IICA

INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA — OEA —

QUELQUES REFLEXIONS SUR L'ASPECT NON STRUCTUREL DES SYSTEMES D'IRRIGATION EN HAITI

par

R. Humberto Pizarro C.
Spécialiste en Projets d'Irrigation
IICA/HAITI

A2/HT-87-014

(141)

Bureau de l'IICA en Haiti

Digitized by Google

Digitized by Google

E DES MATIERES

Digitized by Google

Digitized by Google

LISTE DE TABLEAUX

Digitized by Google

Digitized by Google

LISTE DES FIGURES

Digitized by Google

Digitized by Google

RESUME

L'augmentation de la productivité agricole est la réponse immédiate à l'investissement dans un système d'irrigation, d'une part, pour amortir le décaissement et permettre la réalisation d'autres projets, ainsi que pour améliorer le niveau de vie des usagers, et, d'autre part, pour satisfaire la demande de produits agricoles dont le pays a besoin.

Pour cela, il est nécessaire que l'aspect non structurel, (la gestion de l'eau) reçoive une grande attention. On présente ici quelques caractéristiques des systèmes d'irrigation en Haiti ainsi que le rôle que jouent la fonction de production de l'eau, les méthodes d'application de l'eau à la parcelle, et le plan de cultures irriguées en tant qu'éléments de base de l'agriculture irriguée.

Digitized by Google

Digitized by Google

QUELQUES REFLEXIONS SUR L'ASPECT NON STRUCTUREL DES SYSTEMES D'IRRIGATION EN HAITI

1. GENERALITES

Le paysan haitien a une longue expérience de l'agriculture irriguée. Il reconnaît le rôle clef que l'eau joue dans la productivité agricole, cependant, dans la plupart des systèmes d'irrigation, l'eau n'arrive pas à la parcelle.

Bien que l'effort multiplicateur socio-économique de l'investissement pour la mise en place d'un système d'irrigation doive se concrétiser par l'augmentation du rendement au niveau de la parcelle, dans presque tous les systèmes existants dans le pays, les réseaux tertiaires et arroseurs sont laissés à la responsabilité de l'usager. Celui-ci qui, en général, ne possède ni la technique, ni les moyens pour le faire, emploie les procédures à sa portée pour dériver l'eau vers ses terres. Cela est l'origine d'une mauvaise efficacité de l'utilisation de l'eau, et celle-ci ne contribue pas à l'amélioration de la production.

Un système d'irrigation comporte d'une part l'aspect physique, soit l'ensemble des structures qui facilitent l'acheminement de l'eau de son origine vers la parcelle: barrage, retenue, évacuateur des crues, vanne d'admission, canal tête morte, bassin de sédimentation, canal et vanne de chasse, jauge, partiteurs, réseau de conduction, (canal primaire, secondaire et tertiaire), réseau de distribution (arroseurs), ainsi que les ouvrages d'art pour franchir les difficultés topographiques, tels que: aqueducs ponceaux, siphons, chutes; et d'autre part, l'aspect non structurel lié à la

Digitized by Google

Digitized by Google

fonction de production de l'eau qui doit tenir compte du sol, de la culture, du climat, des habitudes, et des connaissances de l'usager dans la pratique de l'irrigation. La maîtrise de la méthode pour que l'unité d'irrigation ait des dimensions et une pente longitudinale concordantes avec le débit d'application, ainsi que le respect de la fréquence d'application de la lame d'eau de restitution, donneront lieu à l'obtention du rendement désiré. La manipulation de l'eau disponible à l'usager est capitale dans la production agricole, elle doit conduire à l'obtention de la fonction optimale de l'eau. L'élaboration du plan de cultures irriguées pour harmoniser la disponibilité des intrants de la production (ressources hydriques, fertilisants, semences, main-d'oeuvre, etc.) avec la superficie plantée et le marché à satisfaire, l'organisation d'usagers, la formation des responsables de la distribution de l'eau (controlleurs, syndics), le tarif d'irrigation (pour couvrir les dépenses d'opération, entretien et administration du système d'irrigation, et la recherche et la vulgarisation des techniques d'irrigation.

2. TRAITS GENERAUX DES SYSTEMES D'IRRIGATION EN HAITI.

2.1. Système d'irrigation isolé du bassin versant.

La majorité des systèmes d'irrigation en Haiti sont alimentés par l'eau superficielle qui coule dans les rivières et/ou ravines. Les efforts sont concentrés dans le captage, ainsi que dans la conduction du débit. Le bassin versant qui receptionne, emmaganise, et véhicule l'eau de pluie ne reçoit aucune attention. La conservation des sols et le contrôle des ravines ne se pratiquent pas. L'eau dérivée pour l'irrigation au point de captage est le ruissellement naturel, résultat de l'action de la situation du bassin sur la pluie.

Si la couverture végétale est dense, l'eau charrie moins de matière solide, l'hydrogramme est plus applati et d'une plus longue durée. Au contraire, lorsque la couverture végétale est rare, l'eau transporte une forte quantité de sédiments, et l'hydrogramme est concentré: le sommet est très élevé et sa durée est courte, ce qui est à l'origine des inondations. Le manque de protection du bassin versant est la cause de la forte variabilité du débit qui est un risque pour l'agri-

Digitized by Google

Digitized by Google

culture irriguée, parce que l'eau n'est plus disponible pendant la période végétative des cultures, ce qui affecte la productivité et limite le nombre de récoltes par année. La situation actuelle du système d'irrigation de la rivière Momance dans le district agricole Port-au-Prince Sud (Léogâne) est un exemple de la constatation qu'on vient de présenter.

2.2. Réseau de conduction et distribution de l'eau inachevé

Le réseau d'irrigation dans la plupart des systèmes est incomplet. On y distingue plusieurs situations:

- Si le système a été construit sous financement extérieur, les structures de conduction s'arrêtent au niveau des canaux secondaires. Les canaux tertiaires et arroseurs, ainsi que l'application de l'eau à la parcelle sont laissés à la responsabilité des usagers. Ceux-ci brisent les canaux existants pour acheminer l'eau vers leurs parcelles, ce qui est la cause de la faible efficience de l'utilisation des ressources hydriques. Le grand système de l'ODVA est un exemple de ce type.

- Si le système a été construit sous financement de l'Etat, on y trouve les ouvrages de prise, le canal principal, et quelques canaux secondaires. En général, le système n'est pas opérationnel. Les systèmes de Dupuy et de Bechade dans le district agricole de Petit-Goâve sont des exemples de la constatation que l'on vient de montrer.

- Si le système est construit par l'effort de la communauté, la prise

Digitized by Google

Digitized by Google

rustique (après chaque crue le groupe refait la prise), et le canal principal sont les seuls ouvrages qu'on y trouve. Le réseau est complété par des rigoles qui conduisent l'eau à la parcelle. La plupart des systèmes dans le district agricole de Jacmel sont un exemple de cette constatation.

2.3. Absence de contrôle du débit de captage.

La majorité des systèmes ne sont pas équipés pour la distribution et le contrôle de l'eau. L'absence de vannes et d'appareils de jaugeage ne permettent ni une répartition équitable, ni l'application de l'eau selon les besoins de cultures. Ceci est à l'origine de la mauvaise gestion des ressources disponibles, et l'eau ne contribue pas à améliorer la productivité agricole. L'eau disponible et employée au gré des usagers n'arrive pas en aval; le résultat est un gaspillage en amont et une rareté en aval. Le système de la rivière Momance est un exemple de cette constatation.

2.4. Le tour d'eau déphasé des besoins des cultures.

Dans le système où le tour d'eau a été établi, ceci se fait, ou bien en fonction de la superficie à irriguer, ou bien de manière arbitraire, par exemple à Petit-Goâve.

On considère que l'aire dominée par un canal doit être irriguée pendant les 168 heures qu'il y a dans les 7 jours d'une semaine. Ainsi, chaque usager reçoit l'eau une fois par semaine (le même jour) pendant une durée qui dépend de la taille de la superficie à irriguer. Dans le système de la Rivière Blanche, la fréquence du tour d'eau est de 15, 22 à 30 jours, dépendant de la taille de la superficie dominée par le canal

Digitized by Google

Digitized by Google

dans lequel se trouve le périmètre. Ceci montre que l'irrigation ne tient pas compte des besoins agronomiques et agrologiques de la culture. La fonction de production de l'eau est totalement négligée.

2.5. Le système d'irrigation est limité à la construction d'ouvrages.

Jusqu'à présent, les systèmes d'irrigation sont conçus comme étant la construction d'ouvrages: prises en béton, maçonneries ou gabions, canaux de conduction, et structures particulières pour surmonter les obstacles topographiques, tels que: aqueducs, siphons, etc. Mais très peu a été fait pour la systématisation des terres à irriguer, les terres ne sont pas nivelées, les dimensions des unités d'irrigation ne sont pas concordantes avec la méthode gravitaire d'application de l'eau à la parcelle. A cause du manque de coordination des éléments qui interviennent dans l'application de l'eau à la parcelle (le débit et sa façon d'application, la pente, la largeur et la longueur de l'unité d'irrigation, la profondeur des racines à mouiller, la lame d'eau à appliquer, et le temps d'irrigation), l'efficience d'application de l'eau est très basse.

L'investissement pour mettre en place les structures n'a pas son effet multiplicateur économique parce que la productivité de la parcelle n'est pas modifiée et, par conséquent, le paysan n'améliore pas son niveau de vie, et le pays s'appauvri parce qu'on n'obtient pas le revenu nécessaire à couvrir les coûts de production et les obligations pour amortir l'emprunt dans lequel la nation s'est engagée pour la construction d'ouvrages.

