

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

جامعة أبي بكر بلقايد – تلمسان-

Université ABOU BEKR BELKAID



Faculté de Technologie

Département d'Hydraulique

MEMOIRE

Projet de Fin d'Etudes

Pour l'obtention du diplôme de Master en **Hydraulique**

Option : Eau, Sol et Aménagement

Thème

**Étude de faisabilité de l'extension du périmètre irrigué de
Maghnia**

Soutenue publiquement le :13/06/2017

Présentée par :

BENSALEM Imane & BOUHENNA Nadia

Devant le jury :

M^r ADJIME MOHAMED

Président

M^r HABI MOHAMMED

Examineur

M^r BENADDA LOTFI

Examineur

M^r BOUCHELKIA HAMID

Encadreur

M^{me} BOUCHELKIA FADILA

Encadreur

Promotion 2016/2017.

Remerciements

A l'occasion de la réduction de ce mémoire de fin d'études nous remercions Dieu tout puissant de nous avoir donné le courage, la force, la volonté et la patience pour réaliser ce travail.

Au terme de ce modeste travail, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude et mes sincères remerciements à Mme F. BOUCHELKIA et M^R H. BOUCHELKIA pour avoir accepté de nous encadrer pour ce sujet ainsi que pour leurs orientations, leurs judicieux conseils et leur disponibilité durant toute la période de notre projet.

Nos vifs et sincères remerciements vont à :

Monsieur le président du jury M^R ADJIM MOHAMED pour son aide précieuse et pour avoir accepté de présider ce jury.
Monsieur M^R L. BENADDA et M. HABI pour l'honneur qui nous ont fait en acceptant d'examiner ce modeste travail.

Par ailleurs, Nous remercions les responsables et techniciens des laboratoires qui nous ont beaucoup aidés aux cours des expériences.

Nous tenons à exprimer nos remerciements vont à :

Monsieur Z. MEKKIDECH, M^R B. MAUCHE, M^R B. ZAOUI et M^R N. KHELLADI, M^R R. YOUSFI, Mme Y. BOUHAFS, M^R A. BENSOUNA, M^R A. GACEM, M^R B. DJAZIRI, M^R R. SIDHOUME pour la mise à nos dispositions des données sur le périmètre de Maghnia

A tous ce qui ont participé de près ou de loin dans l'élaboration de ce mémoire, trouvent ici l'expression de mes vifs remerciements.

Nous tenons à offrir mes sincères remerciements et exprimer notre vive reconnaissance envers tous les enseignants et le chef du département d'hydraulique M^R M. BESSEDIK ainsi que tous ceux qui ont participé à nos formations.



Dédicaces

Ce mémoire est dédié à

Nos chers parents qui nous ont supportés, soutenus, ont toujours crus en nous, et ont mis à notre disposition tous les moyens nécessaires pour que nous réussissions dans nos études.

On ne saura les remercier pour tous ce qu'ils ont fait, que dieu les récompense pour tous leur bienfaits

A citer un grand remerciement et gratitude envers Nos sœurs et nos frères Pour leurs soutiens et leurs encouragements durant toute notre vie scolaire.

*A tous ceux qui portent les noms des
BENSALEM et BENMANSOUR, BOUHENNA et HAMIDI*

*A nos promotions d'E.S.A -2017-
A nos amis et tous ceux qui nous aime*

Et à tous ceux qui ont rendu ce rapport finalement réalisable.

BENSALEM IMANE

ET

BOUHENNA NADIA

Résumé

L'eau est la source de vie et le vecteur le plus important pour la concrétisation de projets dans le cadre d'un développement durable.

Dans la localité de Maghnia, une irrigation traditionnelle est pratiquée depuis, en exploitant les sources existantes d'une façon individuelle et ceci malgré l'existence d'un périmètre d'irrigation qui a été durant longtemps défavorisé en matière d'alimentation en eau face aux besoins grandissants de l'alimentation en eau potable.

Le but principal de cette étude est la mise en valeur des terres agricoles de Maghnia, par la proposition d'une extension de son périmètre d'irrigation suite à l'affectation de 58Mm³/an à partir des barrages de Beni Bahdel et de Hammam Boughrara. Dans ce mémoire, un assolement de cultures a été proposé et la confrontation des besoins en eau des cultures à pratiquer avec les volumes d'eau attribués a montré que ces derniers sont suffisants pour la réalisation de cette extension. Un réseau de distribution à la demande a été proposé et dimensionné, ce réseau fonctionnera 16h/24h avec une qualité de fonctionnement de 95%.

Mots clés : irrigation, périmètre, réseaux, Maghnia, dimensionnement.

Abstract

Water is the source of life and the most important vector for achieving sustainable development. In the locality of Maghnia, traditional irrigation has been practiced since then, using existing sources in an individual way. The main objective of this study is the development of Maghnia farmland through the proposal to create an irrigation perimeter. In this brief, a demand-driven distribution network has been proposed and dimensioned. After studying several variants of the network-to-demand calculation, we chose a network operating at 16h / 24h with a performance level of 95% and the flow (561.56 l / s). With a volume of water of 58 million m³ which comes from dam of beni bahdel and dam of hamam boughrara The structures of catchments and transport of the water up to the perimeter of study were also dimensioned.

Keywords: Irrigation, perimeter networks, Maghnia,

الملخص

الماء هو مصدر الحياة و أهم وسيلة لتحقيق التنمية المستدامة. في مدينة مغنية تم استغلال الموارد المائية الموجودة فيها الهدف الأساسي لهذه الدراسة هو تقدير نوعية التربة الزراعية الخاصة بمنطقة مغنية و عقلانية استغلال الموارد الطبيعية و تقريب احتمالية إنشاء محيط ري زراعي. و بعد تغيير حسابات الشبكة حسب الطلب. و قد وقع اختيارنا على شبكة تعمل 16 ساعة على 24 ساعة مع نوعية العمل تساوي 95 بالمائة. تدفق المياه عند الشبكة المقترحة يساوي 561.56 لتر على الثانية. بحجم 58 مليون متر مكعب من سد حمام بوغرارو سد بني بحدل. كل المنشآت الخاصة بنقل المياه و التخزين قد تم تحميمها.

محيط – الري – الشبكات – السقي – مغنية: الكلمات المفتاحية

Sommaire

Introduction	1
---------------------------	----------

Chapitre I Généralité sur l'irrigation et les périmètres d'irrigation

I.1. Généralité sur l'irrigation	3
I.1.1. L'irrigation	3
I.1.2. Périmètre d'irrigation	3
I.1.3. Réseau d'irrigation	4
I.1.4. Diverses méthodes de la distribution pour l'irrigation	5
I.1.4.1. Réseau de distribution continué	5
I.1.4.2. Réseau de distribution par rotation	5
I.1.4.3. Réseau de distribution à la demande	6
I.1.5. Différents techniques d'arrosages	6
I.1.5.1. L'irrigation de surface	6
I.1.5.1.1. L'irrigation par ruissellement	7
I.1.5.1.2. L'irrigation par submersion	8
I.1.5.1.3. L'irrigation mixte	9
I.1.5.2. L'irrigation par aspersion	9
I.1.5.3. L'irrigation localisée	10
I.2. Choix des techniques d'irrigation	11
I.3. Avantages et les inconvénients des techniques d'irrigation	12

Chapitre II Caractéristique générale de la zone

II.1 Situation de la zone	13
II.1.1 Position géographique et Localisation de périmètre	13
II.2 Climatologie	14
II.2.1 Précipitations	15
II.2.2 Température	16
II.2.3 Le vent	18
II.2.4. Insolation	19
II.2.5. Gelée.....	19

II.2.6. Sirocco	19
II.2.7. Humidité	20
II.3 Etude du régime climatique	20
II.3.1 Méthode de visualisation	21
II.3.2 Indice climatique	21
II.3.2.1 Comparaison des résultats du type du climat obtenu par les différentes méthodes .	25
II.3.3 Déficit d'écoulement	27

Chapitre III Eau et sol au périmètre de Maghnia

III.1. Etude pédologiques.....	28
III.1.1. Prélèvement	29
III.1.1.1. Sites de prélèvement des échantillons.....	29
III.1.1.2. Procèdes de prélèvement.....	29
III.1.2. Analyse de laboratoire.....	30
III.1.2.1. Humidité au champ	30
III.1.2.2. Humidité de sol	30
III.1.2.3. Analyses de la densité	31
III.1.2.4. la porosité	32
III.1.2.5. Humidité équivalente et la microporosité	32
III.1.2.6. Mesure le PH de sol	34
III.1.2.7. Courbes granulométrique	35
III.2. Etude hydrographiques	37
III.3. Qualité des eaux	37
III.3.1. Les analyses chimiques de l'eau de barrage.....	37
III.3.1.1. Les analyses chimiques de Barrage de Hammam Boughrara	37
III.3.1.2. Les analyses chimiques de Barrage de Béni Bahdel	38
III.4. Etats actuel du périmètre de Maghnia.....	39

Chapitre IV Opportunité d'extension du périmètre de Maghnia

IV.1. Ressource en eau disponible	40
IV.2. Type de culture potentiel et assolement	41

IV.3. Besoins en eau.....	42
IV.3.1. Définition des besoins en eau des cultures	42
IV.3.2. Précipitation efficace (utile)	43
IV.3.3. Evapotranspiration	44
IV.3.3.1. Méthodes d'évaluation de l'évapotranspiration.....	44
IV.3.3.2. Calcul de l'évapotranspiration	45
IV.3.4. Calcul des besoins en eau	46
IV.3.4.1. Généralité sur les besoins d'eau pour les cultures.....	46
IV.3.4.2. Quelques notions importantes	48
IV.3.5. Confrontation entre ressources et besoins des cultures	56
IV.4. Choix de type d'irrigation	56
Chapitre V dimensionnement du réseau d'irrigation	
V.1. Description de réseau globale.....	57
V.1.1. Tête morte.....	57
V.1.2. Réseau de distribution.....	57
V.2. Proposition d'un réseau d'irrigation	57
V.2.1. Remembrement des parcelles	58
V.2.2. Affectation des prises	61
V.2.3. Plan des bornes	62
V.2. 4. Tracé du réseau	63
V.3. Calcul des débits transitant dans les divers tronçons du réseau.....	63
V.3.1. Base de calcul d'une distribution à la demande	63
V.3.2. Numérotation du réseau	65
V.3.3. Détermination des débits des tronçons	67
V.4. Dimensionnement du réseau de distribution du bloc d'ilot N° I	69
V.4.1. EPANET	69
V.4.2. Détermination des diamètres approximatifs des conduites.....	71
V.4.3. Simulation sur Epanet	72
V.5. Dimensionnement approximatif de la tête morte	80
Conclusion.....	83

Référence bibliographique	84
Annex1.....	86
Annex2.....	98

Liste des figures

Figure I.1. Irrigation par planches.	7
Figure I.2. Irrigation à la raie.....	8
Figure I.3. Irrigation par submersion.	9
Figure I.4. Irrigation par aspersion.	10
Figure I.5. Irrigation localisé.	12
Figure II.1. Localisation de périmètre avec google Maps.	14
Figure II.2. La répartition des précipitations mensuelles.	16
Figure II.3. Répartition des températures moyenne mensuelle.	17
Figure II.4. Répartition de la température moyenne mensuelle.	18
Figure II.5. Diagramme pluvio-thermique (ombrothermique).	21
Figure II.6. Climagramme d'emberger.	23
Figure III.1. La classification U.S.C.S.....	36
Figure VI.1. Calcul de l'ET0 par le logiciel Cropwat.....	45
Figure V.1. Plan parcellaire après le remembrement O P I.	59
Figure V.2. Schéma de réseau d'irrigation proposé.	60
Figure V.3. Le réseau de Maghnia numérotés.	66
Figure V.4. Vanne de réduction de pression.....	73
Figure V.5. Débits des tronçons et pressions aux nœuds et bornes (Simulation finale) 74	
Figure V.6. vitesses d'écoulements et pressions aux nœuds et bornes (Simulation finale)	75
Figure V.7. Diamètres de tronçons et pressions aux nœuds et bornes (Simulation finale)	76
Figure V.8. La conduite d'extension	81

Liste des tableaux

Tableau I.3. Avantages et les inconvénients des techniques d'irrigation.....	12
Tableau II.1. Caractéristique de la station de Maghnia.	15
Tableau II.2. La série des précipitations moyennes mensuelles (1997-2016).....	15
Tableau II.3. Précipitation moyennes mensuelles.	16
Tableau II.4. La série des températures moyennes mensuelles (1997-2016).....	17
Tableau II.5. vitesses du vent moyennes mensuel (m/s)	18
Tableau II.6. Insolations moyennes mensuelles (heures).....	19
Tableau II.7. Valeurs moyennes mensuelles du nombre de jours de gelée.	19
Tableau II.8. Valeurs moyennes mensuelles du nombre de jours de sirocco	20
Tableau II.9 Répartition de l'humidité moyenne en % de la station de Maghnia.....	20
Tableau II.10. Températures et précipitations moyennes mensuelles.	21
Tableau II.11. Situation climatique.	22
Tableau II.12. Limite des climats d'après l'indice climatique de DEMERTONE.	24
Tableau II.13. Valeur de l'indice d'aridité.	24
Tableau II.14. Valeur des indices d'aridité mensuelle.....	25
Tableau II.15. Classification thermique du climat.	25
Tableau II.16. Comparaison des différentes méthodes utilisées.	26
Tableau II.17. Valeurs du déficit par TURC	27
Tableau III.1. Echantillons et leurs profondeurs.	29
Tableau III.2. Humidité au champ	30
Tableau III.3. Les résultats d'humidité de sol	31
Tableau III.4. Les résultats du la densité apparente.....	31
Tableau III.5. Les valeurs de la densité réelle.	32
Tableau III.6. Les valeurs de la porosité.	32
Tableau III.7. Humidité équivalente et la microporosité	33
Tableau III.8. Le PH de sol et de mélange sol avec l'eau de barrage.....	34
Tableau III.9. Les caractéristiques de l'Oued Mouillah.....	37
Tableau III.10. Les analyses chimiques de l'eau du Barrage de Hammam Boughrara	38
Tableau III.11. Les analyses chimiques de l'eau du Barrage de Béni Bahdel	38

Tableau IV.1. Caractéristique hydrauliques du Barrage de Hammam Boughrara.....	40
Tableau IV.2. Caractéristique hydrauliques du Barrage de Béni-Bahdel.....	41
Tableau IV.3. Assolement des cultures.....	41
Tableau IV.4. Assolement des cultures proposé.....	41
Tableau IV.5. Coefficient de culture pour chaque culture	43
Tableau IV.6. Coefficients de corrélation et valeur de pluie utile.....	44
Tableau IV.7. L'évapotranspiration la Formule de Penman.....	46
Tableau IV.8. Profondeur utile pour les cultures existant en (mètre)	49
Tableau IV.9. Besoins en eau d'irrigation des oliviers.....	50
Tableau IV.10. Besoins en eau d'irrigation des cultures maraichères.....	51
Tableau IV.11. Besoins en eau d'irrigation des céréales.....	52
Tableau IV.12. Besoins en eau d'irrigation des arbres fruitiers	53
Tableau IV.13. Besoins en eau d'irrigation globaux du périmètre.	54
Tableau IV.14. Les volumes totaux de périmètre.	55
Tableau V.1. Classe de prises adoptées au périmètre.....	61
Tableau V.2. Les classes de prise pour chaque ilot.	61
Tableau V.3. Probabilité de fonctionnement et M(u) – tabulée.....	64
Tableau V.4. Débits des tronçons (r =0.67 et une qualité de 95 %).	68
Tableau V.5. Les diamètres Normalisés PEHD (diamètres extérieurs).....	69
Tableau V.6. Formules de perte de charge	70
Tableau V.7. Diamètres approximatifs des tronçons r =0.67 et une qualité de 95%. ...	72
Tableau V.8. Diamètres retenus et vitesse d'écoulement.	78
Tableau V.9. les paramètres calculés par EPANET dans des Bornes ou Nœuds après la simulation finale.	79
Tableau V.10. Débit approximative.	80
Tableau V.11. Dimensionnement des tronçons de la tête morte.	82

Nomenclature

a : indice d'aridité mensuelle.

Beir : besoins en eau (l/ha).

C : coefficient de rugosité de Hazen-Williams.

D : le déficit d'écoulement en (m).

d : diamètre du tuyau (m).

Dfc : Le débit fictif continu au mois de pointe.

dm : le diamètre maximale des grains (mm).

Dn : le diamètre normalisé (m).

Dp : La dose pratique d'arrosage (m^3/h).

Dr : La dose réelle d'arrosage.

ETo : évapotranspiration de référence (évapotranspiration potentielle) (mm).

Ea : pouvoir évaporant de l'air, fonction du vent et du déficit de saturation de l'air.

ETM : évapotranspiration maximale (mm).

ETP: évapotranspiration mensuelle (mm).

ETR : évapotranspiration réelle annuelle (mm).

f : facteur de friction (dépend de ϵ , d et q).

Hd : la profondeur déterminante pour le calcul de la grosseur des grains (cm).

Heq : humidité équivalente en % pondéral.

Hf : humidité du sol au point de flétrissement.

Hmoy : humidité moyennes mensuelles en %.

Hr : humidité du sol sur base massique en pourcent de la capacité de rétention en eau.

I : indice climatique.

In_{moy} : Insolations moyennes mensuelles (heures).

k : Coefficient dépendant de la température et de la densité des grains.

Kc : coefficient de culture.

K_{ut} : Coefficient d'utilisation de l'eau d'arrosage.

L : chaleur latente de vaporisation ($2,5 \cdot 10^6$ J/Kg).

La : facteur fonction de T.

Lt : longueur de tuyau (m).

M : Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud ($^{\circ}K$).

m : Moyenne des températures minimales du mois le plus froid ($^{\circ}K$).

Mac : La macroporosité en %.

mic : La microporosité en %.

N : Fréquence d'arrosage.

n : coefficient de rugosité de Manning.

p : le pourcentage en poids des grains.

$p'(t)$: valeur de dérivée de la fonction de pression partielle de vapeur d'eau saturante en fonction de la pression partielle de vapeur d'eau en fonction de la température, pour la température de l'air .

P_1 : précipitation moyenne mensuelles de chaque mois en (mm).

P_{moy} : Précipitation moyenne annuelles en mm.

P_u : précipitation efficace (mm).

Q : débit (m³/s).

Q_{app} : débit approximatif (l/s).

q net : le débit net (l/s/ha).

Q_2 : Le quotient pluviothermique d'EMBERGER.

R : la valeur simplifié de la lecture corrigée du densimètre.

r : rendement d'utilisation en temps du réseau.

Re : le rendement 95 %.

R_{fu} : La réserve facilement utilisable.

R_n : rayonnement net « climatique ».

rt : rendement d'utilisation en temps du réseau = $\frac{T'}{T}$

R_u : réserve utile.

S_i : la surface occupé avec chaque culture.

ST : la surface totale.

T : durée totale de la période.

t : Le temps écoulé depuis le début de la décantation, en seconde.

T' : durée d'utilisation du réseau.

T_{max} : Température maximum durant l'année (°C).

T_i : température moyenne mensuelles de chaque mois en (°C).

T_{min} : Température minimum durant l'année (°C).

T_{moy} : température moyenne annuelle (°C).

V_{moy} : vitesses du vent moyennes mensuel (m/s).

W_d : le poids sec de l'échantillon fractionné en g.

Z : profondeur d'enracinement en (mm).

Δ_A : La densité apparente.

θ : la porosité en %.

δ_s : Le poids spécifique des grains, en g/cm^3 .

δ_w : Le poids spécifique de liquide, en g/cm^3 .

γ : constante psychrométrique ($0,65 \text{ hPa} / ^\circ\text{C}$).

ε :coefficient de rugosité de Darcy-Weisbach (m).

Introduction :

L'évolution économique et sociale est fortement liée à la maîtrise de l'irrigation. L'agriculture est le secteur le plus consommateur d'eau devant l'alimentation en eau potable et l'industrie. Face à une ressource limitée et des coûts de mobilisation élevés, les périmètres d'irrigations doivent être dotés de réseau de distribution performant et utilisant des modes d'irrigation plus économe en eau. .

L'Algérie est caractérisée par un taux de croissance démographique élevé rendant ainsi l'augmentation de la productivité agricole une nécessité en vue de la satisfaction des besoins fondamentaux et du bien être de la population. Dans cette perspective l'économie d'eau dans le secteur d'irrigation constitue une opportunité pour assurer un développement durable de ce secteur et une nécessité pour ne pas hypothéquer la sécurité alimentaire du pays.

Le but principal de cette étude est la mise en valeur des terres agricoles de Maghnia par la proposition d'une extension au périmètre d'irrigation de celle-ci qui a été durant longtemps lésé en matière d'approvisionnement en eau en faveur de l'alimentation en eau potable, suite au manque d'eau que la région avait connues, mais suite au diverses réalisations d'infrastructures hydraulique et l'intégration du dessalement d'eau de mer, la direction des ressources en eau a entrepris une nouvelle politique d'affectation des ressources en eau dans la wilaya de Tlemcen, où l'agriculture se trouve allouée des quantités considérables des eaux des barrages, chose qui offre une opportunité pour proposer une extension au périmètre de Maghnia. Cette extension doit être menée sans négliger tous les facteurs essentiels intervenant dans le choix du mode d'irrigation, tel que les données climatiques, pédologique, hydrographique et qualitatives.

Le périmètre de Maghnia été alimenté exclusivement à partir du barrage de Beni Bahdel, Avec la nouvelle affectation des ressources, on lui a reversé d'après les services de l'OPI, un volume de 38 millions de m³/an du barrage de Beni Bahdel et 20 millions de m³/an du barrage de Hammam Boughrara ; soit un volume totale de 58 millions de m³/an.

Les observations retenues après notre visite sur le terrain nous a démontré que la région de Maghnia présente un potentiel non négligeable en terres agricoles fertiles qui favorise l'extension de son périmètre ce qui nous a motivé à effectuer une faisabilité de cette extension, une étude et le dimensionnement de son réseau d'irrigation.

Ainsi, un assolement de cultures a été proposé et la confrontation des besoins de eau des cultures à pratiquées avec les volumes d'eau attribués a montré que ces derniers sont suffisants pour la réalisation de cette extension.

Dans ce mémoire, un réseau de distribution à la demande à été proposé et dimensionné, ce réseau fonctionnera 16h/24h avec une qualité de fonctionnement 95%.

Le présent document se présente sous la forme de Cinq chapitres.

Chapitre I: Généralités sur l'irrigation et les périmètres d'irrigation, qui est consacré aux techniques d'irrigation actuelles.

Chapitre II: Caractéristiques générales de la zone d'étude, qui consiste à faire une description générale des périmètres irrigués.

Chapitre III : Eau et sol au périmètre de Maghnia, qui concerne les études pédologique, hydrographique et qualité d'eau.

Chapitre IV : opportunité d'extension, qui consiste à détermination des besoins en eau et choix du type d'irrigation.

Chapitre V: Dimensionnement du réseau d'irrigation, qui est consacré à la proposition de réseau d'irrigation à la demande et son dimensionnement.

Nous terminons par une conclusion.

CHAPITRE I

Chapitre I :**Généralités sur l'irrigation et les périmètres d'irrigations****Introduction**

L'humidité du sol à l'état naturel est souvent insuffisante, et pour garantir un rendement optimum des cultures agricoles on a recours à l'irrigation.

Le choix de la méthode d'irrigation est basé sur la manière de répartition de l'eau sur le sol de façon à ce que les plantes tirent le maximum de profit et assurent la rentabilité finale de l'opération [1].

I.1. Généralité sur l'irrigation**I.1.1. L'irrigation**

L'irrigation est l'opération consistant à apporter artificiellement de l'eau à des végétaux cultivés pour en augmenter la production, et permettre leur développement normal en cas de déficit d'eau induit par un déficit pluviométrique, un drainage excessif ou une baisse de nappe, en particulier dans les zones arides. L'irrigation peut aussi avoir d'autres applications comme par exemple : l'apport d'éléments fertilisants soit au sol, soit par aspersion aux feuilles (fertilisation foliaire) ; dans la culture hydroponique, l'irrigation se confond totalement avec la fertilisation.

Irriguer veut dire arroser artificiellement la terre et les plantes. Si les cultures pluviales dépendent entièrement des pluies, les cultures irriguées bénéficient d'arrosages organisés par l'homme, au moyen des conduites d'eau, de canaux, de réservoirs, de pompes, etc.

Le système d'irrigation représente donc cet ensemble d'éléments en interrelation visant à assurer l'irrigation. Le terme de système d'irrigation englobe tous les éléments de la prise de l'eau jusqu'au système de distribution de l'eau dans les casiers rizicoles. Dans la pratique, on distingue donc l'irrigation gravitaire, l'irrigation par aspersion et l'irrigation goutte à goutte [2].

I.1.2. Périmètre d'irrigation

En irrigation, on appelait périmètre dominé toute la surface, quelque soit sa nature (terres, routes, villages, forêts, etc...), dominée par le canal principal et susceptible, en conséquence, d'en recevoir de l'eau par gravité. En réalité ce terme a perdu son sens précis depuis que le développement du pompage et du recontages mécanique permet d'arroser des zones situées à des cotes plus élevées que le canal principal. Il vaudrait donc mieux parler maintenant de périmètre d'irrigation, quoique les termes périmètre dominé restent d'usage courant même dans leur sens élargi.

La partie du périmètre d'irrigation susceptible d'être arrosée avec profit s'appelle le périmètre irrigable ; la fraction qui en est effectivement arrosée est le périmètre irrigué.

Les rapports entre les dimensions de ces différents périmètres sont extrêmement variables selon les régions, l'importance et l'évolution des projets [3].

I.1.3. Réseau d'irrigation

Un périmètre irrigué comprend un ensemble de parcelles. Chaque parcelle reçoit périodiquement pendant un temps déterminé, « une main d'eau » débit que l'irrigant peut manipuler aisément sans pertes de temps ni d'eau excessives.

Compte tenu de la fréquence d'irrigation, de la durée du travail journalier et du temps d'application des doses d'arrosage, une seule main d'eau suffit à alimenter un certain nombre de parcelles au cours d'une rotation ; ces parcelles constituent alors "un quartier".

Le quartier est donc une surface que l'on peut arroser avec une main d'eau et une seule. Ce but est obtenu grâce à un canal dit « arroseur » qui véhicule successivement l'eau à chaque parcelle du quartier.

L'alimentation du réseau est généralement assurée par un ouvrage de tête : prise sur un barrage de retenue, prise sur une rivière, captage d'une source, station de pompage sur puits ou par forage etc.

Une fois l'eau est captée, elle est ensuite transportée par un canal ou conduit d'adduction appelé « tête morte » depuis l'ouvrage de tête jusqu'au périmètre à irriguer.

Le réseau d'irrigation proprement dit est formé par un certain nombre de canaux que l'on peut généralement classer en canaux primaires, secondaires, tertiaire et arroseur assortis d'ouvrages divers destinés à assurer la régulation de niveaux, le partage et la distribution de l'eau et la sécurité de l'ensemble [4].

I.1.4. Diverses méthodes de la distribution pour l'irrigation

Une fois déterminé le débit qui doit être amené en tête de la zone à irriguer, le problème est de distribuer l'eau sur les parcelles qui vont les utiliser de façon que chacune d'elles reçoivent une dose correcte au moment opportun.

C'est un problème délicat et complexe par suite de la variété des sols, des dimensions des parcelles et des cultures dans le périmètre irrigué [3].

I.1.4.1. Réseau de distribution continué

Le principe de cette méthode est de donner à chaque exploitation, d'une façon continue pendant toute la période des arrosages, le débit souscrit par elle.

- A. **Avantages** : Avant de voir comment les intéressés s'y prennent remarquant que ce système présente un certains nombres d'avantage d'abord les rigoles comme tons les anneaux sont régulièrement en eau et fonctionne d'une manière continue, il en résulté que ces ouvrage out une section minimale puisqu'un volume déterminé est apporte par eux sans interruption ceci est par particulièrement avantageux lorsque l'eau amené par conduite souterraine car une réduction de la section des tuyaux permet une économie notable.
- B. **Inconvénients** : la distribution continue est un distributeur non économique l'eau est distribuée continuellement sans tenir compte des périodes successives du développement végétal et sa répartition est mal mesurées sur les zones d'irriguer [5].

I.1.4.2. Réseau de distribution par rotation

Cette méthode de distribution était la plus utilisées en France et dans tons les vieux pays d'arrosage , ou la propriété est en générale très morcelée, elle repose sur le principe suivant : en ne fait venir l'eau dans chaque propriété qu'a des intervalles déterminées mais, avec un débit égale au module c'est-à-dire en générale beaucoup plus important que le débit continue nécessaire le temps pendant lequel cette propriété reçois ainsi

l'eau est réduit en proportion de façon qu'elle reçoive finalement le volume souvent et pas d'avantage.

- A. **Avantages** : cette méthode de rotation permet a tous les irriguant d'en profite sans perte d'eau
- B. **Inconvénients** : cette méthode ne tient pas compte de la variation des besoins de plante [5].

I.1.4.3. Réseau de distribution à la demande

Cette méthode est la meilleure techniquement et la plus rationnel, sinon la plus économique en ce qui concerne l'établissement du réseau, consiste donc à livrer l'eau à l'irrigation quand il la demande parce les plantes en out besoin a ce moment-la.

Mais cette méthode suppose que les agriculteurs connaissent tirés bien les besoins de leurs plantes et suivent attentivement leur développement .Une vulgarisation des connaissances est donc indispensable.

D'ailleurs la transformation des vieux réseaux pour qu'ils puissent livrer ainsi l'eau a la demande serait très délicate, sinon impossible.

Par contre dans les nouveaux réseaux d'irrigation il est possible de calculer les conduites pour répandre a cette exigence, car la « loi des grand nombres» (calcul des probabilités) joue dans ce domaine comme ailleurs.

Parallèlement, la création de tels réseaux de distribution demande un effort intense de prospection du sol et de vulgarisation des techniques auprès des futurs irriguant est fait afin que l'eau soit utilisée dans les meilleurs conditions [3].

I.1.5. Différents techniques d'arrosages

Les systèmes d'irrigation peuvent être classés en deux grandes catégories: L'irrigation gravitaire et l'irrigation sous pression. Cette dernière est classée en deux types l'irrigation goutte à goutte et l'irrigation par aspersion [6].

I.1.5.1. L'irrigation de surface

L'irrigation de surface regroupe l'ensemble des techniques d'arrosage dans lesquelles la répartition de l'eau à la parcelle se fait entièrement à l'air libre, par simple écoulement à la surface du sol. La répartition de l'eau est assurée grâce à la topographie du terrain et aux propriétés hydriques du sol (ruissellement, infiltration et capillarité).

En irrigation de surface, la distinction entre les différentes techniques est essentiellement fondée sur la méthode d'application de l'eau : ruissellement, submersion ou techniques mixtes [5].

a. L'irrigation par ruissellement

➤ L'irrigation par planches

L'irrigation par planches aussi appelées calant est surtout réservée aux cultures céréalières ou fourragères. Les planches sont de longues bandes de terrain, aménagées en pente douce et séparées par des diguettes. L'alimentation en eau des planches sont réalisée de plusieurs façon : soit par des siphons ou une gaine souple ou encore par des travaux d'alimentation passant à travers les berges du canal. La lame d'eau introduite en descendant la pente de la planche, guidée par les diguettes des deux cotés de celle-ci. Pour obtenir une répartition régulière de l'irrigation, il faut absolument une parfaite horizontalité de la parcelle dans le sens de la largeur sinon l'eau s'écoulera en biais d'un seul coté. Un nivellement parfait est nécessaire après chaque labour et avant chaque semis.

A l'origine le surplus d'eau s'écoulait en bout de parcelle dans une colature.

Par souci d'économie, la plupart du temps on ferme la planche à l'aval avec une diguette la transformant ainsi en grand bassin allongé.

Pour supprimer les diguettes latérales des planches et éviter le submerger tout la culture, il est possible d'utiliser des semoirs-sillonneurs (ou corrugators) [7].

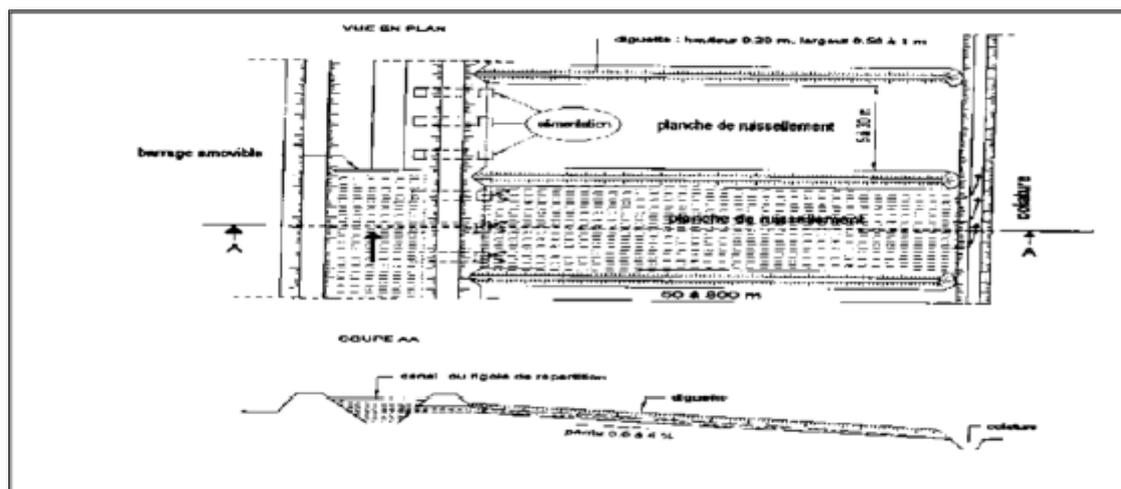


Figure. I.1. Irrigation par planches [5].

➤ **L'irrigation à la raie**

L'irrigation à la raie consiste à aménager des sillons ou petites rigoles de terre dans le sens de la pente du terrain pour transporter l'eau entre les rangées de cultures. L'eau s'infiltre dans le sol, principalement par les cotés du sillon, tout le long de son trajet dans le sens de la pente du terrain .généralement, les plantes sont cultivées sur des billons séparant les sillons .Cette technique est valable pour l'irrigation de toutes les cultures en lignes et pour toutes les cultures qui ne tolèrent pas la submersion par les eaux de leurs feuillage ou de leur collet pour une longue durée .les sillons sont alimentés par des prises d'eau aménagées sur les berges du canal d'amenée .Ces ouvrage de prises peuvent être de simple mais certainement pas la plus économe concernant l'utilisation de l'eau .Elle est très largement améliorée par l'utilisation de siphons (débit connu, dose maîtrisée) ou par des gaines souples équipées de manchons ou encore des rampes à vannettes .Sur les parcelles suffisamment grand aves des raies est possible par la transirrigation de surface oui enterrée qui consiste en un tuyau rigide posé en amont de la parcelle selon une pente régulière et percé d'orifices calibrés en face de chaque rai d'irrigation [7] .

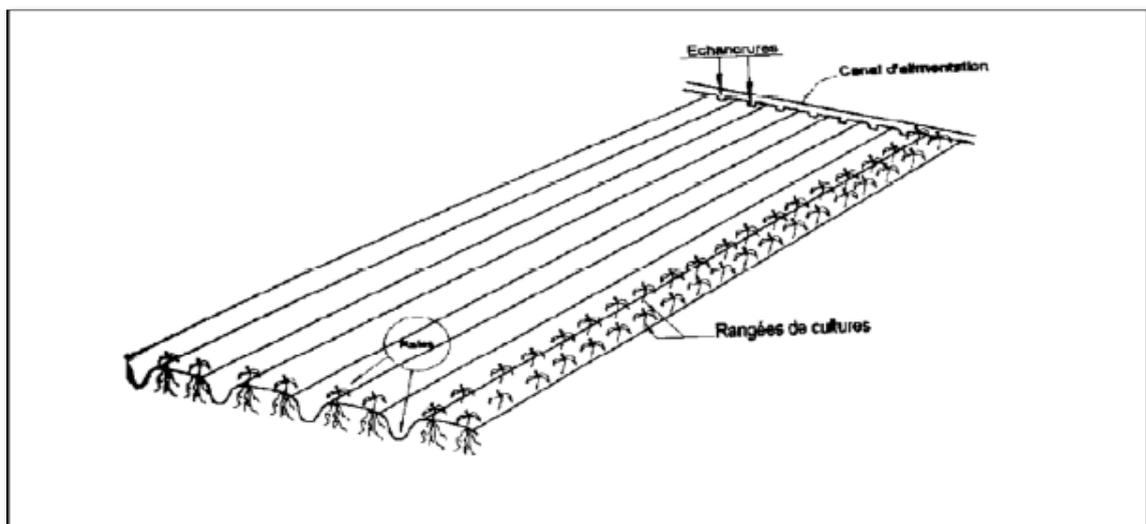


Figure. I.2. Irrigation à la raie [5].

b. L'irrigation par submersion

Dans l'irrigation par submersion ou par bassins, ceux-ci sont constitués de cuvettes en terre, à fond plat, entourées de diguettes de faible hauteur. Ces diguettes sont conçues pour empêcher le passage de l'eau dans les champs adjacents. Cette technique est utilisée, d'une façon générale, pour l'irrigation des rizières sur terrain plat, ou des

terrasses à flanc de coteau. Cette méthode est aussi utilisée pour l'irrigation des arbres fruitiers. Dans ce cas un bourrelet est aménagé autour de l'arbre pour le protéger de l'eau à cause des maladies comme la gommose par exemple. Cette méthode ou les canaux d'arrivée d'eau sont très nombreux, ou les pertes par infiltration sont importantes dans les canaux. La prise comprend un tuyau vertical sortant au-dessus du sol, le plus souvent muni d'un à vis permettant de régler le débit [7].

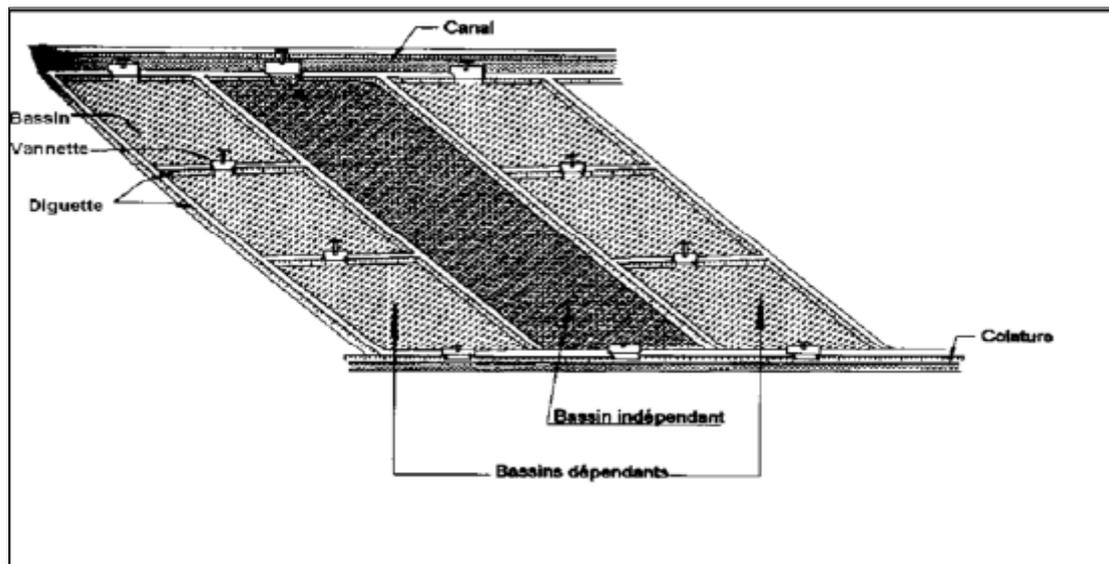


Figure. I.3. Irrigation par submersion [5].

c. L'irrigation mixte

Il s'agit d'un ruissellement suivi d'une submersion.

