

I. Froids et Gelée

Lorsque l'on parle de tolérance des végétaux aux températures basses, il est indispensable de préciser le degré de sévérité du froid, sa durée dans le temps et à quel moment du développement des plantes il intervient. Connaître la réponse des plantes permet non seulement de faire un bon choix des espèces pour nos jardins et nos espaces verts mais aussi de mieux les protéger...

Le froid, deux cas de températures peuvent être distingués. Les températures basses négatives, celles qui entraînent le gel, la formation de cristaux de glace à l'intérieur des cellules et des tissus, et donc leur mort. Quant aux températures basses positives, elles sont à l'origine de troubles physiologiques ou « maladies du froid » entraînant la mort sans gel de nombreuses espèces de climats chauds. Ces mêmes températures, allant de 3°C à 10°C, peuvent aussi avoir des effets bénéfiques sur le cycle de développement des végétaux de climats tempérés (élimination des dormances des graines et des bourgeons, floraison...).

I.1. Risques et dégâts

Au début du mois d'avril, plusieurs zones notamment de la région centre ont observé des dégâts de gel tardif ; les agriculteurs rapportent des dégâts sur leur colzas et céréales d'hiver alors que ceux-ci sont à des stades critiques.... Mais au fait, qu'est-ce qu'il se passe dans la plante et peut-on l'éviter ? Les gelées sont aussi l'ennemi des arboriculteurs, des vignerons. En effet, la plupart des agriculteurs sont concernés.

I.1.1. Le froid, un effet déshydratant

Les températures froides dans le sol induisent une diminution de la disponibilité de l'eau pour la plante et peuvent conduire à une déshydratation de celle-ci. Au lieu de circuler du sol vers les racines, l'eau circule des racines vers le sol, par le mécanisme d'osmose.

Pour lutter contre ce phénomène, certaines plantes s'adaptent en augmentant la concentration de leur sève en sucre ou en minéraux.

De cette façon, la plante ne peut plus absorber d'éléments minéraux, cela cause des carences induites.

I.1.2. Le moment et la durée du stress thermique

Les dégâts causés par les « stress » thermiques dépendent aussi du moment et de la durée de ceux-ci. Le stress peut être de durée réduite, et si l'abaissement de la température n'est pas trop rapide, les végétaux disposent souvent de moyens de résistance qui correspondent à des modifications métaboliques et physiologiques réversibles. La période de températures basses

Grands Facteurs Responsables des Accidents Climatiques (Froids, Gelées, Sècheresse) Impact, Risques et Dégâts

peut être plus longue, mais temporaire, comme l'hiver dans les climats tempérés. Le végétal mettra alors en place, avant la période froide, des moyens de lutte contre le gel : les plantes se préparent progressivement pendant la période automnale, on parle d'endurcissement au gel. Cette tolérance au gel qui s'acquiert pendant l'automne disparaît rapidement au début du printemps, d'où le danger des gels de printemps. Les végétaux peuvent aussi produire des organes, le plus souvent déshydratés (graines, spores), qui supportent des températures très basses (jusqu'à -196°C , température de l'azote liquide !). Une telle tolérance au froid est mise à profit pour l'établissement de banque de gènes : les graines sont conservées dans des congélateurs à -18°C , à -30°C , ou dans des conteneurs renfermant de l'azote liquide -196°C). Lorsque les températures froides sont permanentes, seuls les végétaux qui présentent des modifications structurales et physiologiques permanentes, peuvent survivre. On parle alors d'adaptation.

I.1.3. Les dégâts et la mort des végétaux sans gel

Les désordres métaboliques engendrés par les températures froides, mais supérieures au point de congélation (généralement situé entre -1°C et -3°C), concernent surtout les espèces originaires des régions chaudes du globe, particulièrement les espèces tropicales. Ils donnent lieu à une grande diversité de symptômes qui se manifestent le plus souvent par des brunissements localisés ou généralisés des organes et aboutissent, à plus ou moins long terme, à la mort d'ilots cellulaires (dépressions brunes nommées « pitting »), des organes (brunissement interne des avocats, par exemple, ou superficiels des feuilles), puis de la plante entière.

Les brunissements sont dus à l'oxydation de composés phénoliques. On classe habituellement les végétaux en trois groupes selon leur degré de sensibilité au froid non gelant. Les végétaux insensibles au froid peuvent supporter sans dommage des températures immédiatement supérieures à leur point de congélation. Nous pouvons citer les chrysanthèmes, les cyclamens, les tulipes, les pensées, les narcisses.

Les végétaux modérément sensibles au froid, altérés à des températures inférieures à environ $2-7^{\circ}\text{C}$, le cas de certaines variétés de pois et de haricots. Les végétaux très sensibles au froid, qui présentent des troubles à des températures plus basses que $7-15^{\circ}\text{C}$. Parmi ceux-ci, on trouve de nombreuses plantes vertes (*Begonia*, *Citrus*, *Dracaena*, *Dieffenbachia*, *Ficus*...) ou fleuries (*Anthurium*, *Gloxinia*, *Saintpaulia*, *Hibiscus*). Ces végétaux originaires de régions chaudes sont généralement des plantes d'intérieur qui ne supportent pas des courants d'air frais.

