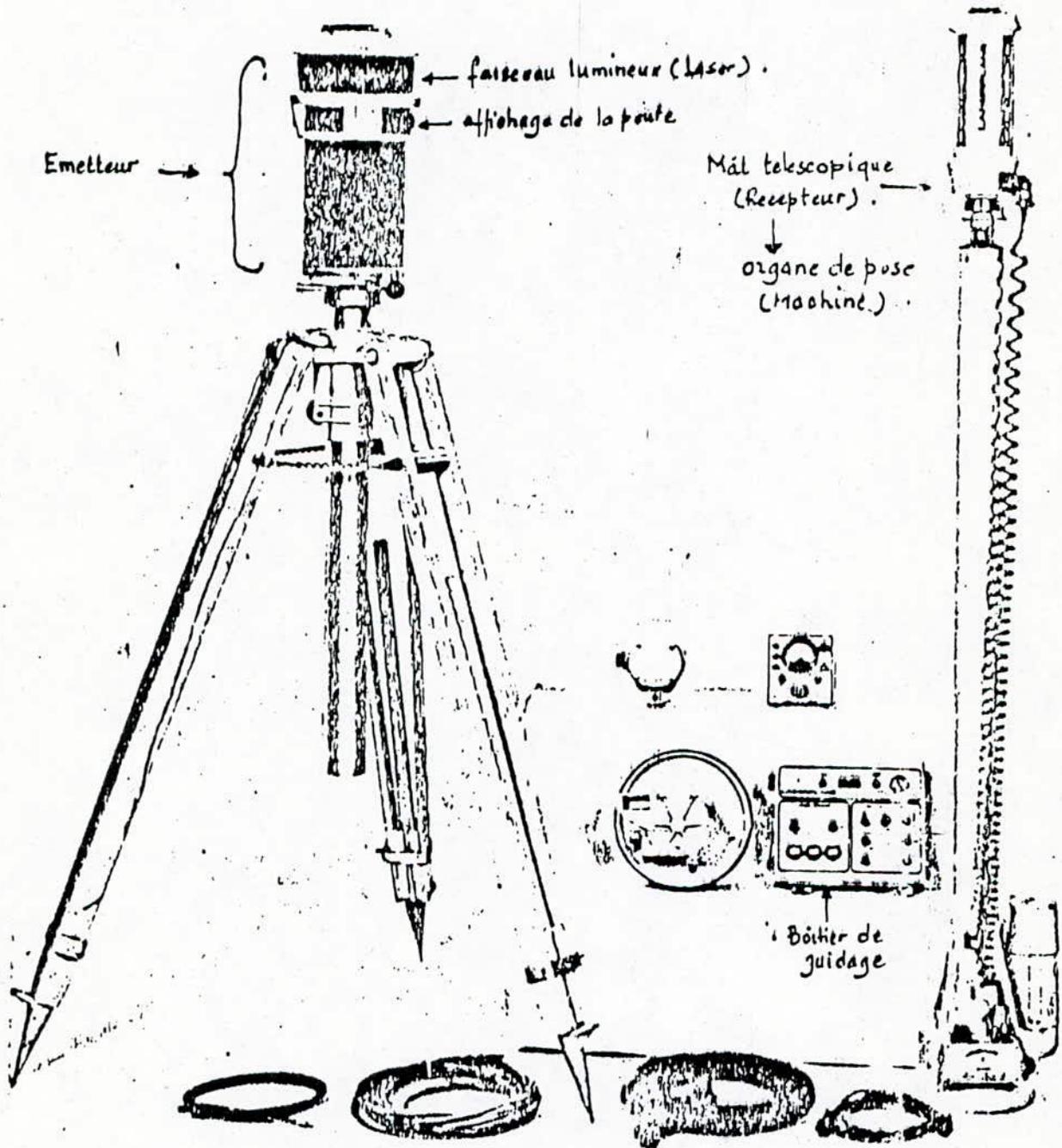
#### a.1) Lieu d'implantation:

Il doit permettre la couverture efficace de la plus vaste zone possible de travail, pour réduire le nombre éventuel de déplacements.

En terrain régulier, à la station la plus centrale s'effectue le maximum de travail en restant à distance raisonnable de l'émetteur (Schéma N° 01).

En terrain vallonné, la zone efficacement couverte par une station est limitée par les ruptures de pente très abruptes.

Le fait de choisir le point de contact de plusieurs panneaux permet de traiter par simple orientation de l'émetteur, il faut tenir compte également des repères disponibles pour l'alignement de l'émetteur sur les diverses directions de drains (Voir Schéma n°2)



# SPECTRA-PHYSICS LASERPLANE

a.2) L'orientation de l'émetteur:

D'une façon générale, un affichage de pente agit sur une direction déterminée du plan de guidage signalée sur l'émetteur lui-même par un repère précis, seule la concordance exacte de cette "Direction d'action de l'affichage", avec la direction de travail de la machine assure une pente de guidage rigoureusement égale à la pente affichée.

a.3) Affichage de la pente :

On donne habituellement au plan de guidage, dans la direction de travail, une pente de travail (Pt), qu'on choisit en fonction des pentes des drains de panneau.

b) Conduite de la machine:

L'outil de pose étant placé en départ de ligne, à la côte prévue, le conducteur agit manuellement sur la commande du mât télescopique pour capter le rayon.

Le récepteur une fois centré sur le plan de guidage (Lampe verte allumée sur le boîtier de commande), il enclenche le contrôle automatique, et fait avancer la machine.

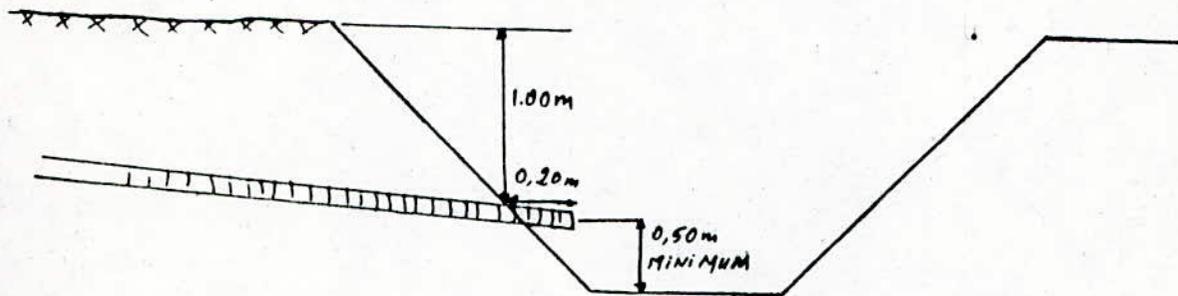
Le conducteur lui reste alors à surveiller la profondeur de pose, en fonction des limites qui lui ont été imposées, et à programmer les changements éventuels de pente permettant de réaliser le plus régulier possible, quand la lumière verte passe à l'orange, de la remettre toujours au vert en agissant sur les commandes de la machine situées dans la cabine du conducteur.

Le contrôle automatique guide l'outil de pose selon le profil programmé et le récepteur ne peut pas quitter le plan de guidage, mais une surveillance est cependant nécessaire pour réagir en cas de coupure du rayon, ou de difficulté de passage de l'outil.

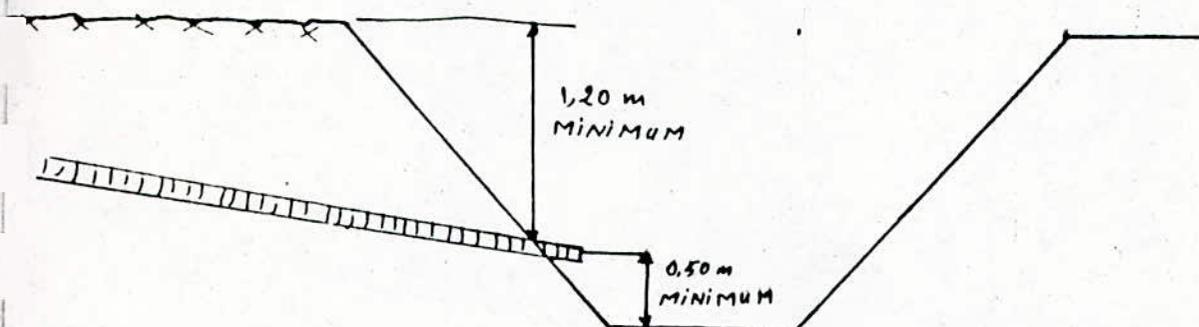
## LIMITÉ DE PROFONDEUR DU DRAIN.

