

33798

MICROFICHE N°

République Tunisienne

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

CENTRE NATIONAL DE

DOCUMENTATION AGRICOLE

TUNIS

الجمهورية التونسية
وزارة الزراعة

المركز القومي
للتوثيق الزراعي
تونس

F 1



République Tunisienne
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE
Direction de la Production Agricole
DIVISION DE LA VULGARISATION AGRICOLE

Aide-Mémoire

I R R I G A T I O N

AVRIL 1973

A classer en :

Sujets généraux

Dossier 4 : Aide-mémoire Irrigation

Document établi par le C.R.G.R. et le Projet d'Amélioration des
Techniques d'Irrigation et de Drainage (PNUD/FAO)

Publié par :
la Division de la Vulgarisation Agricole
30, Rue Alain Savary - Tunis -
Tel. : 285.680 - 285.687

SOMMAIRE

CHAPITRE I : Données générales sur l'irrigation et le drainage

	Page
A - Les plantes ont besoin d'eau.....	3
1. L'approvisionnement en eau ne doit être ni insuffisant ni excessif.....	3
2. Les besoins sont variables.....	3
3. Les végétaux ont des périodes critiques.....	4
4. En Tunisie la pluie ne suffit pas.....	4
5. Des publications renseignent l'agriculteur.....	4
B - Quand faut-il arroser ? et en quelle quantité	6
1. La plante consomme de façon continue mais on n'arrose pas sans arrêt.....	6
2. Dose et période d'arrosage.....	6
3. La connaissance de la dose est nécessaire.....	6
4. La dose est consommée plus ou moins vite.....	8
5. Dose et période varient selon les sols.....	8
6. Conséquence d'erreurs sur dose et période.....	9
C - Comment apporter l'eau et éviter son excès.....	12
1. Il ne suffit pas de connaître la dose, il faut la donner exactement.....	12
2. Irrigation de surface et aspersion.....	12
3. Les différentes pertes d'eau.....	15
4. Prévoir l'élimination des excès d'eau.....	16
D - Précautions à observer.....	16
1. Il y a deux dangers à éviter.....	16
2. Diminution de rendement quand l'eau d'irri- gation est salée.....	16
3. Evaluation des risques par l'étude des sols et des eaux.....	18
Conclusion.....	21

19

20

21

22

23

SOMMAIRE

CHAPITRE II : L'Irrigation de surface

	<u>Pages</u>
<u>A - Principes</u>	25
1. Dose.....	25
2. Comment obtenir ce résultat ?.....	25
3. Taux d'infiltration.....	26
<u>B - Etude de ces procédés</u>	26
1. Procédé dit par submersion.....	26
2. Procédé par ruissellement.....	28
a. Cas des billons.....	28
b. Cas des calants.....	33
3. Tableau des différentes techniques d'irrigation.....	34
<u>C - Exécution et emploi</u>	34
1. Cuvettes ou bassins.....	34
a. Dimensionnement.....	36
b. Exécution de l'aménagement.....	41
c. Exécution de l'irrigation.....	47
2. Billons.....	48
a. Dimensionnement.....	48
b. Exécution de l'aménagement.....	55
c. Exécution de l'arrosage.....	58
d. Remarques.....	66
3. Calants.....	66
a. Dimensionnement.....	66
b. Exécution de l'aménagement.....	73
c. Exécution de l'arrosage.....	76
d. Remarques.....	77
<u>D - Avantages et inconvénients des diverses techniques d'irrigation de surface</u>	76

CHAPITRE III : L'Irrigation par aspersion

<u>A - Comment fonctionne une installation d'aspersion</u>	83
1. Différentes parties d'une installation.....	83
2. Fonctionnement.....	86
<u>B - Emploi de l'installation</u>	91
1. Plan de montage.....	91
2. Déplacement des rampes.....	93
3. Entretien du matériel.....	95
4. Contrôles.....	96
5. Limite d'emploi.....	99
<u>C - Avantages et inconvénients</u>	102

ANNEXE : Le nivellement par petites unités

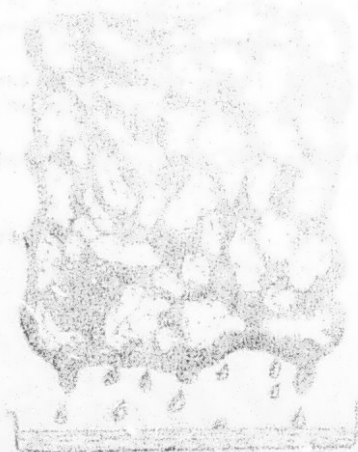
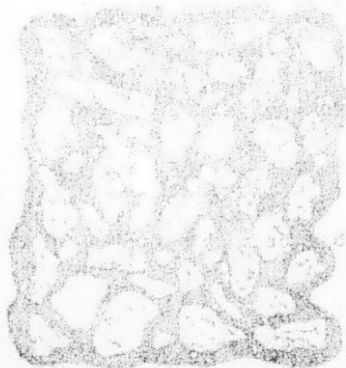
Pages

<u>A - Présentation de la méthode.....</u>	3
<u>B - Règles générales à observer.....</u>	4
1. Examen préalable à l'application de la méthode.....	4
2. Principes à respecter.....	4
<u>C - Le travail topographique.....</u>	5
1. Etude des pentes moyennes.....	5
2. Caractéristiques des planches de nivellement.....	8
3. Piqueter le terrain.....	9
4. Préparer un tableau pour les relevés et les calculs.....	11
5. Faire un levé topographique.....	11
6. Calcul des cotes de la planche.....	11
7. Calcul des différences.....	17
8. Vérification.....	18
9. Report des corrections sur les piquets.....	18
<u>D - Le travail de nivellement.....</u>	20
<u>E - Temps nécessaire.....</u>	21
<u>F - Recommandations.....</u>	22
<u>Remarque.....</u>	25

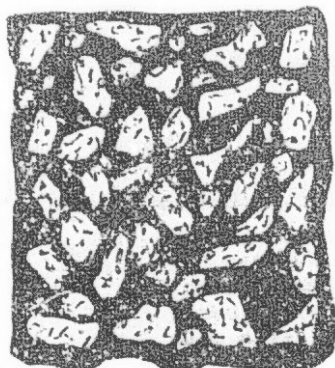
Chapitre I

DONNEES GENERALES
SUR
L'IRRIGATION ET LE DRAINAGE

---§---

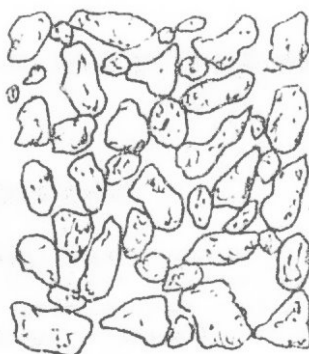


- Schéma 1 -



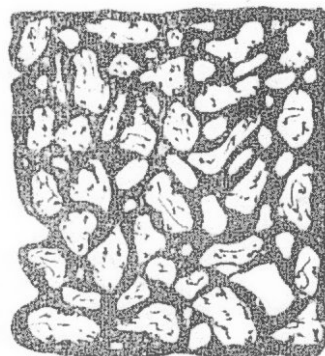
Terrain satur  

- Schéma 2 -

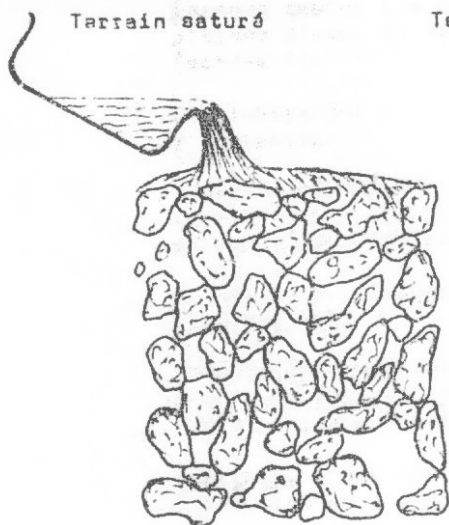


Terrain trop sec

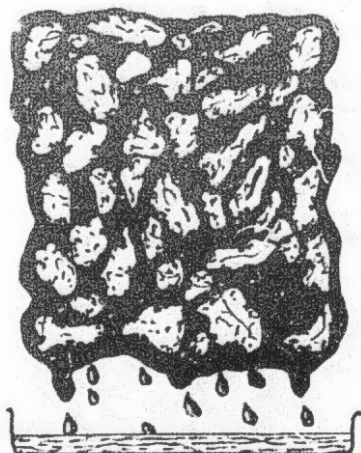
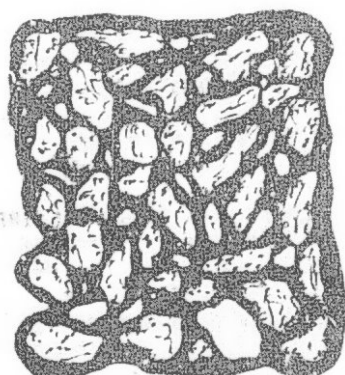
- Schéma 3 -



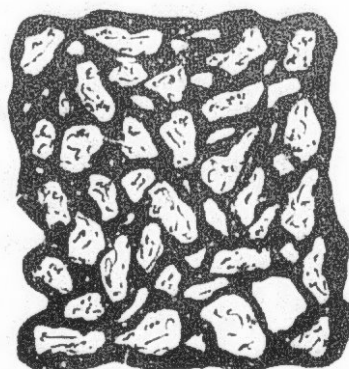
Humidité convenable



Irrigation



Drainage



DONNEES GENERALES SUR L'IRRIGATION ET LE DRAINAGE

A - LES PLANTES ONT BESOIN D'EAU

1. Les plantes doivent être correctement approvisionnées en eau pour donner de bonnes récoltes. Un manque ou un excès d'eau diminue la production et peut même, s'il est grave et dure assez longtemps, faire périr la végétation.

Lorsque toutes les vacuoles entre les particules du sol sont pleines d'eau, on dit que le terrain est saturé d'eau (schéma 1).

2. La plupart des plantes cultivées souffrent de cet excès: il y a asphyxie.

Inversement lorsque l'eau est en très petite quantité dans le sol, les vacuoles sont pleines de gaz, il y a seulement un peu d'humidité autour des particules (schéma 2).

3. La plante ne peut plus extraire l'eau dont elle a besoin, elle flétrit.

4. L'humidité est convenable pour la plante quand les vacuoles sont partiellement remplies d'eau (schéma 3). La plante ne souffre ni d'asphyxie ni de sécheresse.

Irriguer, c'est apporter de l'eau pour passer de l'état schématisé en 2 à une humidité favorable.

Drainer, c'est enlever de l'eau pour passer de l'état schématisé en 1 à une humidité favorable.

2. Les besoins en eau des cultures sont étudiés dans des stations de recherche. Ils varient selon :

- Les conditions du climat (saison, région...) ; une culture d'été consomme plus qu'une culture d'hiver.

- Les cultures : certaines plantes sont plus exigeantes que d'autres.

- Les périodes de la vie du végétal.

3. En effet, à certains moments, appelés "périodes critiques", il est très important que la plante ne manque pas d'eau sinon la production diminue fortement même si par la suite on donne assez d'eau. Par exemple la tomate est particulièrement sensible pendant la période qui va des premières fleurs aux premiers fruits.

Il y a au contraire d'autres moments où la pleine satisfaction de la capacité de consommation n'est pas indispensable.

Des indications sont données à ce sujet dans les fiches techniques des cultures.

4. En Tunisie, dans la plupart des régions, les pluies ne fournissent pas suffisamment d'eau pour couvrir les besoins des cultures, il faut donc irriguer. En outre il peut aussi être nécessaire de prévoir un dispositif pour éliminer les excès d'eau qui peuvent être provoqués par les pluies saisonnières et les irrigations.

5. Les quantités à amener par l'irrigation sont évaluées à partir des besoins et en tenant compte des pluies saisonnières. Elles sont mentionnées dans les fiches techniques concernant les cultures irriguées, elles sont exprimées en millimètres de hauteur d'eau, (ou en litres par mètre carré (l/m^2) ou en mètres cubes par hectare (m^3/ha). La quantité est indiquée pour l'ensemble du cycle végétatif, et souvent des précisions sont données sur la progression à suivre au fur et à mesure de la croissance de la culture.

Le tableau de la page 5 indique les besoins de quelques cultures mais sans préciser si l'eau sera fournie par la pluie ou les irrigations. Ces valeurs sont des ordres de grandeur indicatifs correspondant à des conditions différentes selon les régions.

Pour la plupart des cultures mentionnées, le cycle de production se déroule en saison sèche ou peu pluvieuse ce qui oblige en pratique à couvrir les besoins entièrement, ou presque, par l'irrigation.

Cultures	BESOINS POUR ENSEMBLE DU CYCLE VEGETATIF en mm	PERIODE D'IRRIGATION (Jour d'eau)
Melons et pastèques Pastèques tardives Tomates de saison Tomates d'hiver Tomates de printemps Artichauts	400 à 500 mm 500 à 600 mm 800 à 1000 mm 500 mm 650 mm 1000 à 1200 mm	8 à 10 jours 8 à 10 jours 8 à 10 jours En fonction des pluies En fonction des pluies En fonction des pluies 10 à 15 jours, fin Août-Sept. puis en fonction des pluies
Fourrages Fétuque élevée Luzerne Bérai Sudangraze Maïs fourrage	600 à 700 mm 800 à 1400 mm 400 à 500 mm 600 à 700 mm 550 à 700 mm	En fonction des pluies 10 à 15 jours En fonction des pluies 10 à 15 jours 8 à 12 jours
Cultures industrielles Maïs grain Coton	600 à 800 mm 800 à 1000 mm	8 à 12 jours 10 à 15 jours

Il est préférable de porter le chiffre de pluie en mm. Les chiffres en mm sont les plus précis.

La dose varie selon l'épaisseur de sol à humidifier et la dose de 1 mm à 10 mm est recommandée.

3 - QUAND FAUT-IL ARROSER ? ET EN QUELLE QUANTITE ?

1. La végétation consomme continuellement mais grâce au pouvoir qu'a le sol d'accumuler de l'eau on peut faire les apports périodiquement.

Après un arrosage le sol est très humide, les plantes s'alimentent aisément en eau et le sol va se dessécher progressivement ; il deviendra de plus en plus difficile aux racines d'extraire l'humidité - les végétaux vont souffrir de sécheresse ; il faut à nouveau arroser.

Il est plus ou moins dangereux de laisser un végétal mal alimenté en eau : comme il a déjà été dit il y a pour la plante des "périodes critiques" pendant lesquelles il faut tout spécialement éviter que l'humidité du sol soit trop faible.

2. Examinons ce qui se passe pour des plantes cultivées en pot. S'il fait chaud on mettra par exemple un gobelet d'eau chaque jour, à une autre époque, il suffira de mettre un gobelet tous les deux jours.

On appelle "dose d'arrosage" ce que l'on apporte en une fois (ici un gobelet) et "période d'arrosage" le temps qui s'écoule entre deux arrosages (ici un ou deux jours). On voit que plus la plante consomme, plus il faut arroser souvent, c'est-à-dire raccourcir la période.

3. La dose d'arrosage peut être indiquée en hauteur d'eau, ou également en volume à fournir sur une surface.

Comme nous l'avons vu plus haut, une dose de 40 mm correspond à 40 litres pour 1 mètre carré ou encore à 400 mètres cubes pour un hectare.

Il est préférable de parler de hauteur d'eau : ce chiffre est en effet indépendant de la surface irriguée, les pluies sont mesurées en mm et les consommations des cultures sont souvent exprimées en mm.

La dose varie selon l'épaisseur de sol à humidifier et la nature du sol.

La tranche de sol à humidifier doit correspondre à celle prospectée par le système racinaire de la culture, elle est faible pour des cultures maraîchères (ex : le haricot) elle peut être grande pour des cultures arboricoles (ex. olivier)

Pour une même profondeur un sol lourd retient plus d'eau qu'un sol léger.

Une dose peut aller de 15 mm pour une culture à faible enracinement en sol léger jusqu'à 120 mm, parfois même plus, pour des cultures à enracinement puissant dans des terres lourdes et profondes.

Si l'on ne dispose pas d'indication sur la dose d'irrigation à apporter, on peut, dans la pratique, la déterminer :

- en recherchant l'épaisseur de sol exploité par les racines
- en déterminant par un test la dose nécessaire pour humidifier cette épaisseur.

Pour ce test, préparer trois cuvettes horizontales, carrées, de 50 cm² de superficie et les irriguer avec des doses croissantes différentes, entreelles de 20 mm au moins.

24 heures après l'irrigation, ou 48 heures en sol lourd, évaluer, grâce à plusieurs sondages à la tarière ou en faisant des tranchées, la profondeur de terre humidifiée dans chaque cuvette et en déduire la dose nécessaire pour humidifier l'épaisseur de sol exploité par les racines.

Le choix des doses à essayer peut reposer en première approche sur l'observation que dans bien des sols moyennement agiles, la dose en millimètres correspond au nombre de centimètres de l'épaisseur de sol à humidifier : pour 70 cm de sol à humidifier, la dose d'irrigation à tester est autour de 70 mm.

Pour donner des indications utilisables, le test doit être fait sur un sol suffisamment sec, mais sans excès ; le mieux est de le faire en été sur une culture en place, adulte, au moment où l'on voit nettement que les plantes ont besoin d'être irriguées.

La tranche de sol à humidifier doit correspondre à celle prospectée par le système racinaire de la culture, elle est faible pour des cultures maraîchères (ex : le haricot) elle peut être grande pour des cultures arboricoles (ex. olivier)

Pour une même profondeur un sol lourd retient plus d'eau qu'un sol léger.

Une dose peut aller de 15 mm pour une culture à faible enracinement en sol léger jusqu'à 120 mm, parfois même plus, pour des cultures à enracinement puissant dans des terres lourdes et profondes.

Si l'on ne dispose pas d'indication sur la dose d'irrigation à apporter, on peut, dans la pratique, la déterminer :

- en recherchant l'épaisseur de sol exploité par les racines
- en déterminant par un test la dose nécessaire pour humidifier cette épaisseur.

Pour ce test, préparer trois cuvettes horizontales, carrées, de 50 cm² de superficie et les irriguer avec des doses croissantes différentes, entreelles de 20 mm au moins.

24 heures après l'irrigation, ou 48 heures en sol lourd, évaluer, grâce à plusieurs sondages à la tarière ou en faisant des tranchées, la profondeur de terre humidifiée dans chaque cuvette et en déduire la dose nécessaire pour humidifier l'épaisseur de sol exploité par les racines.

Le choix des doses à essayer peut reposer en première approche sur l'observation que dans bien des sols moyennement agiles, la dose en millimètres correspond au nombre de centimètres de l'épaisseur de sol à humidifier : pour 70 cm de sol à humidifier, la dose d'irrigation à tester est autour de 70 mm.

Pour donner des indications utilisables, le test doit être fait sur un sol suffisamment sec, mais sans excès ; le mieux est de le faire en été sur une culture en place, adulte, au moment où l'on voit nettement que les plantes ont besoin d'être irriguées.

Il est parfois nécessaire, pour mieux déterminer jusqu'où l'humidité est descendue, de faire un trou à l'extérieur des cuvettes, et de comparer les sols, pris à même profondeur, dans les cuvettes irriguées et dans la partie non irriguée.

On constate dans la réalité que pour une culture (ex. blé, maïs...) les deux caractéristiques, profondeur exploitée par les racines et nature du sol, ne varient pas dans de grandes proportions car on pratique cette culture sur une gamme de sol relativement étroite et qu'en outre l'enracinement tend à être plus profond en sol léger qu'en sol lourd; il résulte de ces constatations que, pour une certaine culture, les doses appliquées sont sensiblement les mêmes d'une région à l'autre de la Tunisie.

4. L'eau ainsi fournie au sol va être consommée par la culture dans un temps plus ou moins long; la vitesse à laquelle l'eau est puisée par les racines dans un sol assez humide dépend surtout de la plante et des conditions climatiques. Si, par exemple, la consommation est de 6 mm par jour et si la dose a été de 48 mm on peut estimer que l'eau apportée par l'arrosage sera extraite en 8 jours.. Si donc on veut éviter que la plante souffre, il faut arroser tous les 8 jours. Ce sera la valeur de la "période" d'arrosage, ou "tour d'eau".

5. Dose, période et consommation du végétal sont liées.

Voici quelques valeurs de ces paramètres. Elles sont données à titre d'exemple et doivent être adaptées aux différentes conditions.

CULTURE	SOL	SYSTEME RACINAIRE	SAISON	DOSE en mm	PÉRIODE (jours)
Haricot	Léger	Superficiel	Printemps	15 à 20	4
Tomate	Léger ou moyen	Superficiel	Été	35	7
Luzerne	moyen ou lourd	Demi-profond	Été	90	20
Olivier	léger ou moyen	Profond	fin printemps	120	40

5. Que se passe-t-il si on commet des erreurs ?

(1) Erreur sur la dose

Dose trop faible :

- L'humidité ne descend pas assez profondément
- Il faut raccourcir la période, or chaque apport par irrigation demande du travail et entraîne quelques pertes d'eau.

Dose trop forte

- De l'eau va aller trop profondément pour être utilisable par les racines et cela a pour inconvénients :
- de gaspiller de l'eau
 - de provoquer un excès d'humidité dans le sol si l'évacuation souterraine se fait mal (asphyxie des racines)
 - de lessiver certains engrais

(2) Erreur sur la période

Période trop courte :

. Comme déjà dit plus haut, chaque irrigation demande du travail et entraîne des pertes, il est donc mauvais d'en augmenter le nombre.

. Il y a risque d'excès d'eau.

Période trop longue

. Les plantes vont souffrir de la sécheresse.

(3) Erreur à la fois sur la dose et sur la période

Dose trop petite et période trop courte :

On ne met pas assez d'eau chaque fois mais on revient plus souvent : les erreurs se compensent partiellement. Cependant, même si pour l'ensemble de la campagne on apporte au total la quantité d'eau correcte, les inconvénients sont :

- . Dépense
- . Gaspillage d'eau puisque il y a des pertes à chaque arrosage
- . Profondeur de sol humecté faible d'où un développement réduit du système racinaire et une production diminuée.

Dose trop petite et période trop longue

Dans ce cas, il est certain que pour l'ensemble de la saison la végétation ne reçoit pas assez d'eau :

- . La culture souffre de la sécheresse d'autant plus que les racines restent en surface puisque les doses sont faibles.

Dose trop grande et période trop longue

Les deux erreurs ne compensent partiellement : on donne trop d'eau à chaque fois mais on arrose moins souvent. Cependant, même si pour l'ensemble de la campagne on apporte au total la quantité d'eau correcte, les inconvénients sont :

- . Gaspillage d'eau : à chaque arrosage une partie de l'eau se perd dans le sous-sol car toute l'eau ne peut être retenue dans la zone des racines.
- . Risque d'humidité excessive (asphyxie) en profondeur.

... le bout du temps correspondant à la concentration de ce qui a été retenu dans la zone d'alimentation des racines, la végétation va souffrir de la sécheresse.

Deux trop grande et période trop courte

Il y a trop d'eau distribuée pour l'ensemble de la saison. Cela a pour inconvénients :

- de gaspiller de l'eau
- de provoquer un excès d'humidité nuisible à la culture surtout si l'évacuation souterraine se fait mal.
- de lessiver certains engrais.
- de demander du travail inutile.

Faisons un tableau très résumé des principaux inconvénients :

		P É R I O D E	
		Trop courte	Trop longue
	Trop petite	Gaspillage de travail - gaspillage d'eau - profondeur humectée trop faible	La plante souffre de sécheresse fréquemment - pro- fondeur humectée trop faible
DOSE	Correcte	Gaspillage de travail Excès d'eau	La plante souffre de sécheresse une partie du temps
	Trop grande	Gaspillage de travail Excès d'eau	La plante souffre de sécheresse une partie du temps Gaspillage d'eau

C - COMMENT APPORTER L'EAU ET EVITER SON EXCES :

1. Supposons que nous voulions arroser 20 pots en mettant dans chacun 0,3 litre, il nous faut puiser 6 litres d'eau et ensuite les répartir également. Si le partage est mal fait, certains pots seront trop secs tandis que d'autres auront de l'eau en excès.

Il ne suffit pas d'estimer correctement la dose, il faut en outre la donner partout uniformément. Quand on décide de distribuer 400 m³ à l'hectare cela signifie qu'on veut donner partout 40 mm c'est-à-dire encore 40 litres par mètre carré.

Un mauvais arrosage revient à faire des erreurs de dose d'un point à un autre, ainsi une partie du terrain reçoit trop d'eau tandis que certains endroits souffrent de la sécheresse; on gaspille de l'eau et les cultures donnent de mauvais résultats, les unes parce qu'elles souffrent d'un excès d'eau, d'autres, les autres parce qu'elles ne disposent pas de tout l'eau nécessaire.

2. On classe ainsi les façons les plus usuelles de répartir l'eau sur le terrain :

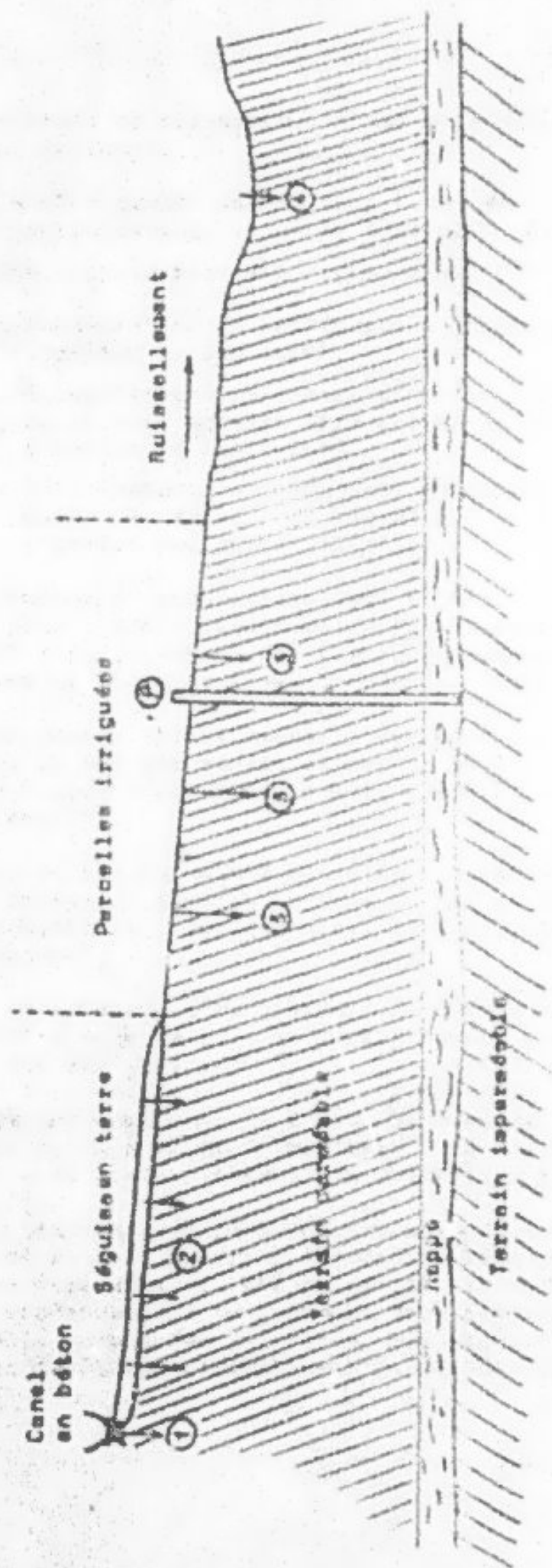
. irrigation de surface

. aspersion

Dans l'irrigation de surface, on fait couler l'eau sur le sol, il se forme une "nappe" couvrant toute la surface du sol (cultures à plat) ou une partie seulement (cultures en billons). Pour une parcelle dans laquelle le terrain a partout la même aptitude à absorber l'eau, la dose est uniforme si en tout point la nappe recouvre le sol le même temps.

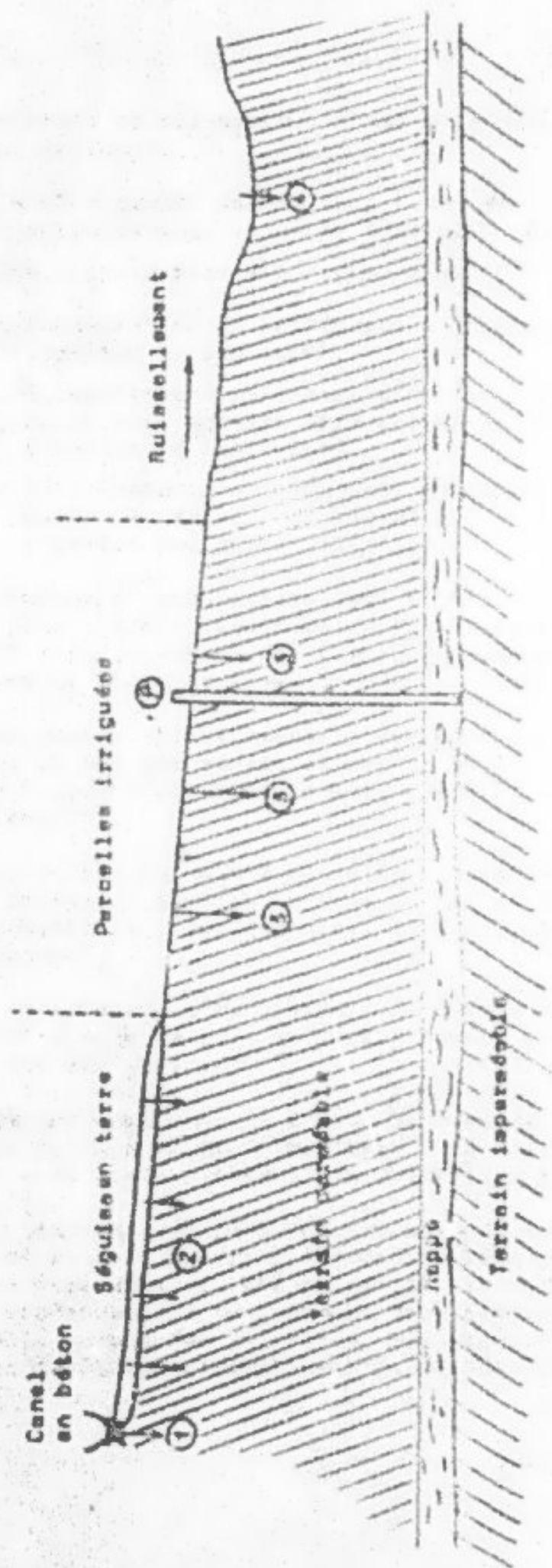
En aspersion, l'eau est projetée en l'air par des jets, et elle retombe en gouttes comme une pluie. Si le dispositif est bien calculé, en bon état et en l'absence de vent, la hauteur d'eau varie peu d'un point à un autre. Dans cette méthode, il n'y a pas de lame d'eau couvrant le sol.

- Schéma des infiltrations en profondeur -



- (1) - Fuites accidentelles localisées
- (2) - Fuites à partir d'une séguin de terre.
- (3) - Percolations dues à un apport d'eau trop important ou mal réparti
- (4) - Infiltration après ruissellement hors de la parcelle et accumulation dans une zone basse
- (5) - Piezomètre pour surveiller la nappe

- Schéma des infiltrations en profondeur -



- (1) - Fuites accidentelles localisées
- (2) - Fuites à partir d'une séguin de terre.
- (3) - Percolations dues à un apport d'eau trop important ou mal réparti
- (4) - Infiltration après ruissellement hors de la parcelle et accumulation dans une zone basse
- (5) - Piezomètre pour surveiller la nappe

3. Examinons ce que devient l'eau qui a été prise dans le canal pour irriguer.

- La plus grande partie sera fixée dans les couches supérieures du sol, là où la végétation s'alimente en eau.

- Une autre partie est perdue de différentes façons :

. Infiltration en profondeur à partir des saignées d'arrosage ("pertes en saignées").

. Ruissellement en dehors de la parcelle à arroser par suite d'un mauvais arrangement du travail ("pertes en colature").

. Infiltration en profondeur en certains points de la parcelle par suite d'un apport mal réparti ("pertes par percolation").

Reprenons la comparaison avec l'arrosage d'une série de pots, il peut y avoir plusieurs pertes d'eau si le travail est mal fait : renversement par terre, débordement de certains pots parce qu'on verse l'eau trop vite, excès d'eau dans des pots..

Considérons spécialement le cas d'un apport trop abondant dans un pot qui serait (lancé) : la terre devient boueuse, il n'y a plus d'air dans le sol, c'est la saturation et la plante souffre.

Pour éviter que cette mauvaise situation puisse se prolonger, il existe en général au fond du pot un trou par lequel l'eau excédentaire s'écoule, ainsi il y a drainage et le sol se "rossuie".

Si on s'aperçoit de l'erreur de dosage avant que toute l'eau pénétre dans le sol, on peut pencher le pot pour faire couler ce qui est en trop.

Dans les deux cas, de l'eau est évacuée, et en général perdue, mais si on a éliminé les excès en surface (excès méthode) il n'y a eu à aucun moment une saturation dangereuse.

Au champ on fait le même raisonnement mais évidemment, les procédés sont différents : on installe un système de drainage pour évacuer l'eau qui saturerait le sol si l'absorption vers la profondeur ne se fait pas bien naturellement, et on prévoit aussi, au bas des parcelles, des rigoles dites de "colature" pour faciliter l'écoulement en surface de l'eau excédentaire.

4. Il ne faut pas oublier qu'un excès d'eau est mauvais pour deux raisons :

- C'est un gaspillage, or, en Tunisie, l'eau n'est pas abondante.
- C'est une cause de saturation qui peut obliger à construire un réseau de drainage. Pour essayer d'éviter ce second inconvénient on doit prévoir des colatures.

En cas de sécheresse un apport excédentaire est nécessaire mais il doit être soigneusement évalué ; il faut tenir compte non seulement des irrigations mais aussi de la pluie.

9 - PRECAUTIONS A OBSERVER

1. Comme nous l'avons vu dans les pages qui précèdent deux dangers peuvent se présenter dans un périmètre irrigué :

- la saturation
- la salinité.

Ces deux phénomènes doivent absolument être évités car ils sont très défavorables ; non seulement ils provoquent une réduction des récoltes mais en outre ils dégradent le sol de telle façon que la culture peut devenir impossible. Dans le monde, il y a de nombreux exemples de terres devenues ainsi impropres à toute production agricole.

2. Des études détaillées ont été faites en Tunisie en vue de connaître les meilleurs moyens pour éviter de telles catastrophes. La question est en effet ici particulièrement délicate car beaucoup des eaux employées en irrigation sont salines.

Voici un tableau qui résume quelques résultats obtenus dans la station de recherche de CHERFECH, en Basse Kadjerba ; il indique les diminutions de production qui ont été observées selon le degré de salinité des eaux d'irrigation. Précisons que ces valeurs ont été obtenues pour des cultures effectuées avec un soin correspondant à celui d'un bon agriculteur.

4. Il ne faut pas oublier qu'un excès d'eau est mauvais pour deux raisons :

- C'est un gaspillage, or, en Tunisie, l'eau n'est pas abondante.
- C'est une cause de saturation qui peut obliger à construire un réseau de drainage. Pour essayer d'éviter ce second inconvénient on doit prévoir des colatures.

En cas de sécheresse un apport excédentaire est nécessaire mais il doit être soigneusement évalué ; il faut tenir compte non seulement des irrigations mais aussi de la pluie.

9 - PRECAUTIONS A OBSERVER

1. Comme nous l'avons vu dans les pages qui précèdent deux dangers peuvent se présenter dans un périmètre irrigué :

- la saturation
- la salinité.

Ces deux phénomènes doivent absolument être évités car ils sont très défavorables ; non seulement ils provoquent une réduction des récoltes mais en outre ils dégradent le sol de telle façon que la culture peut devenir impossible. Dans le monde, il y a de nombreux exemples de terres devenues ainsi impropres à toute production agricole.

2. Des études détaillées ont été faites en Tunisie en vue de connaître les meilleurs moyens pour éviter de telles catastrophes. La question est en effet ici particulièrement délicate car beaucoup des eaux employées en irrigation sont salées.

Voici un tableau qui résume quelques résultats obtenus dans la station de recherche de CHERFECH, en Basse Kadjerba ; il indique les diminutions de production qui ont été observées selon le degré de salinité des eaux d'irrigation. Précisons que ces valeurs ont été obtenues pour des cultures effectuées avec un soin correspondant à celui d'un bon agriculteur.