Les dispositions générales de ce mode d'irrigation sont identiques à celles que nous avons vu, mais lorsque l'eau atteint le niveau voulu dans le bassin, on continue à les alimenter en prenant soin d'évacuer les surplus.

A cet effet, les compartiments sont munis d'un déversoir arasé au niveau fixé pour le plan maximal. L'eau en excès est évacuée dans les colatures ou dans un bassin contigu.

L'avantages de ce système est que l'eau est plus aérée apport plus de matières nutritives et présente une température plus régulière ce qui peut être intéressant pour les cultures [1].

I.1.5.2. L'irrigation par aspersion

L'irrigation par aspersion est un système d'arrosage qui consiste à distribuer l'eau sous forme de pluie sur le sol.

Très employée par les jardiniers, les horticulteurs et les arboriculteurs pour les cultures maraichères, florales, fruitières, les pelouses.

L'aspersion se fait soit par des instruments fixes soit par des installations mobiles et parfois mixtes, pour nos surfaces on peut concevoir les derniers qui comprennent des canalisations principales permanentes et des rampes mobiles.

L'absorption de l'eau par le sol se fait rapidement puisque à celle adoptée au module d'arrosage [8].



Figure. I.4. Irrigation par aspersion [12].

I.1.5.3. L'irrigation localisée

L'irrigation goutte à goutte consiste à apporter régulièrement et de façon localisée au niveau des racines, la juste quantité d'eau dont la plante a besoin. Les plus utilisés sont les goutteurs intégrés, les boutons et de moins en moins les goutteurs en ligne. Ces trois types de goutteurs sont des organes de distribution, dont la conception particulière permet de délivrer l'eau à faible débit, dans des conditions de régime turbulent. Ces différents goutteurs existent sous une forme autorégulant présentant l'avantage de délivrer un débit homogène, même quand la pression varie à l'intérieur d'une gamme [9].

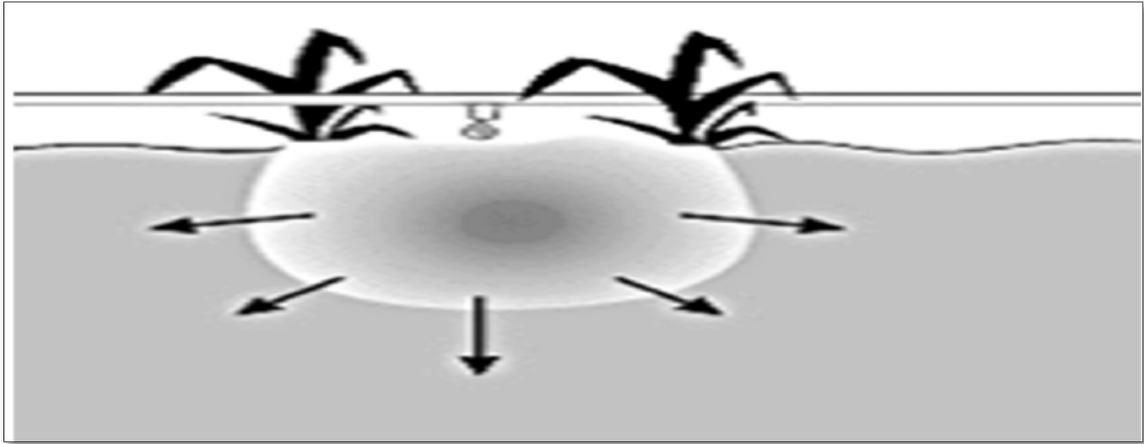


Figure. I.5.Irrigation localisé [1].

I.2. Choix des techniques d'irrigation

La distribution continue est une distribution non économique ; l'eau est distribuée continuellement sans tenir compte des périodes successives du développement végétal et sa répartition est mal assurée sur les zones à irriguer.

La distribution par rotation présente l'inconvénient de ne pas tenir compte de la variation des besoins de la plante au cours de son cycle végétatif ce qui entraîne des rendements plus faibles.

Plusieurs facteurs entrent en considération pour le choix des techniques d'irrigation et en particulier :

- La pente du terrain à irriguer.
- Le débit dont on dispose.
- Nature du sol (perméabilité).
- Nature des cultures.
- Facteurs économique.
- Rentabilité de l'opération.

La distribution à la demande offre l'avantage de fournir l'eau à la plante suivant ses besoins. Elle n'est pas contraignante asservie à l'humidité du sol, aux besoins instantanés des plantes et au temps d'arrosage ex : irriguer la nuit pour éviter des pertes importantes par évaporation [10].

I.3. Avantages et les inconvénients des techniques d'irrigation

Il n'y a pas un système d'irrigation parfait toujours il y aura à comparer un de l'autre et choisir le mieux adapté en fonction des considérations technique est économique [11].

Tableau. I.3. Avantages et les inconvénients des techniques d'irrigation [12].

	Avantages	Inconvénients
Irrigation de surface	<ul style="list-style-type: none"> - coût d'investissement faible à la parcelle pour l'agriculteur. - pas d'apport énergétique extérieur. - alimentation des nappes phréatiques. 	<ul style="list-style-type: none"> -temps de main d'œuvre pour la répartition et la surveillance importante. -pertes d'eau importantes. -nécessite un terrain plat ou un nivellement. -faible efficacité. -pollution possible par déversement.
Irrigation par aspersion	<ul style="list-style-type: none"> - Suppression de nivellement et de la préparation du sol. - S'adapte aux terrains perméables. - Economie de mains d'œuvre. - Lutte contre les gelées et parasites. - Lavage du feuillage. - Utilisation de petits débits continus. - Utilisation de sols peu profonds. 	<ul style="list-style-type: none"> - Dépenses élevés. - Fonctionnement. - Entretien. - Amortissement préparation de l'eau par grand vent. - Encombrement des appareils - Terres gorgée d'eau - Risque d'accidents mécaniques
Irrigation localisée	<ul style="list-style-type: none"> - L'économie en eau 50 à 70% par rapport au gravitaire et 30%par rapport à l'aspersion. - La réduction de la pollution de la nappe phréatique par les engrais ainsi qu'une économie en engrais. - Facilite l'exploitation des sols très légers filtrant à forte percolation et des sols lourds fissurant en été. - La Possibilité d'exploitation des terrains à topographie et configuration irrégulières. - L'accès facile aux parcelles pour la réalisation des différentes opérations culturales. - L'augmentation du rendement de l'ordre de 20 à 40%, et une amélioration de la qualité des produits. 	<ul style="list-style-type: none"> - La difficulté de la gestion de l'irrigation localisée, qui exige une technicité élevée. - Le risque d'un dessèchement rapide des plantes en cas d'arrêt spontané et prolongé de l'apport d'eau. - Le cout d'installation d'équipement et de matériel d'irrigation est plus élevé. - Le risque de colmatage ou de bouchage du distributeur constituant l'inconvénient majeur de ce système.

CHAPITRE II

Chapitre II :**Caractéristiques générales de la zone d'étude.****Introduction**

Ce chapitre présente le périmètre Ouled Mellouk et Zeriga de la région de Maghnia commune de la wilaya de Tlemcen, où nous donnons une idée générale sur les caractéristiques (situation, le climat...).

II. Caractéristique générale de la zone**II.1 Situation de la zone**

Ouled Melouk et Zerigua sont des terres agricoles situées à l'ouest de la ville de Maghnia.

II.1.1 Position géographique et localisation de périmètre

- **Ouled Melouk** : elle est située environ de 5 Km de la ville de Maghnia.

Elle est limitée :

1. Au Nord par la route Nationale N°7 et le village de Maazziz.
2. Au Sud par la frontière Algéro-Marocaine.
3. A l'Ouest par l'oued de Bouneim et la frontière Algéro-Marocaine.
4. A l'Est par la route D 63 et le périmètre de Maghnia existe.

Le périmètre s'étend sur une superficie de 2000 ha.

Les coordonnées du périmètre :

X1=602,2 Y1=3850

X2=606,4 Y1=3856,8

- **Zerigua** : elle est située environ de 10 Km de la ville de Maghnia.

Elle est limitée :

1. Au Nord par la route National N° 7, le village de Chebikia et le village de Souani.
2. Au Sud par la frontière Algéro-Marocaine et l'oued Khaiyasse, l'oued Aouedj.
3. A l'Oust par la frontière Algéro-Marocaine.
4. A l'Est par Ouled Mellouk.

Le périmètre de Zerigua s'étend sur une superficie de 4500 ha.

Les coordonnées du périmètre :

X1=594,25 Y1=3856,25

X2=602,25 Y1=3864,75

La figure I.1 représente la localisation de périmètre de l'extension de Maghnia.



Figure. I.1. Localisation de périmètre avec Maps.

II.2 Climatologie

La précipitation, la température, la vitesse du vent, la durée d'insolation,... sont des facteurs climatiques qui jouent un rôle déterminant dans le développement des cultures et l'estimation du potentiel de leur rendement. Ces paramètres sont facilement mesurables par les stations météorologiques équipées de l'ensemble des instruments de mesures [13].

L'analyse climatique de notre périmètre est basée sur les données de la station météorologique de l'ONM de Maghnia pour la période qui s'étale de 1997 à 2016.

Tableau II.1. Caractéristique de la station de Maghnia.

Nom de la station	Altitude (m)	Coordonnées	
		Longitude	Latitude
Maghnia 60522	428	01°47'W	34°49'N

II.2.1 Précipitation

La pluie est un facteur très important conditionnant l'écoulement saisonnier des nappes aquifères.

L'étude pluviométrique présente un intérêt considérable en hydrogéologie afin d'évaluer la lame d'eau tombée sur l'ensemble du bassin versant et son influence sur l'alimentation, ainsi que son rôle dans le changement de comportement hydrodynamique de la nappe [14].

La station sélectionnée, est celle de Maghnia qui par sa position semble être représentative de la région d'étude. La série de données pluviométriques utilisées est celle comprise entre 1997 et 2016, qui sont représentées dans le tableau II.2 :

Tableau II.2. La série des précipitations moyennes mensuelles (1997-2016) [22].

Date	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
1997	48	0	12	51	15	2	1,7	32,8	52	15,3	17,7	56
1998	28	41	29,1	19	40	1	1	2	9	2	40	10
1999	59	37	63	0	0	1	0	0	26	17	47	54
2000	5	0	3	8	14	2	0	2	16	90	50	15,7
2001	50	30	4	4	4	0	0	1	14	22	116	30
2002	1	5	35	62	33	2	0	28	0	17	53	21
2003	96	66	20	38	20	4	2	1	5	35	33	39
2004	15	18	101	20	92	2	0	4	0	25	15	35
2005	19	52	29	10	1	0	0	0,5	7	12	26	16
2006	52	37	18	19	47	0	13	0	27	21	10	24
2007	7	18	34	87	1	0	0	0	9	35	66	19
2008	31	31	7	6	17	3	0	0	33	89	68	102
2009	94	18	16	18	5	3	1	1	81	6	28	23
2010	80	36	59	64	9	16	1	27	6	60	17	12
2011	13	19	22	38	68	11	0	21	2	50	84	24
2012	14	42	24	25	12	1	1	0	13	33	137	13
2013	66	50	32	21	40	0	0	8	6	0	36	90
2014	66	19	30	13	16	12	0	0	30	9	49	82
2015	43	36	17	12	34	1	0	0	30	22	4	0
2016	11	35	36	18,4	44	8	0	0,6	15	20	37,3	41
P _{moy}	39,9	29,5	29,6	26,7	25,6	3,5	1,0	6,4	19,1	29,0	46,7	35,3

Le **tableau II.2** représente les moyennes mensuelles des pluies de série de données utilisées (1997-2016).

La figure II.2 montre la répartition des précipitations mensuelles.

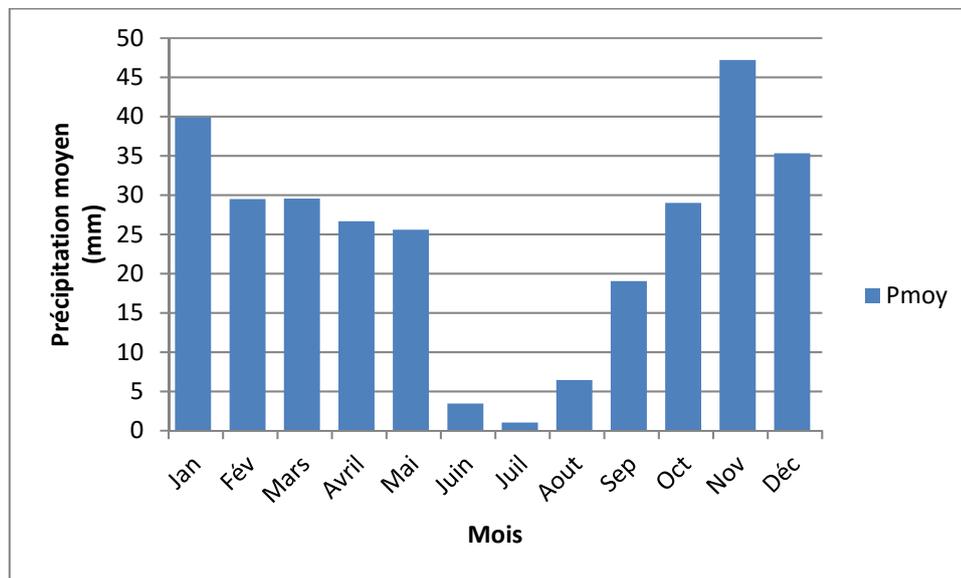


Figure II.2. La répartition des précipitations mensuelles.

Tableau II.3. Précipitation moyennes mensuelles.

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	An
P _{moy} (mm)	39,9	29,5	29,6	26,7	25,6	3,5	1	6,4	19,1	29	46,7	35,3	292,3

Le tableau II.3 nous a permis de terminer la moyenne annuelle de la série pluviométrique qui égale 292,3 mm, le mois le plus sec est juillet avec une moyenne de 01 mm et le mois le plus arrosé est le celui de Novembre, qui présente la valeur maximale de précipitation qui égale a 46,7mm.

II.2.2 Température

Les données de températures dans une région ainsi que la maîtrise de leurs variations sont des éléments fondamentaux qui conditionnent les potentialités hydriques, particulièrement par l'effet de l'évapotranspiration en matière de bilan de l'eau. Les valeurs de la température sont généralement irrégulières, surtout en ce qui concerne la température à l'échelle horaire ou journalière [5].

Le tableau ci dessous, résume les moyennes mensuelles des températures minimales, moyennes et maximales pour la période (1997 – 2016).

Tableau II.4. La série des températures moyennes mensuelles (1997-2016) [22].

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	An
T_{\min} (C°)	4,12	4,59	6,35	8,41	12,05	15,4	19,71	20,31	16,68	13,11	8,01	4,92	11,14
T_{\max} (C°)	16,64	17,41	20,03	22,71	26,33	31,8	35,09	35,29	29,94	26,97	19,97	17,04	24,93
T_{moy} (C°)	10,38	11	13,19	15,56	19,19	23,6	27,4	27,8	23,31	20,04	13,99	10,98	18,03

La figure .II.3. Illustre la variation de la température moyenne de chaque mois.

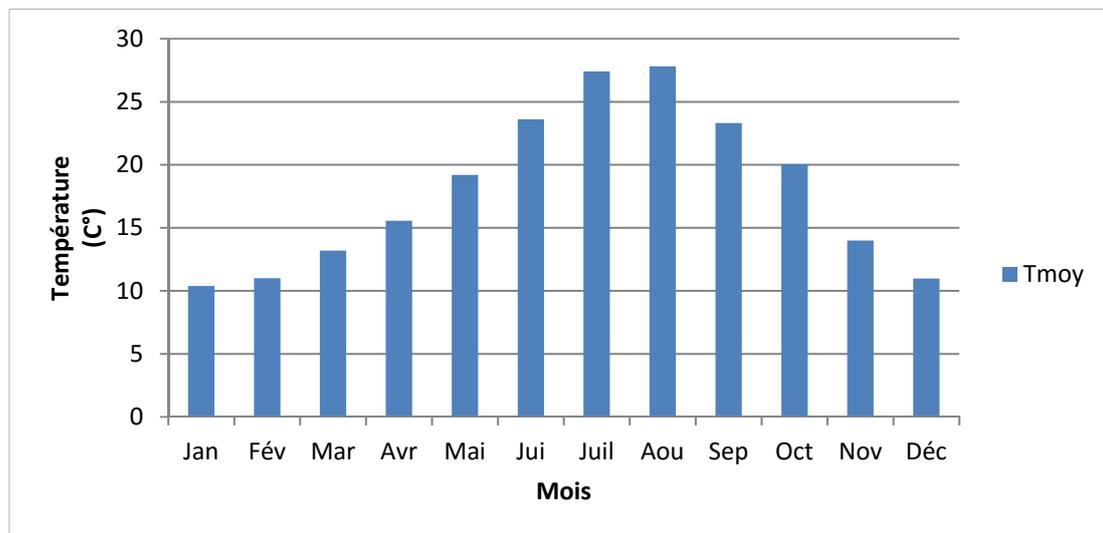


Figure. II.3. Répartition des températures moyenne mensuelle.

D'après la figure II.3 le mois le plus froid est Janvier et le mois le plus chaud est Aout.

La figure II.4 définit les variations des valeurs de la température moyenne mensuelle (maximum, minimum et moyenne).

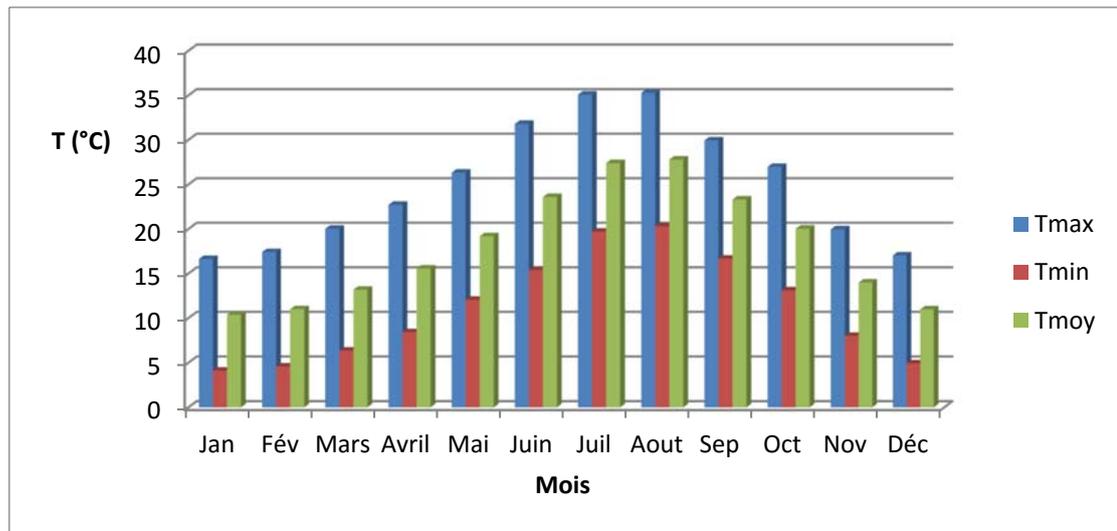


Figure II.4. Les variations des valeurs de la température moyenne mensuelle.

Les histogrammes des températures moyennes mensuelles permettent nous de comprendre la variation dans les mois d'années.

II.2.3 Le vent

Les vents dans notre région d'étude sont caractérisés par leurs directions, leurs vitesses et leurs intensités.

- Les vents de direction W-NW sont responsables de la pluviométrie.
- Les vents de direction S-N ou le siroco engendrent une forte évapotranspiration et une sécheresse abaissant l'humidité [14].

Les valeurs qui correspondent la variation de la vitesse du vent dans la période 1997-2016 au tour de ce périmètre d'étude, sont résumés au tableau suivant :

Tableau II.5. vitesses du vent moyennes mensuel (m/s) [22].

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	An
Vmoy (m/s)	2,6	2,24	2,81	2,33	2,86	2,62	2,38	2,35	2,18	1,95	2,1	1,91	2,36

Nous concluons que les vitesses sont presque stables le long de l'année.

II.2.4. Insolation

C'est la durée pendant laquelle le rayonnement solaire a réellement touché le sol ; elle dépend de l'état de l'atmosphère, de la couverture nuageuse du lieu et des obstacles physiques existants au tour du site de mesure [15].

Les valeurs mensuelles observées dans la période 1997-2016 sont résumées au tableau suivant :

Tableau II.6. Insolations moyennes mensuelles (heures) [22].

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	An
In _{moy}	206,5	201,4	243,2	255,4	292,6	491,1	483,4	603,0	264,5	360,9	196,5	202,8	317,0

L'analyse de ce tableau montre l'importance de l'insolation dans cette région 317,0 heures/mois.

II.2.5. Gelée

Les valeurs moyennes mensuelles du nombre de jours de gelée dans la période 1997-2016 sont comme suit :

Tableau II.7. Valeurs moyennes mensuelles du nombre de jours de gelée [22].

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	An
Gelée (j)	13	10	4	3	0	0	0	0	0	0	4	10	44

Le phénomène est fréquent en hiver, il est maximum en janvier.

II.2.6. Sirocco

C'est un vent de sud pouvant causer aux cultures des dégâts importants par l'élévation brutale des températures [11].

Les valeurs moyennes mensuelles du nombre de jours de sirocco dans la période 1997-2016 sont comme suit :

Tableau II.8. Valeurs moyennes mensuelles du nombre de jours de sirocco [22].

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	An
Sirocco (j)	0	0	0	0	0	0	1	2	1	1	0	0	5

Les jours de sirocco sont observés en période estival Juillet et Aout, en période automnal Septembre et Octobre.

II.2.7. Humidité

C'est un élément important du cycle hydrologique contrôle l'évaporation du sol et la couverture végétale et qui représente la quantité réelle de vapeur d'eau contenue dans l'air par rapport à celle que l'air pourrait contenir s'il était saturé à la même température [1].

Le tableau II.8 présente les valeurs de l'humidité moyenne en pourcentage de la région de Maghnia.

Tableau II.9 Répartition de l'humidité moyenne en % de la station de Maghnia [22].

Mois	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	An
H _{moy}	73	72	70	66	61	53	48	52	61	66	73	74	64
Moyenne trimestrielle	72			60			54			71			/
Saison	Hiver			Printemps			Été			Automne			/

La valeur 54 % à l'été est la plus petite dans des quatre saisons mais l'hiver prenant la première place avec la valeur de 72%.

II.3 Etude du régime climatique

L'étude du régime climatique laissez-nous savoir en particulier la situation globale du climat et de la sélection des cultures favorables pour la région sans oublier le choix du mode d'irrigation et la quantité.

II.3.1 Méthode de visualisation

Diagramme Ombrothermique de Gaussen

Le diagramme ombrothermique de Gaussen permet de calculer la durée de la saison sèche. Il tient compte de la pluviosité moyenne mensuelle et la température moyenne mensuelle qui sont portées sur des axes où l'échelle de la pluviosité est double de la température [15].

Ce diagramme permet de donner une image assez synthétique d'étudier facilement l'intensité de la saison sèche, sa position dans le temps et dans l'échelle des amplitudes thermiques ou pluviométriques.

Tableau II.10. Températures et précipitations moyennes mensuelles [22].

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	An
T (°C)	10,38	11	13,19	15,56	19,19	23,6	27,4	27,8	23,31	20,04	13,99	10,98	18,03
P (mm)	39,9	29,5	29,6	26,7	25,6	3,5	1	6,4	19,1	29	46,7	35,3	292

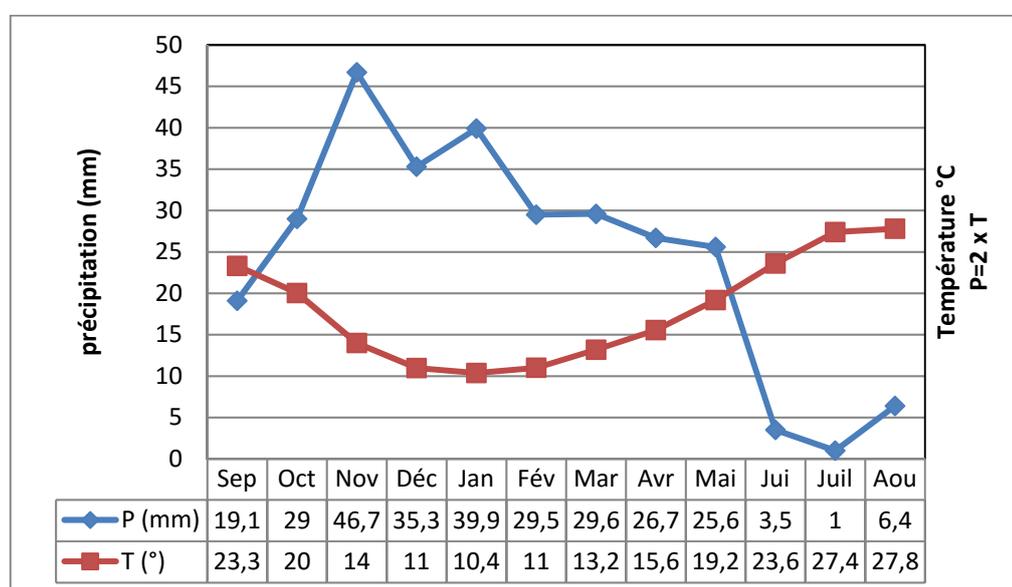


Figure. II.5. Diagramme pluvio-thermique (ombrothermique).

D'après Gaussen, un mois est sec quand la quantité totale de précipitations est inférieure à deux fois la température correspondante, la courbe de pluie passe au dessous de la

courbe des températures et l'aire comprise entre les deux courbes correspond à la période sèche.

Selon ce diagramme, la période sèche à notre périmètre s'étale du début de juin à la fin de septembre.

II.3.2 Indice climatique

Une codification du climat par des formules dans le but de voir l'interférence des différentes variables de ce climat et leur action sur les plantes. Ces formules se basent principalement sur deux facteurs essentiels : pluviométrie et température [16].

Les indices les plus connus sont ceux d'E.MARTONE (1926) et E.EMBERGER (1932).

➤ **Indice climatique d'emberger**

Le quotient pluviothermique d'EMBERGER (Q₂) est déterminé par la combinaison des 3 principaux facteurs du climat. Il est donné par la relation suivant :

$$Q_2 = \frac{1000 \times P}{\left(\frac{M \times m}{2}\right) \times (M - m)} \dots\dots\dots (II.1)$$

$$Q_2 = \frac{1000 \times 292}{\left(\frac{308,3 \times 277,1}{2}\right) \times (308,3 - 277,1)} = 31,97$$

P : Précipitation moyenne annuelles en mm.

M : Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud (°K).

m : Moyenne des températures minimales du mois le plus froid (°K) [16].

$$T \text{ (°K)} = T \text{ °C} + 273 \text{ °C} \dots\dots\dots (II.2)$$

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau II.11. Situation climatique.

Paramètres	M		m		P (mm)	Q
	°C	K	°C	K		
Station de Maghnia	35,3	308,3	4,1	277,1	292	31,97

En superposant la valeur calculée du paramètre (Q₂) sur le climagramme d'Emberger qui représenté par la figure ci-dessous.

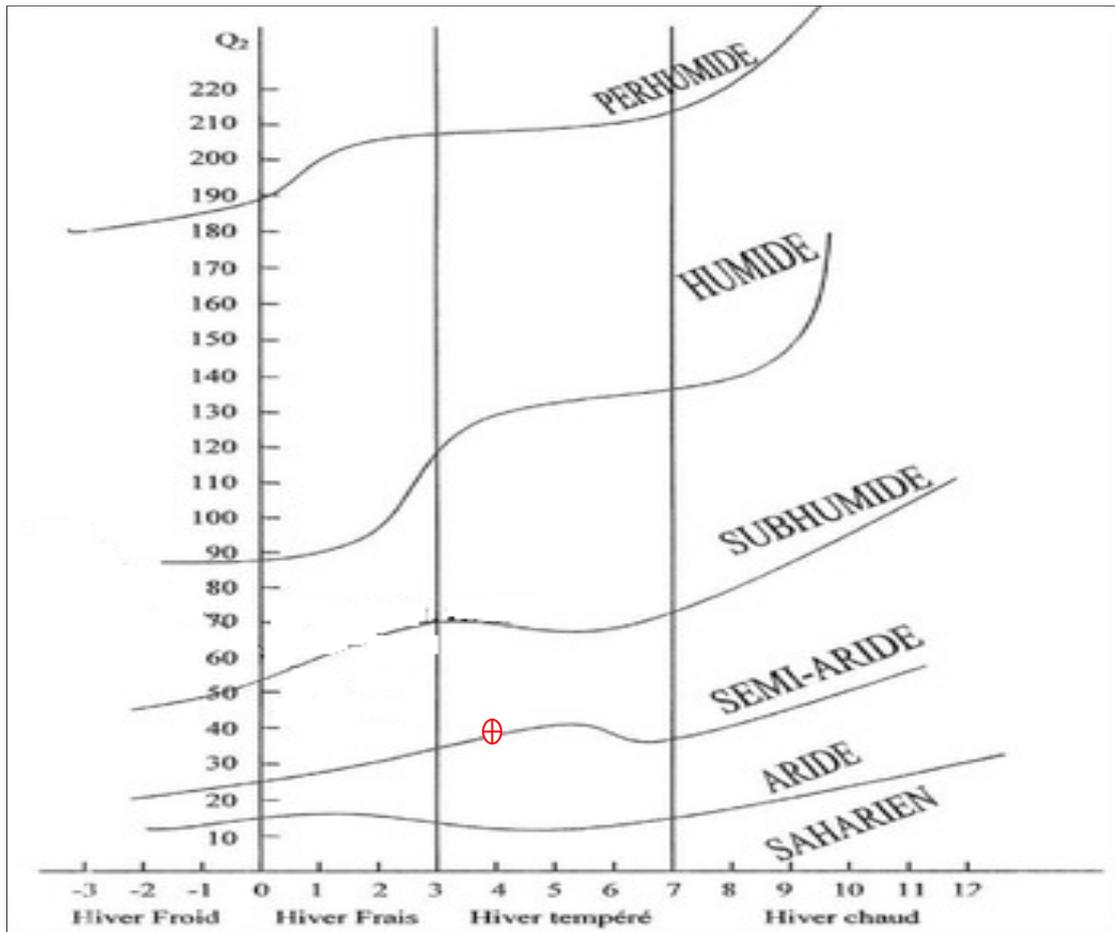


Figure .II.6. Climagramme d'emberger [17].

D'après le climagramme d'emberger, le périmètre de Maghnia est caractérisé par un climat **Semi-aride**. Présente des **Hiver tempéré**.

➤ **Indice d'aridité de DEMERTONE**

DEMERTONE propose la formule suivant :

$$I = \frac{P}{T+10} \dots\dots\dots (II.3)$$

Avec :

I : Indice climatique.

P : Précipitation moyenne annuelle (mm).

T : Température moyenne annuelle (°C).

Tableau II.12. Limite des climats d'après l'indice climatique de DEMERTONE [1].

Valeur de I	Type de climat	Irrigation
$I \leq 5$	Désertique	Indispensable
$5 < I \leq 10$	Aride	Indispensable
$10 < I \leq 20$	Sec	Souvent indispensable
$20 < I \leq 30$	Semi aride	Parfois utile
$I > 30$	Semi humide	Inutile

Pour notre cas : $P=292$ mm et $T=18,03^{\circ}\text{C}$.

$$I = \frac{292}{18,03 + 10} = 10,42$$

Tableau II.13. Valeur de l'indice d'aridité.

Station	Indice d'aridité	Type du climat
Maghnia	10,42	Sec

Cette valeur traduit un climat sec, l'irrigation est souvent indispensable.

a- Indice d'aridité mensuel

Pour plus de précision, on utilise l'indice d'aridité mensuel donné par les élevés de DEMERTONNE :

$$a = \frac{12 \times P_i}{T_i \times 10} \dots\dots\dots (II.4)$$

Avec :

a : indice d'aridité mensuelle.

P_i : précipitation moyenne mensuelles de chaque mois en (mm).

T_i : température moyenne mensuelles de chaque mois en ($^{\circ}\text{C}$) [1].

On a calculé de l'indice d'aridité mensuelle et nous avons présenté dans le tableau suivant :

II.3.2.1 Comparaison des résultats du type du climat obtenu par les différentes méthodes

Cette comparaison, nous permettra de d'identifier le type du climat de notre région, afin de connaître l'étendue et la nécessité de l'irrigation. Le tableau II.16 résume les résultats des trois méthodes utilisées dans notre étude.

Tableau II.16. Comparaison des différentes méthodes utilisées.

Méthodes Paramètre	EMBERGER	DEMARTONE	EXTREME MOYENNE
Climat	Semi-aride	sec	semi-continental

D'après le tableau si dessus, nous constatons que toutes les méthodes de calculs montrent que le climat est sec, en conséquent l'irrigation est souvent indispensable dans cette région.

II.3.3 Déficit d'écoulement

Le déficit d'écoulement intègre l'évaporation physique, physiologique, elles-mêmes influencées par les caractéristiques topographiques et des couvertures végétales [1].

Pour ces différentes influences, l'étude du déficit d'écoulement est intéressantes, nous avons utilisé la station de maghnia qui contient les informations et mieux corrélée avec notre zone d'étude et pour sa proximité de celle-ci.

Plusieurs formules sont utilisées pour estimer la valeur de ce paramètre, qui est fonction de la température de l'air et du module pluviométrique.

➤ **Formule de TURC**

Elle a été établie à partir des observations réalisées sur 254 bassins versants situés sur tous les climats du globe :

$$ETR = \frac{P}{\sqrt{0,9 + \frac{P^2}{L^2}}} \dots\dots\dots (II-5)$$

ETR : évapotranspiration réelle annuelle en mm.

L : facteur fonction de T

T : températures moyennes annuelles en (°C)

P : précipitations annuelles en (mm) [1].

$$L = 300 + 25T + 0,05T^2.$$

$$L = 300 + 25*(18,03) + 0,05*(18,03)^2 = 767$$

Tableau II.17. Valeurs du déficit par TURC

Station	P (mm)	T (°C)	L	ETR (mm)	Déficit d'écoulement
Maghnia	292,3	18,03	767	285,905	6,4 mm 2,19 %

➤ **Formule de COUTAGNE**

Il déficit d'écoulement (D) exprimé en mètre se déduit à partir de la formule suivant :

$$D = P - \lambda P^2 \dots\dots\dots (II-6)$$

Avec :

$$\lambda = \frac{1}{0,8 + 0,14T}$$

$$\lambda = 0,300824$$

T : Températures moyennes annuelles en (°C).

P : précipitation en mètre.

λ : coefficient de COUTAGNE [1].

Cette méthode n'est pas applicable que si :

$$\frac{1}{8\lambda} < P < \frac{1}{2\lambda} \dots\dots\dots (II-7)$$

La méthode n'est pas applicable puisque $p < \frac{1}{8\lambda}$. $P(m) = 0,2923$, $\frac{1}{8\lambda} = 0,300824$

$$P(m) < \frac{1}{8\lambda}.$$

CHAPITRE III

Chapitre III

Eau et sol au périmètre de Maghnia

Introduction

Pour l'étude du périmètre de l'extension de Maghnia, la connaissance des caractéristiques physiques du sol est indispensable, pour cela, nous avons procédé au prélèvement de neuf échantillons à trois points différents de notre périmètre (couche 40 cm sur 1.2m de profondeur). Ces échantillons des sols sont analysés au niveau de laboratoire d'hydraulique de l'université de Tlemcen.

III.1. Etude pédologiques

L'étude des relations entre le sol, l'eau et même l'atmosphère a une extrême importance du point de vue agronomique. Cette étude est d'un intérêt capital lorsqu'il s'agit de comprendre le rôle de la terre comme réservoir d'alimentation en eau des plantes et de déterminer les conditions les meilleures pour apporter à la terre, par l'irrigation, l'eau qui lui est nécessaire.

La technique de cette opération repose essentiellement sur la connaissance de la condition des sols et leurs propriétés physiques, notamment la porosité, le pouvoir de rétention des terres pour l'eau et la perméabilité [3].

L'étude pédologique a pour objet :

- Estimer le degré de contribution des sols du périmètre à l'alimentation hydrique des plantes à irriguer.
- Choisir les techniques d'arrosage les plus adaptées aux conditions du sol et de culture (aspersion; goutte à goutte; submersion).
- Fixer les règles à respecter pour une conduite des arrosages dans le système «sol culture» pratiqué. Ceci nécessite une connaissance approfondie des sols à l'échelle de la parcelle d'exploitation agricole. Il s'agit en effet pour l'irrigant d'économiser l'eau et d'adapter les apports aux besoins de la plante. Mais il faut aussi protéger les eaux des nappes phréatiques et du réseau hydrographique contre les risques de pollution [1].

III.1.1. Prélèvement**III.1.1.1. Sites de prélèvement des échantillons**

Les prélèvements ont été pris à partir de trois endroits du futur périmètre de Maghnia correspondant aux différentes catégories pédologiques identifiés à l'œil nu (selon la couleur du sol) lors de nos sorties sur site.

Dans le tableau III.1 nous rappelons les échantillons prélevés et leurs profondeurs correspondantes,

Tableau III.1. Echantillons et leurs profondeurs.

N° du site	N° de l'échantillon	Profondeur
1	1	0-40
	2	40-80
	3	80-120
2	1	0-40
	2	40-80
	3	80-120
3	1	0-40
	2	40-80
	3	80-120

III.1.1.2. Procèdes de prélèvement

Les échantillons ont été prélevés à l'aide d'une tarière manuelle qui est composée de trois organes.

- Le carottier constituant la tête de la tarière et avec le quel les échantillons sont pris sous forme de carottes.
- La tige de la tarière qui est une barre métallique graduée jusqu'à 1.5 m et raccordé avec la carotte.
- Le bras est constitué d'un petit levier en bois qui permet la rotation de la tarière dans le sol.

Les échantillons sont enveloppées dans du plastique est renfermées dans des boites pour les protéger et préserver leurs caractéristiques et on a transféré ces échantillons au laboratoire d'hydraulique au niveau de l'université ABOU-BAKER-BELKAID pour faire les analyses [16].