2.6. Manque d'organisation des usagers.

Les usagers ne sont pas organisés, ils n'ont aucune responsabilité dans la gestion de l'eau. L'entretien des canaux tertiaires (quand ils

Digitized by Google

Digitized by Google

existent) ne se fait pas régulièrement. Par ailleurs, l'entretien des ouvrages principaux ainsi que des canaux primaires et secondaires (qui d'après le Code Rural, doit être à la charge de l'Etat), se fait avec une très basse fréquence (tous les 4 ou 5 ans). Cette situation ne favorise, ni l'utilisation rationnelle des ressources hydriques, ni la distribution équitable de l'eau disponible.

2.7. Absence de compétence professionnelle pour la distribution de l'eau.

Les responsables de la distribution de l'eau (ingénieurs, controlleur, syndic, président de canal, etc.) ne possèdent ni la formation, ni les moyens pour assurer une répartition de l'eau. Dans la plupart des districts agricoles, le personnel chargé de la gestion de l'eau n'est pas suffisant.

2.8. Tarif d'irrigation insuffisant.

Le tarif d'irrigation a un taux fixe depuis quelques années. Le montant perçu par le Bureau de Contributions d'une part n'est pas suffisant pour couvrir les dépenses pour la gestion de l'eau, et d'autre part, il ne revient pas au district agricole. De ce fait, la majorité des usagers à l'heure actuelle refuse de payer le tarif d'irrigation.

Il est nécessaire de faire remarquer que le but du tarif d'irrigation est de faire face aux dépenses d'opération, d'entretien et d'administration du système d'irrigation. A partir de cela, il est évident que le tarif d'irrigation sera différent pour chaque système et que, compte tenu des variations des coûts, le tarif changera au fil des années. Pour déterminer le tarif d'irrigation par unité de surface, il faut connaître la superficie desservie, le coût du personnel aussi bien du bureau que du terrain y compris le personnel administratif pour

Digitized by Google

Digitized by Google

assurer la distribution de l'eau, le coût d'opération pour le fonctionnement du bureau et pour le travail des opérateurs de terrain, et le coût d'entretien d'ouvrages pour qu'ils fonctionnent efficacement pendant la période de vie qu'on leur a accordée.

La meilleure manière d'assurer le travail intégral du système d'irrigation est l'organisation d'usagers pour qu'ils prennent la responsabilité du fonctionnement du système. Ainsi, ils veilleront à la protection du bassin versant, à l'entretien du système dans son double volet: structurel et non structurel, et à la systématisation des terres pour l'irrigation.

3. PRINCIPES DE BASE POUR L'AMENAGEMENT DE L'IRRIGATION

3.1. La fonction de production de l'humidité.

Parmi les intrants de la production agricole, l'eau est celui qui limite la productivité de telle façon que le contrôle de l'humidité du sol est important pour le succès de l'agriculture irriguée. Les cultures répondent au taux d'humidité du sol de telle manière que pour la gestion efficace de l'irrigation, il s'avère nécessaire de connaître l'effet quantatif du déficit hydrique sur le rendement des cultures.

Dans le tableau I, on présente les résultats des expériences concernant le potentiel matriciel du sol (tolérable pour les plantes) auquel on doit déclencher l'irrigation pour ne pas affecter le rendement des cultures. D'après cette information, on voit que la plupart des cultures doivent recevoir de l'eau avant que le potentiel matriciel du sol n'arrive à -0,7 bar, pour veiller à obtenir la productivité

Digitized by Google

Digitized by Google

maximale.

Bien que les indications du tableau I nous renseignent sur les valeurs de succion, les conditions d'opération (équipe de travail, méthode d'application de l'eau à la parcelle, le climat, la disponibilité de main-d'oeuvre, etc.) ne permettent pas de réaliser la gestion optimale de l'agriculture irriguée. C'est la raison pour laquelle on doit connaître la relation qui peut être établie entre la teneur d'humidité au sol et la productivité, pour déterminer le niveau de gestion de l'irrigation de la part de l'usager qui donnera lieu à sa productivité maximale, laquelle sera le résultat de la mise en opération des moyens dont il dispose.

Il est important de souligner que des travaux plus détaillés ont permis de déterminer les périodes du cycle végétatif des cultures, pendant lesquelles le déficit d'humidité diminue considérablement la productivité. Cette étape du cycle végétatif de la plante a été nommée "Période Critique de la culture". Le tableau II montre les périodes critiques pour quelques cultures.

3.2. La productivité relative.

Pour chaque culture qui pousse dans un environnement donné, sans limitation de sol (profondeur, teneur en sel adéquate, texture favorable à la retention de l'humidité et des fertilisants), ni de l'eau (sol à capacité au champ), on peut obtenir une productivité maximale ou potentielle. Si le niveau d'humidité pour la consommation des plantes n'est pas à son taux optimal, on obtiendra une productivité réelle (inférieure à la productivité potentielle). La relation entre la productivité

Digitized by Google

Digitized by Google

réelle et la productivité potentielle est la productivité relative. Celle-ci, dépourvue d'unités, permet la comparaison des productivités de la culture (différentes variétés qui croissent dans de différents climats).

3.3. La productivité relative et le potentiel matriciel du sol.

Pour déterminer la relation entre la productivité relative et le potentiel matriciel du sol, Millar 1985, a présenté graphiquement, pour quelques cultures, les résultats de ce type de recherche.

La figure I montre, pour différents types de sols, en abscisse le pourcentage d'humidité disponible dans le sol (différence entre la capacité au champ et le point de flétrissement), consommé par les plantes, et en ordonnée le potentiel matriciel du sol (bar).

La figure II pour le mais présente en ordonnée la productivité relative (%), et en abscisse le potentiel matriciel du sol (bar). De 100% à 50% de productivité relative, la pente de la courbe est très raide; ce qui signifie qu'une faible variation du potentiel matriciel produit une importante variation de la productivité relative. Ainsi, on obtiendra 100% de productivité en irrigant au potentiel -0,5 bar, 90% à 1 bar, 75% à 2 bars, 62% à 3 bars.

La figure III est une indication de l'effet du déficit hydrique, dans la productivité relative suivant le cycle végétatif du mais. On voit que la carence d'eau pendant la période comprise entre la floraison féminine et la pollinisation diminue considérablement la productivité, et de ce fait, elle constitue la période critique du mais.

Similairement, les figures IV, et V font référence, respectivement

Digitized by Google

Digitized by Google

au comportement de la productivité relative du haricot et le potentiel matriciel ainsi qu'à cela pendant le cycle phénologique. Egalement, la pente de la courbe de la figure IV est raide entre 100% et 50% de productivité relative. Cela veut dire qu'une petite variation de potentiel produit une forte variation de la productivité relative, relation qui doit être tenue en compte lors de la gestion de l'application de l'eau à la parcelle cultivée en haricot.

D'après la figure V, la plus grande chute de la productivité se produit lorsque le déficit d'humidité se fait sentir pendant la floraison.

Des courbes similaires ont été élaborées pour d'autres cultures. Avant d'entamer des recherches de ce type, il est nécessaire de consulter les travaux effectués dans d'autres climats sur la même culture et approfondir l'investigation pour préciser davantage la relation entre la productivité relative et le potentiel matriciel du sol. Lorsqu'on s'intéresse à l'aménagement de l'application de l'eau à la parcelle, il faudra disposer de:

1. La courbe de retention d'humidité (teneur volumétrique d'eau), en fonction du potentiel matriciel du sol. Th = f(P.m).
2. Profondeur effective du système radiculaire de la culture d'intérêt. Profondeur dans laquelle on trouve 90% de racines.
3. L' évapotranspiration de la culture par phase du cycle phénologique.

Le tableau III résume les potentiels matriciels du sol, pour quelques types de cultures, pour obtenir la productivité relative indiquée. Exemple: si tous les intrants de la production agricole sont à leur

Digitized by Google

Digitized by Google

niveau optimal, les valeurs suivantes montrent pour la pomme de terre, la relation entre la productivité relative (%) et le potentiel matriciel auquel on doit déclencher l'irrigation.

Productivité Relative (%)	100	90	80	70	60	50
Potentiel Matriciel (bar)	-0,25	-0,65	-1,1	-1,6	-2,0	-2,5

La maîtrise de ces techniques permettra à l'usager d'une part de s'adapter aux conditions de disponibilité temporelle de la ressource hydrique (pluie et irrigation), d'adopter un patron de cultures qui lui apporte la plus forte rentabilité pour les moyens dont il dispose, et d'autre part, trouver dans l'irrigation le facteur de développement rural pour améliorer son bien-être.

4. LES METHODES D'APPLICATION DE L'EAU A LA PARCELLE.

Le but physique de l'irrigation est de remplacer l'humidité du sol (qui a été consommée par évapotranspiration et par percolation au delà de la profondeur effective) pour créer un environnement favorable à la croissance des plantes pour que celles-ci donnent la productivité escomptée. Cependant, pour obtenir le rendement optimal, il faut une

Digitized by Google

Digitized by Google

étroite relation entre l'unité d'irrigation (superficie du terrain qui est irrigué, comme un ensemble, par une main d'eau), d'une part; et, la pente superficielle, la vitesse d'infiltration et le débit d'application, d'autre part.

Pour chaque type de terrain (topographie, texture du sol, teneur en sel) et pour chaque culture il y a une méthode d'application de l'eau à la parcelle qui permet l'utilisation optimale de l'eau.

Les méthodes d'application de l'eau à la parcelle cultivée peuvent être classées d'après l'énergie employée en méthodes gravitaires et mécanisées. Dans les premières, on a les rigoles, les bassins, et les calants dans lesquels l'écoulement emploie la force de la pesanteur; dans les dernières, on a besoin d'une source d'énergie artificielle pour appliquer l'eau, exemple: l'aspersion, et le goutte-à-goutte.

Si on considère la distribution de l'humidité sur la surface du sol, il y a les méthodes qui mouillent toute la surface, telles que: les calants, les bassins, et l'aspersion; et les méthodes localisées, telles que: les rigoles et le goutte-à-goutte, dans lesquelles l'eau mouille seulement une partie de la surface.