DIMINUTION DU RENDEMENT EN FONCTION DE LA SALURE

Culture

Salure moyenne de l'eau d'irrigation en g/l

0 1 2 3 4

Artichaut (2^{des} années)

Luzerne

Ray-grass

Bersin

Fèves

Pastèques

Sorgho fourrager

Pisante

Trèfle de Perse

Maïs

Tomates

xxxx Rendement diminué de moins de 10 %

|||| Rendement diminué de 10 à 20 %

== Rendement diminué de 20 à 30 %

ooo Rendement diminué de 30 à 40 %

-- Rendement diminué de 40 à 50 %

Ces résultats permettent d'estimer les rendements à espérer et donc de calculer la limite économique d'emploi d'une eau saumâtre.

3. Par l'étude des sols et des eaux du périmètre à mettre en valeur, les responsables évaluent les risques de saturation et de salinité et ils indiquent les règles à observer pour éviter ces dangers. Mais bien souvent ces recommandations sont oubliées et la situation se dégrade peu à peu sans qu'on y prenne garde, c'est pourquoi il nous faut très rapidement évaluer les différentes situations rencontrées puis indiquer les précautions essentielles à observer.

a. Intaration

- (1) L'engorgement en eau d'un sol se produit lorsque les apports sont trop abondants par rapport aux possibilités d'écoulement souterrain : c'est le cas lorsque le sol repose sur un horizon fortement argileux.

Pour éviter la saturation de longue durée il faut éliminer les apports excessifs et s'assurer d'une bonne évacuation en cas de saturation accidentelle.

- (2) Eviter les excès d'eau sur le terrain n'est pas possible : à certaines saisons il peut y avoir de fortes pluies et lors des irrigations il y a toujours une répartition inégale ce qui signifie que pour donner partout la dose nécessaire, il faudra accepter que certaines zones soient sur-irriguées.

Mais on peut diminuer ces excès et faciliter leur écoulement en surface éventuellement en permettant dans le sol : un bon nivellement, un travail correct du sol, une soignée surveillance des irrigations et un système de colature bien comprise évitent la formation de flaques persistantes sur le terrain.

Enfin un bon entretien du réseau d'irrigation (déchargement des canaux en terre, colmatage rapide des fuites accidentelles, surveillance des joints...) évite les pertes d'eau vers la profondeur.

- (3) Éliminer rapidement l'eau en excès dans le sol

L'une des trois situations suivantes se présente à l'agriculteur :

- Un réseau de drainage a été construit car il existait une nappe d'eau à faible profondeur ou bien la nature des terrains était telle qu'il était probable qu'une nappe allait se former, au moins à certaines saisons, à la suite de la mise en irrigation.

Il est nécessaire :

- de "surveiller la nappe". Cela consiste à assurer son niveau à intervalle de temps régulier et s'il monte d'une année à l'autre, il faut que les spécialistes soient informés : une montée peut se produire au début des irrigations, ou à certaines saisons mais elle doit s'arrêter après quelque temps.
- d'entretenir soigneusement les ouvrages de drainage, c'est-à-dire curer les fossés, réparer le débouché des tuyaux de drainage etc...
- d'observer le fonctionnement du réseau, c'est-à-dire regarder si tous les drains coulent bien après un fort apport d'eau ; si un drain ne coule pas tandis que les autres débitent, il y a lieu de suivre son trajet et de réparer l'endroit accidenté en observant les zones particulièrement humides.
- Aucun réseau de drainage n'a été construit et les études ont montré que le sol était très perméable jusqu'à une profondeur importante, en outre il n'y a pas de nappes proches de la surface.

Une telle situation, "naturellement drainante", ne présente pas de danger pour l'avenir ; il est toutefois prudent de mesurer, toujours à un même moment de l'année, le niveau des puits et d'observer si certaines zones ne restent pas mouillées anormalement longtemps après des irrigations ou des pluies.

- Aucun réseau de drainage n'a été construit car il n'y avait pas de nappe à faible profondeur (moins de cinq mètres par exemple) et la perméabilité du sol paraissait bonne dans l'ensemble. On peut penser que le niveau de la nappe montera un peu, mais ne deviendra pas dangereux, et qu'il ne se formera pas de nappe superficielle.

Une telle situation n'est pas rare. Elle mérite une attention toute particulière car si la gestion est soignée on pourra éviter la construction d'un réseau de drainage et réaliser ainsi une grosse économie. Mais si les irrigations sont mal faites, la situation peut tourner mal. En outre, il est difficile d'être absolument certain de ce qui va se passer lorsque la zone irriguée va s'agrandir.

Il est donc nécessaire :

- de surveiller la "nappe". On fait de nombreux trous de petit diamètre (de l'ordre de 8 cm) équipés de tubes pour qu'ils durent longtemps (piezomètres) afin d'avoir un réseau d'observation du niveau de la nappe.
- d'examiner les signes de saturation en surface qui se prolongent après les pluies ou des irrigations.
- d'entretenir méthodiquement le réseau d'aménée d'eau.
- d'irriguer très soigneusement.

b) Salinité

Quand dans la pratique on dit qu'il y a "salinité", c'est que la quantité de sels dans la terre gêne la croissance des végétaux. On peut accumuler beaucoup de sel même en employant des eaux peu salées si l'on irrigue insuffisamment car les plantes absorbent toute l'eau et laissent certains sels ; inversement l'accumulation de sel ne montera jamais beaucoup si, par moment, on arrose abondamment le terrain, ce qui "lave" le sel.

Il est difficile de relier exactement salinité de l'eau et salinité du sol, évidemment le risque est plus grand si les eaux sont riches en sel que si elles sont faiblement minéralisées et ce risque disparaît en pratique lorsqu'il y a moins de 1 g de sel par litre. En effet, au champ, il y a toujours des lessivages même si on ne les fait pas exprès. (Irrégularités des arrosages, pluies...). Dans le Nord de la Tunisie, il y a chaque année des pluies "lessivantes" grâce auxquelles le sol est périodiquement dessalé.

Toutefois le lessivage d'un terrain n'est efficace que si l'eau qui s'est chargée en sel peut être drainée et évacuée au loin ; si l'eau ne peut pas s'écouler, le niveau de la nappe monte avec les pluies, redescend en été grâce à l'évaporation mais la quantité de sel ne diminue pas, elle augmente au contraire ; c'est ce qui se produit naturellement dans de nombreuses sebkhas, et qu'il faut absolument éviter en périmètre irrigué.

Il est démontré qu'à condition de mettre plus d'eau que les plantes n'en consomment et d'avoir un bon drainage, naturel ou artificiel, la teneur en sel d'un terrain est facile à limiter et que l'on peut, en choisissant des cultures peu sensibles, utiliser des eaux riches en sels : il y a des zones en Tunisie où l'on emploie avec succès des eaux contenant plus de 6 grammes de sels par litre.

Malgré la Tunisie a des ressources en eau assez limitées, il faut donc éviter de surirriguer et il est nécessaire de tirer parti des pluies annuelles ; on comprend aisément qu'il n'y a pas une seule solution qui s'applique partout, il faut ajuster les apports aux conditions locales. Des études approfondies, réalisées en Tunisie ces dernières années, permettent de faire des recommandations précieuses.

Comme pour le risque d'engorgement en eau, il est essentiel de surveiller la situation et surtout la façon dont elle évolue. Pour cela il faut, à des périodes fixes de l'année, faire des analyses pour connaître la salure des sols et des eaux afin de décider si un lessivage doit être entrepris.

CONCLUSION

Le développement des périmètres irrigués est le plus sûr moyen pour accroître la production agricole de la Tunisie. Ce développement oblige à engager des fonds importants et il nécessite d'excellentes connaissances techniques dans différents secteurs : choix des productions, exécution des façons culturales, bonne adaptation de la fertilisation et, évidemment, une parfaite maîtrise de l'eau.

L'expérience mondiale montre que la qualité des irrigations et du drainage est la première condition du succès. Elle n'est pas la seule mais elle est indispensable ; sans elle la situation peut devenir pire qu'avant : sols dégradés, zones salées devenues infertiles sont là pour inciter à la prudence.

Par contre, si sur tous les points, les opérations sont bien menées la réussite sera spectaculaire et durable.

CHAPITRE II

L'IRRIGATION DE SURFACE

IRRIGATION DE SURFACE

Le but est de faire circuler l'eau sur le terrain pour que le sol reçoive partout la même dose ; il faut éviter d'abîmer le terrain par érosion, il faut aussi chercher une méthode qui demande le moins de travail possible et ne gêne pas les autres travaux.

A - PRINCIPES :

1. Dose

Pour arroser un pot de fleur, on apporte une "dose" : au moyen par exemple d'un gobelet, l'eau est versée rapidement, elle s'étale en nappe sur la surface du vase, l'épaisseur de cette nappe représente la hauteur d'eau fournie et après un temps assez bref (une ou deux minutes) le sol a "bu" l'eau distribuée. Nous appellerons "temps d'infiltration" le temps mis par le sol pour absorber la dose.

Il est aisé de s'apercevoir qu'il existe une relation entre la valeur de la dose et le temps d'infiltration : plus on met d'eau, plus la dose absorbée est grande et plus le temps d'infiltration augmente.

Donc, dans un terrain homogène, si en tous les points l'eau recouvre le sol le même temps, la dose infiltrée sera identique partout. C'est là le but à atteindre.

2. Comment obtenir ce résultat ?

Il y a deux façons de procéder :

- soit faire une petite cuvette plate, avec des rebords et la remplir très vite puis l'eau va stagner et s'infiltrer. On dit qu'on travaille par "subersion".
- soit faire couler l'eau sur le sol, ne pas la laisser stagner et s'arranger pour qu'en tout point elle passe la même temps, pendant lequel une partie du courant s'infiltrera. On dit alors qu'on travaille par "ruissellement".

IRRIGATION DE SURFACE

Le but est de faire circuler l'eau sur le terrain pour que le sol reçoive partout la même dose ; il faut éviter d'abîmer le terrain par érosion, il faut aussi chercher une méthode qui demande le moins de travail possible et ne gêne pas les autres travaux.

A - PRINCIPES :

1. Dose

Pour arroser un pot de fleur, on apporte une "dose" : au moyen par exemple d'un gobelet, l'eau est versée rapidement, elle s'étale en nappe sur la surface du vase, l'épaisseur de cette nappe représente la hauteur d'eau fournie et après un temps assez bref (une ou deux minutes) le sol a "bu" l'eau distribuée. Nous appellerons "temps d'infiltration" le temps mis par le sol pour absorber la dose.

Il est aisé de s'apercevoir qu'il existe une relation entre la valeur de la dose et le temps d'infiltration : plus on met d'eau, plus la dose absorbée est grande et plus le temps d'infiltration augmente.

Donc, dans un terrain homogène, si en tous les points l'eau recouvre le sol le même temps, la dose infiltrée sera identique partout. C'est là le but à atteindre.

2. Comment obtenir ce résultat ?

Il y a deux façons de procéder :

- soit faire une petite cuvette plate, avec des rebords et la remplir très vite puis l'eau va stagner et s'infiltrer. On dit qu'on travaille par "subersion".
- soit faire couler l'eau sur le sol, ne pas la laisser stagner et s'arranger pour qu'en tout point elle passe la même temps, pendant lequel une partie du courant s'infiltrera. On dit alors qu'on travaille par "ruissellement".

3. Taux d'infiltration

Tous les sols n'absorbent pas l'eau également vite.

Il est évident qu'un sol sec, sans croûte en surface, absorbe l'eau plus vite que lorsqu'il est déjà très humide.

A égalité d'état de sécheresse un sol lourd absorbe l'eau moins vite qu'un sol léger. On dit que le premier a un taux d'infiltration plus petit que le second.

8. - ETUDE DE CES PROCÉDES

Examinons quelles sont les conditions pour que l'irrigation soit bien réalisée par l'un ou l'autre de ces procédés.

1. Procédé dit par submersion :

a. Répartition de l'eau

Pour que l'eau soit bien répartie, il faut :

- (1) un remplissage rapide
- (2) une cuvette bien plate et horizontale.

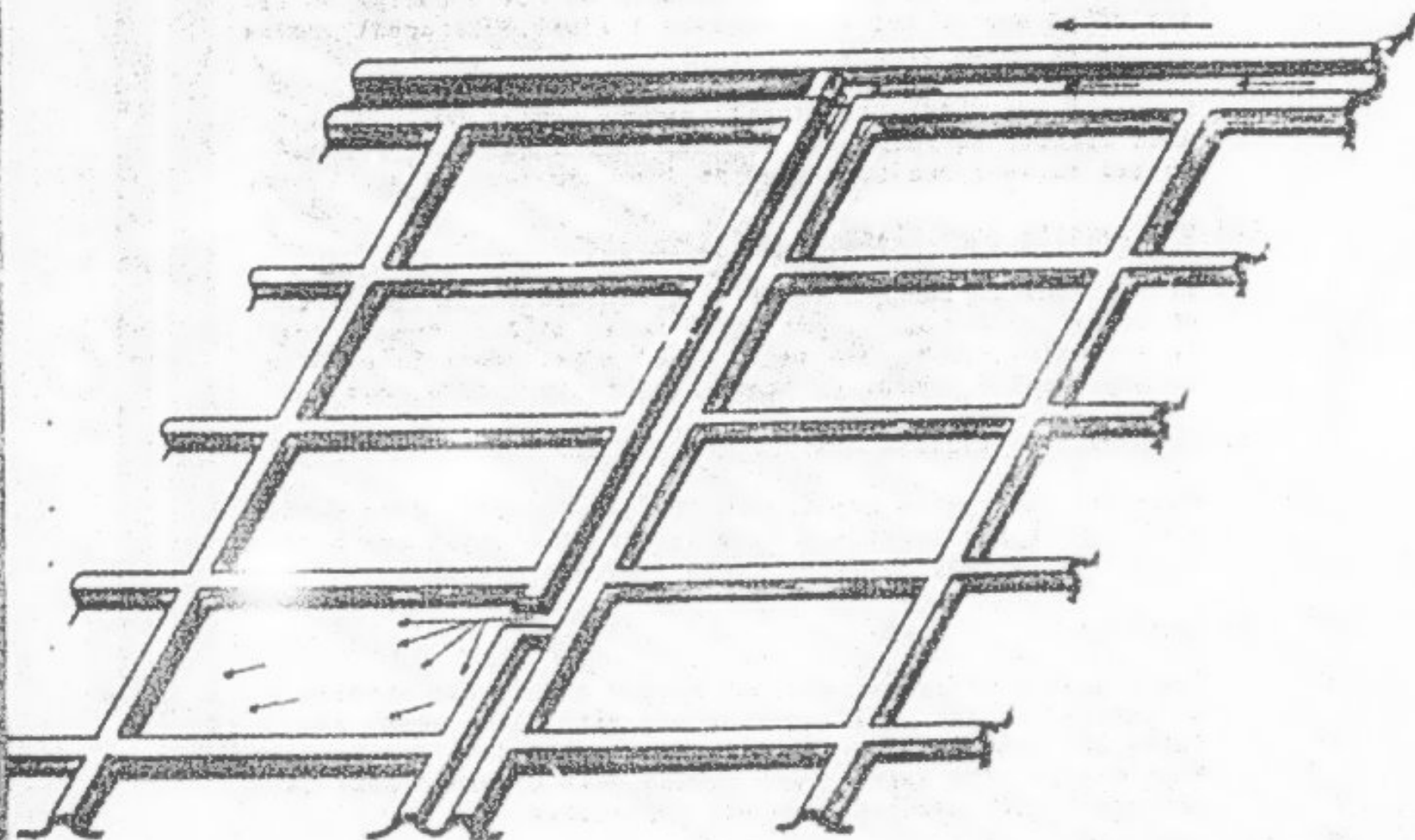
Voyons pourquoi ces deux conditions sont nécessaires et ce qu'elles signifient exactement.

(1) Un remplissage rapide

Quand on arrose un pot de fleur, on constate que la nappe d'eau se forme très vite, en quelques secondes et ensuite elle se stabilise. L'endroit où l'eau a été versée n'est pas avantage par rapport aux autres points puisque très rapidement la nappe s'est étendue sur toute la surface.

Le temps de remplissage est petit par comparaison avec le temps d'infiltration et ceci est obtenu parce que le débit de remplissage est très grand comparé à la surface : on verse par exemple 0,2 litre en 10 secondes dans un pot qui a une surface de $1/30$ ou $1/40$ de m^2 , c'est comme si on faisait couler une égoutte de 15 l/s pendant 10 secondes dans une cuvette de 4 m x 5 m. Comme dans les champs on distribue des doses plus fortes que dans un pot, il faut faire couler l'eau plus longtemps mais le principe est le même.

- IRRIGATION EN CUVETTES -



Coupe schématique d'une cuvette mal nivelée



La zone au voisinage de la saignée sera beaucoup plus arrosée
que celle située de l'autre côté.

Si on diminue le débit et si on augmente les dimensions de la cuvette, le remplissage va durer plus longtemps et la terre autour du point d'entrée de l'eau sera plus arrosée que celle située loin de la séquin. On comprend facilement que si le sol a un taux d'infiltration élevé, et qu'on utilise un petit débit pour une cuvette de grande surface, il peut se produire que l'eau n'arrive même pas au bout de la cuvette. Il suffit pour s'en assurer de faire couler un petit débit sur un sol très sableux : l'eau "disparaît" après un trajet assez court.

Comme il est difficile d'utiliser une grosse "main d'eau" sans risquer de faire des dépôts, on comprend que les cuvettes doivent toujours être petites, surtout en sol léger.

(2) Une cuvette bien plate et horizontale

Il faut que la lame d'eau ait la même hauteur en tout point et comme le plan d'eau est horizontal, il faut que le sol le soit aussi sinon les zones creuses recevront trop d'eau tandis que les bosses en manqueront (voir schéma page 27).

b. Formage du terrain

Pour des raisons de pratique culturale, on peut être amené à billonner les cuvettes. Dans ce cas, les creux des billons doivent être tous au même niveau pour une cuvette.

c. Remarque

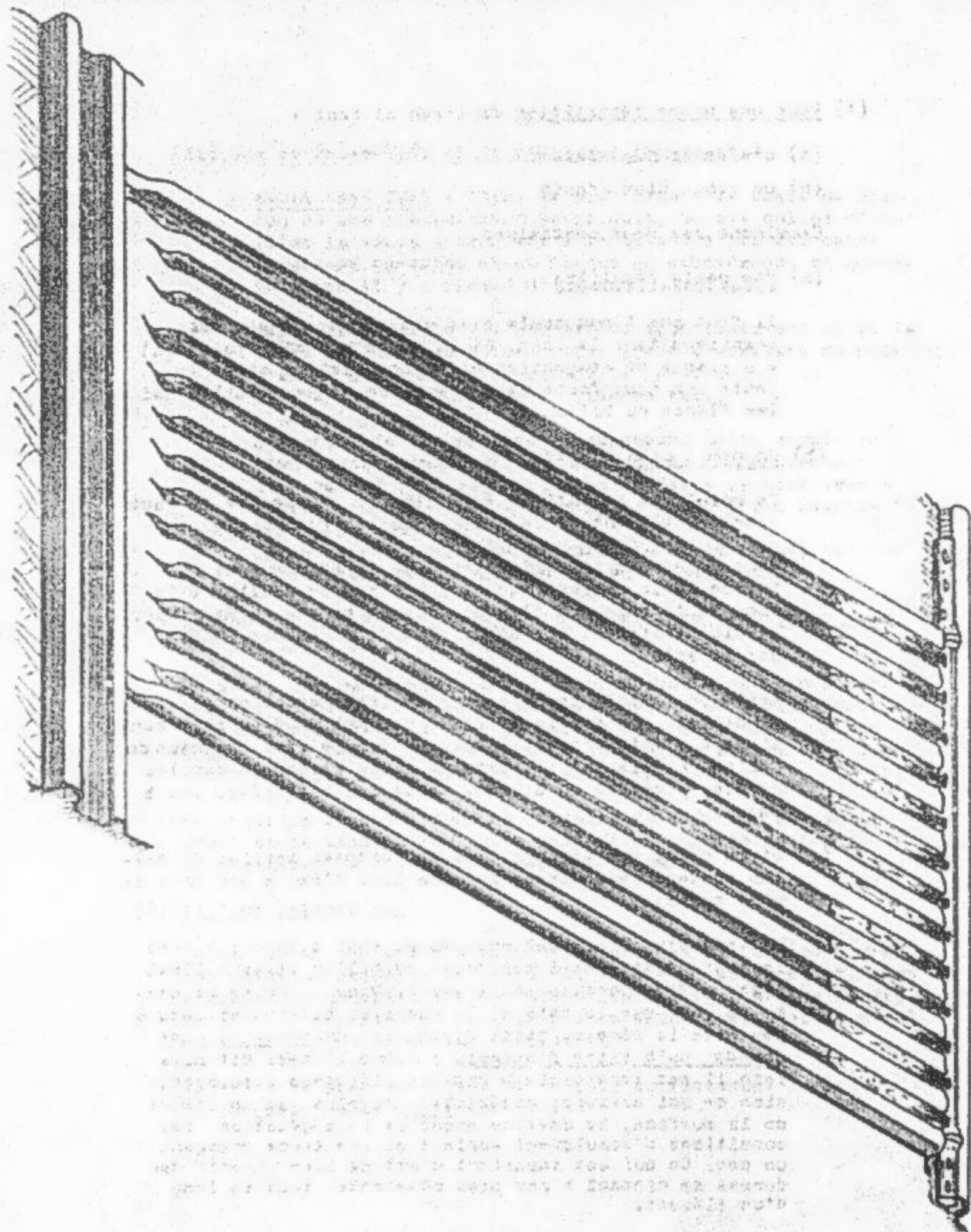
Ces procédés d'irrigation sont connus depuis des siècles ; en général on les applique avec une main d'eau assez réduite sur des terrains non nivelés et donc dans des bassins très petits. Ils exigent une grosse main d'œuvre pour la culture car la mécanisation est impossible.

2. Procédé par ruissellement

Comme précédemment on peut distinguer le cas où la surface de culture est plate (calante), de celui où la surface est façonnée en billons. Il est plus commode d'étudier d'abord l'irrigation par billons et ensuite celle par calante.

a. Cas des billons

L'élément d'irrigation est le billon dont la forme et la dimension peuvent varier selon les cultures, sa longueur est d'au moins 50 mètres, il doit avoir une pente régulière permettant l'écoulement de l'eau.



- IRRIGATION EN BILLONS -

(1) Pour une bonne répartition de l'eau il faut :

- (a) une pente régulière
- (b) un débit bien adapté

Examinons ces deux conditions.

(a) Une pente régulière

Il faut que l'eau coule avec une vitesse à peu près identique tout le long. Si la pente est trop faible, il y a risque de stagnation et d'accumulation et si la pente est trop forte il y a érosion, l'eau mouille mal les flancs du billon.

(b) Un débit bien adapté

Ce point est essentiel. Pour bien le comprendre il faut examiner comment se fait l'irrigation d'un billon.

Pour commencer on dérive l'eau de la queue vers le billon où le courant avance peu à peu en mouillant le fond de la raie. La tête du courant progresse de plus en plus lentement car une partie du débit est absorbé par le sol.

Après un certain temps on arrête l'alimentation en eau du billon. Une partie de l'eau qui est dans la raie continue à s'infiltrer et l'autre s'écoule vers la queue du billon. Finalement il reste de l'eau stagnante sur les derniers mètres du billon, cette eau s'infiltrera peu à peu.

- (i) Si le débit est correct, les différentes parties du billon restent recouvertes par une lame d'eau à peu près la même temps.

Par exemple, l'eau est envoyée de 8h00 à 9h40 ; à 9h45 le courant atteint l'extrémité du billon et vers 11h40 l'eau a été absorbée entièrement. Dans un cas de ce genre on voit que la tête et la queue du billon ont reçu à peu près la même quantité d'eau. Ces chiffres ne sont donnés qu'à titre d'exemple ; comme il sera dit plus loin il est impossible de prévoir à l'avance avec précision ce qui arrivera en réalité ; de plus, selon l'état de la surface, le développement de la végétation, les conditions d'écoulement varient et les temps changent un peu. Ce qui est important c'est de bien obtenir des durées de contact à peu près constantes tout le long d'un élément.

(11) Que se passe-t-il si le débit est incorrect ?

- débit trop fort : l'eau va plus vite à la queue du billon où une accumulation se produit, on est obligé d'arrêter le courant trop tôt : la tête n'a pas été assez longtemps humectée et on risque un débordement en queue. En outre il y a risque d'érosion.
- débit trop faible : l'eau avance trop lentement et si le débit est nettement trop petit l'eau s'arrêtera de progresser avant d'avoir atteint la queue du billon : il y a donc une dose plus forte en tête.

Reprenons ce dernier cas et supposons qu'on envoie le même débit dans un billon plus court, l'inconvénient disparaît ; on pourrait aussi refaire le nivellement pour augmenter nettement la pente ainsi l'eau avancerait plus vite.

Enfin il est facile de prévoir que comme le sol absorbe l'eau facilement, plus le courant avance vite.

(12) Le débit et la dose sont liés dans certaines conditions de sol, de pente et de longueur

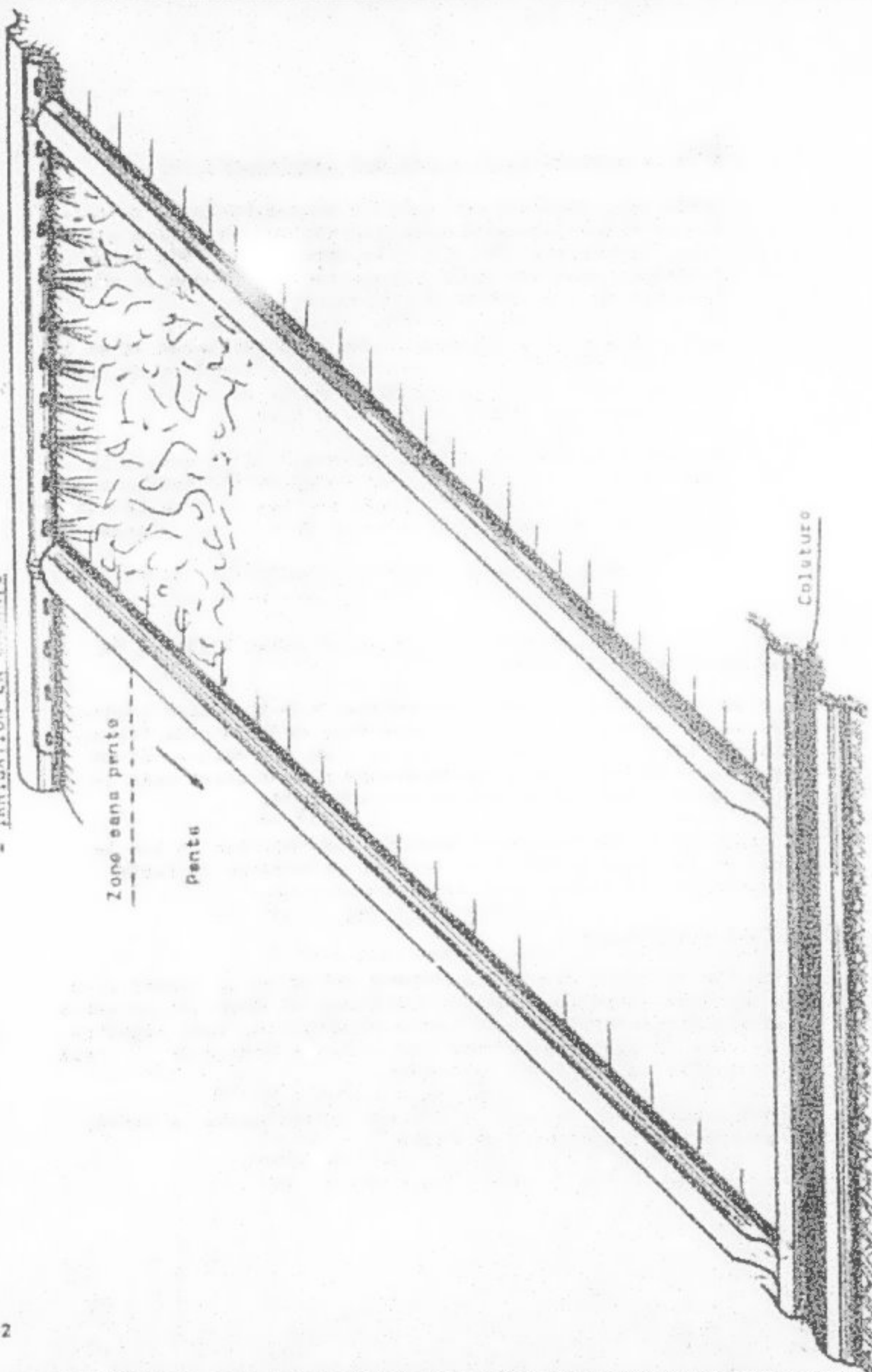
Un débit déterminé permettra d'apporter une dose bien répartie. Si on réduit le débit, la dose moyenne sera plus forte, mais mal répartie, la haut du billon sera surirrigué. Si on augmente le débit la dose moyenne sera plus faible, mais le début des billons risque d'être sous-irrigué.

En pratique il est cependant possible de modifier un peu le débit et le temps d'admission mais si on apporte de forts changements, la répartition devient mauvaise.

(13) Il faut retenir que :

Lorsqu'un billon a été réalisé (longueur et pente fixée) dans une certaine parcelle de terre, il existe un débit et un temps d'admission conduisant à une bonne répartition, ceci signifie qu'il faut accepter de fournir une certaine dose dont il n'est pas possible de s'écarter fortement.

Il est donc très important de choisir correctement la pente, la longueur et le débit par billon.



b. Cas des calants (on dit aussi planches) :

Le principe est le même que pour les billons mais la dimension et la forme transversales de l'élément d'irrigation sont différentes. On constitue des rectangles très allongés bordés par des petits bourrelets. Ces rectangles ont en général au plus 10 mètres de large et leur longueur est au moins égale à 50 m. Ils sont disposés avec leur grand côté selon la pente et l'eau est distribuée par le petit côté supérieur.

(1) Pour un bon fonctionnement il faut :

- (a) une pente longitudinale régulière
- (b) pas de pente transversale
- (c) un débit bien adapté.

Examinons ces trois points.

(a) Une pente longitudinale régulière

Les raisons de cette condition ont déjà été expliquées pour les billons. Ici c'est encore plus important à respecter sinon l'eau va s'exhuber à certains endroits et prendre des directions privilégiées en faisant des ravins ou bien des flaques vont se former.

Notons cependant qu'il y a intérêt à prévoir une petite partie horizontale au bord de la séquia de déversement en "tête du calant" sur 2 à 3 mètres de longueur. Cela permet à l'eau de bien s'étaler avant de descendre la pente.

(b) Pas de pente transversale

Il faut absolument éviter que l'eau descende en formant des rigoles ; si un calant "penche" d'un côté (on dit couramment qu'il est "desculé") l'eau circule surtout le long d'un bourrelet latéral mais le reste du terrain ne reçoit presque rien.

(c) Un débit bien adapté

Ce qui a été expliqué pour un billon se retrouve ici, mais au lieu de parler du débit par rais on raisonne sur le débit par mètre de largeur de calant.

- (2) La pente longitudinale, le débit par mètre de largeur, la longueur et la dose sont liés. Ce qui a été dit pour les billons s'applique également ici : il n'est pas possible de s'écarter fortement de la dose correspondant à un bon fonctionnement.

3. Tableau des différentes techniques d'irrigation

Mode d'épandage Modelage du sol	Submersion	Ruisselement
A plat	Cuvettes ou bassins	Planches ou calants
En billons	Cuvettes billonnées	Billons

C - EXECUTION ET EMPLOI

1. Cuvettes ou bassins

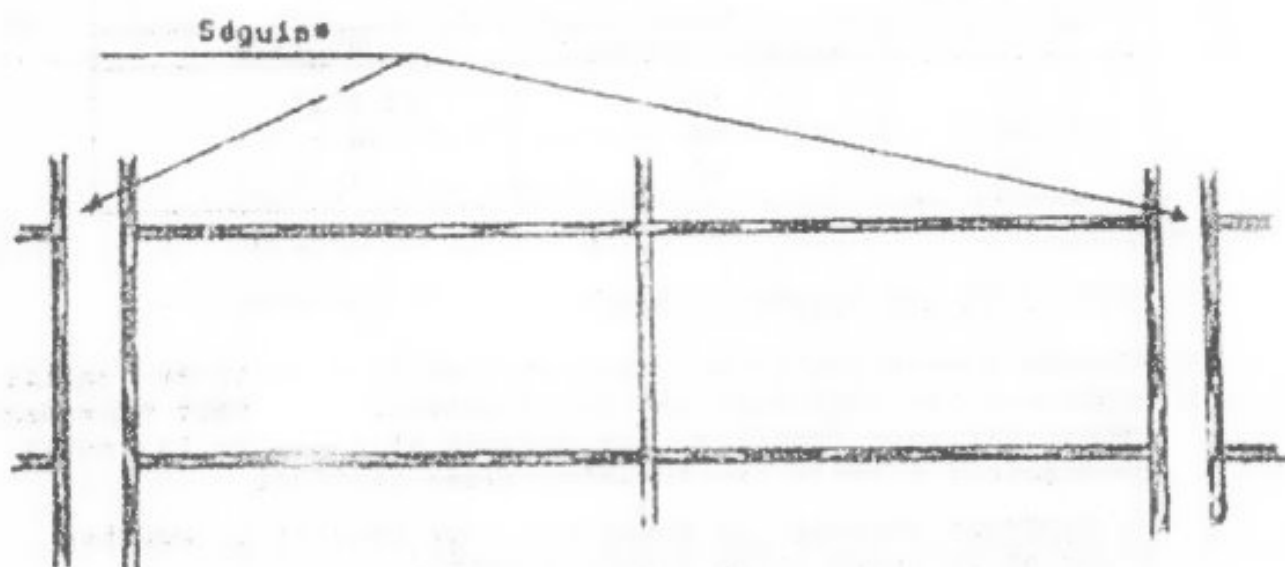
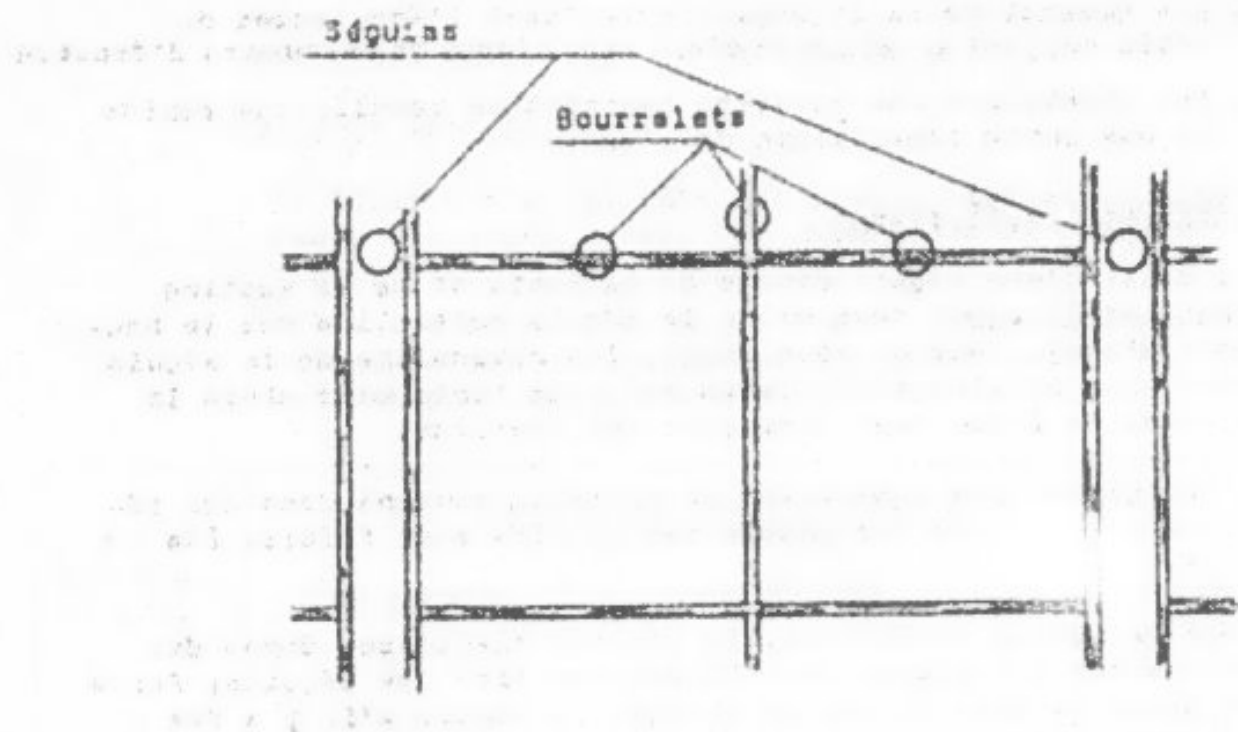
Cette méthode est bien connue en Tunisie où elle est réalisée avec des cuvettes de faibles dimensions (25 à 50 m²). Elle peut être améliorée si le terrain a été soigneusement préparé après nivellement.

