

L'EAU ET LES PLANTES DE NOS JARDINS

Connaître et comprendre pour agir au mieux



DOSSIER

• 2024 •

L'EAU ET LES PLANTES DE NOS JARDINS

Connaître et comprendre pour agir au mieux

Novembre 2024

Ce dossier a été rédigé par Michel Javoy, membre de la SNHF et de la SHOL (Société d'horticulture d'Orléans et du Loiret)
et préparé pour *Jardins du Loiret*, la revue de la SHOL.
Il a été relu et complété par Daniel Veschambre, membre du Conseil scientifique de la SNHF.





Une reproduction du tableau *Les jardiniers* de Gustave Caillebotte, 1875 au Potager Caillebotte à Yerres (Essonne).

L'EAU ET LES PLANTES DE NOS JARDINS

Connaître et comprendre pour agir au mieux



Connaître et comprendre pour agir au mieux	6
Un grand principe général	6
Les racines et le sol	6
Les mouvements de l'eau dans le sol	8
La tige et les vaisseaux conducteurs	8
Les feuilles	9
Le risque de dessiccation totale de la plante	10
Réduire l'exposition des feuilles, une stratégie complémentaire d'évitement du risque de déshydratation de la plante.	10
L'arme ultime des plantes pour résister à la sécheresse au cours des périodes caniculaires : La chute prématurée des feuilles.	11
Le cas des plantes des climats à pluviométrie très faible ou distribuée de manière très saisonnière.	11
L'atmosphère et le climat	11
Au jardin, priorité à l'eau de pluie, mais irriguer est une nécessité	13
Apporter la juste quantité	13
Un moyen efficace pour gérer les quantités d'apport d'eau : la méthode du bilan hydrique.	13
Fréquence des irrigations et quantités d'eau à chaque apport.	14
Les modes d'irrigation.	15
Réponses à quelques questions fréquemment posées	17
Le paillage du sol est-il l'arme absolue pour réaliser des économies d'eau au jardin ?	17
Existe-t-il d'autres moyens pour limiter raisonnablement l'évaporation du sol et la transpiration des plantes ?	17
En période de canicule et de sécheresse comment réduire raisonnablement la consommation en eau des plantes ?	17
Faut-il assurer en permanence la totalité des besoins en eau théoriques de la plante ?	18
Faut-il arroser le feuillage des plantes ou toujours seulement les mouiller à la base des tiges ?	18
Question souvent corrélative de la précédente, est-il préférable d'arroser les plantes le matin ou le soir ?	18
Existe-t-il des différences de besoins en eau selon les espèces de plantes ?	18
Est-il possible par la voie génétique de l'amélioration des plantes, pour une espèce donnée, de réduire la quantité d'eau consommée à fabrication de matière sèche constante ?	19
Quelles sont les conséquences d'un stress hydrique provoqué par les périodes de sécheresse et de canicule que nous traversons ?	19
Est-il judicieux d'arroser quand il pleut ?	19
Comment la plante est-elle susceptible de réagir à un stress foliaire ?	19
Références bibliographiques	20



Le flétrissement des feuilles de potiron.



Le phénomène de guttation sur feuille de laitue.

INTRODUCTION

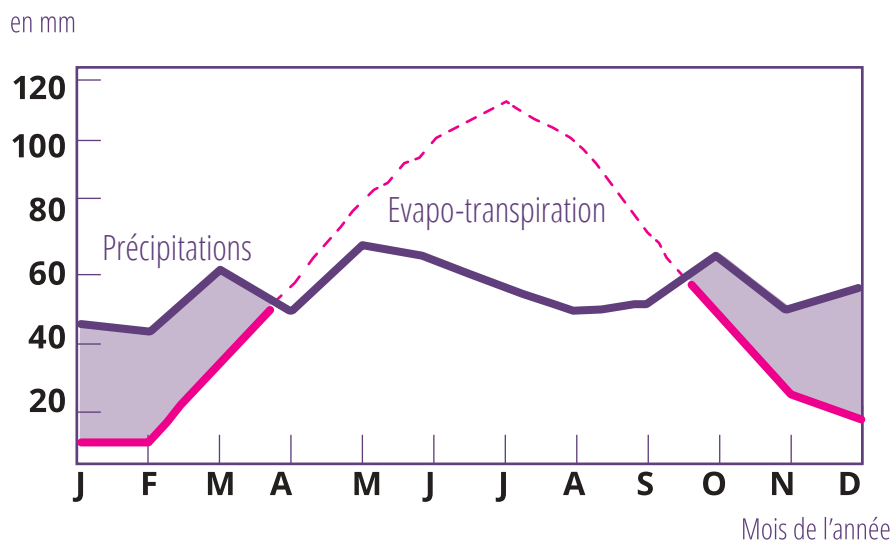
L'eau et les plantes de nos jardins

L'eau est indissociable de tous les êtres vivants dont elle est le constituant principal des cellules.

La teneur en eau des plantes est variable selon les espèces. Les plantes annuelles dites « molles » contiennent en moyenne de 70 à 95 % d'eau. Le bois des plantes ligneuses a une richesse en eau de 30 à 70 %. Pour une même plante la teneur en eau varie beaucoup selon les organes ; les graines peuvent se dessécher presque complètement tout en conservant leur capacité à germer dès qu'elles sont réhydratées.

L'eau de constitution de la plante, retenue dans ses tissus, ne représente qu'une infime partie de l'eau consommée par la plante durant sa vie. Environ 99 % de l'eau prélevée dans le sol par les plantes sont dirigés vers l'atmosphère. Cette eau fonctionnelle assure l'alimentation en minéraux, le refroidissement de la plante et participe à la respiration et à la photosynthèse.

La production de notre nourriture est indissociable de l'eau en grandes quantités. Les végétaux terrestres consomment de 300 à 900 litres d'eau pour produire 1 kilogramme de matières sèches. L'augmentation de la population et les changements climatiques déjà amorcés laissent augurer d'un futur à court terme où la disponibilité de l'eau sera un facteur limitant supérieur à la disponibilité des terres. La préservation de l'eau douce et son utilisation rationnelle sont des impératives nécessités.



Comparaison des précipitations et de l'évapotranspiration.

CONNAÎTRE ET COMPRENDRE POUR AGIR AU MIEUX

J'emprunte à Michel Chevalet, journaliste scientifique et animateur d'émissions télévisées, le concept de ses émissions : « comment ça marche ». Sur ce mode, je propose d'observer les plantes dans leurs deux milieux de vie ; le sol dans lequel les plantes puisent l'eau et les éléments minéraux ; l'atmosphère et son triple rôle de fournisseur d'eau, de gaz indispensables à la respiration, à la photosynthèse et d'énergie permettant à la plante de croître et de se développer.

A chaque étape, je préciserai, dans des encadrés le rôle du jardinier dans sa recherche d'optimisation de l'utilisation de l'eau au regard du fonctionnement des plantes.