UNE FOIS LA PENTE DE TRAVAIL PE EST DÉTERMINÉE ET ARRÊTÉE, L'ORGANE DE POSE EST LIMITÉ AUX PROFONDEURS DES CAS SUIVANTS :

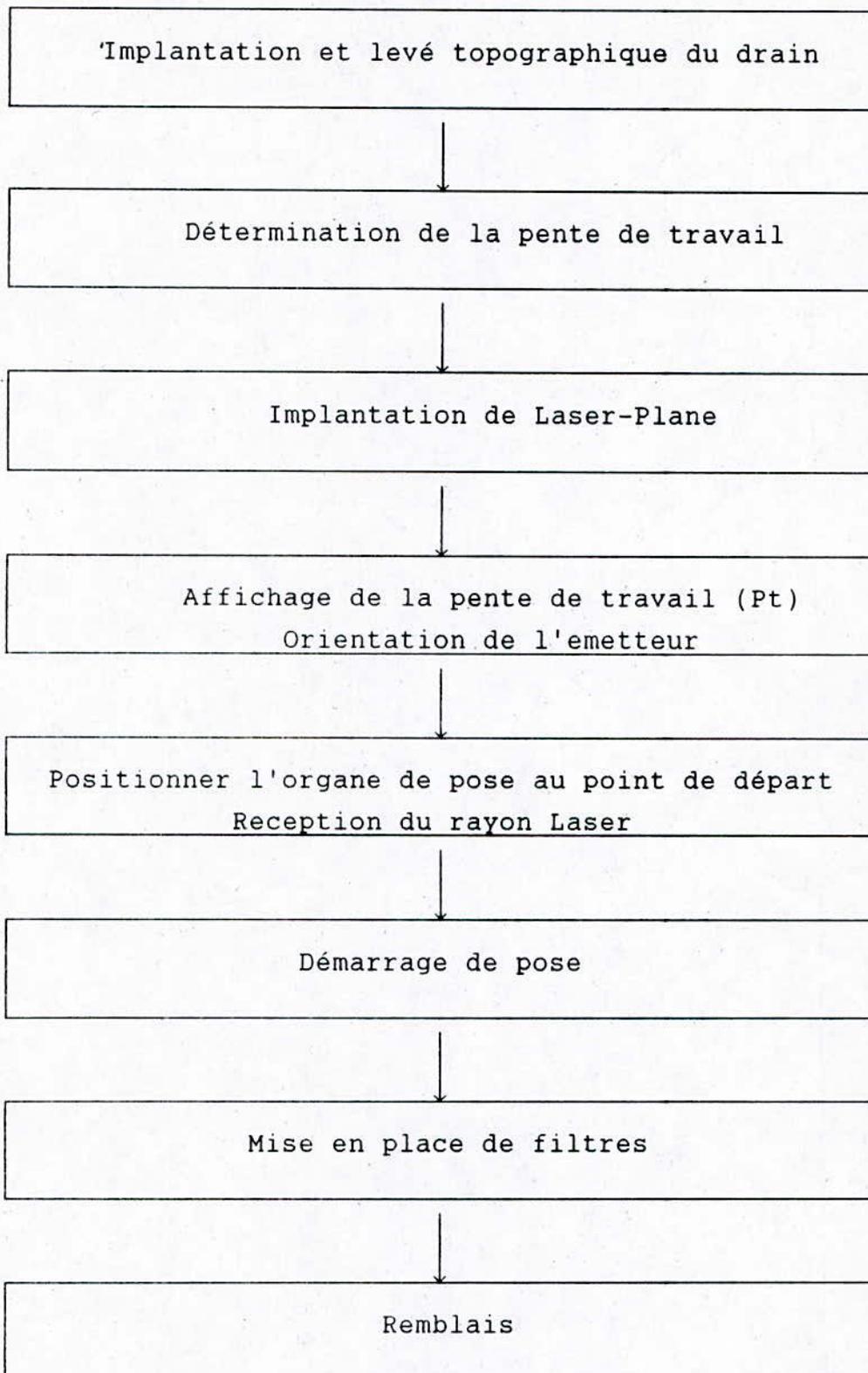
CAS N°1 : TERRAIN NATUREL AVEC PENTE  $\geq 1\%$  .



CAS N°2 : TERRAIN NATUREL AVEC PENTE  $< 1\%$  .



## ORGANIGRAMME DE POSE DES DRAINS



#### IV.4 Matériaux de drainage:

##### 4.1 Les drains:

Actuellement, les drains sont en PVC perforés de trous, placés dans le creux des rainures et annelés en rouleaux de grande longueur par le fait qu'ils présentent certains avantages sur les drains en poterie.

- Mécanisation et pose facilitées (poids unitaire moins élevé);
- Meilleures liaisons entre tuyaux;
- Capacités d'écoulement élevées;
- Enrobage des filtres facilité;
- Transport moins coûteux;
- Présentent une bonne résistance au colmatage.

L'application de ce type de matériau s'est généralisée très rapidement et est devenue depuis 1975, le matériau le plus couramment utilisé.

Les perforations sont disposées suivant les génératrices du tuyau, au fond des gorges. Les dimensions des perforations sont d'environ 3 à 5mm de long sur 1mm de largeur, avec 600 fentes/mètre (11)

Le choix des drains PVC est fonction des propriétés mécaniques, telles que la force d'écrasement, de flexion, de traction qui doivent répondre aux normes internationales.

##### 4.2 Le filtre de drain:

On désigne par filtre, soit des matériaux enrobant déjà les tuyaux avant la pose, soit les matériaux remblayant le fond des tranchées et couvrant les drains. (12), (11)

Il a pour but d'empêcher les déformations dues à la filtration autour des tuyaux. Le filtre conditionne la formation d'un filtre naturel qui assure la protection contre l'infiltration des particules du sol par les orifices des prises.

Le choix de filtre se fait d'après le type de colmatage éventuel qui peut être:

- Un colmatage biologique (par les racines des plantes);
- Un colmatage mécanique;
- Un colmatage chimique.

Pour éviter tous les inconvénients que présentent les filtres en gravier, ou en sable (transport, coût élevé, .. ), on optera pour les filtres synthétiques (matériaux artificiels).

La pose du filtre de drainage se fait de 2 manières différentes, c'est à dire:

-Manuelle: lorsque le filtre et les tuyaux de drainage sont posés après le creusage de la tranchée.

Mécanisé: la pose du filtre se fait en même temps que la pose des tuyaux de drainage.

Les filtres sont jugés sur leur dimension, leur épaisseur, la masse et leur résistance à la traction.

#### 4.3 Matériaux d'enrobage:

Leurs 2 fonctions principales sont:

- de protéger les drains et collecteurs contre les colmatages

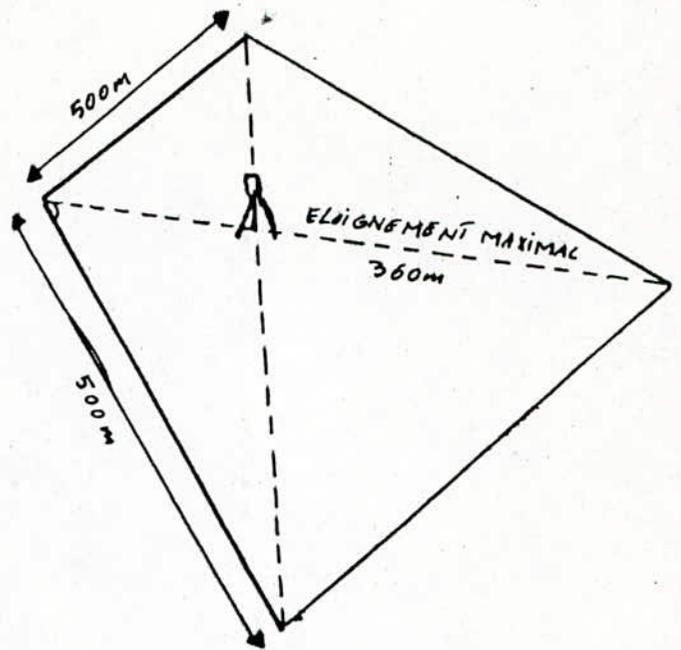
- d'améliorer leurs performances hydrauliques.

Les matériaux d'enrobage sont actuellement: les fibres de coco et les fibres synthétiques: (11)

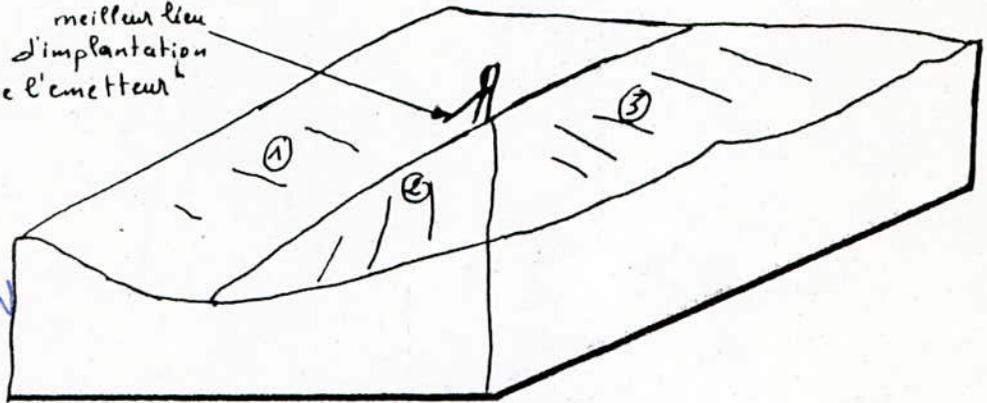
Les fibres de coco: il se met en oeuvre sous la forme d'une nappe d'une épaisseur légèrement supérieure à 1 cm qui enveloppe complètement le drain (On fixe cette nappe par un maillage de fils à haute résistance).

Fibres synthétiques: sont en polyester ou en polypropylène, elles sont assemblées par liaison chimique ou par équilletage.