Rappelons que selon les cultures, les bassins seront laissés plats ou seront aménagés en billons forcément très courts : le fond de tous les billons doit rester au même niveau pour que l'eau se répartisse bien.

A part la confection des billons, l'irrigation des cuvettes plates ou des bassins billonnés se fait de la même façon.

Le terrain est aménagé avec des séguies parallèles, bordées de 2 séries de cuvettes ou de bassins de même superficie.

Si les cuvettes étaient carrées l'eau se répartirait plus vite sur toute la surface, mais on les fait rectangulaires, deux fois plus longues que larges de façon à pouvoir écarter un peu plus les séguies et perdre moins de place.



Voici des cuvettes qui ont même surface, avec celles qui sont serrées les séguins sont plus rapprochés; il vaut mieux accepter une répartition un peu moins bonne mais cependant correcte que d'avoir trop de séguins, la forme rectangulaire est donc conseillée.

e. Dimensionnement

Il est indispensable de faire une mise au point selon le type de sol et le débit utilisé pour s'assurer que :

- les dimensions de la séquia permettent l'écoulement du débit employé appelé bassin d'eau sans risque de casseure ni d'érosion
- les dimensions des cuvettes assurent un remplissage rapide et une bonne répartition de l'eau.

(1) Dimensionnement de la séquia

Le débit d'une séquia dépend de la pente et de la section mouillée (largeur moyenne de la séquia multipliée par la hauteur d'eau). Pour un même débit, les dimensions de la séquia sont plus petites si la pente est plus forte mais alors la vitesse de l'eau peut provoquer des érosions.

L'irrigation par subersion se pratique souvent dans des régions plates donc les pentes des séquias sont faibles (de 1 à 2 ‰).

Pour de telles conditions, le tableau ci-dessous donne des dimensions à employer pour la construction des séquias; faire un essai de mise en eau et élargir la séquia s'il y a des débordements.

Main d'eau en l/s.	Dimensions de la séquia en cm	
	Largeur moyenne	Hauteur
30	80	20 à 25
20	60	20
10	40	15

(2) Dimensions des cuvettes et débits

Plus le bassin (ou la cuvette) est petit, plus il se remplit rapidement et meilleure est la répartition. Il faut cependant rechercher, pour faciliter les travaux et diminuer le nombre de séquias, à avoir des cuvettes assez grandes.

Il faudrait comparer le temps mis pour couvrir la cuvette d'eau et le temps total d'infiltration.

Pour simplifier on considère que l'aménagement est bon quand le temps de remplissage des cuvettes est inférieur au quart du temps total d'infiltration. Par exemple, si l'eau est admise dans la cuvette pendant 10 minutes de 8 h à 8 h 10, l'eau doit mettre au moins 40 minutes pour s'infiltrer totalement : elle ne doit pas avoir disparue avant 8 h 40.

Il n'est pas possible de connaître la bonne dimension à adopter sans une expérimentation sur le terrain.

- 1) Aménager une séquia et des cuvettes. Choisir les dimensions des cuvettes dans le tableau ci-dessous compte-tenu de la main d'eau disponible et du type de terre.

Remarque importante :

- Ce tableau n'a été fait que pour faciliter la mise en route des expériences, les chiffres sont seulement indicatifs.
- Il est préférable de faire des cuvettes rectangulaires mais ce n'est pas obligatoire c'est pourquoi des indications sont données entre parenthèses

Main d'eau en l/s.	Dimensions des cuvettes en m ²		
	Terre légère	Terre moyenne	Terre lourde
	S = (l x L)	S = (l x L)	S = (l x L)
10	125 = (8 x 16)	200 = (10 x 20)	500 = (16 x 31)
15	200 = (10 x 20)	300 = (12 x 25)	700 = (19 x 37)
20	250 = (11 x 22)	400 = (14 x 28)	1000 = (22 x 45)
25	300 = (12 x 25)	500 = (16 x 31)	1200 = (24 x 48)

La main d'eau est indiquée en litres par seconde

S : Surface d'un bassin en m² ;

l : largeur de la cuvette (côté bords par la séquia) en m ;

L : longueur de la cuvette, en m.

- 2) Mettre une cuvette en eau et relever l'heure d'admission de l'eau (ouverture). Vérifier qu'il n'y ait pas d'érosion.
- 3) S'il y a érosion recommencer avec un débit plus faible.
- 4) Arrêter l'admission de l'eau quand toute la surface de la cuvette est couverte et noter l'heure de fermeture.
- 5) Noter l'heure de la fin d'infiltration (disparition de l'eau).

- 6) Calculer la dose D ainsi apportée ; pour cela calculer d'abord le volume adms en multipliant le débit Q de la main d'eau par le temps T.

$$V = Q \times T$$

V : en litres

Q : débit de la main d'eau, en litres/s.

T : temps d'ouverture, en secondes

sachant que 1 litre par m² correspond à une hauteur de 1 mm, calculer la dose D en divisant le volume V par la surface S.

$$D = \frac{V}{S}$$

D en mm

S en m²

V en litres

- 7) Dans cette première expérience, on arrête l'admission aussitôt que le sol de la cuvette est entièrement couvert par l'eau mais sans vraiment remplir la cuvette. La dose ainsi appliquée est la dose minimale.

Cette dose minimale doit être nettement plus faible que la dose normale d'irrigation, c'est-à-dire celle prévue pour la culture normalement développée (voir note : Données générales sur l'irrigation et le drainage).

Si la dose minimale est très voisine de la dose normale, le temps de remplissage pour celle-ci sera trop long par rapport au temps total d'infiltration ; recommencer l'expérience avec des cuvettes plus petites.

Si la dose apportée dans le premier essai est plus faible que la dose normale d'irrigation, irriguer une deuxième cuvette avec la dose normale.

- 8) Noter l'heure de l'admission de l'eau.

- 9) Arrêter l'admission après le temps correspondant à la dose voulue et noter l'heure.

Pour connaître le temps nécessaire à l'admission de la dose normale, on fait le même raisonnement que précédemment : on cherche d'abord le volume nécessaire :

$$V = D \times S$$

V : volume en litres

D : dose en mm

S : surface en m².

On cherche ensuite le temps T nécessaire pour admettre ce volume d'eau

$$T = \frac{V}{Q}$$

T : temps en secondes

V : volume en litres

Q : débit en l/s.

10) Noter l'heure de fin d'infiltration (disparition de l'eau)

11) Comparer le temps de remplissage et le temps total d'infiltration.

Si le temps de remplissage est voisin du quart du temps total d'infiltration, les dimensions de la cuvette sont bonnes.

Si le temps de remplissage est plus long que le quart du temps total d'infiltration, il faut réduire les dimensions de la cuvette : recommencer l'essai avec des cuvettes plus petites.

Si le temps de remplissage est beaucoup plus court que le quart du temps total d'infiltration, il est possible d'agrandir les cuvettes : recommencer l'essai avec des cuvettes plus grandes.

12) Fixer les dimensions définitives en précisant la main d'œuvre utilisée et le temps d'admission pour les doses usuelles.

Remarques :

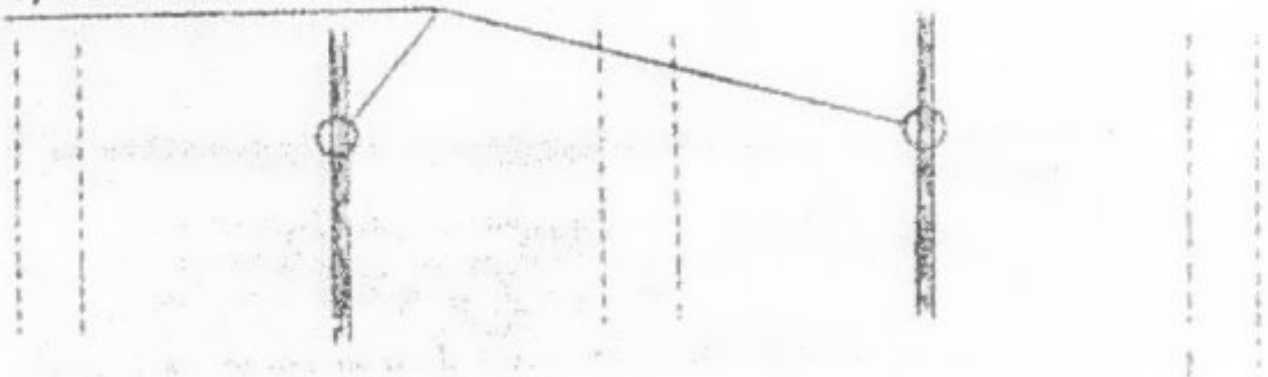
- Avant de prendre une décision définitive, il faut bien s'assurer qu'il n'y a pas eu d'érosion anormale.
- Le temps d'admission doit être suffisant pour que l'irrigueur puisse ouvrir et refermer correctement la cuvette et vérifier les bourrelets.
- Il est recommandé que le temps d'admission soit un nombre rond de minutes (10, 15 ou 20 minutes par exemple), il faut donc choisir les dimensions des cuvettes pour qu'il en soit ainsi, compte-tenu de la dose et du débit.

Supposons que la dose la plus usuelle à prévoir soit 40 mm et que le débit disponible soit 15 l/s. Une cuvette de 100 cm², exige $3000 \times 40 = 12.000$ l et donc un temps d'admission de $\frac{12.000}{15} = 800$ secondes

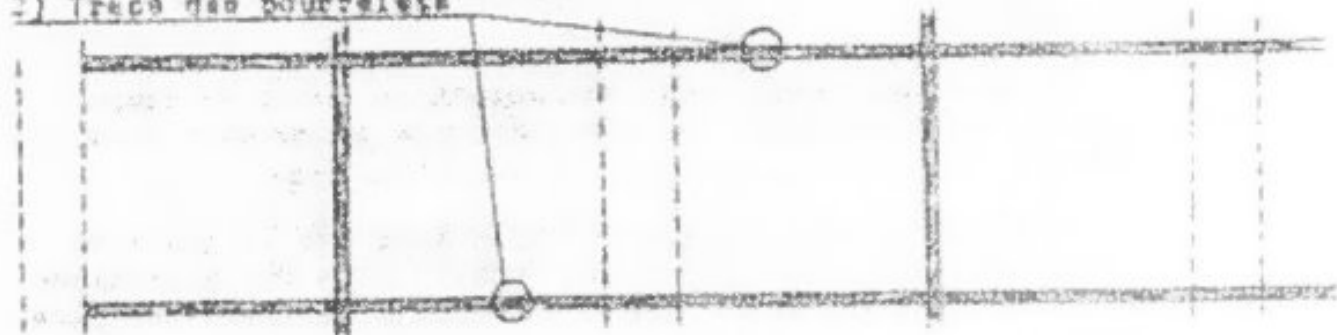
15

(13 m, et 20 s.). Pour 225 m² on trouverait 10 m et pour 337 m², 15 m. il y a intérêt à adopter l'une de ces deux dimensions.

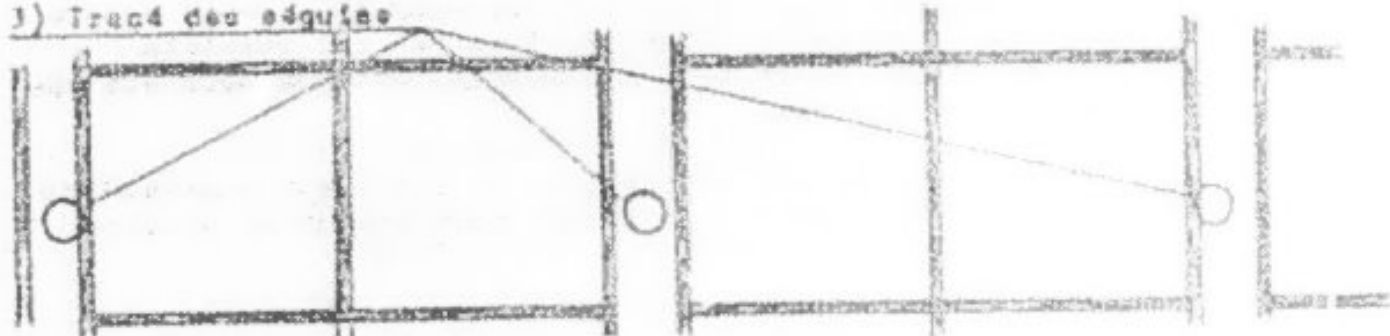
1) Tracé des bourrelets



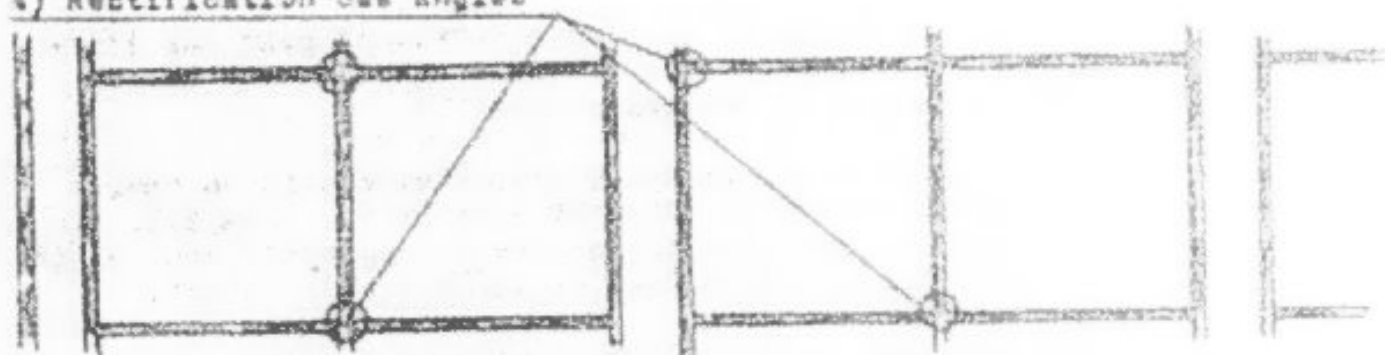
2) Tracé des bourrelets



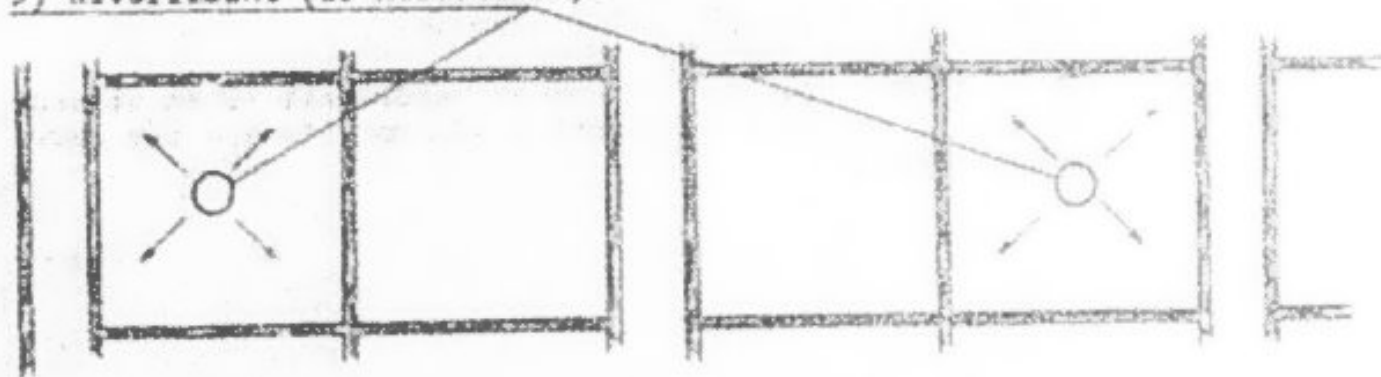
3) Tracé des esgues



4) Rectification des angles



5) Nivellement (si nécessaire)



b. Exécution de l'aménagement

Le terrain à l'intérieur des cuvettes doit être plat et horizontal ; dans le cas de cuvettes billonnées le fond des billons doit être horizontal. Il faut au cours de l'aménagement faire attention à ne pas provoquer la formation de trous ou de creux et à les compenser s'il s'en produit.

(1) Travail préliminaire du sol

- Effacer les bourrelets (et billons s'il y a lieu) de la culture précédente de préférence avec un appareil à dents, qui désagrège la partie supérieure du sol soulevant croûtes à la suite des irrigations.
- Préparer le terrain par un labour, à plat si possible, et recroiser pour terminer la préparation du sol.
- Repérer les emplacements des séguins. La distance entre deux séguins est égale à deux fois la longueur des bassins ou cuvettes.

(2) Constitution des cuvettes

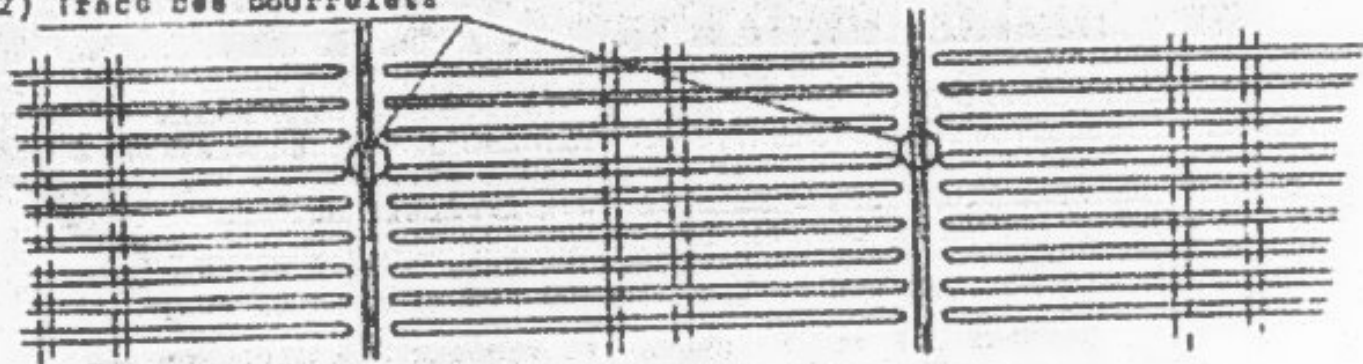
(a) Cuvettes laissées plates

- 1) Tracer à égale distance des emplacements des futures séguies un bourrelet parallèle à ceux-ci.
- 2) Tracer perpendiculairement à ces emplacements des bourrelets parallèles, espacés de la largeur des cuvettes. Ces bourrelets doivent retenir l'eau à l'intérieur de la cuvette ; les faire haute d'une vingtaine de centimètres et larges de 40 à 50 cm.
- 3) Tracer le séguin en ouvrant le sol avec deux aller et retour de charrue et en le terminant à la sepe ou à la fallah. Au moment de la constitution de la séguie, on peut prendre de la terre dans la cuvette pour renforcer les bords de la séguie.
Ensuite, on prend de la terre, si nécessaire uniquement au fond de la séguie.
- 4) Rectifier les angles des bassins (croisement des bourrelets) en particulier si l'on a employé du matériel attelé.
- 5) Rétablir le nivellement des cuvettes si c'est nécessaire (proximité de la séguie et des bourrelets).

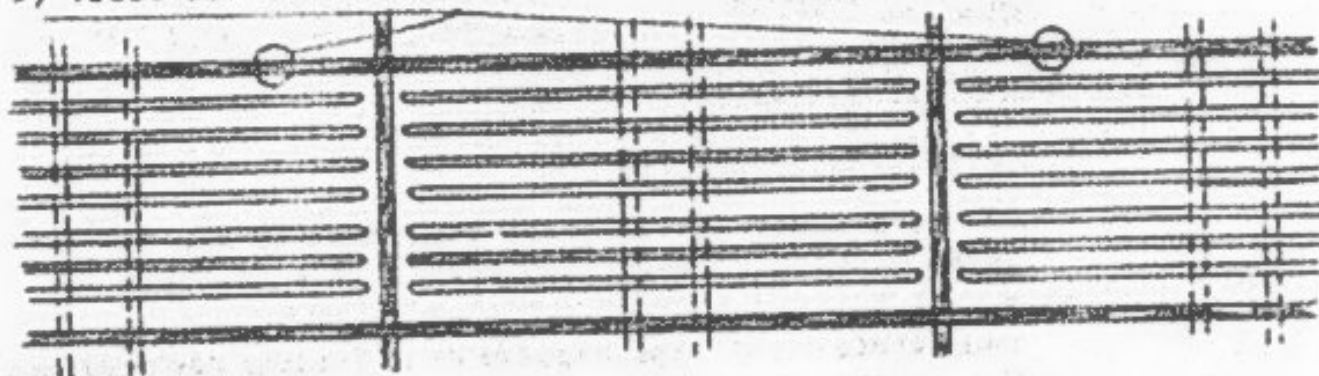
1) Tracé des billons



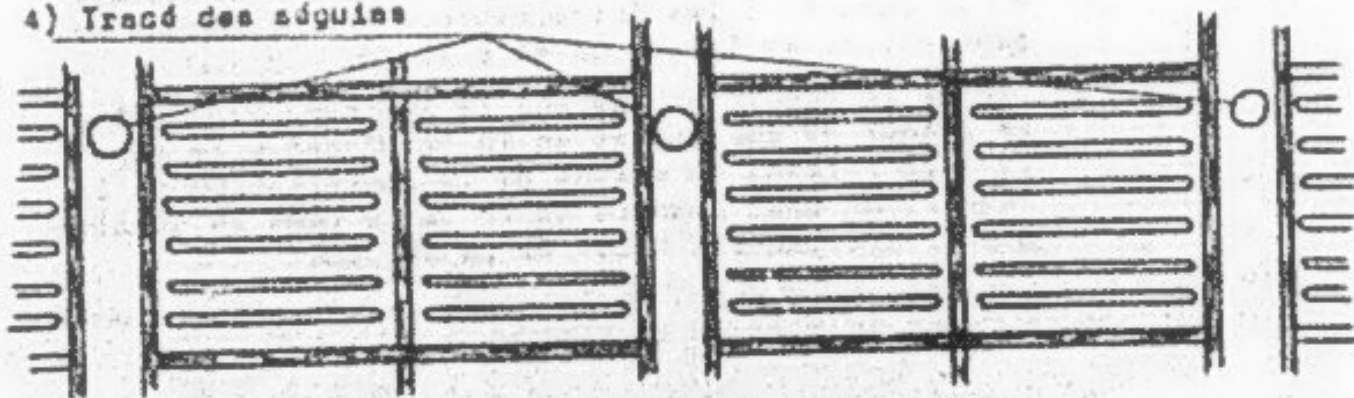
2) Tracé des bourrelets



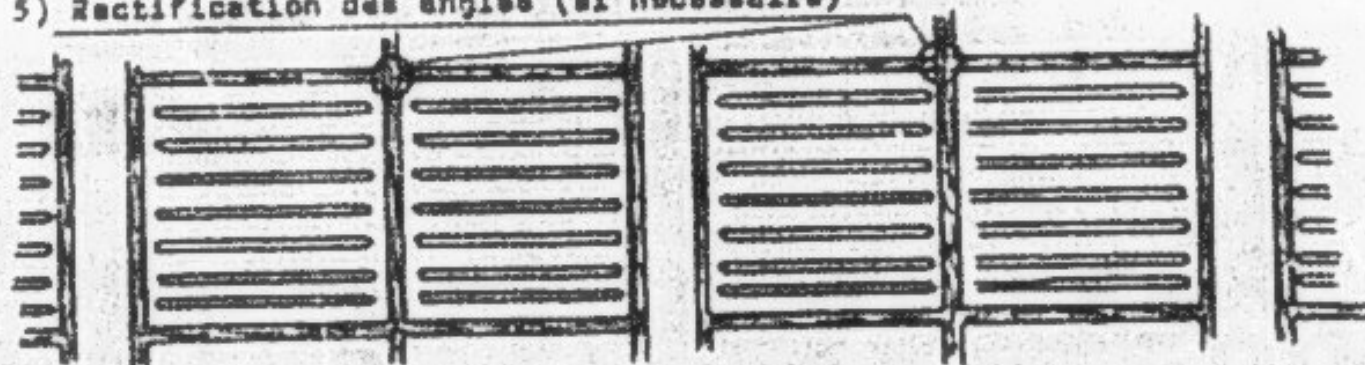
3) Tracé des bourrelets



4) Tracé des séguins



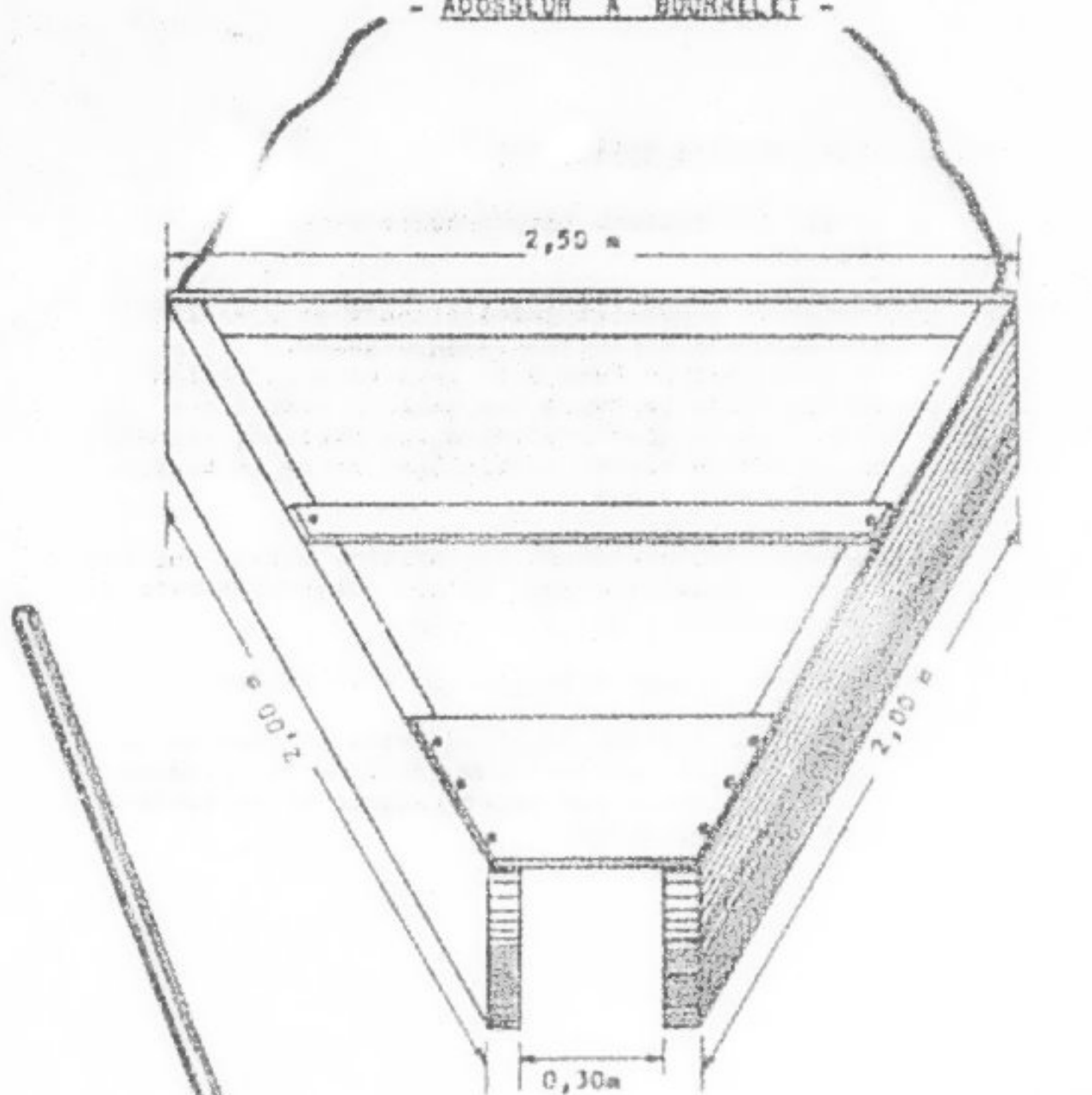
5) Rectification des angles (si nécessaire)



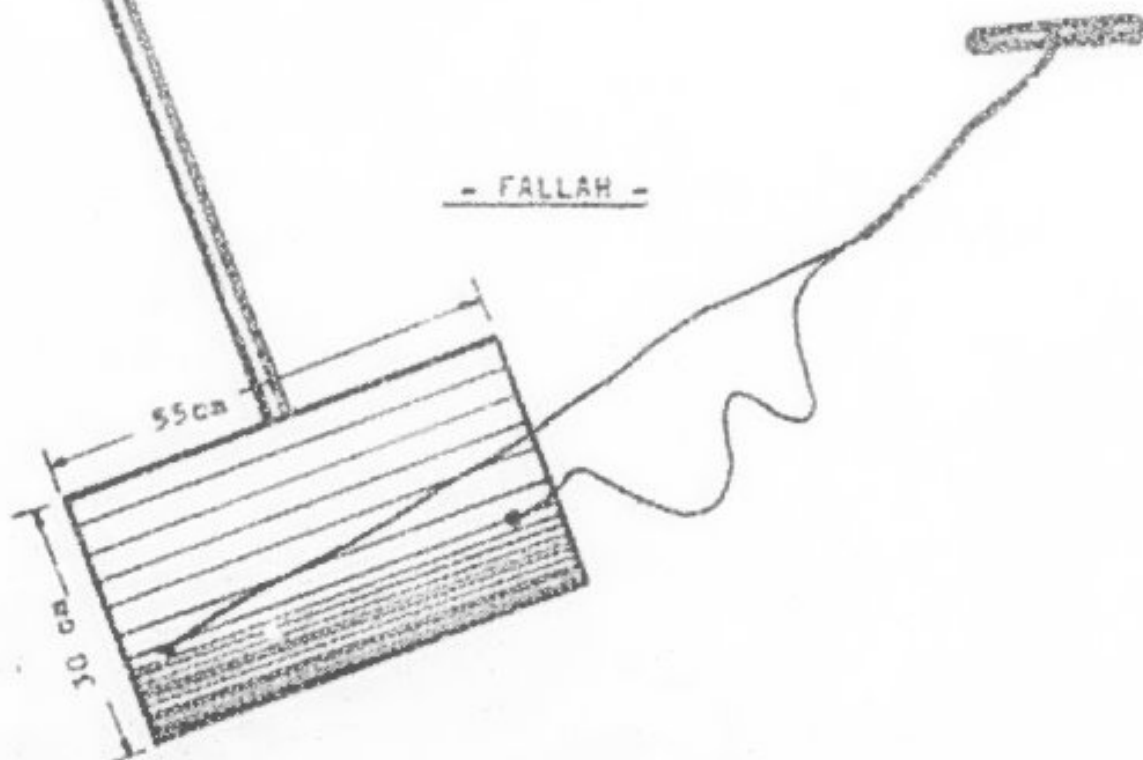
(b) Cas des cuvettes billonnées

- 1) Tracer les billons perpendiculairement aux séguies.
- 2) Tracer un bourrelet parallèlement et à égale distance des emplacements de séguies.
Ce bourrelet se fera à la sape ou à la fellah en utilisant la terre des billons : pour que l'eau puisse circuler entre les billons, laisser un espace de trente centimètres entre le bourrelet et les billons.
- 3) Renforcer suffisamment les billons situés sur les côtés des cuvettes pour qu'ils puissent servir de bourrelets.
- 4) Tracer la séguie à la sape ou à la fellah.
- 5) Prévoir le passage de l'eau entre le bord de la séguie et les extrémités des billons et arranger les angles entre bourrelets, séguie et au croisement des bourrelets.

- ADOSSEUR A BOURRELET -



- FALLAH -



(a) Outils à utiliser

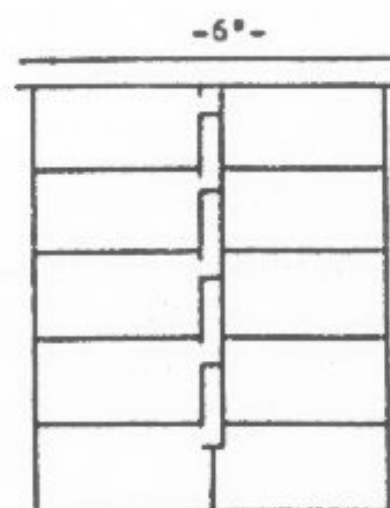
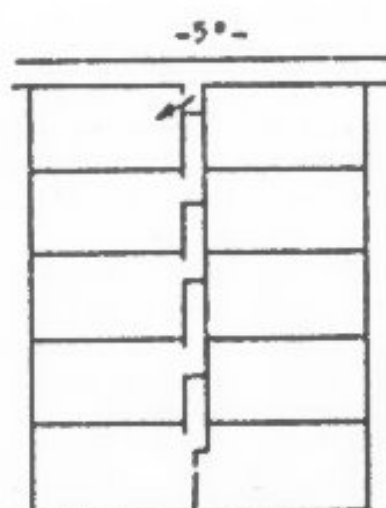
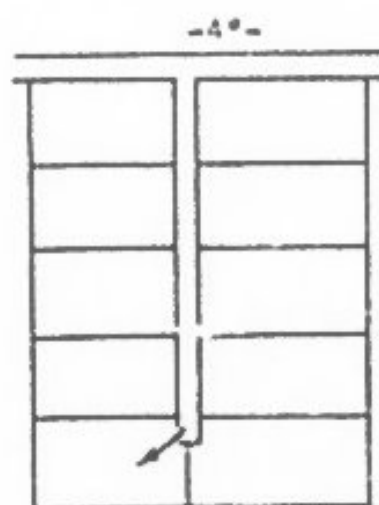
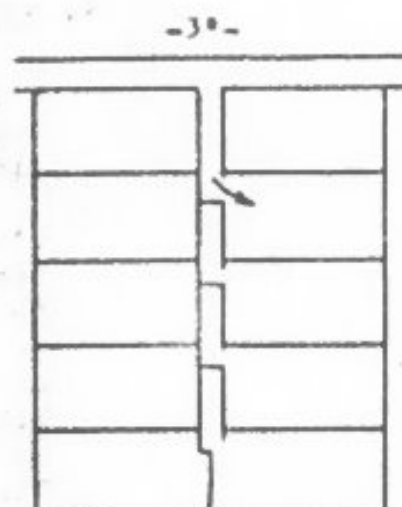
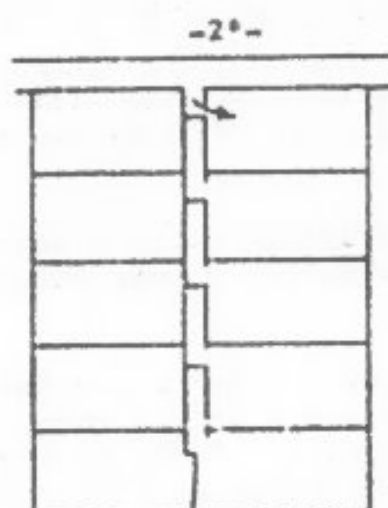
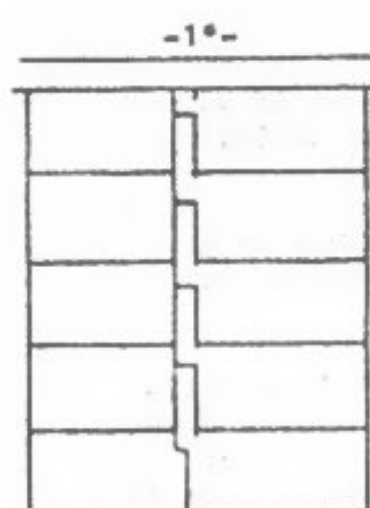
L'irrigation par submersion se fait le plus souvent dans le cadre des petites exploitations.

L'appareillage utilisé est constitué en général d'outils à main comme la sape ou la fallah.

La confection des bourrelets peut être facilitée par des outils comme l'adosseur à disques ou un appareil formé de madriers qui peut être fabriqué à la ferme (voir dessin page 44).

Les séguies peuvent être ouvertes à la charrue ou au billonneur attelé. Elles sont ensuite terminées à la fallah.