1. UN GRAND PRINCIPE GÉNÉRAL

De jour, les plantes absorbent l'eau contenue dans le sol, ou dans un substrat, par leurs racines. Cette eau est dirigée dans la tige par les vaisseaux de la sève brute pour aboutir aux feuilles où elle est transpirée par de petits orifices appelés stomates. On qualifie ce phénomène de **transpiration** de la plante. Simultanément, l'eau contenue dans le sol s'évapore vers l'atmosphère, c'est l'**évaporation**. Ces deux phénomènes réunis constituent l'**évapotranspiration potentielle (ETP)**.

2. LES RACINES ET LE SOL

Le sol joue le rôle de réservoir d'eau et d'éléments minéraux à disposition de la plante. La plus ou moins grande quantité d'eau contenue dans ce réservoir dépend de sa taille. Dans une culture en contenant, le volume de substrat dans lequel les racines se développent est déterminé par les dimensions du pot ou du bac. Dans une culture en plein sol, sauf présence d'une couche ne pouvant être pénétrée par les racines, la roche affleurante ou de l'argile compacte par exemple, le volume du sol est celui prospecté par les racines. Le plus ou moins grand volume prospecté par les racines dépend principalement de l'architecture racinaire de l'espèce de la plante. Schématiquement, il existe des plantes avec des **racines traçantes** qui vont se maintenir essentiellement dans la partie supérieure du sol et des plantes à **racines majoritairement pivotantes** susceptibles d'aller puiser l'eau et les éléments minéraux plus en profondeur dans le sol. Dans les deux cas l'eau et les éléments minéraux pénètrent dans la plante essentiellement par

l'intermédiaire des fines racines : le « chevelu » racinaire dont l'importance peut varier selon la nature du sol (plus ou moins sableux ou argileux) Des maladies et des ravageurs du sol : attaques de champignons, de bactéries de nématodes et de larves d'insectes vont réduire l'activité des racines. Pour une même plante, espèce et variété, le volume de sol prospecté par les racines dépend aussi largement du mode de conduite de la culture.

Objectif du jardinier

Établir un volume maximal de sol prospecté par les racines. Pour cela quelques règles s'imposent :

- Dans la mesure du possible, privilégier le semis direct des graines au repiquage.
- La plantation doit toujours se faire avec des plants jeunes, en capacité de produire très rapidement de fines racines actives (fig. 01).
- Dans le cas de plants issus de mottes de terre ou de godets, les plants doivent toujours être mouillés par immersion avant plantation.
- Au moment de la plantation, les racines doivent être saines et abondantes. Si les racines ont tourné contre les parois du godet ou du pot, par suite d'un trop long séjour, il est nécessaire d'éclater le chignon ainsi formé.



Figure 01 : Racines de jeunes plants de laitues colonisant le sol en profondeur.

Dans le sol, l'eau est en partage avec les composants solides : les granulats dont la taille varie des argiles pour les plus fins, aux sables et graviers pour les plus gros. De ce fait, l'eau dans le sol peut se comparer à celle contenue dans une éponge. Les pores entre les granulats sont occupés par l'eau, mais aussi par l'air indispensable à la respiration racinaire. Les matières organiques, comme celles issues du compost, assurent la liaison entre les granulats. Cela détermine ce que l'on appelle la **texture** du sol. De tous ces paramètres, dépend la plus ou moins grande capacité à retenir l'eau. On parle de **capacité de rétention**. Seule une fraction de cette eau est disponible pour la plante car une partie de celle-ci est fortement retenue par le sol. Revenons à l'image de l'éponge ; même quand on ne peut plus extraire d'eau en la pressant, il subsiste toujours de l'eau résiduelle que l'on ne peut extraire qu'en dépensant beaucoup d'énergie, en la chauffant par exemple. La fraction d'eau disponible pour la plante est nommée **réserve utile (RU)**. Au sein de cette réserve utile, on distingue une fraction appelée **réserve facilement utilisable (RFU)** qui correspond à une quantité d'eau disponible pour la plante sans qu'elle ait besoin de dépenser beaucoup d'énergie (fig. 02). Ces quantités peuvent être facilement mesurées au laboratoire d'agronomie ; mais elles révèlent des réalités de terrain facilement perceptibles par le jardinier.

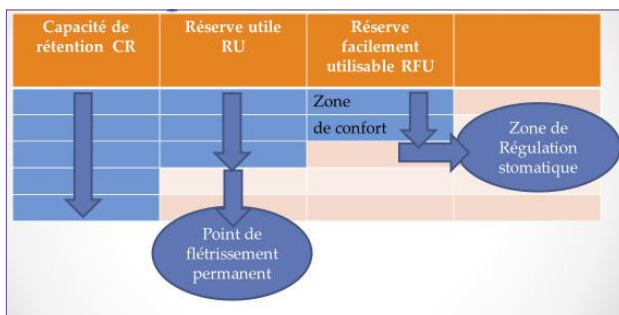


Figure 02 : Les capacités en eau du sol.

Les révélateurs des besoins en eau des plantes, un bon repère pour le jardinier

- Quand la plante puise dans la réserve facilement utilisable (RFU), elle ne présente aucun signe de flétrissement des feuilles.
- Lorsque la plante a épuisé la RFU, elle puise dans le solde de la réserve utile (RU). Elle dépense de plus en plus d'énergie et présente un flétrissement des feuilles croissant au cours de la journée. Cependant ce flétrissement est réversible en fin de journée.
- Quand la plante a totalement épuisé la réserve utile (RU). On atteint le **point de flétrissement permanent**, sous-entendu irréversible et conduisant à la mort de la plante.
- **Interpréter le flétrissement** : Une plante qui flétrit sous l'effet du rayonnement solaire au cours de la journée n'est pas nécessairement une plante qui a soif, mais tout simplement une plante qui se protège en réduisant sa consommation en eau (fig. 03). En revanche, une plante qui est déjà flétrie au lever du jour est en grand danger !



Figure 03 : Flétrissement de protection.

3. LES MOUVEMENTS DE L'EAU DANS LE SOL

Avec ou sans plante, la répartition de l'eau dans le sol obéit à des lois de la physique que sont la **gravité** et la **capillarité**. La gravité est un mouvement de l'eau uniquement descendant de la surface du sol vers les profondeurs pour remplir le réservoir sol et plus au-delà, en hiver notamment, recharger les nappes du sous-sol. La capillarité permet un déplacement de l'eau, d'ampleur plus limitée en mouvements latéraux ou ascendants. La meilleure image pour illustrer ce phénomène est celle du morceau de sucre en partie trempé dans un liquide coloré, du café par exemple. Lors d'un apport d'eau ces deux mouvements fonctionnent simultanément. La part de chacun de ses mouvements est sous l'étroite dépendance de la granulométrie des constituants du sol et de sa teneur en matières organiques. Les éléments grossiers du sol, sables et graviers, favorisent la gravité. Les éléments fins, argile, limons et les matières organiques qui les enrobent activent la capillarité.

Le rôle du jardinier.

Rechercher une capacité de rétention importante avec une bonne répartition de l'eau par capillarité est un objectif à atteindre pour adapter au mieux la fréquence des arrosages par aspersion et dans la pratique de l'irrigation localisée, goutte à goutte ou oyas, déterminer l'espacement maximum entre éléments du dispositif. L'apport régulier de matières organiques est également fondamental.