Du point de vue de la consommation de l'eau, les dernières méthodes sont plus efficientes, mais elles demandent un plus grand investissement initial dans la systématisation des terres et dans l'équipement à mettre en place. D'après les documents existante et la planification de l'agri-

Digitized by Google

Digitized by Google

culture irriguée, on peut obtenir la méthode adéquate d'application de l'eau à la parcelle. Une fois choisie la méthode, il faut quantifier les paramètres demande une étude in situ pour connaître les caractéristiques hydriques du sol (capacité du champ, point de flétrissement, densité volumique, vitesse et capacité d'infiltration), la tension optimale pour la reposition de l'eau, la pente superficielle du terrain, la largeur et la longueur de l'unité d'irrigation (bassin) ou la longueur, l'écartement et la pente de rigoles, et le débit d'application. L'usager doit maîtriser la main d'eau mise à sa disposition.

La vitesse de l'écoulement doit mouiller convenablement l'unité d'irrigation sans éroder le sol, ni donner lieu au ruisellement important, tout en satisfaisant l'infiltration du sol. Les exigences de l'application de l'eau à la parcelle sont spécifiques à chaque culture et doivent être comblées sur le lieu.

On doit souligner que l'irrigation demande des investissements qui doivent nécessairement avoir un effet multiplicateur dans l'économie de la zone du projet, lequel a son origine dans l'augmentation de la production par le biais d'un meilleur rendement et de l'augmentation du nombre de récoltes par année (Efficacité d'utilisation de la terre).

Compte tenu des énoncés ci-dessus mentionés, il est évident que l'application de l'eau à la parcelle mérite la même considération que l'aspect structurel, car, c'est à ce niveau que se justifient les efforts technico-économiques de l'irrigation. On a constaté que dans la plupart

Digitized by Google

Digitized by Google

des systèmes d'irrigation existant en Haiti, très peu a été fait dans ce domaine, et que, par conséquent, il constitue un champ de recherche qui s'avère très utile pour le génie rural.

5. LE PLAN DE CULTURES DANS UN SYSTEME D'IRRIGATION.

L'agriculture irriguée doit être considérée comme un pôle de développement rural orienté à satisfaire les demandes d'un marché qui a été attentivement étudié et que pour cela on optimise les intrants de la production agricole.

Le plan de cultures irriguées est un moyen qui s'avère très efficace dans l'agriculture irriguée pour faciliter l'utilisation rationnelle des ressources disponibles (eau, sol, fertilisants, main d'oeuvre), au bénéfice des types de cultures appropriées plantées à l'époque, plus favorable aussi bien pour le rendement que pour le marché. (La meilleure demande au meilleur prix).

Du point de vue de la disponibilité de la ressource hydrique, les systèmes d'irrigation peuvent être classés en réguliers et irréguliers. Dans les premiers, on considère ceux dont le débit d'eau est tout le temps supérieur à celui qui peut être dérivé par la structure de prise, exemple: les systèmes d'irrigation alimentés par la rivière Trois Rivières. Sont des systèmes irréguliers, ceux dont l'écoulement disponible est tout le temps inférieur à celui que peut dériver la structure de captage; il est évident que la majorité des systèmes d'irrigation en Haiti appartient à

Digitized by Google

Digitized by Google

ce groupe.

Dans ce cas, le plan de cultures irriguées doit commencer pour déterminer avec précision les disponibilités hydriques dans le temps et dans l'espace (le jaugeage de la pluie, du débit des rivières, de sources et de l'eau souterraine, pour une période assez longue, joue un rôle clef); ensuite, les types de sols et les cultures avec leurs périodes végétatives et la superficie emblavée par chaque culture, et établir le calendrier agricole. Après, on calcule les besoins d'irrigation de chaque secteur et pour tout le système, l'estimation de l'efficience d'application de l'eau, (dans les méthodes gravitaires l'efficience d'application est très faible, de 30 à 50%), qui permet de calculer les besoins brutes d'irrigation pour chaque secteur et pour tout le système.

L'évaluation de la capacité du réseau de conduction montrera les besoins de canaux pour la distribution de l'eau afin d'assurer en permanence la satisfaction hydrique du plan de culture irriguée pour la productivité relative optimale.

6. CONCLUSIONS.

1. En général, l'irrigation en Haiti jusqu'à présent n'a pas contribué au développement rural par le biais de l'amélioration du rendement agricole, parce qu'elle montre des défauts d'origine tels que: ne pas tenir compte des habitudes de la population rurale (les ouvrages d'irrigation servent de lavoirs, abreuvoirs, etc.), concentrer la totalité

Digitized by Google

Digitized by Google

de l'investissement dans les structures (Eléphants blancs), et négliger l'application de l'eau à la parcelle et toutes les activité que ceci implique comme: l'organisation des usagers, l'organisation de l'opération et de l'entretien des systèmes d'irrigation, la systématisation des terres pour l'irrigation et la construction des réseaux tertiaires et arroseurs.

2. L'effet multiplicateur économique de l'investissement en irrigation ne fonctionne pas parce que la productivité agricole n'est pas augmentée à cause de l'absence de la fonction de production de l'eau.

3. Le pays doit employer l'irrigation comme un moyen de développement rural, lequel doit s'appuyer sur l'emploi obligatoire du plan de cultures irriguées. Celui-ci s'élaborera annuellement dans chaque système d'irrigation.

Digitized by Google

Digitized by Google

Tableau I: Potentiel matriciel (succion) du sol auquel on doit déclen-clencher l'irrigation pour obtenir la productivité maximale des cultures.*

CULTURE	POTENTIEL MATRICIEL (BAR)	REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE
Chou	-(0,60 - 0,70)	Vittum et Al. 1963 Pew, 1958.
Pois	-(0,30 - 0,50)	Taylor, 1965
Celeri	-(0,20 - 0,30)	Haise & Hagan, 1967
Laitue	-(0,40 - 0,60)	Vissar, 1959. Pew, 1958
Mais sucré	-(0,50 - 1,0)	Vittum & Al, 1963
Oignon	-(0,45 - 0,65)	Pew, 1958
Pomme de terre	-(0,30 - 0,50)	Vittum & Al, 1963 Pew, 1958
Carotte	-(0,55 - 0,65)	Pew, 1958
Chou-fleur	-(0,60 - 0,70)	Pew, 1958
Tomate	-(0,80 - 1,50)	Vittum & Al, 1958 Vittum & Al, 1963
Concombre	-(1,0 - 3,0)	Doorenbos & Pruitt, 1975
Blé	-(0,80 - 1,50)	Doorenbos & Pruitt, 1965
Blé (maturité)	-(3,0 - 4,0)	Doorenbos & Pruitt, 1975
Maïs vert	- 0,50	Taylor, 1965
Maïs (maturité)	-(8,0 - 12,0)	Taylor, 1965
Céréales vertes	-(0,40 - 0,50)	Taylor, 1965
Haricot	-(0,75 - 2,0)	Vittum & Al, 1963
Fraise	-(0,20 - 0,30)	Haise & Hagan, 1967

Digitized by Google

Digitized by Google

Tableau I (fin)

CULTURE	POTENTIEL MATRICIEL (BAR)	REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE
Cantaloupe	-(0,35 - 0,40)	Marsh, 1961 Few, 1958
Banane	-(0,30 - 1,50)	Schimueli, 1953
Vigne (1ère. réc.)	-(0,40 - 0,50)	Haise & Hagan, 1967
Vigne (plantes étab.)	- 1,0	Haise & Hagan, 1967
Citronier	- 4,0	Haise & Hagan, 1967
Oranger	-(0,20 - 1,0)	Stolzy & Al, 1963
Avocatier	- 0,50	Richards & Al, 1962
Melon	-(0,30 - 0,80)	Doorenbos & Pruitt, 1975
Petit mil	-(0,60 - 1,3)	Doorenbos & Pruitt, 1975
Luzerne	- 1,50	Taylor, 1965
Trèfle	-(0,30 - 0,60)	Doorenbos & Pruitt, 1975
Tabac	-(0,30 - 0,80)	Jones & Al, 1960
Canne-à-sucre	-(0,25 - 0,30) -(0,80 - 1,50)	Anonime, 1954 Doorenbos & Pruitt, 1975
Betterave sucrière	-(0,40 - 0,60)	Taylor, 1965
Coton	-(1,0 - 3,0)	Doorenbos & Pruitt, 1975
Cartam	-(1,0 - 2,0)	Doorenbos & Pruitt, 1975
Soya	-(0,50 - 1,50)	Doorenbos & Pruitt, 1975

* Millar 1985.

Digitized by Google

Digitized by Google

Tableau II: Périodes critiques au déficit d'humidité de quelques cultures.*

CULTURE	PERIODE CRITIQUE	REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE
Chou	Pendant la pommaison et le renflement des pommes.	James & Drinkwater, 1959. Vittus & Al, 1963. Drew, 1966.
Petit pois	Début floraison et pendant le gonflement du grain.	Salter, 1962-1963
Laitue	Avant la récolte. Pendant la formation de la tête.	Sale, 1966. Singh & Alderfer, 1966.
Oignon (bulbe)	Pendant la formation du bulbe.	Lis & Al, 1967. Singh & Alderfer, 1966.
Oignon (semence)	Floraison	Salter & Goode, 1967.
Pommes de terre	Après la formation du tubercule. Stolonisation et début de la tubérisation. Floraison et tubérisation Floraison à récolte.	Winter, 1960. Taylor & Rognerud,1959. Sctruchtemeyer, 1960 Lis & Al, 1964. Nijensohn & Al, 1964. Doorenbos & Pruitt, 1975.
Chou-fleur	Sans période critique, irrigation fréquente dès la plantation.	Salter, 1961. Doorenbos & Pruitt, 1975.
Tomate	Floraison. Formation des fleurs et croissance rapide des fruits.	Erassi & Al, 1967. Salter & Goode, 1967.
Radis	Pendant la formation et la croissance de la racine.	Singh & Alderfer, 1966.
Blé	Epi et formation de grains, Deux semaines avant la pollisation.	Lahane & Staple, 1962. Doorenbos & Pruitt, 1975.