Exécution de l'irrigation



c. Exécution de l'irrigation

(1) Admission de l'eau dans les cuvettes

(a) Travail à la sage

- 1) Préparer l'irrigation en couvrant les cuvettes d'un côté de la séquia. La terre remuée sert à barrer la séquia en aval de chaque cuvette.
- 2) Admettre l'eau dans la séquia et irriguer la première cuvette dans laquelle l'eau rentre directement.
- 3) Après le temps nécessaire à l'admission de la dose d'irrigation, fermer la première cuvette en utilisant le barrage de la séquia, l'eau s'écoule et pénètre dans la deuxième cuvette.

Après le temps voulu faire la même opération que ci-dessus pour irriguer la troisième cuvette et ainsi de suite jusqu'à la dernière cuvette du premier côté.

- 4) Quand la dernière cuvette de la série a été arrosée, la refermer en couvrant le bord opposé de la séquia : l'eau pénètre alors dans la dernière cuvette du deuxième côté de la séquia.
- 5) Après le temps voulu, fermer la séquia en couvrant l'avant dernière cuvette et recommencer ainsi jusqu'à la première cuvette du deuxième côté.
- 6) La séquia reste en état pour l'irrigation suivante qui commencera par la cuvette irriguée en dernier, et se terminera par la cuvette irriguée en premier.

(b) Travail avec des siphons

Ce procédé qui sera examiné plus loin page 56 n'est malheureusement pas utilisé en Tunisie pour l'irrigation en cuvette et pourtant il est intéressant car il évite de remuer la terre et de détériorer les parois de la séquia : il élimine les risques d'entraînement de terre par le courant lorsque l'on ouvre une cuvette et ferme la séquia; il permet d'utiliser une main d'eau élevée.

(2) Remarques :

- . en hiver dans le nord de la Tunisie, les cuvettes sont laissées ouvertes vers le bas de la parcelle et la séquia sans barrages pour qu'elle puisse servir de colature en cas de fortes pluies.
- . Les cuvettes doivent être horizontales : si elles ne le sont pas parfaitement, faire l'ouverture pour l'admission de l'eau à la partie haute et en hiver au point bas.

2. Billons

Le lecteur voudra bien revoir ce qui a déjà été dit à ce sujet page 28 au paragraphe B-2-A.

L'eau est amenée à la partie haute de la planche qui a une pente généralement comprise entre 2 et 15 ‰ et est aménagée en billons.

À la partie inférieure de la planche un fossé de colature doit permettre d'évacuer les eaux excédentaires.

a. Dimensionnement

Comme pour la méthode par "submersion", il faut faire une mise au point car selon le type de sol l'eau s'infiltrera plus ou moins vite ce qui, pour une même pente modifie la vitesse d'avancement.

Nous allons voir comment il faut procéder

(1) Dimensionnement de la séquia

On se reportera à ce qui a déjà été dit au début du chapitre précédent au paragraphe C.1.a (1) page 12. comme la pente de la séquia est la même que la pente transversale de l'ensemble des billons, c'est-à-dire faible, les indications sont valables ici.

Si la méthode par tuyau à vanettes exposée au paragraphe c. (1) (b) (page 65) est utilisée, un tuyau où l'eau circule sous faible pression remplace la séquia.

(2) Longueur des billons et débit

Nous supposons ici que le nivellement a été fait, donc que la pente est fixe, il s'agit donc de faire des essais en faisant varier longueur de billons et débit par billon pour obtenir un bon fonctionnement c'est-à-dire que les temps de contact entre l'eau et le sol soient sensiblement identiques partout. En outre, il faut veiller à éviter l'érosion, c'est ce risque qui limite le débit par billon.

(a) La méthode est la suivante

1) Préparer les billons.

Le sol ne doit être ni trop mouillé ni trop sec et il ne doit pas être trop émietté en surface. En conséquence le mieux est de faire une première irrigation et de laisser le sol revenir à un état d'humidité voisin de celui existant au moment où il faut irriguer.

Choisir dans le tableau ci-après la longueur correspondant au cas de terrain et en tenant compte du plan de culture.

Remarque importante

Ce tableau a été fait pour le cas de doses de l'ordre de 50 mm ; les chiffres ne sont qu'indicatifs, ils permettent seulement de commencer les essais en évitant les erreurs lourdes d'appréciation. Seule l'expérience peut fournir des chiffres définitifs.

On remarquera que les débits et les longueurs à prévoir diminuent quand la pente augmente, la raison étant que l'érosion est absolument à éviter et du fait que le débit est réduit, la longueur aussi est diminuée.

Pente ‰		2 - 7	7 - 12	12 - 16
Terre Lourde	L	180 à 250	150 à 250	100 à 200
	q	1,5 à 3	1 à 1,5	1
Moyenne (franche)	L	150 à 250	120 à 200	100 à 150
	q	1,5 à 3	1 à 1,5	1
Légère (à sable fin)	L	150 à 200	150 à 250	100 à 150
	q	0,7 à 1	0,5 à 1	0,3 à 0,5
Légère (à sable grossier)	L	100 à 150	80 à 120	70 à 100
	q	1,5 à 2	1 à 1,5	0,5 à 1

L : Longueur des billons en mètres

q : Débit par billon en l/s.

- 2) Mettre 5 jalons également espacés le long des billons, le premier à 3 m du début, le dernier 8 à 10 m avant l'extrémité inférieure.
- 3) Mettre en eau avec le débit présumé et noter l'heure d'arrivée de l'eau au niveau de chaque jalon.
- 4) Comme en général on divise une main d'eau entre plusieurs billons, il est préférable d'observer à la fois 2 ou 3 billons et de faire des moyennes pour les différentes mesures indiquées ci-après.
- 5) Observer s'il se produit de l'érosion. Si c'est le cas, il faut recommencer sur d'autres billons avec un débit plus faible.

(2) Remarques :

en hiver dans le nord de la Tunisie, les cuvettes sont laissées ouvertes vers le bas de la parcelle et le séguia sans barrages pour qu'elle puisse servir de colature en cas de fortes pluies.

Les cuvettes doivent être horizontales : si elles ne le sont pas parfaitement, faire l'ouverture pour l'admission de l'eau à la partie haute et en hiver au point bas.

2. Billons

Le lecteur voudra bien revoir ce qui a déjà été dit à ce sujet page 28 au paragraphe B-2-A.

L'eau est amenée à la partie haute de la planche qui a une pente généralement comprise entre 2 et 16 ‰ et est aménagée en billons.

A la partie inférieure de la planche un fossé de colature doit permettre d'évacuer les eaux excédentaires.

a. Dimensionnement

Comme pour la méthode par "submersion", il faut faire une mise au point car selon le type de sol l'eau s'infiltrera plus ou moins vite ce qui, pour une même pente modifie la vitesse d'avancement.

Nous allons voir comment il faut procéder

(1) Dimensionnement du séguia

On se reportera à ce qui a déjà été dit au début du chapitre précédent au paragraphe C.1.a (1) page 12. Comme la pente de la séguia est la même que la pente transversale de l'ensemble des billons, c'est-à-dire faible, les indications sont valables ici.

Si la méthode par tuyau à vanettes exposée au paragraphe c. (1) (b) (page 65) est utilisée, un tuyau où l'eau circule sous faible pression remplace le séguia.

(2) Longueur des billons et débit

Nous supposons ici que le nivellement a été fait, donc que la pente est fixée, il s'agit donc de faire des essais en faisant varier longueur de billons et débit par billon pour obtenir un bon fonctionnement c'est-à-dire que les temps de contact entre l'eau et le sol soient sensiblement identiques partout. En outre, il faut veiller à éviter l'érosion, c'est ce risque qui limite le débit par billon.

(a) La méthode est la suivante

1) Préparer les billons.

Le sol ne doit être ni trop mouillé ni trop sec et il ne doit pas être trop émié en surface. En conséquence le mieux est de faire une première irrigation et de laisser le sol revenir à un état d'humidité voisin de celui existant au moment où il faut irriguer.

Choisir dans le tableau ci-après la longueur correspondant au cas de terrain et en tenant compte du plan de culture.

Remarque importante

Ce tableau a été fait pour le cas de doses de l'ordre de 50 mm ; les chiffres ne sont qu'indicatifs, ils permettent seulement de commencer les essais en évitant les erreurs lourdes d'appréciation. Seule l'expérience peut fournir des chiffres définitifs.

On remarquera que les débits et les longueurs à prévoir diminuent quand la pente augmente, la raison étant que l'érosion est absolument à éviter et du fait que le débit est réduit, la longueur aussi est diminuée.

Terre	Pente ‰	Pente ‰		
		2 - 7	7 - 12	12 - 16
Lourde	L	180 à 250	150 à 250	100 à 200
	q	1,5 à 3	1 à 1,5	1
Moyenne (Franche)	L	150 à 250	120 à 200	100 à 150
	q	1,5 à 3	1 à 1,5	1
Légère (à sable fin)	L	150 à 200	150 à 250	100 à 150
	q	0,7 à 1	0,5 à 1	0,3 à 0,5
Légère (à sable grossier)	L	100 à 150	80 à 120	70 à 100
	q	1,5 à 2	1 à 1,5	0,5 à 1

L : Longueur des billons en mètres

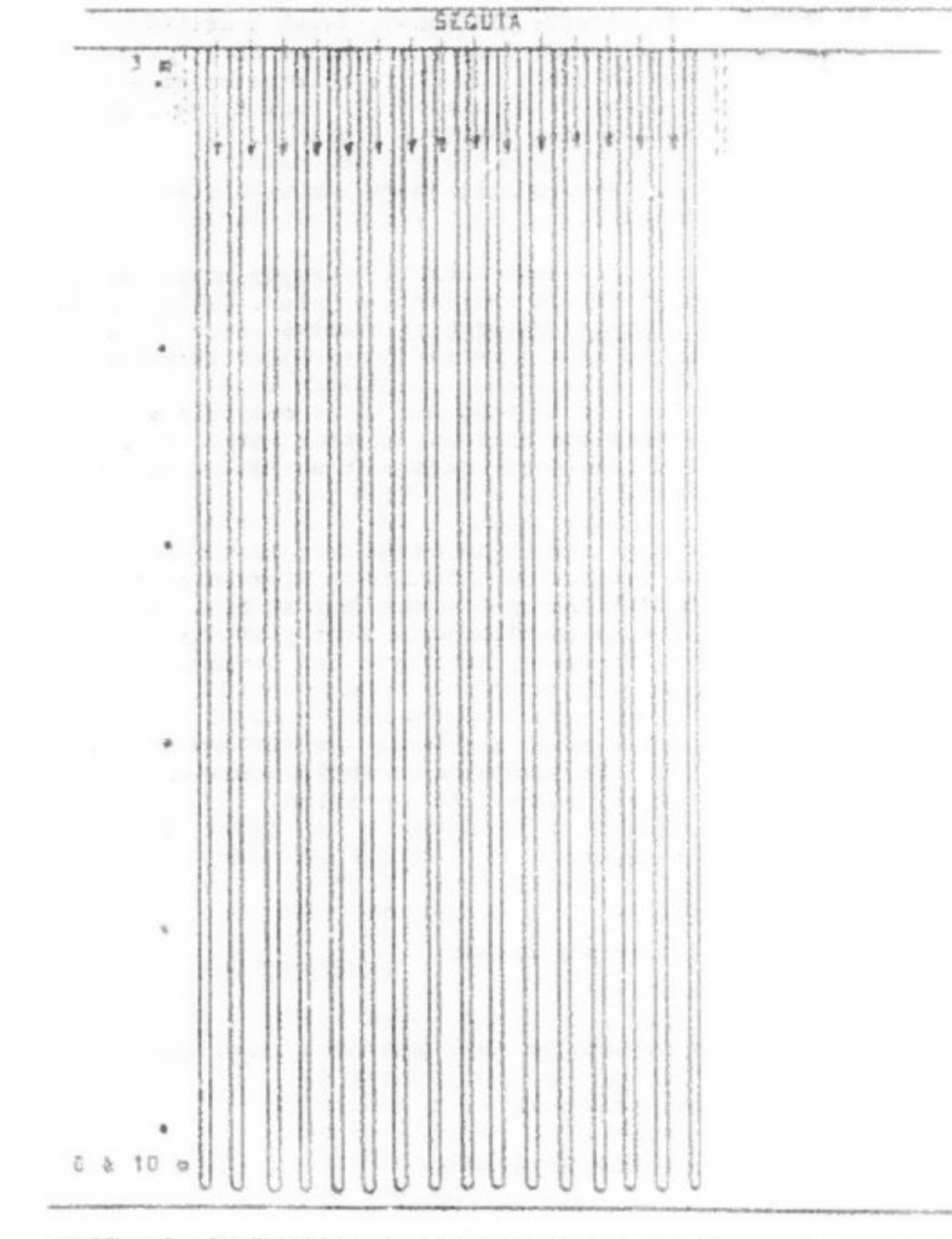
q : Débit par billon en l/s.

2) Mettre 6 jalons également espacés le long des billons, le premier à 3 m du début, le dernier à 8 à 10 m avant l'extrémité inférieure.

3) Mettre en eau avec le débit présumé et noter l'heure d'arrivée de l'eau au niveau de chaque jalon.

4) Comme en général on divise une main d'eau entre plusieurs billons, il est préférable d'observer à la fois 2 ou 3 billons et de faire des moyennes pour les différentes mesures indiquées ci-après.

5) Observer s'il se produit de l'érosion. Si c'est le cas, il faut recommencer sur d'autres billons avec un débit plus faible.



5) Arrêter l'admission de l'eau quand la tête du courant a atteint le dernier jalon.

7) Si l'eau s'arrête de progresser avant d'atteindre le dernier jalon, il faut recommencer sur d'autres billons avec un débit plus fort ; si ce n'est pas possible à cause de l'érosion, il faut travailler sur des billons plus courts.

8) Noter l'heure de disparition de l'eau au niveau de chaque jalon.

9) Calculer la différence entre l'heure de disparition et l'heure d'arrivée pour chaque jalon. Cette différence est le temps de contact entre la lame d'eau et le sol, que nous appelons temps d'infiltration.

10) Dans ce calcul il ne faut pas tenir compte des derniers mètres des billons. Il faut noter si le flaquage est très fort, remontant un peu avant le dernier jalon.

11) On constate que les temps de contact au niveau des jalons sont inégaux et qu'ils sont plus longs en tête. Si la différence dépasse 33 s il faut recommencer soit avec un débit plus fort s'il n'y a pas eu de signe d'érosion, soit avec une longueur plus faible.

12) Lorsqu'on est parvenu à obtenir une différence acceptable entre les temps de contact, calculer le volume d'eau (V) admis dans un billon

$$V = q \times t$$

V : en Litres

q : en Litres par seconde

t : en secondes

13) On calcule ensuite la dose moyenne D ainsi apportée

$$D = \frac{V}{S}$$

D : dose apportée en ml ;

V : Volume apporté en litres ;

S : surface irriguée par un billon en m².

On obtient la surface irriguée par un billon en multipliant la longueur en m par l'écartement entre les billons en m.

- 14) Comparer la dose ainsi obtenue D à celle désirée. Si la dose D convient, les essais sont terminés, voir paragraphe 13.

Si la dose D est trop petite faire une nouvelle série d'essais en utilisant une longueur (L) plus grande.
Si la dose D est trop grande faire une nouvelle série d'essais en utilisant une longueur (L) plus courte.

Remarque

Dans le cas où la dose D est trop petite, on peut l'augmenter en réduisant le débit mais en général l'uniformité d'application devient moins bonne.

Dans le cas où la dose D est trop grande, on peut chercher à la diminuer en augmentant le débit mais il faudra faire attention à l'érosion. Comme en général lors des premiers essais, on a été amené à prendre un débit déjà assez grand et que c'est l'érosion qui a limité le choix, il est rare que l'on puisse maintenant majorer le débit retenu la première fois ; c'est donc la longueur qu'on réduira.

- 15) Il est prudent de répéter les essais pour être certain de trouver une valeur utilisable dans l'ensemble de la zone à aménager. Une erreur aurait des conséquences très regrettables.

- 16) Noter les "paramètres" c'est-à-dire la pente, la longueur des billons, le nombre de billons à mettre en eau à la fois pour utiliser toute la main d'eau et la dose correspondante.

(b) Remarques

- (1) La forme des billons intervient dans les résultats : les billons en V sont plus sujets à érosion que ceux un peu plus larges et en U, qui en outre permettent une meilleure infiltration. Il faut donc faire les essais avec des billons analogues à ceux qui seront utilisés en pratique.

(ii) Les résultats obtenus ne sont valables que pour des conditions similaires à celles des essais : même pente et même état du sol ; sur ce dernier point voir la 1^{re} de l'exposé de la méthode.

Il est inévitable qu'en culture, les doses apportées en première irrigation ou après un binage soient plus fortes et moins uniformément réparties car il faudra laisser couler plus longtemps pour que l'eau atteigne la longueur souhaitée avant coupure (une dizaine de mètres avant la fin du billon).

(iii) Modification de la dose. Deux cas à examiner :

- Diminution : c'est rarement possible car il faudrait accroître le débit d'admission et on risque les érosions.

- Augmentation : ou bien on diminue le débit mais la répartition est moins bonne ou bien on passe deux fois de suite à peu de temps d'intervalle, (quelques heures), le second apport est plus faible que le premier car l'eau progresse plus vite.

(iv) Apport de fortes doses (cas des vergers). Le tableau indicatif présenté plus haut donne des valeurs pour commencer des essais en vue de mettre des doses de l'ordre de 50 mm ; si l'on prévoit de mettre des doses nettement plus fortes (100 mm), il faut diminuer les débits ou augmenter les longueurs ou faire les deux à la fois mais il ne sera pas possible d'éviter une différence marquée entre tête et queue de billon. Une différence de 50 % dans les temps de contact peut être tolérée.

(v) Dans certains cas, la longueur des billons est déterminée à l'avance (forme du champ, espacement entre canaux déjà installés, par exemple) et il n'est pas possible de choisir la meilleure dimension. Il faut alors chercher le débit qui permettra d'apporter de la façon la plus homogène possible une dose voisine de la dose d'irrigation désirée.

(c) Exemples de résultats d'expériences

Des études scientifiques ont été faites en Tunisie en mesurant non seulement les temps de progression mais aussi les quantités d'eau réellement absorbées par le sol en divers points du billon. Ainsi on était certain de la bonne uniformité.

STATIONS	Nature du sol	Longueur des billons (m)	Pente (%)	Débit (l/s) par billon	Dose (cm)
CHERFECH (Basse Medjerda)	Argile limoneuse	110 (x)	2	$\frac{1}{2,5}$	$\frac{100}{40}$
KZAD MERISS (Région de Maknassi)	Terre sableuse	132	8	2,7	50 à 60
			12	2,4 à 2,7	40 à 50
			16	1,3 à 1,6	30 à 40
TOZEUR	Sable limoneux à 50 % de gypse	190	5	1	40 à 50

(x) Des billons de 220 m ont également donné de très bons résultats en ce qui concerne l'uniformité des temps de contact mais les mesures d'eau absorbée n'ont pas été faites.

b. Exécution de l'écénageant

(1) Travail préliminaire du sol

- Effacer les billons de la culture précédente au cultivateur canadien ou bien à la herse disque type offset. Le canadien est préférable car il désagrège mieux la partie supérieure du sol qui a été un peu compactée par les irrigations précédentes.

SUITE EN

F

2



MICROFICHE N°

33798

République Tunisienne

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

CENTRE NATIONAL DE

DOCUMENTATION AGRICOLE

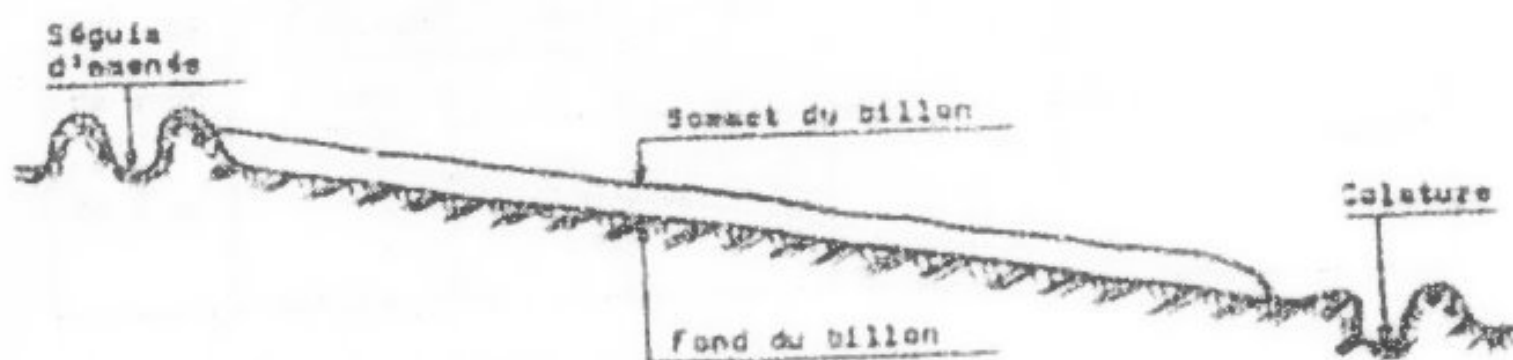
TUNIS

الجمهورية التونسية
وزارة الزراعة

المركز القومي
للتوثيق الفلاحي
تونس

F 2

Coupe schématique dans le sens de la longueur d'un billon



• Labourer à plat en adossant vers l'amont ce qui ramène la terre vers la séguia d'alimentation qui est ainsi renforcée.

• Raccrocher à l'ouest ou bien au canadien

(2) Billonnage

L'appareil doit former des billons de préférence à fond plat.

L'espacement entre les billons dépend des exigences de la culture.

(3) Séguia d'alimentation

Elle est située en haut de la planche sur laquelle on a tracé les billons ; ses rebords doivent être surélevés d'environ 10 cm au-dessus des fonds de billon.

Elle est inutile dans le cas où l'on emploie des touxes à venettes voir le paragraphe c. (1) (b) ci-dessus.

(4) Coleture

À la partie basse de la planche, niveler les billons de façon à constituer comme une petite rigole sans rebord du côté de la planche ; ainsi en cas d'excès d'eau dans un billon, on peut éviter un floquage excessif ; en outre cette rigole permet d'évacuer un excès d'eau, il suffit de régler son bord en certains points pour former "déversoir".

Une séguia de coleture est tracée juste au-dessus de la planche, perpendiculairement aux billons, au moyen par exemple d'une charrue versant à l'opposé des billons.

En hiver, il suffit d'ouvrir de place en place le rebord séparant la rigole et la séguia de coleture pour avoir une élimination rapide des eaux en cas de fortes pluies.

c. exécution de l'arrosage

(1) Répartition de l'eau dans les billons

La main d'eau doit être divisée également entre plusieurs billons dont le nombre varie selon le "main d'eau" et le "débit par billon".

Il est pratiquement impossible de faire une division correcte à la main, de plus les ouvertures dans le bord de la séquoie s'agrandissent au fur et à mesure que l'eau coule et il faut constamment intervenir.

L'une des meilleures méthodes est d'employer des siphons, un autre procédé excellent mais plus coûteux d'investissement est l'emploi de tuyaux à vanettes.

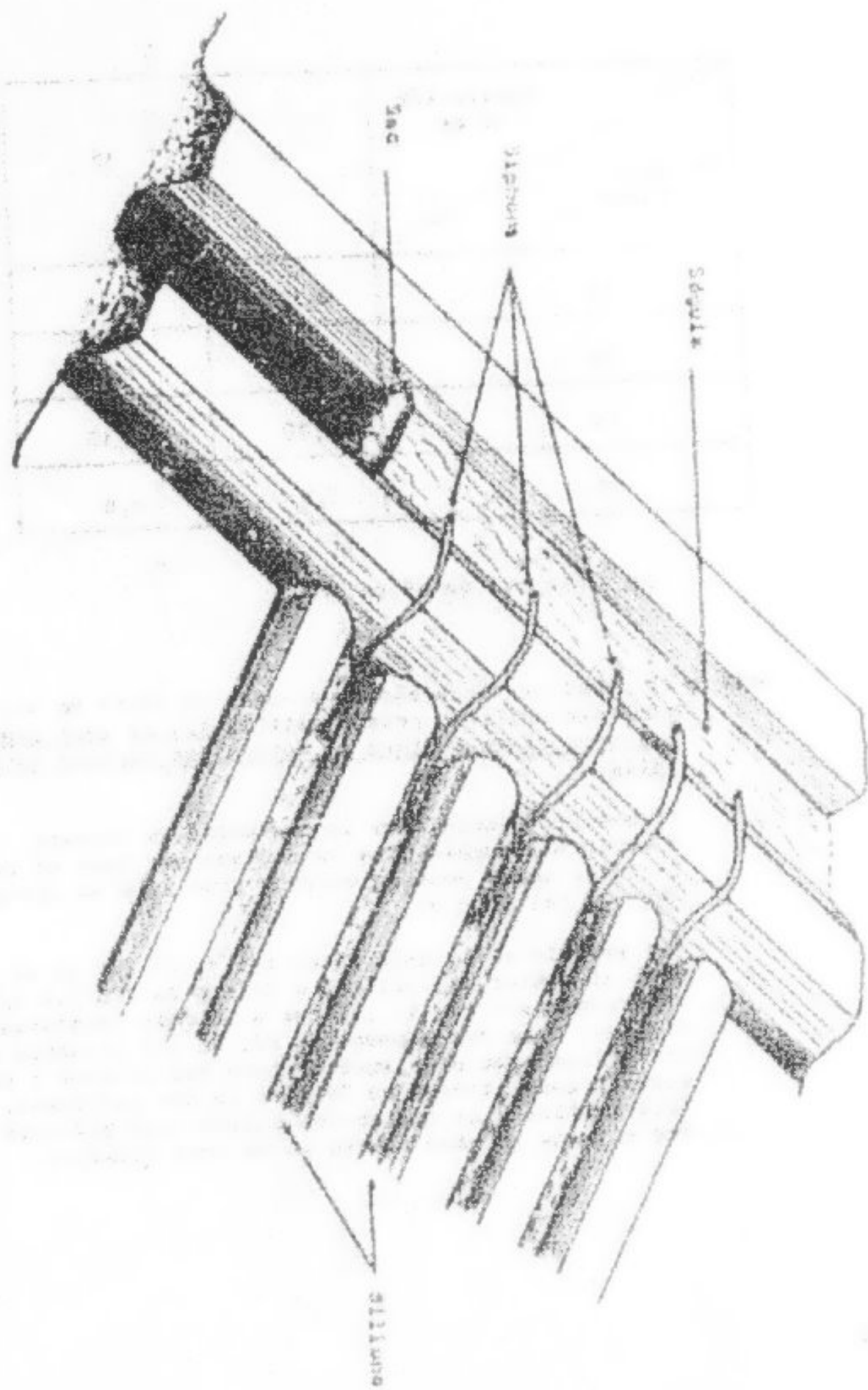
(a) Répartition par siphons

Un siphon est un tuyau souple de 1,50 à 2,50 m de longueur, selon l'importance des rebords de la séquoie, dont une extrémité plonge dans l'eau de la séquoie et l'autre débouche en tête d'un billon. Le débit dépend un peu de la longueur mais surtout du diamètre intérieur et de la dénivellation entre le plan d'eau dans la séquoie et l'extrémité libre du tuyau.

Si on dispose de la même façon des siphons identiques sur une séquoie, tous les débits seront identiques aussi puisque le plan d'eau est pratiquement horizontal et que les têtes de billon sont sensiblement au même niveau : la main d'eau est divisée en autant de parties égales que de siphons sans aucune dégradation des bords de la séquoie ; naturellement si le débit d'arrosage diminue, chacun des débits est réduit dans la même proportion car le plan d'eau baisse dans la séquoie.

(i) Nombre de siphons à utiliser

Il suffit de diviser le "main d'eau" par le débit d'un siphon. Voici les débits approximatifs de siphons en matière plastique pour quelques valeurs usuelles de diamètre et de dénivellés.



Diamètre extérieur en mm	Dénivelée en cm	
	10	15
25	0,35	0,45
35	0,80	1,0
50	1,70	2,15
75	3,9	4,8

Le débit est donné en l/s.

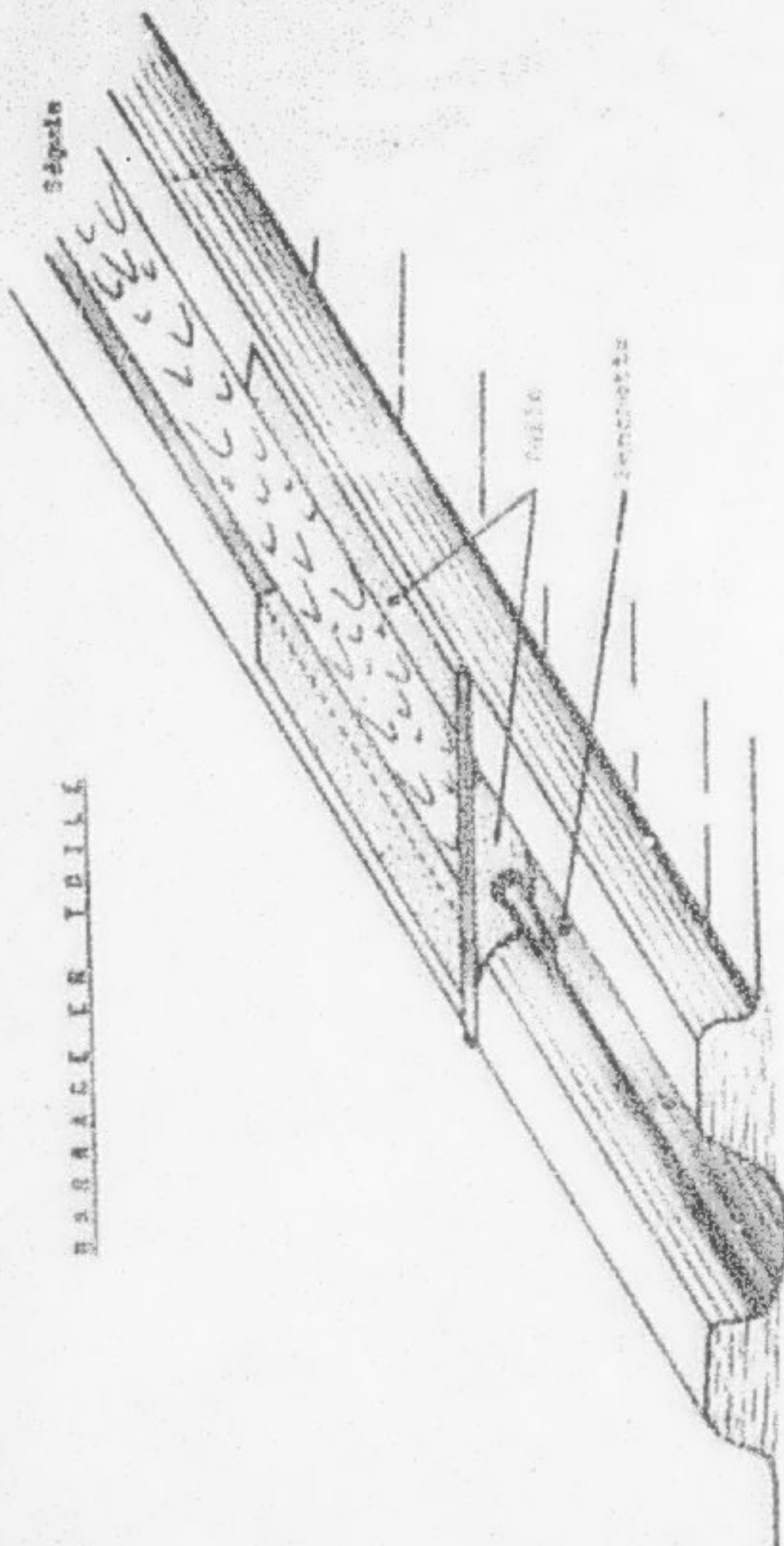
Notes : Il n'est pas possible de mesurer un débit en utilisant ces chiffres approximatifs, ils ne sont donnés que pour aider à fixer le nombre des siphons nécessaires.

Il est préférable pour la commodité du travail d'avoir disponible plus de siphons que ceux en eau à la fois, comme nous le verrons plus loin au paragraphe (2) (a) page 45.

Par exemple si le main d'eau est de 25 l/s et si on veut alimenter des billons à raison de 2 à 2,2 l/s, on travaillera sur 12 billons à la fois (batterie de siphons) avec des siphons de 50. Il est possible de travailler avec plusieurs siphons par billon : par exemple deux siphons de 35 dans le cas précédent. Il faut veiller à ce que chaque billon soit alimenté par des siphons en même nombre et de même diamètre.

Fig. 10

MANUFACTURE TILES



THE UNIVERSITY OF CHICAGO

DEPARTMENT OF CHEMISTRY

RECEIVED

APR 10 1964

FROM

DR. J. H. GOLDSTEIN

TO

DR. R. M. MAYER

RE

RECEIVED

APR 10 1964

FROM

DR. J. H. GOLDSTEIN

TO

DR. R. M. MAYER

RE

RECEIVED

APR 10 1964

FROM

DR. J. H. GOLDSTEIN

TO

DR. R. M. MAYER

RE

RECEIVED

APR 10 1964

FROM

DR. J. H. GOLDSTEIN

TO

DR. R. M. MAYER

RE

RECEIVED

APR 10 1964

FROM

DR. J. H. GOLDSTEIN

TO

DR. R. M. MAYER

RE

RECEIVED

APR 10 1964

FROM

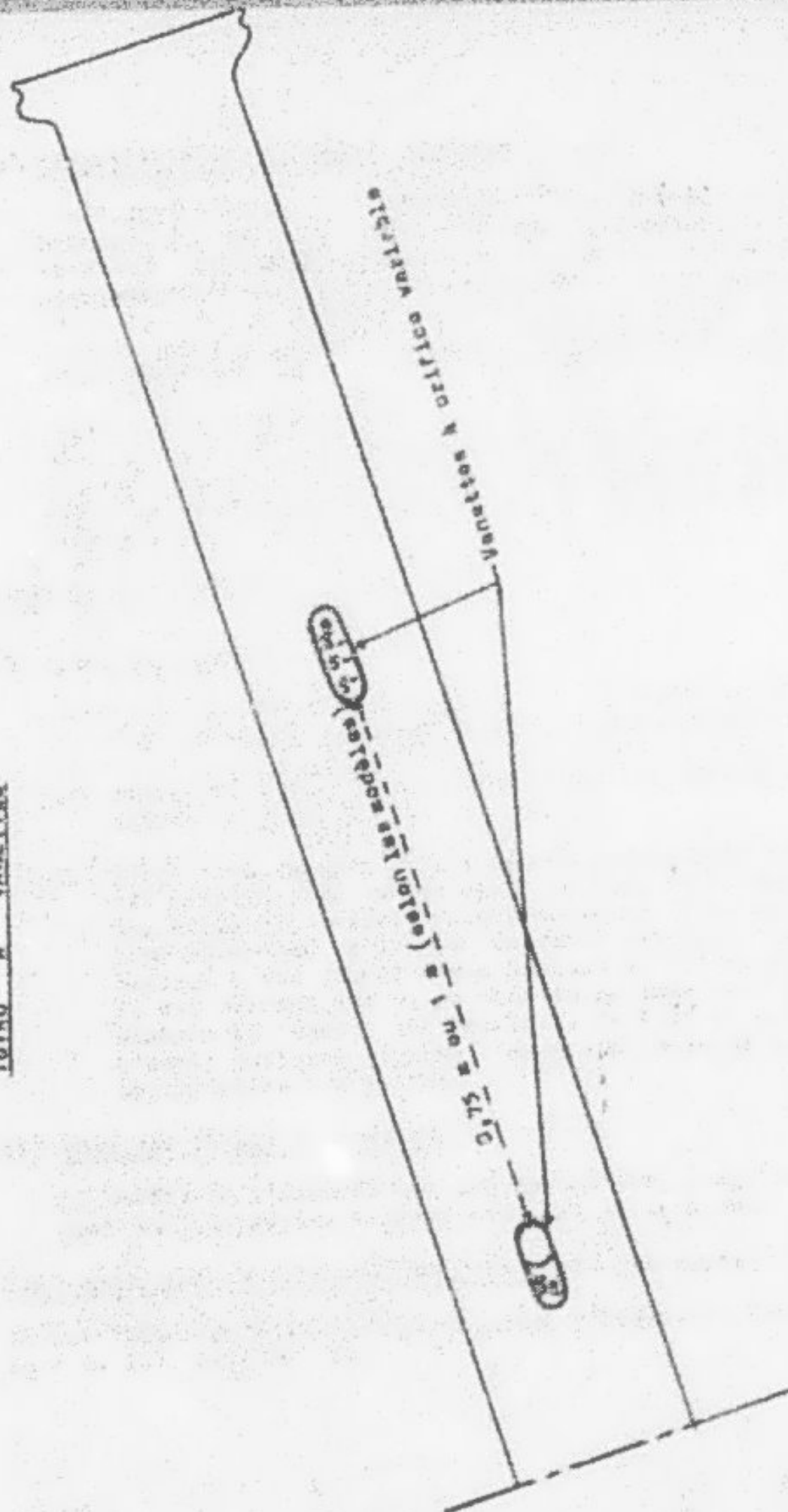
DR. J. H. GOLDSTEIN

TO

DR. R. M. MAYER

RE

TUYAU A VANILLES



(b) Répartition par tuyaux à vanettes

Des tuyaux d'acier fort diamètre (150 ou 200 mm) sont branchés sur le canal amenant l'eau à la parcelle. Ils remplacent la sépia située à la partie supérieure des planches. Ils ont des orifices variables (vanettes) espacés de 0,75 ou 1,00 m selon le modèle ; avec l'habitude il est facile de les régler de façon à avoir le même débit pour chacun d'eux (voir schéma page 64).

