

# ETUDE DU BILAN D'EAU D'AIN KETTAN

## Un cas de collaboration entre l'Agriculture et l'Administration

### 1. — INTRODUCTION

La Tunisie est un pays aride. L'irrégularité de la pluviométrie y limite singulièrement le rendement des cultures. Les agriculteurs pratiquent donc l'irrigation d'une manière courante depuis la plus haute antiquité.

Mais c'est surtout dès le début du vingtième siècle que l'on constate un accroissement rapide des surfaces irriguées nécessitant par l'augmentation du nombre d'habitants et favorisé par les progrès des moyens de pompage.

Pratiquement, la totalité d'eau d'irrigation est fournie par les niveaux d'eau souterraine, exception faite de l'épandage des crues destiné surtout aux céréales.

Mais la quantité d'eau souterraine disponible n'est pas illimitée. L'intensité d'exploitation d'eau est actuellement telle que, dans certaines régions, on redoute déjà le tarissement des sources et l'épuisement des puits, à échéance plus ou moins longue il est vrai.

Pour cette raison, le Bureau de l'Inventaire des Ressources Hydrauliques (B.I.R.H.) surveille déjà attentivement l'évolution des principaux niveaux d'eau exploités. Mais le nombre d'observateurs susceptibles d'être affectés à ce travail est très limité.

M. J. Tixeront, Ingénieur en Chef du Service Hydraulique, dans une note récente (1), attire l'attention du public sur cette situation.

Il demandait aux agriculteurs, qui sont les premiers intéressés, de contribuer aux observations en assurant bénévolement la surveillance des points d'eau exploités par eux.

En principe, cette surveillance consiste à mesurer périodique-

---

(1) J. TIXERONT : « Les eaux souterraines en Tunisie », Bulletin de la Confédération Générale du Commerce et de l'Industrie, N° 14. Avril 1950. Tunis.

ment le débit des sources et la profondeur d'eau des puits en notant la pluviométrie.

Ces renseignements sont demandés pour déceler à temps les signes précurseurs d'un épuisement des niveaux d'eau exploités.

Ils seront utiles aussi pour l'établissement du bilan d'eau souterraine dont la connaissance nous est nécessaire pour déterminer le débit maximum exploitable et la surface maximum admissible de cultures irriguées.

A titre d'exemple, M. Tixeront avait signalé dans sa note les observations faites par M. Larue, agriculteur à Béni-Khalled, et les déductions faites concernant la reconstitution des réserves d'eau de la plaine du Cap Bon.

Dans la présente note, nous exposerons le résultat des observations de M. de Ravinel sur l'Aïn Ketan, en insistant sur la portée pratique et théorique des renseignements obtenus.

## 2. — AIN KETAN

### I. — Situation et description

L'Aïn Ketan est une petite source émergeant sur le flanc Sud du Djebel Zaïana, situé entre Tunis et Grombalia.

Elle provient d'un banc calcaire attribuable au Crétacé et affleurant dans un ravin.

La source est captée pour subvenir aux besoins en eau potable du Domaine « Eler » et pour l'irrigation d'un verger.

L'eau de la source est douce.

### II. — Mesures de débit

Les mesures périodiques de débit d'Aïn Ketan sont faites depuis le mois de juillet 1945. Elles sont faites par la méthode volumétrique une fois par mois.

Pendant la durée des observations, le débit de l'Aïn Ketan a varié de 12 à 75 mètres cubes par jour.

### III. — Pluviométrie

La pluviométrie est observée par la station d'Aïn Ketan, installée sur le Domaine « Eler » depuis 1923. La hauteur des précipitations atmosphériques y est mesurée à l'aide d'un pluviomètre ordinaire une fois par jour.

Pendant la durée des observations, la hauteur des précipitations a varié de 329 à 754 millimètres par année agricole.

## IV. — Centralisation des observations

Le résultat des mesures et des observations faites concernant la pluviométrie et le débit était communiqué au Service Météorologique et au B.I.R.H. qui se chargeait de l'interprétation.

### 3. — INTERPRETATION DES OBSERVATIONS

#### I. — Généralités

L'interprétation des observations était faite par la méthode mise au point par le B.I.R.H. et qui avait été appliquée avec succès déjà à l'étude des captages d'eau de la ville de Tunis et de Bizerte (1).

