

## 2 Mesurer Connaître la réserve utile de ses sols pour mieux évaluer ses besoins en eau

**Pour évaluer ses besoins en eau, il est indispensable de connaître la réserve utile de ses sols. Celle-ci donne une idée de la quantité d'eau que les plantes peuvent utiliser pour croître. Elle dépend principalement de la profondeur et de la texture du sol mais également de la culture et de son stade de développement.**

**G**érer la ressource en eau sur son exploitation, c'est d'abord savoir évaluer les volumes mis à disposition naturellement par les pluies et le sol. Cela passe par la connaissance de la réserve en eau des sols. Si les pluies, par définition irrégulières et difficiles à prévoir, fournissent davantage d'eau aux cultures que la réserve en eau du sol, celle-ci constitue, contrairement à ces dernières, une source fiable dont l'agriculteur peut planifier l'utilisation au cours de la campagne. Si ces ressources ne suffisent pas, l'irrigation permet de les compléter. Son pilotage repose entre autres sur l'analyse de différents types d'indicateurs qui aident à suivre l'évolution de l'état de la réserve en eau au fil du temps. La bonne utilisation de cette dernière est en tout cas une condition nécessaire à l'obtention d'une productivité correcte de l'irrigation.

### Un lien étroit avec la texture du sol

La réserve utile en eau (RU) du sol repose sur la notion de fraction d'eau utile à l'échelle d'une couche élémentaire de sol, appelée réserve utile élémentaire (RUE). Celle-ci équivaut à la part d'eau disponible dans le sol pour les plantes et représente l'eau contenue dans le sol entre deux limites : l'humidité à la capacité

**La RU varie surtout en fonction de l'épaisseur du sol et de sa teneur en éléments grossiers.**



**La réserve utile d'un sol dépend en premier lieu de sa granulométrie.**

au champ et le point de flétrissement permanent, qui constituent les caractéristiques hydriques d'un sol. La première correspond à la teneur en eau lorsque le sol est ressuyé, et le second, à la teneur en dessous de laquelle les racines ne peuvent plus extraire l'eau. La RUE s'exprime communément en millimètres d'eau par centimètre d'épaisseur. Elle varie en premier lieu selon la granulométrie du sol et sa teneur en matière organique (MO). La fourchette peut aller de moins de 0,8 mm/cm d'épaisseur dans les sols sableux à près de 2 mm/cm dans les sols limoneux. Mais elle est aussi influencée par la densité

### De l'eau dans les cailloux

Dans les sols caillouteux, la RUE est mesurée en retranchant la part volumique des cailloux. Ils étaient considérés jusque-là ne pas contenir d'eau. Des travaux récents (1) ont montré le contraire pour les cailloux sédimentaires (calcaires, craie, chailles), qui contiennent en fait de l'eau en proportion non négligeable. Leur RUE est liée à leur densité apparente, qui peut varier de 1,5 à 2,7.

(1) Thèse de doctorat sciences du sol de l'université d'Orléans soutenue par Marion Telegan en octobre 2011.

apparente : pour une même granulométrie, la RUE a ainsi tendance à être plus faible dans un sol plus compact. Des références issues de mesures de caractéristiques hydriques sur différents types de sols permettent d'estimer la fraction d'eau utile selon la classe de texture (figure 1).

Le calcul de la réserve utile du sol correspond à l'addition des RUE de ses différents horizons. La RU varie donc surtout en fonction de l'épaisseur du sol et de sa teneur en éléments grossiers. Elle peut ainsi aller de moins de 50 mm dans les sols où une roche mère dure apparaît à moins de 30 cm, jusqu'à plus de 200 mm sur un mètre de profondeur dans les limons profonds.

### La RU dépend de la profondeur d'enracinement

La RU est plus ou moins accessible selon la culture en place, autrement dit selon sa profondeur d'enracinement et sa densité racinaire. Elle s'appelle alors « réserve en eau utilisable » par une espèce donnée. Les expérimentations réalisées sur différents sites d'ARVALIS-Institut du végétal ont montré qu'elle variait énormément selon l'enracinement des différentes espèces. Le blé, dont les racines peuvent descendre à plus de 130 cm sous la surface en l'absence d'obstacle,

**Outre la profondeur d'extraction de l'eau et la densité racinaire, la réserve facilement utilisable varie également en fonction de la structure du sol et de la demande climatique.**

Les pluies fournissent davantage d'eau aux cultures que la réserve du sol mais elles sont plus irrégulières.