4. LA TIGE ET LES VAISSEAUX CONDUCTEURS

Les plantes comportent deux types de vaisseaux conducteurs :

- Les vaisseaux de la sève brute appelés **Xylème**. Ce sont précisément ceux qui transportent l'eau et les éléments minéraux des racines vers les feuilles où la photosynthèse fabriquera les sucres utiles à la croissance et au développement des plantes. Dans ces vaisseaux, la circulation de la sève est unidirectionnelle du bas vers le haut de la plante.
- Les vaisseaux de la sève élaborée appelés **Phloème** transportent les sucres dans tous les organes de la plante.

Les vaisseaux de la sève brute sont situés tout autour de la tige sous l'épiderme aussi appelée écorce lorsqu'il s'agit d'une plante ligneuse. Les vaisseaux sont ramifiés partant des plus gros, au collet des plantes jusqu'aux plus fins qui, dans les feuilles, constituent **les grosses et les fines nervures**.

Accidents vasculaires

La position périphérique des vaisseaux dans la tige leur confère une grande fragilité. Trois exemples pour illustrer ce point : les chocs d'outils « rotofil » utilisés sur les pelouses pour faire le contour des arbres ; la mortalité des pins sylvestres attaqués par les larves de scolytes qui se nourrissent sous l'écorce, précisément dans la zone où sont situés les vaisseaux ; les colliers qui, sur des arbres jeunes tuteurés, se transforment rapidement en colliers étrangleurs lors de la croissance diamétrale rapide des tiges.

Les vaisseaux peuvent être obstrués par des attaques de champignons ou de bactéries alors qualifiés d'agresseurs vasculaires. La circulation de la sève peut également s'interrompre sur une portion de ceux-ci par développement de bulles d'air ; c'est notamment le cas lors de changements climatiques subits ; passant d'une situation très sombre à une situation très ensoleillée. On parle alors d'embolie gazeuse ou de cavitation. Les symptômes de ces accidents vasculaires sont caractérisés par l'observation de flétrissements sectorisés : seulement un côté de la plante, de la branche, voire de la feuille (fig. 04).



Figure 04 : Bouchage de vaisseaux sur aubergine.

5. LES FEUILLES

Les feuilles sont pour la plante de véritables usines. Elles captent l'énergie solaire et sont le siège de tous les échanges gazeux avec l'atmosphère pour assurer trois fonctions essentielles :

- **La photosynthèse qui assure la synthèse des sucres**, avec absorption de gaz carbonique et rejet d'oxygène utile à toute la vie sur terre.
- **La respiration** avec prise d'oxygène et rejet de gaz carbonique.
- **La transpiration** qui transforme l'eau liquide prélevée dans le sol en vapeur d'eau rejetée dans l'atmosphère pour assurer le refroidissement de la plante tout en gardant l'eau de constitution des cellules des tissus de la plante.

Ces fonctions peuvent être assurées grâce à une morphologie d'organes bien spécifiques des feuilles :

- **L'épiderme** sur les deux faces des feuilles protègent les tissus sous-jacents des feuilles contre toutes les agressions extérieures, des excès climatiques comme des bioagresseurs.
- **Les nervures** qui sont les prolongations finales des vaisseaux de la sève.

- **Les stomates** principalement situés en face inférieure des feuilles sont des petits orifices en lien avec les nervures : c'est par ces orifices que se font tous les échanges gazeux dans l'atmosphère ; de gaz carbonique, d'oxygène et de vapeur d'eau. Les stomates ont la capacité de s'ouvrir ou de se fermer partiellement ou totalement pour réguler toutes les fonctions d'absorption de la plante. Cette régulation stomatique est provoquée par l'absorption de certains minéraux (principalement le potassium) et par la sécrétion par la plante d'hormones spécifiques. Les situations trop fréquentes de fermeture des stomates sont très défavorables à la plante, car n'oublions pas que dans ces périodes, la photosynthèse est aussi très réduite et l'absorption des sels minéraux dissous dans l'eau est bloquée (fig. 05).
- **Les hydathodes**, beaucoup moins connus que les stomates, voire longtemps ignorés, n'en sont pas moins essentiels à la vie de la plante et tout particulièrement à son intégrité. Ces petits groupes de cellules spécialisées sont situés en bordure de limbe, à l'extrémité des grosses nervures. Comme dans tous systèmes hydrauliques, ils jouent le rôle de soupapes de sécurité libérant l'excès de sève brute en empêchant aux tissus de la plante d'éclater lors de surpression de sève pouvant survenir dans de nombreuses circonstances.

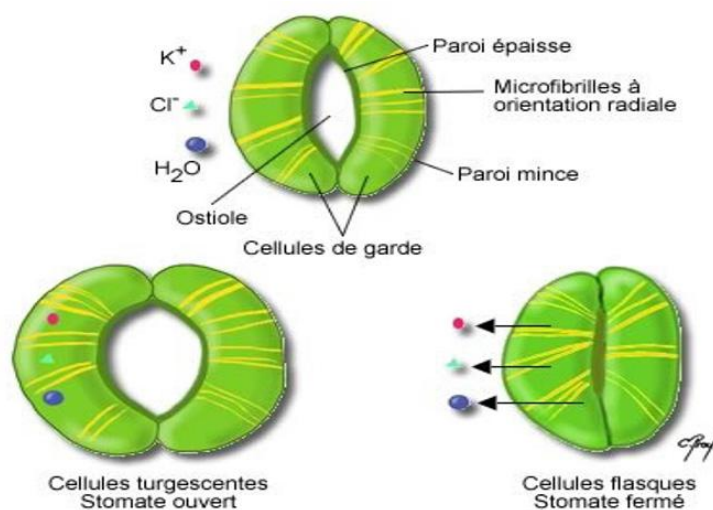


Figure 05 : Fonctionnement des stomates.

Le fonctionnement des hydathodes : un indicateur utile à la conduite de l'irrigation et au maintien des plantes en bon état sanitaire.

Le fonctionnement des hydathodes se reconnaît aisément par la présence, le matin, de gouttes de sève à la périphérie des limbes des feuilles au niveau des grosses nervures (Fig. 06, 07, 08). Cette situation révèle une surpression momentanée de sève brute dans les vaisseaux de la plante qui peut avoir deux origines : un excès d'eau dans le sol et/ou une insuffisance de transpiration liée au climat. D'un point de vue sanitaire, ces gouttes de sève constituent un milieu favorable au développement des bactéries et des champignons pathogènes. Ce risque est d'autant plus grand que la plante, en cas de changement brutal de conditions climatiques, est susceptible de réabsorber ces gouttes favorisant ainsi l'entrée des pathogènes dans les tissus de la plante.



Figure 06 : Guttation sur laitue.



Figure 07 : Guttation sur radis.



Figure 08 : Guttation sur tomates.

Le risque de dessiccation totale de la plante

Ce risque survient, sous l'effet du rayonnement quand l'eau du sol n'est plus disponible, les stomates sont alors fermés ; il n'y a plus de transpiration active mais, par un phénomène physique purement passif, l'eau de constitution de la plante s'évapore au travers de la cuticule des feuilles qui protège les tissus sous-jacents ; la plante se déshydrate de manière irréversible en commençant par les pointes de feuilles, souvent les zones les plus pourvues en stomates (fig. 09).