Le résultat de cette interprétation a été exprimé par deux graphiques, un diagramme et un tableau qui sont :

1. - graphique de débit de la source en régime non influencé (figure n° 1);
2. - graphique de la réserve d'eau souterraine en fonction du débit de la source (figure n° 2);
3. - diagramme de percolation d'eau en fonction de la pluviométrie observée (figure n° 3);
4. - tableau de fréquence des apports d'eau souterraine par percolation.

#### II. — Graphique de débit en régime non influencé

##### A) Description

Le graphique est établi en coordonnées cartésiennes (figures 1 et 1 bis).

Il est partagé en deux, suivant la droite  $a a'$ .

Sur la partie supérieure du graphique figurent :

1° l'échelle des débits tracée à gauche du graphique et graduée en mètres cubes d'eau par jour;

2° une première échelle des temps graduée en mois et coïncidant avec l'axe des abscisses.

---

(1) J. TIXERONT ET E. BERKALOFF : « Note sur la percolation profonde des précipitations dans les massifs calcaires en Tunisie ».

Compte rendu du Congrès de Géodésie et d'Hydrologie Scientifique d'Oslo, 1948.

Sur la partie inférieure du graphique, détachable suivant la droite a a' (figure 1 bis), est représentée une deuxième échelle des temps datée et graduée en mois et saisons de l'année.

Elle est superposable avec la première échelle des temps.

Débit  $q$  en  $m^3/j$

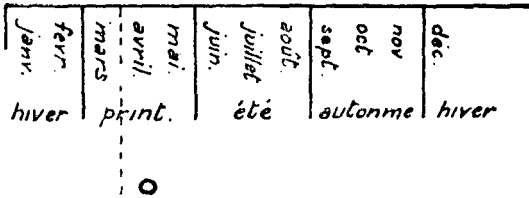
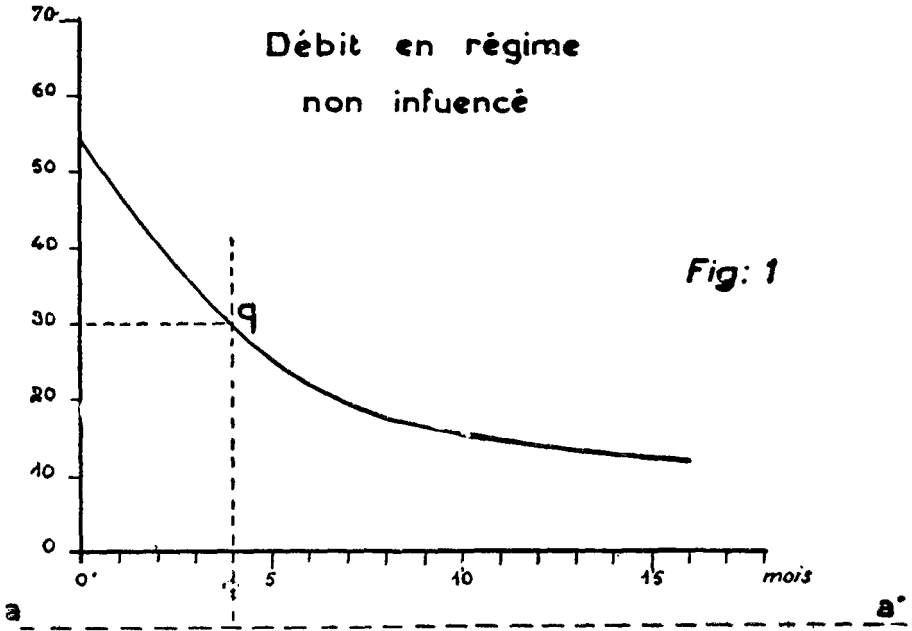


Fig: 1 bis

FIGURE N° 1 — DEBIT EN REGIME NON INFLUENCE

### B) Etablissement du graphique

La courbe de débit en régime non influencé s'obtient par superposition de plusieurs tronçons de courbes réelles de débit en fonction du temps observé en période sèche de l'année.

La superposition des tronçons est atteinte par translation des courbes réelles suivant la direction parallèle à l'axe des temps.

### C) Utilisation

La courbe ainsi obtenue permet la prévision du débit d'étiage en se basant sur une observation de débit faite au début de la période sèche de l'année.