III.1.2. Analyse de laboratoire

Des analyses au laboratoire sur les échantillons prélevés nous ont permis de déterminer quelques caractéristiques importantes du sol.

III.1.2.1. Humidité au champ

C'est la teneur en eau d'un échantillon de sol à un moment donné notamment au moment où il a été réalisé le prélèvement. Elle se détermine comme suite :

- Mesurer le poids de la terre humide P1.
- Mettre la terre dans l'étuve à dessiccateur dont la température est maintenue 105°C ;
- Peser la terre après 24 h [11].

La teneur en eau (%) sera égal à : $\frac{P_1 - P_2}{P_1} \times 100 \dots \dots \dots$ (III.1)

Les résultats obtenus sont résumés au tableau III.2.

Tableau III.2. Humidité au champ.

Echantillons	1			2			3		
	0-40	40-80	80-120	0-40	40-80	80-120	0-40	40-80	80-120
P1(g)	876	1005	1084	711	807	723	758	756	750
P2(g)	755	952	967	664	635	633	723	725	722
Te(%)	13,81	5,27	10,79	6,61	21,31	12,45	4,62	4,10	3,73

III.1.2.2. Humidité du sol

Pour le calcul de l'humidité nous avons pesé les échantillons à l'état naturel et séché à l'étuve à 105°C durant une nuit. Après étuvage et pesage, la différence de poids constitue le poids d'eau contenue dans les échantillons.

La teneur en eau (Te) de ces échantillons est le rapport du poids d'eau (Pe) au poids sec (Ps) donnée en% [1].

$$T_e = \frac{P_e}{P_s} \times 100 \dots \dots \dots$$
 (III.2)

Tableau III.3. Les résultats d'humidité de sol.

Echantillons	1			2			3		
	0-40	40-80	80-120	0-40	40-80	80-120	0-40	40-80	80-120
Profondeur	0-40	40-80	80-120	0-40	40-80	80-120	0-40	40-80	80-120
Pe(g)	121	53	117	47	172	90	35	31	28
Ps(g)	755	952	967	664	635	633	723	725	722
Te(%)	16,03	5,57	12,10	7,08	27,09	14,22	4,84	4,28	3,88

III.1.2.3. Analyses de la densité

➤ **La densité apparente**

Après séchage de l'échantillon à 105°C on le met dans une éprouvette de 100 ml et on le peser on obtient P3 [11].

$$\Delta_A = \frac{P_3}{V_t \times (100 \text{ ml})} \times 100 \dots\dots(\text{III.3})$$

Tableau III.4. Les résultats du la densité apparente.

Echantillons	1			2			3		
	0-40	40-80	80-120	0-40	40-80	80-120	0-40	40-80	80-120
Profondeur (cm)	0-40	40-80	80-120	0-40	40-80	80-120	0-40	40-80	80-120
P3(g)	755	952	967	656	686	627	727	715	710
Volume (ml)	593,46	593,46	593,46	593,46	593,46	593,46	593,46	593,46	593,46
ΔA	1,27	1,60	1,63	1,11	1,16	1,06	1,23	1,20	1,20

➤ **La densité réelle**

Elle est déterminée par l'essai au pycnomètre :

- Poids du pycnomètre rincé, chauffé sur un fond de sable P1 ;
- Poids du pycnomètre plus une quantité du sol (50g) P2 ;
- Le poids P2 plus l'eau distillée jusqu'au repère du pycnomètre P3 (avant de peser les bulles d'air doivent être éliminé par chauffage sur un fond de sable) [11].

Tableau III.5. Les valeurs de la densité réelle.

Echantillons	1			2			3		
Profondeur	0-40	40-80	80-120	0-40	40-80	80-120	0-40	40-80	80-120
Pycnomètre (m)	128	128	128	128	128	128	128	128	128
Pycnomètre+eau (g)	178	178	178	178	178	178	178	178	178
Eau (g)	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Pycnomètre+eau+sol (g)	186	186	186	185,5	185,5	158,5	186	186	186
Volume eau (ml)	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Volume eau+ sol (ml)	58	58	58	57,5	57,5	57,5	58	58	58
Volume sol (ml)	8	8	8	7,5	7,5	7,5	8	8	8
D réelle	2,5	2,5	2,5	2,67	2,67	2,67	2,5	2,5	2,5

III.1.2.4. la porosité

La porosité peut se définir comme le volume d'air situé entre les particules du sol (espace lacunaire). Elle est exprimée en pourcentage (%), et calculée avec la formule suivante [16] :

$$\theta = \frac{D_r - D_a}{D_r} \times 100 \dots \dots \dots (III.4)$$

Tableau III.6. Les valeurs de la porosité.

Echantillons	1			2			3		
Profondeur (cm)	0-40	40-80	80-120	0-40	40-80	80-120	0-40	40-80	80-120
La porosité	0,50	0,36	0,35	0,59	0,57	0,61	0,51	0,52	0,52

III.1.2.5. Humidité équivalente et la microporosité

La capacité de retentions étant difficile à mesurer sur terrain, on la déterminée au laboratoire :

➤ **Mode opératoire**

Sur un filtre de BUCHNER placer un disque de papier filtre humidifié sur ce dernier déposer de la terre fine (particule <2 mm) sur une épaisseur de 1 cm.

- tasser légèrement la terre fine.
- Placer la mue de BUCHNER dans un grand béccher dans lequel on versera de l'eau jusqu'à ce que le niveau de ce dernier se trouve un peu en dessous de la surface de la terre.
- Laisser la terre s'imbiber d'eau par capillarite (durant une nuit).

- Retirer du bécher, le filtre de BUCHNER et le porter sur une fiole à vide reliée à une trompe d'eau à eau.
- Créer une dépression afin d'éliminer l'eau emprisonnée dans les pores.
- Ne Pas oublié de placer sur le filtre de BUCHNER une éponge mouillée afin d'éviter le dessèchement de la surface de la terre.
- Dès que l'eau ne s'écoule plus dans la fiole à vide, cesser l'aspiration et Ires rapidement opérer de la façon suivante :
- Mettre de la terre dans une capsule torrée.
- Peser la terre encore humide, soit P1 le poids terre humide.
- Placer la capsule dans une étuve à 105C° jusqu'à l'obtention d'un poids constants ; soit P2 le poids de terre séchée à 105C° [1].

Humidité équivalente en % pondéral : $H_{eq} \% = \frac{P_1 - P_2}{P_2} \times 100 \dots \dots \dots (III.5)$

La microporosité « m » : $m \% = \frac{P_1 - P_2}{P_2} \times 100 \times d_a \dots \dots \dots (III.6)$

da : la densité apparente du sol.

La macroporosité : $M \% = \theta \% - m \% \dots \dots \dots (III.7)$

θ: La porosité totale en pourcentage [1].

Tableau III.7. Humidité équivalente et la microporosité.

Echantillons	1			2			3		
	0-40	40-80	80-120	0-40	40-80	80-120	0-40	40-80	80-120
Profondeur (cm)	0-40	40-80	80-120	0-40	40-80	80-120	0-40	40-80	80-120
Tare (g)	145,5	141,5	125,9	125,9	145,6	133,8	125,9	125,9	125,9
Poids avec tare (g)	177,7	191,8	154,0	165,8	191,2	171,9	156,9	160,9	159,9
Poids humide avec tare (g)	180,4	196,0	190,9	174,3	200,9	179,7	165,9	167,9	165,7
Poids sec avec tare (g)	175,6	191,1	153,9	165,0	190,6	171,4	159,9	160,9	159,9
Poids sec P1 (g)	34,1	54,4	31,0	48,4	55,3	45,9	40,0	40,0	39,9
Poids sec avec tare (g)	30,1	49,5	28,0	39,2	45,0	37,5	34,0	35,0	34,0
Heq (%)	15,8	9,9	10,7	23,92	22,9	22,3	17,7	14,3	17,2
ΔA	1,27	1,60	1,63	1,11	1,16	1,06	1,23	1,20	1,20

III.1.2.6. Mesure le pH de sol**➤ Mesure le pH du sol**

La mesure du pH sert à identifier l'acidité, la basicité ou la neutralité d'un sol, elle se fait avec un pH mètre. Il se détermine comme suite:

Prendre 40 g de terre séchée la mélanger à 60 ml d'eau distillée dans un bécher de 100 ml, le tout est agité pendant 2 mn puis laissé au repos pendant 30 mn.

L'électrode du pH mètre est trempée dans cette solution, la valeur du pH s'affiche sur le cadran du pH mètre.

➤ Mesure le pH de mélange sol avec l'eau de la station d'épuration

La mesure du pH de mélange du sol avec l'eau de barrage fait avec :

40g de terre séchée sont mélangé à 50 ml d'eau de l'eau de barrage dans un bécher de 100 ml, le tout agité pendant 2 mn puis laisse au repos pendant 30 mn.

L'électrode est trempée dans cette solution, la valeur du pH s'affiche sur le cadran du pH mètre [1].

Les résultats des mesures du pH sont affichés au tableau suivant :

Tableau III.8. Le PH de sol et de mélange sol avec l'eau de barrage.

Echantillons	1			2			3		
	0-40	40-80	80-120	0-40	40-80	80-120	0-40	40-80	80-120
Profondeur (cm)	0-40	40-80	80-120	0-40	40-80	80-120	0-40	40-80	80-120
Masse de sol (g)	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Volume d'eau distillée (ml)	100	100	100	100	100	100	100	100	100
PH de sol	7,75	7,89	7,92	7,83	7,96	8,00	7,99	8,01	8,20
Volume d'eau de barrage (ml)	100	100	100	100	100	100	100	100	100
PH (sol +eau de barrage)	8,02	8,11	8,15	8,21	8,29	8,34	8,14	8,17	8,26

Les normes d'OMS pour les eaux d'irrigation exigent que nous respecté un intervalle de 6.5 et 8.5 et dans notre cas la plupart des valeurs sont dans les normes. Le pH des échantillons du sol varie entre 8,02 et 8,34.

Une masse bien définies des échantillons doit être met à l'étuve à 105 C° pendant 24h avant de commencer cet essai.

III.1.2.7. Courbes granulométrique

a) Tamisage

Permet de déterminer la granulométrie des sols dont les diamètres sont supérieur à 0.08mm, l’essai consiste de faire passer le sol à travers une séries des tamis classées du plus grand au plus petits (0.08mm) et de peser le refus de chaque tamis et ainsi calculer le pourcentage retenu par chaque tamis et de tracer la courbe correspondante [1].

b) Sédimentométrie (lévigation)

C’est une partie complémentaire à la précédente, concerne les particules dont le diamètre est inférieur à 0.08 mm. Cette méthode se base sur le phénomène de la variation dans le temps de la densité du mélange “sol-eau”.

Elle se déroule comme suite:

Prendre pour chaque échantillon 30 ml de défloculant dilué jusqu’au 200 ml par l’eau distillée, ce volume sera divisé en 02, les 100 ml vont être versé dans une éprouvette est complété par l’eau distillée jusqu’au 1000 ml pour servir d’éprouvette témoin. Les 100 ml restant vont être mélangé avec 20g du sol restant du tamisât de diamètre inférieur à 0.08mm, et malaxer par un agitateur pendant 3 minute puis verser dans une éprouvette complétée par l’eau distillée jusqu’au 1000 ml. On mélange cette dernière pour bien homogénéiser la suspension et directement on plonge le densimètre et on fait les lectures sur les graduations du densimètre depuis : 20’’ ,30’’ ,1’ ,2’ ,5’ sans retirer le densimètre, puis l’introduire dans l’éprouvette témoin.

Les lectures seront faite pour les temps suivent : 20’’ ,30’’ ,1’ ,2’ ,5’ ,10’ ,80’ ,240’ ,24h.

Les mesures de la température à fait dans l’éprouvette témoin et dans l’éprouvette à la suspension par un thermomètre [1].

$$d = k \times \sqrt{\frac{H_r}{t}} \dots\dots\dots(III.8)$$

$$P = \frac{P_1 - P_2 \times 100}{W_d} \times \frac{\delta_s}{\delta_s - \delta_w} \times R \dots\dots\dots(III.9)$$

k : Coefficient dépendant de la température et de la densité des grains.

t : Le temps écoulé depuis le début de la décantation, en seconde.

Hr : la profondeur déterminante pour le calcul de la grosseur des grains, en cm

d_m : le diamètre maximale des grains en mm, au temps t se trouvaient encore a la fondeur H_r .

W_d : le poids sec de l'échantillon fractionné en g.

δ_s : Le poids spécifique des grains, en g/cm^3 .

δ_w :Le poids spécifique de liquide, en g/cm^3 .

R : la valeur simplifié de la lecture corrigée du densimètre

P : le pourcentage en poids des grains.

Les résultats d'analyse et les courbes granulométriques des échantillons sont donnés dans l'annexe II.

À l'aide du triangle U.S.D.A (United States Département of Agriculture) en peut identifier nos sols qui sont :

- Zone Ouled Mellouk : De l'analyses granulométrie du sol on a trouvé que ce sol est sableux, d'après la classification USCS.
- Zone Zeriga 1 : De l'analyses granulométrie du sol on a trouvé que ce sol est argilo-limoneux, d'après la classification USCS.
- Zone Zeriga 2 : De l'analyses granulométrie du sol on a trouvé que ce sol est argileux, d'après la classification USCS.

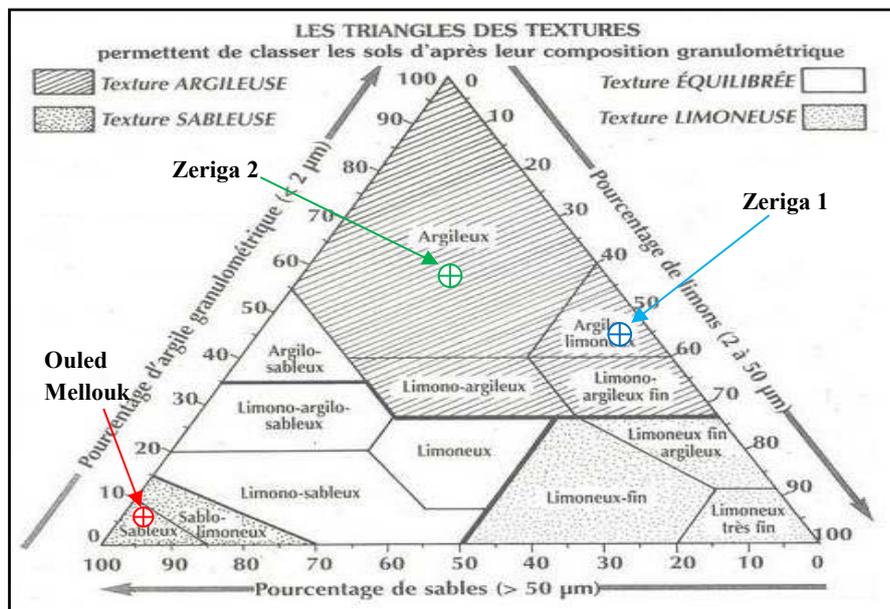


Figure. III.1. classification U.S.C.S [1].

III.2. Etude hydrographiques

Le périmètre d'extension de Maghnia est relativement bien drainée par :

- L'Oued Mouillah : L'Oued Mouillah affluent rive gauche de l'Oued Tafna, prend naissance dans la région d'El Abed en Algérie de 50 m d'altitude puis pénètre au Maroc et prend le nom de l'Oued Isly et suit une cour intermittent. Il redevient permanent à l'aval de la ville d'Oujda (Maroc) 490 m d'altitude pour prendre le nom l'Oued BOUNAIM et pénètre en Algérie aux environs de Maghnia sous l'appellation de l'Oued Mouillah, il reçoit à sa rive droite, Oued Ouerderffou avec ses affluents. Oued Abbas, Oued Aounia et Oued Mehagène [16].

Tableau III.9. Les caractéristiques de l'Oued Mouillah [16].

	Mouillah
Superficie du B.V (Km ²)	2650
Périmètre du B.V (Km)	230
Longueur de l'Oued (Km)	83
Altitude moyenne (m)	854

III.4. Qualité des eaux

La qualité de l'eau est un paramètre essentiel en irrigation. Les distributeurs et les goutteurs sont très sensible dont les fins orifices sont exposés au colmatage, soit d'ordre physique (dépôt d'éléments grossiers ou fins), soit d'ordre chimique (présence de calcaire ou fer dissous) [19].

III.4.1. Analyses chimiques des eaux de barrages

Dans le cas présent, il s'agit d'une eau de barrage, donc une eau chargée de matières en suspension et éventuellement de matières dissoutes. En ce qui concerne la qualité chimique de l'eau, il y'a des analyses chimiques qui déterminer la turbidité, le pH et même certains constituants chimiques de l'eau.

III.4.1.1. Analyses chimiques de Barrage de Hammam Boughrara

Le tableau III.10 Représente les résultats des analyses chimiques de l'eau de barrage de Hammam Boughrara.

Tableau III.10. Les analyses chimiques de l'eau du Barrage de Hammam Boughrara [25].

Description	pH	T °C	CE μS/cm	NH ₄ (mg/l)	Turbidité	PO ₄ (mg/l)	NO ₂ (mg/l)
Résultats	7,06	15,3	1531	2,1	1,72	1,3	0,05

En se basant sur les résultats de l'analyse, on a obtenu une conductivité électrique (CE) de 1531 μS/cm, qui explique que le risque salin de l'eau est moyen car ce CE fait partie de la classe : $0.75 < CE \text{ (dS/m)} < 2.25$ pour un risque de salinité moyen. Puis connaissant que le pH de l'eau d'irrigation doit être situé dans l'intervalle de 6,5 à 8,4 donc le pH de 7,06 obtenu ne donne aucun problème. Donc ces résultats montrent que l'eau du barrage Hammam Boughrara possède une bonne qualité physico-chimique et peut être utilisée sans problème à des fins d'irrigation.

III.4.1.2. Analyses chimiques de Barrage de Béni Bahdel

Le tableau III.11. Représente les résultats des analyses chimiques de l'eau de barrage de Béni Bahdel.

Tableau III.11. Les analyses chimiques de l'eau du Barrage de Béni Bahdel [26].

Description	pH	T °C	CE (μS/cm)
Résultats	8,23	16	383

En se basant sur les résultats de l'analyse, on a obtenu une conductivité électrique (CE) de 383 μS/cm, qui explique que le risque salin de l'eau est saline car ce CE fait partie de la classe : $0.25 < CE \text{ (dS/m)} < 0.75$ pour un risque de salinité. Puis connaissant que le pH de l'eau d'irrigation doit être situé dans l'intervalle de 6,5 à 8,4 donc le pH de 8,23 obtenu ne donne aucun problème. Donc ces résultats montrent que l'eau du barrage Béni-Bahdel possède une bonne qualité physico-chimique et peut être utilisée sans problème à des fins d'irrigation.

III.4. Etats actuel du périmètre de Maghnia

Le périmètre irrigué de la commune de Maghnia, qui s'étend sur une superficie 3000 ha irrigué et 1000 ha en traine de réhabilitation.

Les services de l'agriculture proposent l'extension du périmètre jusqu'aux régions frontalières de Zeriga et Ouled Mellouk, soit 3.000 ha. Avec l'inscription de ce projet qui permettra la réhabilitation des infrastructures hydrauliques.

CHAPITRE IV

Chapitre IV

Opportunité d'extension du périmètre de Maghnia

Introduction

Dans ce chapitre nous allons déterminer les besoins en eau des plantes et les débits nécessaires à l'irrigation, en vue de l'extension du périmètre d'irrigation de Maghnia.

IV.1. Ressource en eau disponible

Lors de l'aménagement d'un périmètre irrigué, la source d'eau joue un rôle très important dans le cycle du projet. Ainsi, les sources d'eau qui serviront à l'irrigation de notre périmètre sont :

- Barrage de Hammam Boughrara

Le tableau IV.1 présente les caractéristiques hydrauliques du barrage de Hammam Boughrara.

Tableau IV.1. Caractéristique hydrauliques du Barrage de Hammam Boughrara [25].

Capacité totale	177 Hm ³
Volume régularisé	59 Hm ³
Volume mort	23,30 Hm ³
Superficie du lac	894 Ha
Superficie du bassin versant	4000 Km ²
Débit de crue	5880m ³ /s (1000ans)
Apport solide moyen	501,100 T/an

- Barrage de Béni-Bahdel

Le tableau IV.2 présente les caractéristiques hydrauliques du barrage de Hammam Boughrara.

Tableau IV.2. Caractéristique hydrauliques du Barrage de Béni-Bahdel [26].

Capacité totale	63 Hm ³
Volume régularisé	48 Hm ³
Hauteur totale	70 m
Longueur totale	350 m
Superficie	1016 Km ²

Pour ce faire, Il est donc indispensable de mettre en place, un système de transfert des eaux depuis ces deux barrages jusqu'à leur lieu d'utilisation au périmètre de Maghnia.

IV.2. Type de culture potentiel et assolement :

D'après les services de la DSA (Direction des Services Agricoles de Maghnia) quatre types de cultures (céréale, olivier, maraichère, arbre fruitier) sont pratiquées dans le périmètre d'étude et sur une surface de référence de 4705ha nous avons calculé les pourcentages de répartition de chaque culture dans ce périmètre de références (**Tableau IV.3**). A la base de ces données l'assolement mentionné au tableau IV.4 a été proposé pour le périmètre en question.

Tableau IV.3. Assolement des cultures [23].

Cultures	superficie (ha)	Assolement (%)
Olivier	750	15,9
Céréale	3500	74,4
Maraichère	400	8,5
Arbre fruitier	55	1,2

Tableau IV.4. Assolement des cultures proposé.

Cultures	Assolement (%)	Coefficient cultural (Kc)	Profondeur des racines Z(m)
Olivier	20	0,6 à 0,8	1,5
Céréale	35	0,85	1,2
Maraichère	30	0,5 à 1	1,2
Arbre fruitier	15	0,5 à 0,8	1,5

IV.3. Besoins en eau

Les besoins en eau des cultures, peuvent être définis comme les doses apportées à la plante dans des moments propices, afin de mettre celles-ci dans les meilleures conditions d'humidité requises, pour obtenir un rendement agricole maximal [1].

IV.3.1. Définition des besoins en eau des cultures

Chez les plantes, comme chez tous les organismes vivants, la vie se traduit par un certain nombre de phénomènes qui concourent à leur évolution et à leur développement. Parmi les phénomènes fondamentaux de la vie chez les plantes nous retiendrons leur respiration, leur transpiration et leur nutrition.

En réalité les précipitations que l'on doit introduire dans le bilan sont celles qui correspondent en général une fréquence de 80 % (80% de chance pour avoir ces pluies; obtenues après étude statistique des précipitations mensuelles).

Ces précipitations ne peuvent être connues qu'après avoir procédé à une analyse fréquentielle d'une série de précipitations mensuelles aussi longue que possible.

En matière d'irrigation, nous cherchons à placer les plantes dans des conditions de production optimales et on base l'irrigation sur les valeurs de l'évapotranspiration maximale ETM, qui caractérise l'évapotranspiration d'une culture donnée, à différents stades de croissance :

- Lorsque l'eau n'est pas un facteur limitant;
- Les conditions agronomiques sont optimales (bonne fertilité du sol, apporte d'engrais suffisants, bon état sanitaire...).

$$ETM = K_c \times ET_0 \dots\dots\dots (IV.1)$$

ETM : évapotranspiration maximale.

ET₀ : évapotranspiration de référence (évapotranspiration potentielle).

K_c : coefficient de culture [1].

Le coefficient de culture dépend de type de culture appliqué en place. Ils sont donnés dans le tableau suit :

Tableau IV.5. Coefficient de culture pour chaque culture [1].

Type de culture	Maraichère	Céréale	Arbre fruitier	Olivier
Septembre	0,7	0,45	0,2	0,9
Octobre	0,7	0,8	0	/
Novembre	0,7	0,9	0	/
Décembre	0,7	0,9	0	/
Janvier	0,65	0,9	0	/
Février	0,65	0,9	0	/
Mars	0,7	0,9	0	/
Avril	0,7	0,9	0,5	0,6
Mai	0,7	/	0,8	0,6
Juin	0,7	/	0,8	0,6
Juillet	0,7	/	0,6	0,8
Aout	0,7	/	0,5	0,8

IV.3.2. Précipitation efficace (utile)

C'est la portion d'eau tombée contribuant à la satisfaction des besoins en eau de la culture, toute précipitation ne se transformant pas en ruissellement ou en eau de recharge de la nappe souterraine peut être considérée comme effective, au point de vue de l'irrigation, la pluie utile est déduite comme suit :

- Nous disposant une série de donnée des précipitations de 20 ans;
- Nous avons fait une étude statistique et des ajustements aux loi normale et log normal par l'emploi d'un logiciel spécifique « Rainbow » (analyse de la fréquence et de la probabilité, traçage des données hydrologiques, test d'homogénéité des enregistrements hydrologiques); les courbes d'ajustement sont donnés dans l'annexe. I.
 - Pour chaque mois nous tirons la précipitation de fréquence 80 % (P80 %) pour la loi d'ajustement qui donne un meilleur ajustement (coefficient de corrélation).
 - Nous éliminons les pluies faibles inférieures à 5 mm (car elle ne pénètre que peu dans le sol).

La pluie utile étant égale à P (80%) multiplié par un coefficient d'efficacité qui est de 0.8 [1].

Ce protocole de calcul de la pluie utile a été suivi mois par mois sur la série des pluies moyennes mensuelles de la station de Maghnia, les résultats obtenus sont résumés dans le tableau IV.6. D'après les résultats obtenus, nous remarquons que la loi Log normale d'ajuste mieux à notre série, Ainsi l'estimation de la pluie utile sera basée sur cette dernière.

Tableau IV.6. Coefficients de corrélation et valeur de pluie utile.

	R2 par l'ajustement à loi normale	P (80%) (mm) loi normale	R2 par l'ajustement à loi log normale	P (80%) (mm) loi log normale	P (80%)	La valeur Pu (mm)
Septembre	0,79	0	0,98	4,7	4,7	0
Octobre	0,83	7,3	0,94	8,9	8,9	7,12
Novembre	0,89	19,4	0,96	17,5	19,4	15,52
Décembre	0,84	11,7	0,97	14,8	14,8	11,84
Janvier	0,94	15,3	0,89	10,2	15,3	12,24
Février	0,96	14,8	0,85	14,7	14,8	11,84
Mars	0,83	11,8	0,94	10,8	11,8	9,44
Avril	0,85	6,8	0,98	9	9	7,2
Mai	0,88	4,1	0,91	4,6	4,6	0
Juin	0,76	0	0,9	0	0	0
Juillet	0,51	0	0,67	0	0	0
Aout	0,75	0	0,83	0	0	0

IV.3.3. Evapotranspiration

IV.3.3.1. Méthodes d'évaluation de l'évapotranspiration

Le plus souvent l'évapotranspiration est calculée par des formules à partir des données climatiques mesurées, mais ces formules (Turc, Penman, Blaney-criddle,...) ne sont pas toutes équivalentes, leurs représentativités varient selon les paramètres utilisés et les régions climatiques où elles ont été établies.

Les formules, les plus utilisées en Algérie sont celles de Turc (France 1960), et Penman (Angleterre 1948) et Blaney-criddle (U.S.A 1945). Pour notre cas nous avons utilisé la formule de Penman par application sur le logiciel CROPWAT.

➤ **La Formule de Penman**

Pour calculer l'ETP au pas de temps journalier, il est préférable d'utiliser la formule de Penman-Monteith, cette formule a pour avantage, au pas de temps journalier, de mieux prendre en compte, que celle de Penman, l'effet de la turbulence due au vent.

La formule est la suivante :

$$ETP = P'(t) \cdot \frac{R_n}{L} + \gamma \cdot \frac{E_a}{P(t) + \gamma} \dots \dots \dots (IV.2)$$

Avec :

Rn : rayonnement net « climatique »

Ea : pouvoir évaporant de l'air, fonction du vent et du déficit de saturation de l'air.

L : chaleur latente de vaporisation (2,5. 106 J/Kg)

γ : constante psychrométrique (0,65 hPa / °C).

$p \backslash (t)$: valeur de dérivée de la fonction de pression partielle de vapeur d'eau saturante en fonction de la pression partielle de vapeur d'eau en fonction de la température, pour la température de l'air T [1].

Le calcul de l'ETP s'est fait par le logiciel CROPWAT.

➤ **Le logiciel CROPWAT**

Ce logiciel a été conçu dans le but de calculer l'évapotranspiration, les besoins en eau des cultures et plus particulièrement la conception et la gestion de dispositifs d'irrigation. Il est également utilisé pour déterminer le rendement agricole. Toutefois, il est possible de l'utiliser pour faire des calculs de rendement sans irrigation. Nous pouvons aussi utiliser ce programme pour observer des périodes de déficits en eau dans le sol [7].

IV.3.3.2. Calcul de l'évapotranspiration

Les résultats obtenus en utilisant le logiciel CROPWAT sont résumés dans la figure IV.1 et le tableau IV.7 par l'application de Penman.

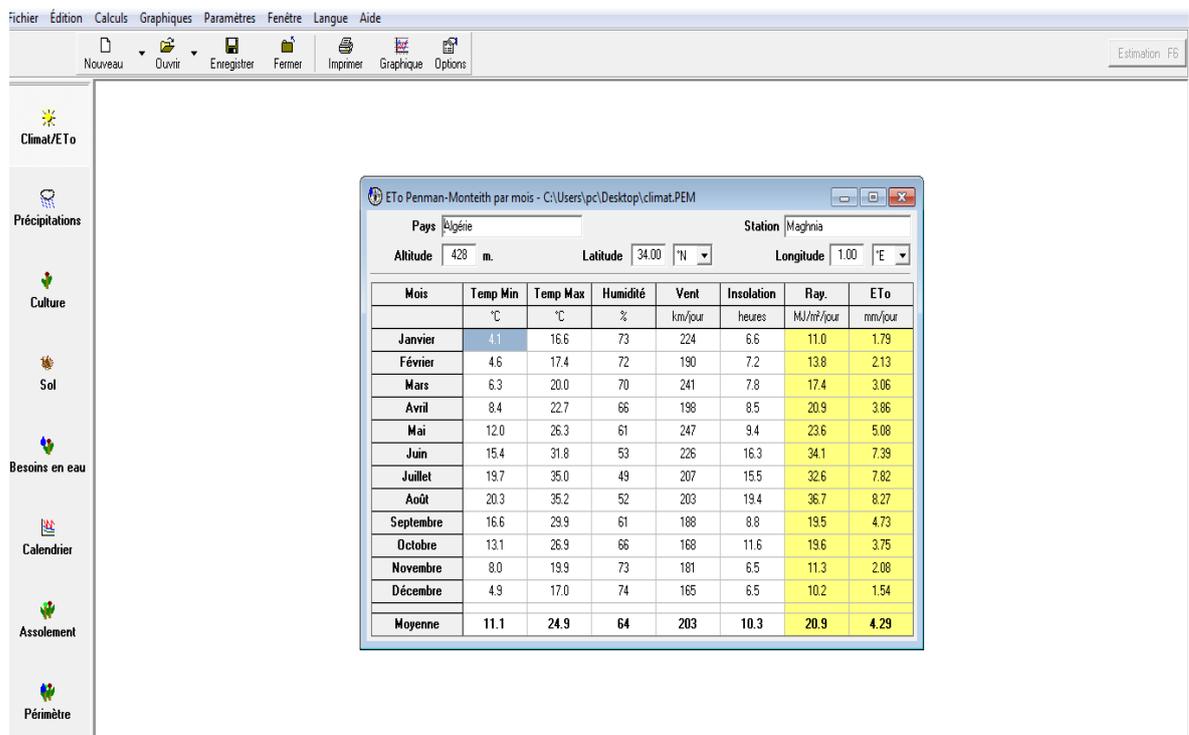


Figure IV.1. Calcul de l'ET0 par le logiciel Cropwat.

Tableau IV.7. L'évapotranspiration la Formule de Penman.

	T _{min} C°	T _{max} C°	Humidité %	Vent (Km/j)	Insolation (h)	Ray (Mj/cm ² /j)	ETP (mm/mois)
Janvier	4,1	16,6	73	224	6,6	11	55,49
Février	4,6	17,4	72	190	7,2	13,8	59,64
Mars	6,3	20	70	241	7,8	17,4	94,86
Avril	8,4	22,7	66	198	8,5	20,9	115,8
Mai	12	26,3	61	247	9,4	23,6	157,48
Juin	15,4	31,8	53	226	16,3	34,1	221,7
Juillet	19,7	35	49	207	15,5	32,6	242,42
Aout	20,3	35,2	52	203	19,4	36,7	256,37
Septembre	16,6	29,9	61	188	8,8	19,5	141,9
Octobre	13,1	26,9	66	168	11,6	19,6	116,25
Novembre	8	19,9	73	181	6,5	11,3	62,4
Décembre	4,9	17	74	165	6,5	10,2	47,74

IV.3.4. Calcul des besoins en eau

IV.3.4.1. Généralité sur les besoins d'eau pour les cultures

Pour déduire les besoins en eau nous basons sur le bilan hydraulique, nous comparons la quantité d'eau disponible naturellement pour les végétaux et les prélèvements de ces même végétaux supposés placés dans des conditions optimales de l'approvisionnement en eau.

Besoins nets = Prélèvement – Fraction des précipitations stockée dans la zone racinaire – éventuelle réserve

$$\text{Besoins} = \text{ETM} - \text{Pu} - \text{X Rfu} \pm \Delta\text{H} \dots \dots \dots (\text{IV.3})$$

ETM: évapotranspiration de la culture (mm),

Pu: précipitation efficace (mm),

X Rfu: variation de la réserve d'eau du sol (mm), différence entre les quantités d'eau disponible dans la zone racinaire au début et à la fin de la saison végétative

$\pm \Delta\text{H}$: contribution de la nappe.

La dose pratique d'arrosage, dans le cas d'une irrigation traditionnelle, est donnée par la d_p (mm) = Rfu (mm). Avec Rfu est la réserve facilement utilisable.

➤ **La dose pratique d'arrosage : $D_p = \text{Rfu} \dots \dots \dots (\text{IV.4})$**

Rfu: réserve facilement utilisable (définie plus loin).

- **Fréquence d'arrosage** : calculer par le rapport entre les besoins et la dose pratique :

$$N = \frac{Beir}{Dp} \dots\dots\dots(IV.5)$$

La valeur trouvée doit être arrondie au nombre immédiatement supérieur.

- **La dose réelle d'arrosage** : $Dr = \frac{Beir}{N} \dots\dots\dots(IV.6)$

- **Les besoin brutes sont donnée par** : $B_{brute} = \frac{B_{net}}{\eta_G} \dots\dots\dots(IV.7)$

B_{net} : sont les besoins nets

- **Coefficient d'utilisation de l'eau d'arrosage K_{ut}**:

C'est le rapport entre le besoin des plantes et l'eau distribuée en tête des parcelles irriguées.

Elle peut être de l'ordre de 0.7 pour l'irrigation traditionnelle et 0.99 pour l'aspersion [1].

- **L'efficience du réseau η_{réseau}**:

C'est le rapport de la qualité de distribuée en tête de chaque parcelle à la qualité prélevée en tête du réseau. Elle dépend évidemment de distribution; pour une distribution par canaux il de 0,7 et pour distribution par conduites il est de 0.95.

Dans notre cas nous proposons un réseau distribution par conduites sous pression alors Nous prenons **η_{réseau} = 0.95**, et pour le **K_{ut}** la moyenne entre l'irrigation traditionnelle et aspersion égale **0.845** car nous ne pouvons pas se prononcé sur le mode d'irrigation à adopter [1].

η_G : est l'efficience global : $\eta_G = \eta \times K_{tu} \dots\dots\dots(IV.8)$

η_G = 0.855 (pour notre cas).

- **Le débit fictif continu au mois de pointe** :

C'est une notion très importante, il est donné comme suit :

$$Dfc = \frac{Beir \text{ l/ha}}{T(s)} \dots\dots\dots (IV.9)$$

T= la période de mois considéré en seconde.

- **Le débit continu net de mois de pointe du périmètre** :

Le débit net du périmètre au mois de pointe est calculé avec la formule suivent :

$$q_{net} = \frac{\sum Dfc \times S_i}{S_T} \dots\dots\dots (IV.10)$$

Avec :

q net : le débit net.

Dfc : le débit fictif continu de mois de pointe de chaque culture;

Si : la surface occupé avec chaque culture ;

ST : la surface totale [1].

IV.3.4.2. Quelques notions importantes

a) Profondeur utile

La profondeur d'enracinement de la culture détermine la taille du compartiment de sol exploitable par le système racinaire.

Les plantes ont des comportements d'enracinement différents, certains se limites, quelque soit le sol à 60 cm, d'autre peut atteindre 10 m ou plus, et voici les valeurs de profondeur d'enracinement (Z) en mètre pour chaque culture. Le tableau IV.7 résume les profondeurs d'enracinement des les cultures cultivées à Zerigua et Ouled Melouk.

Tableau IV.8. Profondeur utile pour les cultures existantes en (mètre) [1].

Arbres fruitiers	Olivier	C maraichère	céréale
1.5m	1.8m	0.9m	1.2m

b) Point de flétrissement

Comme son nom l'indique, l'humidité au point de flétrissement représente la teneur en eau du sol en dessous de laquelle l'absorption de l'eau par la racine est bloquée (ce qui entraine le flétrissement).

Elle constitue la limite inférieure de la réserve d'eau disponible pour les plantes, la limite supérieure étant la capacité de rétention [1].

c) Réserve utile (Ru)

C'est la quantité d'eau du réservoir d'un sol pouvant être plus ou moins facilement utilisée par les racines d'une plante, variant au cours du temps en fonction des apports, et des pertes dues à l'ETR du couvert végétal.

La réserve d'eau utile du sol (RU) est définie par les paramètres hydriques du sol : la capacité de rétention et le point de flétrissement permanent, et par la profondeur utile qui peut être limitée; soit par des facteurs pédologiques : encroûtement, nappe phréatique salée, soit par l'enracinement des cultures [20].

Elle exprimé par la relation:

$$Ru = Hvr - Hvf \times Z = (Hr - Hf) \times da \times Z \dots\dots\dots(IV.11)$$

Hr : humidité du sol sur base massique en pourcent de la capacité de rétention en eau ;

Hf : humidité du sol au point de flétrissement ;

Z : profondeur d'enracinement en (mm) ;

Ru : réserve utile ;

Nous avons aussi :

$$Hr = 1.84 He \dots\dots\dots(IV.12)$$

Donc l'équation devient :

$$Ru(m^3/ha) = 4500 \times Z \times da \times He \dots\dots\dots(IV.13)$$

d) Réserve facilement utilisable (Rfu)

La réserve facilement utilisable (RFU) est la quantité d'eau qu'une plante peut extraire d'un sol sans que sa production ne soit affectée de façon notable. Elle est définie par l'introduction d'un coefficient empirique, f.

$$Rfu = f \times Ru \dots\dots\dots(IV.14)$$

Ce coefficient représente le risque potentiel de soumettre la plante à un stress hydrique, celui ci est fonction de la culture. Il est généralement admis de lui donner une valeur de 2/3 [20].

$$\text{Donc : } Rfu = \frac{2}{3} \times Ru = 3000 \times da \times Z \times He \dots\dots\dots(IV.15)$$

Les tableaux IV.9 jusqu'au IV.12 donnent les calculs des besoins des cultures envisagées.