Figure 09 : Dégâts de manque d'eau sur viburnum.

Ce risque de dessiccation totale est très variable selon les espèces. Il est maximal pour les plantes à grandes feuilles à cuticule fine ; citons pour exemple les plantes de la famille des cucurbitacées. A l'opposé, Il est beaucoup plus faible pour les plantes à petites feuilles et cuticule épaisse : les lauriers par exemple.

Réduire l'exposition des feuilles, une stratégie complémentaire d'évitement du risque de déshydratation de la plante.

Pour réduire la surface exposée au soleil, les feuilles peuvent adopter un port plus dressé et/ou s'enrouler sur elle-même. Ce phénomène est particulièrement visible sur les grandes plantes monocotylédones, le maïs par exemple, mais aussi le tournesol.

L'arme ultime des plantes pour résister à la sécheresse au cours des périodes caniculaires : la chute prématurée des feuilles.

Lorsque la régulation stomatique ne suffit plus, les plantes pour éviter de se mettre en danger de mort, réduisent leur surface foliaire globale en provoquant la chute prématurée d'un grand nombre de feuilles. Ce phénomène est particulièrement visible sur les arbres à feuilles caduques, particulièrement les bouleaux et les platanes (fig. 10).



Figure 10 : Chute prématurée de feuilles sur viburnum.

Le cas des plantes des climats à pluviométrie très faible ou distribuée de manière très saisonnière.

Pour se développer dans des régions au climat aride, avec souvent des sols salés, les plantes ont développé des stratégies d'adaptation. C'est le cas des plantes succulentes, cactées et autres plantes grasses qui ont de grandes réserves dans leurs tissus et pour lesquelles les feuilles se limitent à des épines. A l'extrême, les plantes des déserts ont développé des mécanismes complexes qui leur permettent de survivre pendant de longues périodes à l'état déshydraté avant de reprendre une végétation active, dès qu'un peu d'eau revient.

Dans les zones moins difficiles, comme le climat méditerranéen, on trouve les plantes grises dont les feuilles sont dotées d'une forte pilosité capable de capter et de retenir l'eau de l'hygrométrie de l'air.

6. L'ATMOSPHÈRE ET LE CLIMAT

L'atmosphère et ses variations d'états constituent un fournisseur indispensable au fonctionnement des plantes. Les plantes utilisent de jour l'énergie solaire qui détermine les températures, l'eau présente sous forme de vapeur qui apporte la pluie et les flux de masses d'air qui engendrent les vents.

Les plantes utilisent l'énergie solaire pour la **photosynthèse** et pour la **transpiration**. L'énergie solaire parvient aux plantes sous forme de rayonnement qualifié de direct lorsqu'il n'y a pas de nuage ; ou de diffus quand il est filtré par les nuages. L'ensemble **rayonnement direct** plus **rayonnement diffus** constitue le **rayonnement global (RGO)**. L'incidence du rayonnement solaire sur la planète Terre, à un endroit déterminé, varie selon la saison. Le RGO est minimal en hiver et maximal en été.

L'eau présente sous forme de vapeur provient du grand cycle de l'eau qui alterne les phénomènes d'évaporation provenant des grandes masses d'eau liquide présentes sur la planète (océans, mers, lacs, cours d'eau...) et aussi de l'eau contenue dans le sol par évaporation à sa surface auquel s'ajoute la transpiration par l'intermédiaire des plantes (fig. 11).

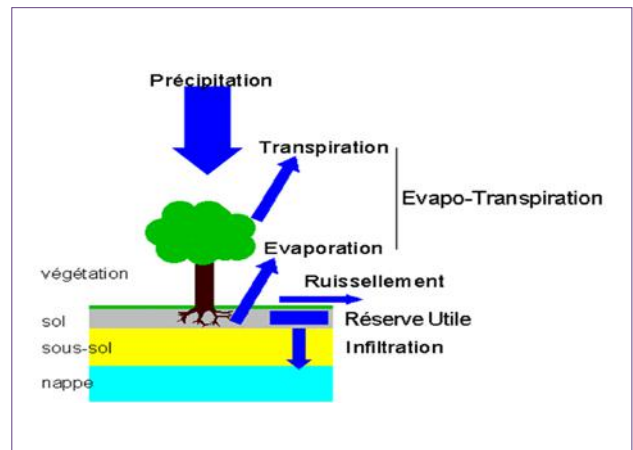


Figure 11 : Schéma simplifié du cycle de l'eau.

Pour une masse d'air donnée, la quantité d'eau contenue sous forme de vapeur dépend de sa température. Plus la température de l'air est élevée, plus elle peut contenir de vapeur d'eau. On estime en moyenne une augmentation de 7 % par degré supplémentaire. Plusieurs unités expriment le contenu de l'atmosphère en vapeur d'eau. L'unité scientifique est le déficit de pression de vapeur (DPV) ; mais les jardiniers retiennent plus facilement la notion **d'humidité relative (HR)** exprimée en pourcentage de vapeur d'eau.

Au regard de cette notion, sur une échelle de 0 à 100 %, trois étapes conditionnent la vie des plantes :

- Entre 0 % à 30 %, cas rare en Europe, l'air est très sec voire totalement sec, l'évaporation est maximale et, en général les plantes sont en grande difficulté, elles freinent leur transpiration pour sauvegarder leur eau de constitution.
- Entre 30 % et 99 %, le flux de transpiration de la plante est régulé par ses stomates.
- A 100 %, l'air saturé de vapeur d'eau bloque totalement la transpiration de la plante et l'évaporation du sol.

Cette étape de 100 % d'hygrométrie est aussi fondamentale pour le climat et indirectement pour les plantes. Elle engendre la condensation de l'eau sur les plantes, la rosée, et la pluie.

Observations et actions du jardinier

La saturation hygrométrique prolongée peut entraîner des conséquences dommageables pour le fonctionnement des plantes et pour leur santé. L'eau liquide sur le feuillage bloque la transpiration et constitue un milieu favorable au développement des maladies fongiques et bactériennes. Le jardinier, quand il le peut, doit chercher à réduire la durée de cette période d'humectation du feuillage.

La saturation hygrométrique est très souvent rencontrée sur de longues périodes dans des serres et abris insuffisamment aérés. Le jardinier a trop souvent tendance à vouloir privilégier le maintien de la température sans se soucier de l'hygrométrie et de l'entrée de l'air dans l'abri qui assèche l'eau en excès sur les feuilles.

AU JARDIN, PRIORITÉ À L'EAU DE PLUIE, MAIS IRRIGUER EST UNE NÉCESSITÉ

Sous nos régions tempérées, la pluie d'hiver est excédentaire par rapport à la consommation des plantes en végétation fortement ralentie. Cette eau s'infiltre dans le sol pour remplir la réserve des nappes du sous-sol. C'est aussi à ce moment que le jardinier peut capter une partie de l'eau excédentaire pour remplir ses réserves d'eau de pluie d'écoulement des toits des bâtiments. En revanche, en fin de printemps, en été et de plus en plus en début d'automne, la consommation en eau des plantes est maximale alors que la pluviométrie est faible. Les besoins en eau des plantes ne sont plus directement couverts par la pluie, l'irrigation devient alors indispensable (fig. 12).