Digitized by Google

Digitized by Google

Tableau II (Suite)

CULTURE	PERIODE CRITIQUE	REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE
Orge	Epi à grains laiteux.	Jensen, Millar & Bauer, 1967
	Grain laiteux.	Wells & Dubetz, 1966.
Avoine	Début de l'épiaison.	Van der Paaum, 1946.
	Emergence épi à la fin de l'épiaison.	Doorenbos & Pruitt, 1975.
Maïs	Avant la pollinisation.	Denmead & Shaw, 1960
	Pendant la formation de de l'épi de maïs.	Robins & Domingo, 1953.
		Runge & Odell, 1958.
		Home & Rhoades, 1955.
	La période de pollinisation très critique s'il n'y avait pas un déficit avant.	Doorenbos & Pruitt, 1975.
Haricot	Floraison et formation des gousses.	Kattan & Fleming, 1956.
	Floraison et formation des gousses > déficit avant maturité.	Doorenbos & Pruitt, 1975.
	Maturité précoce si avant il n'y avait pas de déficit.	
Fraise	Développement du fruit à la maturité.	Doorenboos & Pruitt, 1975.
Melon	Floraison à récolte	Doorenbos & Pruitt, 1975.
Vigne	Début de la croissance.	Kasinatis, 1967.
	Après la formation des grains	Vaadia & Kasinatis, 1961.
Agrumes	Floraison et formation du fruit.	Salter & Goode, 1967
	Une grande floraison peut être obtenue par un déficit avant avant celle-ci (citron).	Dorenbos & Pruitt, 1975.
Abricot	Floraison et développement des bourgeons.	Uriu, 1964.
Cerise & Pêche	Période de croissance rapide avant la maturité.	Hildreth, Magnesa & Mitchell, 1941.

Digitized by Google

Digitized by Google

Tableau II (Fin)

CULTURE	PERIODE CRITIQUE	REFERENCE BIBLIOGRAPHIE
Petit mil	Enracinement secondaire et taillage jusqu'à la montaison, épinaison, floraison et formation du grain. Remplissage du grain.	Doorenbos & Pruitt, 1975.
Canne-à-sucre	Période de croissance végétative maximum.	Doorenbos & Pruitt, 1975.
Betterave (semence)	Floraison et croissance de la semence 3-4 semaines après l'émergence.	Salter & Goode, 1967. Doorenbos & Pruitt, 1975.
Coton	Floraison et formation des capsules Phases antérieures après formation des capsules.	Doorenbos & Pruitt, 1975.
	Début de floraison.	Marani & Horwitz, 1963.
	Pré-floraison.	Salter & Goode, 1967.
Soya	Période de croissance maximale (végétative et de floraison)	Salter & Goode, 1967.

* D'après Millar A. A. 1985.

Digitized by Google

Digitized by Google

Tableau III: Potentiel matriciel du sol (Bar) pour déclencher l'irrigation afin d'obtenir la productivité relative indiquée.

Culture	Niveau de productivité potentielle (%)					
	100	90	80	70	60	50
	Potentiel matriciel du sol (bar)					
Blé (orge)	-0,50	-1,75	-3,2	-4,6	-6,3	-8.5
Maïs	-0,50	-0,90	-1,6	-2,4	-3,4	-4,9
Haricot	-0,80	-1,70	-2,5	-4,0	-6,0	-
Oignon	-0,50	-1,6	-2,1	-2,9	-3,7	-5,0
Pomme de terre	-0,25	-0,65	-1,1	-1,6	-2,0	-2,5
Tomate	-0,50	-2,0	-2,7	-4,0	-9,0	-
Laitue	-0,15	-0,3	-0,5	-0,75	-1,1	-1,5
Haricot vert	-0,40	-2,4	-3,3	-4,0	-4,5	-4,95
Melon	-0,50	-2,2	-3,6	-6,0	-9,5	-
Coton	-0,60	-2,5	-7,5	-9,75	-	-
Canne-à-sucre	-0,50	-0,75	-1,0	-1,3	-1,6	-2,0

Digitized by Google

Digitized by Google

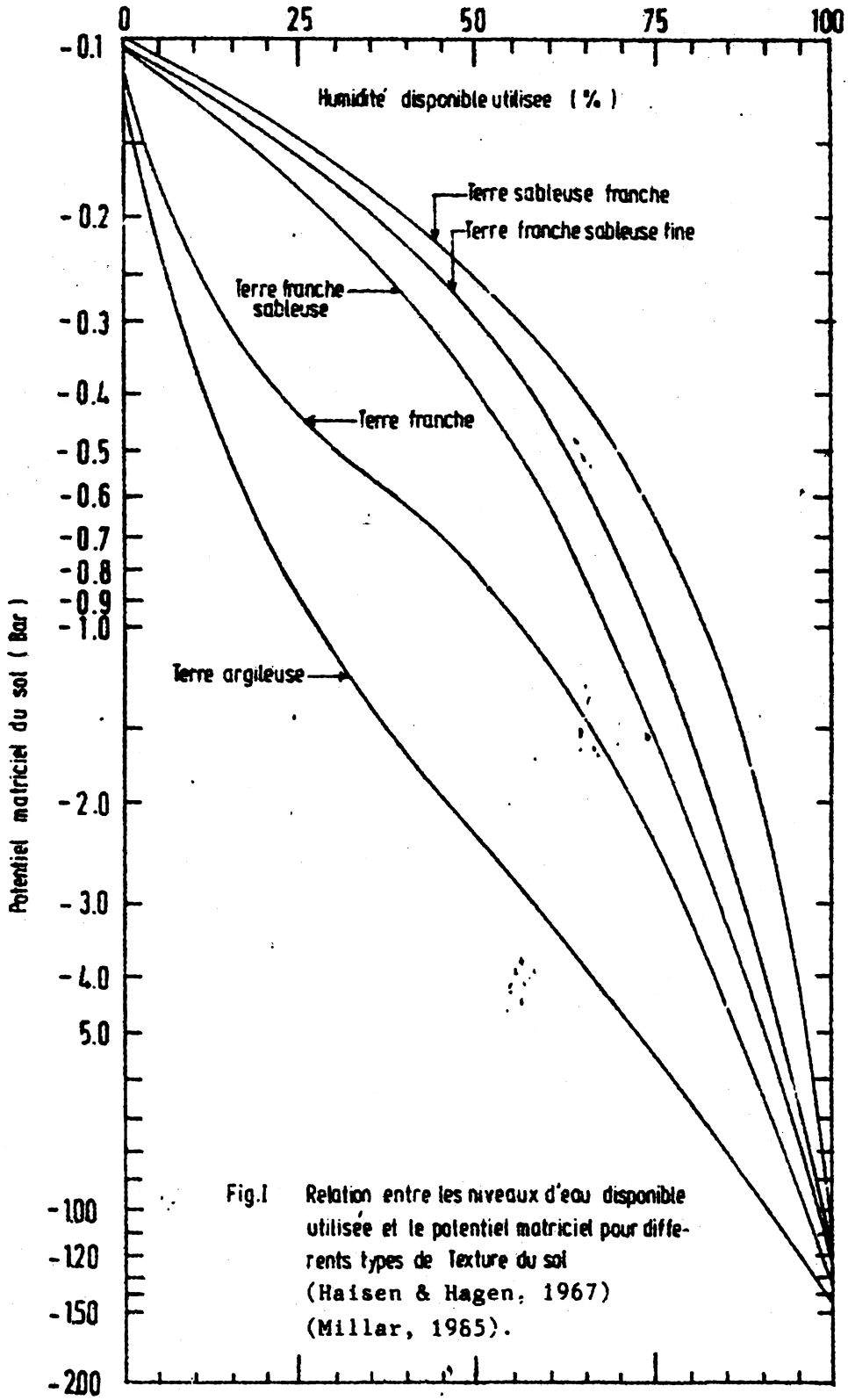


Fig.I Relation entre les niveaux d'eau disponible utilisée et le potentiel matriciel pour differents types de Texture du sol (Haisen & Hagen, 1967) (Millar, 1965).