Grands Facteurs Responsables des Accidents Climatiques (Froids, Gelées, Sècheresse) Impact, Risques et Dégâts

Au moment de leur récolte, les semences de nombreuses espèces de climats tempérés sont considérées comme « dormantes », car elles sont incapables de germer ou germent très difficilement dans des conditions apparemment favorables (températures proches de 15-20°C, oxygénation et humidité correctes du sol, lumière...). Cette inaptitude à la germination réside dans l'embryon lui-même (dormance qualifiée d'embryonnaire) ou des structures qui entourent l'embryon (inhibition tégumentaire). Dans les conditions naturelles, c'est le froid de l'hiver qui permet leur germination au printemps suivant, on parle alors de levée de dormance par le froid. La période hivernale peut être simulée par une incubation des graines en milieu humide (sable, tourbe, vermiculite...) à des températures proches de 3 à 6°C, pendant plusieurs semaines à quelques mois. Ce traitement est connu sous le nom de « stratification » par les horticulteurs et les forestiers.

Parmi les espèces présentant des graines dormantes, nous pouvons citer les rosacées et de nombreux arbres (conifères et feuillus) d'intérêt horticole. Ce besoin de froid est d'environ 30 à 90 jours pour la majorité des espèces (pommier, poirier, rosier, pin, sapin, noisetier, hêtre...) mais peut atteindre 120 à 180 jours pour l'églaier, le noyer, l'érable, le frêne et le sorbier...

I.1.4. Les mycorhizes ne fonctionnent plus

Les mycorhizes n'aiment pas beaucoup le froid et pour une fois ne semblent pas avoir un rôle important dans la lutte contre le froid pour la plante. Les plantes arctiques ne sont d'ailleurs pas mycorhizées. Quand les températures diminuent, elles ne participent plus à la nutrition de la plante. Une étude menée en Norvège comparant des plantes qui poussent à 8°C ou à 15°C avec ou sans mycorhizes montre que les plantes mycorhizées n'ont plus beaucoup d'avantages à 8°C par rapport aux plantes non mycorhizées.

I.1.5. Le gel éclate les membranes des cellules

Pour se protéger la plante expulse l'eau de ses cellules vers les espaces inter-cellulaires et augmente la concentration de l'eau en sels et en sucres. Quand cela ne suffit plus, les cellules ne gèlent, les fonctions biologiques s'arrêtent et les cellules éclatent. La plante ou l'organe en question meurt.

I.1.6. L'activité hormonale

La plante ne peut pas se déplacer pour lutter contre un stress dans son environnement. Les hormones sont son principal mécanisme d'adaptation qui lui permet de réagir à l'attaque d'un bioagresseur ou bien au froid. La symbiose de la plante avec des bactéries de la rhizosphère augmente la sécrétion d'hormones. Des études sur le haricot vert exposant la plante à des

Grands Facteurs Responsables des Accidents Climatiques (Froids, Gelées, Sècheresse) Impact, Risques et Dégâts

températures entre -2 et -16°C montrent que le haricot vert est moins endommagé dans le gel si il est inoculé avec du rhizobium que sans inoculum.

I.1.7. Les parties feuillées

Une plante placée à l'abri du vent sera donc en principe plus résistante aux basses températures. Au besoin, et pour les jeunes plantations, placez en protection contre les vents dominants des écrans de toile ou de filet brise-vent fixés à des pieux.

Il faut aussi déplorer les méfaits mécaniques inévitables sur les arbres mal tuteurés. Leur motte soulevée n'en est que plus exposée aux morsures du froid. Vérifiez donc l'efficacité des haubanages dès l'automne.

La température est le facteur le plus redoutable en hiver en conjonction avec l'humidité. Les plantes persistantes sont plus ou moins aguerries en fonction de leur origine géographique pour les espèces (issues de régions altitudinales ou non), mais aussi du lieu de production. Imaginez un fruitier planté en montagne et provenant d'une pépinière de plaine. S'ensuit une notion d'acclimatation. En effet, une plante précieuse, mais réputée en limite de rusticité en un lieu donné sera choyée comme il se doit durant ses deux ou trois premiers hivers grâce à des protections adéquates (paillis, voile protecteur, emmaillotage...).

Comment les plantes peuvent-elles ainsi supporter des températures en dessous de zéro sans que leurs tissus n'éclatent sous l'effet du gel, me questionnerez-vous ? La réponse réside dans la concentration en sucres des cellules.