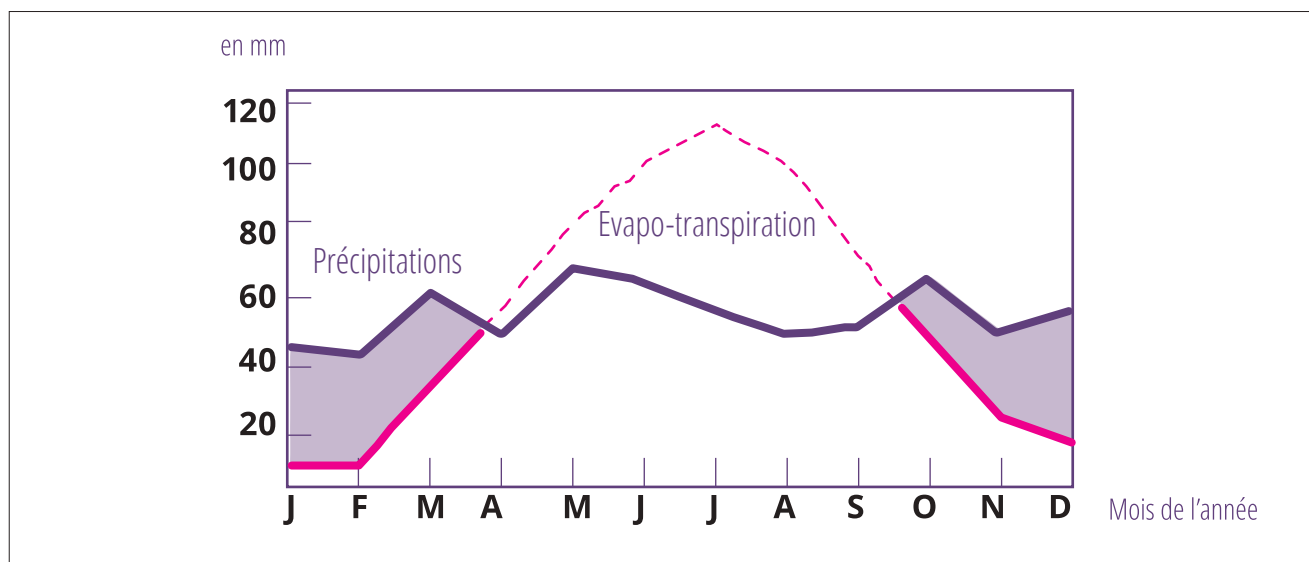


Figure 12 : Comparaison des précipitations et de l'évapotranspiration.

7. APPORTER LA JUSTE QUANTITÉ

Un moyen efficace pour gérer les quantités d'apport d'eau : la méthode du bilan hydrique

Pour appliquer cette méthode, il est essentiel de connaître de manière évolutive, au moins au niveau des ordres de grandeurs, trois données quantitatives :

- La consommation journalière théorique en eau des plantes.
- La quantité d'eau apportée par la pluie.
- La quantité maximale d'eau utile pour la plante contenue dans le réservoir sol.

Connaissant ces données, la quantité d'eau à apporter par l'irrigation sera le résultat de la quantité d'eau théorique consommée par les plantes après déduction de la quantité d'eau naturellement apportée par la pluie.

La réserve utile de l'eau dans le sol servira de tampon et déterminera la fréquence d'intervention entre deux interventions.

La résolution de cette soustraction suppose une unité commune dans l'expression de chacune des valeurs. Cette unité est le millimètre (mm) d'épaisseur d'eau sur le sol, sachant qu'**une hauteur d'eau d'un millimètre correspond à 1 litre sur la surface d'un mètre carré (m²)**, soit 10m³ sur un hectare.

La consommation journalière en eau des plantes et l'évaporation du sol (ETP) sont directement proportionnels au rayonnement global parvenant chaque jour à la surface du sol et des feuilles des plantes. A partir de l'enregistrement en continu du rayonnement global au moyen d'un appareil nommé pyranomètre, une formule mathématique permet de transformer la donnée dans l'unité mm d'eau directement utilisable. C'est le travail des stations météorologiques qui diffusent, chaque jour, la donnée dans les bulletins météorologiques. De manière plus empirique, on peut se référer à des données moyennes sur les repères indicatifs suivant les saisons.

	Ciel couvert	Ciel dégagé
Hiver	0 à 0,5 mm / jour	1 à 2 mm / jour
Printemps	1 à 2 mm / jour	2,5 à 3 mm / jour
Été	3 à 4 mm / jour	4,5 à 8 mm / jour
Automne	1,5 à 2,5 mm / jour	3 à 4 mm / jour

Ces quantités de besoin en eau varient peu selon les espèces mais s'appliquent à des plantes à complet développement. Pour la phase juvénile des plantes, il convient d'appliquer un coefficient minorateur évoluant de 0,3 à la plantation à 0,8 juste avant le plein développement de la plante. En revanche, le vent est un facteur d'accroissement des valeurs de l'ETP.

La quantité d'eau apportée par la pluie se mesure à l'aide d'un pluviomètre qui recueille la pluie. Il est gradué directement en mm d'eau. L'ETP que nous venons de voir peut s'apprécier sur une grande surface, à l'échelle de la commune, voire du département. En revanche la mesure de la pluviométrie doit se faire à l'échelle beaucoup plus fine du jardin ou du centre de jardin. Chacun a pu remarquer qu'en été principalement, à une période où les irrigations prennent toute leur acuité, à quelques centaines de mètre près, notamment lors des orages, les quantités de pluie peuvent être radicalement différentes (fig. 13 et 14).

Pour que la donnée fournie par le pluviomètre soit la plus représentative possible de la réalité, Il convient d'apporter une attention particulière au choix du pluviomètre qui doit comporter une surface de réception suffisante et être judicieusement placé sur le terrain, suffisamment éloigné d'éléments perturbateurs tels que les arbres et les constructions (fig. 13 et 14).

Il faut aussi considérer que le premier millimètre de pluie ne sert qu'à mouiller le feuillage et ne parvient pratiquement pas au sol (pour une végétation à son plein développement).



Figure 13 : Pluviomètre normalisé.



Figure 14 : Pluviomètre.

Dans le sol, la quantité d'eau utile à la plante dépend de sa nature représentée par sa texture (la taille des éléments qui le composent) et sa structure (l'arrangement de ces éléments entre-eux), notamment sous l'effet de la matière organique. Une valeur précise de cette donnée peut se mesurer en laboratoire d'agronomie à partir d'un échantillon représentatif de sol, mais il est aussi possible de se référer à des ordres de grandeurs issus de moyennes d'un grand nombre de mesures. Cette donnée s'exprime en millimètre (mm) d'eau par centimètre de sol prospecté par les racines des plantes. Pour les plantes annuelles et vivaces, en dehors de arbres et arbustes, nous retenons en général une profondeur de 30 cm dans laquelle se trouve la majorité des racines actives dans la prise d'eau et d'éléments minéraux.