SCHEMA N°1.  
CAS D'UN TERRAIN  
REGULIER.

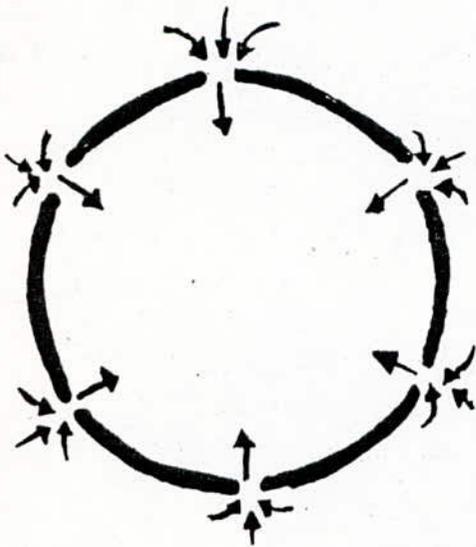


meilleur lieu  
d'implantation  
de l'émetteur

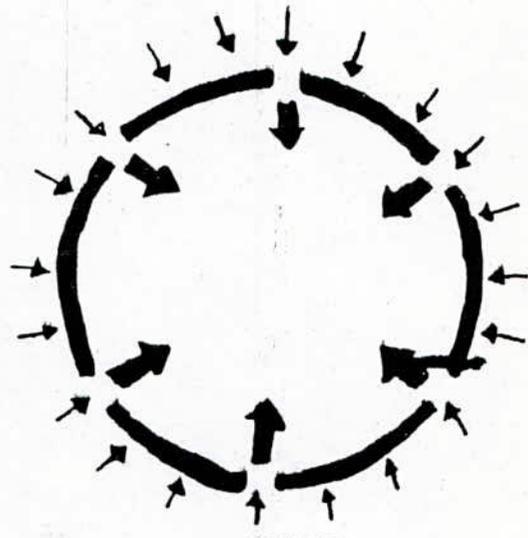


SCHEMA N°2  
CAS D'UN TERRAIN  
VALLONNE.

a) SAN ENROBAGE



b) AVEC ENROBAGE



SCHEMA N°3  
CHEMINEMENT DE L'EAU AVEC UN DRAIN

Effet hydraulique: (12)

En plus de leur effet anticolmatage, les matériaux d'enrobage améliorent la conductivité hydraulique du sol autour du drain et diminuent la perte de charge d'entrée de l'eau dans les tuyaux.

Leur emploi devrait donc permettre dans certains cas d'obtenir un même effet de rabattement de nappe avec un plus grand écartement (Voir schéma N°3)

a) Diminution du débit, augmentation de la perte de charge d'entrée de l'eau dans les tuyaux

Surface de pénétration très petite.

B) - Augmentation très importante du débit, diminution de la perte de charge d'entrée de l'eau dans les tuyaux

- Surface de pénétration plus grande.

En MITIDJA Ouest, le matériau d'enrobage utilisé est composé de sable et de gravier crible de 5 cm de diamètre, repartit dans la tranchée au dessus de drains par une couche de 20cm

## V.5 Colmatage des tuyaux enterrés:

### 5.1 Généralités:

Le drainage souterrain des sols lourds, peut provoquer le colmatage du tuyau et des matériaux filtrants, particulièrement quand la structure du sol est modifiée par les draineuses-trancheuses, il y a risque supplémentaire quand le système souterrain est installé en condition défavorable, c'est à dire en sol mouillé.

Il y aussi des sources de colmatage accessoires à long terme: le colmatage chimique, ferrique et le colmatage par les particules très fines.

### 5.2 L'origine et risque de colmatage:

Le colmatage d'un drain est le mécanisme aboutissant au développement d'un dépôt des particules dans ce drain, atténuant son efficacité, soit par diminution des propriétés de pénétration de l'eau du sol dans le drain (colmatage externe), soit par diminution des possibilités d'écoulement de l'eau vers l'aval à l'intérieur du drain (Colamatage interne) (10.b) (11) (13)

Colmatage externe: Impérméabilisation de la zone entourant le drain, par compactage accidentel du remblai ou imbrication naturelle des éléments fin du sol, rendant impossible l'accès de l'eau au perforations du tuyau.

Colmatage interne: accumulation de matériaux fins à l'intérieur du tuyau.

L'origine d'un colmatage peut être unique, ou combinée à d'autres causes: (10.b), (11).

- Les colmatages minéraux provoqués par un dépôt de particules minérales dans le drain et/ou la formation d'une zone peu perméable autour du drain,

- Les colmatages physico-chimiques dus à la précipitation de sels métalliques par l'oxydation à l'air à leur arrivée dans le tuyau,

- Les colmatages racinaires dus à l'accumulation d'un chevelu-racinaire dans les drains, ce type est particulièrement à craindre en bordure de zone boisée, et se rencontre aussi sous certaines variétés cultivées, surtout en terrain sourceux.

- Colmatage biochimique apparaît dans les sols hydromorphes, riches en matières organiques, acides, avec acide de fer en solution.

Parmi les colmatages, on distingue le colmatage minéral et secondaire, les deux types peuvent se succéder dans le temps.

On désigne par colmatage primaire, tout colmatage minéral biologique ou chimique qui survient pendant ou juste après la pose des drains.

Le risque de celui-ci est lié au choix de la machine de pose et aux conditions de réalisation. Il est plus fréquent avec les trancheuses lorsque le sol est trop sec et avec les sous-soleuses, lorsque le sol est trop humide.

On distingue par colmatage secondaire, celui qui se produit de façon successive au cours des premières années de l'installation du réseau (il conduit à la diminution puis à la cessation du fonctionnement des dispositifs drainant).

Le risque de colmatage dépend de la nature du sol:

Les sols à risques contiennent essentiellement des sables fins et leur granulométrie est peu étalée. Pour prévenir ce risque, deux types de dispositifs sont utilisables. La mise en place d'un remblai constitué de couches successives de matériaux tamisés à des granulométries adéquates et l'enrobage des drains (10.b), (13).

## V.6 Les ouvrages annexes:

En drainage agricole, la notion d'ouvrage annexe recouvre tous les systèmes permettant le raccordement local de circulations hydrauliques qu'elles soient enterrées ou à ciel ouvert.

La qualité de réalisation de ces ouvrages d'art est très importantes, puisqu'elle conditionne le fonctionnement correct de tout le réseau amont qui est très étendu.

### Fonction générale:

Les collecteurs placés à chaque point singulier du réseau, ces ouvrages remplissent les tâches suivantes:

- \* Raccordement de plusieurs tuyaux (ou de deux tronçons d'un même tuyau).
- \* Contrôle de réseau et recherche éventuelle des origines d'un mauvais fonctionnement.
- \* Entretien du réseau qui limite le risque d'obstruction des tuyaux sur lesquels il est beaucoup plus difficile d'intervenir.

### Classification des ouvrages annexes:

On peut les classer en cinq catégories principales:

- 1: Regard de visite
- 2: Boîte de jonction
- 3: Avaloir
- 4: Captage
- 5: Bouche de décharge

#### 1- Regard de visite:

Sa fonction principale est de permettre un contrôle facile de l'écoulement dans les tronçons de collecteurs qui débouchent et d'indiquer pour la récupération des matières solides.

La partie supérieure de la chambre de visite doit être enterrée d'au moins 50 cm pour ne pas constituer un obstacle aux pratiques culturales.

Modèles utilisés:

On peut les classer en trois catégories:

\* Regard maçonné sur place Figure IV.1

Elle est coûteuse en main d'oeuvre et ne se justifie donc que dans les cas de disposition difficile de collecteurs concernés.

\* Regard préfabriqué en béton IV.2

\* Regard préfabriqué en P.V.C

Sa faible hauteur le range plutôt dans la catégorie des boîtes de jonction, éventuellement dégageables pour contrôle, son prix n'est par ailleurs pas compétitif avec les matériaux en béton.

2- Boîte de jonction:

Elle joue le rôle de pièce de raccordement

Modèles utilisés:

\* Boîte de jonction préfabriquée en béton (Fig IV.3)

\* Boîte de jonction en plastique.

3- Avaloir:

Il permet de recueillir les arrivées d'eau extérieures à la zone drainée et de les conduire au réseau de collecteurs, permet également d'épurer grossièrement ces eaux par un système de décantation et de filtrage par grille.

Il sert:

- Au captage de trop plein de mare.

- A la collecte d'eau provenant de fossés amont aux systèmes drainés

- A la collecte des eaux de ruissellement.

Il doit être solidaire d'un regard de visite afin d'assurer une double décantation et de permettre un nettoyage périodique, on peut maçonner sur place ou utiliser les éléments préfabriqués en béton (Fig IV.4)

#### 4- Captage:

Utilisé pour:

- Le captage d'anciens réseaux de drainage.
- Le captage des sources.
- Le captage d'eaux extérieures à la parcelle drainée, à condition d'avoir de faibles débits à évacuer.
- Il permet d'assurer une excellente filtration de l'eau et d'éviter tout risque de colmatage interne dans les tuyaux.

#### Description:

Le lieu hydraulique est assuré par un massif filtrant en gravier ou en gravillons.