Ces sucres agissent comme l'antigel (glycol sucré) contenu dans le circuit de refroidissement de votre voiture. Vous comprendrez aisément qu'une plante trop turgescente et aqueuse du fait d'un excès d'arrosage, de pluie ou d'humidité du sol sera plus sensible au froid, faible concentration en sucres oblige. D'où l'intérêt de mener les plantes plutôt "à la dure" et, surtout, de soigner le drainage du sol. Ainsi est-il très important de placer les pots ou jardinières sur des cales afin d'optimiser le drainage du substrat.

Un autre phénomène moins connu peut affecter la résistance des feuillages au froid. Il s'agit du laps de temps entre le gel et le dégel. Pour certains arbustes persistants (camélias) ou sensibles aux gelées tardives (hortensias), une exposition au soleil levant implique un dégel très rapide. Dès lors, les tissus n'ont guère le temps de s'adapter à ces sautes de température et leurs tissus éclatent.

De même, les plantes semi-rustiques et sensibles au froid comme de nombreuses espèces méditerranéennes caduques ne doivent pas être rabattues en automne, mais bien plutôt en fin

Grands Facteurs Responsables des Accidents Climatiques (Froids, Gelées, Sècheresse) Impact, Risques et Dégâts

d'hiver. Ainsi leurs tiges et rameaux, même secs, offriront une protection naturelle pour les jeunes bourgeons latents de la base.

La neige, par son poids sur les rameaux, représente un handicap hivernal de taille, un risque de casse irrémédiable. Si les bouleaux et autres arbres souples supportent assez bien un tel poids, tel n'est pas le cas d'essences plus fragiles. Il en va ainsi des formes dressées de cyprès de Provence ou l'if d'Irlande par exemple qui deviennent alors vite dépenaillés si elles ne sont pas régulièrement apprêtées par la taille ou corsetées.

I.1.8. Le collet

Les plantes à feuillage velu et de nombreux sujets de rocaille sont particulièrement sensibles à l'humidité au niveau de leur collet, cette partie située entre les premières feuilles ou tiges et les premières racines. Il s'avérera de fait très efficace de leur procurer un paillis minéral (sable grossier, gravillons, cailloux...) afin d'assurer un drainage très efficace.

De même, nombre de vivaces au tempérament de cigale fleurissent sans compter plusieurs mois durant. La base de ces plantes étant quelque peu lignifiée limite la potentialité de nouveaux bourgeons de renouvellement à se développer après l'hiver. Tel est le cas des achillées hybrides, des gaillardes, de nombreux coréopsis.

Il convient donc de sacrifier la fin de leur floraison en rabattant les touffes à quelques centimètres en fin septembre. Ainsi, de nouveaux bourgeons de rajeunissement seront initiés dès l'automne et la plante passera l'hiver sans encombre.

I.1.9. Les racines

On les oublie bien souvent, du fait qu'elles ne sont pas visibles. Les racines sont aussi très sensibles au froid. Ceci est d'autant flagrant si elles sont emprisonnées dans des pots ou jardinières étroits, le froid sévissant alors de toutes parts. Protégez les parois de ces contenants d'une couche de film bullé ou de polystyrène.

De même, en pleine terre, ne vous contentez pas de protéger les souches de plantes fragiles juste autour du collet, mais étalez cette protection pour couvrir toute la surface explorée par les racines. Employez pour ce faire des matériaux très poreux pour une isolation optimale : fougère sèche et aiguilles de pin sont idéales, sinon employez feuilles sèches voire écorces broyées. Évitez d'épandre ces doux édredons sur une terre gorgée d'eau et surtout un sol déjà gelé.

Vous emprisonneriez ainsi humidité et glace pour de longs mois, du moins des semaines inutiles. Dès que le temps le permet, en fin d'hiver, écartez ces paillis protecteurs pour aider la terre à se réchauffer et évacuer l'humidité stagnante.

I.2. Gestion des risques

I.2.1. Gestion des risques par les plantes

a. Améliorer la résistance de la plante face aux gelées tardives

La faculté de la plante à résister au gel est en partie déterminée génétiquement et un maïs ne sera jamais aussi résistant au gel qu'un colza. De la même façon, le stade de la culture est important pour la sensibilité de la culture pour des raisons hormonales et de concentration de la sève.

La première action est évidemment d'adapter le choix des cultures, des génétiques et des précocités pour contourner le problème. Mais cette action est déjà utilisée par la plupart des agriculteurs et ne suffit pas.

b. Augmenter la concentration de la sève en électrolytes pour diminuer la sensibilité de la plante

Cependant comme pour tous les facteurs, l'environnement a aussi son importance. Augmenter la teneur de la sève en électrolyte ou en sucre dissous permet à la plante de diminuer la sensibilité de la plante au gel de l'ordre de 2-3°C. De la même façon que l'eau de mer gèle à -2 tandis que l'eau douce gèle à 0°C.