Tableau IV.9. Besoins en eau d'irrigation des oliviers.

Olivier	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
P (80%)	15,3	14,8	11,8	9	4,6	0	0	0	4,7	8,9	19,4	14,8
Pu (mm)	12,24	11,84	9,44	7,2	0	0	0	0	0	7,12	15,52	11,84
ETP (mm)	55,49	59,64	94,86	115,8	157,48	221,7	242,42	256,37	141,9	116,25	62,4	47,74
Kc	0	0	0	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,9	0	0	0
Rfu (mm)	94,18	94,18	94,18	94,18	94,18	94,18	94,18	94,18	94,18	94,18	94,18	94,18
ETM=ETP*Kc	0,00	0,00	0,00	69,48	94,49	133,02	193,94	205,10	127,71	0,00	0,00	0,00
ETM-Pu	0,00	0,00	0,00	62,28	94,49	133,02	193,94	205,10	127,71	0,00	0,00	0,00
Stock d'eau d'avant	0	12,24	24,08	33,52	0	0	0	0	0	0	7,12	22,64
Beir (mm)	0,00	0,00	0,00	28,76	94,49	133,02	193,94	205,10	127,71	0,00	0,00	0,00
Stock après	12,24	24,08	33,52	0	0	0	0	0	0	7,12	22,64	34,48
Berr (m ³ /ha)	0,0	0,0	0,0	287,6	944,9	1330,2	1939,4	2051,0	1277,1	0,0	0,0	0,0
Dfc (l/s/ha)	0,00	0,00	0,00	0,11	0,35	0,51	0,72	0,77	0,49	0,00	0,00	0,00
Dp (m ³ /ha)	941,8	941,8	941,8	941,8	941,8	941,8	941,8	941,8	941,8	941,8	941,8	941,8
n	0	0	0	0,3054	1,0033	1,4124	2,0592	2,1777	1,3560	0	0	0
N	0	0	0	1	2	2	3	3	2	0	0	0
Dr (m ³ /ha)	0	0	0	287,6	472,4	665,1	646,5	683,7	638,6	0	0	0
B brute (m ³ /ha) =Dr/0,855	0	0	0	336,4	552,6	777,9	756,1	799,6	746,8	0	0	0
Dfc (mois de pointe)		Aout	0,77 l/s/ha									

Tableau IV.10. Besoins en eau d'irrigation des cultures maraichères.

C Maraichère												
Mois	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
P (80%)	15,3	14,8	11,8	9	4,6	0	0	0	4,7	8,9	19,4	14,8
Pu (mm)	12,24	11,84	9,44	7,2	0	0	0	0	0	7,12	15,52	11,84
ETP (mm)	55,49	59,64	94,86	115,8	157,48	221,7	242,42	256,37	141,9	116,25	62,4	47,74
Kc	0,65	0,65	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Rfu (mm)	47,1	47,1	47,1	47,1	47,1	47,1	47,1	47,1	47,1	47,1	47,1	47,1
ETM=ETP*Kc	36,07	38,77	66,40	81,06	110,24	155,19	169,69	179,46	99,33	81,38	43,68	33,42
ETM-Pu	23,83	26,93	56,96	73,86	110,24	155,19	169,69	179,46	99,33	74,26	28,16	21,58
Stock d'eau d'avant	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,12	0
Beir (mm)	23,83	26,93	56,96	81,06	110,24	155,19	169,69	179,46	99,33	74,26	21,04	21,58
Stock après	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,12	0	0
Berr (m ³ /ha)	238,285	269,26	569,62	810,6	1102,4	1551,9	1696,9	1794,6	993,3	742,6	210,4	215,78
Dfc (l/s/ha)	0,09	0,11	0,21	0,31	0,41	0,60	0,63	0,67	0,38	0,28	0,08	0,08
Dp (m ³ /ha)	471	471	471	471	471	471	471	471	471	471	471	471
n	0,5059	0,5717	1,2094	1,7210	2,3406	3,2949	3,6028	3,8102	2,1089	1,5766	0,4467	0,4581
N	1	1	1	1	3	4	4	4	3	2	1	1
Dr (m ³ /ha)	238,3	269,3	569,6	810,6	367,5	388,0	424,2	448,7	331,1	371,3	210,4	215,8
B brute (m ³ /ha)=Dr/0,855	278,7	314,9	666,2	948,1	429,8	453,8	496,2	524,7	387,3	434,3	246,1	252,4
Dfc (mois de pointe)		Aout	0,67 l/s/ha									

Tableau IV.11. Besoins en eau d'irrigation des céréales.

Céréale	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
Mois	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
P (80%)	15,3	14,8	11,8	9	4,6	0	0	0	4,7	8,9	19,4	14,8
Pu (mm)	12,24	11,84	9,44	7,2	0	0	0	0	0	7,12	15,52	11,84
ETP (mm)	55,49	59,64	94,86	115,8	157,48	221,7	242,42	256,37	141,9	116,25	62,4	47,74
Kc	0,9	0,9	0,9	0,9	0	0	0	0	0	0,8	0,9	0,9
Rfu (mm)	62,8	62,8	62,8	62,8	62,8	62,8	62,8	62,8	62,8	62,8	62,8	62,8
ETM=ETP*Kc	49,94	53,68	85,37	104,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	93,00	56,16	42,97
ETM-Pu	37,70	41,84	75,93	97,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	85,88	40,64	31,13
Stock d'eau d'avant	0	0	0	7,2	0	0	0	0	0	0	7,12	0
Beir (mm)	37,70	41,84	75,93	97,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	85,88	33,52	31,13
Stock après	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,12	0	0
Berr (m ³ /ha)	377,0	418,4	759,3	970,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	858,8	335,2	311,3
Dfc (l/s/ha)	0,14	0,17	0,28	0,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32	0,13	0,12
Dp (m ³ /ha)	628	628	628	628	628	628	628	628	628	628	628	628
n	0,6003	0,6662	1,2091	1,5449	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,3675	0,5338	0,4956
N	1	1	2	2					0	2	1	1
Dr (m ³ /ha)	377,0	418,4	759,3	485,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	429,4	335,2	311,3
B brute (m ³ /ha)=Dr/0,855	440,9	489,3	444,1	567,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	502,2	392,0	364,0
Dfc (mois de pointe)		Octobre	0,32 l/s/ha									

Tableau IV.12. Besoins en eau d'irrigation des arbres fruitiers.

A fruitier	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
Mois	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
P (80%)	15,3	14,8	11,8	9	4,6	0	0	0	4,7	8,9	19,4	14,8
Pu (mm)	12,24	11,84	9,44	7,2	0	0	0	0	0	7,12	15,52	11,84
ETP (mm)	55,49	59,64	94,86	115,8	157,48	221,7	242,42	256,37	141,9	116,25	62,4	47,74
Kc	/	/	/	0,5	0,8	0,8	0,6	0,5	0,2	/	/	/
Rfu (mm)	78,49	78,49	78,49	78,49	78,49	78,49	78,49	78,49	78,49	78,49	78,49	78,49
ETM=ETP*Kc	0	0	0	57,9	126,0	177,4	145,5	128,2	28,4	0	0	0
ETM-Pu	0	0	0	50,7	126,0	177,4	145,5	128,2	28,4	0	0	0
Stock d'eau d'avant	0	12,24	24,08	33,52	0	0	0	0	0	0	7,12	22,64
Beir (mm)	0	0	0	17,2	126,0	177,4	145,5	128,2	28,4	0	0	0
Stock après	12,24	24,08	33,52	0	0		0	0	0	7,12	22,64	34,48
Berr (m ³ /ha)	0	0	0	171,8	1259,84	1773,6	1454,52	1281,85	283,8	0	0	0
Dfc (l/s/ha)	0,00	0,00	0,00	0,07	0,47	0,68	0,54	0,48	0,11	0,00	0,00	0,00
Dp (m ³ /ha)	784,9	784,9	784,9	784,9	784,9	784,9	784,9	784,9	784,9	784,9	784,9	784,9
n	0,0000	0,0000	0,0000	0,2189	1,6051	2,2597	1,8531	1,6331	0,3616	0,0000	0,0000	0,0000
N	0	0	0	1	2	3	2	2	1	0	0	0
Dr (m ³ /ha)	0	0	0	171,8	629,92	591,2	727,26	640,925	283,8	0	0	0
B brute (m ³ /ha) =Dr/0,855	0	0	0	200,9	736,7	691,5	850,6	749,6	331,9	0	0	0
Dfc (mois de pointe)		Juin	0,68 l/s/ha									

Tableau IV.13. Besoins en eau d'irrigation globaux du périmètre.

Mois	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
Dfc (l/s/ha) C. Maraichère	0,089	0,111	0,213	0,313	0,412	0,599	0,634	0,670	0,383	0,277	0,081	0,081
Dfc (l/s/ha) Céréale	0,141	0,173	0,284	0,374	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,321	0,129	0,116
Dfc (l/s/ha) A. Fruitier	0,000	0,000	0,000	0,066	0,470	0,684	0,543	0,479	0,109	0,000	0,000	0,000
Dfc (l/s/ha) Olivier	0,000	0,000	0,000	0,111	0,353	0,513	0,724	0,766	0,493	0,000	0,000	0,000
Q besoins net (l/s)	493,71	610,46	1059,6	1670,2	1719,8	2501,8	2706,2	2768,6	1494,5	1270,1	452,49	421,48
Q besoins brut (l/s)	577,44	713,99	1239,4	1953,5	2011,4	2926,1	3165,1	3238,1	1748,0	1485,5	529,23	492,96
Dfc Total net (l/s/ha)	0,08	0,09	0,16	0,26	0,26	0,38	0,42	0,43	0,23	0,20	0,07	0,06
η	0,855	0,855	0,855	0,855	0,855	0,855	0,855	0,855	0,855	0,855	0,855	0,855
Dfc Total brut (l/s/ha)	0,09	0,11	0,19	0,30	0,31	0,45	0,49	0,50	0,27	0,23	0,08	0,08

Tableau IV.14. Les volumes totaux du périmètre.

Mois	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc	Totale
Besoin maraichère m³/ha	238,28	269,26	569,62	738,6	1102,36	1551,9	1696,94	1794,59	993,3	742,55	210,4	215,78	10123,58
besoin céréale m³/ha	377,0	418,4	759,3	970,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	858,8	335,2	311,3	4030,17
besoin arbre fruitier m³/ha	0	0	0	171,8	1259,84	1773,6	1454,52	1281,85	283,8	0	0	0	6225,41
besoin olivier m³/ha	0,0	0,0	0,0	287,6	944,9	1330,2	1939,4	2051,0	1277,1	0,0	0,0	0,0	7830,1
volume maraichère m³	464656	525057	1110759	1440270	2149602	3026205	3309033	3499451	1936935	1447973	410280	420771	19740991
volume céréale m³	857698	951769	1727499	2207205	0	0	0	0	0	1953770	762580	708117	9168637
volume arbre fruitier m³	0	0	0	167505	1228344	1729260	1418157	1249804	276705	0	0	0	6069775
volume olivier m³	0	0	0	373880	1228344	1729260	2521168	2666248	1660230	0	0	0	10179130
volume total net m³	1322354	1476826	2838258	4188860	4606290	6484725	7248358	7415502	3873870	3401743	1172860	1128888	45158532
volume total Brute m³	1546612	1727282	3319599	4899251	5387474	7584474	8477612	8673102	4530842	3978646	1371766	1320336	52816997

- Le tableau IV.13 nous a permis d'en tirer, que le mois de pointe est **Aout** avec un débit fictif continu qui est égale à **0.50 l/s/ha**, ce débit est dit débit caractéristique du périmètre de l'extension de Maghnia. C'est un paramètre très important car le calcul et le dimensionnement du réseau d'irrigation sera basé sur ce dernier.

- D'après O.P.I les volumes d'eau qui seront affectés au périmètre de Maghnia sont de 38 million m³/an à partir du barrage de Béni Bahdel et de 20 millions m³/an à partir barrage de Hammam Boughrara; soit un volume totale de 58 millions de m³/an en parallèle d'après nos calcul notre périmètre aura besoin de **52.82 millions m³/an** (tableau V.14), donc le volume d'eau affecté à ce périmètre satisferait largement les besoins en eau de notre périmètre , avec un gain d'un volume de 6 million m³.

IV.3.5.Confrontation entre ressources et besoins des cultures:

Selon l'O.P.I et suite à la nouvelle politique d'affectation des ressources en eau de la wilaya et après l'intégration du dessalement entreprise par la direction des ressources en eau, il sera affecté au périmètre de Maghnia un débit de 2500 l/s à partir du barrage Béni Bahdel et un débit de 2500 l/s à partir du barrage de Hammam Boughrara. Soit un débit global disponible pour l'irrigation de **5000 l/s**.

Par contre, avec nos calculs nous avons trouvé que le Dfc moyenne brute pour le périmètre est de 0.5 l/s/ha, Soit des besoins brute du périmètre de 6500ha ; $Q_{\text{besoin}} = 0.5 \times 6500 = 3250 \text{ l/s}$ qui est inférieur au débit disponible de 5000 l/s. Donc le débit disponible peut couvrir largement les besoin en eau de ce périmètre. A la fin de la confrontation entre les sources d'eau et les besoins, on peu juger que théoriquement la quantité d'eau disponible peut satisfaire les besoins d'irrigation, c'est-à-dire que le débit disponible est suffisant si l'on adopte une distribution continus.

IV.4. Choix de type d'irrigation :

Nous avons choisie comme mode d'irrigation le système " aspersion " car il nous permet une importante économie d'eau en le comparant avec les autres systèmes d'irrigation existants, il permet aussi une précision et une répartition régulière des quantités d'eau a distribuées aux cultures et aussi irrigation localisée pour les oliviers et les arbres fruitiers.

CHAPITRE V

Chapitre V

Dimensionnement du réseau de d'irrigation

Introduction

Dans ce chapitre nous allons dimensionner les différents ouvrages qui doivent véhiculer les quantités d'eau déterminées jusqu'à la parcelle pour être réparties entre les plantes.

V.1. Description de réseau globale

Le réseau général de notre périmètre contient des ouvrages qui composent la tête morte et le réseau de distribution.

V.1.1. Tête morte

Nous appelons tête morte, l'ouvrage qui lie le lieu de mobilisation (barrage, source, forage ou puits..) au réseau de distribution.

V.1.2. Réseau de distribution

Nous adoptons un réseau ramifié pour répondre au besoin de l'eau au niveau des prises dans le périmètre. Ce réseau est équipé avec des conduites et les bornes d'irrigation à partir desquelles chaque fellah peut se raccorder pour irriguer sa parcelle.

V.2. Proposition d'un réseau d'irrigation

Afin de répondre aux besoins en eau d'irrigation. Nous devons créer un réseau capable de fournir toutes les exigences de la quantité et de quantité de l'eau jusqu'aux prises.

Un réseau d'irrigation sera l'ensemble des organes ouvrages et appareils qui assureront le transport, la répartition et la distribution à chaque exploitation agricole, même à chaque parcelle, des eaux destinées à l'arrosage.

Après avoir été captées, les eaux doivent éventuellement être stockées et en tous les cas amenées sur les lieux d'utilisation, qui se trouvent parfois loin du captage, en quantité voulue et au moment propice [1].

Des divers modes de distribution énumérés au chapitre I ; nous proposons pour le périmètre de l'extension de Maghnia une distribution à la demande, qui laisse l'irrigant libre d'utiliser sa prise à sa guise, mais elle suppose que les irrigants connaissent parfaitement la demande en eau de leurs cultures.

Avant de passer au dimensionnement hydraulique, un tracé optimal doit être érigé. Ce tracé est réalisé en suivant les actions suivantes:

- Remembrement des parcelles en îlots d'exploitation.

- Positionné des prises et leurs regroupements en bornes.
- Répartition des bornes et plan des bornes.
- Tracé du réseau.

V.2.1. Remembrement des parcelles

Pour un équipement adéquat du périmètre, le parcellaire doit s'adapter aux exigences de l'aménagement hydro-agricole et non l'inverse, le remembrement des exploitations était donc nécessaire. Cette opération consiste à regrouper les parcelles d'une même agriculture, leur donner une forme géométrique régulière et économiquement viable. Il permet aux nouvelles parcelles d'être à l'intérieur de la grille qui est composée par des réseaux des routes, des chemins principaux et ordinaires, des bandes de brise-vent, des canaux de drainage et des limites des unités d'irrigation. Par conséquent une meilleure utilisation du matériel agricole.

La figure V.1 représente le plan parcellaire après remembrement effectué par O.P.I
Nous nous contenterons dans ce travail à dimensionner le réseau de distribution des eaux de l'ensemble d'ilots (bloc d'ilots) N°II mentionné à la Figure. V.2

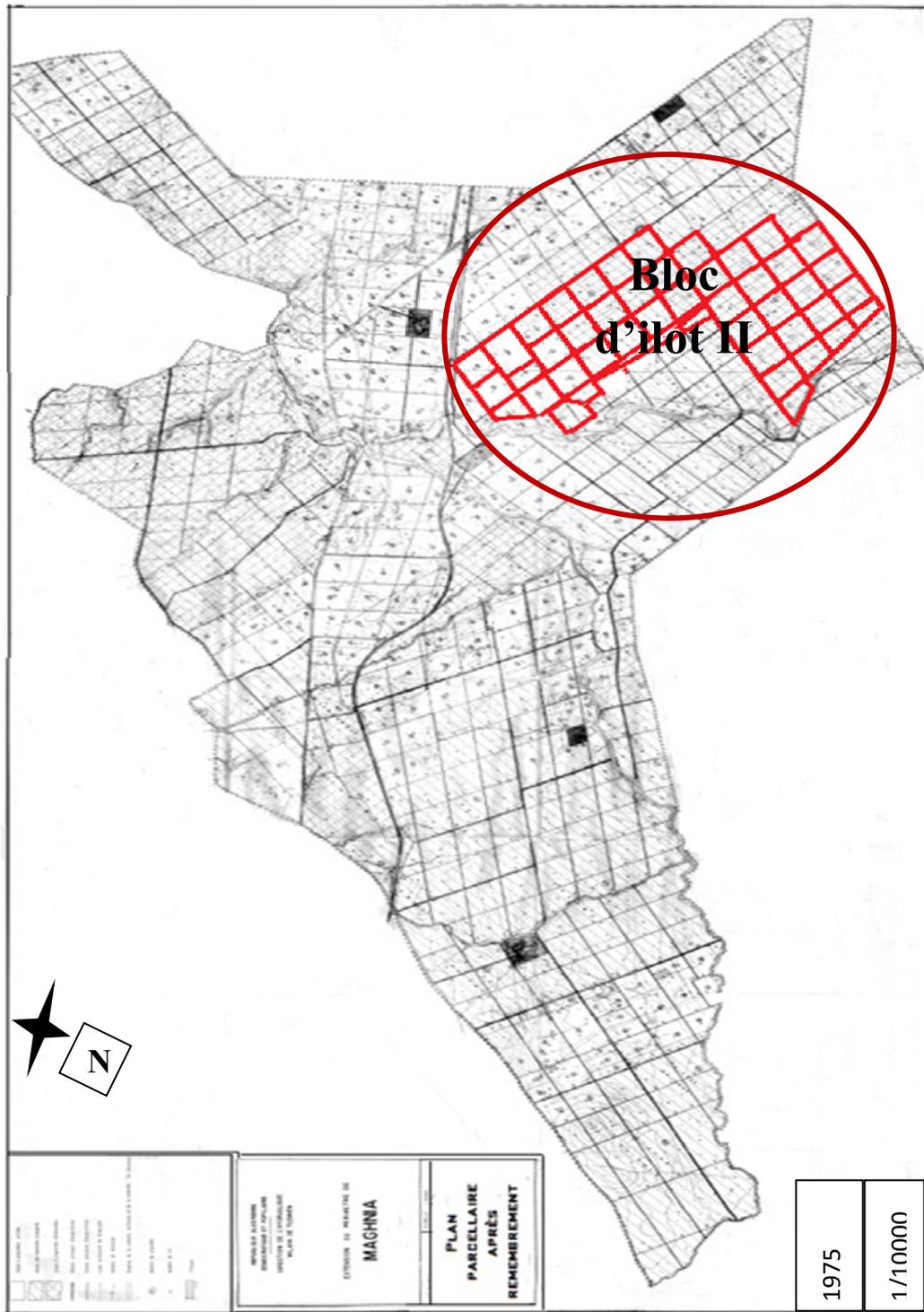


Figure V.1. Plan parcellaire après le remembrement [24].

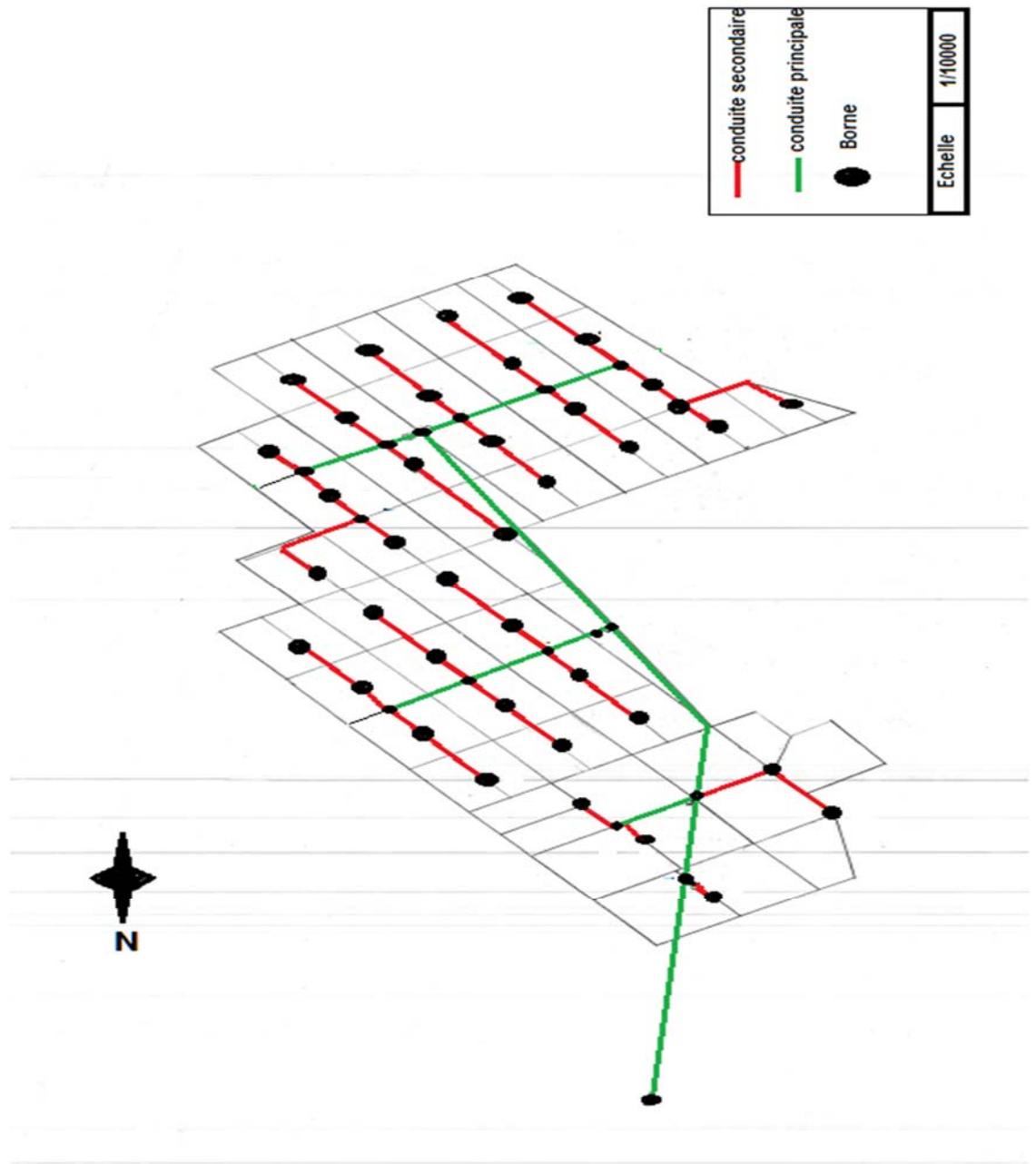


Figure. V.2. Schéma de réseau de distribution proposé.

V.2.2. Affectation des prises

Après remembrement des parcelles des ilots d'exploitation ont été érigés ; il convient d'affecter à chaque ilot une prise.

La prise desservant une parcelle peut être au milieu de la parcelle, en bordure de sa façade sur le chemin d'accès, en limite de la parcelle voisine, ou bien à une certaine distance nécessitant l'utilisation d'une conduite d'approche, disposée en limite des parcelles voisines [21].

Le regroupement des débits de prise exigé par les parcelles cultivé en classes limités des prises facilitera le calcul du réseau; alors que si chaque prise sera dotée d'un débit particulier relatif à surface irriguée, il y'aura autant de classe que de prise, ce qui compliquera le calcul de réseau.

Nous adoptons pour notre cas 5 classes de prises. Le choix des prises qui seront affectées en fonction des surfaces irriguées, le tableau suivant mentionne les classes de prises adoptées pour notre périmètre:

Tableau V.1. Classe de prises adoptées au périmètre [21].

Classe	Surface minimal irrigué (ha)	Surface maximal irrigué (ha)	Débit disponible (m ³ /h)	Débit disponible (l/s)
1	1,5	3	20	5,6
2	3	5,5	50	13,9
3	5,5	8	75	20,8
4	8	11	100	27,8
5	11	15	125	34,8

A partir du tableau V.1, à chaque ilot d'exploitation sera affectée une prise d'eau selon sa surface, le tableau V.2. Résume cette affectation de prise

Tableau V.2. Affectation de prises aux ilots.

N° d'ilot	Surface (ha)	Prise (l/s)	N° d'ilot	Surface (ha)	Prise (l/s)	N° d'ilot	Surface (ha)	Prise (l/s)
A1	4,68	13,9	A28	6,48	20,8	A55	6,48	20,8
A2	4,68	13,9	A29	2,53	5,6	A56	6,48	20,8
A3	6,48	20,8	A30	4,68	13,9	A57	4,20	13,9
A4	6,48	20,8	A31	6,48	20,8	A58	6,48	20,8
A5	6,48	20,8	A32	6,48	20,8	A59	6,48	20,8
A6	6,48	20,8	A33	6,48	20,8	A60	6,48	20,8
A7	6,48	20,8	A34	6,48	20,8	A61	6,48	20,8
A8	6,48	20,8	A35	6,48	20,8	A62	6,48	20,8
A9	5,4	13,9	A36	6,48	20,8	A63	6,48	20,8
A10	5,4	13,9	A37	7,23	20,8	A64	6,48	20,8
A11	6,48	20,8	A38	6,48	20,8	A65	6,48	20,8

A12	6,48	20,8	A39	6,48	20,8	A66	6,48	20,8
A13	6,48	20,8	A40	6,48	20,8	A67	6,48	20,8
A14	6,48	20,8	A41	6,48	20,8	A68	6,48	20,8
A15	6,48	20,8	A42	6,48	20,8	A69	6,48	20,8
A16	6,48	20,8	A43	6,48	20,8	A70	5,60	20,8
A17	6,48	20,8	A44	6,48	20,8	A71	12,96	34,8
A18	6,48	20,8	A45	6,48	20,8	A72	12,96	34,8
A19	5,94	20,8	A46	6,48	20,8	A73	6,48	20,8
A20	5,94	20,8	A47	6,48	20,8	A74	6,48	20,8
A21	6,48	20,8	A48	6,48	20,8	A75	9,54	27,8
A22	6,48	20,8	A49	6,48	20,8	A76	12,96	34,8
A23	6,48	20,8	A50	6,27	20,8	A77	11,52	34,8
A24	6,48	20,8	A51	6,48	20,8	A78	15,12	34,8
A25	6,48	20,8	A52	6,48	20,8	A79	9,54	27,8
A26	6,48	20,8	A53	6,48	20,8	A80	12,96	34,8
A27	6,48	20,8	A54	6,48	20,8	A81	12,96	34,8

IV.2.3. Plan des bornes

Une fois les prises affecté aux ilots, il convient de positionner les bornes sur le plan des ilots d'exploitation et de regrouper les prises sur les bornes. Une borne peut regrouper jusqu'à 4 prises et parfois davantage [21].

Le plan d'implantation des bornes est le résultat d'un compromis entre les utilisateurs et celui de l'organisme d'aménagement qui cherche à limiter le nombre (diminuer le cout).

V.2. 4.Tracé du réseau

Répartition équitable de l'eau d'une manière satisfaisante pour toutes les parties exige un bon traçage du réseau. Afin d'éviter l'augmentation du prix de la mise en œuvre du projet il faut raccorder entre le plus proche bornes. Une fois que le plan de bornage élaboré il s'agit de relier le plus économiquement possible les borne à l'origine de réseau (réservoir de mise en charge ou station de pompage) et le tracé recherché et réseau ramifié; le maillage n'est adopté que un renforcement [1].

Le tracé proposé pour le périmètre de l'extension de Maghnia, en raccordant les bornes proposées en en suivant les routes, les sentiers et les limites des parcelles pour ne créer des conflits entre les irrigants.

V.3. Calcul des débits transitant dans les divers tronçons du réseau:

Comme il a été signalé précédemment le mode de distribution adopté est la demande

V.3.1. Base de calcul d'une distribution à la demande :

C'est plus complexe que les autres modes, car les appels des débits sont totalement libres donc aléatoires. R.CLEMENT propose une modèle pour évaluer le débit au niveau de chaque tronçon du réseau, interpréter comme suit :

Le débit affecté a chaque prise est supérieur au débit caractéristique d'arrosage qui lui est nécessaire c'est à dire que chaque irriguant utilisera en fait sa prise d'eau que pendant une durée qui en moyenne sera nettement inférieur à 24h/Jour.

Donc la probabilité que toutes les prises soient ouvertes en même temps est infime et il ne serait pas raisonnable d'additionner les débits de toutes les prises qui sont en aval. On doit faire calcul de probabilité.

Supposons que le réseau situé à l'aval du tronçon étudié soit équipé de (R) prises homogènes donnant le même débit (d). Les débits max se produisent pendant la période de pointe caractérisée par la fonction intégrale M(u) - tabulée [21].

r : rendement d'utilisation en temps du réseau $= \frac{T'}{T}$

T : durée totale de la période.

T' : durée d'utilisation du réseau.

$$r = \frac{16}{24}, r = \frac{18}{24} \text{ et } r = \frac{24}{24} .$$

$r = 0.667, 0.75$ ou 1.

Soit (N) le nombre de prise ouvertes pour le quel le tronçon étudié sera calibré choisissant une qualité de fonctionnement (Pq) représentant le pourcentage de chance pour que le nombre réel de prises ouvertes soit inférieur ou égal à N [21].

Le tronçon est calibré pour le débit $Nd=Q$

$$N = R \cdot p + u(Pq)\sqrt{R \cdot p \cdot q} = \text{débit moyen} + u(Pq)\sqrt{\text{variance}} \dots \dots \dots (V.1)$$

Avec p la probabilité de fonctionnement d'une prise (probabilité qu'une prise soit ouverte) et q étant la probabilité de fermeture d'une prise:

$$p = \frac{D}{\sum rRd} \dots \dots \dots (V.2) \text{ et } q = 1 - p = 1 - \frac{D}{\sum rRd} \dots \dots \dots (V.3)$$

Pour chaque classe de prise, on a :

$$Q = R \cdot p \cdot d + u(Pq)\sqrt{(R \cdot p \cdot q)d^2} \dots \dots \dots (V.4)$$

Avec (Pq) étant la qualité de fonctionnement le pourcentage de chance pour que le nombre de ouvertures soit inférieur ou égale à N, U(Pq) valeur correspondante à Pq obtenue à partir de la table de Gauss.

Cette formule se généralise aussi bien à un réseau comportant (m) classe de prises ayant chacune des débits identiques (d) [1].

Pour chaque classe(i) le débit (di) comportant (Ri) prises, on définira la probabilité de fonctionnement (Pi) et le débit total d'un tronçon en période de pointe :

$$Q = \sum_{i=1}^m R_i \cdot P_i \cdot d_i + u(P_q)\sqrt{\sum_{i=1}^m (R_i \cdot P_i \cdot d_i^2)} \dots \dots \dots (V.5)$$

On aura finalement

$$Q = \frac{D}{r} + u(P_q)\sqrt{p \cdot q \sum_{i=1}^m R_i \cdot d_i^2} \dots \dots \dots (V.6)$$

$$q = \frac{D}{r \sum_{i=1}^m R_i \cdot d_i} \dots \dots \dots (V.7)$$

Le tableau suit présente certains qualité de fonctionnement (tirée de la table de Gauss)

Tableau V.3. Probabilité de fonctionnement et M(u) – tabulée [1].

Qualité de fonctionnement (Pq) %	U(Pq)
60	0.250
70	0.525
80	0.842
90	1.282
95	1.645
99	2.324
99.9	3.09

Évaluation du surcroît de débit par rapport au débit fictif continu. Cet accoissement, qui entraîne un surdimensionnement du réseau, est défini par le rapport :

$$\frac{Q}{D} = \frac{\text{débit du réseau fonctionnant à la demande}}{\text{débit fictif continu}} \dots\dots\dots(\text{V.8})$$

La liberté ou confort dont disposent les agriculteurs dans l'organisation de leurs arrosages est définie par le rapport.

$$\frac{Rd}{D} = \frac{\text{débit installé aux prises}}{\text{débit fictif continu}} \dots\dots\dots(\text{V.9})$$

Remarque

L'équation de la demande sera appliqué uniquement aux tronçons desservant plus de 4 prises; pour les tronçons desservant moins de 5 prises leurs débits sera déterminer par sommation des débits avals [1].

V.3.2. Numérotation du réseau

Afin de pouvoir identifié un tronçon de conduite il faut numéroter les bornes et les nœuds du réseau.

La figure V.3 présente le réseau de distribution de Maghnia numérotés.

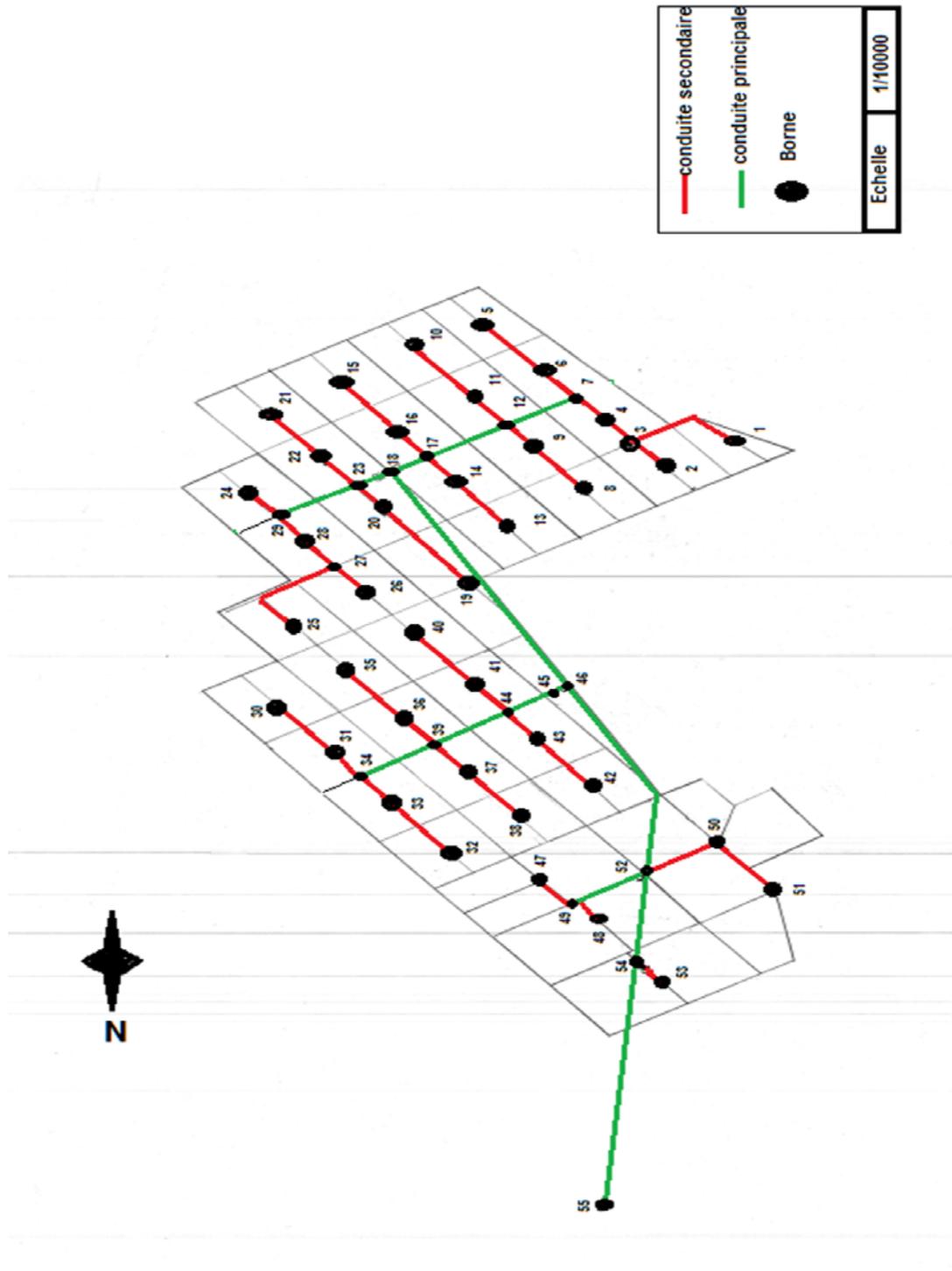


Figure V.3. Le réseau de distribution de Maghnia numérotés.

V.3.3. Détermination des débits des tronçons

Selon les exigences de la demande; une durée de fonctionnement du réseau et une qualité de fonctionnement doivent être choisies préalablement. Ainsi donc, nous avons opté en premier lieu l'étude d'une variante:

- Un fonctionnement de 16 h/24h ($r=0.67$) avec une qualité de fonctionnement de 95% et c'est dire que $U(P_q)= 1.645$.

Avec la méthode de la distribution à la demande et pour les conditions précédentes nous avons obtenu les résultats suivants :

Les résultats obtenus (Tableau V.4) sont en conformité avec les ressources dont nous disposons car de débit exigé est inférieur au débit d'eau disponible (5000 l/s).

Tableau V.4. Débits des tronçons (r =0.67 et une qualité de 95 %).