Le système de réception se compose seon le cas :

- D'un simple drain ou collecteur courant sous le massif (Fig IV.5)
- D'un collecteur muni d'antennes faiblement espacées (5 à 6 cm) et elles-mêmes gravillonées (Fig IV.6)
- D'un regard ou d'une boîte de jonction perforée noyée dans le massif (captage de sources à gros débits) (Fig IV.7)
- D'un collecteur sous massif empierré montant jusqu'à la surface (Fig IV.8)

#### 5- La boucle de décharge:

Raccorde un collecteur sous massif sur un émissaire.

L'arrivée du collecteur devra être protégée contre toute obstruction limitant son écoulement.

La méthode la plus courante consiste à prévoir une chute de 10 à 30cm entre la génératrice inférieure du collecteur et le niveau de l'eau dans le fossé.

Une grille empêchera par ailleurs les petits animaux de s'introduire dans le tuyau.

Bouche de décharge ordinaire:

Le collecteur arrive perpendiculairement à l'émissaire.

Modèles disponibles:

- Bouche de décharge maçonné sur place (Fig IV.9)

Les terrains à bonne cohésion (Fig IV.10)

- Bouche préfabriquée par éléments.

- Bouche légère auto courante.

- Bouche au profil du fossé (Fig IV.11)

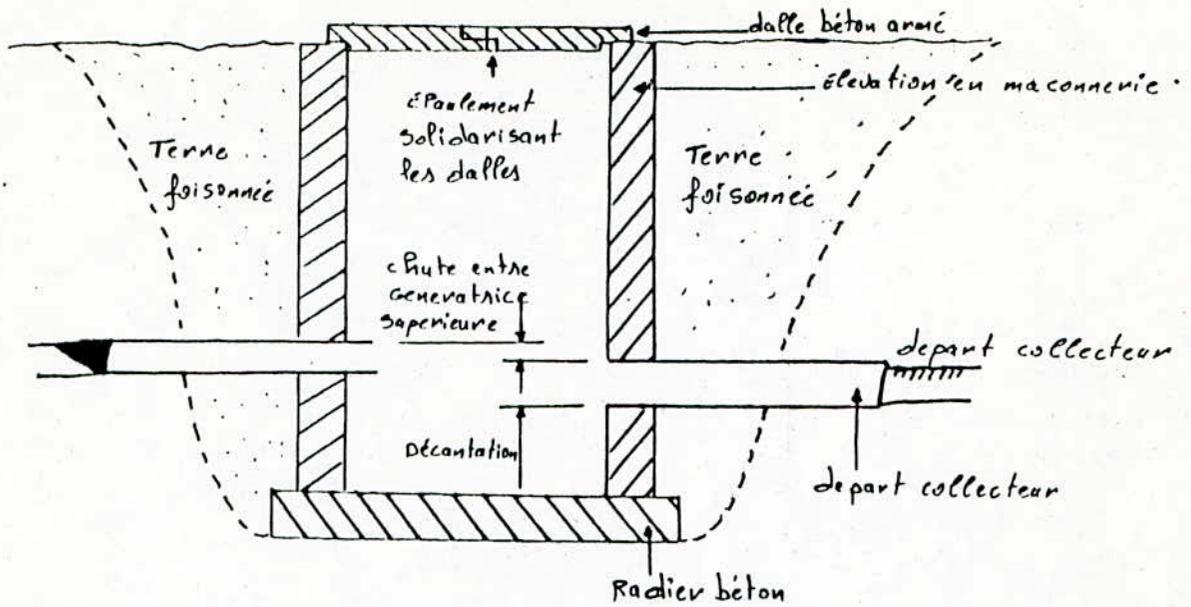


FIGURE IV 1 REGARD DE VISITE  
MAÇONNE SUR PLACE.

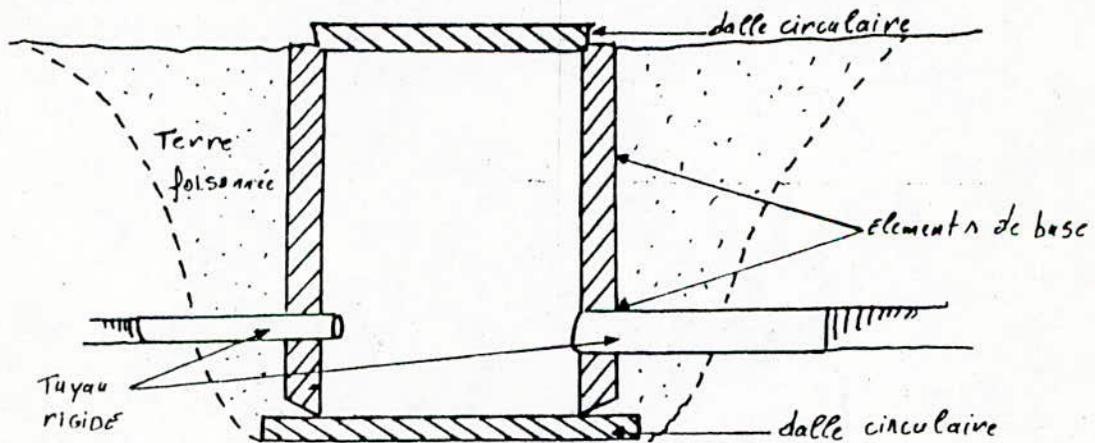


FIGURE IV 2 REGARD PREFABRIQUÉ  
EN BÉTON.

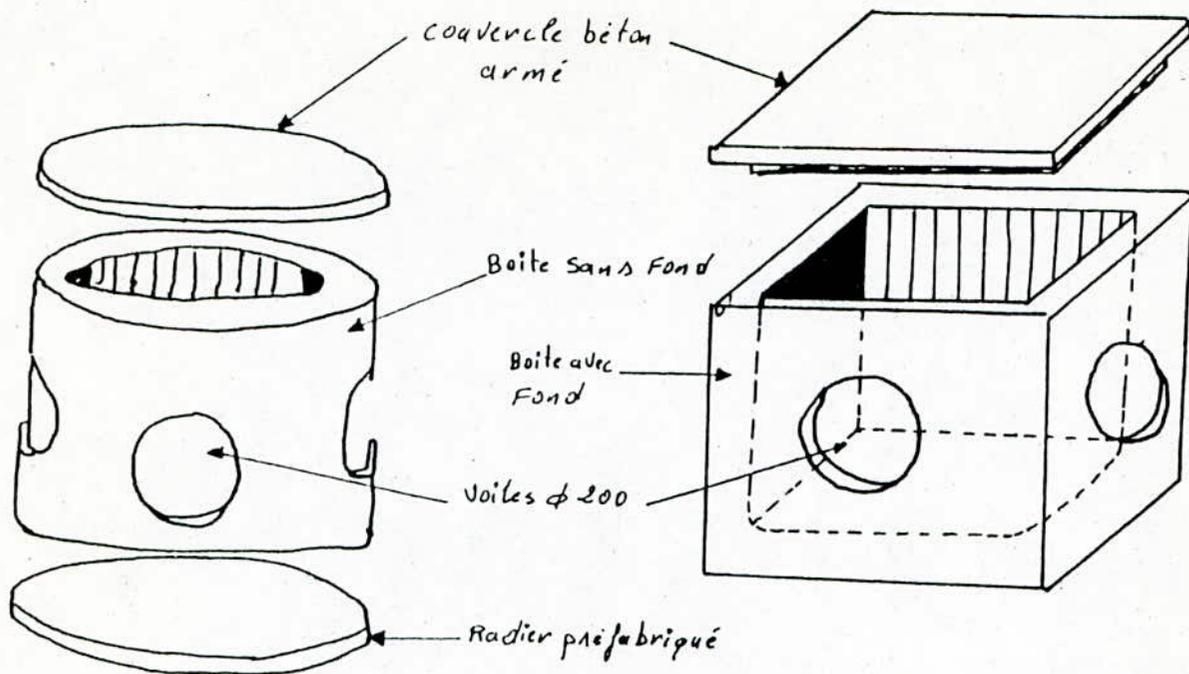


FIGURE 3 - BOITE DE JONCTION  
PRÉFABRIQUÉE.