Le but ici est d'apporter à la plante des électrolytes par pulvérisation foliaire avant la gelée. Du potassium, du magnésium ou d'apporter de fortes quantités de cuivre, bore ou de cobalt.

De la même manière, un travail en préventif pour améliorer la santé de la plante et optimiser la photosynthèse permet d'augmenter la teneur en sucre de la plante et de descendre sa température limite de gel de quelques degrés.

I.2.2. Gestion des risques par les producteurs

a. L'assurance-production

On peut adhérer à l'assurance-production longtemps avant la floraison. L'exploitant est ainsi assuré qu'au moins une partie du coût de ses intrants sera couvert. La prime d'assurance dépend du niveau de protection choisi, des antécédents de réclamation de l'exploitation, et du potentiel de rendement des vergers. Avec le temps, les primes peuvent être réduites si l'exploitant n'a pas présenté de réclamations. Certains producteurs ont de la difficulté à verser la prime (surtout les premières années d'établissement et lorsqu'ils ont des réclamations), et aussi parce que l'assurance-production n'est pas conçue pour couvrir entièrement les pertes, de rendement ou de prix. D'autre part, les niveaux de protection diminuent au cours des années suivant une réduction de rendement, en raison des répercussions de la perte sur les rendements moyens à long terme. De plus, les pertes locales attribuables au gel ne sont pas couvertes. Les producteurs

Grands Facteurs Responsables des Accidents Climatiques (Froids, Gelées, Sècheresse) Impact, Risques et Dégâts

qui possèdent de nombreux vergers risquent donc d'être pénalisés lorsqu'ils obtiennent de bons rendements dans les sites non touchés par le gel.

b. Choix de sites moins vulnérables au gel

Le fait d'éviter les terrains plats, l'analyse de l'effet des bâtiments et des brise-vent, et la recherche de sites bien ventilés ou situés à proximité de vastes plans d'eau, tout cela peut aider à éviter le gel. Ces possibilités ne sont pas accessibles à tous les producteurs, mais elles devraient tout de même être prises en compte au moment de choisir un site pour un verger.

c. Éclaircissage des haies ou des espaces boisés

Ces interventions peuvent réduire la zone vulnérable à la formation de poches de gelée, ou favoriser une meilleure circulation d'air. Toutefois, les avantages liés à la protection contre le vent peuvent s'atténuer en cours de saison, ce qui complique les pulvérisations, accentue l'érosion du sol et l'abrasion par le sable. Habituellement, ces interventions doivent être faites au préalable. Avant d'éclaircir les espaces boisés ou de couper des arbres dans des zones naturalisées, les propriétaires fonciers devraient contacter leur bureau municipal afin de déterminer s'ils ont besoin d'un permis pour couper des arbres, et pour connaître les exigences qu'imposent leurs règlements en matière d'abattage d'arbres. Se rappeler que les cageots empilés peuvent aussi avoir un effet sur le mouvement de l'air.

d. Choix de cultivars qui fleurissent plus tard

Ordinairement, les cultivars à floraison hâtive sont plus vulnérables aux dommages par le gel, simplement parce que la plupart des épisodes de gel se produisent plus tôt en saison. En 2012, nous avons observé que les variétés Honeycrisp, Golden Delicious et Ambrosia avaient fleuri plus tard, et ont donné des récoltes, même sur des sites qui avaient été victimes du gel. Il n'est pas toujours possible de choisir ce genre de cultivars, en raison des conditions climatiques du site, de la demande du marché ou de la longueur de la saison de croissance, mais cela vaut la peine d'y réfléchir.

e. Ventilateurs

Les ventilateurs tournants élèvent la température des inflorescences en tirant l'air chaud vers le bas par inversion et en le mélangeant avec de l'air froid au niveau du sol. Habituellement, l'écart de température au niveau du sol peut s'accroître d'environ 50 % lorsque de l'air chaud est piégé au-dessus du verger. Les ventilateurs tournants sont mis en place avant le gel prévu, et ne protègent chacun qu'une dizaine d'acres. Ils sont coûteux à installer et exigent une source de carburant (propane, diesel, gaz naturel, essence) qui doit être réapprovisionné souvent (probablement chaque jour) lorsqu'on les utilise. Ils préviennent le gel uniquement en présence d'une inversion

Grands Facteurs Responsables des Accidents Climatiques (Froids, Gelées, Sècheresse)

Impact, Risques et Dégâts

et si l'écart de température est suffisant pour pouvoir élever les températures au-dessus du point de congélation. Ils ne peuvent pas être utilisés en présence de vent (même d'une brise). Les voisins n'apprécient pas non plus le bruit causé par leur oscillation, surtout les matins clairs et froids et les moteurs peuvent être difficiles à démarrer par temps froid. Il existe des versions plus petites, montées sur des tracteurs à prise de force, qui couvrent des superficies beaucoup plus petites, mais ces ventilateurs doivent fonctionner constamment lorsque les températures demeurent sous le point de congélation.