La prévision se fait en deux étapes qui sont :

- ajustement du graphique,
- lecture du graphique.

1° Pour ajuster le graphique, il faut :

- a) repérer sur la figure n° 1 l'abscisse du point de la courbe correspondant au débit « q » observé;
- b) déplacer par translation l'échelle datée des temps de façon à faire coïncider la date de l'observation avec l'abscisse du point « q ».

2° Pour lire le graphique, il faut :

- a) repérer, suivant l'abscisse du jour examiné, le point correspondant de la courbe;
- b) lire, suivant l'ordonnée du point repéré sur l'échelle des débits, le débit probable à la date voulue.

**Exemple :** le débit observé le 1<sup>er</sup> avril 1947 était de 29 m<sup>3</sup>/j. On fait donc coïncider le point correspondant à la date du 1<sup>er</sup> avril de l'échelle des temps avec l'abscisse du point « q » correspondant au débit de 29 m<sup>3</sup>/j.

On relève sur le graphique les débits probables suivants :

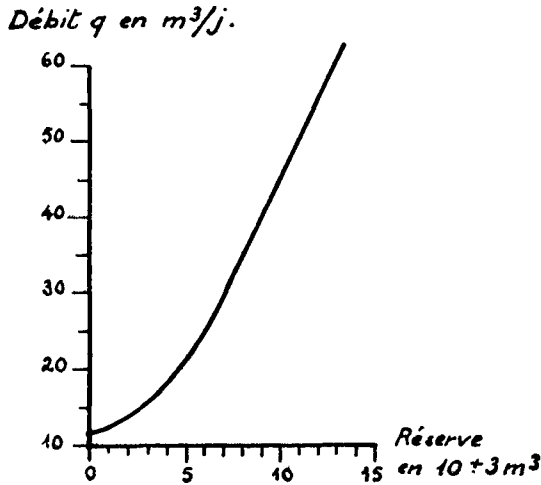
- 25 mètres cubes le 1<sup>er</sup> mai,
- 22 mètres cubes le 1<sup>er</sup> juin,
- 19 mètres cubes le 1<sup>er</sup> juillet,
- 17 mètres cubes le 1<sup>er</sup> août,
- 16 mètres cubes le 1<sup>er</sup> septembre,
- 15 mètres cubes le 1<sup>er</sup> octobre.

### III. — Graphique de la réserve d'eau en fonction du débit

#### A) Description

Le graphique de la réserve d'eau est tracé en coordonnées cartésiennes. L'échelle des débits coïncidant avec l'axe des ordonnées est graduée en mètres cubes d'eau par jour, l'échelle des abscisses étant graduée en mètres cubes de réserve d'eau.

## Réserve d'eau R en fonction du débit q



**Fig : 2**

### B) Etablissement du graphique

La courbe de réserve d'eau du graphique se déduit par intégration de la courbe des débits en régime non influencé. Cette intégration est faite à partir d'une origine arbitrairement choisie qui correspond au débit de 12 mètres cubes par jour d'Ain Ketan dans le cas présent.

### C) But et utilisation du graphique

Ce graphique est destiné à l'évaluation des apports d'eau par percolation en se basant sur les fluctuations du débit de la source et en tenant compte de l'expression (1) :

$$P = (R_2 - R_1) + Q^2 \quad (1)$$

Avec :

P - apport d'eau par percolation exprimé en m<sup>3</sup>

R<sub>1</sub> et R<sub>2</sub> - réserve d'eau qu'on relève sur le graphique de la figure 2; R correspondant au débit de q<sub>1</sub> et R<sub>2</sub> au débit q<sub>2</sub> du début et de la fin de la période envisagée.

Q<sup>2</sup> - volume d'eau débité par la source dans l'intervalle de temps envisagé.

Inversement, le graphique de la réserve d'eau peut être utilisé à l'évaluation des crues de débit de l'Aïn Ketan en fonction de l'apport d'eau prévu et du débit initial  $q_1$  connu.

Cette évaluation se fait à l'aide de la formule (1) par des approximations successives.

En première approximation, en négligeant  $Q_1^2$ , en écrivant :

$$R_2 = R_1 + P \quad (1 \text{ bis})$$

D'où on déduit la valeur du débit atteint  $q_2$  à l'aide du graphique de la figure n° 2, en se basant sur  $R_2$ .