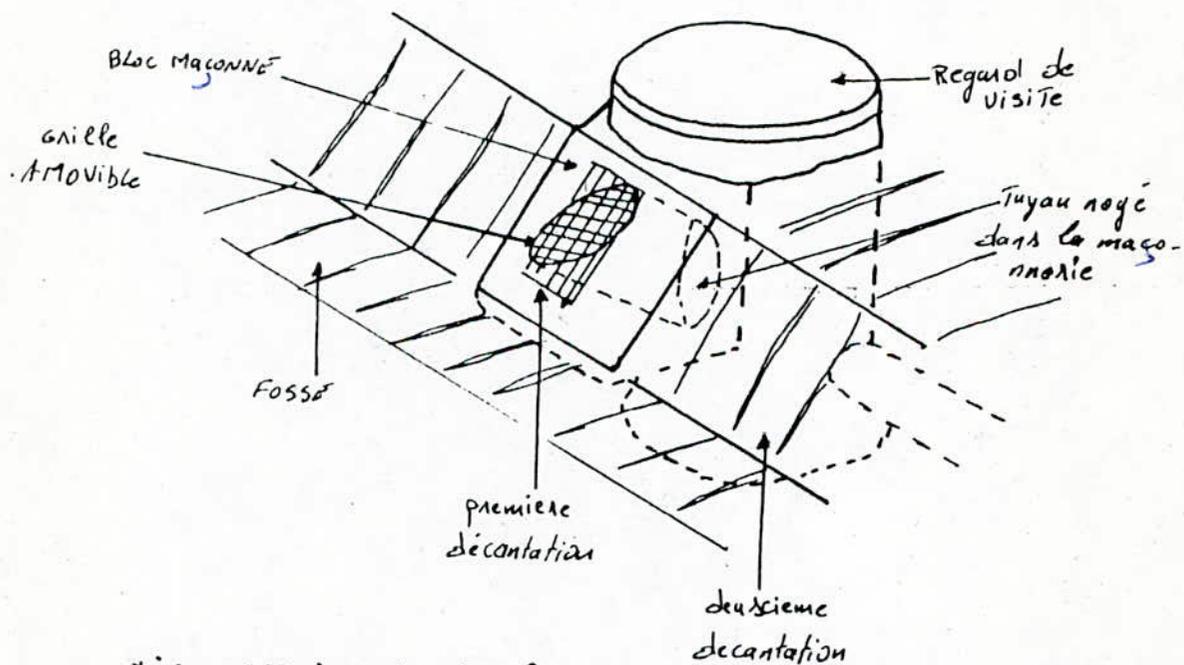


FIGURE 4 - ANALOIR.

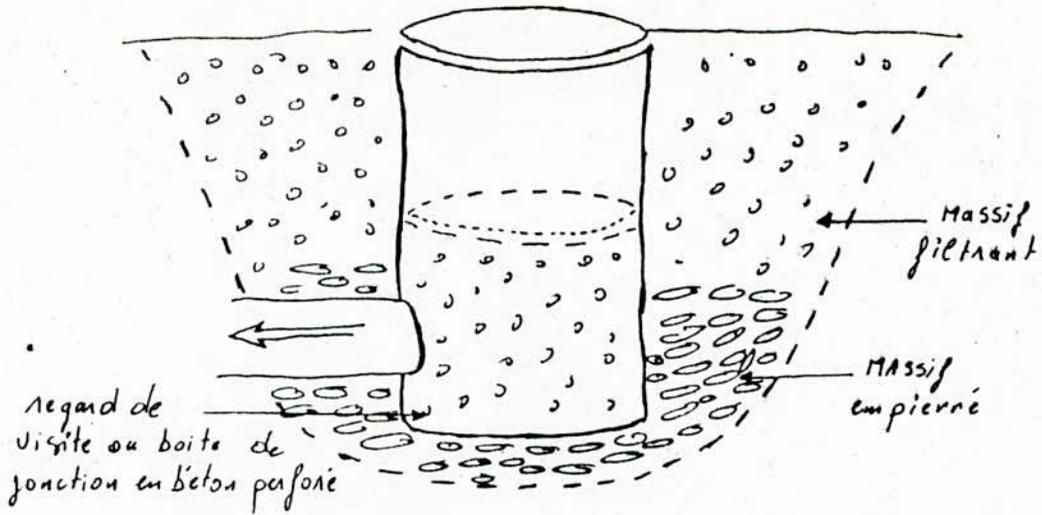


FIGURE IV 7 - REGARD .

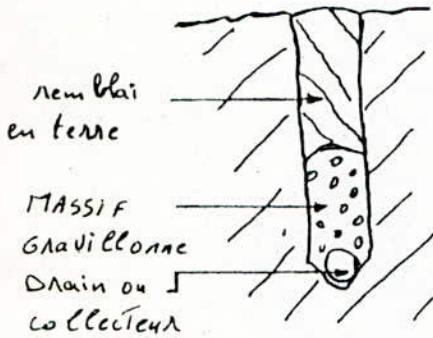


FIGURE IV 5 DRAIN

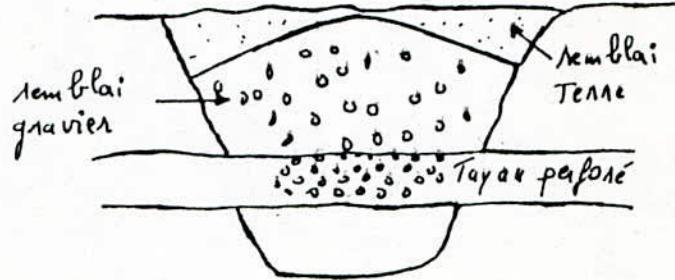


FIGURE IV 8 COLLECTEUR SOUS MASSIF.

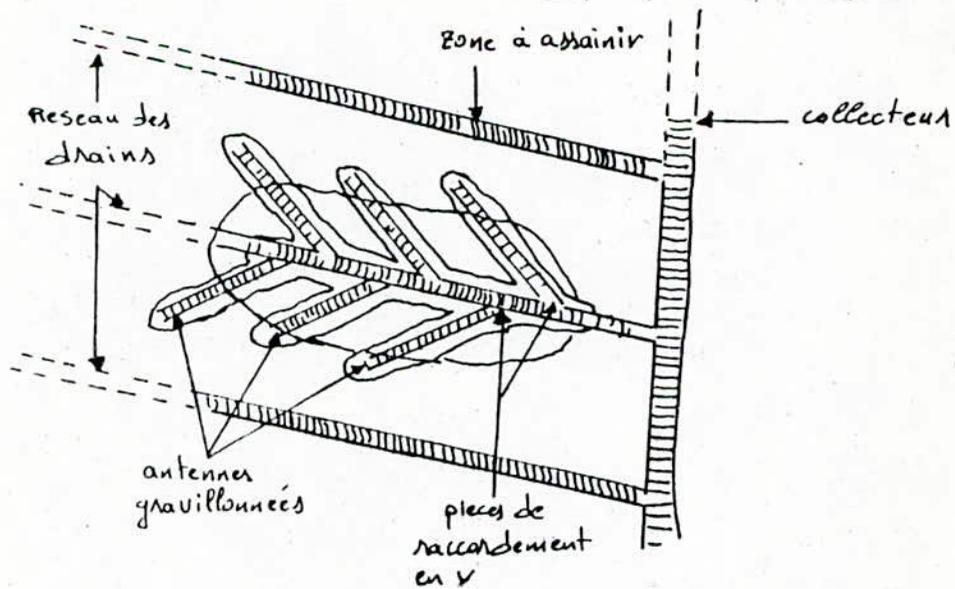


FIGURE IV 6 COLLECTEUR MUNI D'ANTENNES .

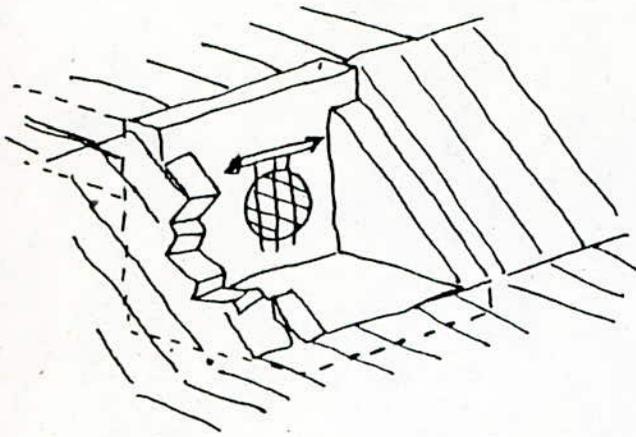


FIGURE II.9  
BOUCHE DE DÉCHARGE  
MAÇONNE SUR PLACE.

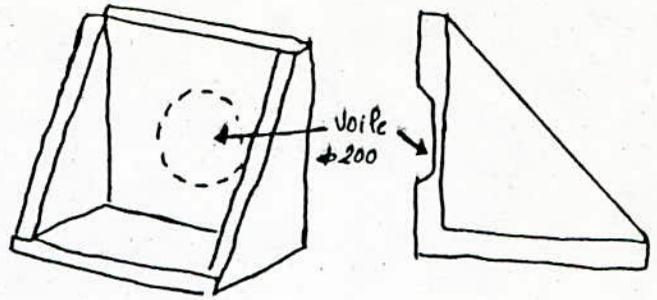


FIGURE II.10 BOUCHE ORDINAIRE  
PRÉFABRIQUÉE

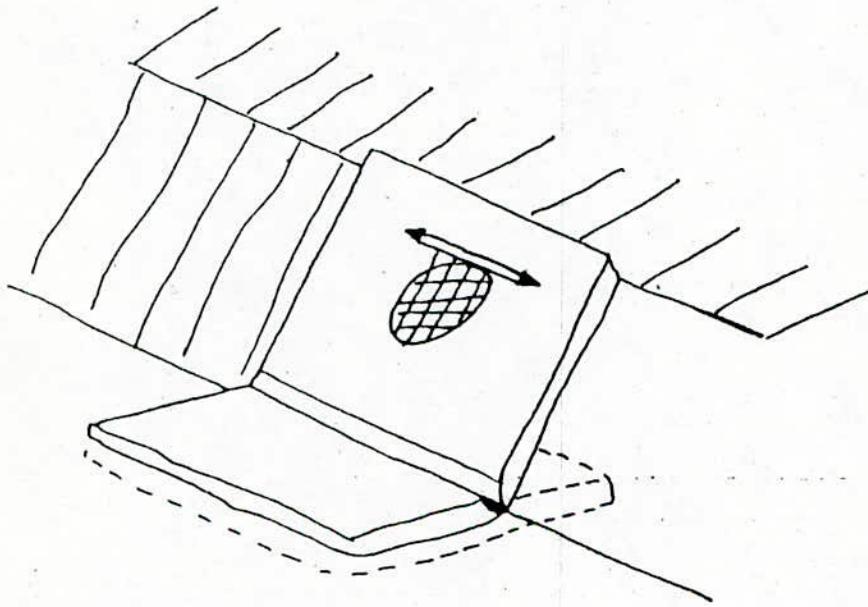


FIGURE II.11. BOUCHE AU PROFIL DU FOSSE.