f. Dispositifs pour le drainage de l'air froid

Ces appareils permettent d'éviter le gel en soufflant l'air froid vers le haut, pour maintenir la circulation d'air autour des inflorescences et prévenir la formation de cristaux de glace. Leur utilisation nécessite une barrière pour diriger l'air froid vers eux (ce qui en soi peut favoriser la formation de poches de gelée). De manière générale, ils peuvent fournir au plus quelques degrés de protection pour une superficie d'environ 10 acres. Les modèles actuels fonctionnent avec un tracteur à prise de force ou sont actionnés par un moteur, et leur déplacement exige un certain effort. Ils sont moins coûteux que les ventilateurs tours, et sont plus efficaces aussi s'il y a inversion.

g. Vaporisation d'eau

La vaporisation d'eau, à raison d'un très faible débit, entraînera la formation de glace autour des inflorescences, et protégera ces dernières grâce à la faible quantité de chaleur libérée par les gouttelettes en gelant. L'efficacité de cette technique a été démontrée dans les fraisiers depuis bon nombre d'années. L'installation d'un système d'aspersion sur frondaison ainsi que d'asperseurs à faible débit contre le gel, demeure coûteuse. Il faut une très bonne source d'eau, parce qu'une fois démarrée, l'irrigation doit se poursuivre jusqu'au retour du soleil qui fera fondre la glace. S'il manque d'eau, tout va geler. De plus, le poids de la glace sur les arbres peut briser des branches. La structure dans les vergers dotés de treillis peut être utile pour installer ce genre de système, surtout si cela peut être utilisé pour l'irrigation ou à d'autres fins.

h. Brûlage de balles de foin ou chaufferettes

Cette technique permet de dégager de la fumée dans le verger, ce qui peut prévenir la formation de gel au niveau du sol. Elle peut être moins coûteuse que les ventilateurs, mais elle exige une source de foin ou de combustible et peut être mise en place le jour même où le gel est prévu. Cette méthode offre au plus quelques degrés de protection. On doit respecter les règlements locaux concernant les feux, et la fumée risque d'irriter les voisins, les travailleurs et être une

Grands Facteurs Responsables des Accidents Climatiques (Froids, Gelées, Sècheresse) Impact, Risques et Dégâts

source de problèmes pour l'environnement et la circulation automobile. Il faut aussi veiller sur le feu pour qu'il se maintienne et pour le contenir.

i. Chauffeuses de vergers

Ces chauffeuses peuvent être réparties dans le verger. Elles ne produisent habituellement qu'une petite quantité de chaleur et ne protègent qu'une petite superficie. Dans certains cas, une chauffeuse peut en fait tirer l'air froid vers le bas en raison des perturbations causées aux courants d'air.

j. Produits pour protéger du gel

Des chercheurs ont fait l'essai de nombreux produits au cours des ans, qui sont censés protéger les cultures du gel, notamment des pulvérisations foliaires de zinc, le fongicide Pristine et le régulateur de croissance Promalin. Si des bactéries glaçogènes sont présentes dans les inflorescences (la glace formant ainsi à des températures plus élevées), et si certains produits remplacent cette bactérie, on peut obtenir une certaine protection contre le gel. Mais ce n'est pas toujours le cas. Promalin peut favoriser la formation de fruits parthénocarpiques (sans pépins), mais on risque de ne pas obtenir une pleine récolte, et sans pépins, les fruits auront une durée de conservation limitée. Les avantages économiques de ces produits doivent être évalués attentivement.

II.2. Définition de la sécheresse

Si la notion de sécheresse n'est aujourd'hui pas universellement définie, l'état de la sécheresse peut cependant être caractérisé comme un déficit hydrique marqué dans une ou plusieurs composante(s) du cycle hydrologique. Ce manque d'eau est généralement dû à de trop faibles précipitations sur une période donnée, par rapport à la moyenne des apports observés sur cette période et a un impact direct sur l'alimentation des différents compartiments du bassin versant (surface, sol et nappes).

Si les précipitations sont trop faibles ou inexistantes sur une période prolongée, l'apport d'eau à la surface du sol et dans les couches de sol plus profondes est par conséquent amoindri et l'eau disponible dans les cours d'eau et/ou pour la végétation peut alors elle aussi être déficitaire.

Pour cette raison, trois grandes catégories de sécheresses ont été définies dans un premier temps et sont aujourd'hui couramment utilisées par les climatologues et les hydrologues pour l'étude et le suivi des sécheresses.

II.2. Type de la sécheresse

II.2.1. Sécheresses météorologiques

Les sécheresses météorologiques sont caractérisées par un déficit des précipitations, solides et liquides. Ainsi, il s'agit d'une période, qui peut varier du mois à l'année, voire dans des cas extrêmes, a plusieurs années, durant laquelle les précipitations sont inférieures à la normale. Les sécheresses météorologiques sont souvent déclenchées par des anomalies persistantes de grande échelle des températures de surface de la mer.