En deuxième approximation, on tient compte de  $Q_1^2$  en admettant que l'augmentation du débit est proportionnelle au temps et que la durée d'une crue est d'un mois par exemple.

Mais cette durée est encore très mal connue; elle est comparable à l'intervalle de temps séparant les mesures successives de débit.

**1<sup>er</sup> exemple : Calcul d'apport d'eau « P » s'étant produit entre le 1<sup>er</sup> mars et le 1<sup>er</sup> mai 1948, en connaissant :**  
 le débit  $q^1 = 12,6 \text{ m}^3/\text{j}$  le 1<sup>er</sup> mars 1948  
 $q^2 = 137 \text{ m}^3/\text{j}$  le 1<sup>er</sup> mai 1948  
 Volume  $Q_1^2 = 800 \text{ m}^3$  écoulés entre le 1<sup>er</sup> mars et le 1<sup>er</sup> mai 1948.

**On relève sur le graphique figure 2 :**

$$R_1 = 1.000 \text{ m}^3 \text{ pour } q_1 = 12,6 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$R_2 = 2.000 \text{ m}^3 \text{ pour } q_2 = 13,7 \text{ m}^3/\text{j}$$

**D'où suivant l'expression (1) :**

$$P = (2.000 - 1.000) + 800 = 1.800 \text{ m}^3$$

**2<sup>e</sup> exemple : Prévion de débit à la date du 1<sup>er</sup> février 1950 en admettant :**

$$q_1 = 20 \text{ m}^3/\text{j} \text{ au } 31 \text{ décembre } 1949$$

$$P = 4.000 \text{ m}^3 \text{ du } 1^{\text{er}} \text{ janvier } 1950 \text{ au } 1^{\text{er}} \text{ février } 1950.$$

**On relève sur le graphique figure 2 :**

$$R_1 = 4.500 \text{ m}^3 \text{ pour } q_1 = 20 \text{ m}^3/\text{j}$$

**En négligeant  $Q_1^2$ , on déduit de l'expression (1 bis) :**

$$R_2^1 = 4.500 + 4.000 = 8.500 \text{ m}^3$$

**et on relève sur le graphique figure 2 :**

$$q_2^1 = 38 \text{ m}^3/\text{j} \quad \text{correspondant à}$$

$$R = 8.500 \text{ m}^3.$$

#### IV. — Diagramme de percolation

##### A) Principe

Le diagramme de percolation d'eau en fonction de la pluvio-

métrie est destiné à la solution graphique de la formule théorique (2) reliant la pluviométrie à la percolation « P » qui est :

$$P = S [\sum h - H_0 - \alpha \sum e]$$

Avec P : apport d'eau souterraine par percolation,

S : surface du périmètre d'alimentation de la source,

h : hauteur cumulée des précipitations depuis le début de la suite pluvieuse envisagée jusqu'à la fin de la dernière pluie ayant pu saturer le sol,

H<sub>0</sub> : hauteur d'eau susceptible d'être retenue par le sol,

$\sum e$  : hauteur moyenne d'évaporation d'eau correspondant à l'intervalle de temps existant entre la première précipitation de la suite pluvieuse envisagée et la dernière pluie ayant pu saturer le sol,

$\alpha$  : le coefficient numérique.

Cette formule est valable seulement pour les valeurs positives de « P ». Elle est basée sur les hypothèses simplificatrices suivantes qui sont appliquées simultanément :

**1<sup>re</sup> hypothèse** : la surface du sol (terre végétale) a une capacité de rétention H<sub>0</sub> uniforme sur toute l'étendue du périmètre d'alimentation de la source;

**2<sup>e</sup> hypothèse** : la percolation d'eau au sous-sol commence seulement après la saturation du sol par H<sub>0</sub> millimètres d'eau;

**3<sup>e</sup> hypothèse** : l'eau retenue par le sol est soumise à l'évaporation par la végétation et la surface du sol (reprise atmosphérique), l'eau percolée au sous-sol en étant exempte;

**4<sup>e</sup> hypothèse** : la quantité d'eau reprise par l'atmosphère est proportionnelle à l'évaporation physique « e » (mesurée par bac ou évaporomètre Piche).