Digitized by Google

Digitized by Google

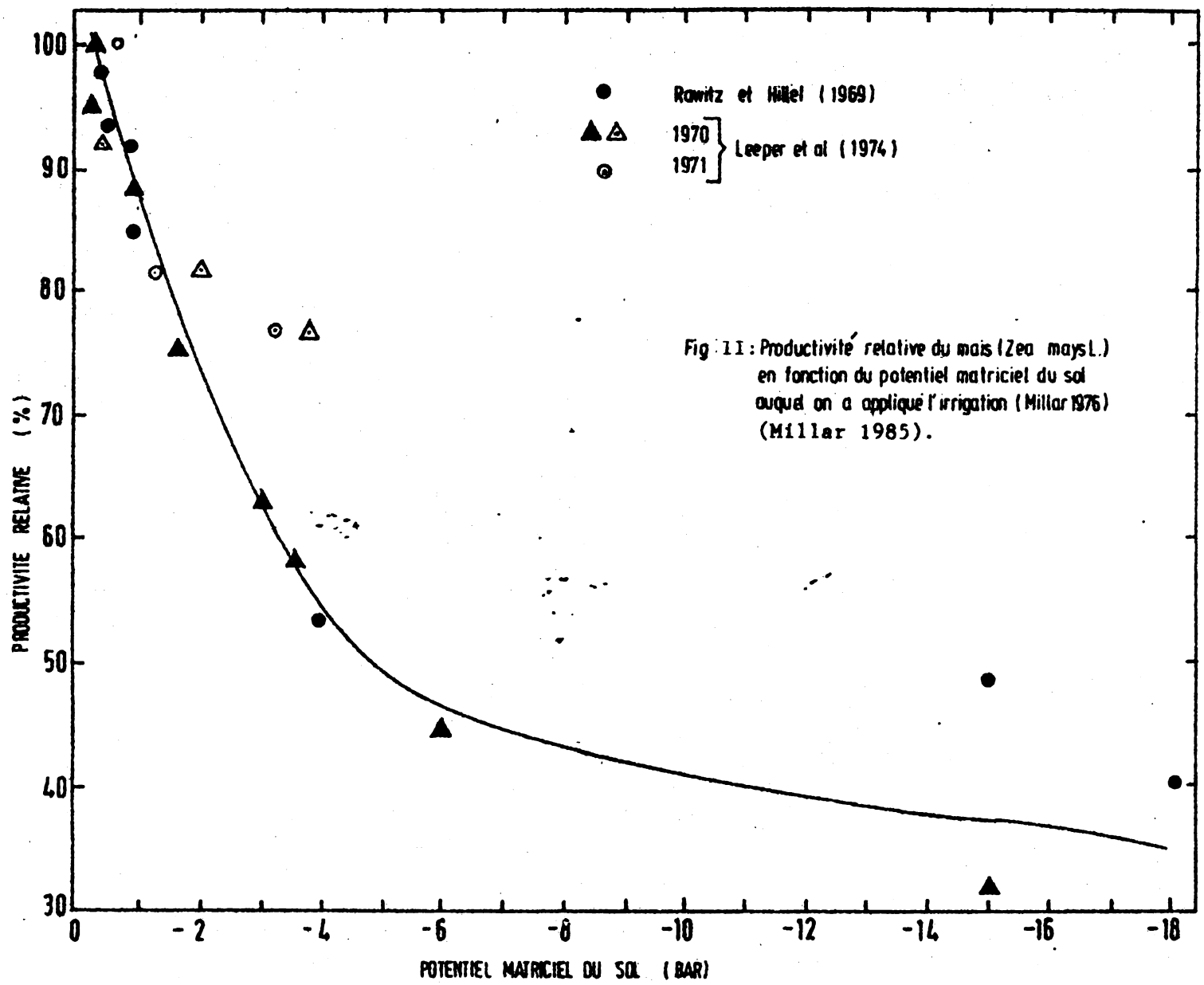


Fig : II : Productivité relative du maïs (Zea mays L.) en fonction du potentiel matriciel du sol auquel on a appliqué l'irrigation (Millar 1976) (Millar 1985).

Digitized by Google

Digitized by Google

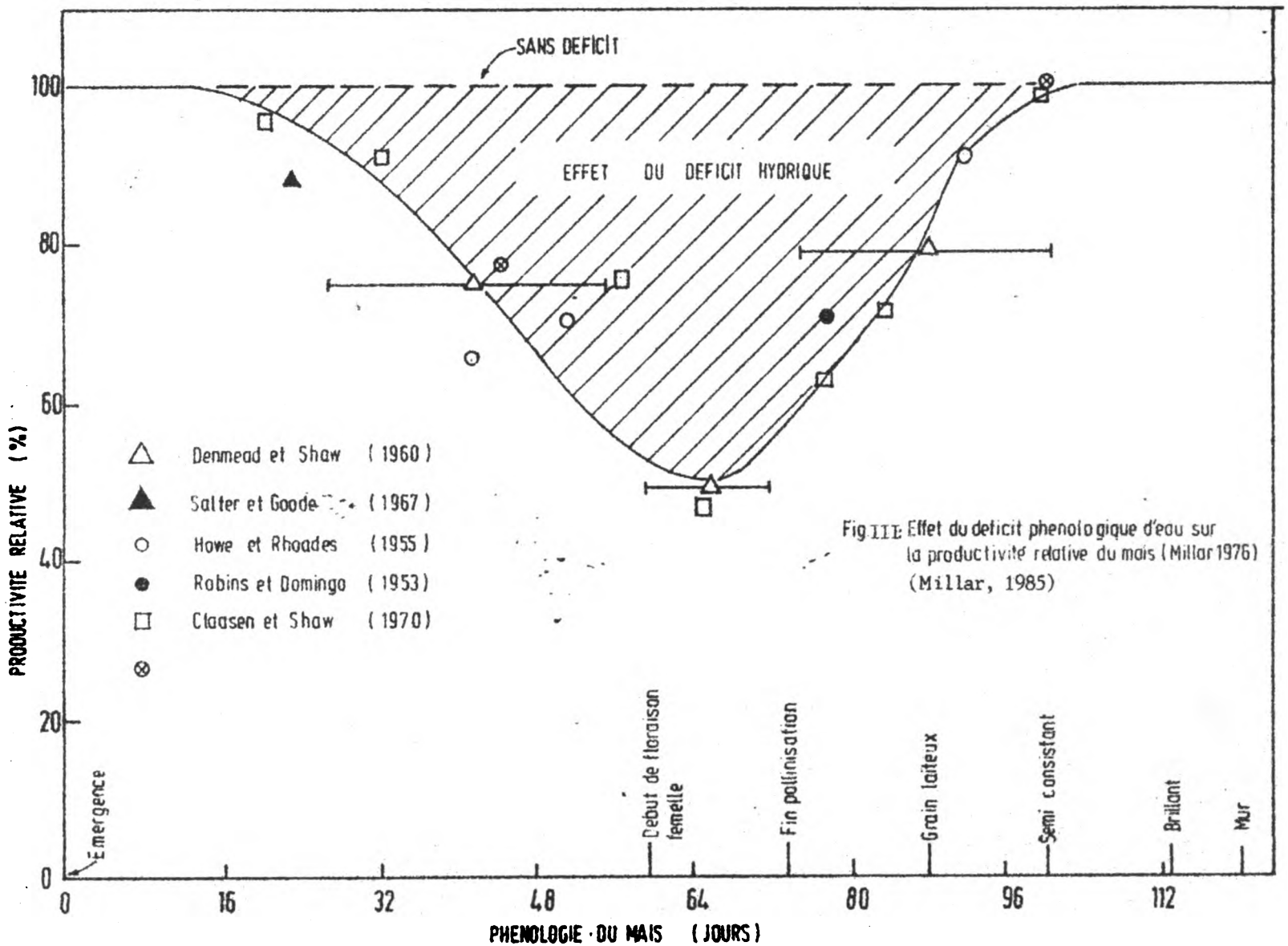


Fig.III: Effet du deficit phenologique d'eau sur la productivité relative du mais (Millar 1976) (Millar, 1985)

Digitized by Google

Digitized by Google

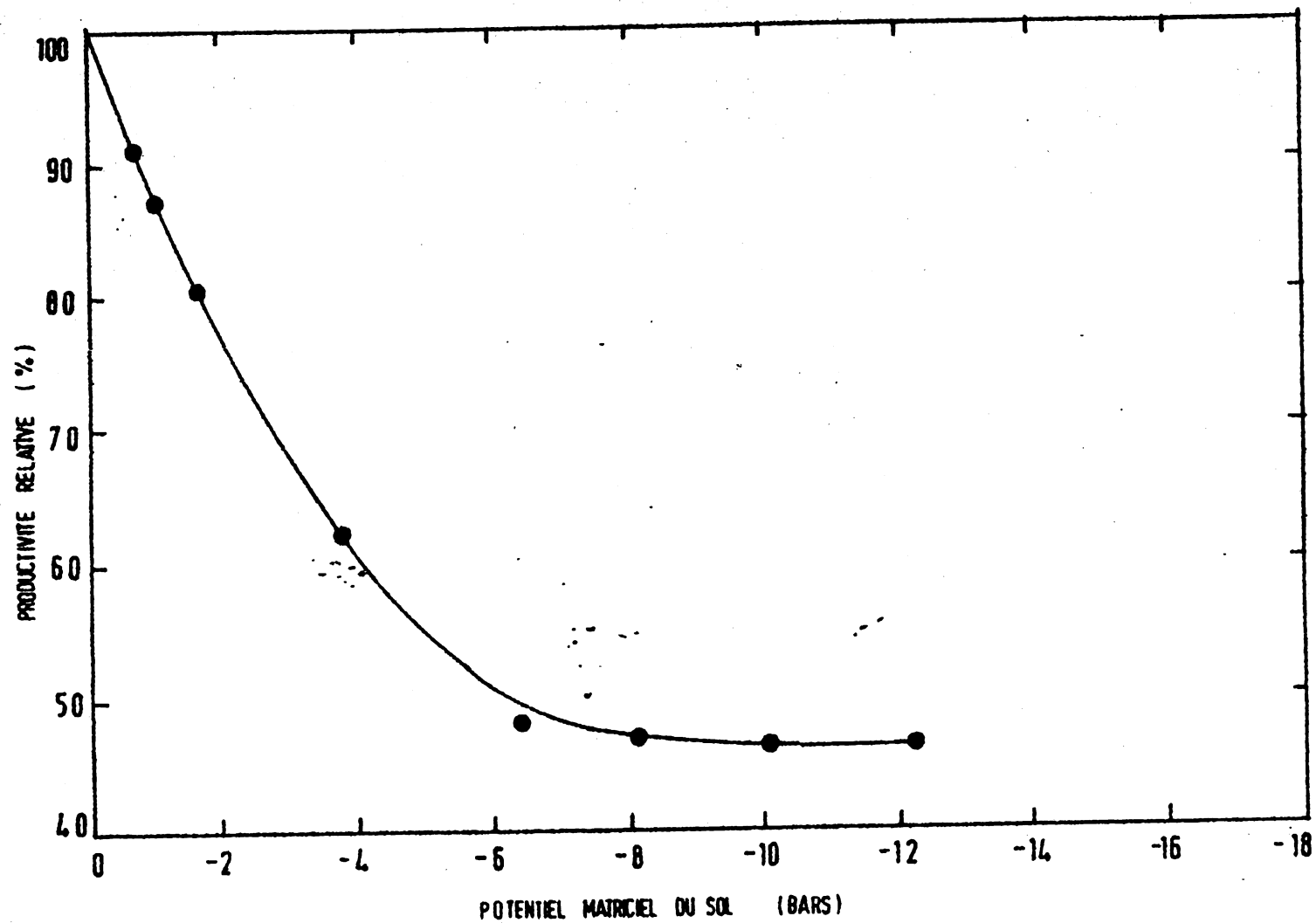


Fig IV. Productivité relative des haricots en fonction du potentiel matriciel du sol (Magalhaes et Millar, 1978) Millar 1985.

