

ECONOMIE DE L'EAU EN ZONE ARIDE:

- CLIMAT ET EFFICACITE DE L'EAU,
- GESTION DES RESSOURCES EN EAU.

par J. DAMAGNEZ

INRA - Station de Bioclimatologie 84.140 Montfavet.

I. INTRODUCTION.

En zone aride, l'accroissement de la production agricole est très étroitement lié à l'amélioration des conditions d'utilisation de l'eau du sol, par les cultures.

Depuis des temps très reculés, la principale préoccupation des agriculteurs de ces régions, a été de rechercher et d'inventer des techniques qui permettent, malgré les conditions très sévères, d'assurer une production aussi régulière que possible.

Les techniques sont très variées. Elles vont de l'irrigation jusqu'aux techniques d'utilisation des eaux de ruissellement ou certaines techniques culturales utilisées en culture sèche.

Elles ont toutes cependant un point de convergence: favoriser autant que possible la transpiration par rapport à l'évaporation.

II. LE CLIMAT MEDITERRANEEN ET LES RESSOURCES EN EAU.

A. LE CLIMAT.

Les trois facteurs climatiques essentiels qui par leur niveau et leur répartition, décident de la production agricole des pays méditerranéens sont:

— *L'évapotranspiration potentielle*, ETP, caractéristique climatique au même titre que les autres éléments du climat (rayonnement, pluie, vent température,...) traduit la demande en eau que le climat impose aux surfaces évaporantes.

— *La pluie*; une répartition saisonnière avec deux maxima d'automne et de printemps est une caractéristique générale du climat méditerranéen. Mais les normales pluviométriques ne font apparaître ni leur répartition aléatoire, ni l'importance des averses de forte intensité nominale qui provoquent le ruissellement et accentuent le déséquilibre d'un bilan hydrique déjà déficitaire.

— *Drainage*. Ce terme impropre englobe tous les mouvements d'eau, en milieu saturé ou non saturé, en dehors de la zone explorée par la racines. L'importance de ce terme a souvent été sous estimée dans les études antérieures.

B. LE BILAN D'ENERGIE.

Je voudrais simplement racorder ici l'expression du bilan hydrique à des termes d'échange énergétique qui se situent au niveau du couvert végétal.

$$R_n + H + LE + S = O.$$

où R_n = rayonnement net = $(I - n) G + R_A - R_T$.

H = échange de chaleur « sensible » avec l'air

LE = Equivalent énergétique de l'évaporation-flux de chaleur latente.

S = flux de chaleur dans le sol.

L'étude du bilan énergétique permet:

— de déterminer, à des échelles de temps beaucoup plus réduit, de l'ordre de l'heure, le terme d'ETR.

Elle donne donc par rapport aux déterminations de bilan hydrique des informations complémentaires.

— de relier dans l'expression du microclimat les deux facteurs eau et température du couvert végétale.

— *les températures*: à proximité immédiate de la mer, les températures moyennes annuelles dépassent presque partout 15°C; les températures hivernales restent douces et les étés relativement tempérés.

Par contre, dès qu'on s'éloigne des zones soumises à l'influence côtière, le continentalisme s'accroît: les amplitudes de température journalière et saisonnière deviennent rapidement importantes, les températures basses hivernales et les chaleurs intenses de l'été sont alors un facteur limitant de l'extension vers l'intérieur des principales cultures de la zone côtière.

C. LES RESSOURCES EN EAU.

Face aux exigences climatiques définies par l'ETP, les ressources en eau sont très limitées. L'utilisation agricole des ressources en eau disponibles suppose donc une gestion parcimonieuse.

Dans les pays maghrébins en particulier, l'exploitation des ressources en eau pour l'agriculture repose:

- sur la création de retenues.
- l'exploitation des nappes souterraines.
- mais aussi, chaque fois que cela est possible, par une gestion des eaux de surface issues du ruissellement au niveau de la parcelle ou d'un petit bassin versant.