La détermination de la valeur des paramètres H<sub>0</sub>, S et du coefficient  $\alpha$  se fait par la méthode des approximations successives.

Le calcul se fait en examinant les cas particuliers.

**En première approximation**, on calcule :

S - d'après la formule (2) en se basant sur la plus forte valeur de « P » constatée après les pluies : la valeur dans un cas analogue d'une région voisine.

de « H<sub>0</sub> » et de «  $\alpha$  » admise étant celle trouvée

**En 2<sup>e</sup> approximation**, on calcule :

H<sub>0</sub> - en prenant la moyenne des valeurs de H<sub>0</sub> trouvée en se basant sur les deux ou trois plus courtes périodes pluvieuses avec une faible percolation : la valeur de S et de  $\alpha$  prise en considération étant celle admise en première approximation.

- en prenant la moyenne des valeurs de  $\alpha$  trouvée pour les deux ou trois plus longues périodes pluvieuses avec une faible percolation : la valeur de S et de H<sub>0</sub> prise en considération étant celle de la première approximation.



S : en prenant la moyenne des valeurs de S calculée en se basant sur deux ou trois périodes particulièrement pluvieuses de l'année avec une forte percolation : les valeurs de  $H_0$  et de  $\alpha$  prises en considération étant celles trouvées en deuxième approximation.

Le calcul de  $H_0$ , S et de  $\alpha$  peut être repris de la même façon en troisième approximation.

Mais il nous a paru inutile de faire ce travail dans le cas d'Aïn Ketan : la précision des résultats obtenus en deuxième approximation étant suffisante en pratique.

Les valeurs trouvées étaient :

$$\begin{aligned} S &= 0,062 \text{ kilomètres carrés,} \\ H_0 &= 85 \text{ millimètres,} \\ \alpha &= 0,6 \text{ l'évaporation de référence étant celle du Lac de Kébir.} \end{aligned}$$

### B) Description du diagramme

Le diagramme est partagé en deux parties du haut en bas par la ligne AA'. Il comporte quatre faisceaux de lignes et quatre échelles graduées (Figure n° 3) :

**1er faisceau** de droites équidistantes tracées dans la partie supérieure du graphique parallèlement à la droite de référence AA'.

Ces lignes correspondent aux graduations de l'échelle des apports d'eau figurée dans la partie droite supérieure du diagramme.

Les graduations de cette échelle varient de mille en mille mètres cubes d'eau : l'origine des graduations coïncidant avec la droite AA'.

**2<sup>e</sup> faisceau** de droites équidistantes tracées parallèlement à la ligne AA' dans la partie inférieure du diagramme.

Ces lignes correspondent aux graduations de l'échelle de « déficit de saturation du sol » figurée dans la partie droite inférieure du diagramme.

Les graduations de cette échelle varient de dix en dix millimètres d'eau : l'origine de ces graduations coïncidant avec la ligne AA' : la droite BB' correspondant au déficit maximum égal à  $H_0$ .

**3<sup>e</sup> faisceau** de lignes perpendiculaires à la droite AA' correspondant à l'échelle des temps qui est figurée au bas du diagramme. Cette échelle est graduée en mois et fractions de mois.

**4<sup>e</sup> faisceau** de courbes correspondant à l'échelle de pluie cumulée.

Ces courbes sont de la forme :

$$y = c - \alpha \Sigma e$$

Avec : c - hauteur de référence,

$\Sigma e$  - hauteur d'évaporation moyenne cumulée depuis le 1<sup>er</sup> septembre.

L'échelle de pluie cumulée est tracée en oblique dans la partie gauche supérieure du diagramme.

Les graduations de cette échelle varient de 50 en 50 millimètres. Mais, dans la partie inférieure du diagramme, ce faisceau comporte des lignes intercalaires avec la variation de « c » de 10 en 10 millimètres.

La ligne origine des graduations du faisceau de « c » passe par le point de la droite BB' de déficit de saturation maximum correspondant à la date du 1er août.