Pour utiliser ce dispositif, il faut que le plan d'eau dans le canal soit au moins à 0,80 m au dessus du sol et que le canal soit équipé de place en place pour permettre le branchement. Un calcul de l'installation est nécessaire.

(2) Conduite du chantier

(a) Avec des siphons

(i) Avant de mettre la sépia en eau, disposer le barrage et poser les siphons en tête des billons.

(ii) Mettre la sépia en eau et enlever les siphons sans perdre de temps.

(iii) Quand l'eau arrive à la distance prévue pour l'arrêt (environ dix mètres avant le bout inférieur des billons), retirer progressivement le barrage pour alimenter le tronçon de canal suivant où un barrage a été établi comme indiqué en (i) ci-dessus. Il est évident que si on dispose de deux jeux de siphons le travail est facilité. En fait il suffit d'avoir quelques siphons d'avance et ensuite on transportera les autres.

(b) Avec des tuyaux à vanettes

Il suffit de s'assurer que les débits sont égaux et pour cela de régler correctement les ouvertures.

(3) Pour appliquer de très petites doses (cas des semis)

Il est intéressant de pouvoir utiliser l'aspersion (voir en 3 c. (3), page 76).

(4) Contrôle

Il est bon de faire de temps en temps des mesures comme celles déjà décrites au sujet du choix des longueurs et débite (voir 2. n. (2) (b), page 30) pour se rendre compte de la qualité du travail et apporter éventuellement des modifications.

d. Remarques

- Le fonctionnement des billons ne peut être correct que si le nivellement est bon.
- Il faut toujours éviter de dégrader ce nivellement (accours mal faits par exemple...).
- Les billons peuvent être tracés à pente constante sans être en ligne droite dans le cas des vergers non nivelés mais dans ce cas l'espacement entre billons varie puisque la pente générale du terrain est irrégulière.

3. Calotte

(Le lecteur voudra bien revoir ce qui a déjà été dit à ce sujet dans l'étude générale des procédés et lire le chapitre consacré aux billons).

Le principe de fonctionnement et l'organisation d'une calotte sont tout à fait similaires à ceux des billons. La différence essentielle est qu'ici la planche n'est pas billonnée, elle est laissée aussi plate que possible, toutefois elle est bordée par des très petites diguettes espacées parallèlement selon la pente, et espacées de 4 à 10 m.

Les pentes sont plus faibles que pour les billons vu les risques de revirement, elles ne dépassent pas 10 %.

a. Dimensionnement

Une ligne de point sur le terrain est indépendante.

(1) Dimensionnement de la calotte

Prière de se reporter à ce qui a déjà été dit à ce sujet, y compris en ce qui concerne l'espacement des tuyaux à vanettes (voir page 33).

(2) Longueur et largeur des calants

Nous supposons que le nivellement a été fait, donc que la pente est fixée. Nous supposons aussi que la main d'eau (Q) est fixée, pour un travail canonique elle doit être de 20 à 30 l/s. Les essais vont avoir pour but de rechercher la longueur de calant et le débit par mètre de largeur à adopter pour que le temps de contact entre la lame d'eau et le sol soit sensiblement le même partout et qu'il n'y ait pas d'érosion.

(a) La méthode d'essai est la suivante :

- 1) Choisir dans le tableau ci-après une longueur (L) et une largeur (l) ; pour cette dernière il faut calculer comme suit :

$$l = \frac{Q}{q}$$

l : largeur, en mètres ;

Q : débit de la main d'eau, en litres par secondes ;

q : débit introduit sur le calant, en litres par seconde et par mètre de largeur.

Remarque

. Ce tableau a été fait pour le cas de doses de l'ordre de 50 à 80 mm ; les chiffres ne sont qu'indicatifs. Comme pour les billons, ils permettent seulement de gagner du temps lors des essais.

. On notera qu'il n'y a pas d'indication pour les pentes dépassant 10 % ; il est en effet apparu que l'emploi des calants sur des pentes déjà fortes crée de grande risque d'érosion et de mauvaise répartition.

. Par ailleurs, l'emploi de calant sur des terres légères à sable grossier ne correspond pas à un cas intéressant pour la Tunisie. Aucun chiffre n'est donc donné pour cette catégorie de sols.

Pente ‰		2 - 5	6 - 10
Tarr	L	100 à 200	100 à 150
	q	2,5 à 4	2 à 3
Moyenne (franche)	L	90 à 180	90 à 140
	q	2 à 3	1,5 à 2
Légère (à sable fin)	L	60 à 70	80 à 90
	q	1,5 à 2,5	1,5 à 2,5

L : Longueur en m

q : Débit par mètre de largeur en l/s.

- Au cas où on disposerait d'une très forte main d'eau qui amènerait à trouver une largeur dépassant 10 m, il serait préférable d'arroser deux talants à la fois.

En effet dans un talant de plus de 10 m, on risque fortament des ravissements même avec une bonne finition de surface.

- 2) Préparer les talants. La surface des talants doit être quasi rectiligne que possible et ne comporter aucune pente transversale. Il est bon que la partie supérieure du talant soit horizontale sur 1 m environ, afin que l'eau se répartisse uniformément avant de descendre la pente.

L'humidité du terrain doit être celle existant avant une irrigation en période de culture : faire une première irrigation et attendre que le terrain revienne à un état d'humidité voisin de celui existant au moment où il faut irriguer.

Cette première irrigation peut paraître, le cas échéant de rectifier le nivellement (bricolage).

3) Mettre 5 jalons également espacés, le long du courant, le premier à 5 m du début, le dernier à 5 ou 10 m de l'extrémité inférieure.

4) Mettre en eau avec le débit prévu et noter l'heure d'arrivée de la lame d'eau à la hauteur de chaque piquet.

5) S'il se produisait un débordement recommencer avec un débit plus faible.

6) Arrêter l'arrivée d'eau quand la tête du courant atteint le dernier jalon.

7) Si l'eau s'arrête de progresser avant d'atteindre le dernier jalon, il faut recommencer sur un autre talant avec un débit plus fort. S'il y a des risques d'érosion, prendre un talant plus court d'un tiers par rapport à la longueur atteinte par le courant.

8) Noter l'heure de disparition de l'eau à la hauteur de chaque jalon.

9) Calculer les temps de contact de la lame d'eau et du sol (temps d'infiltration) au niveau de chaque jalon en faisant la différence des heures de disparition et d'arrivée.

10) Il est normal qu'il y ait un écoulement sur les derniers talants, il ne faut pas tenir compte de cette zone.

11) On constate que les temps de contact au niveau des différents jalons sont inégaux, les plus longs étant ceux observés en tête. Si la différence entre les temps de contact est de 1 s, il faut recommencer soit avec un débit plus fort, s'il n'y a pas de risque d'érosion, soit avec un talant de longueur plus faible.

12) Lorsque l'on est parvenu à obtenir une différence notable entre les temps de contact, on calcule le débit moyen par le jalon (M) en divisant la surface du talant par le temps de contact.

Q : Débit moyen dans le talant (débit égal à la lame d'eau), en l/s
 T : Temps d'admission en secondes.

13) On peut alors calculer la dose moyenne ainsi apportée

$$D = \frac{V}{S}$$

D : Dose apportée, en kg

V : Volume apporté en litres

S : Surface du calant en m²

(On obtient la surface du calant en multipliant la longueur en m par la largeur en m).

14) Comparer la dose ainsi obtenue à celle désirée.
Si la dose D convient, les essais sont terminés
(voir paragraphe 13).

Si la dose D est trop petite, faire une nouvelle série
d'essais avec des calants plus longs.

Si la dose D est trop grande, faire une nouvelle série
d'essais avec des calants plus courts.

Remarque :

Comme pour les billons, on peut voir qu'il est toujours
préférable d'avoir le débit le plus grand possible ne
provoquant pas d'érosion.

15) Il faut répéter les essais pour confirmer les valeurs
trouvées.

16) Noter les "paramètres", c'est-à-dire la pente, la longueur et la largeur des calants et la dose correspondante

(b) Remarques

- (1) L'état de la végétation joue ici un rôle important et il est possible qu'au cours de la campagne agricole, la répartition soit différente. Il faut donc faire des observations en cours de cycle de culture pour modifier les paramètres à l'avenir.

Il ne faut pas espérer avoir un très bon fonctionnement sur un terrain nu qui vient d'être assé, le calant doit être prévu pour une culture déjà enracinée, c'est parce qu'il n'est pas possible de faire autrement que les essais sont réalisés sur terrain décapé mais il ne faut pas faire d'observations pour les premières mises en eau, quand la terre n'est pas un peu tassée.

- (ii) Il faut insister sur la nécessité d'un très bon surfaçage. Toute imperfection dans le planage du sol amène de grosses irrégularités.
- (iii) La méthode par calants peut s'appliquer aux vergers en évitant de recueillir le pied des arbres ce qui peut présenter des inconvénients.

(c) Résultats d'expériences

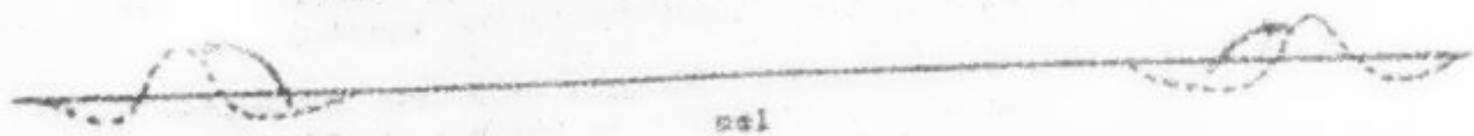
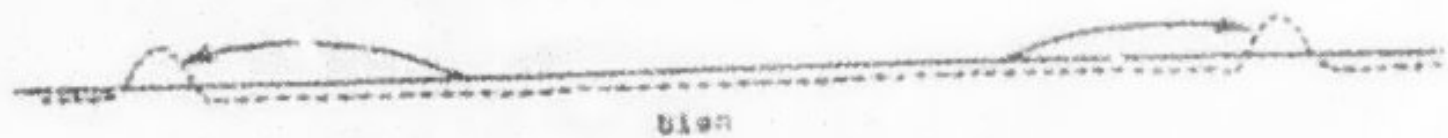
Des études ont été faites en Tunisie pour examiner le fonctionnement des calants. Ces expériences qui ont demandé beaucoup de mesures vu leur rigueur scientifique n'ont pu être faites que dans quelques cas.

Stations	Nature du sol	Longueur (m)	Pente ‰	Débit/m de larg. (l/s)	Dose (mm)
KSAR CHERISS Région de Meknes	Terre Sableuse	50-100 140	4-8,2 12(x)	2-2,5 2,5	50-80 75
TOZEUR	Sable limoneux à 50% de gypse.	190	3	2,5	40-50
CHERFECH Basse Medjardah	Argile limoneuse	150 (xx)	2	1,25	70

(x) Cette pente est en réalité un peu forte pour la pratique, il s'agissait ici d'essais effectués sur des calants particulièrement bien réalisés.

(xx) Des planches de 200 m ont également donné de très bons résultats mais n'ont pas été contrôlées de façon aussi rigoureuse en ce qui regarde l'infiltration selon la distance depuis la tête.

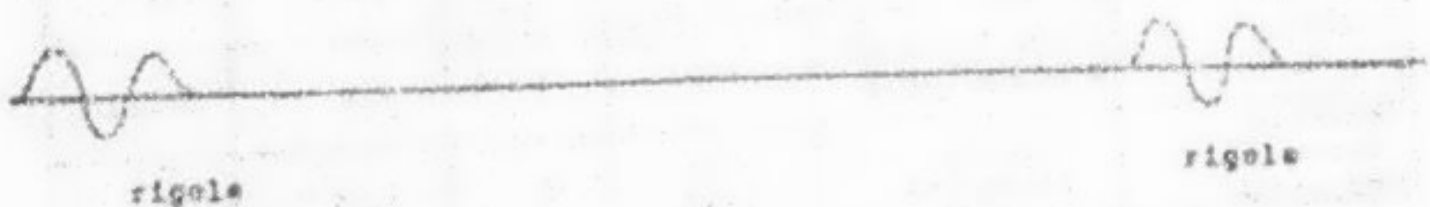
1) formation des bourrelets (ou diquettes)



11) ouverture d'une rigole entre les selentes

2)

double diquette



b. Exécution de l'aménagement

(1) Travaux préparatoires

(voir ce qui a été recommandé pour les bilions)

(2) Mise en forme du sol

- (a) Il est nécessaire d'obtenir une excellente finition au moyen d'un appareil de genre traineau niveleur.

Le mieux est d'employer une "surfaçeuse", qui est une machine à très grande lame montée sur bâti assez long : un tel appareil coûte cher, il doit être utilisé pour de grandes surfaces chaque année et il n'est intéressant que pour des planches de grandes longueurs car il faut une fauchette importante difficile à niveler correctement.

À la partie haute du calmet, il faut obtenir une zone plate sur deux mètres environ, en outre, juste contre la sépia on peut tracer une petite rigole d'où l'eau déborde aussi uniformément que possible, ainsi on limite l'érosion et on réduit les entraînements de bennes lors des précipitations.

- (b) Il faut ensuite border le sol dans la zone de la longueur.

Cette opération peut être faite de deux façons différentes

- (i) Première façon. En forme des boucrats de 70cm de hauteur et de 40 à 50 cm de largeur à la base, surélevés par rapport au niveau des calants.

Pour faire cette petite levée de terre, il faut prélever du sol de chaque côté au moyen d'appareil à lame saillante ou de charue à disques et ensuite former la diguette d'une façon analogue à celle décrite au sujet des couettes de submergées.

Il faut bien veiller à ne pas prélever la terre seulement au voisinage de la diguette il faut égaliser sur toute la largeur sinon on détruit le planage et il y a en quelques sortes deux petites rigoles le long de chaque diguette tandis que le milieu du calant reste au niveau du début de l'opération. Un appareil à lame travaillant sur la demi largeur du calant évite cet inconvénient.

Dans cette méthode on ne peut, en pratique, semer que selon le grand axe du calant pour ne pas abîmer les diguettes (qui sont nécessairement faites avant le semis), il y a un risque de créer des raies dans lesquelles l'eau va circuler de préférence.

- (11) Seconde façon. Après le semis, on ouvre une rigole entre les calants, soit au moyen d'une billonneuse soit par deux passages de charrue. On obtient ainsi une sorte de double diguette.

Cette méthode a pour avantage de permettre de faire le semis parallèlement à la séquia d'alimentation des planches ; on laisse ainsi des raies qui couperont le courant et permettront à l'eau de mieux s'étaler, en évitant la formation de petites rigoles tout le long du calant.

La dérayure entre les calants forme une sorte de petit passage qui pourra permettre de circuler pendant les irrigations ou bien servir de séquia (voir c. "exécution de l'arrosage").

L'inconvénient de ce procédé est de faire perdre une bande de terrain plus large que dans le cas précédent.

(3) Séquia d'appende

La préparation est analogue à celle décrite pour les billons.

(4) Colature

La aussi, la préparation est analogue à celle vue pour les billons et il y a intérêt à ce que les bourrelets n'aillent pas tout à fait jusqu'à l'extrémité inférieure du calant.

Coupe schématique dans le sens de la longueur d'un calant



c. Exécution de l'irrigation

(1) Régulation de l'eau dans le canal

Il faut faire passer l'eau de la rigole dans le canal et l'y répartir sur toute la largeur en veillant à éviter l'érosion.

(a) à la rigole

On dirige le courant par une, deux ou trois ouvertures dans le paroi de la rigole ; il y a intérêt à avoir une sorte de rigole d'obstacle d'eau déversée dans la zone plate aménagée sur les premiers sillons.

(b) par siphons

L'emploi de siphons facilite grandement le travail. On peut soit employer en nombre suffisant les mêmes siphons que ceux utilisés pour l'alimentation des sillons soit des siphons de calibre plus fort ; se reporter au tableau de la page 60

(c) selon la pente du terrain

Ce qui a été dit pour les sillons au paragraphe (b) pages 65 et 66 est applicable pour les canaux.

(2) Conduite du chantier

Ce qui a été dit précédemment s'applique ici.

(3) Les irrigations après semis

Nous avons déjà indiqué qu'un canal doit être prévu pour fonctionner correctement au cours du cycle végétatif mais il est très difficile de bien assurer les premières irrigations après semis. D'une part on gaspille de l'eau puisque'il n'est pas possible que le courant arrive au bout sans mettre une dose nettement excessive pour un semis, d'autre part on observe souvent des entraînements de graines vers le bas laissant une densité de plants insuffisante au début du canal.

Pour remédier à cette situation on peut irriguer avec des débits plus faibles mais en divisant le canal en plusieurs sections dans le sens de la longueur, par exemple en quatre tronçons ; grâce aux dérivations latérales on pourra faire rentrer de l'eau en divers points du canal et l'y dépenser dans les petites sillons perpendiculaires au grand axe d'en elle déborda.

Une autre méthode est d'employer l'aspersion ; il est en effet possible d'avoir une installation mobile d'aspersion alimentée par un groupe motopompe à partir de la rivière d'écoulement à la parcelle. Une installation fixe de petite dimension peut servir à arroser en route des cultures sur une surface importante. Une fois la culture enracinée on repasse à l'irrigation de surface. Des essais ont montré que ce procédé peut être utilisé avec de l'eau salée à 3 ou 4 grammes par litre s'il ne s'agit que des premières irrigations.

(4) Contrôle

Comme nous l'avons déjà signalé à plusieurs reprises, il est très important de compléter les premières observations par des observations régulières du cycle cultura-

d. Revue

Encore plus que dans la section des sillons, il faut que le nivellement soit excellent dans les deux sens : en long et en travers.

D - AVANTAGES ET INCONVENIENTS DES DIFFÉRENTES TECHNIQUES D'IRRIGATION DE SURFACE

SUPERFICIELLE

Avantages :

- . Peut s'appliquer facilement quelle que soit la pente, mais plus celle-ci est forte, plus les unités d'arrosage sont petites.
- . Peut s'appliquer facilement quel que soit le sol, mais plus celui-ci a un taux d'infiltration élevé plus les unités d'arrosage sont petites.
- . Peut s'appliquer à presque toutes les cultures sans précaution particulière.
- . Permet un bon dosage.
- . Correspond à une tendance spontanée de l'agriculteur.

Inconvénients :

- . Risque de dégrader le sol et les opérations pour dériver l'eau dans les vallées sont mal faites.
- . Ne garantit pas un bon recouvrement de surface en période pluvieuse.
- . Dans les cas défavorables (faible pente du terrain naturel, sol peu filtrant), crée une gêne pour les travaux culturels et rend le mécanisme impossible pour la plupart des opérations.
- . Dans les cas moins défavorables, les couverts sont petites et le réseau de rigoles prend une importance relative excessive d'où : pertes de terrain et pertes d'eau par percolation à partir des rigoles.
- . Nécessite une main d'œuvre entraînée et soignée pour l'arrosage.

RUISSELLEMENT (calants ou billons)

Avantages :

- Si le système a été bien mis au point, on peut facilement éviter les risques d'érosion.
- Se ressuie bien en période pluvieuse et, plus généralement, il est facile de prévoir des colatures.
- Peu de terrain perdu.
- Se prête bien à la mécanisation des travaux culturaux.
- La formation de la main-d'œuvre pour arroser est assez facile.
- L'arrosage est moins pénible pour la main d'œuvre.

Inconvénients

- Ne peut pas s'adapter sur n'importe quelle pente.
- Ne peut pas s'adapter sur n'importe quel sol.
- Exige une bonne mise au point sinon, il y a des risques d'érosion, de mauvaise répartition, etc...
- Ne permet pas de faire varier la dose en gardant une bonne répartition.
- Nécessite une main d'œuvre entraînée et soigneuse pour l'arrosage.

Cas particuliers des billons

- Ils peuvent être utilisés sur des pentes plus fortes que les calants.
- Ils ne s'adaptent pas à toutes les cultures, cependant ils sont utilisables dans les vergers.

Cas particulier des calants

- Ils ne s'appliquent bien que sur certaines pentes
- Ils exigent un nivellement très soigné et en particulier l'absence de pente transversale.

CHAPTER 111

LITIGATION FOR ASSURANCE

---5---

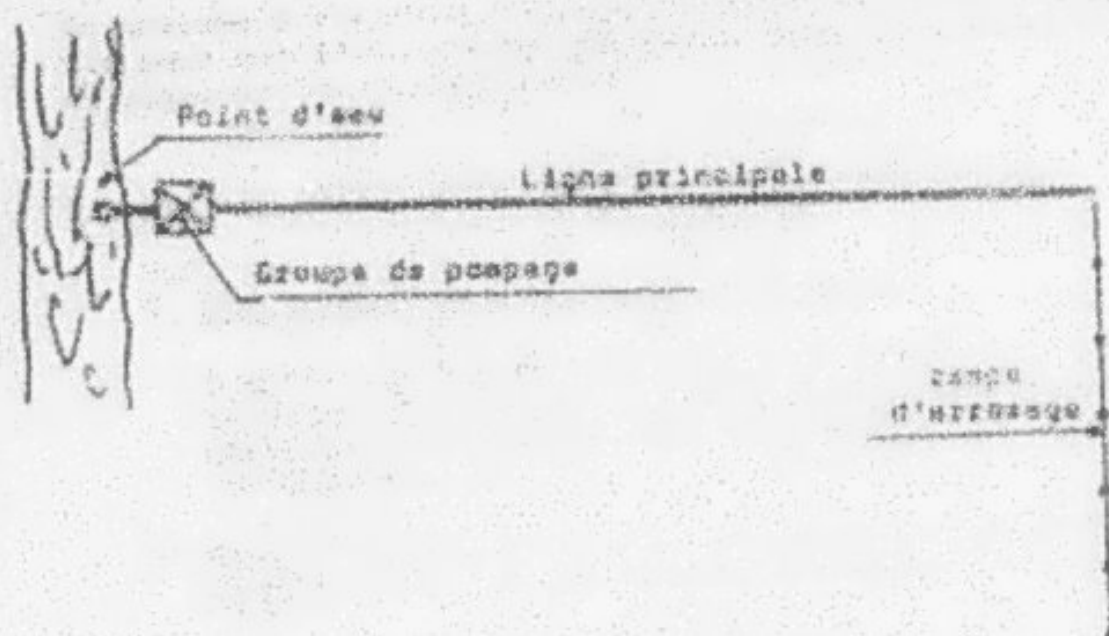


Schéma d'une installation simple

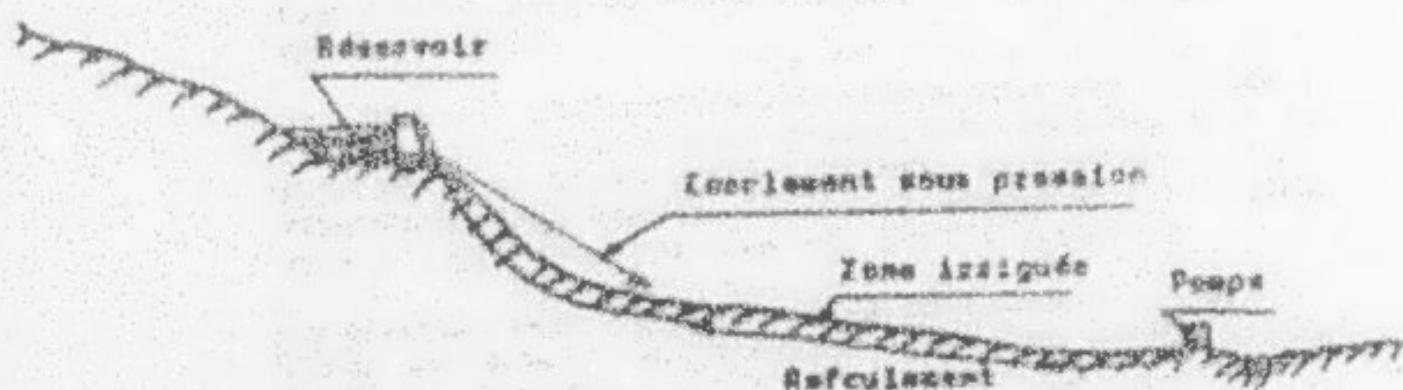


Schéma d'une installation avec réservoir.

ASPERSION

On cherche à réaliser une pluie dont l'intensité soit assez faible pour que l'eau s'infilte dans le sol sans faire de flaques ni provoquer de ruissellement.

A - COMMENT FONCTIONNE UNE INSTALLATION D'ASPERSION

1. Différentes parties d'une installation

A partir du point d'eau (rivière, canal, puits...) on installe un système de mise en pression, des canalisations de transport et un dispositif d'aspersion sur les terres à irriguer (schéma 1).

Voyons rapidement de quoi se composent ces différentes parties dans les aménagements réalisés en Tunisie.

a. Le système de mise en pression

Le plus souvent on utilise une pompe centrifuge. Elle aspire l'eau au moyen d'un tube muni à son extrémité d'une "crépine" c'est-à-dire d'un ensemble comprenant une grille pour arrêter les corps solides et d'un clapet empêchant l'eau de redescendre quand la pompe est arrêtée.

Cette pompe refoule l'eau jusqu'aux arroseurs par une tuyauterie, plus ou moins longue, pouvant comprendre des embranchements.

La pompe est généralement entraînée soit par un moteur Diesel soit par un moteur électrique. Cette seconde formule est plus connue d'emploi mais il faut une ligne électrique fournissant le courant adapté et ceci coûte cher à installer, même pour une faible distance.

La pression peut également être obtenue par une différence de niveau : un réservoir situé très haut fournit de l'eau sous pression au périmètre irrigué. Un tel réservoir peut être alimenté partiellement ou même totalement par refoulement à partir de la vallée. Cette formule présente des avantages techniques et en particulier de rendre relativement indépendants les débits de pompage et d'utilisation sur le terrain (schéma 2).

b. Les canalisations de transport

Elles conduisent l'eau de la pompe (ou du réservoir) au point dominant d'égout (aut le périmètre) à un ou plusieurs dispositifs d'aspersion.

Dans les petites installations, la distance entre le point d'eau et les terres irriguées est faible en général et les débits à transporter sont peu importants ; en conséquence les conduites, de petit diamètre, sont prévues pour être mobiles.

Si l'installation est importante, il faut transporter de gros débits sur de longues distances et une partie du réseau, composée de tuyaux d'acier fort dimensionnés, sera fixe. Ces lignes principales sont munies de loin en loin de "prises" ou "hydrants" sur lesquelles on branche des canalisations secondaires mobiles pour alimenter les dispositifs d'aspersion. Il est intéressant d'enterrer les tuyauteries fixes à environ 0,80 m de profondeur afin d'éliminer toute gêne pour la circulation du matériel agricole et les risques de dégat ; les prises sont alors accompagnées de ferons plus permanentes avec un petit ouvrage bétonné et elles sont désignées sous le nom de "bornes".

Les tuyauteries mobiles sont prévues pour être rapidement et facilement démontées, transportées et remontées ; cela signifie que le système de joint et d'approchement est simple et que le poids des tuyaux ne doit pas être élevé. Une tuyauterie mobile doit donc être manipulée en respectant quelques règles élémentaires.

c. Le dispositif d'aspersion

Sur des tuyaux, spécialement équipés de prises de petit calibre, on monte les asperseurs. L'ensemble tuyau et asperseur forme une "rampe" ou "aile" d'arrosage.

Les asperseurs comprennent une "buse" c'est-à-dire un orifice de diamètre précis, et un mécanisme simple qui les fait tourner ; ils arrosent une surface circulaire (schéma 3). Sur certains modèles un système de réglage permet de limiter l'arrosage à une partie du cercle.

Schéma d'un asperseur

Schéma 2

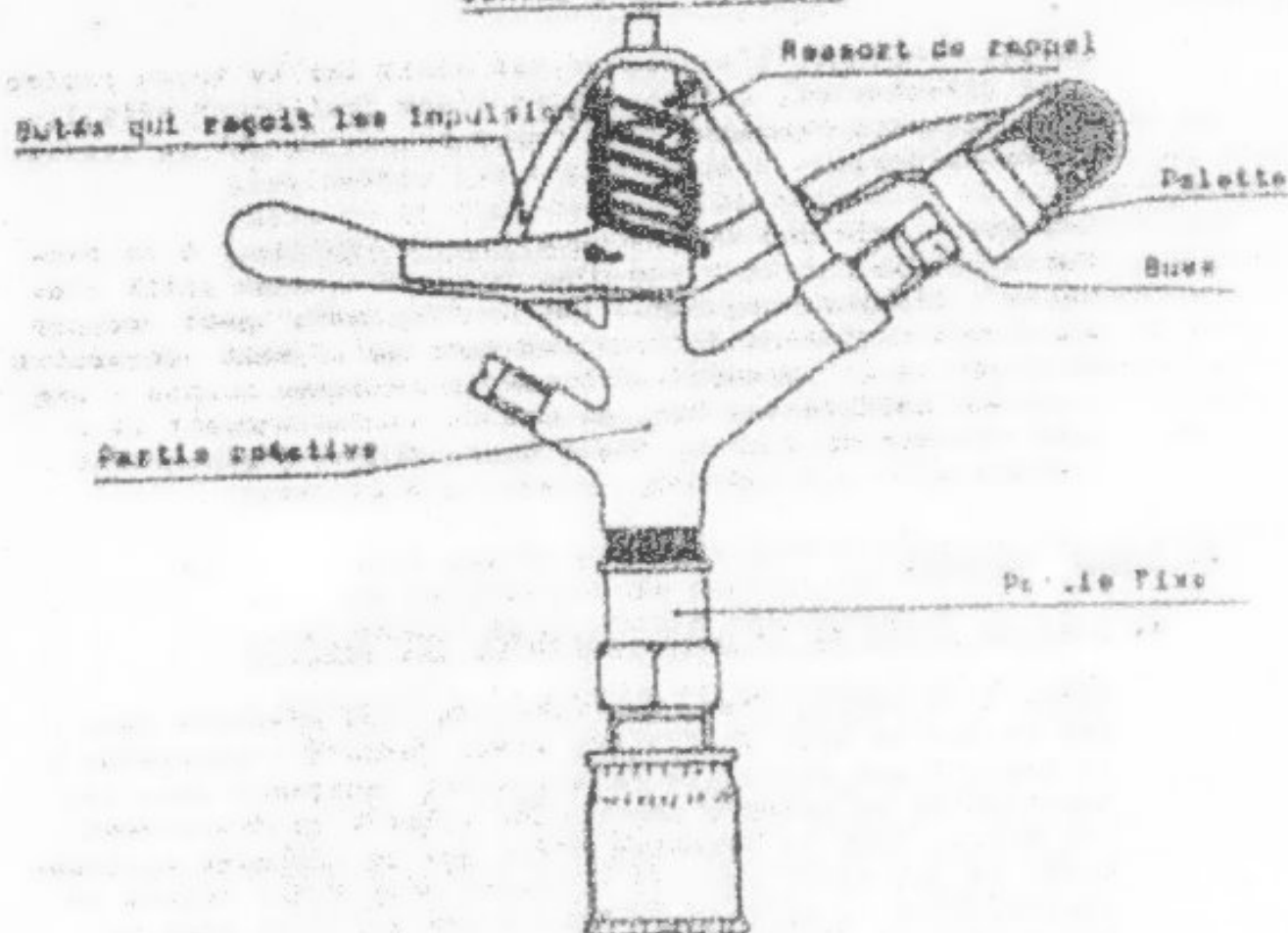
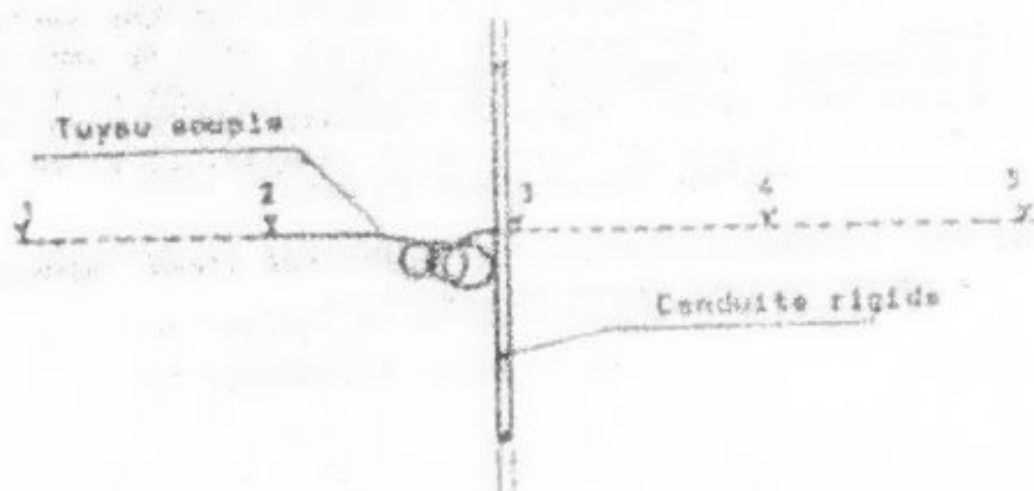


Schéma de montage avec tuyau souple

Schéma 3



L'asperseur peut occuper successivement cinq positions sans qu'il soit nécessaire de déplacer la conduite rigide. Dans ce schéma il est à la position 2.

Le plus souvent, l'asperseur est monté sur le tuyau rigide soit directement, soit au moyen d'une "gallonge" métallique verticale permettant de faire passer le jet au dessus du feuillage.

Une autre solution est de raccorder l'asperseur à la conduite rigide par le moyen d'un tuyau souple de petit diamètre : l'asperseur, monté sur un "traineau" peut occuper plusieurs positions différentes sans qu'il soit nécessaire de déplacer la tuyauterie rigide si le tuyau souple a une longueur suffisante. Dans ce but on adopte souvent 24 m pour obtenir cinq positions à douze mètres d'écartement (schéma 4).

2. Fonctionnement

a. Suivons l'eau de la cuve jusqu'au jet émis

Grâce à la pompe, l'eau est refoulée sous pression dans les tuyaux et elle va arriver ainsi jusqu'à l'asperseur ; le courant qui circulait relativement lentement dans les tuyauteries va prendre une grande vitesse en traversant les buses, dont le diamètre n'est que de quelques millimètres. Le jet ainsi projeté vivement dans l'air dégage en gouttelettes de différentes grosseurs qui vont plus ou moins loin.

De plus, une palette mobile rappelée par un ressort vient frapper périodiquement le jet, ce qui a pour effet de le briser et d'actionner un mécanisme entraînant la rotation de l'appareil. L'eau est donc répartie sur une surface circulaire mais l'intensité de la pluie varie du centre à la périphérie. Le résultat obtenu dépend d'une part des caractéristiques de l'appareil (diamètre de la buse, angle de projection, disposition de la palette...) et de la pression de l'eau juste avant la buse.

b. Pour un même asperseur, les quantités d'eau dépensées à l'heure varient selon la pression.

Dans des stations de recherche, on mesure au rayon de pluviomètre les hauteurs de pluie récoltées le long d'un rayon de la surface circulaire arrosée et on établit des graphes de répartition à partir desquelles l'ingénieur calcule les espacements à donner aux asperseurs ; il faut en effet prévoir des "rassemblements" de façon que les arroyes qui seraient insuffisamment irrigués par un seul asperseur reçoivent de l'eau de deux asperseurs, quelquefois même de trois ou quatre. Si les distances sont bien prévues, le gazo est à peu près la même partout pour un ensemble d'asperseurs (schéma 5).

c, On conçoit que la pression joue un rôle capital puisque'elle agit sur la débit et la portée. Or "la pression sur la buse" dépend de plusieurs phénomènes :

- Pression à la sortie de la pompe (qui dépend en particulier de la vitesse de rotation de la pompe).