### Le volume de réserve utile lié à la texture du sol

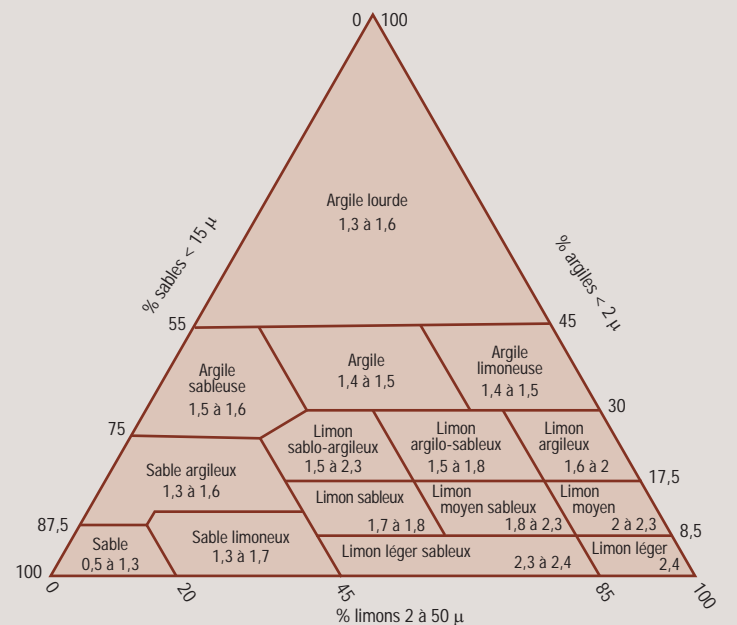


Figure 1 : Estimation de la réserve utile d'un sol en fonction de sa texture (sources Bruand A. et al, 2004 et modèles ARVALIS). Ce triangle indique les valeurs de RUE en mm/cm d'épaisseur pour différentes classes de texture. Les chiffres sont issus de travaux de l'INRA (1) et d'ARVALIS-Institut du végétal. La fourchette de valeurs proposée pour chaque classe tient compte de la variabilité des teneurs en matières organiques et de la densité apparente.

(1) Publiés en 2004 par l'équipe d'Ary Bruand.

est ainsi capable d'extraire deux fois plus d'eau que le pois protéagineux de printemps dont les racines dépassent rarement 80 cm de profondeur. Les différences entre espèces apparaissent d'autant plus fortes que le sol est profond.

### Une eau plus ou moins facile d'accès

Toute l'eau disponible dans la RU du sol n'est pas utilisable de la même façon par les plantes. Au fur et à mesure que la réserve se vide, l'eau devient de moins en moins facilement accessible. Cette différence se représente schématiquement à l'aide de deux compartiments distincts : la réserve facilement utilisable (RFU) qui correspond à la part de la RU qu'une espèce peut extraire sans subir de stress hydrique ou limiter sa croissance, et la réserve de survie (RS) parfois appelée réserve difficilement utilisable. La première

représente en général 50 à 70 % de la RU selon la profondeur du sol. L'eau des horizons plus bas étant moins facile d'accès compte tenu de la plus faible densité racinaire, la RFU représente les deux-tiers de la RU entre 0 et 60 cm de profondeur d'enracinement, la moitié entre 60 et 90 cm, et un tiers au-delà de 90 cm.

### Le climat joue un rôle

Outre la profondeur d'extraction de l'eau et la densité racinaire, la réserve facilement utilisable varie également en fonction de la structure du sol et de la demande climatique. Lorsque l'évapotranspiration journalière devient plus élevée, la RFU diminue car la culture a besoin d'une eau plus accessible. Dans des essais conduits plusieurs années sur le même site et comparant des arrêts d'irrigation plus ou moins précoces sur maïs, la RFU peut ainsi varier de  $\pm 20$  mm





La réserve d'eau du sol facilement extractible par les plantes est notamment fonction de la profondeur et de la densité de leur enracinement.