N° Am	N° av	S ha	D l/s	5,6 l/s	13,9 l/s	20,8 l/s	27,8 l/s	34,8 l/s	Débit installé l/s	P	RDD	D/r	Qp l/s	Qp corrigé
3	1	7,21	3,63	1	1	0	0	0	19,5	-	-	-	19,50	19,50
3	2	13	6,52	0	0	2	0	0	41,6	-	-	-	41,60	41,60
4	3	20,2	10,1	1	1	2	0	0	61,1	-	-	-	61,10	61,10
7	4	32,1	16,1	1	1	4	0	0	102,7	0,2345	1955,1	24,08	54,90	61,10*
6	5	9,36	4,71	0	2	0	0	0	27,8	-	-	-	27,80	27,80
7	6	20,2	10,1	0	4	0	0	0	55,6	-	-	-	55,60	55,60
12	7	29,7	14,9	1	3	2	0	0	88,9	0,2509	1476,3	22,301	49,70	61,10*
9	8	13	6,52	0	0	2	0	0	41,6	-	-	-	41,60	41,60
12	9	25,9	13	0	0	4	0	0	83,2	-	-	-	83,20	83,20
11	10	13	6,52	0	0	2	0	0	41,6	-	-	-	41,60	41,60
12	11	25,9	13	0	0	4	0	0	83,2	-	-	-	83,20	83,20
17	12	78,1	39,3	1	5	8	0	0	241,5	0,2428	4458,5	58,647	105,75	105,75
14	13	13	6,52	0	0	2	0	0	41,6	-	-	-	41,60	41,60
17	14	25,9	13	0	0	4	0	0	83,2	-	-	-	83,20	83,20
16	15	13	6,52	0	0	2	0	0	41,6	-	-	-	41,60	41,60
17	16	25,9	13	0	0	4	0	0	83,2	-	-	-	83,20	83,20
18	17	130	65,3	1	5	16	0	0	407,9	0,2391	7919,7	97,537	159,98	159,98
27	25	13	6,52	0	0	2	0	0	41,6	-	-	-	41,60	41,60
27	26	13	6,52	0	0	2	0	0	41,6	-	-	-	41,60	41,60
28	27	25,9	13	0	0	4	0	0	83,2	-	-	-	83,20	83,20
29	28	38,9	19,6	0	0	6	0	0	124,8	0,2339	2595,8	29,185	64,66	83,20*
29	24	13	6,52	0	0	2	0	0	41,6	-	-	-	41,60	41,60
23	29	32,4	16,3	0	0	5	0	0	104	0,2339	2163,2	24,321	56,705	83,20*
20	19	20,2	10,2	0	0	3	0	0	62,4	-	-	-	62,40	62,40
23	20	33,2	16,7	0	0	5	0	0	104	0,2393	2163,2	24,883	57,525	62,4*
22	21	13	6,52	0	0	2	0	0	41,6	-	-	-	41,60	41,60
23	22	25,9	13	0	0	4	0	0	83,2	-	-	-	83,20	83,20
18	23	84,2	42,4	0	0	13	0	0	270,4	0,2339	5624,3	63,233	115,45	115,45
33	32	13	6,52	0	0	2	0	0	41,6	-	-	-	41,60	41,60
34	33	25,9	13	0	0	4	0	0	83,2	-	-	-	83,20	83,20
31	30	13	6,52	0	0	2	0	0	41,6	-	-	-	41,60	41,60
34	31	25,9	13	0	0	4	0	0	83,2	-	-	-	83,20	83,20
39	34	25,9	13	0	0	4	0	0	83,2	-	-	-	83,20	83,20*
37	38	13	6,52	0	0	2	0	0	41,6	-	-	-	41,60	41,60
39	37	25,9	13	0	0	4	0	0	83,2	-	-	-	83,20	83,20
36	35	13	6,52	0	0	2	0	0	41,6	-	-	-	41,60	41,60
39	36	25,9	13	0	0	4	0	0	83,2	-	-	-	83,20	83,20
44	39	77,8	39,1	0	0	12	0	0	249,6	0,2339	5191,7	58,369	108,54	108,54
43	42	13	6,52	0	0	2	0	0	41,6	-	-	-	41,60	41,60
44	43	25,9	13	0	0	4	0	0	83,2	-	-	-	83,20	83,20
41	40	13	6,52	0	0	2	0	0	41,6	-	-	-	41,60	41,60
44	41	25,9	13	0	0	4	0	0	83,2	-	-	-	83,20	83,20
45	44	130	65,2	0	0	20	0	0	416	0,2339	8652,8	97,282	162,05	162,05
46	45	156	78,2	0	0	24	0	0	499,2	0,2339	10383	116,74	187,69	187,69
49	48	26,6	13,4	0	0	0	0	2	69,6	-	-	-	69,60	69,60
49	47	25,9	13	0	0	2	0	1	76,4	-	-	-	76,40	76,40
52	49	41,1	20,7	0	0	2	0	2	111,2	-	-	-	111,20	111,20
50	51	22,5	11,3	0	0	0	1	1	62,6	-	-	-	62,60	62,60
52	50	50,6	25,4	0	0	1	2	2	146	0,2602	4400,4	37,982	85,856	85,86
54	53	25,9	13	0	0	0	0	2	69,6	-	-	-	69,60	69,60
46	18	111	55,8	0	4	14	0	0	346,8	0,24	6829,8	83,23	141,29	141,29
52	46	351	177	1	5	50	0	0	1115,1	0,2363	22629	263,47	368,59	368,59
54	52	487	245	1	6	65	1	2	1538,4	0,2375	32507	365,42	491,64	491,64
55	54	562	283	1	6	65	2	7	1740,2	0,2424	39335	421,76	561,56	561,56

- (*) débits corrigé car débit obtenu inférieur au débit aval.

V.4. Dimensionnement du réseau de distribution du bloc d'ilots N° I

Nous avons choisi le PEHD comme type de conduite pour notre réseau, ce choix est justifié par sa gamme assez large, sa résistance, son étanchéité et sa facilité de pose. Le calcul de dimensionnement sera effectué par simulation sur le logiciel EPANET qui est un logiciel de calcul des réseaux d'eau potable en l'adaptant pour le calcul des réseaux d'irrigation, par une distribution en continue et l'introduction de borne comme des nœuds de demande.

Les applications des systèmes de canalisations en polyéthylène haute densité (PEHD) sont variées; elles concernent les industries du gaz, des eaux, du drainage et de l'assainissement.

Le PEHD est le plus inerte chimiquement de tous les matériaux bruts en plastique, et par conséquent extrêmement résistant aux produits chimiques et à la corrosion. Les eaux agressives issues des sols à haute teneur en sulfate et celles à faible dureté n'attaqueront pas les tubes en PE [1].

Tableau V.5. Les diamètres Normalisés PEHD (diamètres extérieurs) [1].

PN 6		PN 10		PN 16	
Diamètres normalisés	Masse Kg/m	Diamètres normalisés	Masse Kg/m	Diamètres normalisés	Masse Kg/m
90	0,985	90	0,985	90	2,150
110	1,440	110	1,440	110	3,180
125	1,860	125	1,860	125	4,120
160	3,070	160	3,070	160	6,740
200	4,740	200	4,740	200	10,510
250	7,400	250	7,400	250	16,360
315	11,800	315	11,800	315	25,950
400	18,800	400	18,800	400	41,830
500	29,300	500	29,300	500	65,350

Les coefficients de rugosité pour les conduites PEHD d'après la catalogue de groupe CHIALI sont comme suit :

$\epsilon = 0.01\text{mm}$ pour $D < 200\text{mm}$.

$\epsilon = 0.02\text{mm}$ pour $D > 200\text{mm}$.

V.4.1. EPANET

a. Présentation de logiciel EPANET

Le logiciel EPANET est un logiciel de simulation du comportement hydraulique et de simulation de la qualité de l'eau dans les réseaux d'eau potable. Un réseau d'eau sur un logiciel se définit par des tuyaux (tronçons sur le logiciel), des nœuds (intersection de

deux tuyaux et extrémité d'une antenne) mais également d'autres organes (réservoirs, pompes, clapets, différents types de vannes,...).

Le logiciel permet de calculer le débit parcourant chaque tuyau, la pression à chacun des nœuds mais également le niveau de l'eau à n'importe quel moment de la journée et quelle que soit la période de l'année où on se situe. Le moteur de calcul hydraulique intégré permet de traiter des réseaux de taille illimitée. Il dispose de plusieurs formules de calcul de pertes de charges, il inclut les différentes pertes de charge singulières et modélise les pompes à vitesse fixe et variable. En résumé, le logiciel présente tous les outils pour remplir les objectifs suivants :

- Régulation des pressions dans le réseau.
- Détection des zones de fonctionnement déficitaire.
- Dimensionnement de réseaux.
- Amélioration de la gestion des équipements d'eau [1].

b. Les étapes classiques de l'utilisation d'EPANET

Pour modéliser un système de distribution d'eau sous EPANET les étapes sont les suivantes:

- Dessin d'un réseau représentant le système de distribution
- Saisie des propriétés des éléments du réseau
- Sélection d'un ensemble d'options de simulation
- Lancement d'une simulation hydraulique ou d'une analyse de la qualité
- Visualisation des résultats d'une simulation [1].

Chaque formule utilise un coefficient de rugosité différent qui doit être déterminé empiriquement, Dans les intervalles généraux de ces coefficients pour différents types de matériaux de tuyaux neufs. Il est important de noter que le coefficient de rugosité d'un tuyau peut changer considérablement avec son âge.

Tableau V.6 : Formules de perte de charge totale pour toute la longueur de la canalisation en charge (la perte de charge est exprimée en m et le débit en m³/s).

Tableau V.6. Formules de perte de charge [1].

Formule	Coefficient de résistance (A)	Exposant du débit (B)
Hazen-Williams	$10,674 C^{-1.852} d^{-4.871} L$	1,852
Darcy-Weisbach	$0.0827 f(\epsilon, d, q) d^{-5} L$	2
Chezy-Manning	$10,294 n^2 d^{-5.33} L$	2

Avec :

- C: coefficient de rugosité de Hazen-Williams.
- ε : coefficient de rugosité de Darcy-Weisbach (m).
- f: facteur de friction (dépend de ε , d et q).
- n coefficient de rugosité de Manning.
- d: diamètre du tuyau (m).
- L: longueur de tuyau (m).
- q: débit (m^3/s) [1].

Remarque

Dimensionnement concernera unique la variante adopté.

V.4.2. Détermination des diamètres approximatifs des conduites

Le débit de chaque conduite étant connus, son diamètre peut être déterminé par la relation suivante:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q}{V \pi}} \dots \dots \dots (\text{V.10})$$

Nous prendrons en première approche $V=1$ m/s, et ont déterminera une première répartition des diamètres approximatifs ces diamètres seront choisi dans une gamme normalisée.

Dans les tableaux suivants sont représentés les diamètres approximatifs des différents tronçons du réseau.

Tableau V.7. Diamètres approximatifs des tronçons $r=0.67$ et une qualité de 95%.

N conduites	Longueur m	Q (l/s)	D(m) calculé	D(m) Normali
3-1	480	19,50	0,157569575	0,160
3-2	180	41,60	0,230145096	0,250
4-3	180	61,10	0,278917436	0,315
7-4	180	61,10	0,278917436	0,315
6-5	360	27,80	0,188138405	0,200
7-6	180	55,60	0,266067884	0,315
12-7	360	61,10	0,278917436	0,315
8-9	360	41,60	0,230145096	0,250
12-9	180	83,20	0,325474316	0,400
11-10	360	41,60	0,230145096	0,250
12-11	180	83,20	0,325474316	0,400
17-12	360	105,75	0,366940161	0,400
14-13	360	41,60	0,230145096	0,250
17-14	180	83,20	0,325474316	0,400
16-15	360	41,60	0,230145096	0,250
17-16	180	83,20	0,325474316	0,400
18-17	180	159,98	0,451323456	0,500
27-25	540	41,60	0,230145096	0,250
27-26	180	41,60	0,230145096	0,250
28-27	180	83,20	0,325474316	0,400
29-28	180	83,20	0,325474316	0,400
29-24	180	41,60	0,230145096	0,250
23-29	360	83,20	0,325474316	0,400
20-19	550	62,40	0,281869026	0,315
23-20	180	62,40	0,281869026	0,315
22-21	360	41,60	0,230145096	0,250
23-22	180	83,20	0,325474316	0,400
18-23	180	115,45	0,383399929	0,400
33-32	360	41,60	0,230145096	0,250
34-33	180	83,20	0,325474316	0,400
31-30	360	41,60	0,230145096	0,250
34-31	180	83,20	0,325474316	0,400
39-34	360	83,20	0,325474316	0,400
37-38	360	41,60	0,230145096	0,250
39-37	180	83,20	0,325474316	0,400
36-35	360	41,60	0,230145096	0,250
39-36	180	83,20	0,325474316	0,400
44-39	360	108,54	0,371749136	0,400
43-42	360	41,60	0,230145096	0,250
44-43	180	83,20	0,325474316	0,400
41-40	360	41,60	0,230145096	0,250
44-41	180	83,20	0,325474316	0,400
45-44	230	162,05	0,454233936	0,500
46-45	100	187,69	0,488850008	0,500
49-48	200	69,60	0,297686870	0,315
49-47	200	76,40	0,311890207	0,315
52-49	360	111,20	0,376276810	0,400
50-51	360	62,60	0,282320377	0,315
52-50	360	85,86	0,330636276	0,400
54-53	200	69,60	0,297686870	0,315
46-18	1430	141,29	0,424141504	0,500
52-46	1150	368,59	0,685057197	0,800
54-52	480	491,64	0,791186128	0,800
55-54	1360	561,56	0,845576962	0,800

V.4.1. Simulation sur Epanet

L'introduction du réseau et de l'ensemble de ses données (débits, longueurs, altitude, rugosité, diamètres....) dans logiciel EPANET nous permis grâce divers simulations de

dimensionner nous sommes arrivé à dimensionner le réseau d'irrigation de l'extension de Maghnia, en satisfaisant les conditions de vitesse dans les conduites et de pression aux bornes ou la pression doit être suffisante pour le fonctionnement des appareils d'irrigation.

a) Les pressions à garantir aux bornes

Dans notre réseau il peut y'avoir un types d'arrosage l'aspersion pour les cultures.

- Pour l'aspersion, la pression à la borne doit être suffisante pour compenser le 4 bar pour faire fonctionner l'asperseur de taille moyenne additionné des pertes de charge dans les portes rampes et dans certains appareils ; soit environ une pression minimal de 4.5 bar [1].

Dans le cas des pressions supérieures (haute pression) il faut placer des vannes de réduction de pression, pour éviter de détruire les équipements.

b) De réduction de pression

Les vannes de réglage sont soit actionnées directement, soit pilotées à distance. Les vannes de réglage de la pression sont souvent installées en tête des adducteurs pour assurer une pression de fonctionnement constante dans les conduites latérales. Ces vannes sont en laiton, bronze ou plastique et existent dans des diamètres de 1 à 3 pouces avec des raccords filetés [1].

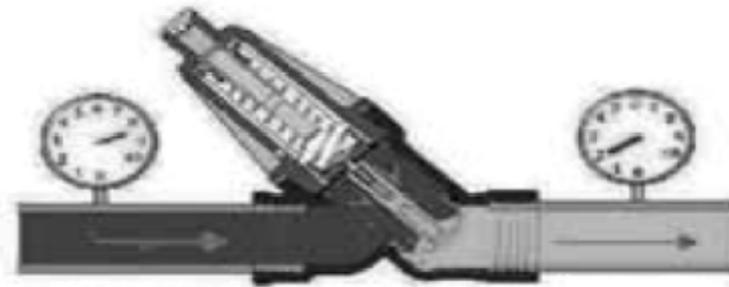


Figure. V.4. Vanne de réduction de pression [1].

c) Résultats des simulations sur EPANET

D'après la simulation, la borne la plus défavorable est le nœud 5, la pression minimale à garantir au point de piquage et de 76 mce c.à.d 7.36 bars pour assurer un bon fonctionnement des équipements d'irrigations.

La Figure V.5 représente les débits des tronçons et les pressions aux nœuds et bornes obtenus, la Figure V.6 les vitesses d'écoulements obtenus pour les tronçons et les pressions aux nœuds et bornes et la Figure V.7 les diamètres obtenus pour les tronçons et les pressions aux nœuds et bornes.

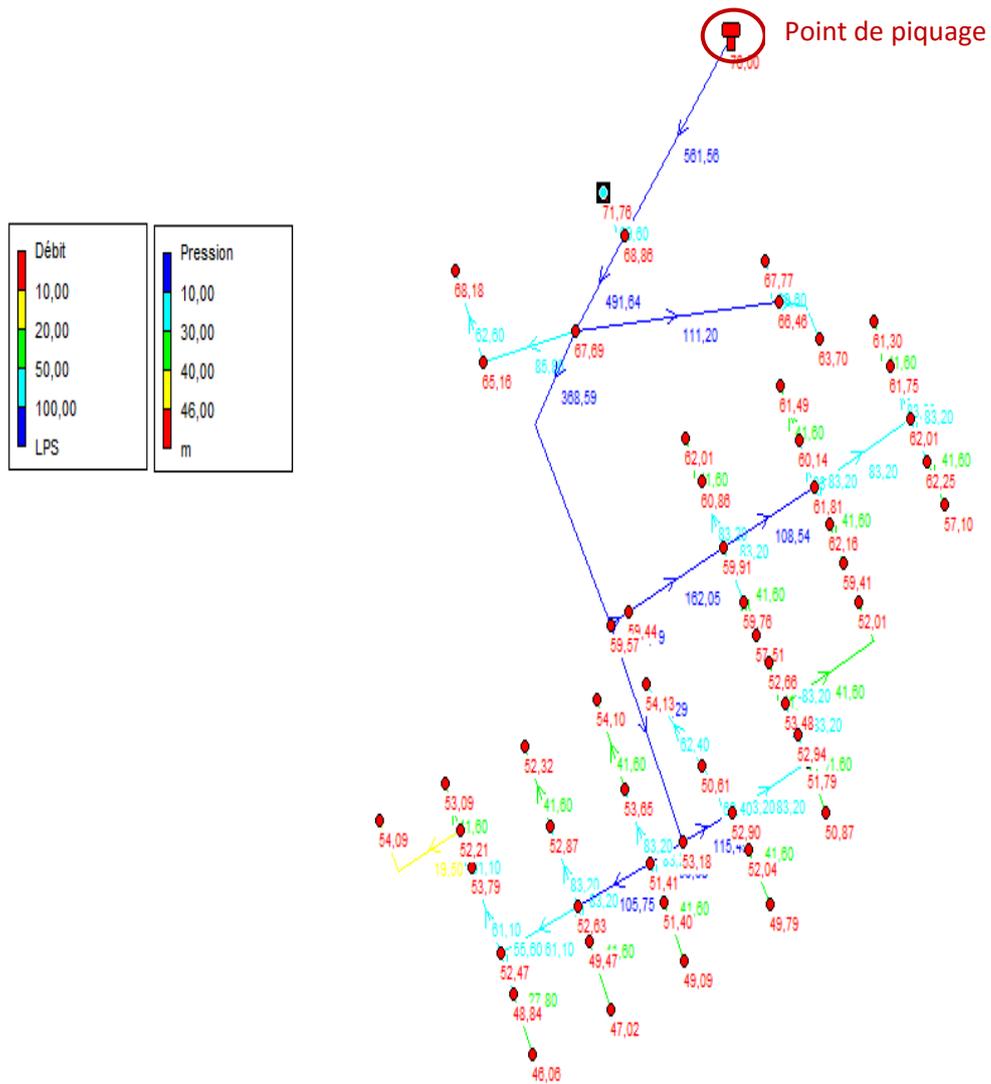


Figure V.5. Débits des tronçons et pressions aux nœuds et bornes (Simulation finale).

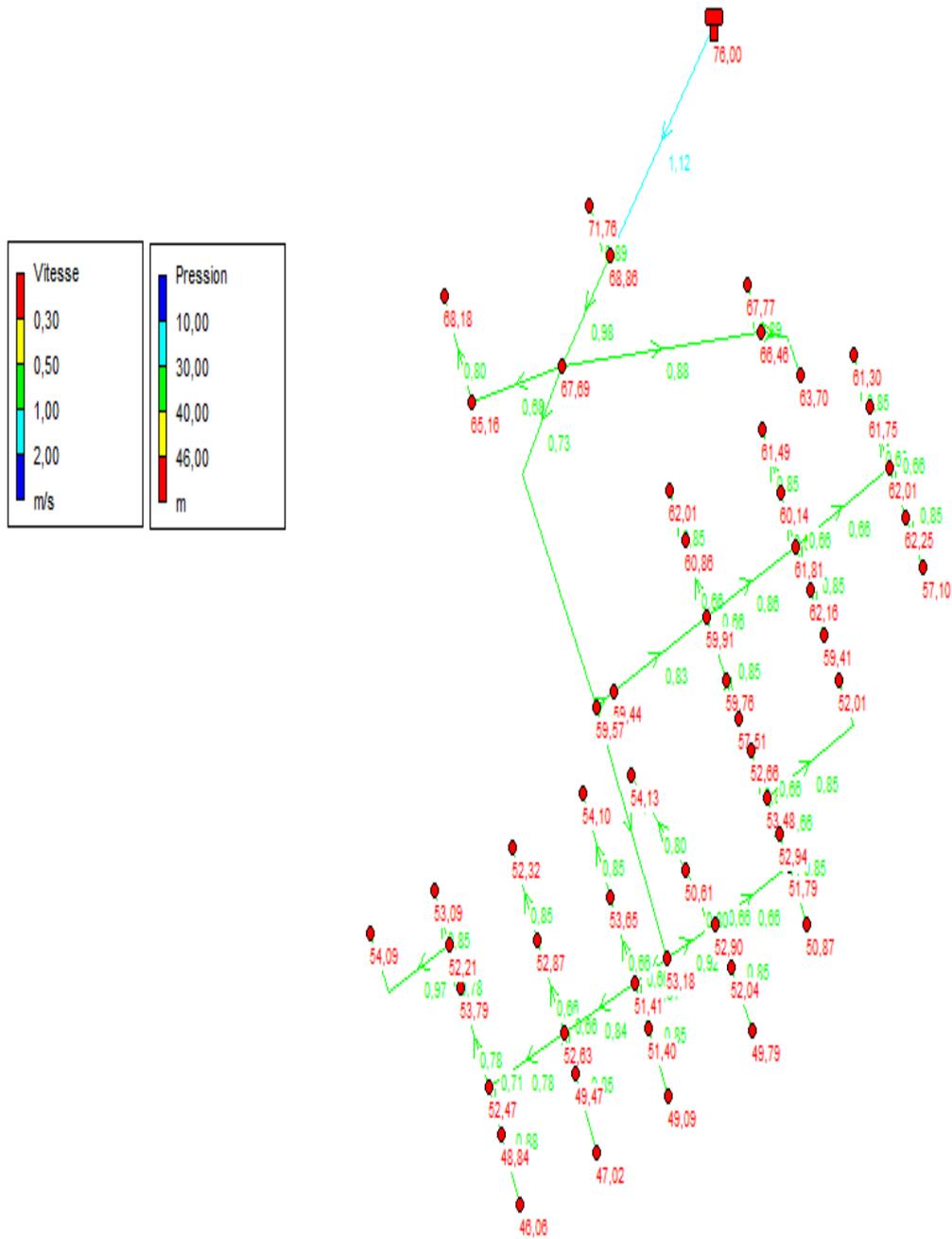


Figure V.6. vitesses d'écoulements et pressions aux nœuds et bornes (Simulation finale).

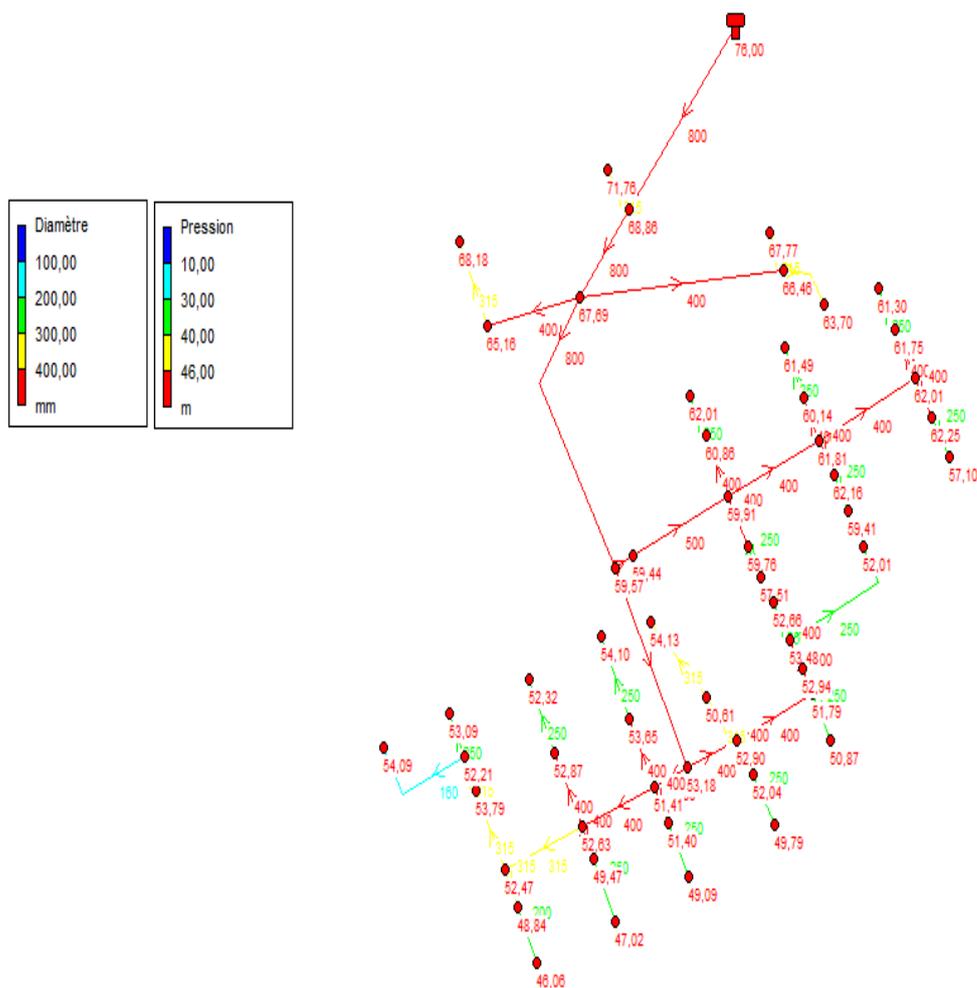


Figure. V.7. diamètres de tronçons et pressions aux nœuds et bornes (Simulation finale).

Le tableau V.8 résume les diamètres des tronçons adopté et les vitesses d'écoulement dans ce dernier, nous signalons que toutes les vitesses d'écoulement dans les divers tronçons de réseau sont dans les normes (entre 0.5 et 2.5m/s).

Le tableau V.9 résume les pressions finales obtenues aux bornes et aux nœuds.

Des pressions importantes ont été obtenues nous recommandons pour ces tronçons l'utilisation du PN16.

Tableau V.8. Diamètres retenus et vitesse d'écoulement.

N conduites	Diamètre retenu (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Remarque
3-1	160	19,50	0,97	0.5 m/s> V < 2.5 m/s
3-2	250	41,60	0,85	0.5 m/s> V < 2.5 m/s
4-3	315	61,10	0,78	0.5 m/s> V < 2.5 m/s
7-4	315	61,10	0,78	0.5 m/s> V < 2.5 m/s
6-5	200	27,80	0,88	0.5 m/s> V < 2.5 m/s
7-6	315	55,60	0,71	0.5 m/s> V < 2.5 m/s
12-7	315	61,10	0,78	0.5 m/s> V < 2.5 m/s
8-9	250	41,60	0,85	0.5 m/s> V < 2.5 m/s
12-9	400	83,20	0,66	0.5 m/s> V < 2.5 m/s
11-10	250	41,60	0,85	0.5 m/s> V < 2.5 m/s
12-11	400	83,20	0,66	0.5 m/s> V < 2.5 m/s
17-12	400	105,75	0,84	0.5 m/s> V < 2.5 m/s
14-13	250	41,60	0,85	0.5 m/s> V < 2.5 m/s
17-14	400	83,20	0,66	0.5 m/s> V < 2.5 m/s
16-15	250	41,60	0,85	0.5 m/s> V < 2.5 m/s
17-16	400	83,20	0,66	0.5 m/s> V < 2.5 m/s
18-17	500	159,98	0,81	0.5 m/s> V < 2.5 m/s
27-25	250	41,60	0,85	0.5 m/s> V < 2.5 m/s
27-26	250	41,60	0,85	0.5 m/s> V < 2.5 m/s
28-27	400	83,20	0,66	0.5 m/s> V < 2.5 m/s
29-28	400	83,20	0,66	0.5 m/s> V < 2.5 m/s
29-24	250	41,60	0,85	0.5 m/s> V < 2.5 m/s
23-29	400	83,20	0,66	0.5 m/s> V < 2.5 m/s
20-19	315	62,40	0,80	0.5 m/s> V < 2.5 m/s
23-20	315	62,40	0,80	0.5 m/s> V < 2.5 m/s
22-21	250	41,60	0,85	0.5 m/s> V < 2.5 m/s
23-22	400	83,20	0,66	0.5 m/s> V < 2.5 m/s
18-23	400	115,45	0,92	0.5 m/s> V < 2.5 m/s
33-32	250	41,60	0,85	0.5 m/s> V < 2.5 m/s
34-33	400	83,20	0,66	0.5 m/s> V < 2.5 m/s
31-30	250	41,60	0,85	0.5 m/s> V < 2.5 m/s
34-31	400	83,20	0,66	0.5 m/s> V < 2.5 m/s
39-34	400	83,20	0,66	0.5 m/s> V < 2.5 m/s
37-38	250	41,60	0,85	0.5 m/s> V < 2.5 m/s
39-37	400	83,20	0,66	0.5 m/s> V < 2.5 m/s
36-35	250	41,60	0,85	0.5 m/s> V < 2.5 m/s
39-36	400	83,20	0,66	0.5 m/s> V < 2.5 m/s
44-39	400	108,54	0,86	0.5 m/s> V < 2.5 m/s
43-42	250	41,60	0,85	0.5 m/s> V < 2.5 m/s
44-43	400	83,20	0,66	0.5 m/s> V < 2.5 m/s
41-40	250	41,60	0,85	0.5 m/s> V < 2.5 m/s
44-41	400	83,20	0,66	0.5 m/s> V < 2.5 m/s
45-44	500	162,05	0,83	0.5 m/s> V < 2.5 m/s
46-45	500	187,69	0,98	0.5 m/s> V < 2.5 m/s
49-48	315	69,60	0,89	0.5 m/s> V < 2.5 m/s
49-47	315	76,40	0,98	0.5 m/s> V < 2.5 m/s
52-49	400	111,20	0,88	0.5 m/s> V < 2.5 m/s
50-51	315	62,60	0,80	0.5 m/s> V < 2.5 m/s
52-50	400	85,86	0,68	0.5 m/s> V < 2.5 m/s
54-53	315	69,60	0,89	0.5 m/s> V < 2.5 m/s
46-18	500	141,29	0,72	0.5 m/s> V < 2.5 m/s
52-46	800	368,59	0,73	0.5 m/s> V < 2.5 m/s
54-52	800	491,64	0,98	0.5 m/s> V < 2.5 m/s
55-54	800	561,56	1,12	0.5 m/s> V < 2.5 m/s

Tableau. V.9. paramètres calculés par EPANET après la simulation finale.

N	Bornes ou nœuds	Cote (m)	Charge (m)	Pression au sol (mce)	Pression au sol (bar)
1	Borne	440,4	494,49	54,09	5,24
2	Borne	443,4	496,49	53,09	5,14
3	Nœud	444,7	496,91	52,21	5,05
4	Borne	443,4	497,19	53,79	5,21
5	Borne	450	496,06	46,06	4,46
6	Borne	448,4	497,47	52,47	5,08
7	Nœud	445	497,47	52,47	5,08
8	Borne	444,7	497,02	52,32	5,06
9	Borne	445	497,87	52,87	5,12
10	Borne	450	497,02	47,02	4,55
11	Borne	448,4	497,87	49,47	4,79
12	Nœud	445,4	498,03	52,63	5,09
13	Borne	443,4	497,50	54,10	5,24
14	Borne	444,7	498,35	53,65	5,19
15	Borne	448,3	497,39	49,09	4,75
16	Borne	446,95	498,35	51,40	4,98
17	Nœud	447,1	498,51	51,41	4,98
18	Nœud	445,5	498,68	53,18	5,15
19	Borne	443,09	497,22	54,13	5,24
20	Borne	445,5	498,11	50,61	4,90
21	Borne	447,6	497,39	49,79	4,82
22	Borne	446,2	498,24	52,04	5,04
23	Nœud	445,5	498,40	52,90	5,12
24	Borne	446,8	497,67	50,87	4,92
25	Borne	444,5	496,51	52,01	5,03
26	Borne	444,7	497,36	52,66	5,10
27	Nœud	444,3	497,78	53,48	5,18
28	Borne	445	497,94	52,94	5,12
29	Nœud	446,3	498,09	51,79	5,01
30	Borne	440,5	497,60	57,10	5,53
31	Borne	436,2	498,45	62,25	6,03
32	Borne	436,3	497,60	61,30	5,93
33	Borne	436,7	498,45	61,75	5,98
34	Nœud	436,2	498,61	62,01	6,00
35	Borne	438,5	497,91	59,41	5,75
36	Borne	436,6	498,76	62,16	6,02
37	Borne	438,6	498,74	60,14	5,82
38	Borne	436,4	497,89	61,49	5,95
39	Nœud	437,1	498,91	61,81	5,98
40	Borne	440,9	498,41	57,51	5,57
41	Borne	439,5	499,26	59,76	5,79
42	Borne	436,4	498,41	62,01	6,00
43	Borne	438,4	499,26	60,86	5,89
44	Nœud	439,5	499,41	59,91	5,80
45	Borne	440,2	499,64	59,44	5,75
46	Nœud	440,2	499,77	59,57	5,77
47	Borne	435,6	499,30	63,70	6,17
48	Borne	431,6	499,37	67,77	6,56
49	Nœud	433,3	499,76	66,46	6,43
50	Borne	434,8	499,96	65,16	6,31
51	Borne	431,2	499,38	68,18	6,60
52	Nœud	432,6	500,29	67,69	6,55
53	Borne	428,5	500,26	71,76	6,95
54	Nœud	430,4	500,66	68,86	6,67
55	Borne	426	502,00	76	7,36

V.5. Dimensionnement approximatif de la tête morte :

La conduite maitresse traverse la zone à restructurer sur toute sa longueur et couvre une bande de 20 m, étant toujours à coté de la conduite de Ghazaouet ; elle est longue 11,70 Km et son tracé commence à l'ouest du périmètre, se poursuivant ensuite jusqu'au confluent des oueds Mouillah et Bounaim ; elle continue ensuite la route nationale 7 et le chemin de fer et longe ensuite ce même chemin de fer sur 2,5 Km de long ; enfin , elle côtoie le périmètre de la zone de restructuration, qu'elle quitte en direction nord-ouest.

En se basant sur les résultats de calcul des débits de la demande du bloc d'ilots N° ???, nous constatons que le débit continu pour ce bloc d'ilots est de 283 l/s et le débit de la demande nécessaire en tête de **561,56** l/s soit un surcroit de débit d'environ 98%

Nous calculons ainsi les débits approximatifs de chaque zone

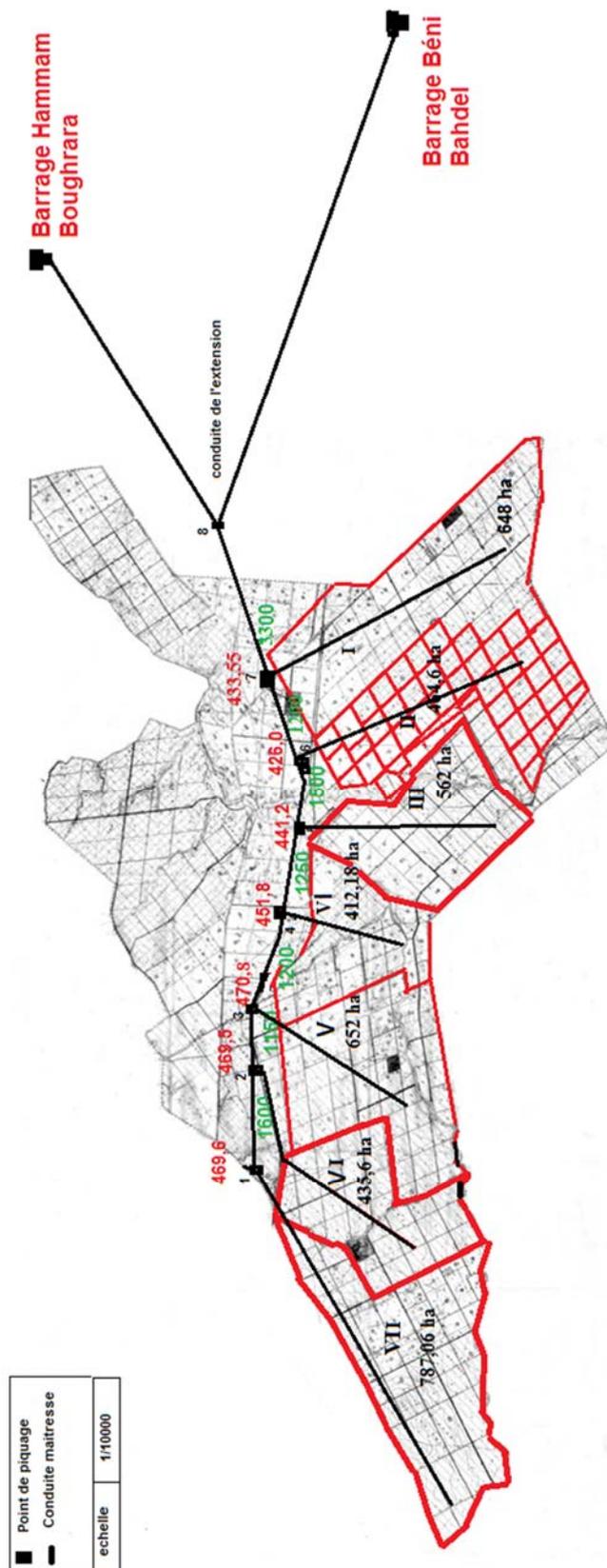
$$Q = \frac{D_{fc} \times S}{\eta} 1,9 \dots\dots\dots (V.11)$$

Dans le tableau V.10 représenté les débits approximatifs de différentes zones de périmètre.

Tableau .V.10. Débits approximatifs.