Digitized by Google

Digitized by Google

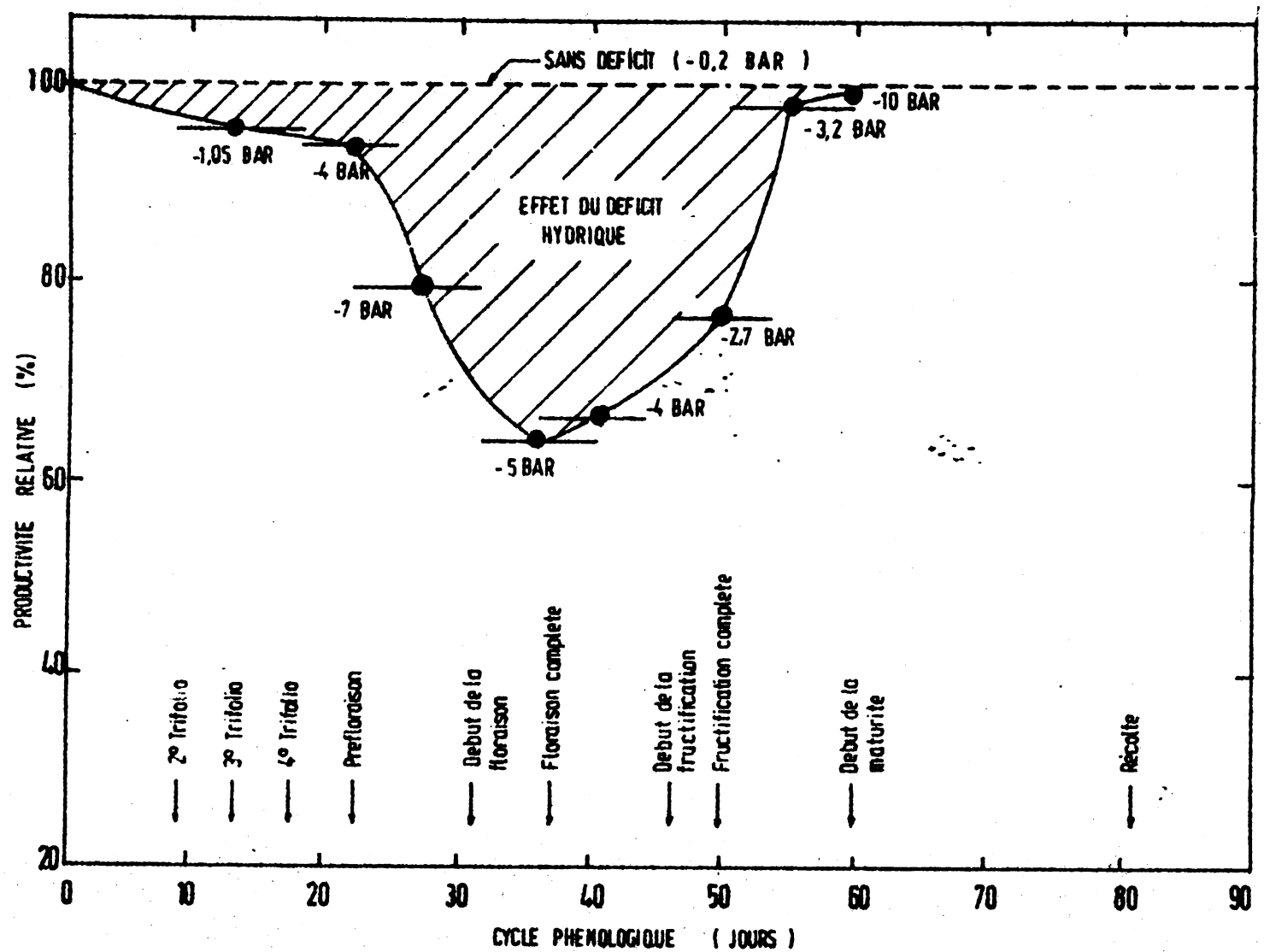
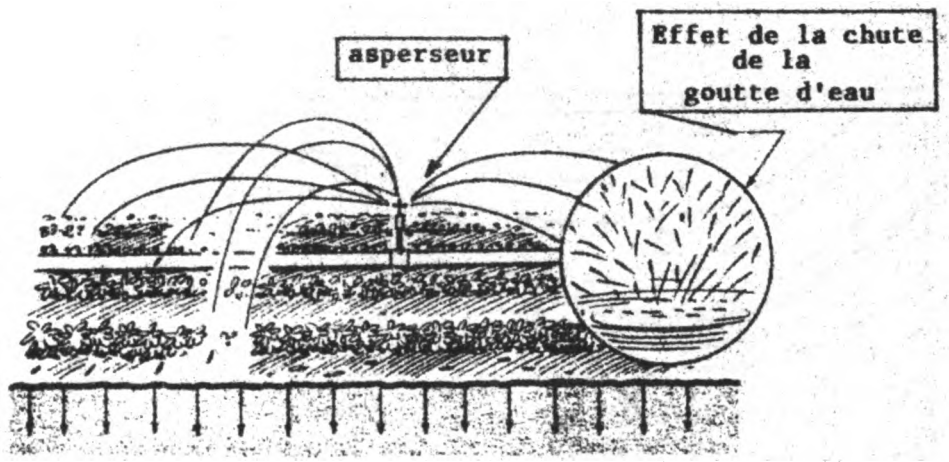


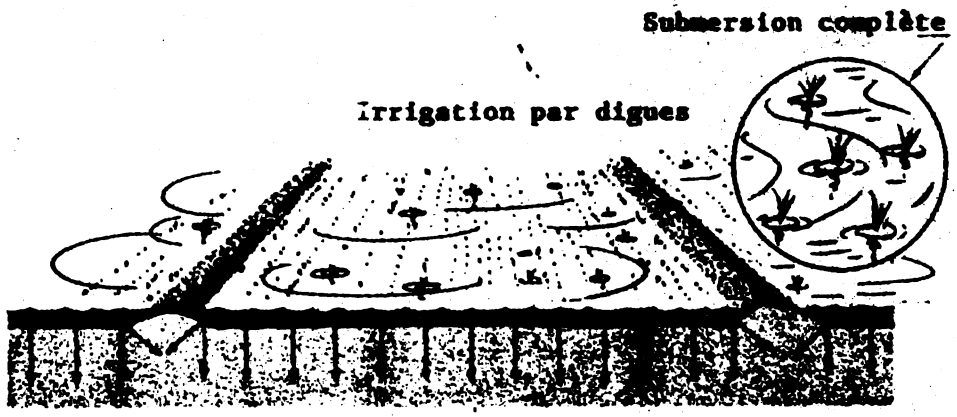
Fig V: Productivité relative des haricots en fonction du cycle phenologique (Magalhaes et al 1979)
Millar 1985.