#### V-7 Conclusion:

La technologie de drainage basée sur de techniques de poses et d'enrobage de drains ne cesse de se développer en donnant de meilleurs rendements où toutes les conditions sont réunies (matériel et matériaux disponibles, gestion et suivi)

La pose mécanique de drains commence à se répandre dans les pays où leur terres souffre d'un excès d'eau.

Le drainage archaïque est délaissé en raison de son coût très élevé.

Cette technologie ne semble pas tout à fait maîtrisée surtout dans les pays en voie de développement qui demeurent toujours tributaires des pays concepteurs.

Les outils de pose les plus répandus:

- 1- Draineuse-trancheuse
- 3- Draineuse sous-souleuse.

Chaque outil a ses performances et ses limites et le choix est très délicat.

Le système de guidage est indispensable dans la pose mécanique.

Le drain en PVC demeure l'outil le plus performant en drainage souterrain.

L'enrobage des drains est devenu une nécessité surtout dans les sols lourds (Surfaces de pénétration très grandes, longévité du réseau)

## CONCLUSION GENERALE

Notre reseau de drainage a ete dimensionne dans l'objectif de rabattre la nappe afin de modifier les processus physico-chimiques des sols de la zone d'etude.

Il a ete etabli sur la base des caracteristiques pedologique et hydrogeologique.

Le rabattement de la nappe a un effet positif sur les caracteristiques intrinseques du sol (infiltration, augmentation de la permeabilite ....).

Pour obtenir un rendement optimum de la production vegetale d'une culture donnee, il est imperatif d'installer un reseau de drainage en fonction des contraintes physiques (hydromorphie, texture fixe, relief plat). Ce reseau est, par la suite, dimensionne essentiellement pour le rabattement de la nappe.

Pour l'obtention d'un meilleur resultat, il est necessaire de proceder a un suivi de ce reseau de drainage par :

- L'installation d'un reseau de piezometre afin de suivre le niveau statique de la nappe.
- L'entretien de reseau.
- Quantifier les debits de drainage pour evaluer l'efficacite des drains en place.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Cnabrl (1979) : "Etudes preliminaires de l'amenagement du perimetre MITIDJA Ouest".
- [2] Sébaou (1982) : "Schema d'amenagement des ressources en eau dans la region d'Alger", volume 1,2 annexe A.K.
- [3] S.G.A.H : "Etude geologique et hydrologique.
- [7] Khadraoui (1989) : "Etude hydrodynamique des sols du perimetre de la MITIDJA Ouest tranche II".
- [10] Michel, Penel et Benoit Lesffofre : Ing. du G.R.E.F "reseau du drainage par canalisation enterrees".
- a)- Aspects generaux de la matirise des exces d'eau.
- b)- Fonctionnement, dimensionnement et mise en oeuvre.
- [4] F.A.O (1971) : "Drainage des sols lourds".
- [5] CTTIL (1981) : Revue semestrielle nationale des entreprises des travaux de drainage numero 22
- [6] CH. Olliver et M. Poiree (1973) : "Assainissement agricole ".
- [8] S.P. Kanshish, K.K Franji et B.C Garg (1990) "Pratique de conception des reseaux de drainage par tuyaux enterres -une syntese mondiale ".
- [12] A. Ouchefoune (1985 : "Rapport de drainage" (AGID).
- [11] LSIne et Dautrebande (1982) : "cours de drainage faculte des sciences agronomiques de Gemblouk (Belgique)".
- [9] A. Ouchefoune (1986) : "Memoire technique de drainage " (AGID).
- [13] (C.C.T.G) : "Cahier des clauses techniques generales, applicable aux etudes a la maitrise d'oeuvre des travaux d'assainissement et de drainage agricole" (Juin 1986).
- [14] Dr. Messahel M (1987) : "assainissement agricole. Methodologie pour l'elaboration d'un projet de cours".
- [15] A. Ouchefoune (1986) : "Rapport de piezometrie".
- [16] Bouillot (1988) : "hydraulique agricole" I.N.P Grenoble.
- [17] Lesafre (1990) : "Fonctionnement hydraulique du drainage souterrain des sols temporairement engorges" (These de Doctorat) (France).
- [18] "Drainage et salinisation" Tomes : 1,2,3. HULIN

# S O M M A I R E

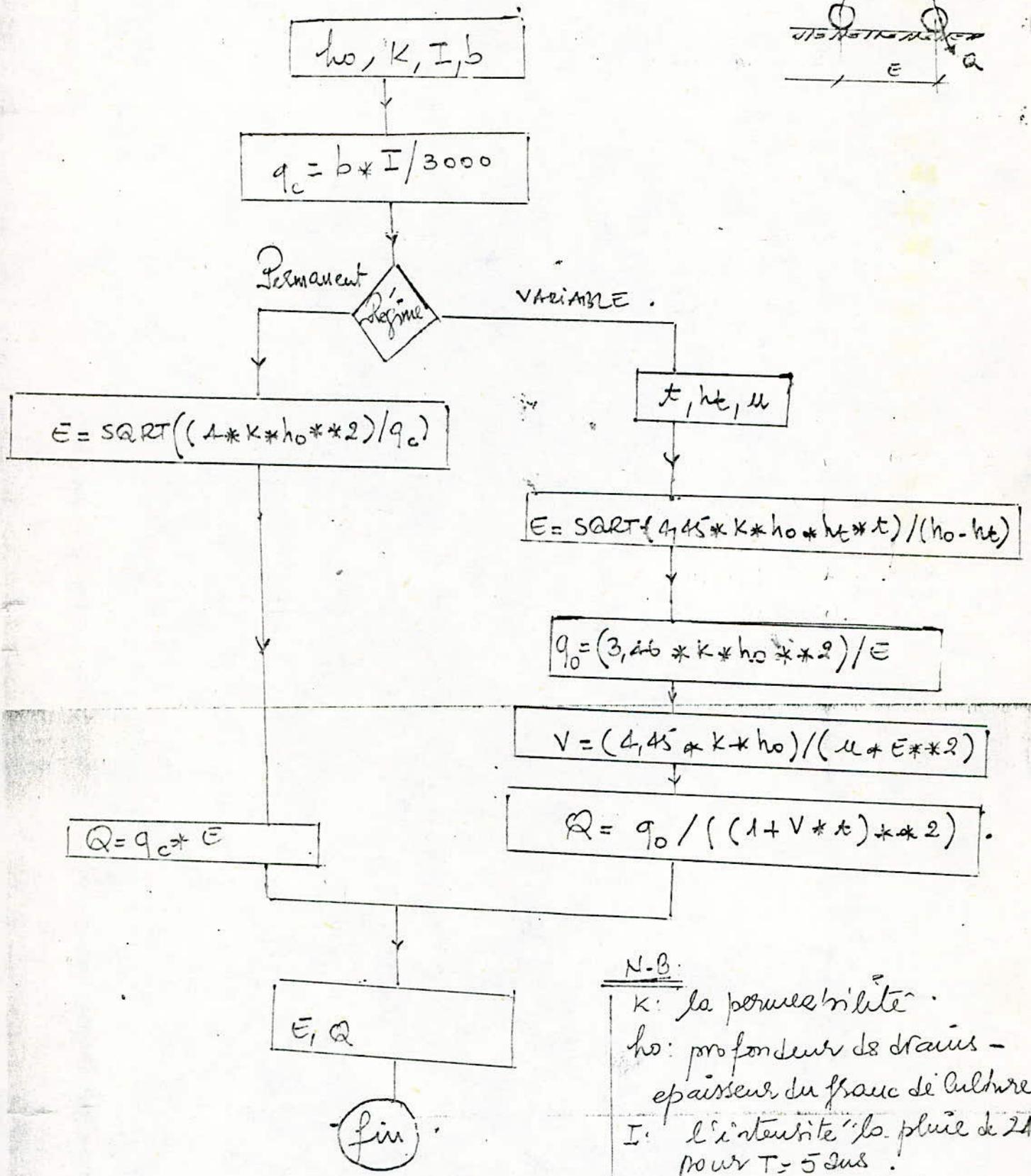
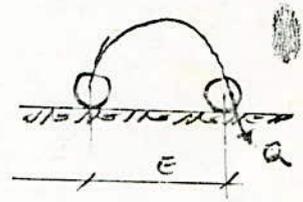
	Pages
Introduction generale .....	7
Chapitre I : Theorie de drainage .....	8
Introduction .....	9
Qu'est ce que le drainage ? .....	9
Objectif de drainage .....	10
Origine des eaux a drainer .....	10
Mecanisme de drainage .....	11
Reseau de drainage .....	14
Les criteres de dimensionnement d'un reseau de drainage .....	20
Description de la technique de drainage .....	23
Quelques informations sur le probleme de drainage en Algerie .....	27
« Chapitre II : MITIDJA OUEST (tranche II) situation et analyse des donnees .....	30
Situation .....	31
La plaine de la MITIDJA .....	31
Situation du perimetre .....	31
Zone de drainage .....	31
Analyse des conditions naturelles .....	33
Etude climatique (pluviometrie, temperature, vent, humidite relative, gele, evaporation) .....	33
Etude geomorphologique .....	38
Etude hydrogeologique .....	39
Etude hydrologique .....	42
Etude pedologique .....	44
Chapitre III : Hydrologie de M.Ouest .....	47
Etude des valeurs extreme de precipitation .....	48
Methodologie .....	48
Exemple pour l'ajustement de la loi de Gumbel ...	48
Rappel sur la methode des moindres carres .....	48
Test de Student .....	51
Utilisation des droites de regresion (courbe	