N° Bloc d'ilots	surface (ha)	Dfc l/s/ha	η	Q (l/s) continu	Q (l/s) approximative	Diamètre des conduites d'alimentation
I	648	0,5	0,855	324	720,0	0,958
II	464,4	0,5	0,855	232,2	516,0	0,811
III	562	0,5	0,855	281	624,4	0,892
IV	412,8	0,5	0,855	206,4	458,7	0,764
V	652	0,5	0,855	326	724,4	0,961
VI	435,6	0,5	0,855	217,8	484,0	0,785
VII	787,06	0,5	0,855	393,53	874,5	1,055

La figure V.8 représente la conduite de l'extension de périmètre.



Le tableau V.11 résume les résultats des débits et les diamètres des tronçons adoptés.

Tableau V.11. Dimensionnement des tronçons de la tête morte.

Tronçons	Débit (l/s)	D calculé (m)	Diamètre Normalisé (mm)
2 - 1	874,5	1,0555	1000
3 - 2	1358,5	1,3155	1200
4 - 3	2082,9	1,6289	1800
5 - 4	2541,6	1,7994	1800
6 - 5	3166	2,0083	2000
7 - 6	3682	2,1657	2500
8 - 7	4402	2,368	2500

Remarque :

Les résultats de dimensionnement de la tête morte ne représentent qu'un ordre de grandeur qui nous donne idée des dimensions des ouvrages de transport d'eau, un dimensionnement définitif doit être entrepris, en commençant par évaluations des débits de la demande de tous les blocs d'ilots, de déterminer les pressions minimales à garantir à chaque points de piquage sur la tête qui alimente chaque bloc d'ilots et en reprenant de dimensionnement de la tête morte de depuis les sources d'eau (Barrages) jusqu'au périmètre, toute en veillant à garantir des vitesses d'écoulement convenables et des pressions au points de piquage garantissant au moins les pressions minimales préalablement calculées afin d'assurer un bon fonctionnement des appareils d'irrigation.

Conclusion

Cette étude nous a permis d'approfondir notre connaissance sur le choix le plus judicieux en matière d'irrigation en vue de minimiser les pertes d'eau, ressource qui devient de plus en plus rare pour une demande de plus en plus forte.

L'étude Climatologie, montre que notre région a une période pluvieuse qui s'étend de la fin octobre au début de mai avec une moyenne de 292.3 mm/an et une température de 4,12 °C en hiver et 35,29 °C en été. Donc, nous sommes dans un climat aride et parfois sec.

L'analyse du sol nous a permis de déterminer la qualité du sol en place, qui sont sableux, argilo-limoneux et argileux et de déterminer leurs valeurs caractéristiques physiques. Après Etude statistique des précipitations et l'estimation de l'évapotranspiration par le logiciel (Cropwat) nous sommes parvenus à estimer les besoins en eau d'irrigation des cultures selon un assolement proposé ; grâce à des bilans hydriques mensuels (mois par mois), cette étude montre que le mois nécessitant plus d'eau d'irrigation étant le mois d'Aout.

Notre périmètre sera alimenté à partir de deux sources barrage Béni Bahdel et barrage Hammam Boughrara, le débit disponible est de 5000 l/s. Une première confrontation entre besoins-ressources, montre que théoriquement que le débit disponible peut recouvrir les besoins d'irrigation de notre périmètre.

Le choix du mode de distribution proposé étant la distribution à la demande offrant à l'irrigant une liberté d'utilisation de sa prise d'eau, avec des débits nettement supérieur au débit exigé a ces cultures. Après l'étude du calcul du réseau à la demande notre choix s'est fixé sur un réseau fonctionnant 16h/24h, avec une qualité de fonctionnement de 95%.

Cette étude peut constituer, un document de base pour les personnes et organismes (D.S.A, O.P.I, O.N.I.D....) chargées d'une éventuelle élaboration d'un réseau d'irrigation et un moyen de montrer aux agriculteurs qu'il est possible d'utiliser une quantité d'eau minime et avoir un rendement satisfaisant.

Notre modeste travail n'est qu'une étude de faisabilité de l'extension de périmètre d'irrigation de Maghnia. Il mérite certainement d'être développé et approfondie, ainsi, nous espérons qu'il constituera une base solide pour de nouvelles extensions et développement dans ce sens.

CONCLUSION

Références Bibliographiques

- [1] **CHIKH. H.A. 2013.** «Etude de possibilité de création d'un périmètre d'irrigation à Ain El Houtz»; mémoire pour l'obtention du diplôme master en hydraulique. Université de Tlemcen.
- [2] **Rostaing. A. 2009.** «Analyse des systèmes de production rizicole et des risques sanitaires y afférents dans la commune de Malanville, Nord Bénin» Mémoire pour l'obtention du diplôme l'Ingénieur agronome. Université d'Abomey- Calavi (Bénin).
- [3] **OLLIER. Ch, POIREE. M. 1983.** «Irrigation ; Les réseaux d'irrigation théorie ; technique et économie des arrosages» sixième édition, édition Eyrolles-paris.
- [4] **Johnny .L. j. 2008.** «Etude de faisabilité de l'aménagement hydro agricole de la plaine de Lhomond dans la 11ème section communale d'Aquin : zone frangipagne» Mémoire pour l'obtention du diplôme l'Ingénieur agronome. Université d'état d'Haïti/ FAMV.
- [5] **JEAN. R. T, ALAIN.V. 2006.** «Traité d'irrigation» deuxième édition, éditions TEC & DOC, Paris
- [6] **LOUQMANE. H, BELKHARCHACH. Z. 2011.** «Reconversion de l'irrigation gravitaire à l'irrigation localisée dans les périmètres d u Haouz dans les périmètres d u Haouz dans les périmètres d u Haouz ; avantages et inconvénients. Cas du périmètre N 'Fis secteur N 1» Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme licence Sciences et Techniques. Université de Marrakech.
- [7] **CLEMENT.M, PAUL.A, JEAN.C.C. 2007.** «Bases techniques de l'irrigation par aspersion » éditions TEC & DOC, Paris.
- [8] **MEZIANE. M.N. 1991.** «Irrigation de l'extension du périmètre de MAGHNIA» Mémoire d'ingénieur d'état en hydraulique .Université de Tlemcen.
- [9] **Ouaatou. H, Telouati. K. 2011.** «Impact de la turbidité des eaux du canal de la Rocade sur le projet de reconversion du système d'irrigation dans le périmètre du N'Fis (région de Marrakech-Tensift-Alhaouz, Maroc)»Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme licence Sciences et Techniques. Université de Marrakech.
- [10] **BENSNOUCI. B, BENKOU.K. 2001.** «Etude d'un périmètre d'irrigation en zone aride et application sur margoura»; mémoire d'ingénieur d'état en hydraulique. Université de Tlemcen.
- [11] **BALOUL. D. 2008.** «Dimensionnement d'un réseau d'irrigation par goutte à goutte a de ferme de Mr BENAMAR. B» Mémoire pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'Etat en Hydraulique. Université de Tlemcen.

- [12] **BENJELLOUN. S, EL OUAHABI. K. 2013.** « Performance de l'irrigation localisée et son impact sur le sol dans le périmètre de N'fis » Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme licence Sciences et Techniques. Université de Marrakech.
- [13] **MOSTEFAOUI. H. 2011.** «Etude d'impact du changement climatique sur la productivité du blé dur en zone semi-aride Cas du bassin chélif » ; mémoire pour l'obtention du diplôme de magister en biologie. Université de Chlef.
- [14] **GHRIEB. A. 2011.** «L'acquisition de la salinité des eaux souterraines en zone semi aride. Cas de la nappe du bassin d'effondrement de Tébessa dans le Nord Est algérien» ; mémoire pour l'obtention du diplôme de master hydrogéologie en biologie. Université de Tébessa.
- [15] **MOSTFAOUI. H. 2011** « Etude d'impact du changement climatique sur la productivité du blé dur en zone semi-aride cas de bassin chélif » mémoire pour l'obtention du diplôme de Magister en biologie. Université de Chlef.
- [16] **GOUARI. L., BOUGHRARA.S. M. 2002.** « Etude d'un périmètre irrigué à partir de la station d'épuration de Maghnia » Mémoire d'ingénieur d'état en hydraulique. Université de Tlemcen.
- [17]**GUETOUCHE. T. 2011** «Mise à jour et inventaire du peuplement mammalien du parc national de Theniet el Had» ; mémoire pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en sciences biologiques. Université de Tiaret.
- [18] **HAN DOUZI. B. 2004** «Dimensionnement de 3 réseaux goutte à goutte avals dans le périmètre irrigué à partir de la STEP de Maghnia » ; Mémoire d'ingénieur d'état en hydraulique. Université de Tlemcen.
- [19] **Missi. K.T. 2015.** « Etude technique d'aménagement d'un périmètre hydro agricole de 50 ha par le système goutte à goutte en phase d'avant- Projet Détaillé. Cas de Pensa/ Burkina» ; mémoire pour l'obtention du diplôme master en ingénierie de l'eau et de l'environnement. Université d'Ouagadougou -Burina Faso.
- [20] : **SEMCHEDDINE. N. 2008.** «Utilisation de la discrimination isotopique du carbone comme critère de sélection du blé dur (*triticum durum* desf) en relation avec le bilan hydrique» ; mémoire pour l'obtention du diplôme de magister. Université de Setif.
- [21] : **ENSH,** «4eme cours», école nationale supérieure d'hydraulique.
- [22] : **O.N.M,** Office National de Météorologique de Maghnia.
- [23] : **D.S.A,** Direction des services Agricoles de Maghnia.
- [24] : **O.P.I,** Office de Périmètre Irrigué de Maghnia.
- [25] : Barrage de Hammam Boughrara.
- [26] : Barrage Béni Bahdel.

ANNEXE I

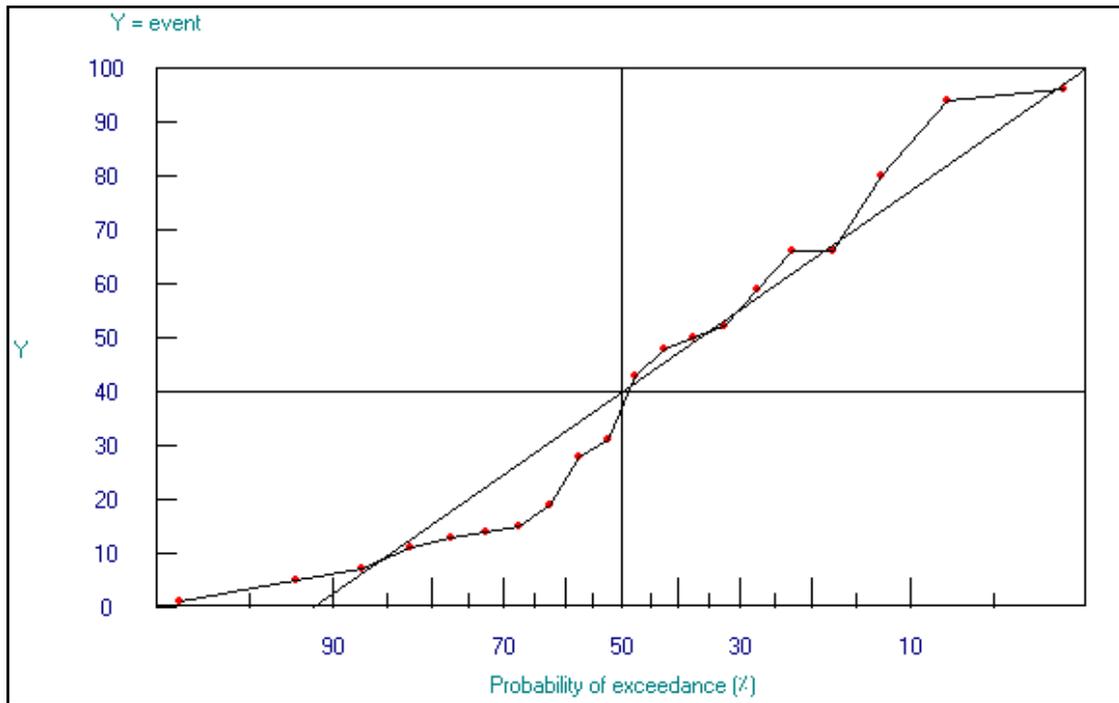


Figure. A.I.1. Courbe d'ajustement à la loi normal du mois de Janvier.

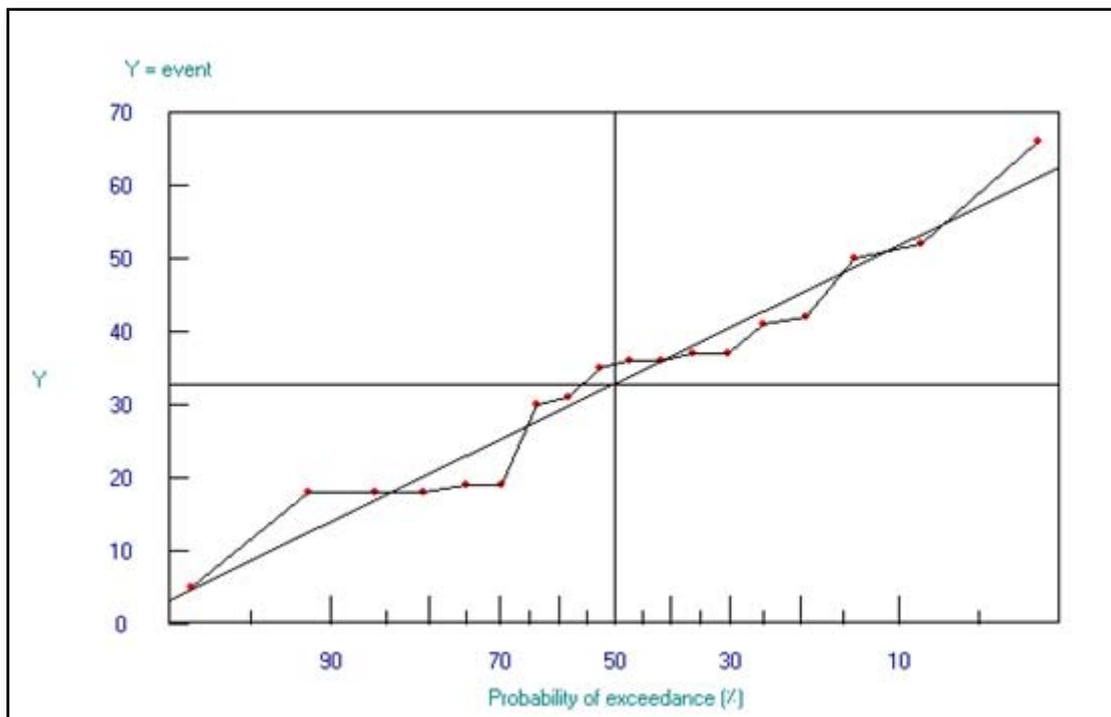


Figure. A.I.2. Courbe d'ajustement à la loi normal du mois de Février.

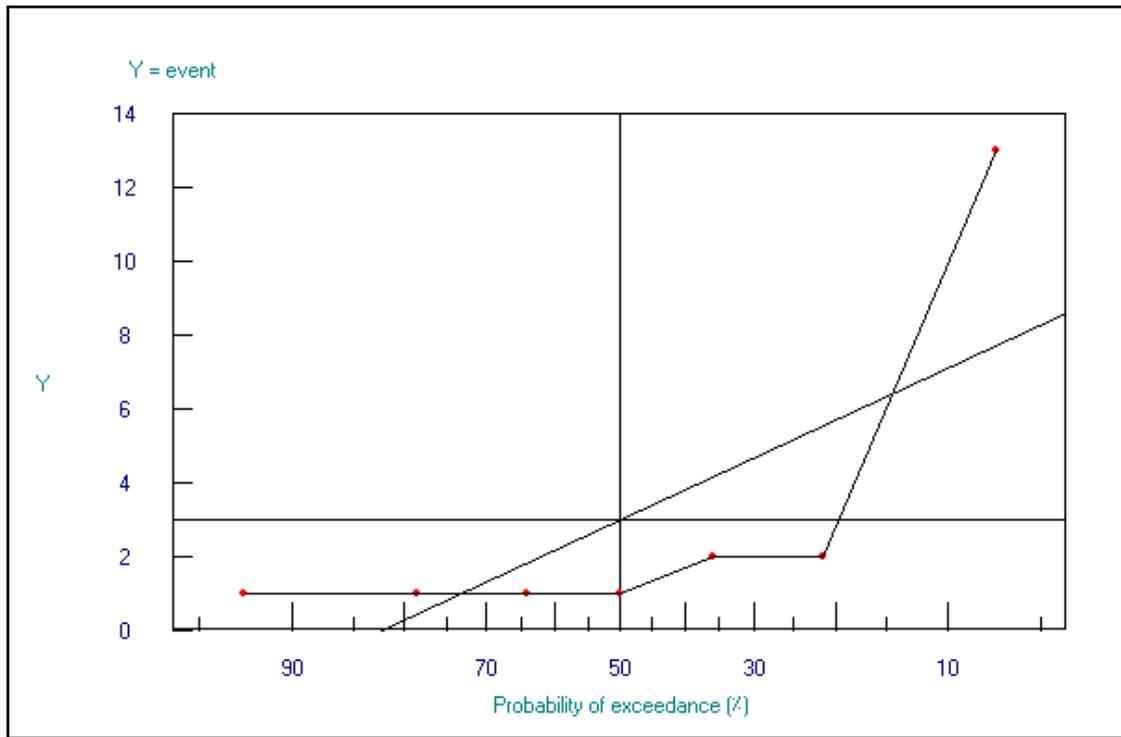


Figure. A.I.7. Courbe d'ajustement à la loi normal du mois de Juillet.

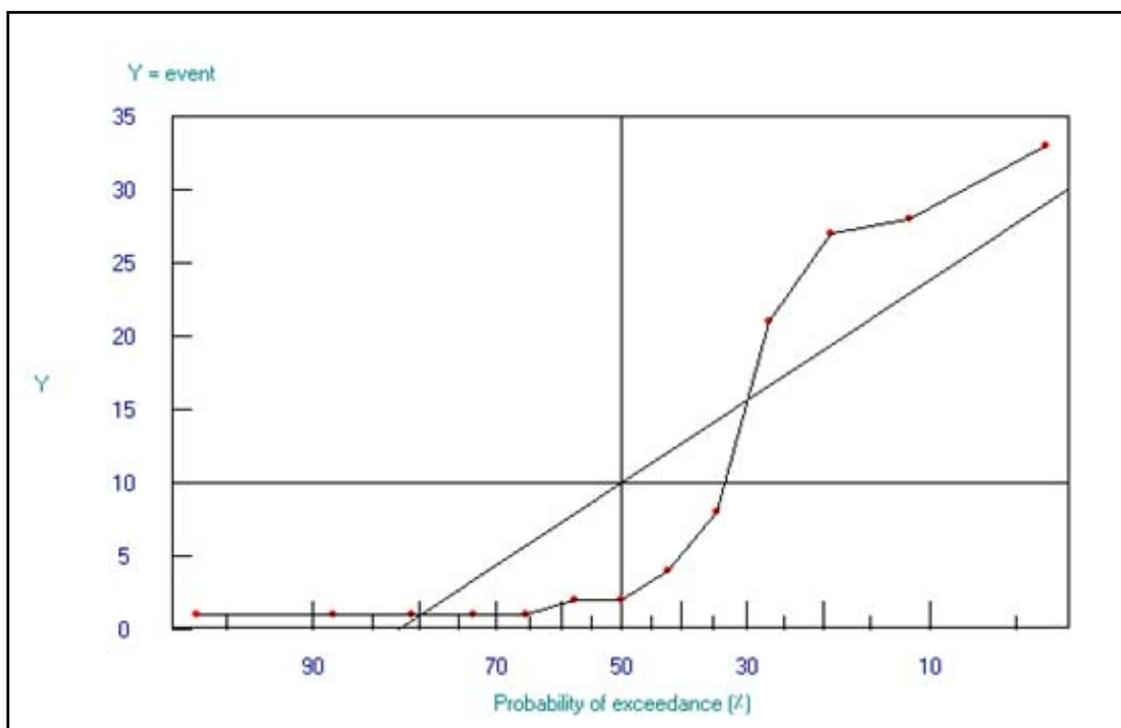


Figure. A.I.8. Courbe d'ajustement à la loi normal du mois d'Aout.

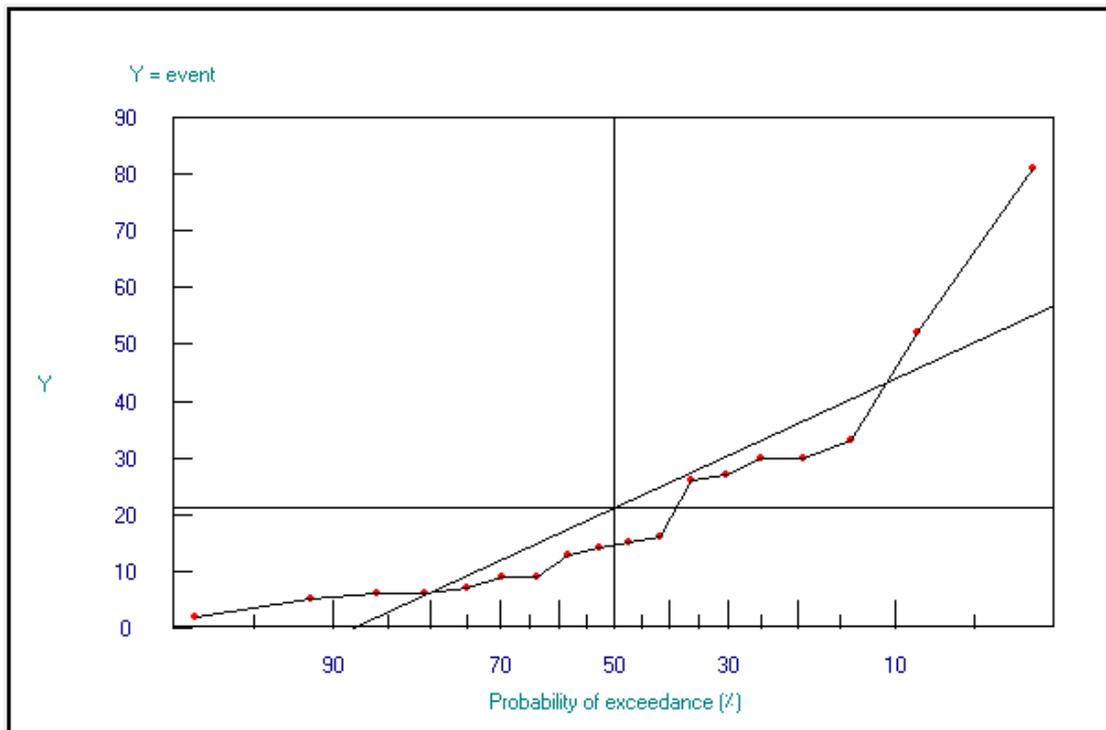


Figure. A.I.9. Courbe d'ajustement à la loi normal du mois de Septembre.

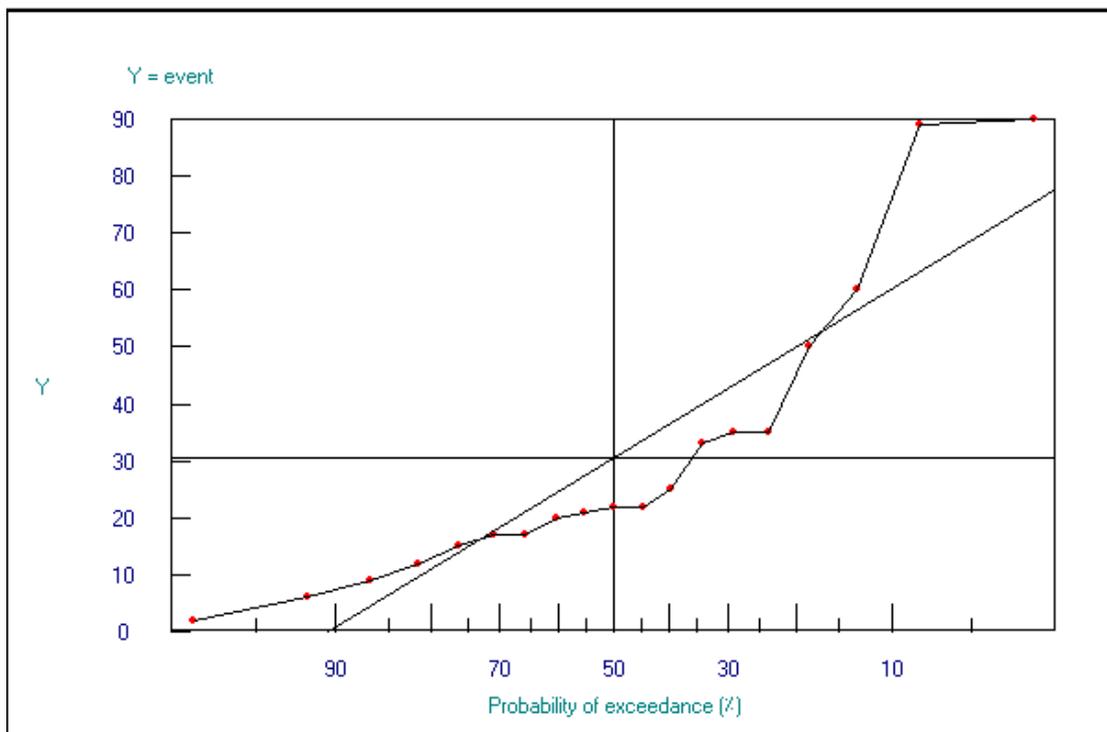


Figure. A.I.10. Courbe d'ajustement à la loi normal du mois d'Octobre.

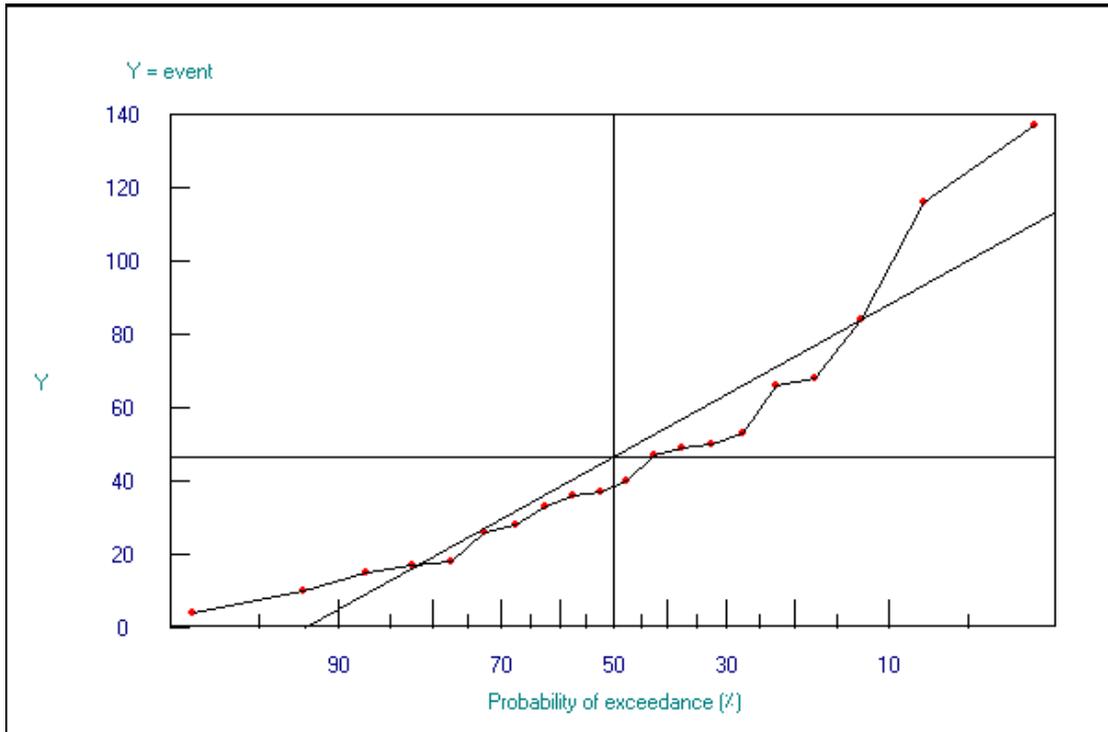


Figure. A.I.11. Courbe d'ajustement à la loi normal du mois de Novembre.

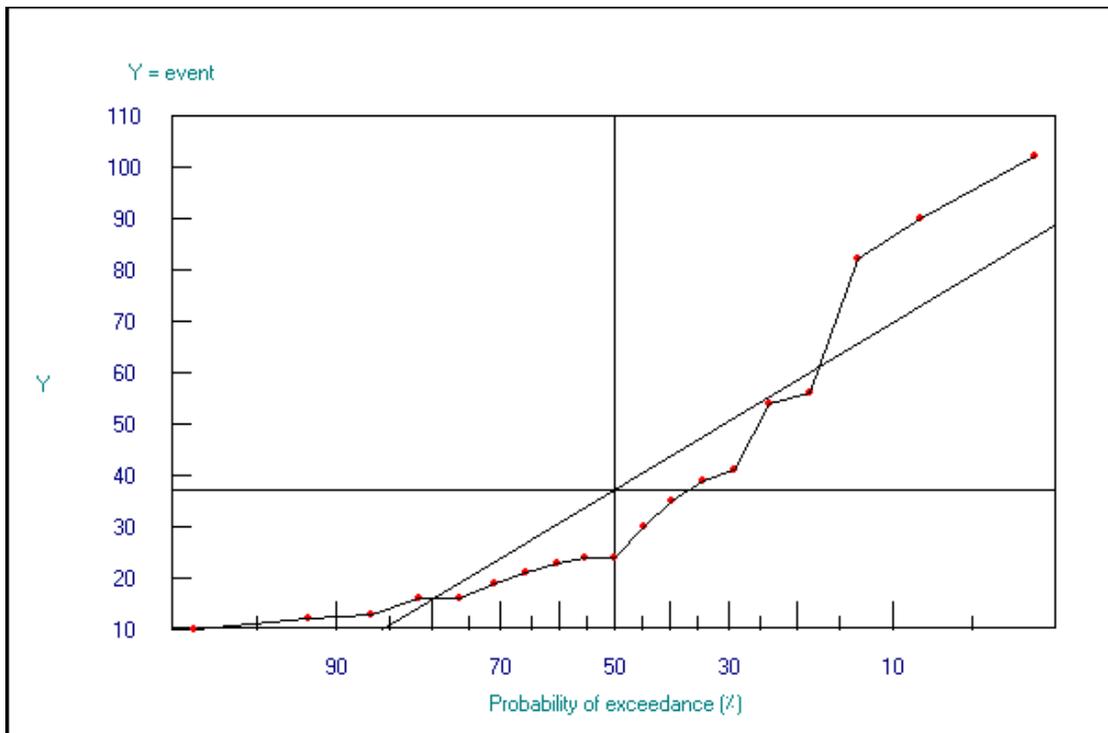


Figure. A.I.12. Courbe d'ajustement à la loi normal du mois de Décembre.

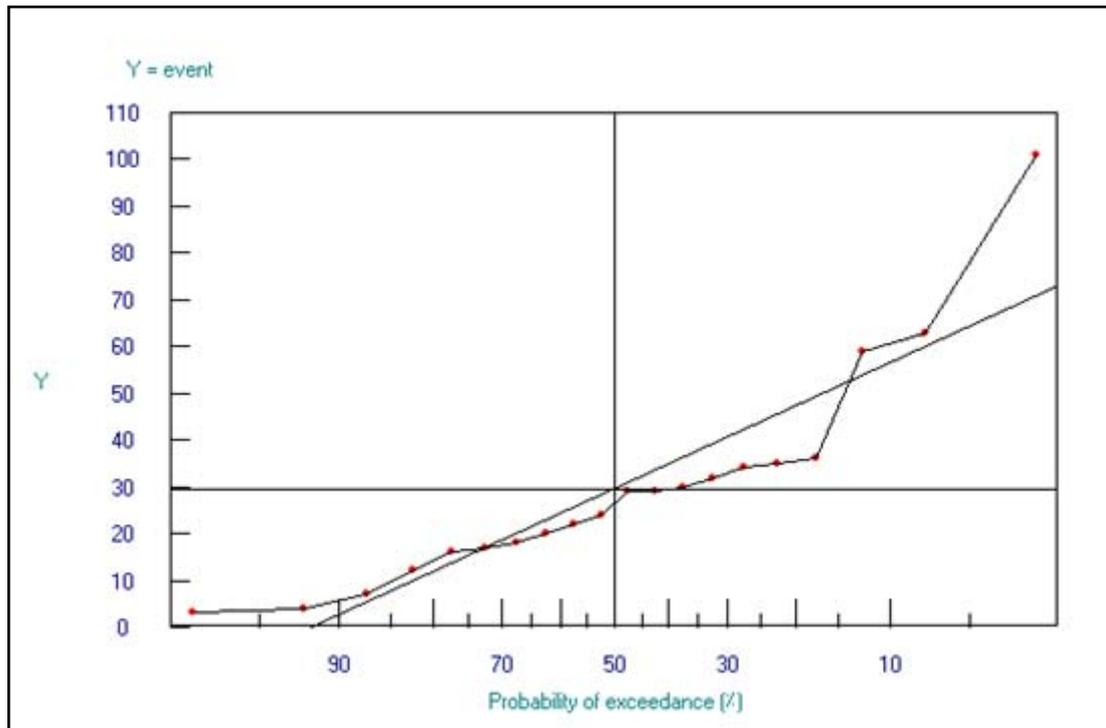


Figure. A.I.3. Courbe d'ajustement à la loi normal du mois de Mars.

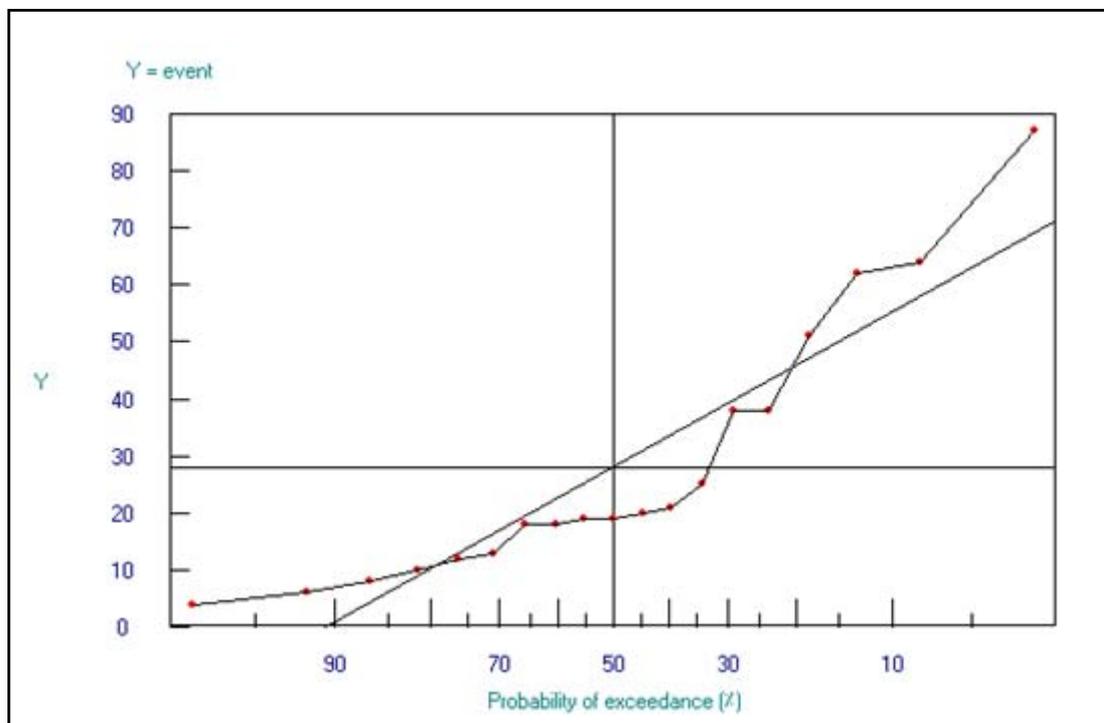


Figure. A.I.4. Courbe d'ajustement à la loi normal du mois de Avril.

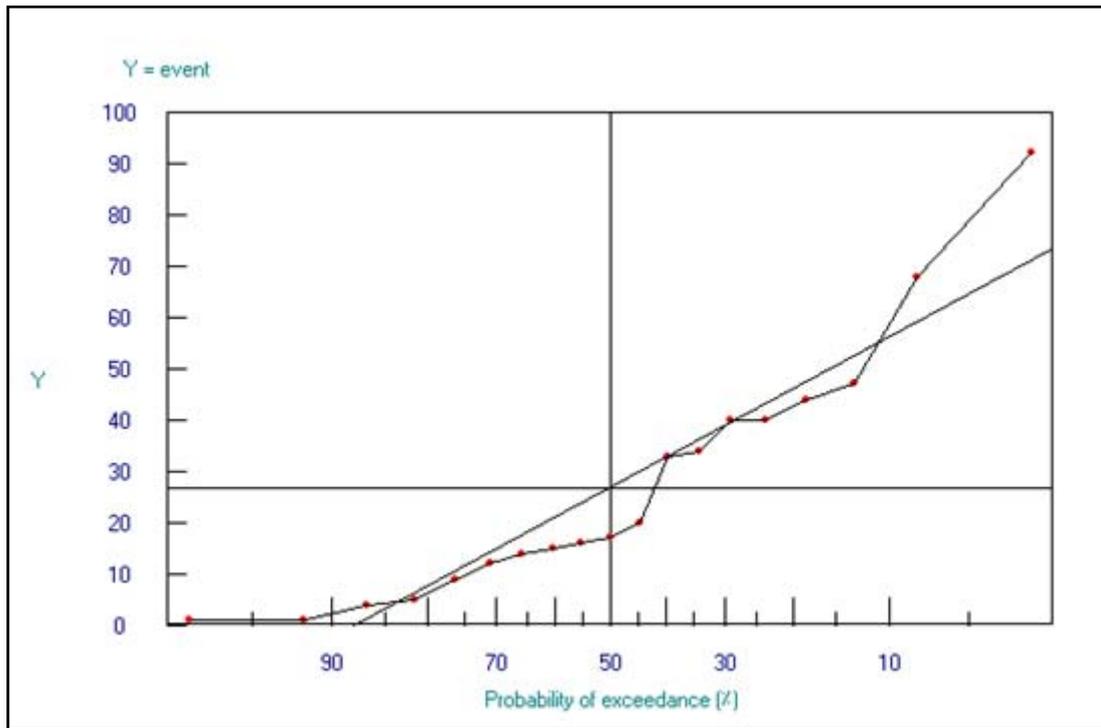


Figure. A.I.5. Courbe d'ajustement à la loi normal du mois de Mai.