- Pertes de pression en raison du transport dans les tuyaux. Il est impossible, sur terrain plat, d'avoir rigoureusement la même pression sur deux asperseurs situés à une même distance de la pompe conduite à quelque distance de la distance mais en particulier la tuyauterie pour que cette différence soit faible et ne provoque pas une différence sensible de fonctionnement.

- Hauteur de l'asperseur, car nous avons vu que la hauteur de la pression est liée. On doit donc faire varier la hauteur d'aspersion simultanément au fonctionnement car cela fait varier les conditions d'écoulement.

- Etat des tuyauteries et des joints.

d, Pour l'agriculteur les paramètres essentiels sont :

- La hauteur de précipitation horaire
- L'homogénéité de la pluie.



Schéma montrant les quantités d'eau reçues dans des pluviomètres disposés selon un rayon de cercle croisé. Il y a intérêt à disposer un autre support, comme indiqué en pointillés pour obtenir un remplissage plus uniforme des pluviomètres.

Le niveau de précipitation moyen est choisi en tenant compte du taux d'infiltration et de la pente du sol. Le mieux est de faire des essais préalables sur le terrain pour s'assurer que l'on peut bien distribuer une dose sans flaqueage important ni ruissellement, avec l'intensité d'aspersion prévue au projet. L'intensité de précipitation à adopter pour les pressions varies va de 3 m/h pour des terrains extrêmement fuyants et en pente à 10 ou 12 m/h pour des terrains légers et horizontaux. En ne devrait trop insister sur le fait que ces chiffres ne sont que des indications ; rien ne remplace un essai réel. D'autre part, dans la doute, il vaut mieux adopter une intensité trop faible que trop forte surtout lorsqu'il y a des pentes et donc des risques ruissellement et d'érosion.

Précisons que ces intensités sont celles fournies par l'unité d'aspersion, et non par un seul asperseur puisque nous avons vu qu'il y a des recouvrements.

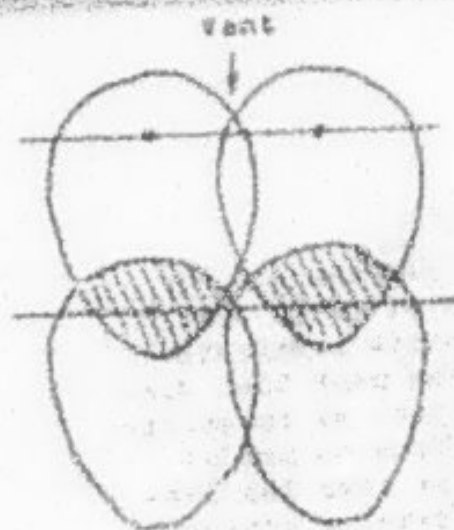
L'efficacité ou égalité de la dose pour l'ensemble de la surface arrosée est obtenue par recouvrement comme nous l'avons déjà dit. Ce recouvrement est réalisé soit le même jour entre asperseurs de la même rampe et des rampes fonctionnant ensemble soit les jours suivants après déplacement du dispositif d'aspersion.

Celui qui calcule les éléments de l'installation (pompes, tuyaux, asperseurs...) prévoit en même temps un plan de montage de façon que l'intensité de la pluie soit bien homogénéisée l'homogénéité soit bonne.

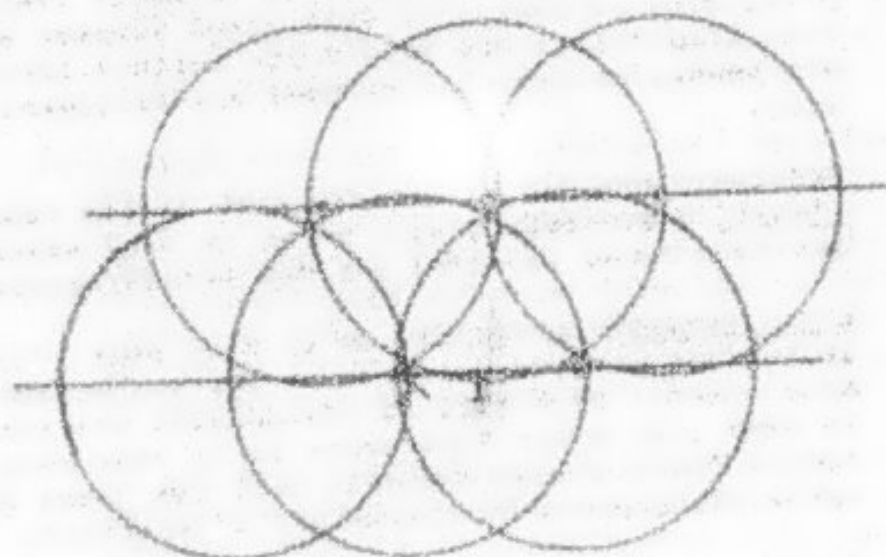
• Points à respecter

Les résultats ne seront corrects que si on a été soigné que si :

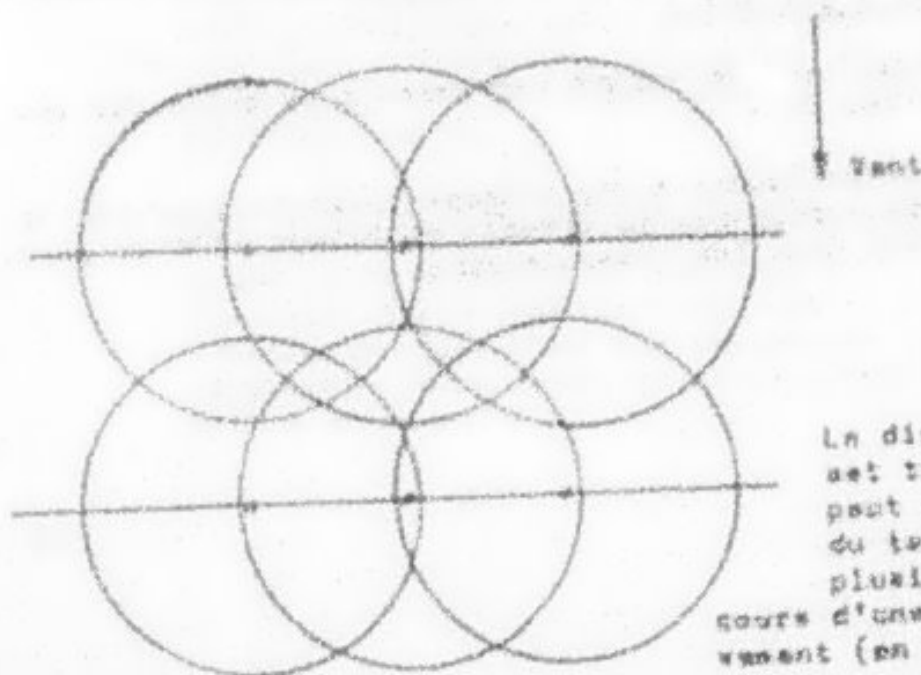
- La pompe tourne à une vitesse correcte ; se méfier d'une erreur sur la vitesse du moteur ou d'un glissement dans les transmissions.



Sous l'effet du vent la zone arrosée a une forme irrégulière et variable. On voit que certaines zones sont trop irriguées (parties hachurées) tandis que d'autres reçoivent presque rien. On a intérêt à resserrer les espacements dans la direction perpendiculaire au vent (voir schéma 8 ci-dessous).



La disposition "en triangle" donne par toute cause une répartition assez uniforme.



La disposition "en rectangle" est très souvent employée. On peut voir qu'une grande partie du terrain reçoit de l'eau de plusieurs espacements soit au cours d'une "station", soit successivement (en deux stations).

- La tuyauterie est montée conformément au plan et est en bon état : vérifier tout spécialement la arête, les vannes et les joints.

- Les rampes d'aspiration sont montées conformément au plan : leur nombre et leur longueur ne dépassent pas les valeurs prévues, leur montage sur la canalisation de transport est bien celui recommandé (par exemple, dans le cas de plusieurs rampes fonctionnant ensemble, il ne faut pas les mettre côte à côte si le plan a prévu un espacement très important entre elles).

- L'aspirateur est en bon état. Il faut surveiller la buse qui peut être obstruée par des sauts contenant des petites grains de sable et la régularité de la succion qui diminue quand la buse s'use.

f. Le RABO provoque une irrégularité dans les résultats à un tel point qu'il peut devenir impossible de travailler. C'est pourquoi il est recommandé d'arrêter aux heures les plus calmes (la nuit en général). L'installation doit être prévue pour qu'on ne travaille qu'une partie du temps, il est cependant possible de bien irriguer toute la zone à traiter. Une installation calculée "trop juste" ne permet pas de choisir son moment pour irriguer.

Il est très intéressant de prévoir des buse-vanne pour améliorer l'homogénéité et augmenter le nombre des heures pendant lesquelles le travail peut être réalisé.

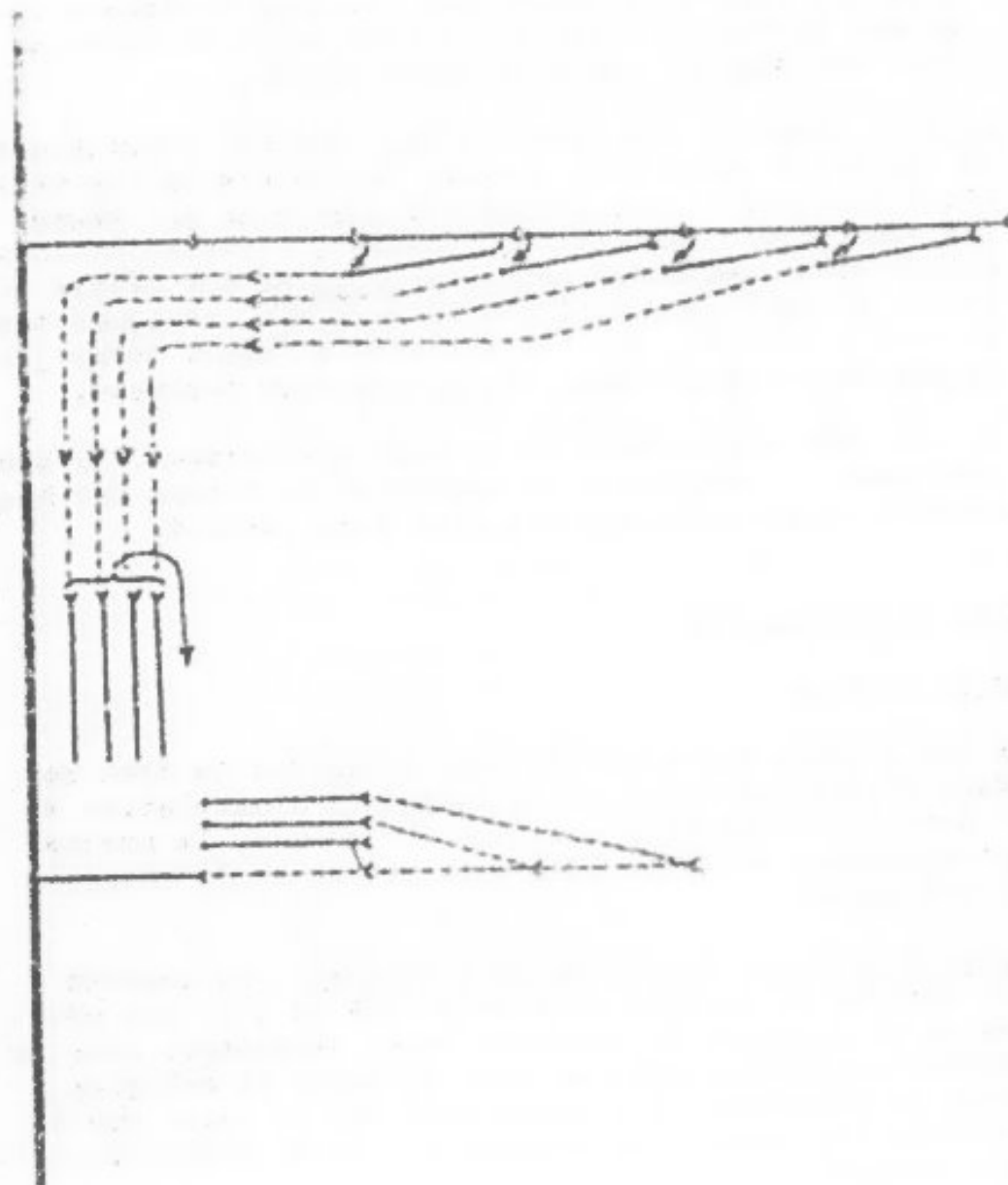
2. EMPLOI DE L'INSTALLATION

1. FINE DE MONTAGE

Pour les raisons exposées, il faut respecter le plan de montage établi sur celui qui a autorisé l'installation et tout particulièrement la longueur des rampes, le nombre et l'espacement des aspirateurs, le nombre et la disposition des rampes.

Le plan doit être lu en tenant compte de la direction d'air d'été et la surface arrosée (voir 5) : il est nécessaire de diminuer la distance entre aspirateurs dans la direction perpendiculaire au vent et dans la direction parallèle au vent de rapprocher les aspirateurs sur la rampe qui se rapproche le plus du vent, on dispose celles-ci perpendiculairement au vent.

Schéma d'une méthode de déplacement des rases.



Les aspersionneurs sont montés de façon à ce que les recouvrements soient importants. Suivant la disposition des aspersionneurs on dit qu'ils sont montés en entrecroisé (schéma 6) en triangle (schéma 7) ou en rectangle (schéma 8).

Il y a intérêt à ce que plusieurs rampes voisines travaillent en même temps : la surface traitée par cet ensemble de rampes parallèles désigné par l'expression "herse d'arrosage" est irriguée dans les mêmes conditions de vent et donc de façon moins irrégulière que si on l'arrose avec plusieurs positions d'une seule rampe travaillant dans des conditions de vent différentes d'un jour à l'autre. Dans cette herse, il est préférable de disposer les aspersionneurs en triangle pour éviter les excès d'eau en certaines zones. Il faut que le réseau ait été calculé en vue d'un tel groupement des rampes sinon les pressions sur les aspersionneurs risqueraient d'être trop différentes.

2. Déplacement des rampes

a. Les opérations de démontage, transport et remontage doivent être étudiées avec soin.

Il faut après avoir examiné le chantier et observé les temps de travail, mettre au point une méthode qui :

- soit facile à apprendre et à suivre, car cela évite les mauvaises manœuvres qui perdent du temps et abîment le matériel.
- demande le moins d'effort possible (pour les mêmes raisons que ci-dessus)
- Réduise les déplacements du personnel et surtout le piétinement dans les zones qui viennent d'être irriguées : cela est fatigant et abîme les sols.

b. Voici une méthode qui peut être appliquée avec toutes les cultures et qui a l'avantage de localiser le piétinement sur certaines bandes de terrain (schéma 9).

Le travail est effectué par deux personnes, trois au maximum et se déroule comme suit :

- + Enlever les arroseurs et les placer dans un couffin propre, pour qu'ils ne soient ni abîmés pendant le transport, ni souillés par de la terre.
- Désaccoupler les tuyaux.

Les tuyaux sont transportés par deux personnes en commençant par ceux qui sont le plus loin de la canalisation secondaire. Les porteurs marchent l'un derrière l'autre, le long de la rampe puis le long de la canalisation secondaire jusqu'à la prise pour la nouvelle position. Porter les tuyaux en introduisant un ou deux doigts à l'intérieur. On peut ainsi porter deux ou quatre tuyaux selon le diamètre.

Quand les deux personnes arrivent à la prise pour la nouvelle position d'arrosage, elles posent les tuyaux à terre, font demi tour sur place et reprennent les tuyaux.

C'est la personne qui marchait derrière qui va maintenant s'engager la première dans le champ. Les deux personnes vont déposer les tuyaux un par un sur l'emplacement de la nouvelle aile en commençant par l'élément qui sera le plus près de la canalisation secondaire. C'est celle qui marche derrière qui donne l'ordre de déposer les tuyaux car elle voit exactement l'emplacement qui convient.

Les tuyaux ont ainsi la même orientation que dans la rampe précédente.

Quand toute la rampe est à sa place, accoupler les tuyaux en commençant par celui qui est branché sur la conduite secondaire ; mettre les arroseurs en place, bien verticalement.

Avant de placer le bouchon de bout de rampe, faire couler de l'eau pendant une minute en ouvrant partiellement la vanne. Ainsi on enlève les saletés qui auraient pu s'introduire dans les tuyaux et qui boucheraient les arroseurs (gravier, paille, feuilles, terre).

Refermer la vanne et mettre le bouchon en bout de rampe.

Ouvrir progressivement la vanne : il faut toujours ouvrir et fermer les vannes lentement pour éviter les "coups de bélier" dans les canalisations. Vérifier que tous les appareils fonctionnent normalement et que les joints ne fuient pas.

3. Entretien du matériel

Voici quelques recommandations essentielles :

a. Tuyaux et pièces spéciales

(1) En cours de saison d'arrosage

Disposer d'un stock de pièces de rechange et notamment de joints pour pouvoir réparer sans tarder les accidents.

Ne jamais passer sur un tuyau avec un tracteur : si les conduites traversent un chemin ou une voie d'accès il faut enterrer la conduite pour la protéger sinon il ne faut pas utiliser cet accès pendant les arrosages.

(2) A la fin de la saison d'arrosage

Transporter soigneusement les tuyaux au lieu de stockage. Si le transport est fait avec des remorques plus courtes que les éléments de tuyau, veiller à faire très correctement le chargement pour que les conduites ne heurtent pas le sol en cours de trajet.

Réviser les tuyaux et réparer les défauts.

Stocker méthodiquement les tuyaux, les pièces de raccord... Il est préférable d'enlever les joints, de les telquer et de les conserver à l'abri.

b. Les appareils

Les appareils sont des pièces chères et fragiles. La qualité de l'arrosage dépend de leur bon fonctionnement.

(1) En cours de saison d'arrosage

A chaque changement d'aile mobile, ils sont transportés dans un couffin.

Ouvrir progressivement la vanne ; il faut toujours ouvrir et fermer les vannes lentement pour éviter les "coups de bélier" dans les canalisations. Vérifier que tous les asperseurs fonctionnent normalement et que les joints ne fuient pas.

3. Entretien du matériel

Voici quelques recommandations essentielles :

a. Tuyaux et pièces spéciales

(1) En cours de saison d'arrosage

Disposer d'un stock de pièces de rechange et notamment de joints pour pouvoir réparer sans tarder les accidents.

Ne jamais passer sur un tuyau avec un tracteur : si les conduites traversent un chemin ou une voie d'accès il faut enterrer la conduite pour la protéger sinon il ne faut pas utiliser cet accès pendant les arrosages.

(2) À la fin de la saison d'arrosage

Transporter soigneusement les tuyaux au lieu de stockage. Si le transport est fait avec des remorques plus courtes que les éléments de tuyau, veiller à faire très correctement le chargement pour que les conduites ne heurtent pas le sol en cours de trajet.

Réviser les tuyaux et réparer les défauts.

Stocker méthodiquement les tuyaux, les pièces de raccord... Il est préférable d'enlever les joints, de les talquer et de les conserver à l'abri.

b. Les asperseurs

Les asperseurs sont des pièces chères et fragiles. La qualité de l'arrosage dépend de leur bon fonctionnement.

(1) En cours de saison d'arrosage

• A chaque changement d'aile mobile, ils sont transportés dans un couffin.

. Si un asperseur est bouché, il faut le réparer avec précaution :

- L'enlever du tuyau :

- Essayer de le déboucher en soufflant dans la buse;

- Si cela ne suffit pas, il faut démonter la buse avec une clé plate et la déboucher avec un petit morceau de bois dur taillé en pointe (ou une épine d'acacia); ne pas se servir d'objets métalliques qui pourraient l'abîmer;

- Bien remonter la buse. Dans le cas de buses à fente, celle-ci doit être horizontale quand l'asperseur est en place sur le tuyau.

. Si l'asperseur est muni d'un graisseur, il faut le graisser au moins une fois par campagne.

(2) En fin de campagne

Les asperseurs sont stockés au magasin après examen (diamètre de la buse, tension du ressort, jeu sur l'axe).

4. Contrôles

Outre les vérifications de routine à effectuer à l'occasion des déplacements, il est bon de faire des contrôles la première fois que l'installation fonctionne et de les recommencer chaque fois qu'on constate des phénomènes anormaux (flaqueage, manque à la levée, dépression dans la végétation...) pour savoir si la mauvaise qualité de l'irrigation en est responsable.

Les contrôles peuvent porter sur les pressions et sur les hauteurs de précipitation.

a. Contrôle des pressions

Comme nous l'avons vu, la hauteur de précipitation horaire (ou "intensité") et la répartition dépendent de la pression sur la buse en cours de fonctionnement. En outre nous savons qu'il n'est pas possible d'avoir exactement la même pression partout mais qu'on peut tolérer des différences faibles.

Il est donc intéressant de mesurer les pressions en différents points du dispositif d'aspersion pendant les irrigations et il faut faire cette opération pour les divers montages prévus. Pour cette mesure on se sert d'un manomètre que l'on installe sur les asperseurs qui, à première vue, seront soumis aux pressions les plus fortes et les plus faibles, à savoir ceux situés aux extrémités de rampe, sur des ascents ou dans des creux très marqués. En général, les valeurs extrêmes sont observées pour les asperseurs suivants : le plus proche et le plus loin de la pompe.

Si tout va bien la pression sur l'aspeur le plus avantageux doit pas excéder de plus de 10 % la pression prévue (dite aussi "pression nominale de fonctionnement") et la pression sur l'aspeur le moins avantageux ne doit pas être inférieure de plus de 10 % à celle prévue. Cette règle s'applique pour l'ensemble des positions. Si par exemple l'installation doit fonctionner sous 3 bars, il faut que les valeurs soient toutes comprises entre 2,7 à 3,3 bars. (En général les pressions sont exprimées en bar, elles peuvent aussi être évaluées en kg/cm² ou en atmosphère, ces trois grandeurs sont pratiquement égales.)

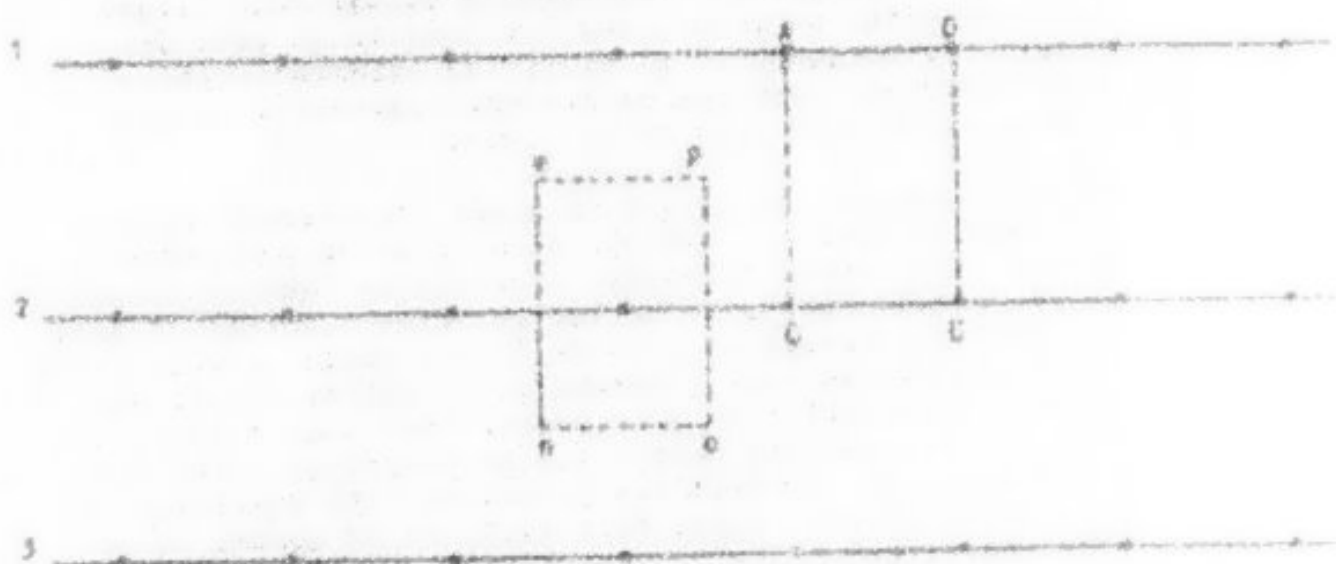
II. Contrôle des hauteurs de précipitation

On mesure la quantité de pluie reçue en différents points du sol pendant l'application d'une dose en vue d'apprécier la régularité de la distribution et de vérifier la valeur de la dose.

La surface irriguée se compose "d'éléments de base" c'est-à-dire des petites surfaces comprises entre des positions voisines d'asperseurs : ces "éléments" sont des carrés, des rectangles ou des triangles, selon le plan de montage. Les positions d'asperseurs délimitant ces "éléments" peuvent être obtenues soit en une fois - c'est-à-dire deux rampes fonctionnant à la fois côte à côte (montage en "hors") - soit en deux ou trois fois. Les mesures doivent porter sur tout un élément.

Quand il s'agit d'un carré ou d'un rectangle, il est préférable de faire les mesures sur une surface égale à l'élément, en la disposant de façon que l'aspeur en soit le centre (schéma 10).

Contrôle de la répartition



Une surface égale A.B.C.D. nommée en "élément de base".
 Pour faire la mesure, on dispose les pluviomètres sur une
 surface a.b.c.d. égale à un élément de base. La mesure
 n'est échelée que lorsque les rampes notées 1, 2 et 3 ont
 fonctionné.

Ce contrôle permet de comparer les quantités d'eau apportées sur les endroits les moins arrosés avec la moyenne et aide également à apprécier l'influence du vent.

3. Limites d'emploi

L'aspersion est utilisable dans des conditions de terrain très variées et même sur des pentes fortes (pour des terrains de culture), à condition de choisir avec prudence l'intensité de précipitation. Elle permet de varier la dose ce qui est intéressant pour économiser l'eau.

Mais dans ce procédé :

- L'homogénéité de l'arrosage qui n'est jamais parfaite malgré les recouvrements, devient mauvaise sous l'effet du vent.
- l'eau d'arrosage mouille la partie adrienne des végétaux.

De ces deux particularités résultent différentes limitations d'emploi.

a. La dose ne doit pas être très petite :

Avec une installation bien calculée et par temps calme les inégalités de dosage d'un point à un autre ne sont pas gênantes si la dose apportée est moyenne ou grande d'une part l'inégalité est moins importante en profondeur qu'en surface car l'eau diffuse dans le sol et ce ne sont pas les semences pointes qui à chaque arrosage reçoivent le moins d'eau, d'autre part ces inégalités agissent peu sur une culture ayant un système racinaire développé. L'inégalité est au contraire très gênante pour des semis auxquels on applique de petites doses.

Prenons un exemple relevé sur des parcelles expérimentales en Tunisie avec des asperseurs disposés en carré à 12 m sur 12 m. Des mesures effectuées par temps calme sur 49 boîtes (une boîte pour 3 m² environ) ont montré que 12 boîtes n'ont reçu que 77 % ou moins de la dose moyenne : sur un quart du terrain, la dose a été nettement au dessous de la valeur espérée.

Ceci permet de calculer ce que recevraient les parties les moins arrosées pour différentes doses. Le tableau suivant indique les résultats arrondis de ce calcul.

Dose moyenne pour l'ensemble (mm)	Dose apportée sur le 1/4 le moins arrosé (mm)
30 (500 m ³ /ha)	30,5 ou moins
20 (200 m ³ /ha)	15,5 ou moins
15 (150 m ³ /ha)	11,5 ou moins

On voit que pour un arrosage de semis il ne faut pas par temps calme descendre en-dessous de 20 mm de moyenne générale car, si l'on veut éviter des manques il faut mettre partout au moins 15 mm. Il est prudent de considérer que 20 à 25 mm est la dose la plus faible que l'on puisse distribuer sans avoir des plaques souffrant nettement de sécheresse.

b. Ne pas travailler quand il y a du vent :

L'irrégularité devient rapidement considérable et il est impossible de donner des chiffres moyens car les résultats changent d'un essai à l'autre, même pour des vitesses moyennes de vent semblables. Par exemple, un jour où le vent avait une vitesse moyenne 5 m/s, on a distribué 35 mm en moyenne mais dans 5 boîtes sur 49, on a trouvé moins de 15 mm : un cinquième de la surface recevait moins de la moitié de la dose apportée. De tels résultats ne sont pas rares.

Il faut donc prévoir des brise-vents et faire des essais pour savoir jusqu'à quel vent on peut travailler et connaître approximativement l'irrégularité. Le mieux est de prévoir l'installation de façon à pouvoir n'arroser qu'une partie du temps en choisissant les périodes sans vent (la nuit est plus favorable).

c. Ne pas oublier de commencer l'opération aux heures les plus chaudes

On constate que le principal avantage des conditions de climat autour de la piscine, par l'arrêt ou par le début d'un arrosage régulier, ne provoque pas de dessèchement de certaines parties du végétal.

Il faut tenir compte de cette remarque en établissant les horaires de travail. Si par exemple on considère que de 11 h à midi il y a de l'après-midi on ne veut ni commencer ni arrêter une aspersion, il faut prévoir que les arroses d'eau seront assurées au moins à midi, il n'y a donc aucun intérêt à travailler avec des intervalles d'arrosage élevés (par exemple 15 min) même si le terrain le permet parce qu'on ne pourrait pas appliquer de petites doses (on représentera le même exemple, la dose moyenne devrait être de moins de 50 ml).

d. Lire lire pendant et après l'opération

La projection d'eau saline sur le feuillage risque de provoquer des accidents dont le plus visible est le "brûlure". Le phénomène est attribué au fait que si de l'eau saline stagne sur une feuille, l'eau s'évapore peu à peu mais le sel reste ce qui cause un point de "brûlure".

La présence de sel sur le feuillage présente d'autres inconvénients qu'il serait trop long d'expliquer ici. Retenons que la salinité peut ainsi causer de fortes réductions de récolte et que cet inconvénient varie non seulement avec la salure de l'eau et le type de végétal mais aussi avec le type de matériel, les conditions de température, de vent, etc...

Des essais sont en cours et on dit ce que l'on peut conseiller :

- La salinité s'exprime par la limitation si elle reste inférieure à 1 g par litre et on peut même utiliser en aspersion des eaux titrant jusqu'à 3 g par litre quand on fait des irrigations de complément en période pluvieuse.

- . Il y a intérêt à n'avoir pas des gouttelettes trop fines car elles "s'accrochent" davantage sur le feuillage. Il faut en tenir compte dans le projet d'équipement (choix des asperseurs et des pressions).

- . Arrêter en pleine chaleur est ici particulièrement dangereux.

- . Arroser de préférence sous pression même si l'homogénéité s'en trouve diminuée.

Il faut noter que pour l'arrosage des semis il semble que l'on puisse utiliser l'aspersion sans inconvénient jusqu'à ce que la plantule ait atteint le stade deux feuilles. Il est donc très commode d'utiliser l'aspersion en complément de l'irrigation de surface : très bonne levée, économie d'eau.

e. Éviter d'arroser à certains moments

- . Après un traitement comme une pulvérisation de produit phytosanitaire, il faut attendre au moins 36 heures pour laisser agir le produit.
- . Au temps de la fécondation : l'aspersion peut provoquer des coulures pour certaines cultures, mais d'un autre côté il ne faut pas que la plante souffre de la sécheresse dans cette période. Finalement, il vaut encore mieux irriguer mais en évitant de revenir plusieurs fois.

C - AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS

Il semble nécessaire d'essayer de résumer le sujet :

Avantages

- . N'exige pas de nivellement. Il peut cependant s'avérer intéressant d'avoir un terrain irrigable par ruissellement car à certains moments il peut être préférable de ne pas mouiller les parties aériennes (fleurs ou fruits), ou bien il peut être utile de bien retasser le sol (après repiquage par exemple).

- Évite la présence d'une ligne d'eau qui provoque une déshydratation de la structure en surface du sol.
- Ne provoque pas d'érosion
- Applicable sur une très grande variété de sols depuis les sables très perméables jusqu'à des terrains lourds.
- Possibilité de faire varier la dose très largement.
- Applicable même sur des pentes déjà importantes tout au moins pour des terrains exploités.
- Laisse un terrain dégagé dans laquelle grandement la mécanisation des travaux.
- Grande facilité pour former l'usager. Il est plus simple de faire les montages et les diverses manœuvres que d'exécuter correctement une irrigation de surface qui demande toujours un minimum d'initiative et d'expérience professionnelle.
- Permet l'apport d'engrais, notamment azotés, en solution dans l'eau d'irrigation : répartition homogène, économie de main d'œuvre
- L'aspersion peut être intéressante en complément de l'irrigation de surface. Dans les périmètres équipés de canaux on peut, avec un groupe de pompage mobile, refouler de l'eau dans une installation d'aspersion entièrement démontable. Ceci permet d'appliquer des doses réduites au moment du démarrage des cultures ou bien comme complément en période pluvieuse.

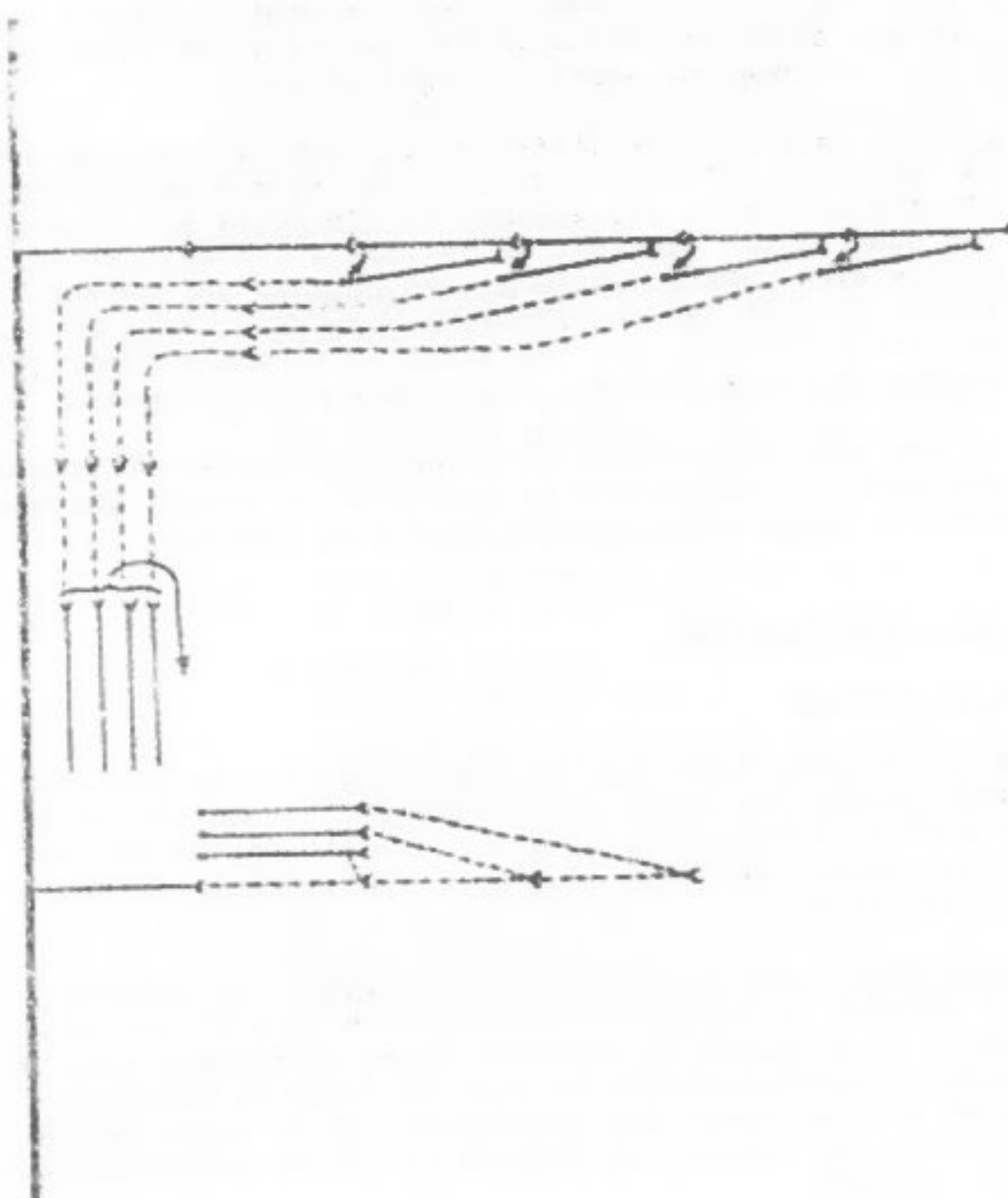
Inconvénients

- Les avantages n'existent réellement que si :
 - l'installation est bien conçue
 - le montage est correct
 - le vent est faible, inférieur à 3 ou 4 m/s.