Digitized by Google

Digitized by Google

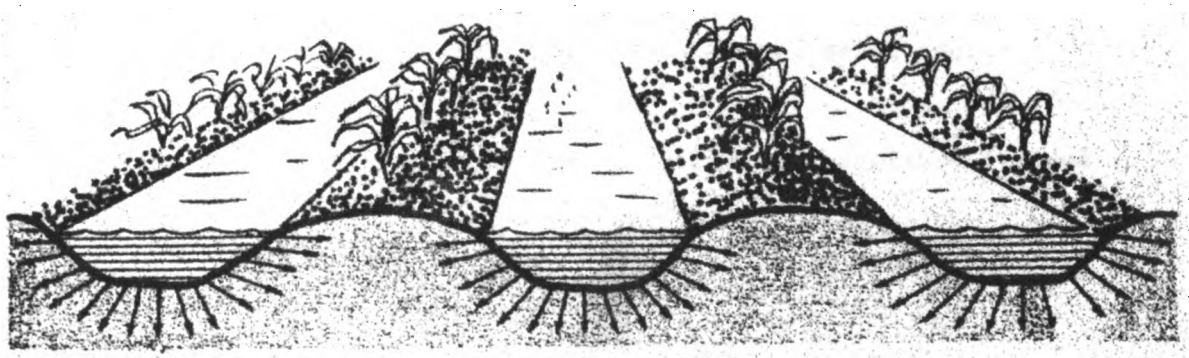


Descente verticale de l'eau



Descente verticale de l'eau

Irrigation par rigoles

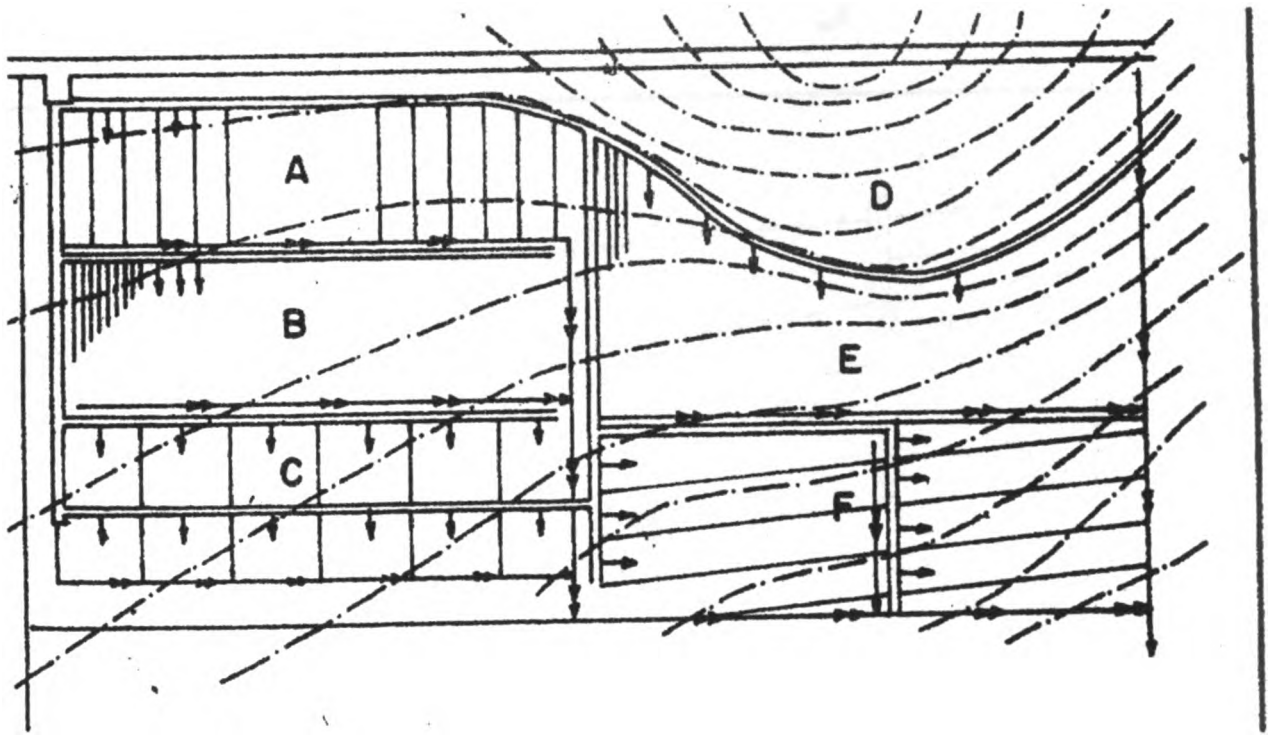


Descente verticale de l'eau ainsi que le mouvement latéral à partir de la rigole.

Fig. VI: Schéma de l'infiltration d'après la technique d'application de l'eau à la parcelle.

Digitized by Google

Digitized by Google



A. Irrigation par planches dans un terrain nivelé

B. Irrigation par rigoles droits dans un terrain nivelé

C. Irrigation par bassin rectangulaire dans un terrain nivelé

D. Terrain élevé non-irrigué

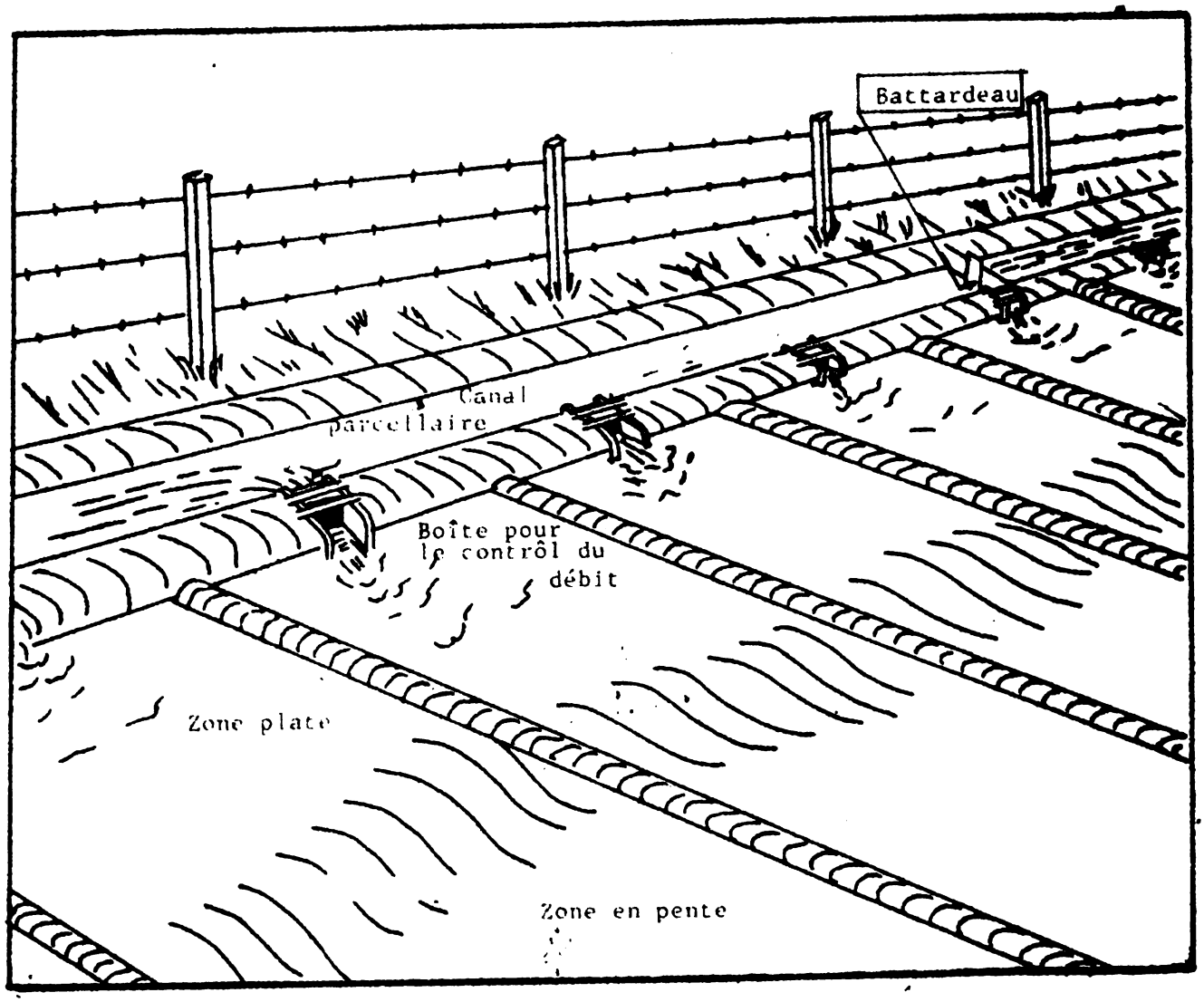
E. Irrigation par rigoles suivant les courbes de niveau et micro-sillons

F. Irrigation par bassin suivant les courbes de niveau.

Fig. VII: Schéma d'un terrain agricole de topographie irrégulière irrigué par différentes techniques.

Digitized by Google

Digitized by Google



Section transversale au niveau de la boîte de contrôle.

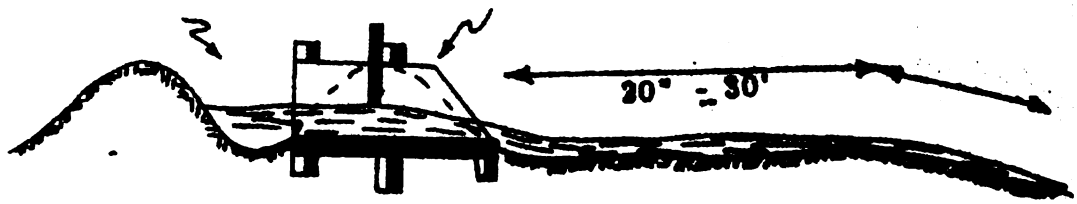


Fig.VIII: Schéma de l'irrigation par calants

Digitized by Google

Digitized by Google

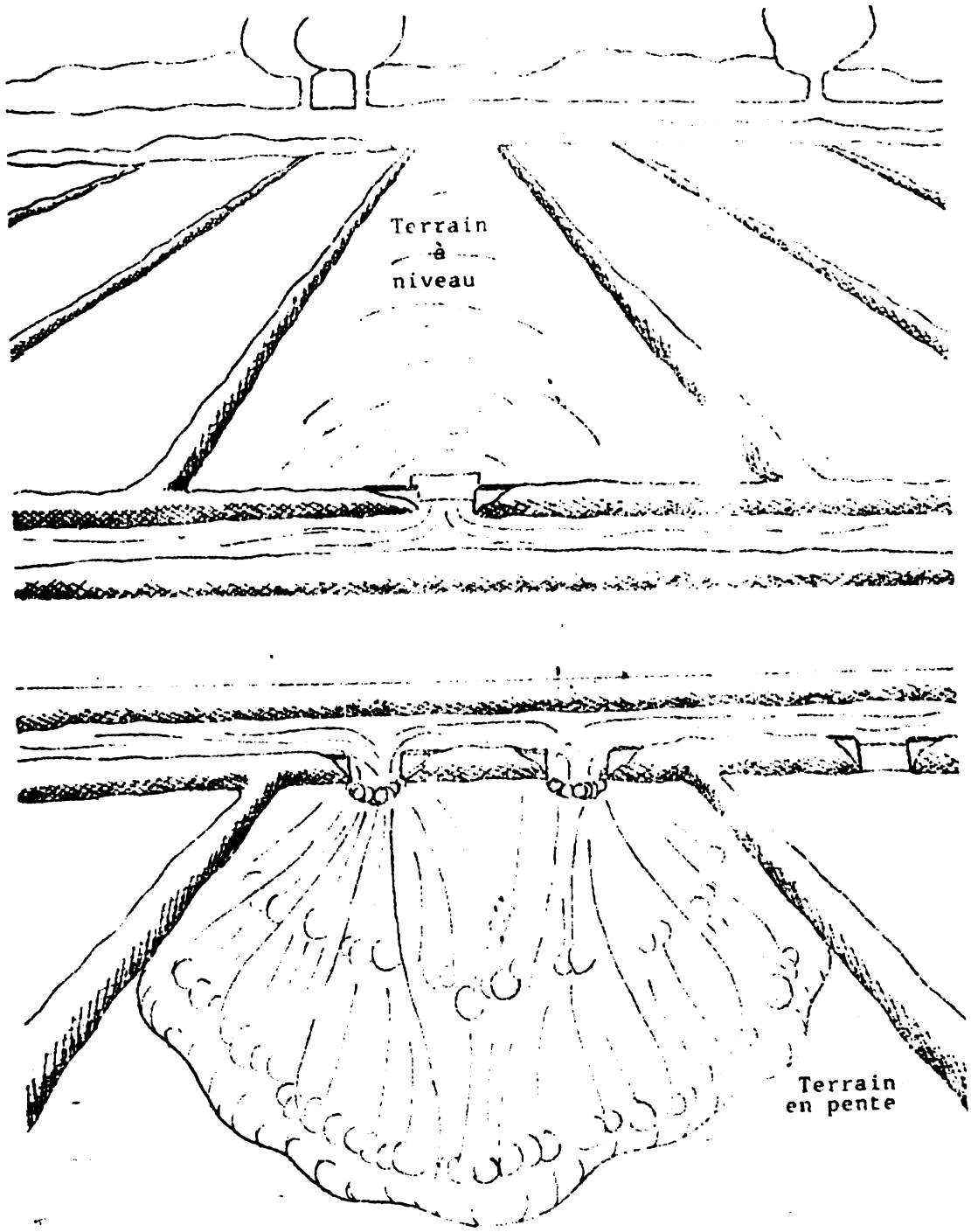


Fig. IX: Schéma de l'irrigation par calants - Effet de la pente sur la distribution de l'eau.