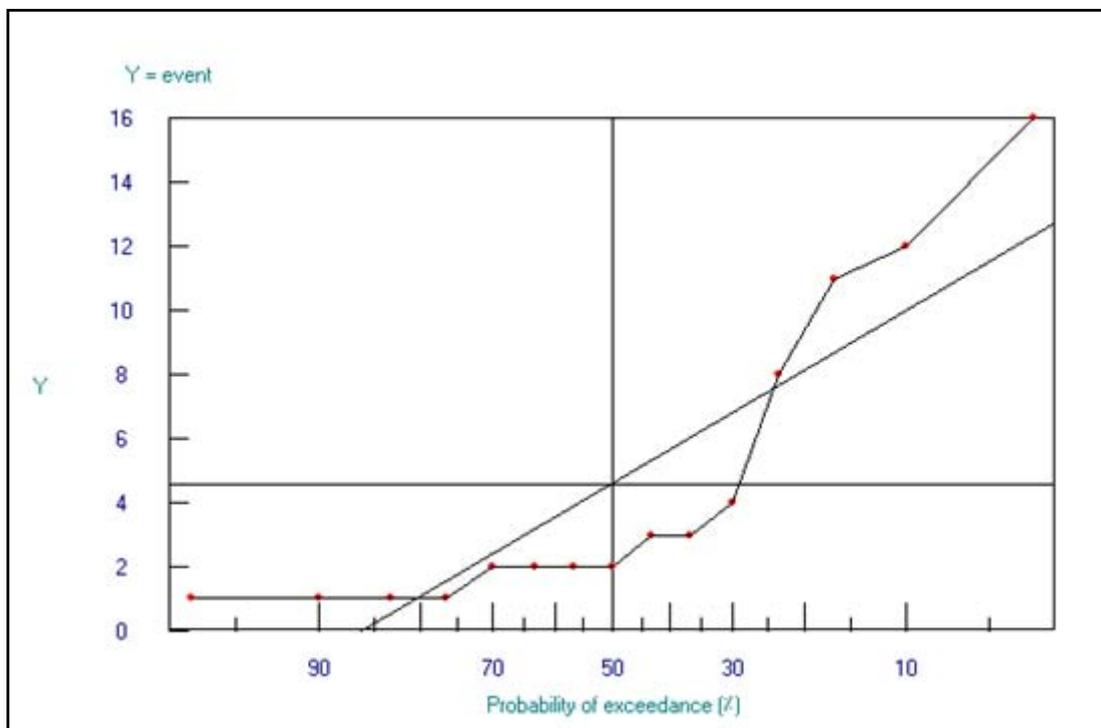


Figure. A.I.6. Courbe d'ajustement à la loi normal du mois de Juin.

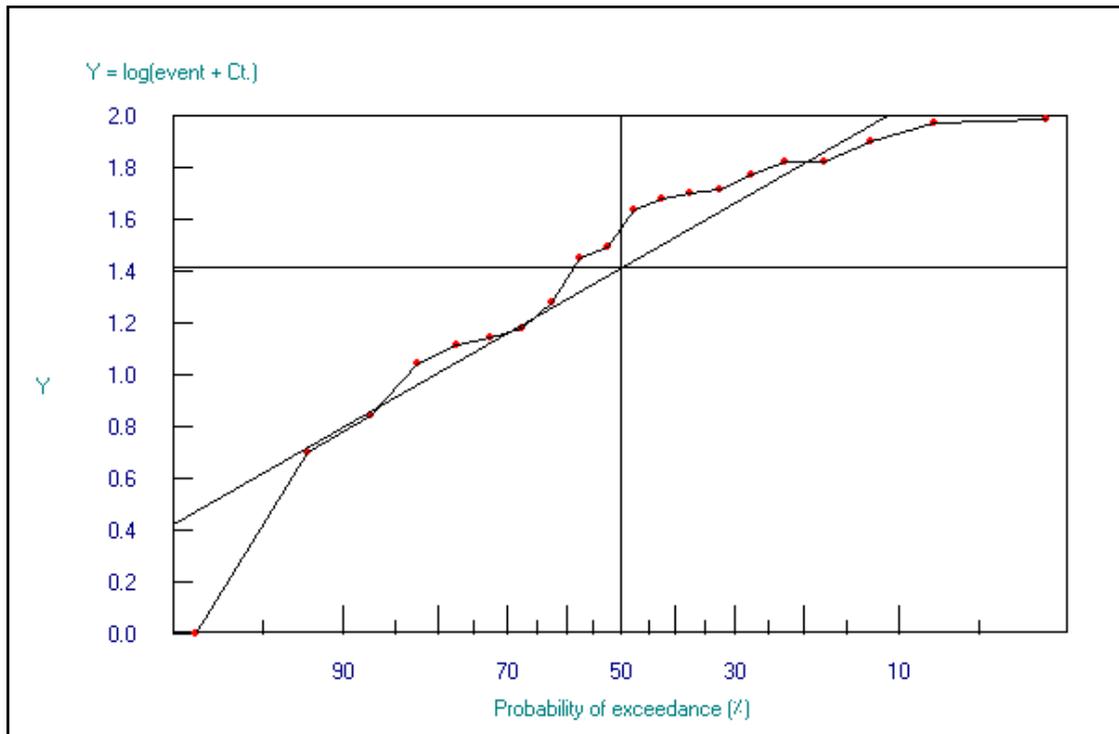


Figure. A.I.13. Courbe d'ajustement à la loi log normal du mois de Janvier.

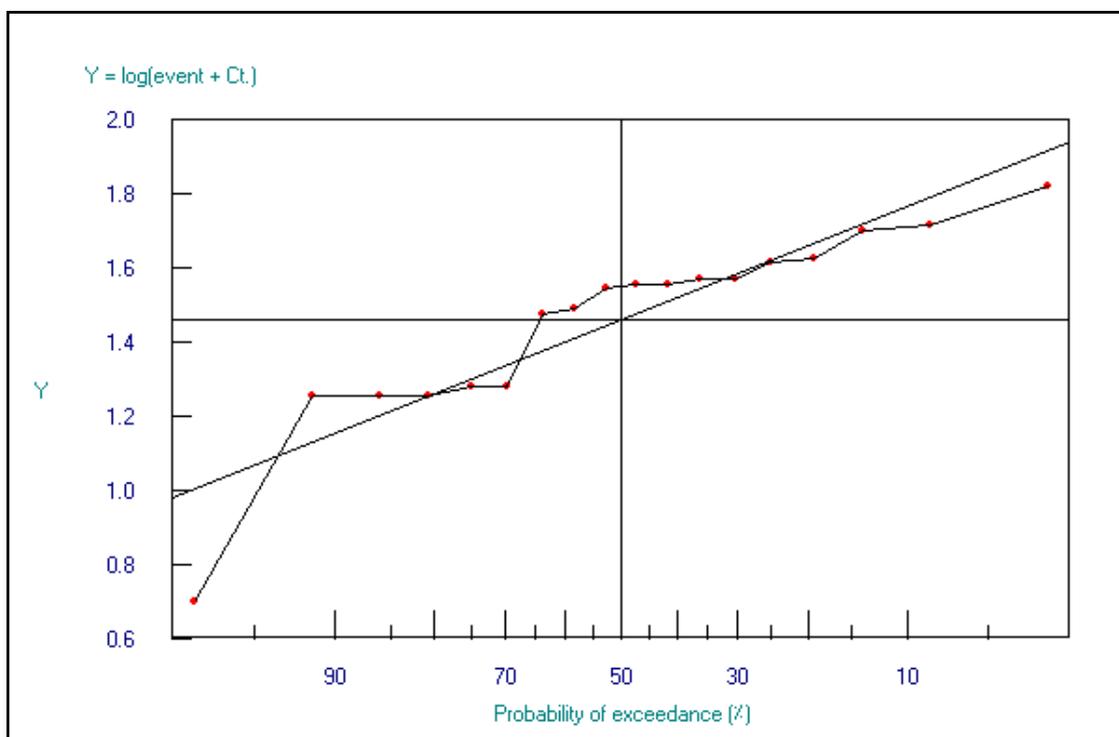


Figure. A.I.14. Courbe d'ajustement à la loi log normal du mois de Février.

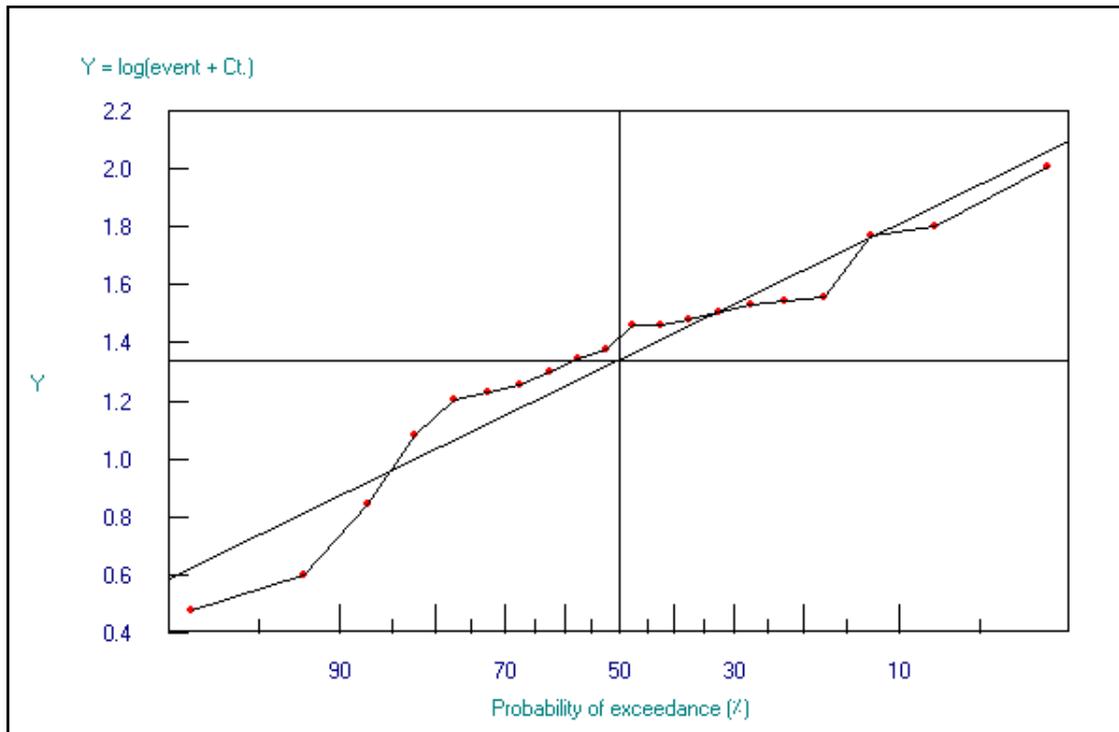


Figure. A.I.15. Courbe d'ajustement à la loi log normal du mois de Mars.

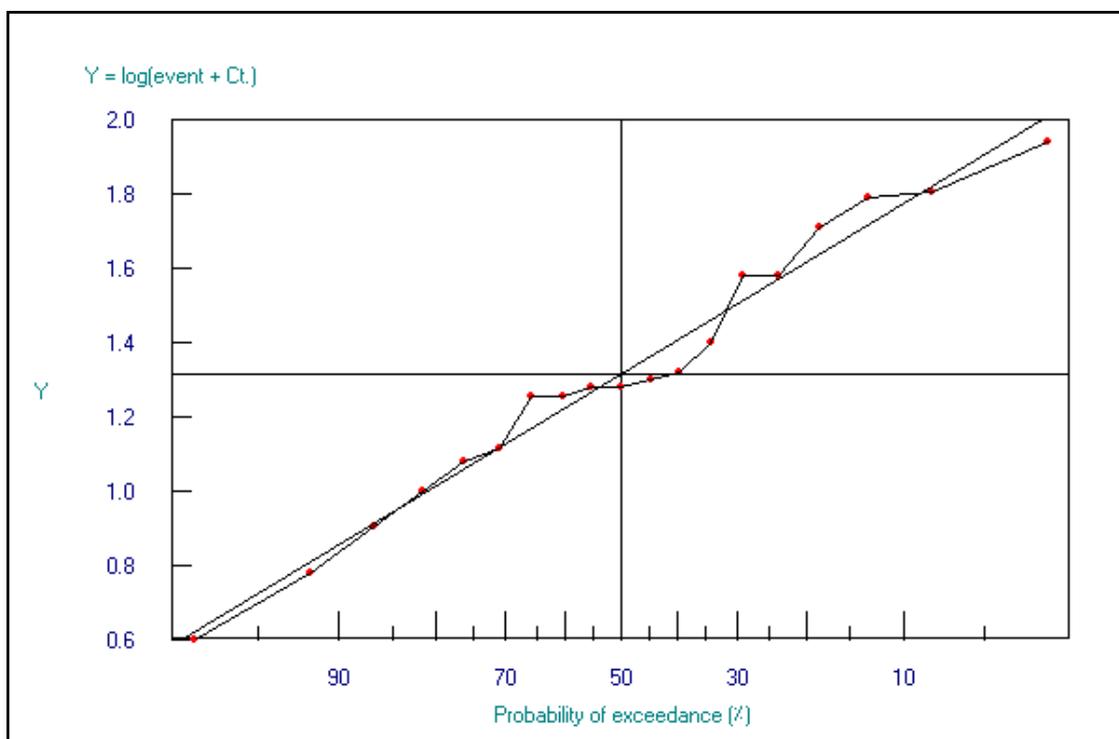


Figure. A.I.16. Courbe d'ajustement à la loi log normal du mois d'Avril.

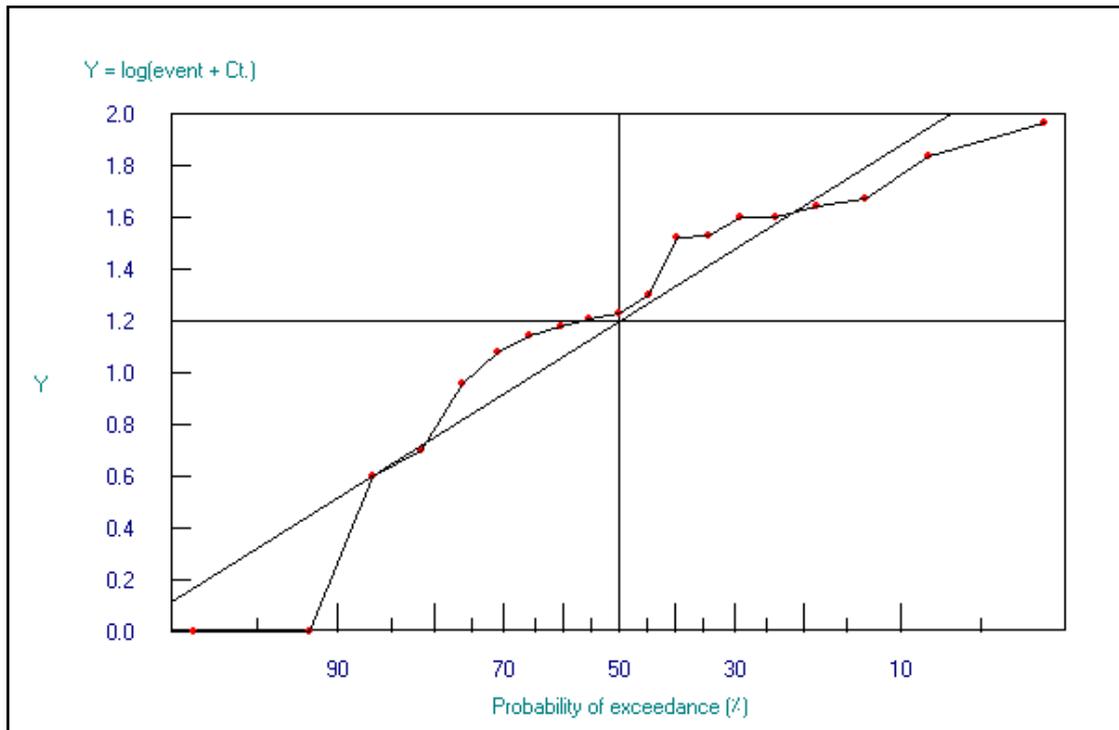


Figure. A.I.17. Courbe d'ajustement à la loi log normal du mois de Mai.

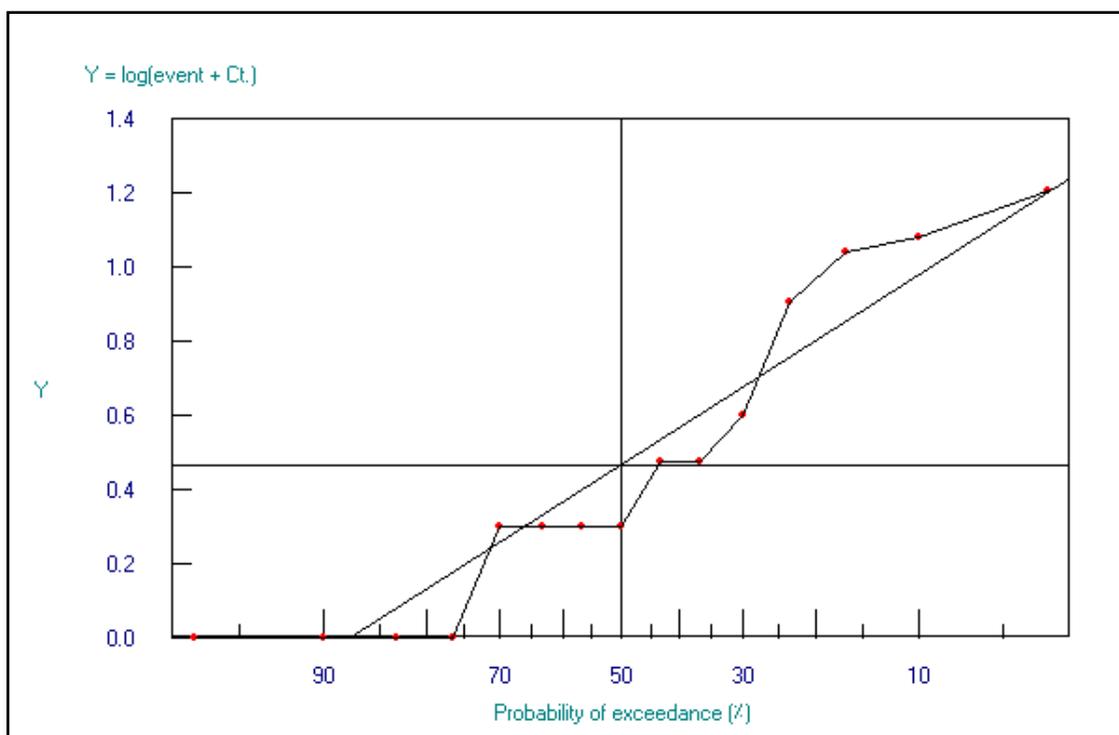


Figure. A.I.18. Courbe d'ajustement à la loi log normal du mois de Juin.

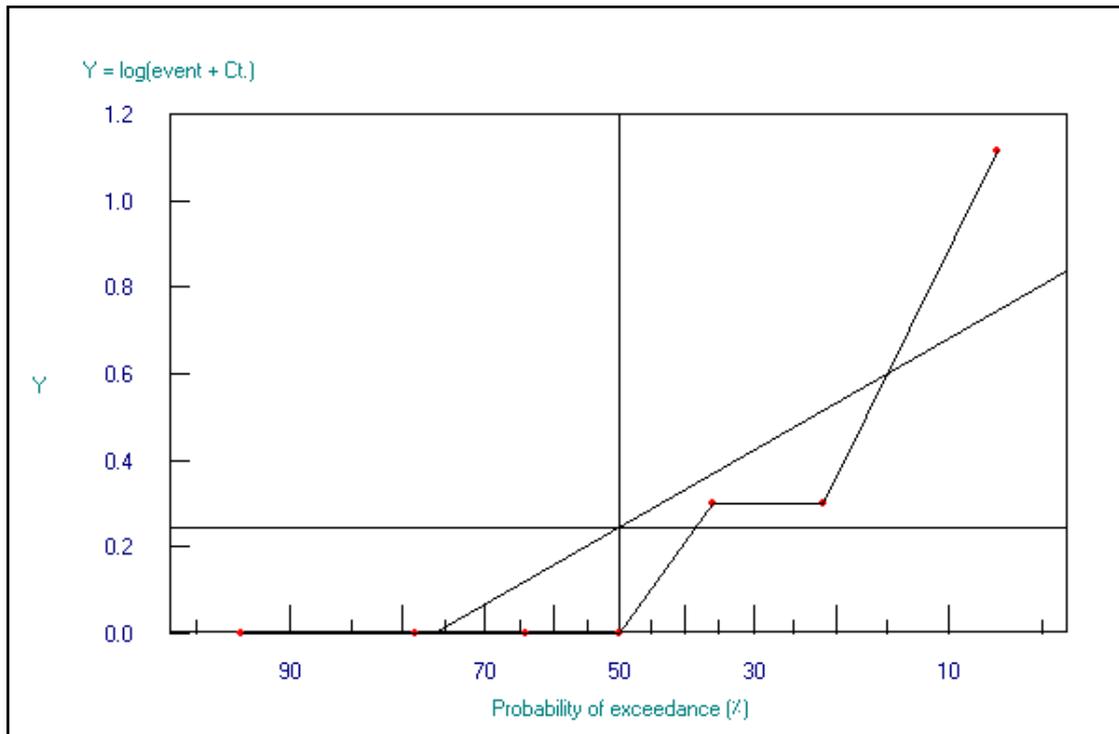


Figure. A.I.19. Courbe d'ajustement à la loi log normal du mois de Juillet.

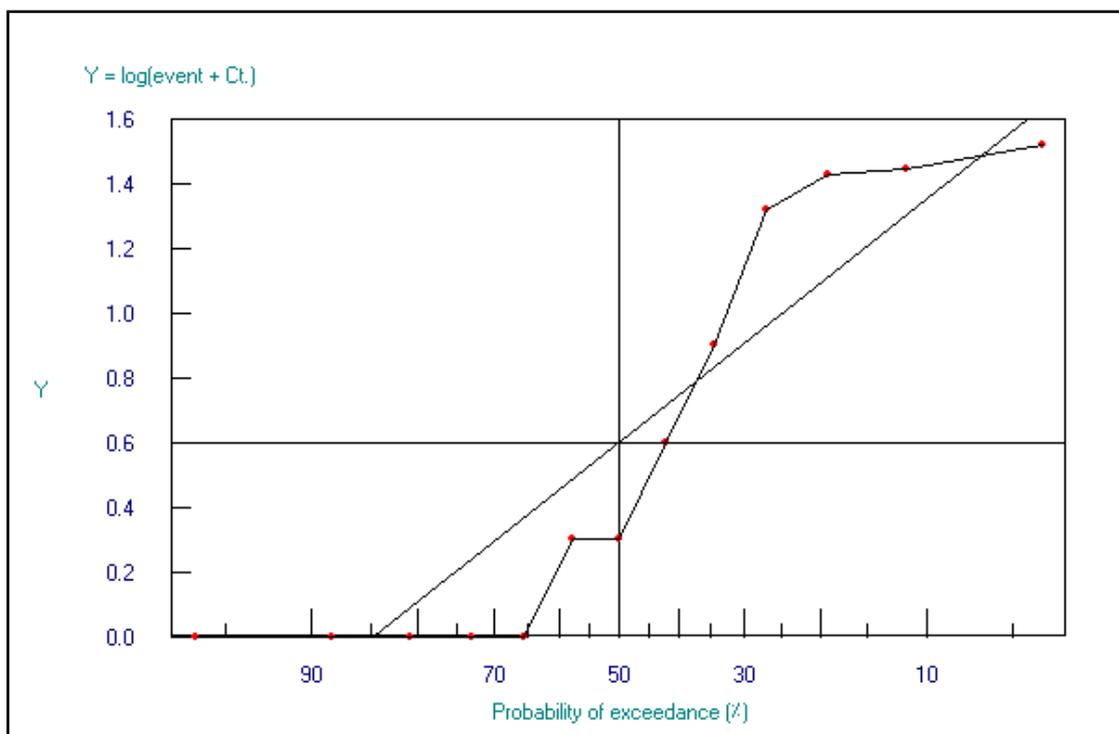


Figure. A.I.20. Courbe d'ajustement à la loi log normal du mois d'Aout.

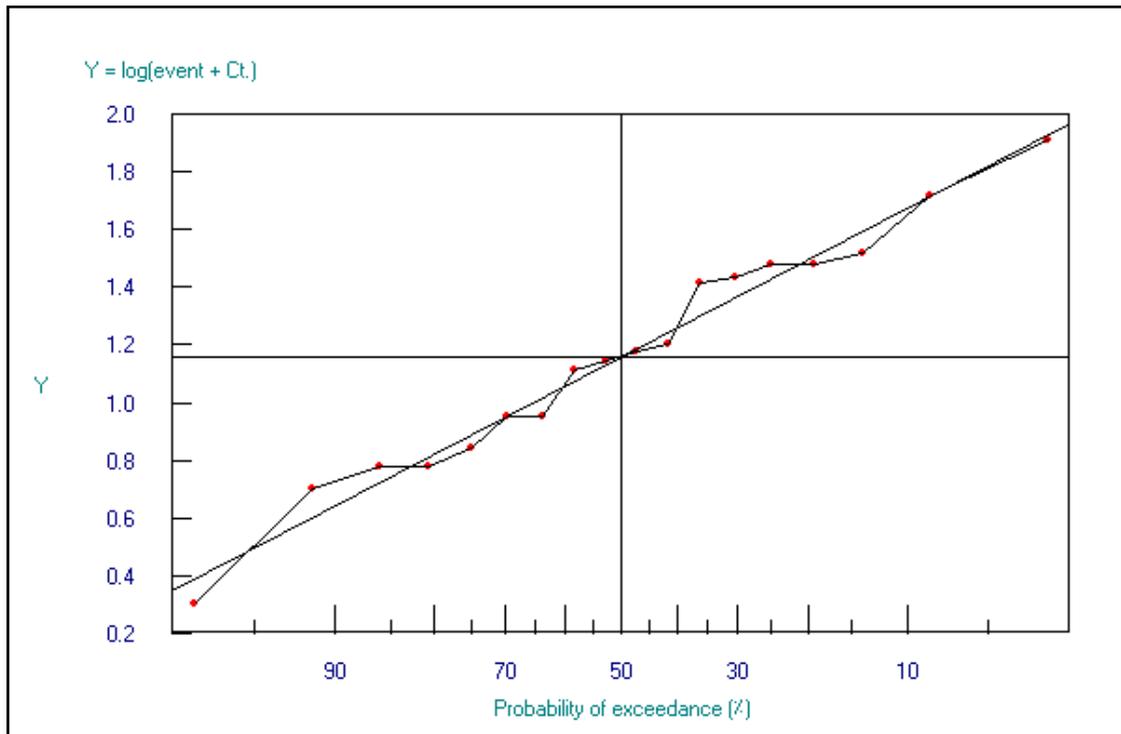


Figure. A.I.21. Courbe d'ajustement à la loi log normal du mois de Septembre.

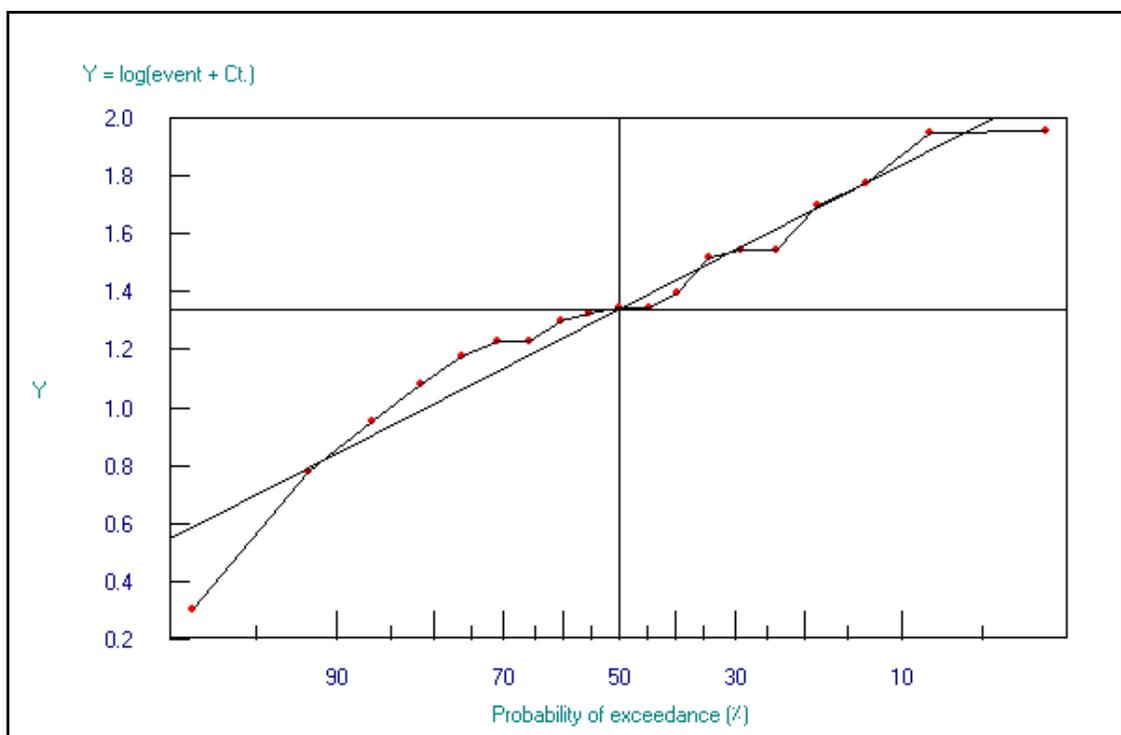


Figure. A.I.22. Courbe d'ajustement à la loi log normal du mois d'Octobre.

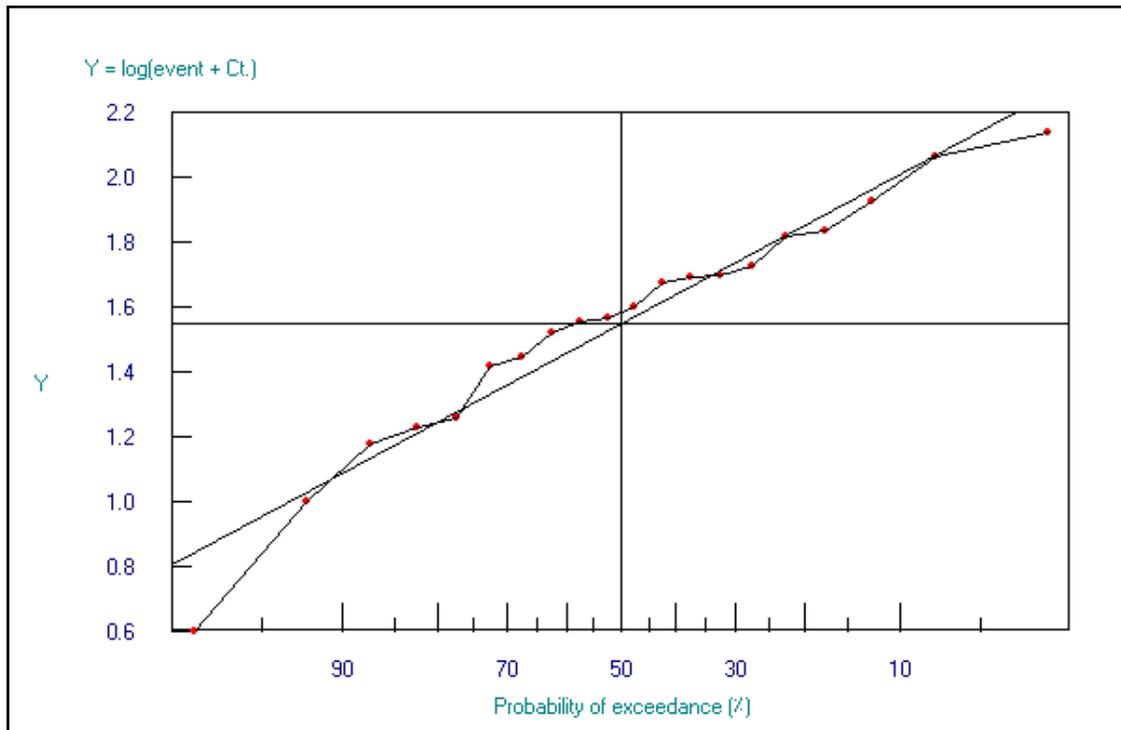


Figure. A.I.23. Courbe d'ajustement à la loi log normal du mois de Novembre.

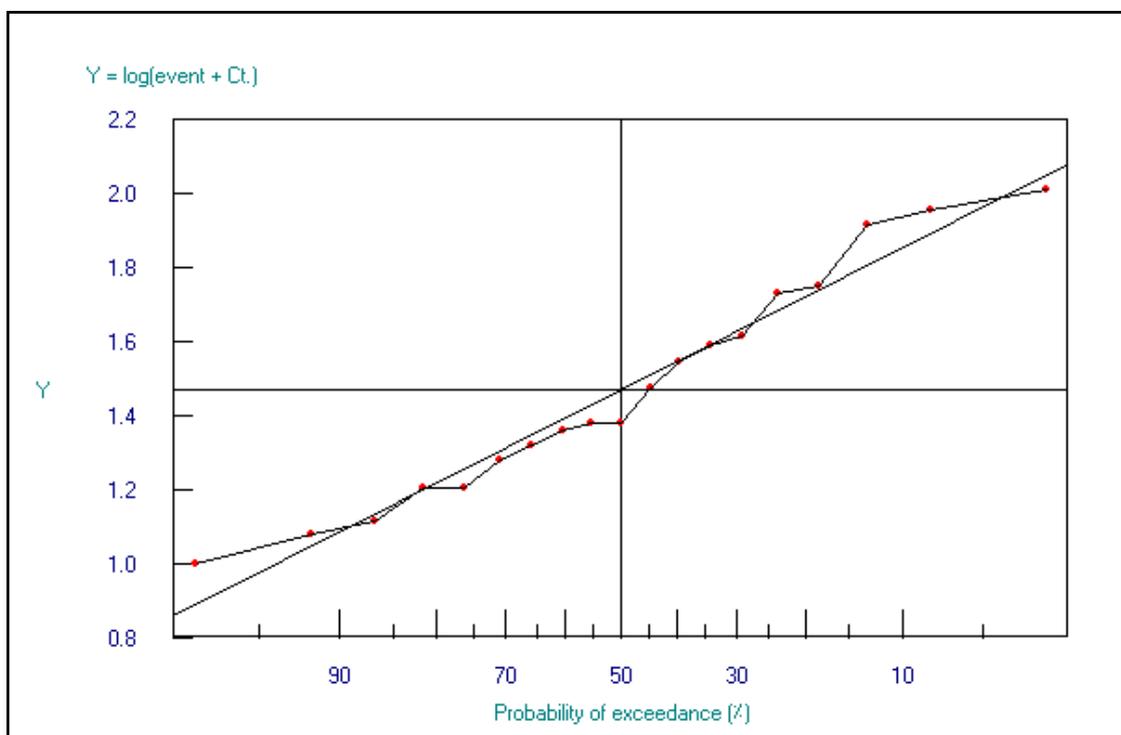


Figure. A.I.24. Courbe d'ajustement à la loi log normal du mois de Décembre.

ANNEXE II

Tableau A.II.1. Résultats du tamisage pour les échantillons zone Ouled Mellouk.

		Masse =500g								
		Masses des refus cumulées (g)			Refus cumulées (%)			Tamisage cumulées (%)		
Echantillons		1			1			1		
Tamis Φ (mm)		0-40	40-80	80-120	0-40	40-80	80-120	0-40	40-80	80-120
2		21,00	14,00	88,00	4,20	2,80	17,60	95,80	97,20	82,40
1,25		37,00	17,00	121,00	7,40	3,40	24,20	92,60	96,60	75,80
0,8		66,00	22,00	149,00	13,20	4,40	29,80	86,80	95,60	70,20
0,63		90,00	33,00	172,00	18,00	6,60	34,40	82,00	93,40	65,60
0,5		114,00	55,00	196,00	22,80	11,00	39,20	77,20	89,00	60,80
0,4		152,00	103,00	230,00	30,40	20,60	46,00	69,60	79,40	54,00
0,2		315,00	390,00	383,00	63,00	78,00	76,60	37,00	22,00	23,40
0,125		416,00	478,00	447,00	83,20	95,60	89,40	16,80	4,40	10,60
0,08		478,00	494,00	470,00	95,60	98,80	94,00	4,40	1,20	6,00
Reste		498,00	499,00	495,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00

Tableau A.II.2. Résultats du tamisage pour les échantillons zone Zeriga 1.

Echantillons	Masse= 500g								
	Masses des refus cumulés(g)			de refus cumulées %			des tamisas cumulés %		
	2			2			2		
Tamis Φ (mm)	0-40	40-80	80-120	0-40	40-80	80-120	0-40	40-80	80-120
2	202,00	265,00	223,00	40,4	53,00	44,60	59,60	47,00	55,40
1,25	250,00	334,00	287,00	50,00	66,80	57,40	50,00	33,20	42,60
0,8	283,00	375,00	328,00	56,60	75,00	65,60	43,40	25,00	34,40
0,63	307,00	399,00	353,00	61,40	79,80	70,60	38,60	20,20	29,40
0,5	328,00	417,00	372,00	56,60	83,40	74,40	34,40	16,60	25,60
0,4	345,00	432,00	390,00	69,00	86,40	78,00	31,00	13,60	22,00
0,2	465,00	465,00	446,00	93,00	92,80	89,20	7,00	7,20	10,80
0,125	483,00	478,00	475,00	96,60	95,60	95,00	3,40	4,40	5,00
0,08	492,00	488,00	488,00	98,40	97,60	97,60	1,60	2,40	2,40
Reste	498,00	494,00	498,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00

Tableau A.II.3. Résultats du tamisage pour les échantillons zone Zeriga 2.

Echantillons	Masse=500g								
	Masses des refus cumulés(g)			de refus cumulés %			des tamisas cumulés %		
	3			3			3		
Tamis Φ (mm)	0-40	40-80	80-120	0-40	40-80	80-120	0-40	40-80	80-120
2	86,00	92,00	99,00	17,20	18,40	19,80	82,80	81,60	80,10
1,25	135,00	156,00	158,00	27,00	31,20	31,60	73,00	68,80	68,40
0,8	170,00	189,00	195,00	34,00	37,80	39,00	66,00	62,20	61,00
0,63	192,00	211,00	217,00	38,40	42,20	43,40	61,10	57,80	56,60
0,5	208,00	226,00	232,00	41,60	45,20	46,40	58,40	54,80	53,60
0,4	224,00	241,00	248,00	44,80	48,20	49,60	55,20	51,80	50,40
0,2	293,00	330,00	320,00	85,60	66,00	64,00	41,40	34,00	36,00
0,125	372,00	447,00	412,00	74,40	89,40	82,40	25,60	10,60	17,60
0,08	430,00	482,00	459,00	86,00	96,40	91,80	14,00	3,60	8,20
Reste	490,00	497,00	497,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00

Tableau A.II.4. Résultats de sédimentation pour les échantillons Ouled Mellouk.