2

## Estimer la RU et la RFU

La réserve utile des sols peut être approchée par différentes méthodes.

De nombreux référentiels agropédologiques régionaux fournissent une estimation de la RU par grands types de sol. Mais à l'intérieur de chacun d'entre eux, la RU varie dans une gamme de l'ordre de 50 mm. Pour gagner en précision, il est possible de recourir à l'analyse granulométrique des différents horizons prospectés par les racines et à l'utilisation des références de RUE en fonction des classes de texture. Dans certaines régions qui disposent d'un référentiel comme le Poitou-Charentes, la réserve en eau utilisable par une culture donnée peut aussi être approchée par le rendement obtenu en année sèche. Il ressort en tout cas de nombreuses enquêtes et observations de terrain que la RU est souvent sous-évaluée.

### Tenir compte de l'accès des racines à la RFU pour piloter l'irrigation

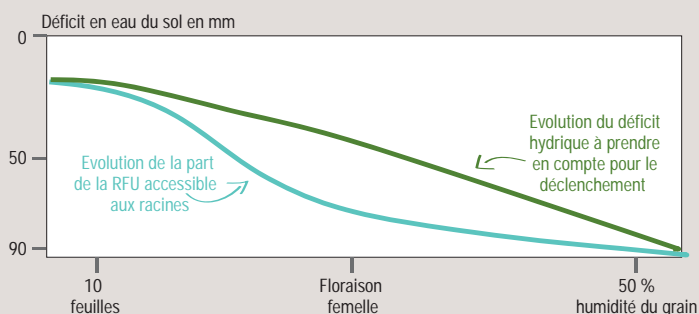


Figure 2 : Adaptation des seuils de déclenchement des irrigations du maïs dans un sol avec une RFU de 90 mm.

L'eau accessible par les racines évolue au cours du cycle cultural en lien avec la dynamique d'implantation des cultures. Pour le maïs ou le pois de printemps, qui peuvent être irrigués à des stades précoces, l'enracinement est encore peu développé au début de la période d'irrigation. Il n'est donc pas possible de compter à ce stade sur la totalité de la RFU. Pour la plupart des cultures, ce n'est en général qu'au moment où toutes les feuilles sont déployées que les racines atteignent leur développement maximal et que l'ensemble de la RFU devient utilisable. C'est un paramètre important dont il faut tenir compte dans les outils de pilotage de l'irrigation. La productivité de celle-ci repose de fait sur une gestion optimisée de l'utilisation de la RFU. Pour des cultures d'été comme le maïs, la capacité en débit de la plupart des installations d'irrigation est calculée pour satisfaire la demande huit ans sur dix. Elle ne permet donc pas d'assurer un rythme d'apport suffisant face à des périodes avec des demandes climatiques journalières élevées. Une utilisation planifiée de la RFU permet alors de tamponner ces périodes possibles de « décrochage » qui se produisent le plus souvent entre début juillet et mi-août. Le déclenchement des irrigations avant la floraison femelle se fonde dans ce cas sur un déficit hydrique du sol inférieur à la RFU, afin de conserver de l'eau pour ces périodes. C'est seulement à partir de début août que la recherche d'une utilisation maximale de la RFU est possible.

autour de 100 mm selon le climat plus ou moins chaud de la fin du cycle.

Le compactage lié à des passages d'engins en conditions humides a également une influence, à la fois au niveau de l'horizon compacté (entre 0 et 40 cm) mais aussi en dessous. Il peut de ce fait diminuer la RU et la RFU jusqu'à 20-30 %. ■

**Alain Bouthier**  
ARVALIS-Institut du végétal  
[a.bouthier@arvalisinstitutduvegetal.fr](mailto:a.bouthier@arvalisinstitutduvegetal.fr)



PA on line

Pour aller plus loin, retrouvez des éléments sur les profondeurs d'enracinements et les réserves utiles sur [www.perspectives-agricoles.com](http://www.perspectives-agricoles.com).