III. LE BILAN HYDRIQUE ET LE BILAN ENERGETIQUE.

A. LE BILAN HYDRIQUE.

L'expression générale du bilan hydrique est la suivante:

$$ETR = (P + I) \pm R \pm \Delta W \pm D$$

$ETR \leq ETP$ = consommation d'eau, évaporation + transpiration du couvert végétal. Les variations des deux termes évaporation et transpiration sont corrélatives; en culture sèche, par exemple, toute technique qui aura pour effet d'accroître le rapport transpiration/évaporation, améliorera la productivité biologique de l'eau utilisée.

P = Pluie.

I = Irrigation.

R = Ruissellement, selon l'échelle d'espace considéré et selon la localisation topographique, ce terme est positif (gain) ou négatif (perte).

ΔW = variations des réserves en eau du sol exprimés en mm d'eau calculées par tranche d'épaisseur z, ou cm, avec la formule:

$$\Delta W = \frac{s}{10} \cdot \Delta H \cdot \Delta Z$$

ΔH = variation d'humidité de sol pondérale.

s = densité apparente du sol.

IV. SOLS CLIMAT EFFICACITE DE L'EAU.

4.1. - Contribution du sol au bilan d'eau et rendement des cultures.

La réserve d'eau utile au sol (RU) est définie en première approximation par les paramètres hydriques du sol capacité à rétention et point de flétrissement permanent, et par la profondeur utile.

En fait, la réserve facilement utilisable (RFU) varie entre des limites importantes. HALLAIRE a montré que la RFU ne pouvait pas être déterminée

à priori pour chaque sol, mais qu'elle était sous la dépendance étroite de la dynamique d'exploitation des réserves; elle dépend en particulier du volume du sol exploité les racines et de la vitesse de déssechement du sol dh/dt , qui fait intervenir des facteurs climatiques tels que ETP.

Cette aptitude plus ou moins grande à utiliser les réserves d'eau du sol se traduit, pour des apports d'eau (I + P) identiques, par une consommation d'eau plus ou moins élevée (voir figure). Ces résultats permettent d'apporter des éléments de réponse au choix du régime des irrigations pour différentes cultures. Toutes les conditions du sol étant égales, une culture dont l'enracinement est dense et profond pourra se contenter de doses relativement élevées apportées à intervalles de temps espacés, cependant que le fractionnement des apports sera préférable dans le cas de cultures telles que l'orange.

4.2. - *Evapotranspiration potentielle et rendement des cultures.*

La circulation de l'eau du sol vers l'atmosphère résulte d'un équilibre entre la demande extérieure déterminée par l'évapotranspiration potentielle et le flux d'eau liquide dans le sol et dans la plante.

Afin de prévenir un flétrissement de la plante, la régulation stomatique intervient alors pour ajuster la transpiration à l'eau puisée par la plante dans le sol. Le phénomène de régulation stomatique intervient non seulement quand le déficit d'eau est appréciable mais se manifeste également sur des plantes bien alimentées en eau quand l'évapotranspiration potentielle devient trop importante.

Sur une culture de luzerne irriguée différents valeurs de ETR/ETP les différentes courbes obtenues pour chacune des récoltes traduisent bien la relation de proportionnalité qui existe entre le rendement et la consommation d'eau, ETR, mais fait plus remarquable, le rendement maximal obtenu quand $ETR = ERP$, décroît quand les valeurs de l'évapotranspiration potentielle augmentent.

Dans le cas de la luzerne, le rendement maximal est réduit de moitié quand l'ETP passe de 4 à 8 mm par jour ainsi, l'efficacité de l'eau est limitée par les valeurs de l'évapotranspiration potentielle instantanée supérieures aux possibilités offertes par la culture.

V. GESTION DES RESSOURCES EN EAU.

5.1. *Périmètre irrigué.*

La création de périmètre irrigué a le plus souvent comme objectif une agriculture intensive et des productions de grande valeur commerciale mais

aussi vastes soient-ils, les périmètres irrigués ne représentent généralement qu'une faible fraction des surfaces agricoles.