Il est utile de connaître ces valeurs, exprimées en mm, pour bien gérer l'irrigation :

Nature du sol. Terre :	Réserve utile en mm d'eau par cm d'épais- seur de sol.	Réserve utile en mm d'eau dispo- nible pour la plante.
sableuse	0,7	21
sablo-limoneuse	1,50	45
limono-sablo-argileuse	1,65	49
argilo-limono-sableuse	1,80	54

Fréquence des irrigations et quantités d'eau à chaque apport

La relation fréquence/quantité évoluera logiquement en fonction du stade des plantes. Les plantes jeunes, à faible profondeur d'enracinement, devront être irriguées fréquemment avec de petites quantités d'eau pour favoriser le développement des jeunes racines. Au fur et à mesure du développement des plantes et de la

pénétration des racines dans le sol, cette relation devra être progressivement inversée. Laisser le sol s'assécher entre deux irrigations est utile, au moins à deux titres : obliger les racines à aller puiser l'eau en profondeur et favoriser la respiration racinaire. Il suffira alors de se référer à la relation ETP journalière et réserve utile du sol ; exemple une ETP de 5 mm/jour dans un sol limono-sablo-argileux ayant une réserve utile de 49 mm autorisera une fréquence possible de $49\text{ mm} : 5\text{ mm} = 9$ jours.

Connaître l'état hydrique d'un sol, avec un peu d'habitude, peut aussi s'apprécier visuellement (terre plus ou moins noire) et au toucher (composants de la terre liés/composants granuleux libres) immédiatement après prélèvement d'un échantillon de sol sur une profondeur de 0 à 30 cm à l'aide d'une sonde manuelle (tube en partie ouvert sur la longueur) disponible dans le commerce mais aussi facile à fabriquer (fig. 15 et 16).



Figure 15 : Prélèvement de sol pour vérifier l'humidité du sol.



Figure 16 : Appréciation visuelle de l'humidité du sol.

Les modes d'irrigation

Les modes d'irrigation peuvent être classés en deux grandes catégories : l'apport d'eau sur toute la surface du sol plantée, comme le fait la pluie, ou l'apport d'eau plus ou moins localisé au pied des plantes. Dans le premier cas l'évaporation de l'eau du sol s'effectue de manière pleine et entière ; dans le second cas, l'évaporation du sol est réduite ; puisqu'elle ne concerne qu'une partie du sol, l'autre partie s'asséchant progressivement.

Les principaux dispositifs d'irrigation localisée vont du plus rudimentaire : irrigation à la raie, poterie poreuse qui diffuse l'eau dans le sol par capillarité souvent appelés oyas ; au plus sophistiqué avec l'irrigation dite goutte à goutte au moyen de goutteurs autorégulants assurant un débit constant à toutes les plantes dans le cas de très longues canalisations (plus de 60 m) (fig. 17).



La nécessité d'économiser l'eau fait que de plus en plus de jardiniers se tournent, à juste titre, vers l'irrigation localisée. Cependant pour ne pas être déçu, il convient, de connaître les limites de ce dispositif et de bien prendre en compte le paramètre nature du sol.

L'irrigation localisée va diminuer le volume de sol prospecté par les racines en les obligeant à se développer uniquement dans la partie de sol qui reçoit l'eau que l'on dénomme « bulbe humide » avec trois inconvénients directs :

- Réduire le volume de sol prospecté par les racines ; c'est moins d'eau mais aussi moins d'éléments minéraux disponibles pour la plante. Il y a alors souvent nécessité d'irriguer avec des solutions nutritives contenant des engrais dissous.
- Réduire le volume racinaire c'est aussi, indirectement, rendre la plante plus sensible aux effets potentiels d'un bioagresseur racinaire, champignons, bactéries ou ravageurs.
- Réduire la quantité d'eau en réserve pour la plante en cas de non déclenchement de l'irrigation, accidentel par exemple.

Nous avons vu précédemment que la nature du sol influençait fortement la diffusion de l'eau dans le sol entre les deux mouvements : gravité et capillarité. De la relation entre ces deux mouvements découle l'importance et la forme du bulbe humide. Une diffusion majoritairement issue de la gravité procurera un bulbe humide de diamètre très réduit s'enfonçant rapidement dans le sol. Au contraire une diffusion majoritairement issue de la capillarité engendrera un bulbe humide large et de forme globulaire. Cette seconde situation est préférable (fig. 18).

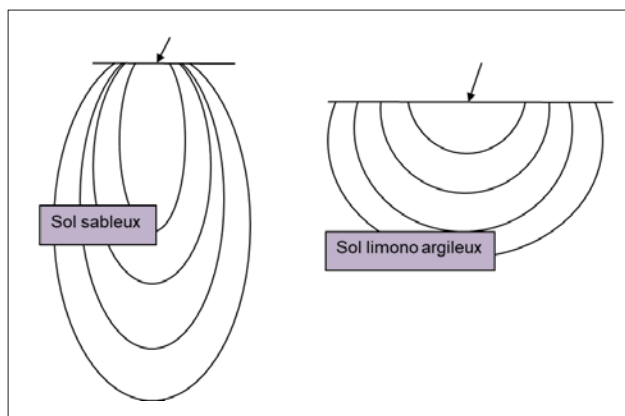


Figure 18 : Formation du bulbe humide dans le sol.

De la nature du sol découlera également l'espacement des points de diffusion de l'eau dans le sol (oyas ou goutteurs) et dans le cas d'un système de goutteurs, le débit horaire de chaque goutteur.

D'une manière globale, en sol à dominante sableuse, favorable à l'écoulement de l'eau par gravité les points de gouttage devront être assez resserrés, proche des plantes à irriguer et à faible débit : 2 litres/heure au maximum pour éviter la fuite trop rapide de l'eau dans la profondeur du sol. Dans cette situation les bulbes humides se rejoignent dans une configuration de tranchée humide.

A l'inverse dans les sols à dominante limono-argileuse, les points de gouttage pourront être plus espacés et/ou disposés plus loin des plantes ; par exemple un seul goutteur entre deux plantes. Le débit des goutteurs pourra être plus important pour un étalement de l'eau à la surface du sol avant pénétration dans le sol. Dans ce cas, il est possible d'aller jusqu'à 4 litres/heure. Il sera utile de vérifier toutefois qu'à ce débit il n'y a pas apparition d'une flaque persistante d'eau sur le sol, signe d'une zone asphyxiante.

RÉPONSES À QUELQUES QUESTIONS FRÉQUEMMENT POSÉES

Q : Le paillage du sol est-il l'arme absolue pour réaliser des économies d'eau au jardin ?

R : Oui et non. Le paillage du sol autour des plantes occulte, au moins partiellement, l'atteinte du rayonnement solaire à la surface du sol et, à ce titre, il réduit l'évaporation de l'eau contenue dans le sol. Rappelons que la perte en eau du sol se fait sous l'action conjuguée de l'évaporation du sol et de la transpiration des plantes ; c'est l'évapotranspiration. La part relative prise par l'évaporation du sol et la transpiration varie au fur et à mesure de la croissance des plantes. Au début, quand la plante est jeune, le rayonnement solaire atteint majoritairement le sol et l'action du paillage maximale. Quand la plante se développe, c'est le feuillage qui intercepte de plus en plus le rayonnement solaire et la part d'évaporation du sol diminue jusqu'à devenir quasi nulle quand le feuillage de la plante ombre totalement la surface du sol. Par ailleurs le paillage du sol maintient l'humidité du sol et donc l'enracinement actif des plantes essentiellement en surface ; ce qui est contraire à la recherche d'un enracinement en profondeur susceptible de créer un grand réservoir d'eau à disposition de la plante.