Dans le cas contraire, et en cumulant les mauvaises conditions, le résultat peut devenir inférieur à celui qui serait obtenu par les méthodes de surface.

- Il existe des restrictions quant à l'emploi lorsque :
 - le vent dépasse 4 m/s (déjà mentionné ci-dessus).

Schéma d'une méthode de déplacement des rampes.



Les asperseurs sont montés de façon à ce que les recouvrements soient importants. Suivant la disposition des asperseurs on dit qu'ils sont montés en arpent (schéma 6) en triangle (schéma 7) ou en rectangle (schéma 8).

Il y a intérêt à ce que plusieurs rampes voisines travaillent en même temps : la surface traitée par cet ensemble de rampes parallèles désigné par l'expression "herse d'arrosage" est irriguée dans les mêmes conditions de vent et donc de façon moins irrégulière que si on l'arrose avec plusieurs positions d'une seule rampe travaillant dans des conditions de vent différentes d'un jour à l'autre. Dans cette herse, il est préférable de disposer les asperseurs en triangle pour éviter les excès d'eau en certaines zones. Il faut que le réseau ait été calculé en vue d'un tel groupement des rampes, sinon les pressions sur les asperseurs risqueraient d'être trop différentes.

2. Déplacement des rampes

a. Les opérations de démontage, transport et remontage doivent être étudiées avec soins.

Il faut après avoir examiné le chantier et observé les temps de travail, mettre au point une méthode qui :

- soit facile à apprendre et à suivre, car cela évitera les mauvaises manœuvres qui perdent du temps et abîment le matériel.
- demande le moins d'effort possible (pour les mêmes raisons que ci-dessus)
- Réduise les déplacements du personnel et surtout le piétinement dans les zones qui viennent d'être irriguées : cela est fatigant et abîme les sols.

b. Voici une méthode qui peut être appliquée avec toutes les cultures et qui a l'avantage de localiser le piétinement sur certaines bandes de terrain (schéma 9).

Le travail est effectué par deux personnes, trois au maximum et en procédant comme suit :

- Enlever les arroseurs et les placer dans un couffin propre, pour qu'ils ne soient ni étimés pendant le transport, ni avariés par de la terre.
- Découpler les tuyaux.

Les tuyaux sont transportés par deux personnes en commençant par ceux qui sont le plus loin de la canalisation secondaire. Les porteurs marchent l'un derrière l'autre, le long de la raspe puis le long de la canalisation secondaire jusqu'à la prise pour la nouvelle position. Porter les tuyaux en introduisant un ou deux doigts à l'intérieur. On peut ainsi porter deux ou quatre tuyaux selon le diamètre.

Quand les deux personnes arrivent à la prise pour la nouvelle position d'arrosage, elles posent les tuyaux à terre, font demi tour sur place et ramènent les tuyaux.

C'est la personne qui marchait derrière qui va maintenant s'engager la première dans le champ. Les deux personnes vont déposer les tuyaux un par un sur l'emplacement de la nouvelle aile en commençant par l'élément qui sera le plus près de la canalisation secondaire. C'est celle qui marche derrière qui donne l'ordre de déposer les tuyaux car elle voit exactement l'emplacement qui convient.

Les tuyaux ont ainsi la même orientation que dans la raspe précédente.

Quand toute la raspe est à sa place, raccorder les tuyaux en commençant par celui qui est branché sur la conduite secondaire ; mettre les arroseurs en place, bien verticalement.

Avant de placer le bouchon au bout de raspe, faire couler l'eau pendant une minute en ouvrant partiellement le vane. Ainsi on enlève les saletés qui auraient pu s'introduire dans les tuyaux et qui boucheraient les arroseurs (gravier, paille, feuilles, terre).

Rafermir le vane et mettre le bouchon au bout de raspe.

Ouvrir progressivement la vanne ; il faut toujours ouvrir et fermer les vannes lentement pour éviter les "coups de bélier" dans les canalisations. Vérifier que tous les espérateurs fonctionnent normalement et que les joints ne fuient pas.

B. Entretien du matériel

Voici quelques recommandations essentielles :

a. Tuyaux et pièces spéciales

(1) En cours de saison d'arrosage

Disposer d'un stock de pièces de rechange et notamment de joints pour pouvoir réparer sans tarder les accidents.

Ne jamais passer sur un tuyau avec un tracteur : si les conduites traversent un chemin ou une voie d'accès il faut enterrer la conduite pour le protéger sinon il ne faut pas utiliser cet accès pendant les arrosages.

(2) A la fin de la saison d'arrosage

Transporter soigneusement les tuyaux au lieu de stockage. Si le transport est fait avec des remorques plus courtes que les longueurs de tuyau, veiller à faire très correctement le chargement pour que les conduites ne heurtent pas le sol en cours de trajet.

Réviser les tuyaux et réparer les défauts.

Stocker méthodiquement les tuyaux, les pièces de raccord... Il est préférable d'enlever les joints, de les taquer et de les conserver à l'abri.

b. Les espérateurs

Les espérateurs sont des pièces chères et fragiles. La qualité de l'arrosage dépend de leur bon fonctionnement.

(1) En cours de saison d'arrosage

A chaque changement d'aile mobile, ils sont transportés dans un couffin.

Ouvrir progressivement la vance ; il faut toujours ouvrir et fermer les vannes lentement pour éviter les "coups de bélier" dans les canalisation. Vérifier que tous les asperseurs fonctionnent normalement et que les joints ne fuient pas.

3. Entretien du matériel

Voici quelques recommandations essentielles :

a. Tuyaux et pièces spéciales

(1) En cours de saison d'arrosage

Disposer d'un stock de pièces de rechange et notamment de joints pour pouvoir réparer sans tarder les accidents.

Ne jamais passer sur un tuyau avec un tracteur : si les conduites traversent un chemin ou une voie d'accès il faut enterrer la conduite pour la protéger sinon il ne faut pas utiliser cet accès pendant les arrosages.

(2) A la fin de la saison d'arrosage

Transporter soigneusement les tuyaux au lieu de stockage. Si le transport est fait avec des remorques plus courtes que les éléments de tuyau, veiller à faire très correctement le chargement pour que les conduites ne heurtent pas le sol en cours de trajet.

Réviser les tuyaux et réparer les défauts.

Stocker méthodiquement les tuyaux, les pièces de raccord... Il est préférable d'enlever les joints, de les taquer et de les conserver à l'abri.

b. Les asperseurs

Les asperseurs sont des pièces chères et fragiles. La qualité de l'arrosage dépend de leur bon fonctionnement.

(1) En cours de saison d'arrosage

• A chaque changement d'aile mobile, ils sont transportés dans un couffin.

. Si un asperseur est bouché, il faut le réparer avec précaution :

- L'enlever du tuyau ;
- Essayer de le déboucher en soufflant dans la buse ;
- Si cela ne suffit pas, il faut démonter la buse avec une clé plate et la déboucher avec un petit morceau de bois dur taillé en pointe (ou une épine d'acacia) ; ne pas se servir d'objets métalliques qui pourraient l'abîmer ;
- Bien remonter la buse. Dans le cas de buses à fente, celle-ci doit être horizontale quand l'asperseur est en place sur le tuyau.

. Si l'asperseur est muni d'un graisseur, il faut le graisser au moins une fois par campagne.

(2) En fin de campagne

Les asperseurs sont stockés au magasin après examen (diamètre de la buse, tension du ressort, jeu sur l'axe).

4. Contrôles

Outre les vérifications de routine à effectuer à l'occasion des déplacements, il est bon de faire des contrôles la première fois que l'installation fonctionne et de les recommencer chaque fois qu'on constate des phénomènes anormaux (flaqueage, manque à la levée, dépression dans la végétation...) pour savoir si la mauvaise qualité de l'irrigation en est responsable.

Les contrôles peuvent porter sur les pressions et sur les hauteurs de précipitation.

a. Contrôle des pressions

Comme nous l'avons vu, la hauteur de précipitation horaire (ou "intensité") et la répartition dépendent de la pression sur la buse en cours de fonctionnement. En outre nous savons qu'il n'est pas possible d'avoir exactement la même pression partout mais qu'on peut tolérer des différences faibles.

Il est donc intéressant de mesurer les pressions en différents points du dispositif d'aspersion pendant les irrigations et il faut faire cette opération pour les divers montages prévus. Pour cette mesure on se sert d'un manomètre que l'on installe sur les asperseurs qui, à première vue, seront soumis aux pressions les plus fortes et les plus faibles, à savoir ceux situés aux extrémités de rampe, sur des succates ou dans des creux très marqués. En général, les valeurs extrêmes sont observées pour les asperseurs suivants : le plus proche et le plus loin de la pompe.

Si tout est correct la pression sur l'asperseur le plus avantage ne doit pas excéder de plus de 10 % la pression prévue (dite aussi "pression nominale de fonctionnement") et la pression sur l'asperseur le moins avantage ne doit pas être inférieure de plus de 10 % à celle prévue. Cette règle s'applique pour l'ensemble des positions. Si par exemple l'installation doit fonctionner sous 3 bars, il faut que les valeurs soient toutes comprises entre 2,7 à 3,3 bars. (En général les pressions sont exprimées en bar, elles peuvent aussi être évaluées en kg/cm² ou en atmosphère, ces trois valeurs sont pratiquement égales.)

c. Contrôle des niveaux de précipitation

On mesure la quantité de pluie reçue en différents points du sol pendant l'application d'une dose en vue d'apprécier la régularité de la distribution et de vérifier la valeur de la dose.

La surface irriguée se compose "d'éléments de base" c'est-à-dire des petites surfaces comprises entre des positions voisines d'asperseurs : ces "éléments" sont des carrés, des rectangles ou des triangles, selon le plan de montage. Les positions d'asperseurs délimitant ces "éléments" peuvent être obtenues soit en une fois - ou deux rampes fonctionnent à la fois côte à côte (montage en "herne") - soit en deux ou trois fois. Les mesures doivent porter sur tout un élément.

Quand il s'agit d'un carré ou d'un rectangle, il est préférable de faire les mesures sur une surface égale à l'élément, en le disposant de façon que l'asperseur en soit le centre (schéma 10).

Il est donc intéressant de mesurer les pressions en différents points du dispositif d'aspersion pendant les irrigations et il faut faire cette opération pour les divers montages prévus. Pour cette mesure on se sert d'un manomètre que l'on installe sur les aspérateurs qui, à première vue, seront soumis aux pressions les plus fortes et les plus faibles, à savoir ceux situés aux extrémités de rampe, sur des succates ou dans des creux très marqués. En général, les valeurs extrêmes sont observées pour les aspérateurs suivants : le plus proche et le plus loin de la pompe.

Si tout est correct la pression sur l'aspérateur le plus avantage ne doit pas excéder de plus de 10 % la pression prévue (dite aussi "pression nominale de fonctionnement") et la pression sur l'aspérateur le moins avantage ne doit pas être inférieure de plus de 10 % à celle prévue. Cette règle s'applique pour l'ensemble des positions. Si par exemple l'installation doit fonctionner sous 3 bars, il faut que les valeurs soient toutes comprises entre 2,7 à 3,3 bars. (En général les pressions sont exprimées en bar, elles peuvent aussi être évaluées en kg/cm² ou en atmosphère, ces trois valeurs sont pratiquement égales.)

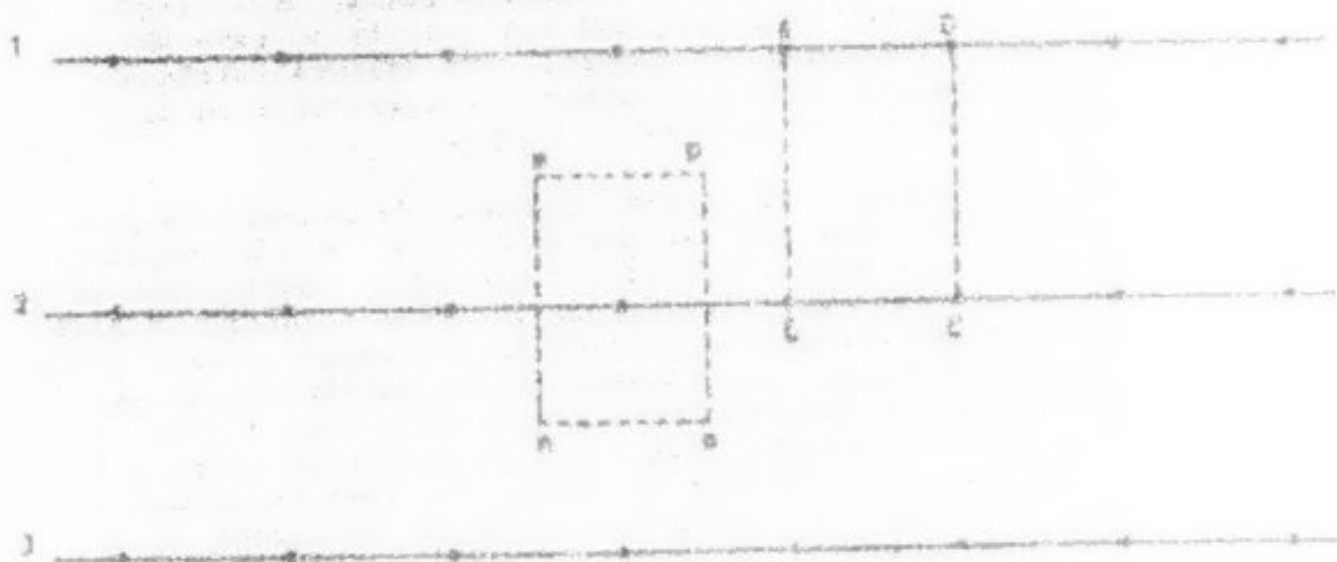
c. Contrôle des hauteurs de précipitation

On mesure la quantité de pluie reçue en différents points du sol pendant l'application d'une dose en vue d'apprécier la régularité de la distribution et de vérifier la valeur de la dose.

La surface irriguée se compose "d'éléments de base" c'est-à-dire des petites surfaces comprises entre des positions voisines d'aspérateurs : ces "éléments" sont des carrés, des rectangles ou des triangles, selon le plan de montage. Les positions d'aspérateurs délimitant ces "éléments" peuvent être obtenues soit en une fois - ou deux rampes fonctionnent à la fois côte à côte (montage en "herne") - soit en deux ou trois fois. Les mesures doivent porter sur tout un élément.

Quand il s'agit d'un carré ou d'un rectangle, il est préférable de faire les mesures sur une surface égale à l'élément, en le disposant de façon que l'aspérateur en soit le centre (schéma 10).

Centrage de la répartition



Une surface tamée A.B.C.D. constitue un "élément de base".
 Pour faire la mesure, on dispose les planimètres sur une
 surface n.n.o.p. égale à un élément de base. La mesure
 n'est achevée que lorsque les rampes notées 1, 2 et 3 ont
 fonctionné.

Ce contrôle permet de comparer les quantités d'eau apportées sur les endroits les moins arrosés avec la moyenne et aide également à apprécier l'influence du vent.

3. Limites d'emploi

L'aspersion est utilisable dans des conditions de terrain très variées et même sur des pentes fortes (pour des terrains de culture), à condition de choisir avec prudence l'intensité de précipitation. Elle permet de varier la dose ce qui est intéressant pour économiser l'eau.

Mais dans ce procédé :

- L'homogénéité de l'arrosage qui n'est jamais parfaite selon les recouvrements, devient mauvaise sous l'effet du vent.
- l'eau d'arrosage mouille la partie aérienne des végétaux.

De ces deux particularités résultent différentes limitations d'emploi.

a. La dose ne doit pas être très petite :

Avec une installation bien calculée et par temps calme les inégalités de dosage d'un point à un autre ne sont pas gênantes et la dose apportée est moyenne ou grande ; d'une part l'inégalité est moins importante en profondeur qu'en surface car l'eau diffuse dans le sol et ce ne sont pas les mêmes points qui à chaque arrosage reçoivent le moins d'eau, d'autre part ces inégalités marquent peu sur une culture ayant un système racinaire développé. L'inégalité est au contraire très gênante pour des semis auxquels on applique de petites doses.

Prenons un exemple relevé sur des parcelles expérimentales en Tunisie avec des nepeuseurs disposés en carré à 12 m sur 12 m. Des mesures effectuées par temps calme sur 49 boîtes (une boîte pour 3 m² environ) ont montré que 12 boîtes n'ont reçu que 77 % ou moins de la dose moyenne ; sur un quart du terrain, la dose a été nettement au dessous de la valeur espérée.

Ceci permet de calculer ce que recevraient les parties les moins arrosées pour différentes doses. Le tableau suivant indique les résultats arrondis de ce calcul.

Dose moyenne pour l'ensemble (mm)	Dose apportée sur le 1/4 le moins arrosé (mm)
50 (500 m ³ /ha)	38,5 au moins
20 (200 m ³ /ha)	15,5 au moins
15 (150 m ³ /ha)	11,5 au moins

On voit que pour un arrosage de semis il ne faut pas par temps calme descendre en-dessous de 20 mm de moyenne générale car, si l'on veut éviter des manques il faut n'importe partout au moins 15 mm. Il est prudent de considérer que 20 à 25 mm est la dose la plus faible que l'on puisse distribuer sans avoir des plaques souffrant nettement de sécheresse.

b. Ne pas travailler quand il y a du vent :

L'irrégularité devient rapidement considérable et il est impossible de donner des chiffres moyens car les résultats changent d'un essai à l'autre, même pour des vitesses moyennes de vent semblables. Par exemple, un jour où le vent avait une vitesse moyenne de 6 m/s, on a distribué 36 mm en général mais dans 6 boîtes sur 49, on a trouvé moins de 15 mm : un cinquième de la surface recevait moins de la moitié de la dose apportée. De tels résultats ne sont pas rares.

Il faut donc prévoir des briser-vents et faire des essais pour savoir jusqu'à quel vent on peut travailler et connaître approximativement l'irrégularité. Le mieux est de prévoir l'installation de façon à pouvoir s'arroser qu'une partie du temps on choisissent les périodes sans vent (la nuit est plus favorable).

c. Le cas d'irrigation par aspersion à l'aide d'un arroseur à main

On constate que la culture changeant des conditions de climat au fur et à mesure de la saison, par l'arrêt ou par le début d'un arrosage régulier, on provoque des dessèchements de certaines parties de la culture.

Il faut tenir compte de cette remarque en établissant les horaires de travail. Si par exemple on considère que de 10 h du matin à 2 h de l'après-midi on ne peut ni commencer ni arrêter une aspersion, il faut prévoir que les arrosages d'irrigation dureront au moins 3 heures, il n'y a donc aucun intérêt à travailler avec des intervalles d'arrosage de 10 minutes (par exemple 10 m²/h) même si le terrain le permet car cela ne pourrait pas être appliqué de petites zones (on suppose la zone exemple, la zone moyenne devrait être au moins de 50 m²).

d. Le cas d'irrigation par aspersion à l'aide d'un arroseur à main

La projection d'eau sur le feuillage risque de provoquer des accidents dont le plus visible est le "brûlure". Ce phénomène est attribué au fait que si de l'eau est projetée sur une feuille, l'eau s'évapore peu à peu et le sel reste sur la feuille au point de "brûlure".

La présence de sel sur le feuillage présente d'autres inconvénients qu'il serait trop long d'expliquer ici. Retenons que la salinité du sol ainsi augmentée de fortes réductions de rendement et que cet inconvénient varie non seulement avec la salinité du sol et le type de végétal mais aussi avec le type de culture, les conditions de température, de vent, etc.

Des essais ont été effectués et on a vu que l'on peut travailler :

- La culture par aspersion de l'irrigation si elle reste inférieure à 1 g par litre et on peut même utiliser en aspersion des eaux titrant jusqu'à 1 g par litre quand on fait des irrigations à l'aide d'arroseurs en période pluvieuse.

c. Ne pas oublier de suspendre l'aspersion aux heures les plus chaudes

On constate que la brusque changement des conditions de climat autour de la plante, par l'arrêt ou par le début d'un arrosage, risque de provoquer des dessèchements de certaines parties du végétal.

Il faut tenir compte de cette remarque en établissant les horaires de travail. Si par exemple on considère que de 11 h du matin à 3 h de l'après-midi on ne veut ni commencer ni terminer une aspersion, il faut prévoir que les séances d'irrigation dureront au moins 5 heures, il n'y a donc aucun intérêt à travailler avec des intensités d'arrosage élevées (par exemple 10 mm/h) même si le terrain le permet puisqu'on ne pourrait pas appliquer de petites doses (en reprenant le même exemple, la dose moyenne devrait être au moins de 50 mm).

d. Être très prudent si l'eau est salée

La projection d'eau salée sur le feuillage risque de provoquer des accidents dont le plus visible est le "brûlure". Le phénomène est attribué au fait que si de l'eau salée stagne sur une feuille, l'eau s'évapore peu à peu mais le sel reste ce qui cause un point de "brûlure".

La présence de sel sur le feuillage présente d'autres inconvénients qu'il serait trop long d'expliquer ici. Retenons que la salinité peut ainsi amener de fortes réductions de récolte et que cet inconvénient varie non seulement avec la salure de l'eau et le type de végétal mais aussi avec le type de matériel, les conditions de température, de vent, etc...

Des essais sont en cours et voici ce que l'on peut conseiller :

- La salinité n'entraîne pas de limitation si elle reste inférieure à 1 g par litre et on peut même utiliser en aspergion des eaux titrant jusqu'à 3 g par litre quand on fait des irrigations de complément en période pluvieuse.

. Il y a intérêt à n'avoir pas des gouttelettes trop fines car elles "s'accrochent" davantage sur le feuillage. Il faut en tenir compte dans le projet d'équipement (choix des asperseurs et des pressions).

. Arrêter en pleine chaleur est lui particulièrement dangereux.

. Arroser de préférence avec fréquence et à l'honnêteté s'en trouve diminuée.

Il faut noter que pour l'arrosage des oasis il semble que l'on puisse utiliser l'aspersion sans inconvénient jusqu'à ce que la plante ait atteint le stade deux feuilles. Il est donc très commode d'utiliser l'aspersion en complément de l'irrigation de surface : très bonne levée, économie d'eau.

e. Eviter d'arroser à certains moments

. Après un traitement comme une pulvérisation de produit phytosanitaire, il faut attendre au moins 16 heures pour laisser agir le produit.

. Au temps de la fécondation : l'aspersion peut provoquer des coulures pour certaines cultures, mais d'un autre côté il ne faut pas que la plante souffre de la sécheresse dans cette période. Finalement, il vaut encore mieux irriguer mais en évitant de revenir plusieurs fois.

C. - AVANTAGES ET INCONVENIENTS

Il semble nécessaire d'essayer de résumer le sujet :

Avantages

. N'exige pas de nivellement. Il peut cependant avoir intérêt d'avoir un terrain irrigable par ruissellement car à certains moments il peut être préférable de ne pas mouiller les parties aériennes (fleurs ou fruits), ou bien il peut être utile de bien retenir le sol (après repiquage par exemple).

- Evite la présence d'une lame d'eau qui provoque une détérioration de la structure en surface du sol.
- Ne provoque pas d'érosion
- Applicable sur une très grande variété de sols depuis les sables très poreux jusqu'à des terrains lourds.
- Possibilité de faire varier la dose très largement.
- Applicable même sur des pentes déjà importantes tout au moins pour des terrains cultivés.
- Laisse un terrain dégagé donc facilite grandement la mécanisation des travaux.
- Grande facilité pour former l'usager. Il est plus aisé de faire les montages et les diverses manœuvres que d'installer une irrigation de surface qui demande toujours un minimum d'initiative et d'expérience professionnelle.
- Permet l'apport d'engrais, notamment azotés, en solution dans l'eau d'irrigation : répartition homogène, économie de main d'œuvre
- L'opérateur peut être intéressé en complétant sa formation par l'irrigation de surface. Dans les parcelles équipées de canaux on peut, avec un groupe de pompage mobile, refouler de l'eau dans une installation d'aspersion : cela permet d'obtenir une répartition plus homogène des produits et d'éviter les pertes par ruissellement. Ceci permet d'appliquer des produits aux cultures en période pluvieuse.

Inconvénients

• Les avantages n'existent réellement que si :

- l'installation est bien conçue
- le montage est correct
- le vent est faible, inférieur à 3 ou 4 m/s.

Dans le cas contraire, et en consultant les mauvaises conditions, le résultat peut devenir inférieur à celui qui serait obtenu par les méthodes de surface.

• Il existe des restrictions quant à l'emploi lorsque :

- le vent dépasse 4 m/s (déjà mentionné ci-dessus).

- la température est très élevée. Il faut éviter arrêt et mise en route.
 - la partie aérienne du végétal ne doit pas être mouillée à certaines périodes.
 - la salinité de l'eau excède 1 g/litre mais signalons que des recherches sont en cours quant à cette limitation.
- Comme toute méthode mettant en jeu du matériel il faut entretenir avec soin l'installation et avoir un stock de pièces de rechange. Si cette condition n'est pas respectée, on risque la panne complète.
- par cette méthode, le mètre cube d'eau distribuée sur la parcelle revient plus cher que par les procédés de surface il faut donner de la pression à l'eau ce qui revient au même que si on l'élevait à 30 à 40 mètres. Mais cette eau est mieux utilisable, par exemple il est possible de réduire les doses après semis et donc de consommer moins que par les autres procédés. Il est aussi possible de réduire les pertes en profondeur si l'homogénéité est bonne, et le transport en tuyaux évite les pertes.
- Il faut donc utiliser soigneusement l'eau ainsi apportée en tirant avantage des possibilités techniques de la méthode, sinon on gaspille de l'argent.

A N N E X E

LE NIVELLEMENT PAR PETITES UNITES

---§---

NIVELLEMENT PAR PETITES BANDES

(en touches de piano)

A - PRESENTATION DE LA METHODE

Pour faire une bonne irrigation par ruissellement, le terrain doit avoir une pente régulière, et, le plus souvent il est nécessaire d'effectuer un nivellement.

Dans les périmètres irrigués, qui sont en général prévus dans des régions plates ou légèrement vallonnées, il est possible de transformer un terrain à profil irrégulier en une surface plane à inclinaison régulière, c'est une question de terrassement.

La méthode de nivellement proposée dans cette note est très simple: le terrain est divisé en bandes étroites qui seront nivelées séparément.

Pour transformer chaque bande de terrain en une planche, on enlève la terre où il y en a en trop, on la transporte et on la dépose où il en manque.

On doit déterminer :

- où il faut enlever de la terre et sur quelle épaisseur
- où en déposer et sur quelle épaisseur

Pour cela, on effectue les opérations successives suivantes :

- Planter de chaque côté de la bande de terre à niveler une rangée de piquets espacés de 10 mètres et dépassant le sol de 0,20 m exactement.
- faire un levé topographique du sommet de ces piquets. Comme ils sont tous à 0,20 m du sol, les différences qu'il y a entre eux correspondent à celles du niveau du sol au même endroit.
- Déterminer la pente moyenne
- faire la moyenne de toutes les lectures pour trouver le niveau moyen du milieu de la bande de terre

- Calculer à partir de cette valeur moyenne la lecture l'on devrait avoir au niveau de chaque piquet.
- Déterminer par différence avec les lectures réelles combien de terre enlever ou ajouter suivant les endroits.
- Marquer sur les piquets le niveau que doit avoir le terrain après nivellement en enlevant un peu de terre si nécessaire. Ces repères reliés par un fil de fer matérialisent le niveau que doit avoir le terrain après nivellement : il ne reste plus qu'à enlever de la terre là où le sol est au-dessus des fils de fer et à la déposer aux endroits où le sol est au-dessous des fils de fer.

Dans le texte ci-dessus, après avoir indiqué dans quels cas cette méthode simple peut être employée, le déroulement du travail est décrit point par point.

Des croquis et un exemple chiffré permettant à un technicien non spécialisé de suivre facilement le déroulement des opérations et des calculs, à mesure qu'ils sont décrits et expliqués.

B - REGLES GENERALES A OBSERVER

1. Examen préalable à l'application de la méthode :

Il faut commencer par se faire une idée de la pente générale et du relief de la zone à niveler ; le plus souvent, en zone irriguée, on se trouve dans l'un des deux cas suivants :

1er cas : La pente dans le sens de l'irrigation est comprise entre 2 et 9 ‰ et elle est à peu près régulière. On peut faire des planches qui suivent la pente naturelle moyenne, il s'agit essentiellement d'égaliser le terrain. On pourra irriguer en canots ou en billons.

2ème cas : La pente dans le sens de l'irrigation est comprise entre 9 et 16 ‰ et elle est à peu près régulière. Elle peut être conservée comme dans le premier cas si l'on prévoit de n'irriguer qu'en billons. Si l'on veut utiliser des canots il faudra le plus souvent que les planches aient une pente plus faible que celle du terrain naturel : les transports de terre seront alors plus importants, il faudra que les déblais et les remblais se compensent et la réalisation sera plus difficile.

l'axe des : Enfin, si le relief du terrain ne correspond pas à l'un des deux cas, la question est plus délicate à traiter. Elle nécessite une vue au bureau par un topographe expérimenté.

2. Principes à respecter :

- Veiller à ce que la différence de niveau entre les bords latéraux de deux planches voisines ne dépasse pas 10 cm. En effet, les boursiettes de garde, nécessaires à l'irrigation ne doivent pas être trop haute car ils deviennent difficiles à fanner et ils "tiennent" mal.
- Mieux vaut accepter des différences de pente d'une planche à une autre que de faire trop de terrassement. Ces écarts de pente ne doivent cependant pas excéder 2 % par rapport à la valeur moyenne.
- L'épaisseur de décapage ne doit pas excéder 10 cm. S'agissant, avant d'entreprendre le nivellement, que la terre arable a une épaisseur suffisante pour éviter de stériliser certaines zones où la terre est peu profonde.

C - LE TRAVAIL TOPOGRAPHIQUE :

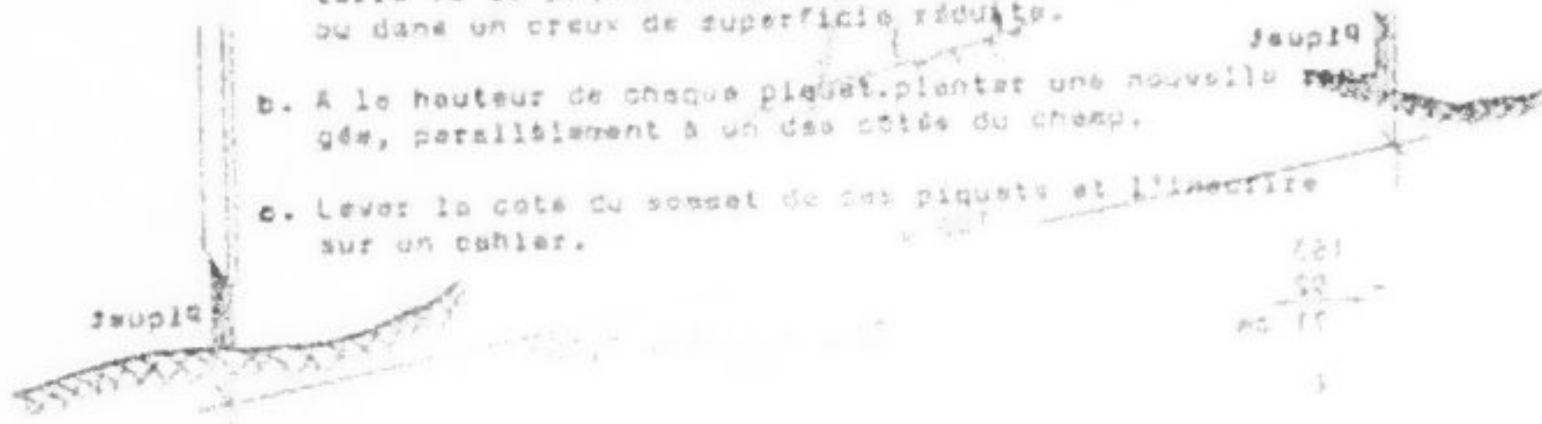
1. Etude des pentes moyennes :

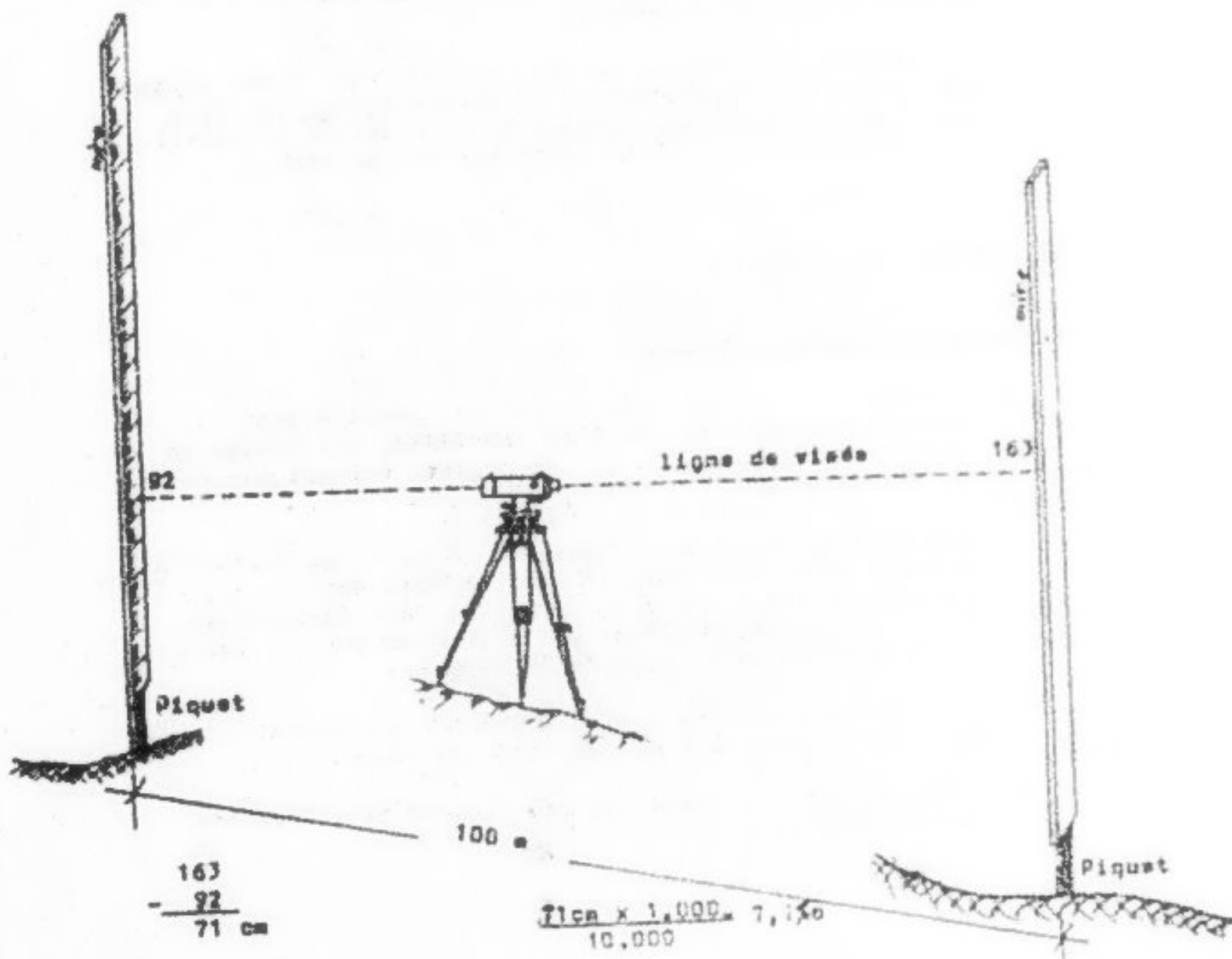
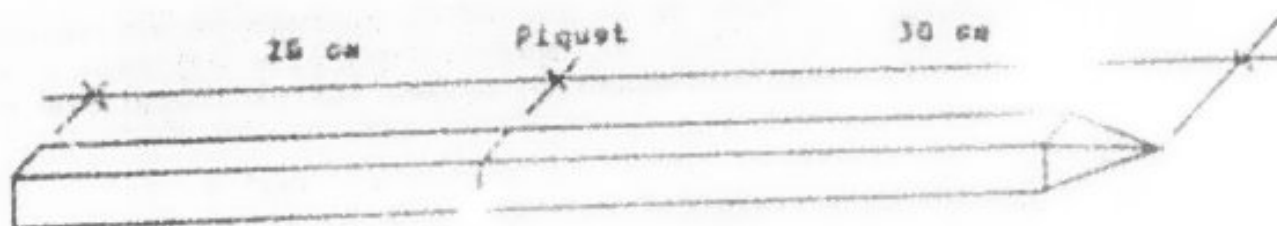
- a. Planter dans la parcelle à niveler, parallèlement au canal d'assèchement d'eau et à sa proximité, une rangée de piquets espacés de 100 m. Les piquets doivent dépasser du sol de 20 cm.