hauteur-duree, frequence).....	53
Application a la M.Ouest (tranche II) .....	58
Chapitre IV : Application : Dimensionnement du RD + Partie	
numerique .....	65
Synthese et technique de drainage preconise .....	66
Calcul et dimensions .....	78
Conclusion .....	89
Chapitre V : Mode et technique de realisation d'un reseau	
de drainage .....	103
Machine de pose .....	104
Conception generale .....	104
Description des principaux types de machines ...	105
Machines de pose utilises .....	106
Systeme de guidage utilise .....	108
Description de laser plane .....	108
Fonctionnement de laser plane .....	110
Utilisation du L.P sur chantier .....	112
Limite de profondeur du drain .....	112
Materiaux de drainage .....	117
Colmatage des tuyaux enteres .....	121
Conclusion .....	132
<i>references bibliographiques</i> .....	133

7/11/2016

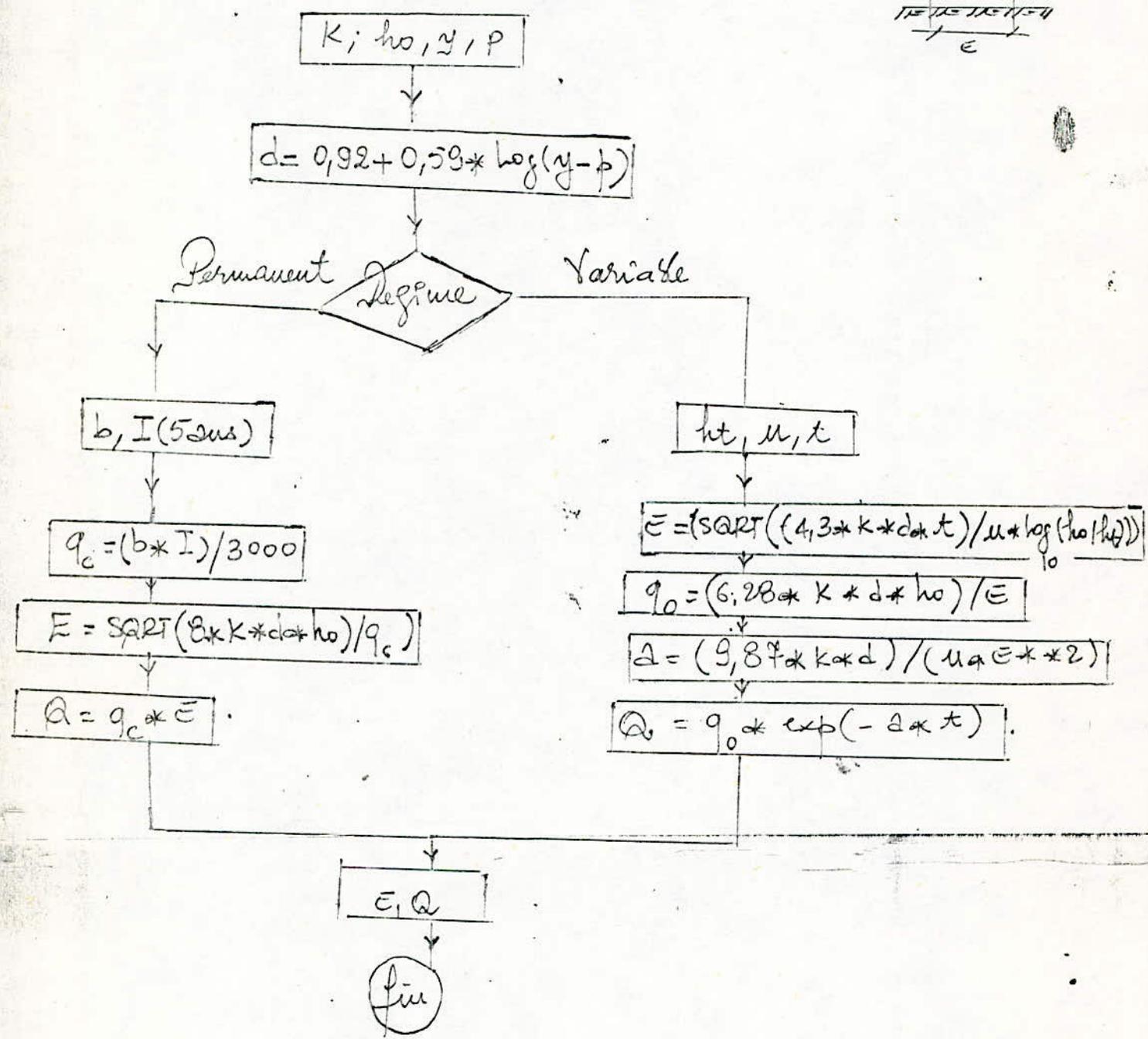
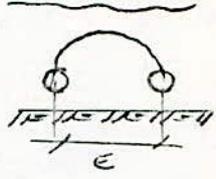
# Organigramme pour le calcul de l'écartement $E$ entre les drains.

cas: les drains reposent sur l'imperméable.



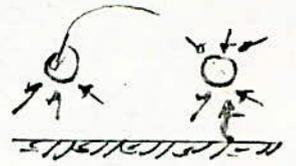
- N.B.
- $k$ : la perméabilité.
  - $h_0$ : profondeur des drains - épaisseur du franc de culture.
  - $I$ : l'intensité de pluie de 24 heures pour  $T = 5$  ans.
  - $b$ : coef d'écoulement.
  - $u$ : la porosité.

Cas: Les drains ne reposent pas sur l'imperméable et sont surtout alimentés par la région située en dessous d'eux.



- Not:
- $K$ : la perméabilité
  - $h_0$ : profondeur des drains - épaisseur du franc de culture
  - $y$ : profondeur du plancher imperméable
  - $p$ : la profondeur des drains
  - $b$ : le coef d'écoult. (pour les 4 mois précipités).
  - $I$ : la pluie de 24h pour  $T = 5ans$ .
  - $ht$ : hauteur de la nappe à l'instant  $t$  / sur plan des drains
  - $u$ : la porosité efficace

Cas: Les drains ne dépassent pas sur l'imperméable et sont alimentés par dessous et par dessus.



$$k_1, k_2, y, p, h_0$$

$$d = 0,92 + 0,53 \times \log(y - p)$$



$$I(52 \text{ cm}), l_0$$

$$h_t, t, u$$

$$q_c = (l_0 \times I) / 3000$$

$$n = \frac{1,8 \times d + h_t \times (k_1/k_2) \times h_0}{(1,8 \times d + h_0 \times (k_1/k_2) + h_t)}$$

$$E = \text{SQRT} \left( \frac{4 \times k_1 \times h_0 \times 2 + 8 \times k_2 \times d \times h_0}{q_c} \right)$$

$$E = \text{SQRT} \left( \frac{3,85 \times k_2 \times d \times t}{u \times \log(n)} \right)$$