Le paillage avec des matériaux organiques (déchets de végétaux), à juste titre souvent recommandé, doit être réalisé en épaisseur raisonnable car ces matériaux sont eux même rétenteur d'eau, parfois au détriment de la pénétration de celle-ci dans le sol. La très faible pluviométrie estivale de l'année 2022 essentiellement apportée par une succession de faible pluie a été particulièrement révélatrice de ce phénomène très défavorable à l'alimentation en eau des plantes.

Q : Existe-t-il d'autres moyens pour limiter raisonnablement l'évaporation du sol et la transpiration des plantes ?

R 1 : L'utilisation de brise-vent végétaux ou sous forme de filets constitue des dispositifs efficaces dans la réduction de la transpiration des plantes car le vent joue un rôle non négligeable dans le processus de transpiration des plantes. Il permet le renouvellement de l'air immédiatement situé au contact des feuilles, appelé scientifiquement « couche limite foliaire », qui tend à se saturer sous l'effet de la vapeur d'eau émise par la feuille, par de l'air plus sec.

R 2 : Le travail superficiel du sol entre les plantes : sarclage, binage, griffage. Outre le fait que ce soit le moyen mécanique le plus efficace pour lutter contre le développement des plantes adventices, réduit très efficacement l'évaporation du sol en provoquant une rupture de la continuité hydrique qui assure le transfert de l'eau contenue en profondeur dans le sol vers l'atmosphère. C'est en outre le moyen de maintenir une surface de sol meuble qui sera très facilement pénétrée par les pluies. Tous les jardiniers expérimentés connaissent le dicton : « un binage vaut deux arrosages » La seule limite à cette pratique est qu'il faut dépenser de l'énergie mécanique ou humaine !

Q : En période de canicule et de sécheresse comment réduire raisonnablement la consommation en eau des plantes ?

R : L'ombrage qui procure une occultation partielle du rayonnement solaire est le meilleur moyen pour réduire l'évapotranspiration. Attention toutefois, une interception trop importante du rayonnement va aussi réduire la photosynthèse, donc la croissance de la plante.

Q : Faut-il assurer en permanence la totalité des besoins en eau théoriques de la plante ?

R : Là encore réponse nuancée selon l'espèce et le stade de la plante. Les plantes à cycle complet se caractérisent par un fonctionnement en deux phases dominantes successives et, éventuellement répétitives pour les plantes pérennes : une phase végétative de développement et de croissance des racines, des feuilles et des tiges à laquelle succède une phase générative de production des fleurs et des fruits qui contiennent les graines. Pendant la phase végétative, un stress hydrique modéré (réduction des apports d'eau par rapport aux besoins théoriques) est pratiquement toujours favorable à une bonne expression de la phase générative qui doit succéder. Beaucoup de jardiniers du potager ont fait l'expérience de tomates trop arrosées qui font des grosses tiges et des grandes feuilles au détriment des fruits.

Q : Faut-il arroser le feuillage des plantes ou toujours seulement les mouiller à la base des tiges ?

R : Contrairement à des idées trop souvent propagées l'arrosage des plantes sur le feuillage est toujours favorable, il débarrasse les feuilles des poussières de la pollution qui s'y accumule et est très défavorable aux insectes et acariens ravageurs des plantes qui cherchent à s'installer. Ce moyen n'est pas négligeable dans l'objectif de plantes en bonne santé. Une condition impérative cependant, que le feuillage humecté puisse rapidement se ressuyer (sécher) après l'arrosage ; faute de quoi l'humidité résiduelle sur le feuillage, durant une longue période, est favorable au développement potentiel de maladies fongiques (engendrées par des champignons) et bactériennes.

Q : Question souvent corrélative de la précédente, est-il préférable d'arroser les plantes le matin ou le soir ?

R : Pour répondre à cette question, il est nécessaire de bien connaître et comprendre toutes les voies d'absorption de l'eau par la plante. La voie principale, la transpiration ne se fait que de jour sous l'influence du rayonnement global, elle a été largement développée dans cet article.

Il existe une autre voie minoritaire, mais qui peut avoir des conséquences dommageables à la plante lorsqu'elle est mal maîtrisée. Malgré la fermeture totale des stomates des feuilles et donc en l'absence de rayonnement global, la nuit et lorsque le sol est gorgé d'eau, situation rencontrée après un arrosage ou une pluie avant que l'eau se répartisse dans le sol (entre gravité et capillarité) ; l'eau arrive malgré tout à pénétrer dans la plante grâce au phénomène d'osmose (phénomène physico-chimique par lequel l'eau est naturellement transférée d'une solution moins concentrée en sels minéraux, le sol, vers une solution plus concentrée, celle de la sève des plantes, au travers d'une paroi perméable en l'occurrence la paroi racinaire. Cette action entraîne une surpression dans les vaisseaux de la sève brute de la plante normalement évacuée par les hydathodes et le phénomène de guttation. En conséquence, pour limiter le phénomène de surpression, l'apport d'eau aux plantes, aussi bien par aspersion que par goutte à goutte, doit toujours être réalisé en période de transpiration, stomates ouverts. L'irrigation du matin est toujours favorable car elle laisse derrière l'irrigation un long temps de transpiration et de ressuyage du feuillage mouillé, si l'irrigation a été faite par aspersion. L'irrigation de fin d'après-midi, si elle ne peut pas être évitée, doit être réalisée nettement avant la nuit. L'arrosage de nuit souvent réalisé par les agriculteurs, ne se justifie que par la diminution de la perte directe par évaporation par les systèmes d'asperseurs géants.

Q : Existe-t-il des différences de besoins en eau selon les espèces de plantes ?

R : Oui et elles peuvent être importantes. On parle alors d'efficacité de l'eau qui se définit comme étant la quantité d'eau nécessaire à la production de 1 kg de matière sèche. Retenons quelques exemples souvent cités pour les plantes alimentaires : pour produire 1 kg de matière sèche, il faut en moyenne

- 450 litres d'eau pour le maïs,
- 590 litres d'eau pour le blé tendre,
- 900 litres d'eau pour le soja,
- 1 600 litres d'eau pour le riz pluvial cultivé sans être immergé.

Au passage, tordons le cou à une idée trop souvent propagée ; le maïs n'est pas une plante gourmande en eau ! Son seul défaut est que dans nos régions tempérées, son cycle cultural se déroule en été au moment où il y a souvent le moins d'eau disponible.

Q : Est-il possible par la voie génétique de l'amélioration des plantes, pour une espèce donnée, de réduire la quantité d'eau consommée à fabrication de matière sèche constante ?