DIRECTION  
DES  
TRAVAUX PUBLICS  
Groupe HAR  
BUREAU DE L'INVENTAIRE DES  
RESSOURCES HYDRAULIQUES  
B I R H

N° de Cal. 1687/6  
Année 1947-1948

AIN KETAN  
Diagramme de percolation d'eau

Graphique provisoire  
avec:  $M_0 = 85\%$   
 $S = 0,062 \text{ N.m}^2$   
 $\alpha = 0,6$

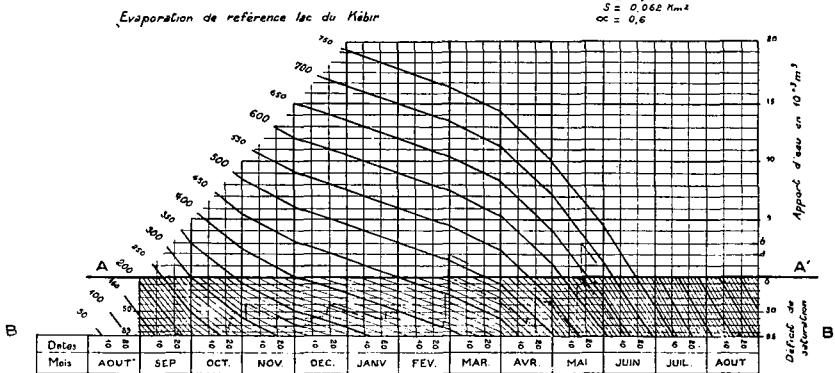


Figure n° 3 - Diagramme de percolation d'eau

C) Utilisation du graphique

On trace en coordonnées curvilignes le graphique de la pluviométrie en fonction du temps en prenant le faisceau de courbes « c » comme échelle de pluie cumulée.

Le point de départ de la ligne de pluie est pris sur la droite BB' au point correspondant à la date de la première précipitation de la période pluvieuse envisagée.

Chaque précipitation se traduit sur le graphique par un tronçon de droite perpendiculaire à AA' correspondant à une augmentation de la valeur « c » égale à la hauteur de la pluie enregistrée.

Les périodes sans pluie se traduisent sur le graphique par des lignes de « c » = constant.

La ligne de pluie ainsi figurée se confond sur le diagramme avec la ligne de déficit de saturation du sol tracée en coordonnées cartésiennes, tant que le point envisagé se trouve entre les droites AA' et BB'.

Quand la ligne de pluie dépasse la droite AA', la percolation se produit et la ligne de déficit subit un décalage par rapport à celle-ci.

Dans ce cas, il faut faire repartir la ligne de déficit à partir de la droite A A' après chaque pluie avec percolation.

Cette percolation recommence chaque fois que la ligne de déficit atteint la droite A A'.

L'importance du déficit peut être lue directement suivant l'ordonnée du point envisagé sur l'échelle de déficit figurée dans la partie droite inférieure du diagramme.

Le volume d'eau total ayant percolé dans le sous-sol est lu sur l'échelle des apports d'eau figurée dans la partie droite supérieure du diagramme. Cette lecture se fait suivant l'ordonnée cartésienne maximum atteinte par la ligne de pluie de la série pluvieuse envisagée.

Il est à noter que le tracé de la ligne de pluie doit être interrompu dès que la ligne de déficit redescend jusqu'à la droite B B' après les pluies.

Dans ce cas, les précipitations suivantes doivent être considérées comme faisant partie d'une nouvelle période pluvieuse et cumulées à part.

Il est à remarquer aussi que dans le cas des pluies prolongées ou de périodes pluvieuses avec longues interruptions, il est généralement commode de partager les précipitations en deux ou plusieurs suites pluvieuses.

Dans ce cas, le cumul de pluie subit une interruption à la fin de chaque suite pluvieuse, et la ligne de déficit est considérée comme une nouvelle ligne de pluie pour le cumul des précipitations suivantes.

Ainsi, le volume d'eau de percolation correspondant à chaque suite pluvieuse peut être évalué à part.

**Exemple :** Diagramme de l'année 1947-1948.

On remarque que :

1° les pluies ont commencé en octobre, le mois de septembre étant pratiquement sans précipitation

2° la percolation a commencé le 28 février. Elle peut être évaluée à 2.000 mètres cubes d'après la position du point a sur l'échelle des apports d'eau;

3° le mois de mars a été sans pluie appréciable. On interrompt donc la ligne de pluie du mois de mars sur le graphique;

4° une nouvelle percolation s'est produite à la suite des pluies du mois de mai. Son volume est évaluable à 3.000 mètres cubes d'après la position du point b sur l'échelle des apports;

5° les mois de juin, juillet et août ont été sans pluie appréciable.