Les piquets ont 2 cm de côté, 30 cm de long, portent un trait à 20 cm du sommet et sont enfouis dans le sol jusqu'à ce trait, soit de 30 cm. Il faut égaliser la terre si le piquet risque de se trouver sur une bosse ou dans un creux de superficie réduite.

- b. A la hauteur de chaque piquet, planter une nouvelle rangée, parallèlement à un des côtés du champ.

- c. Lever la cote du sommet de ces piquets et l'inscrire sur un cahier.





Les cotes sont prises par rapport au plan de visée qui est de "base" donc plus la lecture est grande, plus la distance entre la ligne de visée et le terrain est grande, plus le terrain est bas.

Il ne faut pas chercher à comparer les "cotes" obtenues ici qui sont calculées par rapport au niveau de la lunette avec des cotes sur des cartes qui sont calculées par rapport au niveau de la mer.

- d. Calculer la différence de cotes entre piquets voisins et déterminer la pente pour mille, en multipliant par mille la différence de cote et en divisant par la distance entre les piquets (la différence de cote et la distance doivent être exprimées avec la même unité).

On remarque que 1 centimètre pour 10 mètres correspond à une pente de 1 ‰ puisque 10 mètres égaient 1000 centimètres dans

$$1 \text{ ‰} = 1 \text{ cm pour } 10 \text{ m} = 10 \text{ cm pour } 100 \text{ m}$$

- e. Déterminer la pente moyenne dans les deux sens. Plusieurs cas peuvent se présenter.

a. La pente est régulière et comprise entre 2 et 9 ‰. On peut irriguer par talents et par billons ; on conservera, lors du nivellement, la pente générale du terrain. (voir le paragraphe 2.a.)

b. La pente est régulière et comprise entre 9 et 16 ‰.

b.1. On veut irriguer uniquement par billons, on conservera lors du nivellement la pente générale du terrain.
Voir le paragraphe 22.

b.2. On veut irriguer par planche, il faut réduire la pente naturelle du terrain lors du nivellement et la ramener à 9 ‰ au moins.
Voir le paragraphe 23.

c. La pente est irrégulière, supérieure à 16 ‰ ou inférieure à 2 ‰.

Faire appel à un topographe expérimenté.

2. Caractéristiques des planches de nivellement :

Il s'agit de la pente à obtenir, de la longueur et de la largeur des planches qui seront nivelées indépendamment les unes des autres.

a. Dans le cas a. (pente régulière et comprise entre 2 et 9 ‰).

- (1) La pente finale sera égale à la pente générale du terrain.
- (2) La longueur est à déterminer en fonction de la longueur choisie pour les éléments d'irrigation (billons ou calants) : voir note sur l'irrigation de surface ; si on n'est pas limité par les dimensions de la parcelle, elle sera égale à 1, 2 ou 3 fois cette longueur. Ne pas dépasser 300 m pour garder assez de précision aux lectures.

(3) La largeur est à déterminer en fonction de :

- La dénivellation transversale qui ne doit pas dépasser 10 cm d'une planche à l'autre.
- La largeur des calants qui dépend du débit et de la nature du sol (voir note sur l'irrigation de surface).
- La largeur des outils qui seront utilisés pour le travail de nivellement.
- La largeur d'une planche de nivellement sera égale à 1, 2 ou 3 fois la largeur d'un calant.

b. Dans le cas b.1. (pente régulière, comprise entre 9 et 16 ‰, irrigation en billons).

- (1) La pente sera égale à la pente générale du terrain.
- (2) La longueur est à déterminer en fonction de la longueur choisie pour les billons ; si on n'est pas limité par les dimensions de la parcelle elle sera égale à 1, 2 ou 3 fois la longueur des billons (voir note sur l'irrigation de surface). Ne pas dépasser 300 m pour garder assez de précision aux lectures.

(3). La largeur devra être suffisante pour que le travail de nivellement soit demandé : par exemple 10m.

c. Dans le cas n.2. (pente régulière, comprise entre 9 et 16 ‰, irrégulière en colante).

(13). Le poids à donner au terrain est à déterminer : voir la note sur l'irrigation de surface.

(2). La longueur des unités de nivellement dépendra de l'épaisseur de terre à recier qui ne doit pas dépasser une dizaine de centimètres. Dans les plus mauvais cas, cette longueur peut être réduite à quelques dizaines de mètres.

(3). La largeur est à déterminer en fonction :

- de la dénivellée transversale qui ne doit pas dépasser 10 cm
- de la largeur des galants (voir note sur l'irrigation de surface).

La largeur d'une unité de nivellement sera égale à 1, 2 ou 3 fois la largeur d'un calant.

3. Piqueter le terrain :

Planter dans le sens de l'irrigation des rangées de piquets à 10 m les uns des autres. L'intervalle de 10 m facilite beaucoup les calculs, puisque 1 cm de dénivellés sur 10 m correspond à une pente de 1 ‰.

L'écartement entre ces rangées sera égale à celui de la largeur de l'unité de nivellement.

[illegible]

	Rangge T1	Rangge T2	Rangge T3	Rangge T4	Rangge T5	Rangge T6
10	H5					
10	H4					
10	H3					
10	H2					
10	H1					
10	O					
10	H1					
10	H2					
10	H3					
10	H4					
10	H5					

2. Préparer un tableau pour les relevés et les calculs :

Ce tableau peut être réalisé sur un cahier quadrillé.

Sans effacer voir l'usage de ce tableau ; dès maintenant indiquons ce qui sera inscrit au fur et à mesure dans les différentes colonnes :

T : Les lectures faites sur le sommet des piquets

D : Les cotes calculées pour les planches.

H : Les différences en plus (+) ou en moins (-) entre la cote de terrain et la cote de la planche.

T 1	D		H 1	D		H 2	D		H 3
	-	+		-	+		-	+	
95						92			98
104						106			107
114						111			117
123						123			124
129						133			131
137						138			140
144						144			150
151						151			155
159						159			164
163						165			172
165						169			177

3. Faire un levé topographique (colonnes T1, T2, ...) :

Lever le sommet des piquets et inscrire les lectures de chaque rangée de piquets dans les colonnes T1, T2, T3, etc.

Pour diminuer les risques d'erreurs de transcription, il est préférable de lever les piquets, rangés par rangée, et de commencer chaque rangée par la bout.

4. Calcul des cotes de la planche :

Il faudrait calculer le volume de terre à enlever ou à apporter pour chaque élément de planche comprise entre 2 piquets de piquets, et s'assurer que les déblais et les remblais se compensent.



SUITE EN

F

3



MICROFICHE N°

33798

République Tunisienne

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

CENTRE NATIONAL DE

DOCUMENTATION AGRICOLE

TUNIS

الجمهورية التونسية
وزارة الزراعة

المركز القومي
للموثيق الفلاحي
تونس

F 3

Dans les cas envisagés, ci-dessus, la pente est régulière et assez faible, et il est possible d'employer une méthode simplifiée : au lieu de calculer le volume de terre à déplacer, on évalue pour chaque piquet la hauteur de terre à enlever ou à apporter. Cette méthode approximative permet généralement d'obtenir de bons résultats.

Pour faire cette évaluation il faut connaître les élévations de la planche à faire c'est-à-dire : en pente, la cote au centre à partir de laquelle on calcule les cotes pour les points M1, M2, ..., M20, etc. et entre les paires de piquets installés comme expliqué au paragraphe 3 (voir dessin page 10).

T 1	D		P 1	D		T 2	D		P 2	D		T 3
	-	+		-	+		-	+		-	+	
99						96						96
101						103						107
114						111						115
123						123						124
129			135			133			137,5			131
137						138						140
144						144						150
151						151						156
155						153						164
163						165						172
165						168						177
1480						1454						1532

165	168	177
- 99	- 96	- 86
70 cm	72	91

100 m = 10.000 cm

$$\frac{70 \times 1000}{10.000} = 7 \text{ ‰}$$

7,2 ‰

8,1 ‰

- Pente de la planche P 1 :

- Pente de la planche P 2 :

$$\frac{7 + 7,2}{2} = 7,1 \text{ arrondi à } 7 \text{ ‰}$$

$$\frac{7,2 + 8,1}{2} = 7,65 \text{ arrondi à } 7,5 \text{ ‰}$$

- Cote du centre de la planche P 1

- Cote du centre de la planche P 2

$$\begin{array}{r} 1480 \\ + 1494 \\ \hline 2974 : 22 = 135,18 \end{array}$$

arrondi à 135

$$\begin{array}{r} 1494 \\ + 1532 \\ \hline 3026 : 22 = 137,54 \end{array}$$

arrondi à 137,5

a. Pente moyenne de la planche :

Faire la différence entre les cotés du premier et du dernier piquets de chaque rangée et connaître la longueur de la rangée, calculer en % la pente moyenne.

Pour avoir la pente moyenne de la première planche, additionner le résultat obtenu avec les rangées T1 et T2 et diviser par 2, arrondir si nécessaire. Pour la planche 2, faire de même avec les pentes des rangées T2 et T3, etc...

b. La cote au centre de la planche :

Additionner les lectures de la colonne T1 et de la colonne T2, faire le total de ces deux chiffres et diviser par le nombre de lectures. Arrondir au dix centième.

Porter la valeur obtenue au milieu de la colonne P 1 : point 5, page 10

Pour la deuxième planche, faire de même en utilisant les lectures des colonnes T2 et T3 et ainsi de suite pour les planches suivantes.

On voit qu'à part le premier et le dernier rangée, les autres servent pour 2 planches.

T 1	D		P 1	D		T 2	D		P 2	D		T 3
	-	+		-	+		-	+		-	+	
95	5		100	4		96	4		100	4		96
104	3		107	1		106	1,5		107,5	0,5		107
114			114	3		111	4		113			113
123		2	121		2	123		0,5	122,5		1,5	124
129		1	126		5	123		3	130		1	131
137		2	135		3	133		0,5	133,5		2,5	140
144		2	142		2	144	1		145		5	150
151		2	149		2	151	1,5		152,5		3,5	156
155		1	156		3	159	1		160		4	164
163		2	163		2	169	2,5		167,5		4,5	172
169		2	170		2	168	7		175		2	177
1493	14	18	1493	10	19	1494	19,5	4		4,5	24	1532

c. Calcul des cotes de la planche (colonnes P1, P2...):

- (1) Le nombre de piquets est impair, le point central, 0 se trouve dans l'alignement d'une paire de piquets (voir page 14).

-- Points situés vers le haut de la planche :
M1, M2....

. Premier point, M1 : enlever à la cote du point central un nombre de centimètres égal à la pente choisie (on a vu qu'une pente de 1 ‰ correspond à 1 cm pour 1 m) et inscrire cette valeur dans la colonne P.

. Point suivant, M2 : même méthode à partir du point M1, c'est-à-dire enlever à la cote du point M1 le nombre de centimètres correspondant à la pente ; continuer ainsi pour M3, M4 etc...

-- Points situés vers le bas de la planche M1, M2...

. Premier point, M1 : ajouter à la cote du point central un nombre de centimètres égal à la pente choisie et inscrire cette valeur dans la colonne P.

. Point suivant, M2 : même méthode à partir du point M1, c'est-à-dire ajouter à la cote du point M1 le nombre de centimètres correspondant à la pente ; continuer ainsi pour M3, M4 etc...

- (2) Le nombre de piquets est pair, le point central de la planche ne se trouve pas dans l'alignement d'une paire de piquets.

Pour le calcul de la cote du point se trouvant dans l'alignement de la paire de piquets la plus proche, distante de 5 m au lieu de 10, il faut enlever ou ajouter à la valeur du point central un nombre de centimètres égal à la moitié de la pente. Pour les autres points, distants de 10 m comme dans le cas précédent, enlever ou ajouter un nombre de centimètres égal à la pente.

12

M2

13 Piquet

10 m

14

M1

15

5 m

0 Point central

5 m

16

M1

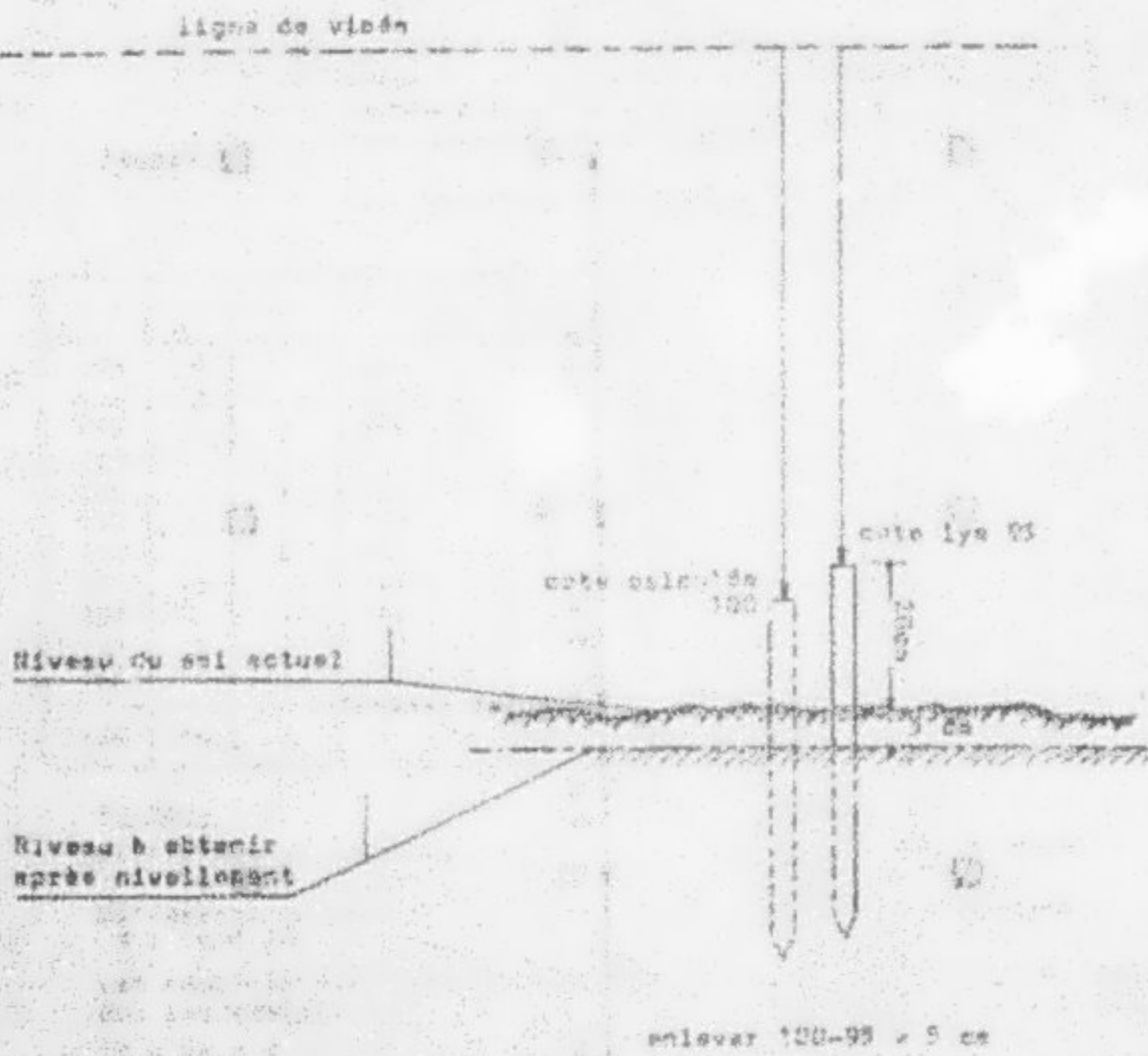
17

10 m

18

M2

19



7. Calcul des différences (colonnes D) :

Pour chaque ligne, on compare la valeur dans la colonne P avec celle de la colonne T de gauche, puis celle de la colonne T de droite.

- Si la valeur dans la colonne P est plus petite que celle de la colonne T, il faut ajouter de la terre. Inscrire dans la colonne D + la différence entre la lecture et la cote calculée.
- Si la valeur dans la colonne P est plus grande que celle de la colonne T, il faut enlever de la terre. Inscrire dans la colonne D - la différence entre la cote calculée et la lecture.

Voir colonnes D du tableau de la page 13

T 1	D		P 1	D		T 2	D		P 2	D		T 3
	-	+		-	+		-	+		-	+	
90	3		100	4		95	4		100	4		95
104	3		107	1		106	1,5		107,5	0,5		107
116		2	114	3		111	4		113			115
123		1	121		2	121		0,5	122,5		1,5	124
129		2	128		5	131		2	130		1	131
137		2	135		3	138		0,5	137,5		0,5	140
144		2	142		2	144	1		145		5	150
151	1		149		2	151	1,5		152,5		3,5	156
155			156		3	159	1		160		4	164
163	5		161		2	165	2,5		167,5		4,5	172
169			170	2		168	7		175		2	177
1480	14	9		10	19	1494	22,5	4		4,5	24	1532

Planche 1 :

Différence en moins :

$$14 + 10 = 24$$

Différence en plus :

$$9 + 19 = 28$$

Les remblais sont plus importants que les déblais :

$$28 - 24 = 4$$

$$4 : 22 = 0,18$$

Cette valeur est la différence entre la cote calculée pour le centre de la planche (135,18) et la cote erronée utilisée pour le calcul (135).

Planche 2 :

Différence en moins :

$$22,5 + 4,5 = 27$$

Différence en plus :

$$4 + 24 = 28$$

Les remblais sont légèrement plus importants que les déblais :

$$28 - 27 = 1$$

$$1 : 22 = 0,04 \text{ différence entre } 137 \text{ et } 137,5$$

8. Vérification des calculs.

ajouter les différences en plus (colonnes 1 et 2) et les différences en moins (colonnes 3 et 4) qui correspondent à la terre à ajouter.

ajouter les différences en moins (colonnes 5 et 6) et les différences en plus (colonnes 7 et 8) qui correspondent à la terre à enlever.

a. Comparer les résultats obtenus.

Diviser la différence par le nombre de piquets : on doit retrouver la différence entre le cote moyen exact et le cote arrondi utilisé pour le calcul.

Si on ne retrouve pas cette valeur, il y a des erreurs de calcul à rectifier.

9. Récapitulatif des corrections sur les piquets :			
101		Marquer sur chaque piquet la hauteur du terre en tout	101
102		ver le terrain après nivellement.	102
103			103
104		Si la correction est en moins, décaler à la fois le	104
105		base du piquet.	105
106			106
107		Tendre entre les piquets de la même rangée un fil de	107
108		fer fin (fil de fer d'attache) qui indiquera le niveau	108
109		à obtenir après nivellement de chaque côté. Quand il	109
110		est adhésif, faire une petite rigole à la fois entre	110
111		les piquets pour que le fil de fer ne repasse pas sur	111
112		le sol. Ce travail doit être fait soigneusement car	112
113		chaque piquet porte deux fils de fer qui servent pour	113
114		deux planches différentes.	114

101 = 101 + 101 = 202
102 = 102 + 102 = 204
103 = 103 + 103 = 206
104 = 104 + 104 = 208
105 = 105 + 105 = 210
106 = 106 + 106 = 212
107 = 107 + 107 = 214
108 = 108 + 108 = 216
109 = 109 + 109 = 218
110 = 110 + 110 = 220
111 = 111 + 111 = 222
112 = 112 + 112 = 224
113 = 113 + 113 = 226
114 = 114 + 114 = 228

101 = 101 + 101 = 202
102 = 102 + 102 = 204
103 = 103 + 103 = 206
104 = 104 + 104 = 208
105 = 105 + 105 = 210
106 = 106 + 106 = 212
107 = 107 + 107 = 214
108 = 108 + 108 = 216
109 = 109 + 109 = 218
110 = 110 + 110 = 220
111 = 111 + 111 = 222
112 = 112 + 112 = 224
113 = 113 + 113 = 226
114 = 114 + 114 = 228

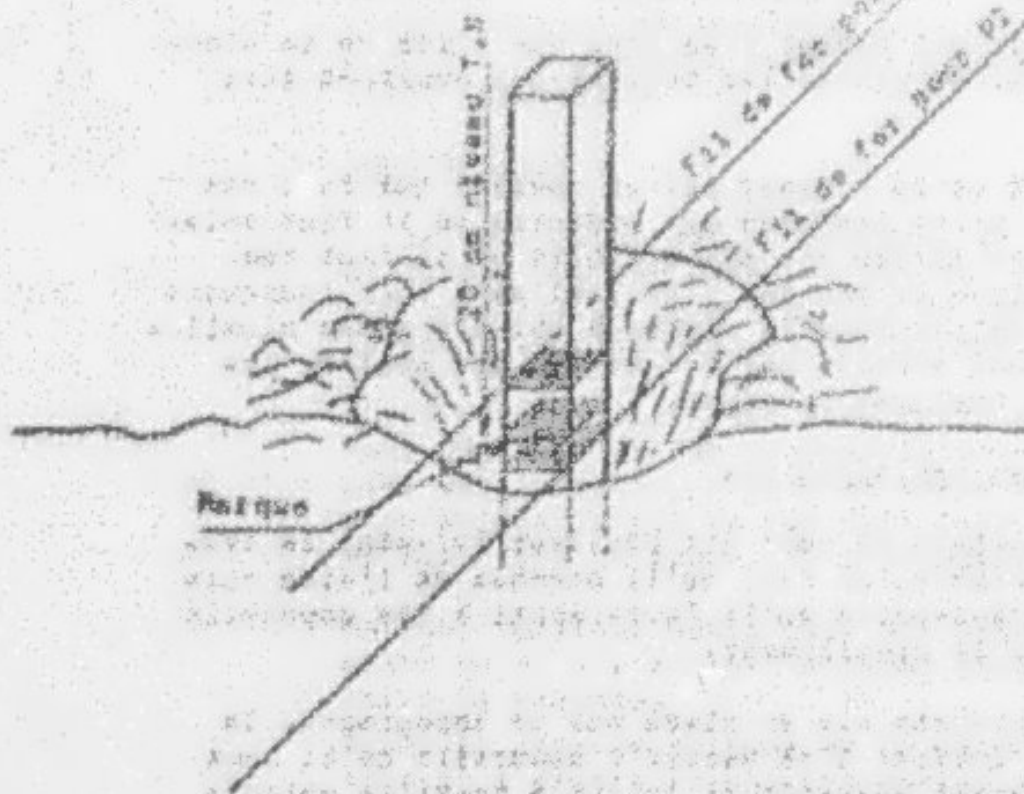
101 = 101 + 101 = 202
102 = 102 + 102 = 204
103 = 103 + 103 = 206
104 = 104 + 104 = 208
105 = 105 + 105 = 210
106 = 106 + 106 = 212
107 = 107 + 107 = 214
108 = 108 + 108 = 216
109 = 109 + 109 = 218
110 = 110 + 110 = 220
111 = 111 + 111 = 222
112 = 112 + 112 = 224
113 = 113 + 113 = 226
114 = 114 + 114 = 228

7e piquet de la rangée VI

cote les 141

Cote calculée pour la
planche P1 = 142
Correction = 2

Cote exclamée pour la
planche P2 = 143
correction = 1



D - LE TRAVAIL DE NIVELLEMENT :

1. En général, quand on ne change pas la pente générale du terrain, l'épaisseur de terre à prendre ou à déposer ne dépasse pas quelques centimètres : le travail peut donc être fait soit par des appareils à traction mécanique soit par des appareils légers à traction animale.

a. Cas des grandes exploitations

Le nivellement sera réalisé au tracteur avec une niveleuse ou une surfaçuse. Un tracteur de 65 CV a une puissance suffisante pour tirer une surfaçuse de 1,50 m.

Les fils de fer tendus de chaque côté de la planche indiquent le niveau définitif à obtenir. Le chauffeur de tracteur aura quelques difficultés à les voir.

L'engin ne doit pas pousser trop près des bords de la planche pour éviter de casser les piquets qui pourront être réutilisés.

Le travail est alors préparé par un ouvrier qui fait des trous plus ou moins profonds aux endroits où il faut enlever de la terre et des tas aux endroits où il faut remblayer. Ces trous ou ces tas plus faciles à voir indiquent au chauffeur de tracteur le niveau à obtenir après nivellement. S'ils sont effacés par le passage des engins, les refaire après quelques passages.

b. Cas des petites exploitations

Le petit exploitant ne peut pas réaliser lui-même le travail de topographie, il faut qu'il demande de l'aide mais il n'est pas nécessaire qu'il fasse appel à des appareils puissants pour le nivellement.

Une fois les piquets mis en place par un topographe, le cultivateur a intérêt à se servir d'appareils qu'il peut trouver localement : appareil et outils à traction animale du genre de ceux utilisés dans le Cap-Hon.

Le travail est lent par comparaison au procédé mettant en jeu un tracteur mais on peut aménager ainsi progressivement un petit domaine à raison de un déca ou deux un hectare par an.

2. Rectifications éventuelles :

Chaque planchet représente une certaine surface, mais n'est pas toujours placé au niveau moyen de cette surface. De plus lors des levés topographiques, les lectures sont arrondies au centimètre ou au demi-centimètre, et ainsi au moment du calcul la cote moyenne est arrondie.

Il en résulte que, lors de la réalisation du nivellement, il peut arriver que l'on manque de terre ou que l'on en ait trop pour les rabais à faire.

Il faut alors rectifier le niveau de la planche de façon à répartir le manque ou l'excès de terre sur toute la surface. Le niveau réel de la planche sera alors de quelques millimètres au-dessus ou au-dessous de celui indiqué par les fils de fer.

Des ouvriers expérimentés peuvent faire sans difficulté les rectifications nécessaires, tout en tenant compte du tassement qui se produit dans les parties rabaisées dès la première irrigation.

3. Vérification :

Si le topographe est disponible, il est facile de vérifier au niveau que les planches ont été correctement nivelées, c'est-à-dire qu'il n'y a plus de pente transversale et que la pente longitudinale est régulière.

Cette vérification peut être faite sans topographe en tendant des fils de fer transversalement d'un piquet à l'autre pour voir s'il n'y a plus de terre à enlever ou à ajouter. Dans ce cas le fil de fer doit être suffisamment tendu pour ne pas faire un creux qui provoquerait des erreurs.

On peut vérifier aussi avec une planche et un niveau de façon qu'il n'y a plus de pente transversale entre chaque paire de piquets.

Avant la mise en culture de la parcelle, l'agriculteur a intérêt à pratiquer une irrigation de contrôle : l'écoulement de l'eau lui indique aussitôt les dernières rectifications à faire.

4. - TEMPS NÉCESSAIRE

Pour le levé topographique

Le levé topographique est rapide : un agent technique muni d'un porte mire et un ouvrier piquettent et lèvent 3ha/jour à 10 m x 10 m.

2. Rectifications nécessaires :

Chaque piquet représente une certaine surface, mais n'est pas toujours placé au niveau moyen de cette surface. De plus lors des levés topographiques, les lectures sont arrondies au centimètre ou au demi-centimètre, de sorte qu'en tenant du calcul le côté moyen est arrondi.

Il en résulte que, lors de la réalisation du nivellement, il peut arriver que l'on manque de terre ou que l'on en ait trop pour les rectifications à faire.

Il faut alors rectifier le niveau de la planche de façon à répartir le manque ou l'excès de terre sur toute la surface. Le niveau réel de la planche sera obtenu en quelques millimètres au-dessus ou au-dessous de celui indiqué par les fils de fer.

Des ouvriers expérimentés peuvent faire sans difficulté les rectifications nécessaires, tout en tenant compte du labour qui se produira dans les parties rectifiées de la première irrigation.

3. Vérification :

Si le topographe est disponible, il est facile de vérifier au niveau que les planches ont été correctement nivelées, c'est-à-dire qu'il n'y a plus de pente transversale et que la pente longitudinale est régulière.

Cette vérification peut être faite sans topographe en tendant des fils de fer transversalement d'un piquet à l'autre pour voir s'il n'y a plus de terre à enlever ou à ajouter. Sans ce que le fil de fer doit être suffisamment tendu pour ne pas faire un arc qui provoquerait des erreurs.

On peut vérifier aussi avec une planche et un niveau de façon qu'il n'y a plus de pente transversale entre chaque paire de piquets.

Avant la mise en culture de la parcelle, l'agriculteur a intérêt à pratiquer une irrigation de contrôle : l'écoulement de l'eau lui indique aussitôt les dernières rectifications à faire.

4 - TEMPS NÉCESSAIRE

Pour le levé topographique

Le levé topographique est rapide : un agent technique expérimenté, un porte mire et un ouvrier piquettent et lèvent 1 ha/jour à 12 a x 10 a.

Pour cette opération, le travail de bureau (calcul des différences), le report sur les vigiles et la pose des file de fer demandent aussi une journée à l'équipe.

Sur le nivellement

Pour les nivellements conventionnels, il faut prévoir, quand on ne change pas la pente générale du terrain, 20 à 25 h de travail et de surveillance par hectare ; ce temps varie suivant la longueur des planches : il est d'autant plus grand que l'écluse est courte.

Si l'on modifie la pente générale, les planches sont habilement courbes et il y a plus de terre à déplacer : le temps nécessaire est alors plus grand.

2. - RECOMMANDATIONS

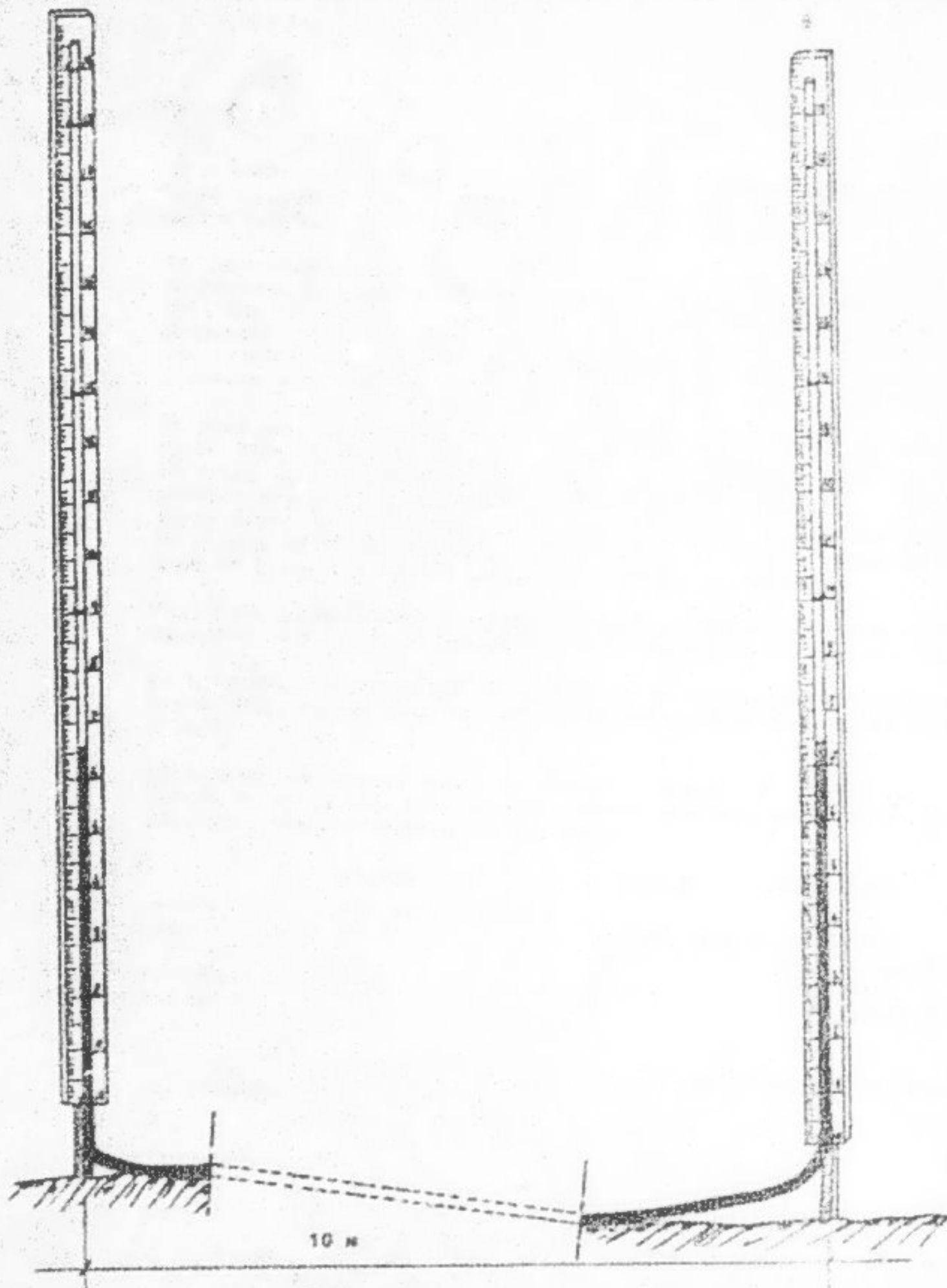
Un nivellement ne se conçoit pas indépendamment. En effet, une fois le terrain en pente régulière, il faut d'une part l'ensemencer, c'est-à-dire le cultiver dans la mise "irrigation de surface" et d'autre part le labourer.

Les deux phases principales de préparation agricole se font :

1. Une succession continue des irrigations qui provoque des écoulements vers les canaux d'écoulement.
2. Une succession continue de labours, la meilleure façon de labourer est le labour à plat (labours alternatifs). Si on laboure en planche, il faut alterner d'une bande sur l'autre les déplacements des machines et des hommes, et labourer perpendiculairement aux canaux d'irrigation.

Il faut aussi prévoir la mise en place des canaux d'écoulement et la mise en place des canaux d'irrigation.

Il faut aussi prévoir la mise en place des canaux d'écoulement et la mise en place des canaux d'irrigation.



REMARQUE

Dans cette note on considère que le levé topographique était fait avec un matériel de topographie. Ces appareils existent dans certains C.A.L.A. ou dans certains services (M.R., I.P., etc...).

On peut utiliser aussi des appareils plus simples qui permettent de déterminer la pente ou la différence de niveau d'un piquet à un autre. Ces appareils demanderont plus de temps et donneront moins de précision. Ils ne peuvent donc être employés pour des superficies importantes. Ils peuvent par contre rendre service à un petit cultivateur pour réaliser peu à peu le nivellement de son exploitation.

On peut par exemple utiliser un niveau à eau, constitué de deux miroirs A et B, reliés avec un tube souple transparent garni d'eau colorée. On fait une première lecture en plaçant le miroir A sur le premier piquet et le miroir B sur le deuxième. La différence des lectures donne la différence de niveau entre les deux premiers piquets. On recommence l'opération en mettant le miroir A sur le deuxième piquet et le miroir B sur le troisième et ainsi de suite.

Pour pouvoir employer la méthode de calcul indiquée ci-dessous, il faut donner au premier piquet une cote fictive : 100 par exemple.

La cote du deuxième piquet sera obtenue en modifiant en plus ou en moins cette valeur avec la différence des lectures entre les miroirs B et A.

Le tableau ci-dessous donne un exemple à partir des piquets de la rangée T1 de la page 11 et montre comment disposer en colonnes les lectures, les différences et les cotes.

Rangée T1	Miroir A	Miroir B	Différence	Cote
Premier piquet	66 (1ère lecture)			100
Deuxième piquet	65,5	75 (1ère lect.)	9 (75-66)	109
Troisième piquet	66	75,5	10 (75,5-66,5)	119
Quatrième piquet	67,5	75	9 (75-66)	128
Cinquième piquet		73,5	6 (73,5-67,5)	134

Noter que les lectures faites sur le miroir B sont décalées par rapport aux lectures faites sur le miroir A.

Pour la rangée de piquets 12, les notes sont calculées selon la même méthode par rapport au premier piquet de la première rangée.

	FILE A	FILE B	DIFFERENCE	NOTE
Premier piquet 1 ₁	70			100
Premier piquet 1 ₂	65,5	71	1	101
Quatrième piquet 1 ₂	69	75,5	10	111
Troisième piquet 1 ₂		73	3	116

etc.,.

Les notes fictives sont inscrites dans les colonnes 11, 12... du tableau de la page 9 et le calcul des hauteurs de terre à enlever ou à ajouter se fait de la façon décrite dans la note.

FIN

128

VIII