Digitized by Google

Digitized by Google

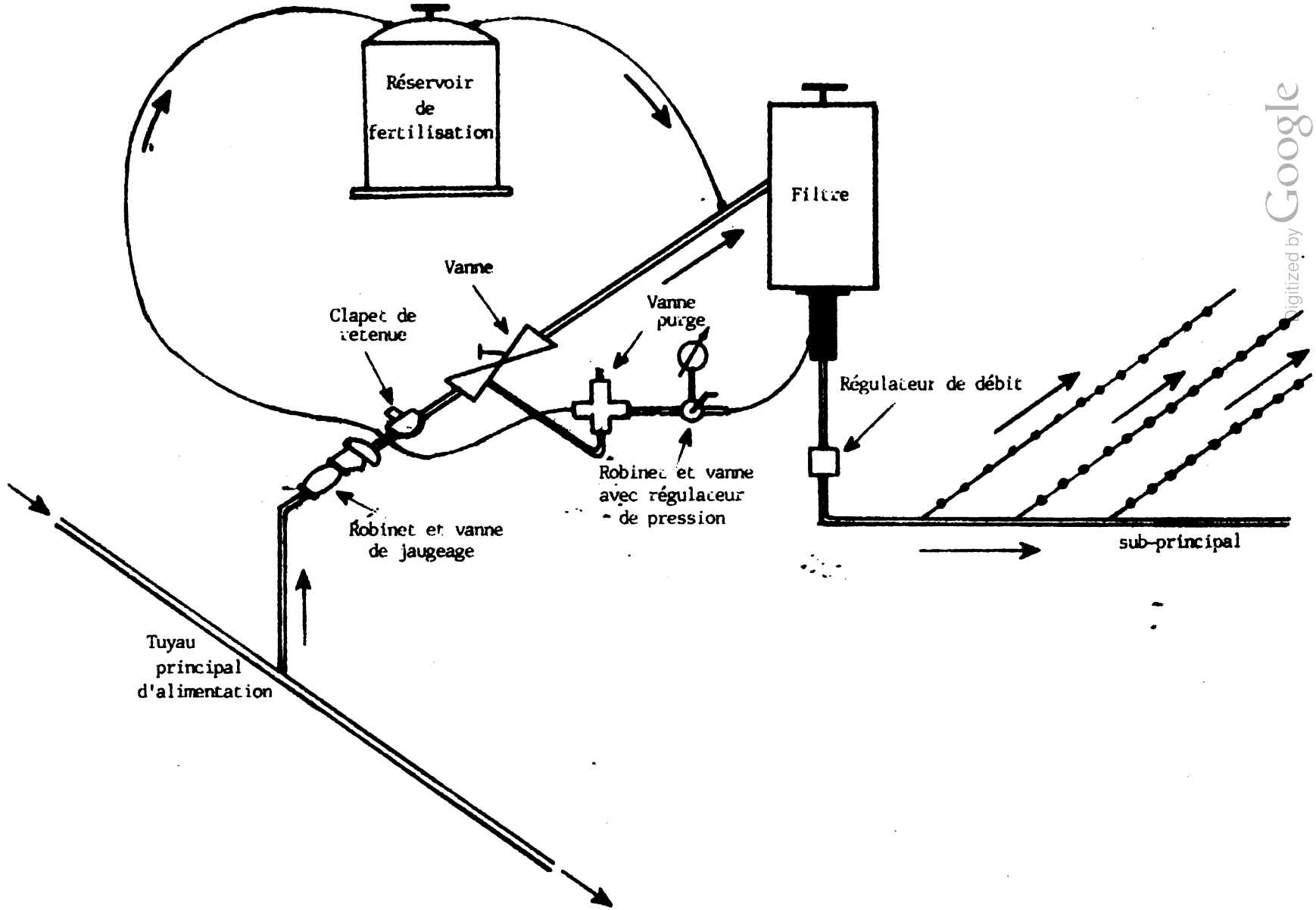


Fig. X: Schéma de l'unité de contrôle d'un équipement pour l'irrigation goutte à goutte.

Digitized by Google

Digitized by Google

Figure XI : Exemple du Tableau 1 pour le chronogramme des cultures.

SYSTEME D'IRRIGATION : _____

PROGRAMME DE CULTURES IRRIGUEES CYCLE AGRICOLE 198 - 198

ALTERNATIVE N°

TABLEAU 1 CHRONOGRAMME DE CULTURES

CULTURES	M										C						S							
	1Q	2Q	1Q	2Q	1Q	2Q	1Q	2Q	1Q	2Q	1Q	2Q	1Q	2Q	1Q	2Q	1Q	2Q	1Q	2Q	1Q	2Q	1Q	2Q
1																								

SEMIS

RECOLTE

Digitized by Google

Digitized by Google

Figure XII: Exemple du Tableau 2 pour les cycles végétatifs des cultures, les volumes d'application dans la prise des parcelles et leur fréquence d'application.

SYSTEME D'IRRIGATION._____

PROGRAMME DE CULTURES IRRIGUEES CYCLE AGRICOLE 198 198

ALTERNATIVE N°

TABLEAU N° 2 CYCLES VEGETATIFS VOLUME D'APPLICATION DANS LA PRISE DE PARCELLE ET FREQUENCE

CULTURES	AIRE Ha	DATE SEMIS	CYCLE JOURS	DATE RECOLTE	VOLUMES ($m^3 \cdot 10^3$)																					VOLUMES	
						FREQUENCE D'APPLICATION (JOURS)																					
					SEMIS	1°	J	2°	J	3°	J	4°	J	5°	J	6°	J	7°	J	8°	J	9	J	Par ha m^3	Par Aire m^3
TOTAL																								TOTAL	

NB 1) La quantité d'application = évapotranspiration en tenant compte de l'efficacité d'application ($m^3 \cdot 10^3$).

2) Jours cumulés à partir de l'arrosage à la semis

Digitized by Google

Digitized by Google

Figure XIIIExemple du tableau 3 pour la superficie irrigable.

SYSTEME D'IRRIGATION

PROGRAMME DE CULTURES IRRIGUEES CYCLE AGRICOLE 198 198

ALTERNATIVE N°

TABLEAU N° 3 HECTARES IRRIGABLES

CULTURES	M								O																		TOTAL
	1Q	2Q	1Q	2Q	1Q	2Q	1Q	2Q	1Q	2Q	1Q	2Q	1Q	2Q	1Q	2Q	1Q	2Q	1Q	2Q	1Q	2Q	1Q	2Q	1Q	2Q	
TOTAL																											

Digitized by Google

Digitized by Google

Figure XIV:Exemple du tableau 4 pour les volumes nécessaires.

SYSTEME D'IRRIGATION _____

PROGRAMME DE CULTURES IRRIGUEES CYCLE AGRICOLE 198 - 198

ALTERNATIVE N°

TABLEAU 4 VOLUMES NECESSAIRES ($M^3 \times 10^3$)

CULTURES	M																								TOTAL
	1Q	2Q	1Q	2Q	1Q	2Q	1Q	2Q	1Q	2Q	1Q	2Q	1Q	2Q	1Q	2Q	1Q	2Q	1Q	2Q	1Q	2Q	1Q	2Q	
TOTAL																									

NB VOLUMES NECESSAIRES DANS LA PRISE DE LA PARCELLE

Digitized by Google

Digitized by Google

Figure XV: Exemple du tableau 5 Bilan des Volumes et du Tableau 6, bilan des débits.

SYSTEME D'IRRIGATION: _____

PROGRAMME DE CULTURES IRRIGUEES CYCLE AGRICOLE 198 198

ALTERNATIVE N°

TABLEAU N° 5 BILAN DE VOLUMES ($M^3 \times 10^3$)

N° RUBRIQUES	M												I													
	1Q	2Q	1Q	2Q	1Q	2Q	1Q	2Q	1Q	2Q	1Q	2Q	1Q	2Q	1Q	2Q	1Q	2Q	1Q	2Q	1Q	2Q	1Q	2Q	1Q	2Q
1 Vol apporté par la source																										
2 Vol pluies																										
3 Vol disponible																										
4 Vol req prise de parcelle																										
5 Vol Ec + Ea																										
6 Requis source																										
7 Bilan (+ ou -)																										
8 Pourcentage																										

TABLEAU N° 6 BILAN DES DEBITS (m^3/s)

1 Débit apporté par la source																										
2 Débit de pluies utiles																										
3 Débit disponible																										
4 Débit req prise parcelle																										
5 Débit Ec + Ea																										
6 Débit total req de source																										
7 Bilan (+ ou -)																										
8 Pourcentage																										

3 = 1 + 2
6 = 4 + 5
7 = 3 - 6
% = : 7/6 x 10

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

QUELQUES RE
L'ASPECT NON

Digitized by Google