L'irrigation est certes un facteur de développement, mais qui bien souvent aussi contribue à créer des disparités très grandes entre un secteur traditionnel de culture (céréaliculture notamment) et d'élevage extensif et un secteur irrigué privilégié. Dans le cas le plus général:

— L'étude économique de ces secteurs irrigués, a été faite sans tenir compte de leur contribution à l'amélioration du secteur extensif avoisinant.

— la surface irriguée et le dimensionnement des ouvrages hydrauliques ont le plus souvent été calculés sur les besoins en eau des cultures du mois de pointe: pour les pays au maghreb environ 1 litre seconde — 1 ha — 1, en débit fictif continu.

a) PRODUCTION FOURRAGERE ET GRANDES CULTURES.

L'exemple de la luzerne, réputée une des meilleures production fourragère d'été à l'irrigation, illustre la faible valorisation du mètre cube d'eau utilisé en été.

Ainsi, en matière de fourrage, autant il paraît vain, en raison des conditions climatiques estivales, de vouloir produire des fourrages en été, autant une production fourragère irriguée d'automne ou de printemps mériterait d'avoir sa place en Méditerranée dans un assolement. Un tel assolement pourrait contribuer:

— à assurer une production de matière sèche importante dans les meilleures conditions d'économie d'eau.

— à limiter les besoins de pointe d'un périmètre irrigué et à mieux planifier l'utilisation des ressources en eau.

Cette notion d'irrigation de complément peut aisément être étendue aux céréales qui souffrent souvent d'un déficit d'eau à l'automne en hiver et au printemps.

b) CULTURES ARBUSTIVES.

La plupart des espèces arbustives cultivées à l'irrigation nécessite des apports d'eau réguliers tout au long de leur cycle de végétation. Mais aussi la plupart de ces cultures n'assure pas un couvert végétal continu et dans l'ETR de ces cultures la fraction d'eau directement évaporée du sol représente une fraction non négligeable de l'ETR. Les techniques d'irrigation du type goutte à goutte ou irrigation localisée, limitant la surface de sol humectée auront pour effet de réduire la part des pertes relatives par

évaporation. Ces techniques auront d'autant plus d'efficacité, sur la réduction de consommation d'eau, que la culture exige des irrigations fréquentes à faible dose (oranger par exemple). On cite fréquemment des réductions de consommation d'eau dans le cas à l'oranger de 20 à 30%.

5.2. Culture sèche - utilisation des eaux de ruissellement.

Les techniques de conservation de l'eau du sol ont toutes comme but essentiel de favoriser au maximum la transpiration, nécessaire à la croissance et au développement des plants, par rapport à l'évaporation.

— Une réduction directe de l'évaporation du sol nu, supérieure à celle à laquelle conduit le mulch naturel, est difficilement réalisable. Certains profils pédologiques à recouvrement sableux sont à cet égard favorables.

— Par contre, un certain nombre de techniques sont susceptibles d'améliorer l'alimentation en eau des cultures et de modifier le rapport transpiration/évaporation dans un sens favorable:

— façons cultivables qui améliorent la perméabilité et favorisent l'infiltration par rapport au ruissellement.

— concentration des pluies sur une fraction seulement de la surface totale en utilisant le ruissellement.

— choix de sols légers et profonds de manière à accroître la profondeur humectée au cours d'une pluie.

— ajustement de la densité du couvert végétal de telle sorte que le rapport T/E soit maximum.

Toutes ces techniques sont traditionnelles en Afrique du Nord.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- DAMAGNEZ, J., 1967 - *Production de matière sèche des cultures irriguée en zone méditerranéenne aride. Isotole and radiation techniques in soil physic and irrigation studies.* AIEA, Colloque, Istanbul.
- DAMAGNEZ, J., 1964 - *Conservation de l'eau du sol en zone aride: Evaporation du sol nu et transpiration végétale.* 6^e congrès international de génie rural, Lausanne.
- DAMAGNEZ, J., 1971 - *Est-il rentable d'utiliser l'eau pour la production fourragère en Méditerranée.* Options Méditerranéennes, n. 7, Maj-Juin.
- DAMAGNEZ, J., 1973 - *Le climat méditerranéen et les travaux agricoles.* BTI, n. 278.