$$Q = q_c \times E$$

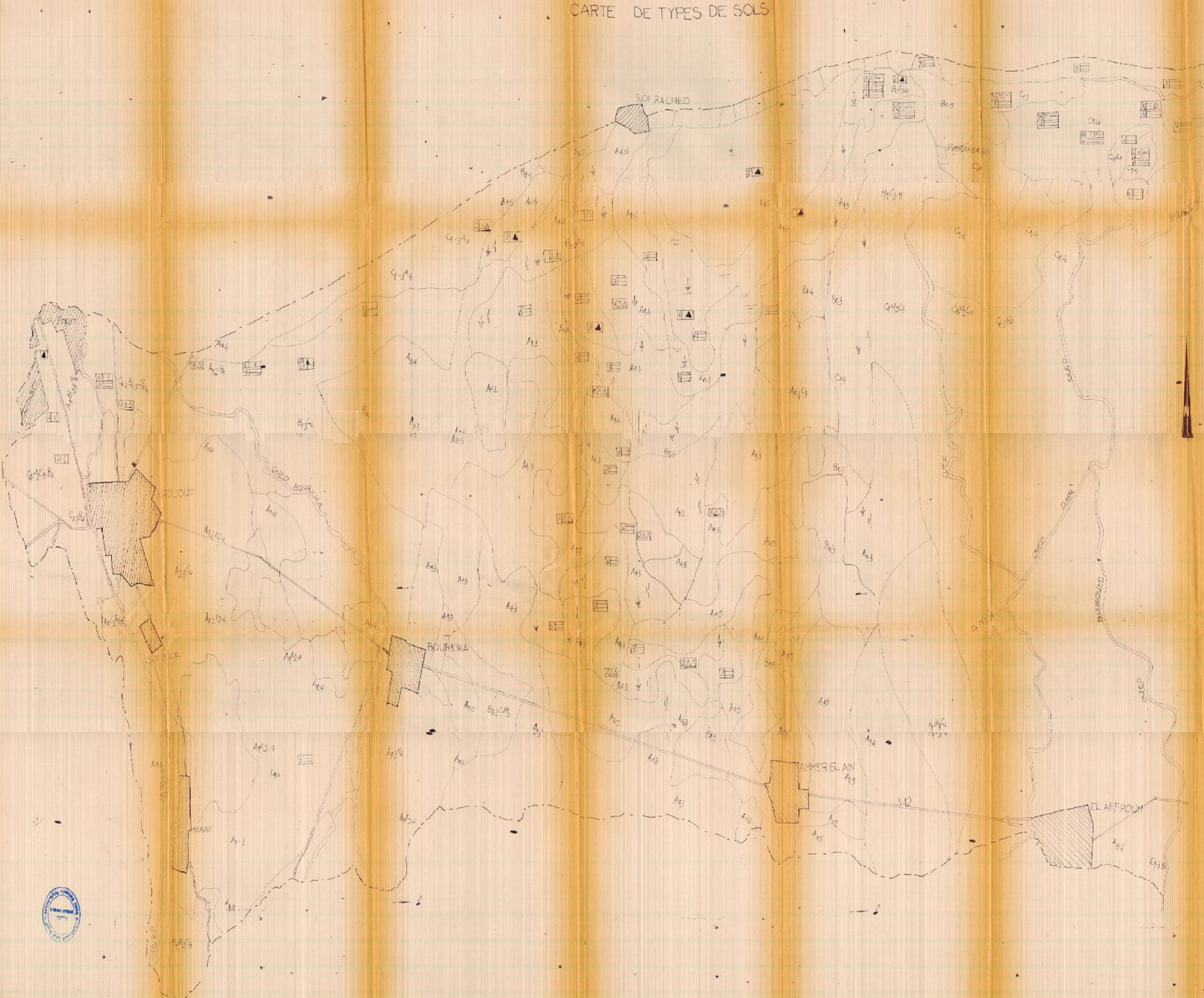
$$Q = \left( \frac{3,46 \times k_1 \times h_0 \times 2}{E} \right) + \left( \frac{6,28 \times k_2 \times h_0}{E} \right)$$

$$E, Q$$





# CARTE DE TYPES DE SOLS



## CLASSIFICATION DES SOLS

DESIGNATION	CLASSE
[Symbol]	SOLS POLYCRINIQUES
[Symbol]	SOLS A RESQUINNES DE TER
[Symbol]	SOLS HYDROMORPHES
[Symbol]	VERT SOLS

## CLASSE DE PROFONDEUR

DE 0 A 30	1
DE 30 A 60	2
DE 60 A 90	3
DE 90 A 120	4
> 120	5

## TEXTURE

TEXTURE DE SOLS	REPRESENTATION
BOULABOUE	M
LIANTO ARGILEUX	C
ARGIL LIMONIEUX	B
ARGILEUX	A
RESAIEUX	S

## ACTION DE L'EAU HYDROMORPHE

[Symbol]	PERMANENT
[Symbol]	SILEY
[Symbol]	HYDROMORPHE TEMPORAIRE
[Symbol]	SUBERSION TOTALE
[Symbol]	PLAN D'EAU DEBARR

## SALINITE

[Symbol]	SICCITE
[Symbol]	EXCESS
[Symbol]	EXCESS

REPERE QUE ALGERIENS DEPENDANTES ET POPULAIRES

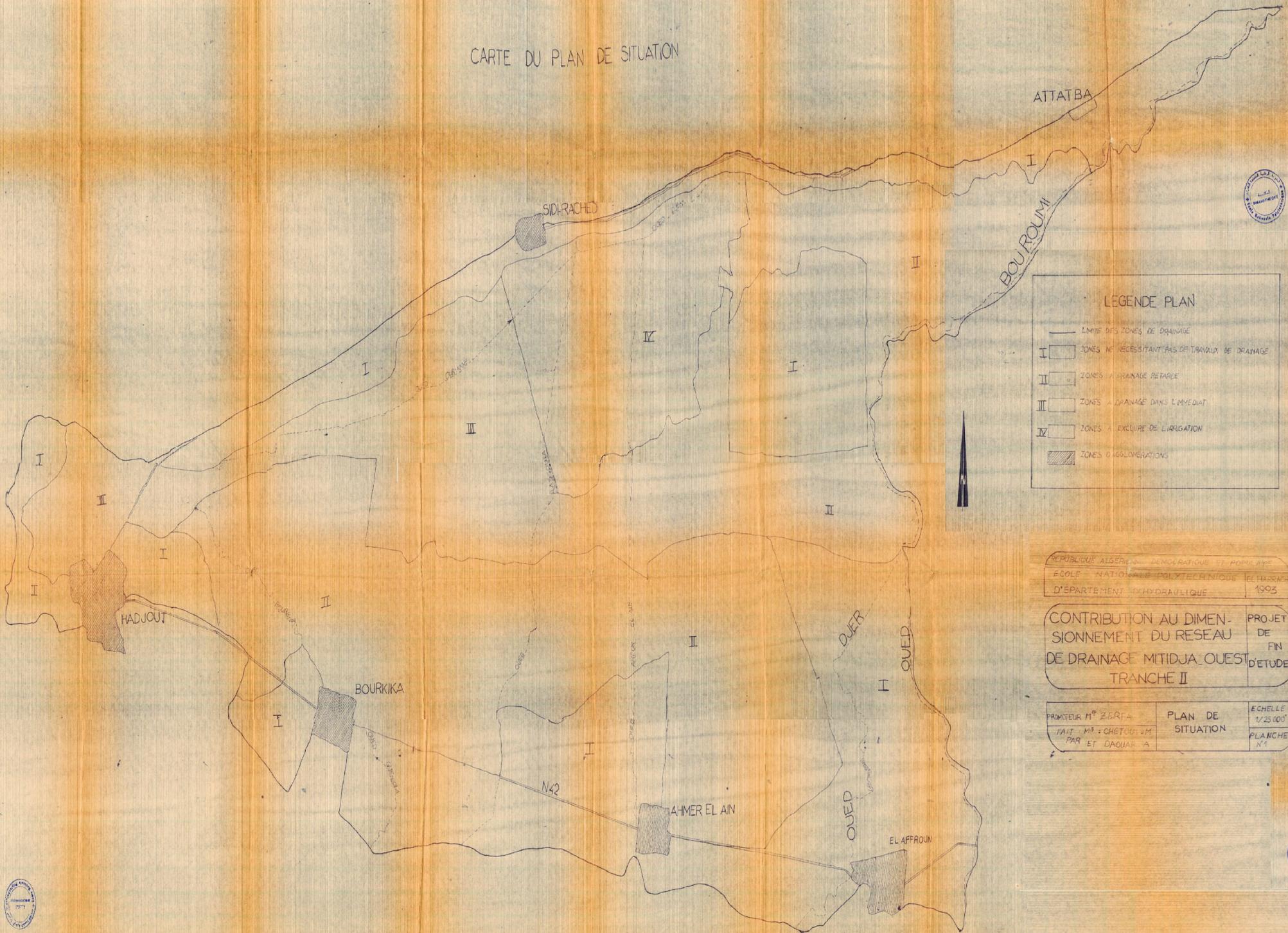
FEUILLE N° 1001	12
DEPARTEMENT D'HYDRAVILLON	1001

CONTRIBUTION AU DIMENSIONNEMENT DU RESEAU DE DRAINAGE MITDJA OUEST DE TRANCHE II

PROJETANT	REDA	CARTE DE	SCHELLE
DATE	CHETOU	TYPES DE SOLS	1/20000
	DRAUD		NOMBRE DE
			PLANCHES



# CARTE DU PLAN DE SITUATION



**LEGENDE PLAN**

- LIMITE DES ZONES DE DRAINAGE
- I ZONES NE NECESSITANT PAS DE TRAVAUX DE DRAINAGE
- II ZONES A DRAINAGE RETARDE
- III ZONES A DRAINAGE DANS L'IMMEDIAT
- IV ZONES A EXCLUSION DE L'ALIGATION
- ZONES D'AGGLOMERATIONS



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
 ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE EL HASSEN  
 DEPARTEMENT D'HYDRAULIQUE 1993

CONTRIBUTION AU DIMENSIONNEMENT DU RESEAU DE DRAINAGE MITIDJA OUEST  
 TRANCHE II

PROJET DE FIN D'ETUDE

PROMOTEUR M <sup>re</sup> ZERFA	PLAN DE SITUATION	ECHELLE 1/25 000
FAIT M <sup>re</sup> CHETOUIL M PAR ET DAOUAR A		PLANCHE N°1