Temps	Température °C	Liquide A	Liquide 1 (0-40) (cm)	Liquide 2 (40-80) cm	Liquide3 (80-120) cm	1-A=2-A=3- A	Diamètre calculé (mm)	% des grains < D
30"	18	1,0000	1,0012	1,0012	1,0012	0,0012	88,911	99,98
1'	18	1,0000	1,0011	1,0011	1,0011	0,0011	62,870	9,16
2'	18	1,0000	1,0011	1,0011	1,0011	0,0011	44,455	9,16
5'	18	1,0000	1,0010	1,0010	1,0010	0,001	28,216	8,33
10'	18	1,0000	1,0009	1,0009	1,0009	0,0009	19,881	7,5
20'	18	1,0000	1,0009	1,0009	1,0009	0,0009	14,058	7,5
40'	18	1,0000	1,0005	1,0005	1,0005	0,0005	9,940	4,16
80'	18	1,0000	1,0003	1,0003	1,0003	0,0003	7,029	2,5
4h	18	1,0000	1,0002	1,0002	1,0002	0,0002	4,058	1,66
24h	18	1,0000	1,0001	1,0001	1,0001	0,0001	1,656	0,83

Tableau A.II.5. Résultats de sédimentation pour les échantillons Zeriga 1.

Temps	Température °C	Liquide A	Liquide 1 (0-40) (cm)	Liquide 2 (40-80) cm	Liquide3 (80-120) cm	1-A=2-A=3-A	Diamètre calculé (mm)	% des grains < D
30"	18	1,0000	1,0052	1,0052	1,0052	0,0052	85,483	41,57
1'	18	1,0000	1,0051	1,0051	1,0051	0,0051	60,474	40,77
2'	18	1,0000	1,005	1,005	1,005	0,005	42,762	39,97
5'	18	1,0000	1,0049	1,0049	1,0049	0,0049	27,049	39,97
10'	18	1,0000	1,0046	1,0046	1,0046	0,0046	19,126	36,77
20'	18	1,0000	1,0045	1,0045	1,0045	0,0045	13,524	35,97
40'	18	1,0000	1,0041	1,0041	1,0041	0,0041	9,563	32,77
80'	18	1,0000	1,0036	1,0036	1,0036	0,0036	6,762	28,78
4h	18	1,0000	1,0026	1,0026	1,0026	0,0026	3,904	20,78
24h	18	1,0000	1,0012	1,0012	1,0012	0,0012	1,594	9,59

Tableau A.II.6. Résultats de sédimentation pour les échantillons Zeriga 2.

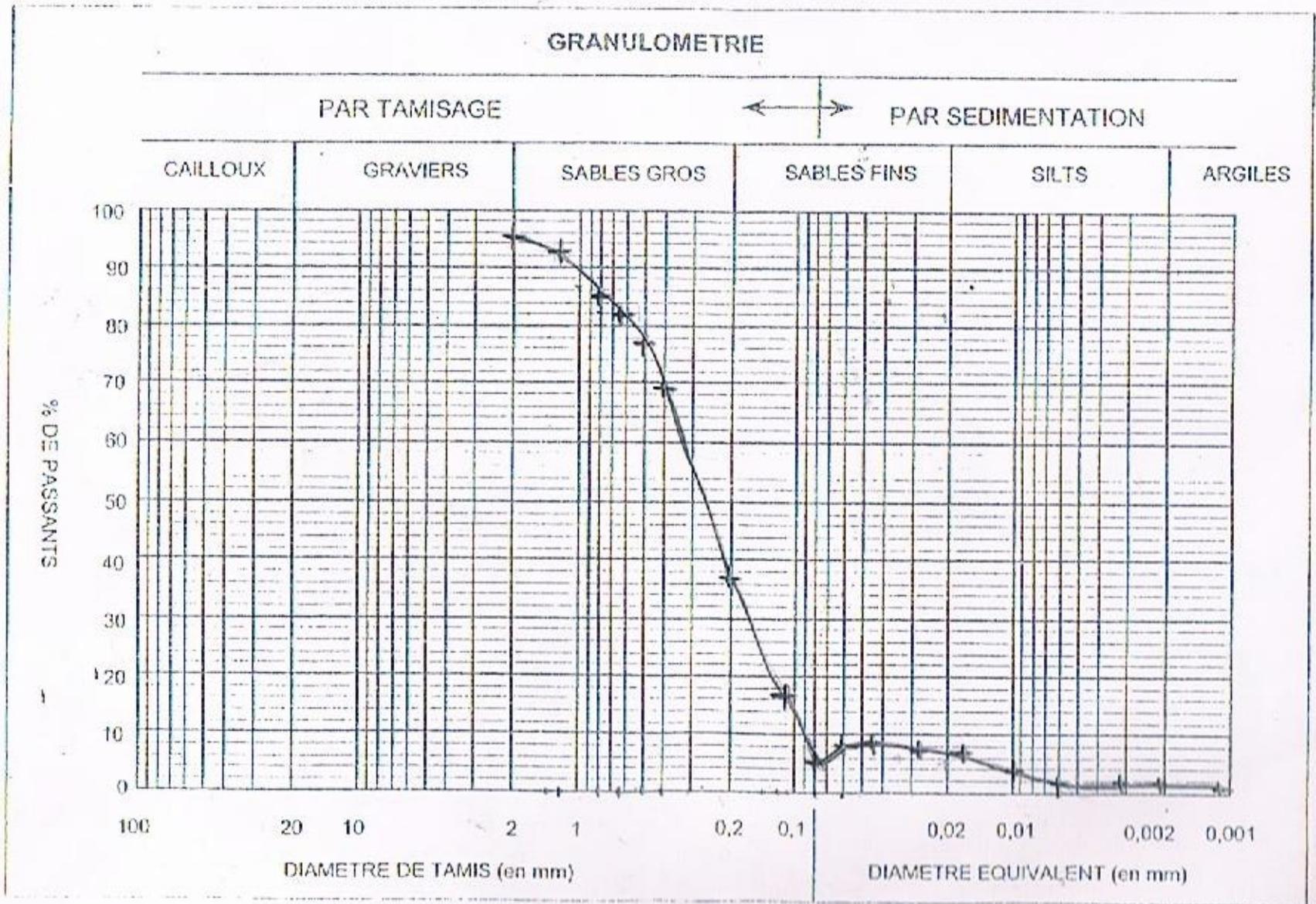
Temps	Température °C	Liquide A	Liquide 1 (0-40) (cm)	Liquide 2 (40-80) cm	Liquide3 (80-120) cm	1-A=2-A=3-A	Diamètre calculé (mm)	% des grains < D
30"	18	1,0000	1,004	1,0052	1,0052	0,004	90,125	33,33
1'	18	1,0000	1,003	1,0051	1,0051	0,003	63,730	25
2'	18	1,0000	1,002	1,005	1,005	0,002	45,065	16,66
5'	18	1,0000	1,0005	1,0049	1,0049	0,0005	28,503	4,16
10'	18	1,0000	1,0001	1,0046	1,0046	0,0001	20,155	0,83
20'	18	1,0000	1,0000	1,0045	1,0045	0	14,252	0
40'	18	1,0000	1,0000	1,0041	1,0041	0	10,077	0
80'	18	1,0000	1,0000	1,0036	1,0036	0	7,126	0
4h	18	1,0000	1,0000	1,0026	1,0026	0	4,114	0
24h	18	1,0000	1,0000	1,0012	1,0012	0	1,679	0

ECHANTILLON : N° 1 - 0-40 cm

OPERATEUR :

DATE :

PROVENANCE :
LABORATOIRE :



FICHE DE RESULTATS D'ESSAI : GRANULOMETRIE

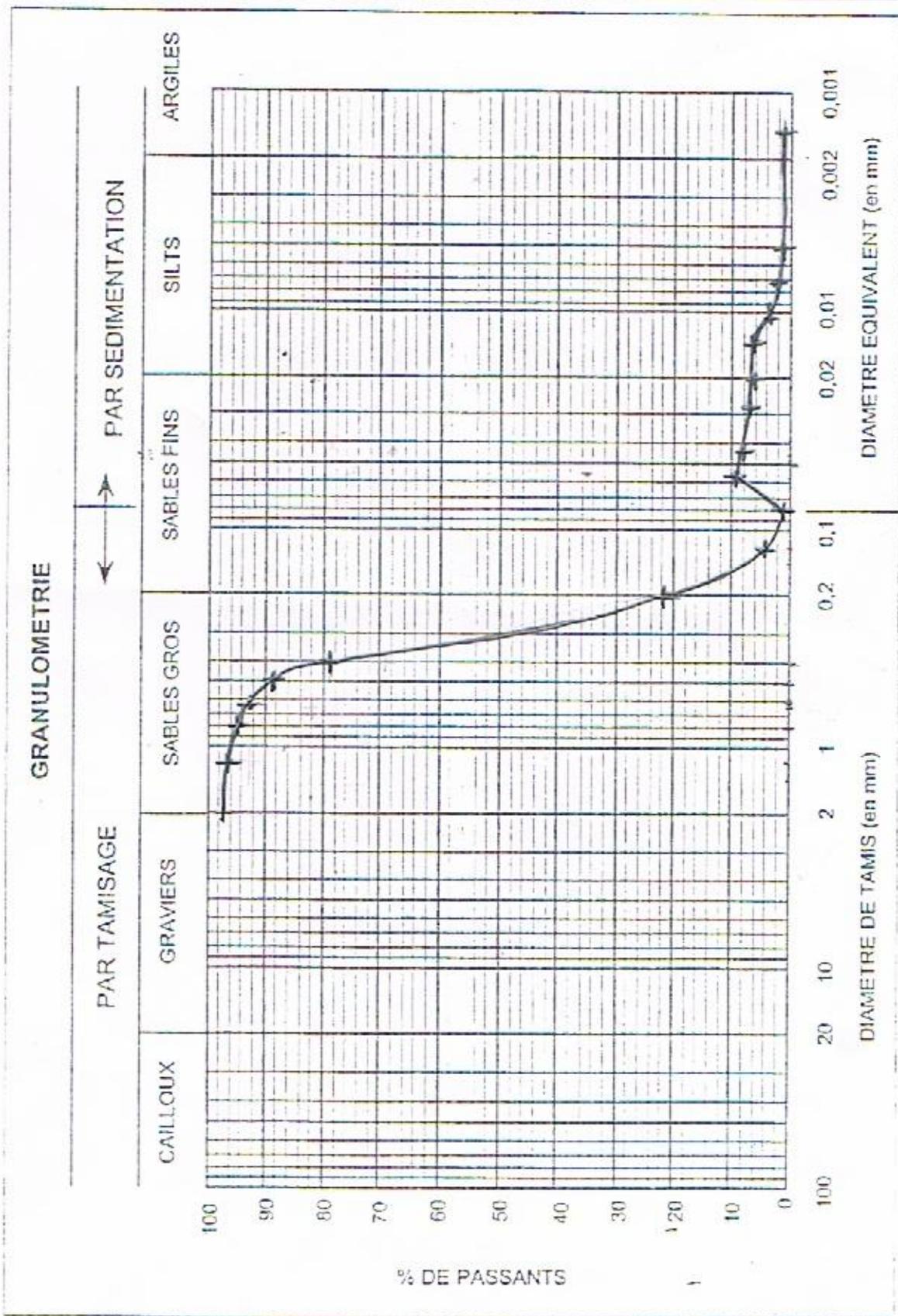
ECHANTILLON : N° 1 . 40-80 cm

PROVENANCE :

OPERATEUR :

LABORATOIRE :

DATE :



FICHE DE RESULTATS D'ESSAI : GRANULOMETRIE

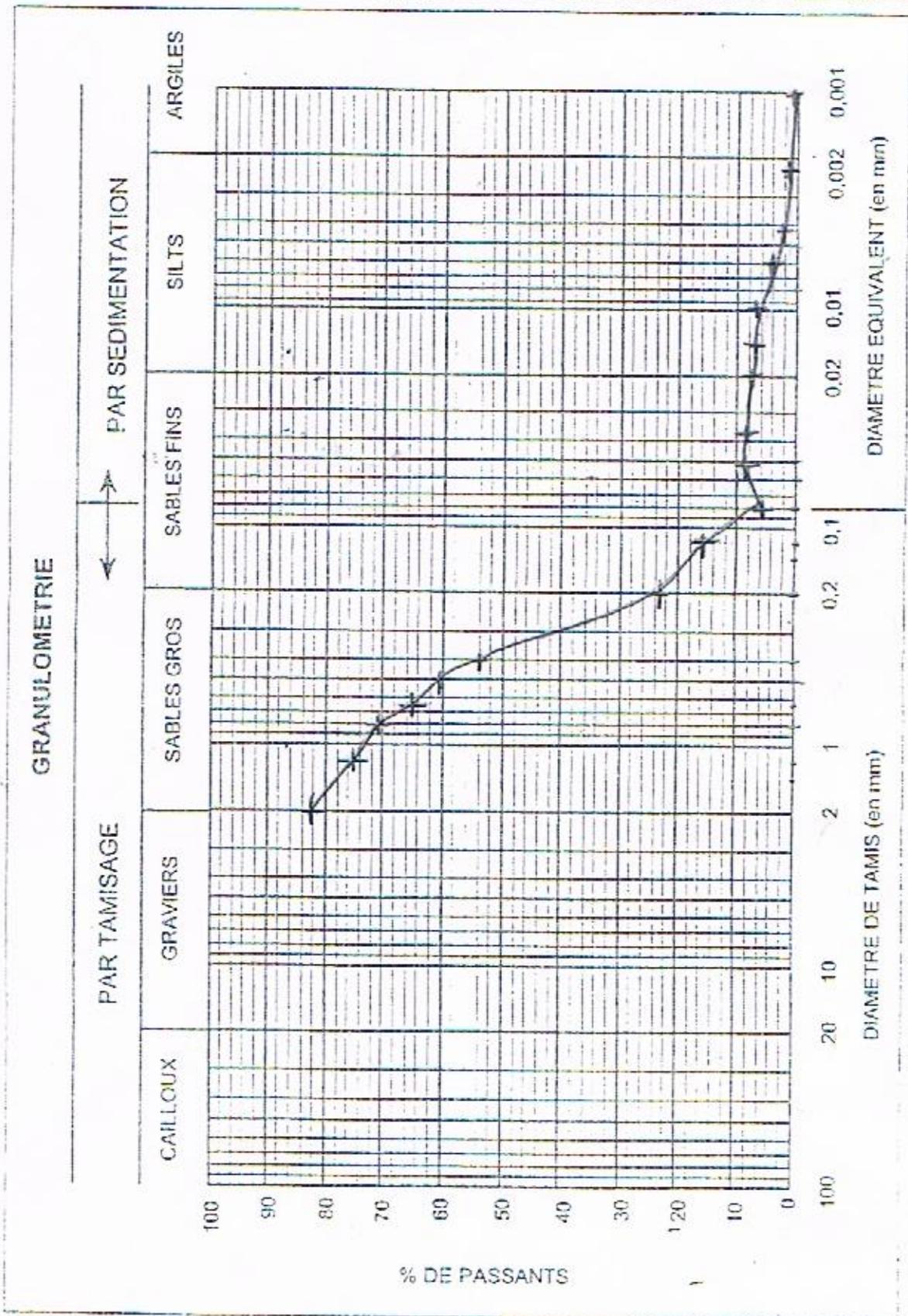
ECHANTILLON : N° 1.80-120 cm

PROVENANCE :

OPERATEUR :

LABORATOIRE :

DATE :



FICHE DE RESULTATS D'ESSAI : GRANULOMETRIE

ECHANTILLON : N° 2 - 0-40 cm

OPERATEUR :
 PROVENANCE :
 LABORATOIRE :

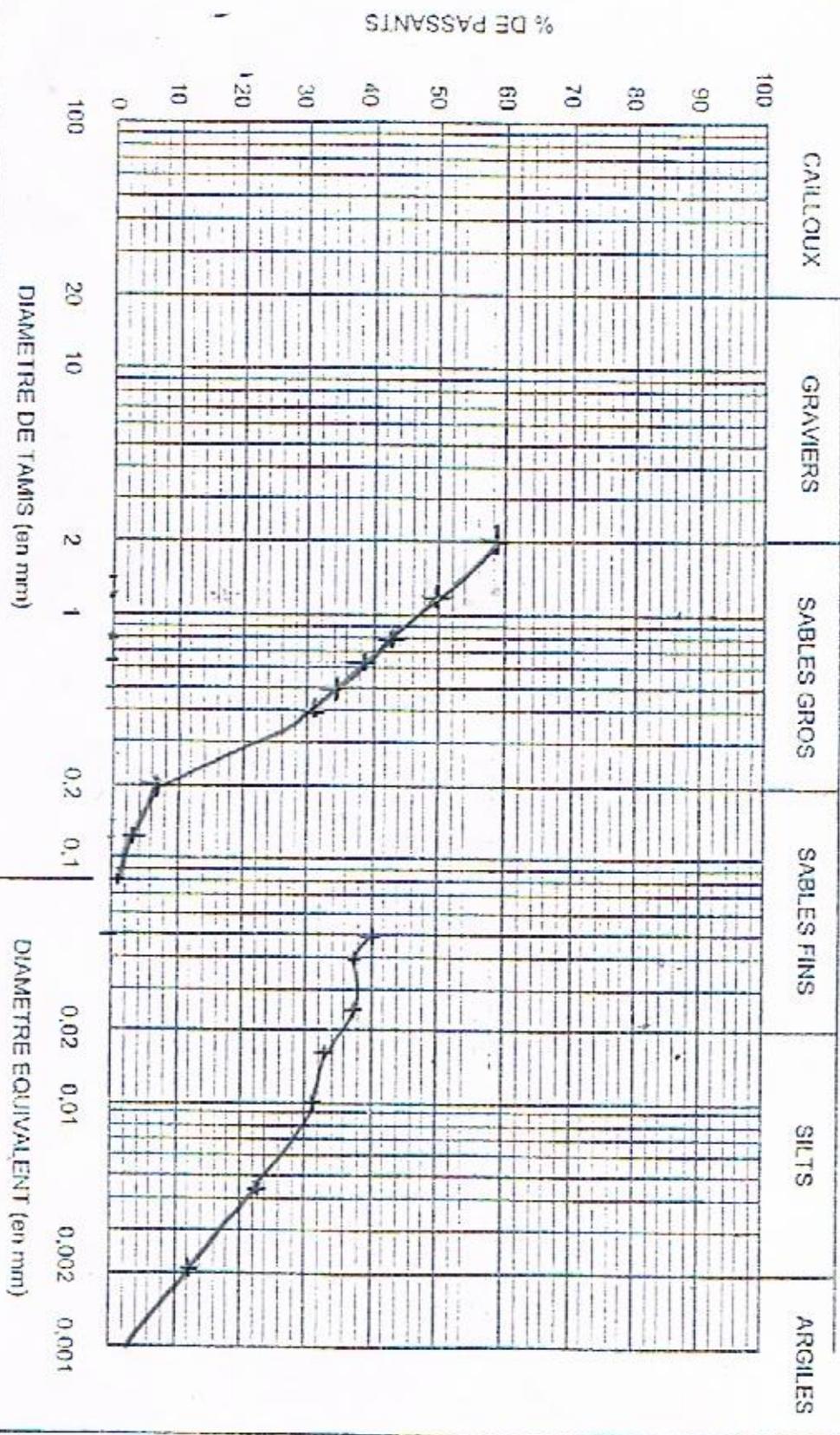
DATE :

GRANULOMETRIE

PAR TAMISAGE



PAR SEDIMENTATION



FICHE DE RESULTATS D'ESSAI : GRANULOMETRIE

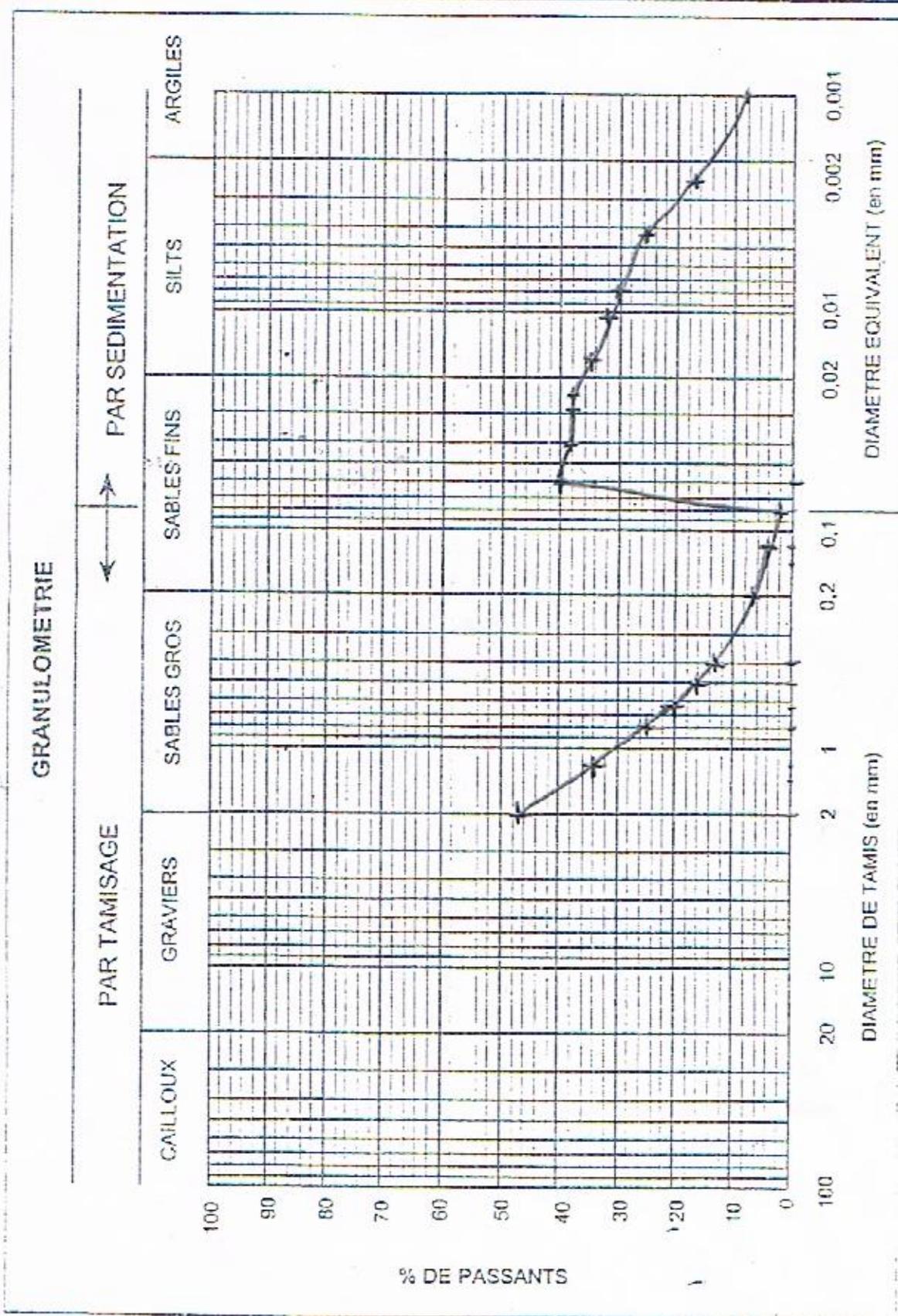
ECHANTILLON : N° 2. 40-80cm

PROVENANCE :

OPERATEUR :

LABORATOIRE :

DATE :



FICHE DE RESULTATS D'ESSAI : GRANULOMETRIE

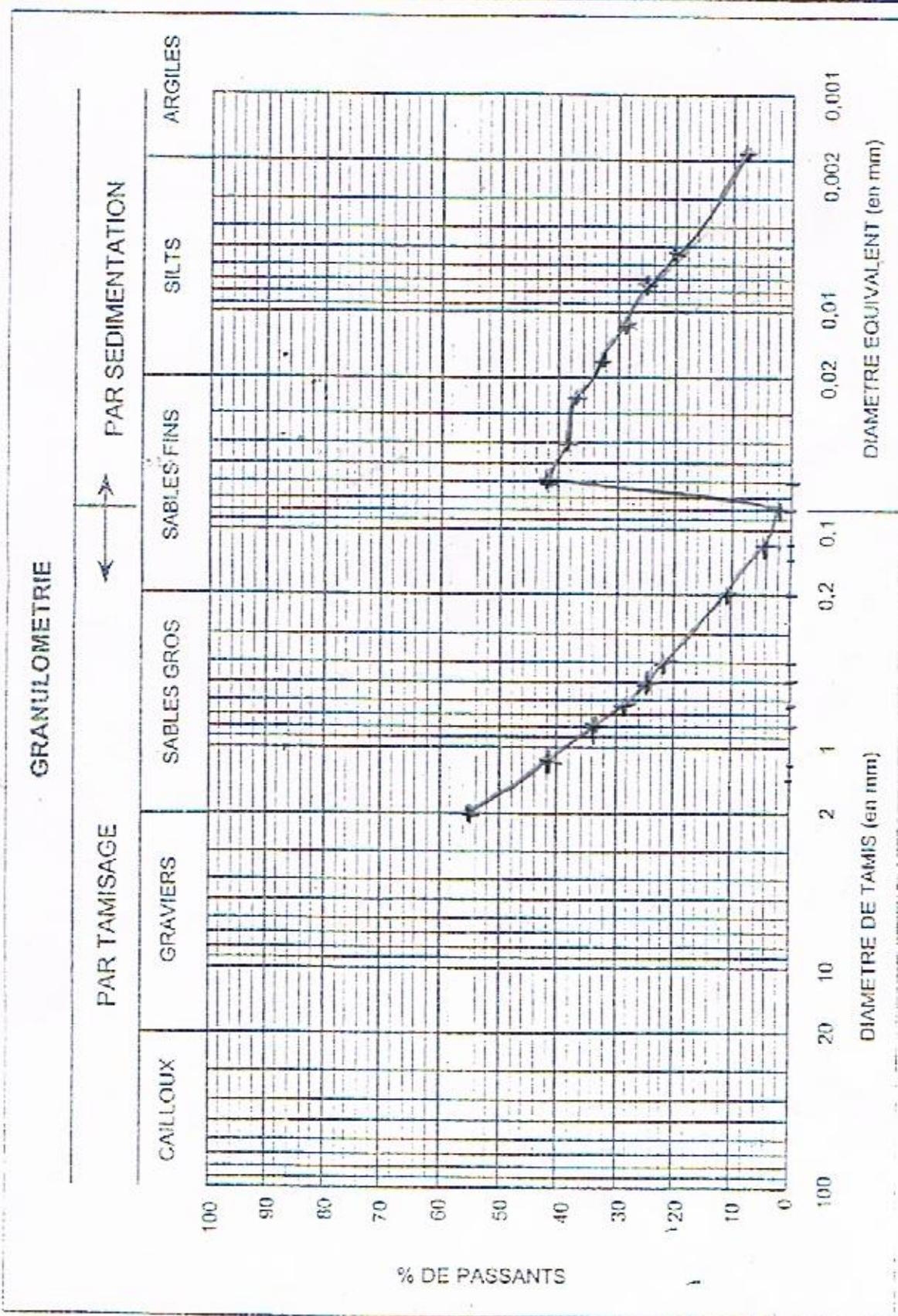
ECHANTILLON : N° 2. 80-120 cm

PROVENANCE :

OPERATEUR :

LABORATOIRE :

DATE :



FICHE DE RESULTATS D'ESSAI : GRANULOMETRIE

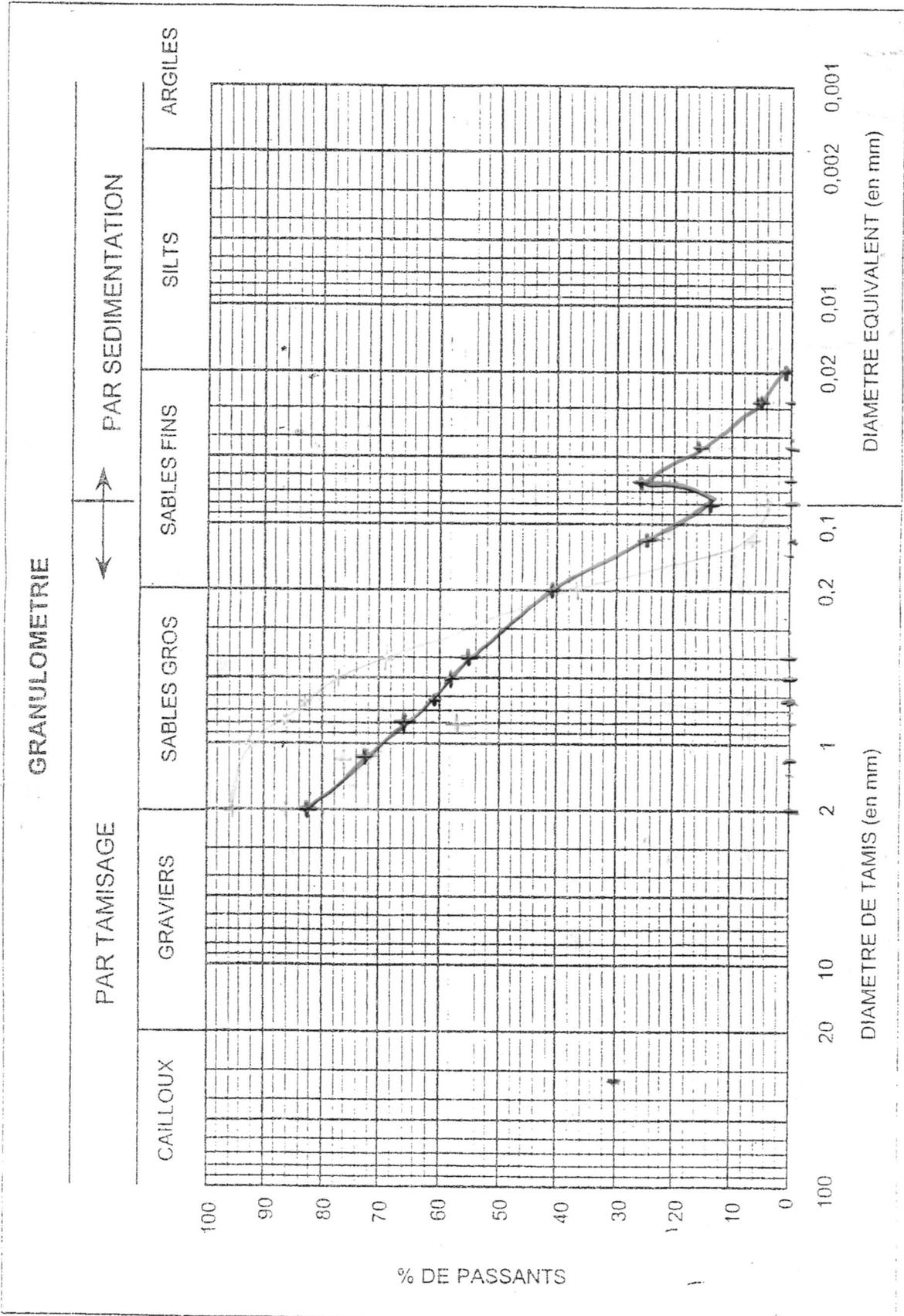
ECHANTILLON : **N° 3, 0-40 cm.**

PROVENANCE :

OPERATEUR :

LABORATOIRE :

DATE :



FICHE DE RESULTATS D'ESSAI : GRANULOMETRIE

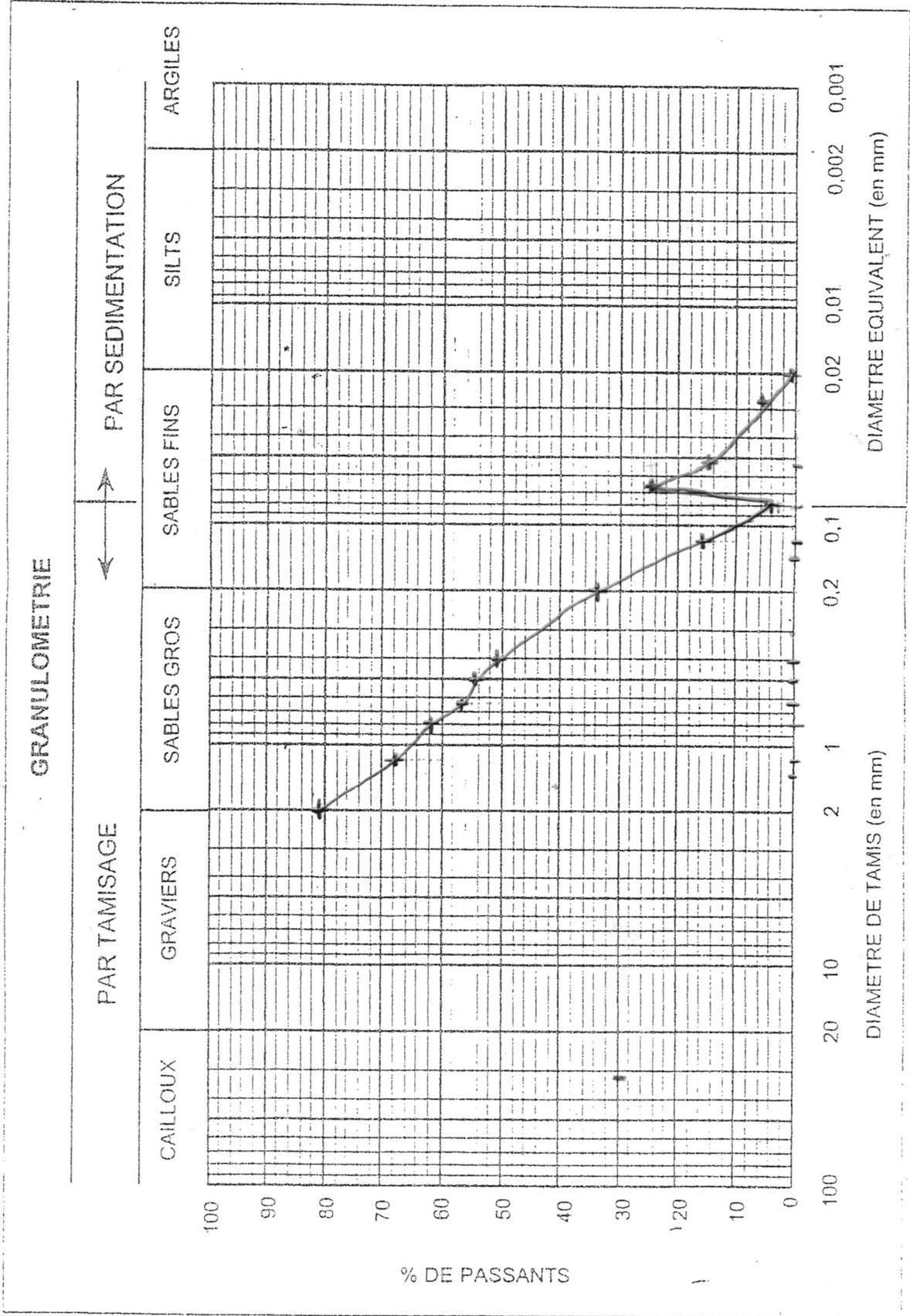
ECHANTILLON : N° 3 • 40-80

PROVENANCE :

OPERATEUR :

LABORATOIRE :

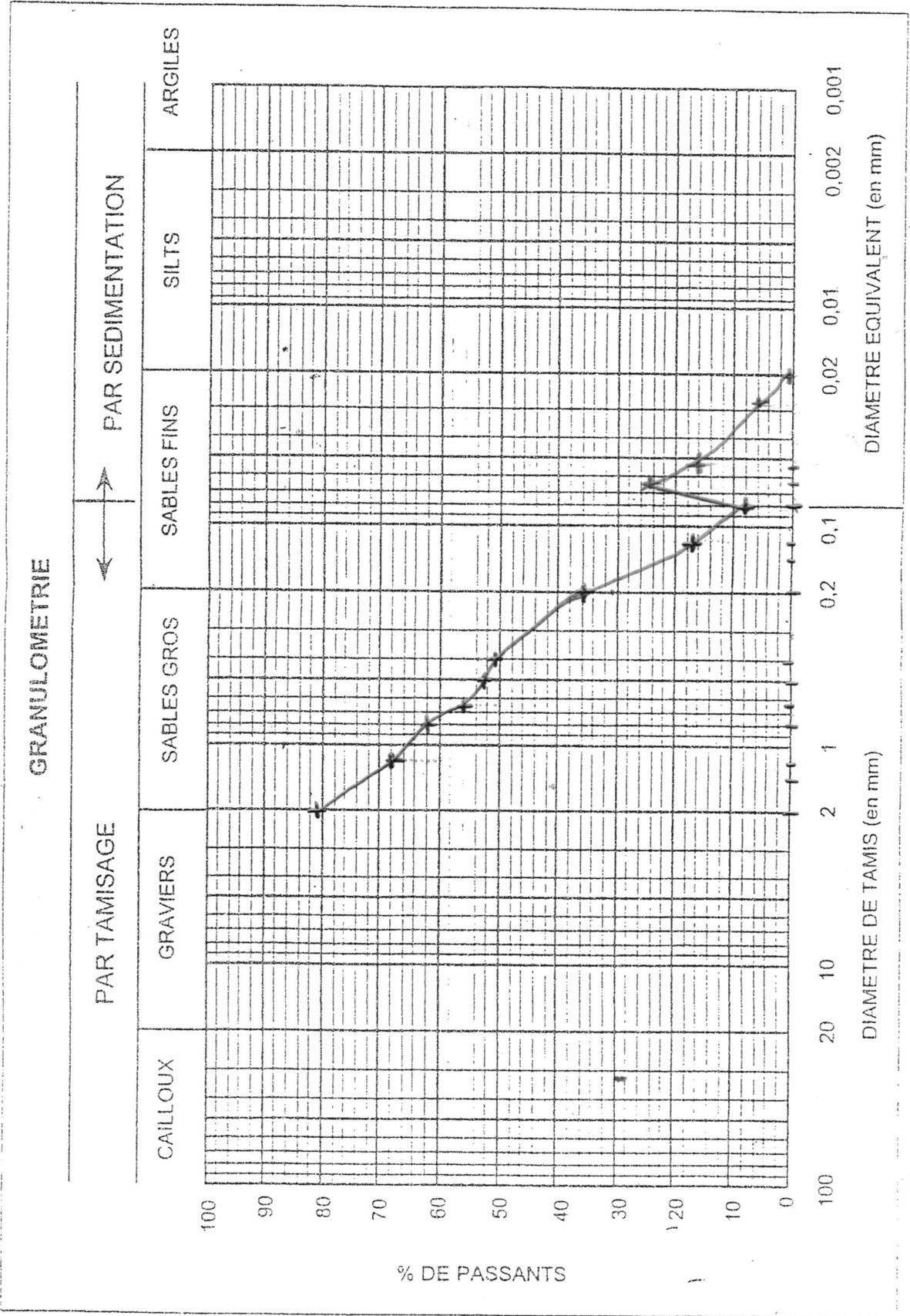
DATE :



FICHE DE RESULTATS D'ESSAI : GRANULOMETRIE

ECHANTILLON : N° 3 . 80-120
 OPERATEUR :
 DATE :

PROVENANCE :
 LABORATOIRE :



Références Bibliographiques