II.2.2. Sécheresses agricoles

Les sécheresses agricoles (ou édaphiques) sont caractérisées par un déficit lié à la réserve en eau du sol. Il s'agit d'une période durant laquelle l'humidité du sol est inférieure à sa valeur moyenne, ce qui a des conséquences directes sur la végétation, qu'elle soit naturelle ou cultivée. Ces sécheresses sont généralement provoquées par un cumul des précipitations inférieur à la normale, ou par une distribution temporelle plus irrégulière (des précipitations moins fréquentes mais plus intenses, phénomène souvent observé sur le pourtour méditerranéen), mais peuvent parfois être engendrées par des taux d'évapotranspiration plus élevés ou des processus de ruissellement plus intenses, en comparaison à la normale saisonnière. Les sécheresses agronomiques ont souvent de lourdes conséquences sur la production agricole.

II.2.3. Sécheresses hydrologiques

Les sécheresses hydrologiques peuvent à la fois définir le débit d'un cours d'eau comme trop faible mais peuvent aussi représenter le fait qu'un réservoir du sol ou du sous-sol n'est pas suffisamment réalimenté. Ainsi, les sécheresses hydrologiques dépendent du degré d'approvisionnement en eaux de surface et en eaux souterraines des lacs, réservoirs, aquifères et cours d'eau. L'impact d'une sécheresse hydrologique est important sur les activités humaines, puisqu'elle va avoir de fortes conséquences sur l'irrigation, les activités touristiques, la production d'énergie hydroélectrique, les transports (dans certains pays), l'alimentation en eau domestique et la gestion/protection de l'environnement. La sécheresse hydrologique est d'ailleurs définie comme la période durant laquelle le débit des cours d'eau n'est pas suffisant pour répondre convenablement aux besoins en eau établis par le système de gestion de l'eau local.

II.2.4. Sécheresse socio-économique

La sécheresse socio-économique englobe les effets économiques et sociaux des formes précédentes (exode rurale, famine, baisses des rendements agricoles, perte de cheptel,

Grands Facteurs Responsables des Accidents Climatiques (Froids, Gelées, Sècheresse) Impact, Risques et Dégâts

augmentation des prix des produits de première nécessité, problème de santé humaine et animale, etc). Cette forme qui se traite à un niveau élevé (gouvernement) engendre, selon son acuité, le déclenchement de plans ORSEC, la mise en place de fonds de soutien et d'indemnisations, le lancement d'opérations de solidarité nationale et internationale ainsi que des campagnes de sensibilisation de la population.

II.2. Risques et dégâts

Certaines plantes ne supportent pas le manque d'eau et le plein soleil, d'autres au contraire les tolèrent très bien. Comment certains végétaux s'adaptent-ils à la sécheresse ? Y a-t-il un profil-type pour ces plantes chameaux ?

L'eau, essentielle à la vie de toutes les plantes

Toutes les plantes ont besoin d'eau pour vivre, même celles qui résistent à la sécheresse. L'eau intervient en effet dans les réactions chimiques qui permettent aux végétaux de synthétiser des composés carbonés (glucose) à partir du dioxyde de carbone (CO_2) de l'air, grâce à la photosynthèse.

En outre, sans eau, pas de sève, et donc pas de circulation des nutriments dans la plante ! L'eau est d'ailleurs, comme chez tous les êtres vivants, le composant principal d'une plante : elle représente entre 80 et 95% de son poids, selon les espèces. Une bonne partie de cette eau correspond à la sève, mais il y a aussi l'eau constitutive des tissus végétaux (eau contenue dans les cellules).

L'évapotranspiration, c'est le couplage de l'évaporation de l'eau au niveau du sol humide et des feuilles mouillées, et de la transpiration de l'eau par la plante via ses feuilles. Ce phénomène d'évapotranspiration est essentiel dans le cycle de l'eau au niveau de la planète.

Au niveau de la plante, la transpiration foliaire occasionne de fortes pertes d'eau : plus la plante transpire (phénomène favorisé par le soleil, la chaleur et le vent), plus ses besoins hydriques augmentent : c'est la raison pour laquelle les plantes ont besoin de davantage d'eau en été, et a fortiori en période de sécheresse, qu'en hiver. Lorsque les racines ne pompent pas assez d'eau par rapport aux pertes foliaires, les feuilles s'étiolent : c'est le stress hydrique.

La transpiration est cependant indispensable à la plante. Le déficit d'eau qui se crée au niveau des feuilles est en effet le moteur de la circulation de l'eau dans la plante. L'eau perdue par transpiration au niveau des feuilles engendre une dépression jusque dans les racines qui pompent alors l'eau dans le sol : cette eau monte par aspiration, via les vaisseaux, des racines

Grands Facteurs Responsables des Accidents Climatiques (Froids, Gelées, Sècheresse) Impact, Risques et Dégâts

jusqu'aux feuilles, entraînant avec elle des nutriments dissous puisés dans le sol (flux de sève brute).