## V. — Fréquence et volume des apports d'eau

Les observations directes de débit d'Aïn Ketan sont faites depuis 5 ans seulement. Mais on dispose de 25 années de pluviométrie observée par le Poste Météorologique « Aïn Ketan ».

Il nous a donc paru utile de calculer à l'aide du diagramme de percolation les apports d'eau correspondant à la période de 1925-1950.

Le tableau suivant indique la fréquence et la valeur des apports d'eau ainsi calculées :

FRÉQUENCE	APPORT D'EAU CUMULE DEPUIS LE 1er SEPTEMBRE EXPRIME EN 10 + 3 M3 ET DEPASSANT AU 1er DU MOIS											
	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.
1 : 25	6	6	9	18	20	23	26	27	27	27	27	27
1 : 5	0	1	6	7	13	16	20	21	21	21	21	21
1 : 2	0	0	0	2	6	9	9	9	9	9	9	9
20 : 25	0	0	0	0	1	2	3	4	4	4	4	4
24 : 25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

L'examen de ce tableau nous révèle que la percolation commence une année sur deux avant le 1er janvier. Elle commence en septembre au cours des années exceptionnelles seulement.

L'apport maximum annuel, qui est de 27.000 mètres cubes, a été observé en 1925-1926 : l'apport minimum qui est nul a eu lieu en 1926-1927.

Nous en déduisons que l'Aïn Ketan a dû être entretenue pendant l'année 1926-1927 entièrement aux dépens des réserves d'eau accumulées l'année précédente.

L'apport annuel moyen arithmétique de la période envisagée a été trouvé égal à 11.000 mètres cubes. Il correspond au débit moyen de 35 mètres cubes d'eau par jour qui est le triple du débit minimum d'étiage observé.

Cette remarque nous fait admettre que la régularisation du débit d'Aïn Ketan par un captage mérite d'être étudiée de près.

#### 4. — CONCLUSIONS

De tout ce qui précède, il est à retenir qu'un agriculteur éclairé et persévérant peut obtenir des renseignements d'une très gran-

de valeur pour lui-même et pour le pays en surveillant le point d'eau exploité par lui.

En effet, dans le cas particulier d'Aïn Ketan, à l'aide de renseignements rassemblés par M. de Ravinel, le Bureau de l'Inventaire des Ressources Hydrauliques a pu étudier et définir le régime hydraulique de cette source avec une précision telle, qu'il est possible de :

- 1° prévoir le débit d'étiage de la source plusieurs mois d'avance;
- 2° prévoir l'importance d'une crue de débit de la source dès la fin des précipitations atmosphériques.

On conçoit la portée pratique de ces prévisions pour la conduite rationnelle d'une plantation et des cultures maraîchères.

Non seulement l'étude faite permet de prévoir le débit, mais elle permet d'envisager un captage qui aurait pour but de maîtriser le débit de la source et d'exploiter toute l'eau percolée en fonction des besoins, et non en fonction des variations annuelles de pluviométrie.

Dans le domaine théorique, l'étude faite a montré, une fois de plus, que l'alimentation des niveaux d'eau souterraine se fait, en Tunisie, d'une façon très discontinue. Elle a prouvé que l'alimentation d'Aïn Ketan par percolation se produit seulement au cours des périodes fortement pluvieuses et surtout au cours des périodes exceptionnellement pluvieuses.

L'exemple d'Aïn Ketan indique que les méthodes de recherche utilisées par le B.I.R.H. pour l'étude des grands captages publics peuvent être utilisées aussi avec succès à l'étude de petites sources privées à condition de pouvoir disposer d'un observateur bénévole, dévoué et persévérant.

L'Administration a déjà fait appel aux agriculteurs dans ce but.

Un groupe d'agriculteurs installés surtout aux environs de Tunis a répondu à notre appel et exécute déjà systématiquement ces observations. J'espère que d'autres suivront leur exemple et nous permettront de faire avancer rapidement nos connaissances dans le domaine de l'Hydraulique.

### **E. BERKALOFF,**

Géologue, Chef du Bureau de l'Inventaire  
des Ressources Hydrauliques.