R : oui. Actuellement l'amélioration génétique qui aboutit à la création de nouvelles variétés ne modifie pas fondamentalement le rapport de la plante à l'eau. Tout au plus, elle permet de répondre à des situations critiques sur de courtes périodes de déficit pluviométrique et de canicule. La sélection variétale sur ce caractère de tolérance au déficit hydrique est complexe. Elle nécessite des installations expérimentales lourdes permettant de réaliser artificiellement, et de manière régulée, des conditions de stress hydriques proches de celles rencontrées dans la nature pour y placer des milliers de cultivars afin de repérer ceux qui résistent le mieux et dans lesquels il faudra identifier les gènes responsables de cette tolérance ainsi que leur mode d'action sur les fonctions de la plante impliquées dans le transfert de l'eau du milieu de culture vers l'atmosphère.

Les changements morphologiques sont plus facilement repérables comme l'augmentation du volume racinaire et son architecture pour aller puiser l'eau plus en profondeur dans le sol ; ou l'adaptation foliaire basée sur la forme et la taille des feuilles et, de manière non visible, le nombre et la position de stomates. Tous les jardiniers cultivant des tomates (il y a de véritables collectionneurs de variétés) ont facilement remarqué qu'il existe au sein de cette espèce des variétés à petites feuilles à port plat et des variétés à très grandes feuilles à port retombant.

Q : Quelles sont les conséquences d'un stress hydrique provoqué par les périodes de sécheresse et de canicule que nous traversons ?

R : Ces conséquences sont variables selon les espèces et surtout la phase de la vie de la plante au cours de laquelle elle se produit. Elles peuvent être très graves dans la phase germination de la semence, plantule

ou très jeune plante en cours d'installation du système racinaire. Elles seront modérées sur des plantes bien installées avant la floraison. Les conséquences seront dans la phase de reproduction de la plante de nouveau importantes lors de la formation des fleurs, des fruits et des graines. Dans ce dernier cas, la vie de la plante n'est pas nécessairement en jeu, mais sa récolte pourra être très faible.

Q : Est-il judicieux d'arroser quand il pleut ?

R : Oui ! Beaucoup de personnes qui circulent dans la campagne sont toujours stupéfaites de voir les agriculteurs continuer d'arroser leurs champs alors qu'il pleut. Les agriculteurs connaissent la quantité d'eau dont les plantes ont besoin et connaissent aussi la météo qui leur indique que la quantité d'eau de la pluie sera insuffisante. L'arrosage pendant la pluie présente plusieurs avantages : réduire les pertes d'eau d'arrosage par évaporation ; puisque que quand il pleut l'atmosphère est très proche de la saturation hygrométrique et ne pas exposer deux fois les feuilles à une humectation persistante ; une fois par la pluie et une par l'arrosage qui devra compléter. Nous savons que l'humectation trop fréquente des feuilles augmente le risque de maladies fongiques et bactériennes.

Q : Comment la plante est-elle susceptible de réagir à un stress foliaire ?

R : La meilleure réponse à cette question est donnée par l'observation d'un arbre à feuilles caduques qui a subi, en fin de saison un élagage drastique. L'exemple du Ginkgo biloba (un arbre qui normalement ne devrait pas être élagué) est édifiant. La repousse de l'arbre l'année suivante se fait avec des feuilles beaucoup plus grandes et moins découpées que les feuilles de l'année précédente. La plante, avec moins de feuilles, cherche à retrouver immédiatement de la surface foliaire afin d'augmenter sa capacité de photosynthèse et de transpiration.

Références bibliographiques

- Compte-rendu de Georges Pelletier : « Comment la génétique pourra contribuer à l'adaptation de la plante au déficit hydrique » Communiqué à l'Académie d'agriculture de France, 28 octobre 2013.



- Société nationale d'horticulture de France (SNHF), Actes du Colloque scientifique « L'eau et la plante », publié en mai 2022.

Conseils pratiques Jardiner Autrement

L'eau est une ressource précieuse. Primordiale pour la plante, elle doit néanmoins être utilisée judicieusement pour ne pas nuire à la plante ni à l'environnement. Découvrez les techniques permettant d'économiser l'eau au jardin et d'en comprendre son rôle dans la plante.

- **Comprendre le rôle de l'eau dans le développement des plantes et comment l'économiser**



www.jardiner-autrement.fr/comprendre-le-role-primordial-de-leau-dans-le-developpement-des-plantes-et-comment-leconomiser/

Jardiner Autrement | le 9 décembre 2022

- **Connaître les besoins en eau des plantes**



www.jardiner-autrement.fr/connaître-les-besoins-en-eau-des-plantes/

Jardiner Autrement
publié le 9 décembre 2022

- **L'eau et la plante**



www.jardiner-autrement.fr/leau-et-la-plante/

Jardiner Autrement
publié le 29 novembre 2022

- **L'arrosage économe en eau**



www.jardiner-autrement.fr/larrosage-econome-en-eau/

Jardiner Autrement
publié le 24 juin 2021

La plateforme Jardiner Autrement, www.jardiner-autrement.fr, à destination des jardiniers amateurs, est pilotée par la Société Nationale d'Horticulture de France et soutenue financièrement par l'Office français de la biodiversité. C'est par ce biais que la SNHF accompagne depuis 2010 les jardiniers amateurs de tous niveaux dans les pratiques respectueuses de l'environnement. La sensibilisation et la diffusion des pratiques de jardinage pour agir en faveur du climat sont plus particulièrement au cœur des missions de Jardiner Autrement.

Dossier L'eau et les plantes de nos jardins
Connaître et comprendre pour agir au mieux

Publication de la Société Nationale d'Horticulture de France
84, rue de Grenelle 75007 Paris • 01 44 39 78 78
info@snhf.org • www.snhf.org
Publication : novembre 2024

en version papier : ISBN 978-2-913793-62-0
Gratuit

Impression : PixartPrinting / Mise en page : Marion Duplessier - SNHF

La SNHF a pour vocation de diffuser des connaissances et des savoir-faire horticoles au travers de publications, conférences, colloques, webinaires, cours... Centre de ressources, elle dispose notamment d'une bibliothèque spécialisée qui constitue un des premiers fonds documentaires horticoles.

La SNHF propose également :

- la revue trimestrielle *Jardins de France* qui emmène ses lecteurs à la découverte du monde horticole et des jardins,
- www.jardiner-autrement.fr, un site internet grand public de référence pour jardiner sans pesticide (avec le soutien financier de l'Office français de la biodiversité),
- des voyages et sorties horticoles,
- des prix et concours : Grand Prix de la Rose, Concours national des jardins potagers, Concours Jardiner Autrement, Concours national des jardins d'agrément privés « Jardins Secrets »,
- le diplôme d'animation florale artistique (DAFA).

Pour toutes ces actions, la SNHF s'appuie sur le travail conjoint de ses élus, bénévoles et collaborateurs, en particulier au travers de :

- son conseil scientifique,
- ses 10 sections thématiques : Arbres et arbustes d'ornement, Art des jardins, Art floral, Beaux-arts, Cactées et succulentes, Fuchsias et pélargoniums, Orchidées, Potagers et fruitiers, Plantes vivaces, et Roses,
- son comité fédérateur qui représente les associations et sociétés adhérentes (totalisant plusieurs dizaines de milliers d'adhérents),
- son conseil des professionnels.

Pour découvrir nos actualités et accéder à nos webinaires et publications, rendez-vous sur www.snhf.org.

Retrouvez-nous sur nos réseaux sociaux :