II.2.1. Les conséquences sur la flore

Des arbres secs et déshydratés peuvent finir par mourir et une végétation très sèche peut faciliter des départs de feux, émetteurs de gaz nocifs qui polluent l'atmosphère et accentuent l'effet de serre.

Les arbres deviennent beaucoup plus vulnérables au froid jusqu'à dix ans après un épisode de sécheresse.

II.2.2. Les conséquences sur les sols

Après une période de sécheresse, les sols asséchés ne sont plus en capacité d'absorber correctement les précipitations et cela peut provoquer des crues, des inondations et des glissements de terrain.

II.2.3. Les conséquences sur la faune

L'abaissement du niveau des cours d'eau affecte la survie des poissons ainsi que des animaux qui s'abreuvent dans des points d'eau. Ils doivent alors migrer pour trouver de l'eau et cela déséquilibre l'écosystème.

II.3. Gestion des risques par les plantes

II.3.1. Fermeture des écailles

Si la plante ne peut pas se passer d'eau pour vivre, elle peut cependant limiter les pertes hydriques par transpiration : sa première stratégie en cas de sécheresse est de fermer ses stomates (les petits orifices à la surface des feuilles par lesquels les échanges gazeux se font). Elle peut ainsi réduire de 50% ses pertes d'eau par les feuilles. Revers de la médaille, la plante limite aussi du même coup les échanges gazeux nécessaires à la photosynthèse : cette adaptation physiologique n'est donc pas viable à moyen terme, sous peine de voir la croissance du végétal considérablement ralentie.

II.3.2. Feuilles customisées

Pour diminuer la transpiration foliaire, la plante peut aussi réduire la surface de ses feuilles : avez-vous remarqué que les espèces qui résistent bien à la sécheresse ont de petites feuilles (cas fréquent chez les plantes méditerranéennes comme le ciste, la lavande, le thym...) ou des feuilles très découpées (achillée, nigelle...). Parfois même, ces feuilles sont inexistantes (ce sont alors les tiges qui assurent la photosynthèse), ou réduites à l'état d'épines, par exemple chez les cactus.

Grands Facteurs Responsables des Accidents Climatiques (Froids, Gelées, Sècheresse) Impact, Risques et Dégâts

Les feuilles peuvent aussi être cireuses, coriaces, avec une cuticule plus épaisse (comparez une feuille d'olivier avec une feuille de haricot ou de bananier !), leur couleur peut être grisâtre, voire carrément argentée pour réfléchir le rayonnement solaire (les plantes de maquis ont souvent cette teinte gris-vert). Enfin, elles peuvent être couvertes de poils ou de duvet pour créer comme une couche d'air isolante entre la feuille et l'atmosphère brûlante. Toutes ces adaptations morphologiques contribuent à limiter les pertes d'eau et à mieux résister au plein soleil et à la chaleur, ainsi qu'aux périodes de sécheresse

II.3.3. Racines de compétition

Pour aller chercher l'eau là où elle se trouve dans le sol, c'est-à-dire, par temps sec, en profondeur, les plantes résistantes à la sécheresse misent aussi sur un système racinaire profond : certains végétaux sont capables de faire descendre leurs racines à plusieurs mètres sous la surface du sol (arbres, vigne...).

Stockage de l'eau par certaines plantes

Certaines plantes ont aussi acquis la capacité de stocker l'eau dans leurs tissus : feuilles charnues (plantes succulentes), tiges (cactus), racines tubérisées et organes de stockage (les tubercules de pomme de terre contiennent, outre de l'amidon, de l'eau). Ce stockage de l'eau joue cependant un rôle mineur par rapport aux autres adaptations morphologiques ou physiologiques.

II.3. Gestion des risques par les producteurs

II.3. 1. La sélection variétale

Tous les végétaux ne sont pas égaux face au stress hydrique. En fait, les plantes ont développé plusieurs stratégies pour survivre au manque d'eau :

L'évitement : La plante réalise son cycle végétatif en dehors des périodes de sécheresse.

L'esquive : La plante développe son système racinaire ou réduit sa transpiration en refermant une partie de ses stomates.

La tolérance : Certaines plantes sont naturellement résistantes au stress hydrique et parviennent à préserver leur surface foliaire, même lorsque l'eau se fait rare.

Une partie du travail des instituts de recherche agronomique consiste à identifier les espèces et les variétés les mieux à même de résister au stress hydrique.

Dans les prairies, certains agriculteurs ont par exemple fait le choix d'implanter davantage de luzerne (*Medicago sativa*), une plante méditerranéenne qui utilise la stratégie de l'esquive. Ses racines peuvent se développer jusqu'à 4 mètres de profondeur pour puiser l'eau.

Grands Facteurs Responsables des Accidents Climatiques (Froids, Gelées, Sècheresse) Impact, Risques et Dégâts

Tout comme eux, vous pouvez adapter vos rotations culturales pour booster la résilience de votre exploitation face au stress hydrique.

II.3. 2. Les leviers agronomiques

Sur le plan agronomique, plusieurs bonnes pratiques permettent de réduire la sensibilité des végétaux au stress hydrique, et de conserver l'eau dans les sols.

Les dates de semis : C'est souvent durant la phase de floraison que vos cultures sont le plus sensibles au manque d'eau. Et tout stress hydrique prolongé durant cette période risque d'avoir un impact fort sur le nombre de grains.

Par contraste, un stress tardif n'impactera que le remplissage des graines, et sera donc moins préjudiciable. Alors pour éviter d'exposer que la période de floraison ne se déroule pendant l'été, lorsque le risque de stress hydrique est élevé, de nombreux agriculteurs font le choix d'avancer leurs dates de semis.

Ces semis précoces sont un levier agronomique simple et efficace pour lutter contre le stress hydrique, comme l'a prouvé un essai réalisé : un premier semis a été réalisé le 25 février. Le second semis, effectué un mois plus tard, a généré 6 à 10 q/ha de rendement en moins.

Le désherbage : Les adventices présents sur vos parcelles peuvent entrer en concurrence avec la culture en place pour les ressources en eau et en éléments minéraux. A terme, cela peut se traduire par une réduction de la vigueur, voire une baisse du rendement. Pour préserver vos plantes contre le stress hydrique, vous pouvez appliquer des traitements localisés, ou recourir au désherbage mécanique.

Les rotations culturales : Afin de maximiser la capacité de rétention de vos sols, veillez à diversifier vos rotations culturales, en introduisant par exemple des cultures intermédiaires, ou des couverts associés. Vos sols seront plus riches, mieux structurés, et vos cultures auront de meilleures chances de résister au stress hydrique.

II.3.3. Les sondes de pilotage de l'irrigation

Pour lutter contre le stress hydrique, il faut d'abord le mesurer. Et les sondes de pilotage de l'irrigation sont l'un des meilleurs outils pour y parvenir.

Concrètement, des capteurs sont installés au plus près de vos cultures, et mesurent la disponibilité en eau des sols en temps réel. Les données sont ensuite transférées vers votre téléphone ou votre ordinateur. Ainsi, vous savez d'un simple coup d'œil si vos plantes ont suffisamment d'eau, et vous pouvez optimiser vos irrigations.

Dans le détail, il existe deux principaux types de sondes pour suivre le risque de stress hydrique sur vos parcelles :

II.3.4. Les outils d'aide à la décision

Autre solution : Il existe aujourd'hui des outils d'aide à la décision (OAD) capables de modéliser les besoins en eau d'une culture en fonction de paramètres agro-météo comme :

- La pluviométrie.
- L'évapotranspiration.
- La Réserve Facilement Utilisable (RFU).
- Et le stade cultural

Ces outils sont appelés des bilans hydriques, et ils permettent de suivre l'état de la réserve en eau de vos sols. Ainsi, vous savez OÙ et QUAND vos plantes ont besoin d'eau. Et vous pouvez lutter efficacement contre le déficit hydrique.

Vous voulez aller toujours plus loin dans la précision, Weedriq est le premier OAD capable de vous indiquer, avec précision, comment l'état hydrique de vos sols va évoluer durant les 7 prochains jours.

II.3. 5. Les biostimulants

En vue de lutter contre les stress abiotiques, comme le gel, le vent ou la sécheresse, de plus en plus d'agriculteurs s'intéressent aux biostimulants. Ces substances, souvent issues de composés naturels, sont conçues pour booster le développement des plantes, même en conditions difficiles.

Une molécule, en particulier, a permis d'obtenir de premiers résultats encourageants contre le stress hydrique. Il s'agit des phytostérols, une substance qui prépare la plante au manque d'eau. Elle provoque notamment le resserrement des stomates, et stimule la croissance des racines.

Pour une agriculture plus résiliente :

Vous l'avez compris, le stress hydrique est un véritable fléau pour l'agriculture. Et les sécheresses risquent de devenir plus fréquentes. Mais le manque d'eau n'a rien d'une fatalité. Et comme on l'a vu, des solutions existent pour y faire face.

Vous pouvez optimiser la gestion des ressources en eau : sondes de pilotage, outils d'aide à la décision, bonnes pratiques agronomiques...

Ou utiliser des techniques pour améliorer la résistance des cultures : sélection variétale, biostimulants...

La stratégie la plus efficace consiste à combiner plusieurs méthodes ainsi vous obtiendrez les meilleurs résultats possibles.

Libre à vous de choisir celles qui correspondent le mieux aux besoins de votre exploitation. Mais n'attendez pas la prochaine sécheresse pour agir.